日本国温室効果ガスインベントリ報告書
2023 年

温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編
環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室　監修

地球環境研究センター
Center for Global Environmental Research

国立研究開発法人　国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies, Japan

ー目　次ー

目次 i

本報告書出版の背景 xiii

監修にあたって xv

日本国温室効果ガスインベントリ報告書（概要） **1**
概要 1. インベントリの概要 1
概要 2. 総排出量及び吸収量の推移 2
2.1. 温室効果ガスインベントリ 2
概要 3. 各分野の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移 4
3.1. 温室効果ガスインベントリ 4

第 1 章 序論 **1-1**
1.1. 温室効果ガスインベントリの背景情報 1-1
1.2. 国家インベントリに関する取決め 1-1
1.2.1. 制度的・法的・手続き的取決め 1-1
1.2.1.1. インベントリ作成のための制度的・法的取決め 1-1
1.2.1.2. インベントリ作成に関る各主体の役割・責任 1-2
1.2.1.3. UNFCCC インベントリ審査への対応 1-4
1.2.2. インベントリの計画・作成・管理の概要 1-6
1.2.3. QA／QC・検証の計画 1-6
1.2.3.1. QA/QC プロセス 1-6
1.2.3.2. QA/QC 計画 1-9
1.2.3.3. 検証活動 1-9
1.2.3.4. 秘匿情報の取扱い 1-10
1.2.4. 国家インベントリに関する取決めの変更に関する情報 1-10
1.3. インベントリ作成プロセス・データ収集・処理・保管 1-10
1.3.1. インベントリ作成の年次サイクル 1-10
1.3.2. インベントリ作成のプロセス 1-11
1.3.3. インベントリ情報の文書化、保管 1-12
1.3.3.1. 情報の文書化 1-12
1.3.3.2. 情報の保管 1-12
1.3.3.3. インベントリ情報の文書化、保管に関する QC 活動 1-13
1.4. インベントリの算定方法 1-13
1.4.1. 活動量データの収集プロセス 1-13
1.4.2. 排出係数及び算定方法の選定プロセス 1-14
1.4.3. 排出・吸収量算定の改善プロセス 1-14
1.5. キーカテゴリー分析の概要 1-15
1.5.1. 温室効果ガスインベントリ 1-16
1.6. 不確実性の評価 1-18
1.6.1. 温室効果ガスインベントリ 1-18

1.7. 完全性に関する評価 1-18

第 2 章 温室効果ガス排出量及び吸収量の推移 2-1

2.1. 温室効果ガスの排出及び吸収の状況 2-1
2.1.1. 温室効果ガス排出量及び吸収量の概要 2-1
2.1.2. CO_2 2-3
2.1.3. CH_4 2-7
2.1.4. N_2O 2-8
2.1.5. HFCs 2-9
2.1.6. PFCs 2-10
2.1.7. SF_6 2-11
2.1.8. NF_3 2-12
2.1.9. 間接 CO_2 2-13
2.2. 分野ごとの排出及び吸収の状況 2-14
2.2.1. エネルギー 2-15
2.2.2. 工業プロセス及び製品の使用 2-16
2.2.3. 農業 2-18
2.2.4. 土地利用、土地利用変化及び林業 2-19
2.2.5. 廃棄物 2-20
2.2.6. 間接 CO_2 2-20
2.3. 前駆物質及び硫黄酸化物の排出状況 2-21

第 3 章 エネルギー分野 3-1

3.1. エネルギー分野の概要 3-1
3.2. 燃料の燃焼（1.A.） 3-1
3.2.1. レファレンスアプローチと部門別アプローチの比較 3-3
3.2.1.1. レファレンスアプローチの方法論 3-3
3.2.1.2. エネルギー消費量の差異について 3-4
3.2.1.3. CO_2 排出量の差異について 3-5
3.2.1.4. エネルギー消費量の差異及び CO_2 排出量の差異の比較 3-6
3.2.1.5. レファレンスアプローチと部門別アプローチの差異の原因について 3-6
3.2.2. 国際バンカー油 3-9
3.2.3. 燃料の非エネルギー利用分について 3-12
3.2.4. エネルギー産業（1.A.1）における CO_2 の排出 3-14
3.2.5. エネルギー産業（1.A.1）における CH_4 と N_2O の排出 3-30
3.2.6. 製造業・建設業（1.A.2）における CO_2 の排出 3-41
3.2.7. 製造業・建設業（1.A.2）における CH_4 と N_2O の排出 3-43
3.2.8. 運輸（1.A.3）における CO_2 の排出 3-46
3.2.9. 運輸（1.A.3）における CH_4 と N_2O の排出 3-49
3.2.9.1. 国内航空（1.A.3.a） 3-49
3.2.9.2. 道路輸送（1.A.3.b） 3-52
3.2.9.3. 鉄道（1.A.3.c） 3-61
3.2.9.4. 国内船舶（1.A.3.d） 3-63
3.2.9.5. その他輸送（1.A.3.e） 3-64

3.2.10. その他部門（1.A.4）及びその他（1.A.5）における CO_2 の排出 3-64
3.2.11. その他部門（1.A.4）及びその他（1.A.5）における CH_4 と N_2O の排出 3-67
3.2.12. エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量 3-69
3.3. 燃料からの漏出（1.B） 3-73
3.3.1. 固体燃料（1.B.1） 3-73
3.3.1.1. 石炭採掘（1.B.1.a） 3-73
3.3.1.2. 固体燃料転換（1.B.1.b） 3-80
3.3.1.3. その他（制御不能な燃焼及び石炭ずりでの燃焼）（1.B.1.c） 3-83
3.3.2. 石油・天然ガス等（1.B.2） 3-83
3.3.2.1. 石油（1.B.2.a） 3-83
3.3.2.2. 天然ガス（1.B.2.b） 3-91
3.3.2.3. 通気弁・フレアリング（1.B.2.c） 3-101
3.3.2.4. その他（地熱発電における蒸気の生産に伴う漏出）（1.B.2.d） 3-108
3.4. CO_2 の輸送・貯留（1.C） 3-110
3.4.1. CO_2 の輸送（1.C.1） 3-110
3.4.1.1. パイプライン（1.C.1.a） 3-110
3.4.1.2. 船舶（1.C.1.b） 3-110
3.4.1.3. その他（1.C.1.c） 3-111
3.4.2. 圧入・貯留（1.C.2） 3-111
3.4.2.1. 圧入（1.C.2.a） 3-111
3.4.2.2. 貯留（1.C.2.b） 3-111
3.4.3. その他（1.C.3） 3-111
3.4.4. 情報項目（Information item） 3-112

第 4 章 工業プロセス及び製品の使用分野 4-1
4.1. 工業プロセス及び製品の使用分野の概要 4-1
4.2. 鉱物産業（2.A.） 4-3
4.2.1. セメント製造（2.A.1.） 4-4
4.2.2. 石灰製造（2.A.2.） 4-7
4.2.3. ガラス製造（2.A.3.） 4-9
4.2.4. その他プロセスでの炭酸塩の使用（2.A.4.） 4-11
4.2.4.1. セラミックス製品（2.A.4.a） 4-11
4.2.4.2. その他用途でのソーダ灰の使用（2.A.4.b） 4-13
4.2.4.3. マグネシア製造（2.A.4.c） 4-14
4.2.4.4. その他（2.A.4.d） 4-14
4.3. 化学産業（2.B.） 4-15
4.3.1. アンモニア製造（2.B.1.） 4-16
4.3.2. 硝酸製造（2.B.2.） 4-19
4.3.3. アジピン酸製造（2.B.3.） 4-20
4.3.4. カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造（2.B.4.） 4-21
4.3.4.1. カプロラクタム（2.B.4.a） 4-21
4.3.4.2. グリオキサール（2.B.4.b） 4-22
4.3.4.3. グリオキシル酸（2.B.4.c） 4-23
4.3.5. カーバイド製造（2.B.5.） 4-24
4.3.5.1. シリコンカーバイド製造（2.B.5.a） 4-24

4.3.5.2. カルシウムカーバイドの製造及び使用（2.B.5.b） 4-26
4.3.6. 二酸化チタン製造（2.B.6.） 4-27
4.3.7. ソーダ灰の製造（2.B.7.） 4-29
4.3.8. 石油化学及びカーボンブラック製造（2.B.8.） 4-29
4.3.8.1. メタノール製造（2.B.8.a.） 4-29
4.3.8.2. エチレン製造（2.B.8.b） 4-31
4.3.8.3. 1,2-ジクロロエタン及びクロロエチレン製造（2.B.8.c） 4-32
4.3.8.4. 酸化エチレン（2.B.8.d） 4-34
4.3.8.5. アクリルニトリル（2.B.8.e） 4-36
4.3.8.6. カーボンブラック製造（2.B.8.f） 4-38
4.3.8.7. スチレン製造（2.B.8.g.-） 4-39
4.3.8.8. 無水フタル酸製造（2.B.8.g.-） 4-40
4.3.8.9. 無水マレイン酸製造（2.B.8.g.-） 4-42
4.3.8.10. 水素製造（2.B.8.g.-） 4-43
4.3.9. フッ化物製造（2.B.9.） 4-44
4.3.9.1. 副生ガスの排出ーHCFC-22 の製造（2.B.9.-） 4-44
4.3.9.2. 製造時の漏出（2.B.9.-） 4-45
4.4. 金属産業（2.C.） 4-47
4.4.1. 鉄鋼製造（2.C.1.） 4-47
4.4.1.1. 鋼製造（2.C.1.a） 4-48
4.4.1.2. 鉄鋼製造における電気炉の使用（2.C.1.a） 4-48
4.4.1.3. 銑鉄製造（2.C.1.b） 4-50
4.4.1.4. 鉄鋼製造における石灰石・ドロマイトの使用（2.C.1.b） 4-50
4.4.1.5. 鉄鋼製造における副生ガスのフレアリングからの排出（2.C.1.b） 4-52
4.4.1.6. 直接還元鉄製造（2.C.1.c） 4-53
4.4.1.7. 焼結鉱製造（2.C.1.d） 4-53
4.4.1.8. ペレット製造（2.C.1.e） 4-53
4.4.2. フェロアロイ製造（2.C.2.） 4-53
4.4.3. アルミニウム製造（2.C.3.） 4-55
4.4.3.1. 副次的排出（2.C.3.-） 4-55
4.4.3.2. 鋳造時の F ガスの使用（2.C.3.-） 4-56
4.4.4. マグネシウム製造（2.C.4.） 4-57
4.4.5. 鉛製造（2.C.5.） 4-57
4.4.6. 亜鉛製造（2.C.6.） 4-58
4.4.7. 希土類金属製造（2.C.7.） 4-58
4.5. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用（2.D.） 4-58
4.5.1. 潤滑油の使用（2.D.1.） 4-58
4.5.2. パラフィンろうの使用（2.D.2.） 4-60
4.5.3. その他（2.D.3.） 4-61
4.5.3.1. 触媒として使用される尿素（2.D.3.-） 4-61
4.5.3.2. NMVOC の焼却（2.D.3.-） 4-62
4.5.3.3. 道路舗装（2.D.3.-） 4-64
4.5.3.4. アスファルト屋根材（2.D.3.-） 4-64
4.6. 電子産業（2.E.） 4-64
4.6.1. 半導体製造（2.E.1.） 4-65

4.6.2. 液晶製造（2.E.2.） 4-67
4.6.3. 太陽光発電（2.E.3.） 4-68
4.6.4. 熱伝導流体（2.E.4.） 4-68
4.6.5. 微小電気機械システム（MEMS）製造（2.E.5.-） 4-69
4.7. オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用（2.F.） 4-69
4.7.1. 冷蔵庫及び空調機器（2.F.1.） 4-69
4.7.1.1. 家庭用冷蔵庫の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-） 4-69
4.7.1.2. 業務用冷凍空調機器の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-） 4-71
4.7.1.3. 輸送機器用冷蔵庫の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-） 4-76
4.7.1.4. 工業用冷蔵庫の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-） 4-77
4.7.1.5. 固定空調機器（家庭用エアコン）の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-） 4-77
4.7.1.6. 輸送機器用空調機器の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-） 4-79
4.7.2. 発泡剤（2.F.2.） 4-82
4.7.2.1. 閉鎖系気泡フォーム（2.F.2.-） 4-82
4.7.2.2. 開放系気泡フォーム（2.F.2.-） 4-84
4.7.3. 消火剤（2.F.3.） 4-85
4.7.4. エアゾール（2.F.4.） 4-87
4.7.4.1. 医療用エアゾール（定量噴射剤：MDI）（2.F.4.-） 4-87
4.7.4.2. 一般用エアゾール（2.F.4.-） 4-88
4.7.5. 溶剤（2.F.5.） 4-90
4.7.6. その他利用（2.F.6.） 4-92
4.8. その他製品の製造及び使用（2.G.） 4-92
4.8.1. 電気設備（2.G.1.） 4-93
4.8.2. その他製品の使用からの SF_6、PFCs（2.G.2.） 4-94
4.8.2.1. 防衛利用（2.G.2.-） 4-94
4.8.2.2. 加速器（2.G.2.-） 4-95
4.8.2.3. 防音窓（2.G.2.-） 4-97
4.8.2.4. 断熱特性：靴及びタイヤ（2.G.2.-） 4-97
4.8.2.5. その他　鉄道用シリコン整流器（2.G.2.-） 4-97
4.8.3. 製品の使用からの N_2O（2.G.3.） 4-98
4.8.3.1. 医療利用（2.G.3.a） 4-98
4.8.3.2. その他（2.G.3.b） 4-99
4.8.4. 電子回路基板の防水加工からの PFCs、HFCs（2.G.4.-） 4-100
4.9. その他（2.H.） 4-101
4.9.1. 食品・飲料産業（2.H.2.） 4-101
4.9.2. 輸入炭酸ガスからの排出（2.H.3.） 4-101

第 5 章 農業分野 5-1
5.1. 農業分野の概要 5-1
5.2. 消化管内発酵（3.A.） 5-2
5.2.1. 牛（3.A.1.） 5-2
5.2.2. 水牛、めん羊、山羊、馬、豚（3.A.2., 3.A.3., 3.A.4.-） 5-8
5.2.3. その他の家畜（3.A.4.-） 5-10
5.3. 家畜排せつ物の管理（3.B.） 5-10

5.3.1. 牛、豚、家禽類（採卵鶏、ブロイラー）（3.B.1., 3.B.3., 3.B.4.-） 5-10
5.3.2. 水牛、めん羊、山羊、馬、うさぎ、ミンク（3.B.2., 3.B.4.-） 5-29
5.3.3. その他の家畜（3.B.4.-） 5-32
5.3.4. 間接 N_2O 排出量（3.B.5.） 5-32
5.3.4.1. 大気沈降（3.B.5.-） 5-32
5.3.4.2. 窒素溶脱・流出（3.B.5.-） 5-34
5.4. 稲作（3.C.） 5-34
5.4.1. 灌漑水田（間断灌漑水田（中干し）、常時湛水田）（3.C.1.） 5-35
5.4.2. 天水田、深水田、その他の水田（3.C.2., 3.C.3., 3.C.4.） 5-42
5.5. 農用地の土壌（3.D.） 5-42
5.5.1. 直接排出（3.D.a.） 5-43
5.5.1.1. 無機質窒素肥料（3.D.a.1.） 5-43
5.5.1.2. 有機質窒素肥料（3.D.a.2.） 5-47
5.5.1.3. 放牧家畜の排せつ物（3.D.a.3.） 5-50
5.5.1.4. 作物残渣（3.D.a.4.） 5-51
5.5.1.5. 土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの N_2O 排出（3.D.a.5.） 5-55
5.5.1.6. 有機質土壌の耕起（3.D.a.6.） 5-57
5.5.2. 間接排出（3.D.b.） 5-59
5.5.2.1. 大気沈降（3.D.b.1.） 5-59
5.5.2.2. 窒素溶脱・流出（3.D.b.2.） 5-61
5.6. サバンナを計画的に焼くこと（3.E.） 5-62
5.7. 農作物残さの野焼き（3.F.） 5-63
5.8. 石灰施用（3.G.） 5-65
5.9. 尿素施用（3.H.） 5-66
5.10. その他の炭素を含む肥料（3.I.） 5-67
5.11. その他（3.J.） 5-67

第 6 章 土地利用、土地利用変化及び林業分野 6-1
6.1. 土地利用、土地利用変化及び林業分野の概要 6-1
6.2. 土地利用カテゴリーの設定方法及び面積把握方法 6-2
6.2.1. 各土地利用カテゴリーの面積把握方法 6-2
6.2.2. 他の土地利用からの転用面積の推計方法 6-3
6.2.2.1. 森林、非森林間の 1990～直近年の転用面積の把握について 6-4
6.2.3. 土地利用転用マトリクス 6-6
6.3. 土地転用に伴う炭素ストック変化量の算定に用いるパラメータ 6-7
6.4. 森林（4.A.） 6-10
6.4.1. 転用のない森林（4.A.1.） 6-11
6.4.2. 他の土地利用から転用された森林（4.A.2.） 6-21
6.5. 農地（4.B.） 6-26
6.5.1. 転用のない農地（4.B.1.） 6-26
6.5.2. 他の土地利用から転用された農地（4.B.2.） 6-35
6.6. 草地（4.C.） 6-40
6.6.1. 転用のない草地（4.C.1.） 6-40
6.6.2. 他の土地利用から転用された草地（4.C.2.） 6-43

6.7. 湿地（4.D.） 6-47
6.7.1. 転用のない湿地（4.D.1.） 6-48
6.7.2. 他の土地利用から転用された湿地（4.D.2.） 6-51
6.8. 開発地（4.E.） 6-54
6.8.1. 転用のない開発地（4.E.1.） 6-55
6.8.2. 他の土地利用から転用された開発地（4.E.2.） 6-64
6.9. その他の土地（4.F.） 6-67
6.9.1. 転用のないその他の土地（4.F.1.） 6-68
6.9.2. 他の土地利用から転用されたその他の土地（4.F.2.） 6-68
6.10. 伐採木材製品（HWP）による炭素蓄積変化（4.G.） 6-72
6.10.1. 建築物 6-72
6.10.2. その他木材利用 6-76
6.10.3. 紙製品 6-79
6.11. 施肥に伴う N_2O 排出（4.(I)） 6-81
6.12. 有機質土壌排水等に伴う CH_4 及び N_2O 排出（4.(II)） 6-83
6.13. 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出（4.(III)） 6-85
6.14. 土壌からの N_2O 間接排出（4.(IV)） 6-89
6.15. バイオマスの燃焼（4.(V)） 6-91

第 7 章 廃棄物分野 7-1
7.1. 廃棄物分野の概要 7-1
7.1.1. 廃棄物処理及び算定カテゴリーの概要 7-1
7.1.2. 廃棄物分野における温室効果ガス排出量の概要 7-2
7.1.3. 廃棄物分野における一般的な方法論 7-3
7.1.4. 廃棄物分野における一般的な不確実性評価 7-3
7.1.5. 廃棄物分野における一般的な再計算 7-4
7.2. 固形廃棄物の処分（5.A.） 7-6
7.2.1. 管理処分場（5.A.1.） 7-7
7.2.2. 非管理処分場（5.A.2.） 7-18
7.2.3. その他の廃棄物処分場（5.A.3.） 7-18
7.2.3.1. 不適正処分（5.A.3.-） 7-18
7.3. 固形廃棄物の生物処理（5.B.） 7-21
7.3.1. コンポスト化（5.B.1） 7-21
7.3.2. バイオガス施設における嫌気性消化（5.B.2.） 7-24
7.4. 廃棄物の焼却と野焼き（5.C.） 7-25
7.4.1. 廃棄物の焼却（エネルギー回収を伴わない）（5.C.1.） 7-30
7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-） 7-30
7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-） 7-39
7.4.1.3. 特別管理産業廃棄物（5.C.1.-） 7-45
7.4.2. 廃棄物の野焼き（5.C.2.） 7-49
7.4.2.1. 一般廃棄物（5.C.2.-） 7-49
7.4.2.2. 産業廃棄物（5.C.2.-） 7-49
7.4.3. 廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A.） 7-52
7.4.3.1. 廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合（1.A.） 7-52
7.4.3.2. 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.） 7-53

7.4.3.3. 廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合（1.A.） 7-63
7.5. 排水の処理と放出（5.D.） 7-68
7.5.1. 生活排水（5.D.1.） 7-69
7.5.1.1. 終末処理場（5.D.1.-） 7-70
7.5.1.2. 生活排水処理施設（主に浄化槽）（5.D.1.-） 7-72
7.5.1.3. し尿処理施設（5.D.1.-） 7-75
7.5.1.4. 生活排水の自然界における分解（5.D.1.-） 7-78
7.5.2. 産業排水（5.D.2.） 7-83
7.5.2.1. 産業排水の処理（5.D.2.-） 7-83
7.5.2.2. 産業排水の自然界における分解（5.D.2.-） 7-87
7.5.2.3. 最終処分場浸出液の処理（5.D.2.-） 7-89
7.5.3. その他（5.D.3） 7-91
7.6. その他（5.E.） 7-92
7.6.1. 化石燃料起源の界面活性剤の分解（5.E.-） 7-92

第 8 章 その他の分野 8-1
8.1. 分野の概要 8-1
8.2. CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 8-1
8.3. NO_x、CO、NMVOC、SO_x 8-1

第 9 章 二酸化炭素と一酸化二窒素の間接排出 9-1
9.1. 分野の概要 9-1

第 10 章 再計算及び改善点 10-1
10.1. 再計算に関する解説と正当性 10-1
10.1.1. 全般的事項 10-1
10.1.2. 各分野における再計算 10-1
10.2. 排出量に対する影響 10-1
10.2.1. 温室効果ガスインベントリ 10-1
10.3. 排出量の推移に対する影響（時系列の一貫性を含む） 10-9
10.3.1. 温室効果ガスインベントリ 10-9
10.4. インベントリ審査への対応を含めた再計算とインベントリの改善計画 10-9
10.4.1. インベントリ提出以降の改善点 10-9
10.4.1.1. 排出・吸収量の算定方法 10-9
10.4.1.2. UNFCCC インベントリ審査への対応事項 10-12
10.4.2. 今後の改善計画 10-18

別添（Annex）1 キーカテゴリー分析の詳細 別添 1-1
A1.1. キーカテゴリー分析の概要 別添 1-1
A1.2. キーカテゴリー分析結果 別添 1-1

別添（Annex）2 不確実性評価 別添 2-1
A2.1. 不確実性評価手法 別添 2-1

A2.2. 不確実性評価の結果 別添 2-1

別添（Annex）3 各排出・吸収区分における算定方法 別添 3-1
A3.1. 前駆物質等に関する算定方法 別添 3-1
A3.1.1. エネルギー分野 別添 3-1
A3.1.2. 工業プロセス及び製品の使用分野 別添 3-23
A3.1.3. 農業分野 別添 3-58
A3.1.4. 土地利用、土地利用変化及び林業分野 別添 3-59
A3.1.5. 廃棄物分野 別添 3-61
A3.1.6. その他分野 別添 3-65

別添（Annex）4 直近報告年のエネルギー収支 別添 4-1
A4.1. CRF 報告値と IEA 報告値の相違点 別添 4-1
A4.2. 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）について 別添 4-9
A4.2.1. 総合エネルギー統計の概要 別添 4-9
A4.2.2. 総合エネルギー統計とインベントリの CRF 別添 4-14
A4.3. 軽油の品質規格について 別添 4-18
A4.4. 発熱量の換算係数について 別添 4-18

別添（Annex）5 完全性、注釈記号の定義及び「NE」を用いた排出・吸収源 別添 5-1
A5.1. 完全性に関する検討 別添 5-1
A5.2. 注釈記号の定義 別添 5-1
A5.3. 注釈記号選択のためのデシジョンツリー 別添 5-2
A5.4. 我が国における「重要でない」という意味で「NE」を用いた排出源 別添 5-3
A5.5. 我が国におけるその他の未推計排出・吸収源 別添 5-4

別添（Annex）6 日本のインベントリのファイル構造 別添 6-1

別添（Annex）7 NDC における LULUCF 分野の計上方法の詳細 別添 7-1
A7.1. NDC における LULUCF 分野の温室効果ガス（GHG）排出・吸収量の概要 別添 7-1
A7.1.1. NDC における LULUCF 分野の GHG 排出・吸収量の算定対象活動及び範囲、算定方法論の Tier について 別添 7-1
A7.1.2. 各 NDC-LULUCF 活動の計上アプローチと計上量 別添 7-1
A7.2. 各 NDC-LULUCF 活動における算定の対象範囲 別添 7-2
A7.2.1. 新規植林・再植林（AR） 別添 7-2
A7.2.2. 森林減少（D） 別添 7-2
A7.2.3. 森林経営（FM） 別添 7-2
A7.2.4. 農地管理（CM） 別添 7-3
A7.2.5. 牧草地管理（GM） 別添 7-3
A7.2.6. 都市緑化（UG） 別添 7-3
A7.3. 各 NDC-LULUCF 活動の GHG 排出・吸収量の算定方法、及び計上方法について 別添 7-3
A7.3.1. 新規植林・再植林活動 別添 7-3
A7.3.2. 森林減少活動 別添 7-5

A7.3.3. 森林経営活動 ____ 別添 7-7
A7.3.4. 農地管理活動 ____ 別添 7-11
A7.3.5. 牧草地管理活動 ____ 別添 7-13
A7.3.6. 都市緑化活動 ____ 別添 7-14
A7.4. その他事項 ____ 別添 7-15
A7.4.1. 再計算と改善点 ____ 別添 7-15

略語集

本報告書出版の背景

本報告書を含む我が国の温室効果ガスインベントリは、1999 年 11 月の設置以来環境省のもとで毎年開催されている「温室効果ガス排出量算定方法検討会」に大学・業界団体・地方自治体・関係省庁及び関連研究機関から参加頂いた 60 名余の各分野の専門家の英知を結集したものです。最新の科学的知見を提供頂いたその他の専門家の皆様、必要なデータを提供頂いた業界団体と関連省庁の皆様及び上記検討会事務局の皆様他からも、多大なご協力を賜りました。また、担当課室の環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室には、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）の運営に際して多大なご尽力を賜りました。関係各位には、深く感謝の意を表します。

本報告書の作成にあたっては、国内外の多くの方による評価を通じ、充実した内容となるよう心がけました。本報告書が、パリ協定などの下での我が国の国際的責任を果たす一助となり、また、我が国の温暖化対策への取り組みを示す指標として、広く活用されることを祈念いたします。

最後に、大佐古晃さん、アシスタントの樋口明子さん、青木政江さん、針替幸代さんには、GIO の円滑な運営にあたってのサポートを頂き、ここに感謝の意を表します。

令和 5 年（2023 年）4 月

国立研究開発法人　国立環境研究所
地球システム領域　地球環境研究センター
温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）
マネジャー　畠中エルザ

監修にあたって

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 4 条及び第 12 条に基づき、同条約締約国は自国の温室効果ガスの排出及び吸収の目録（インベントリ）を条約事務局に提出する責務を有する。この条項に従い、我が国の温室効果ガス及び前駆物質等の排出量及び吸収量を UNFCCC インベントリ報告ガイドライン（決定 24/CP.19 附属書 I）に則り、本報告書及び共通報告様式（CRF）を用いて、日本国のインベントリとして報告する。

本報告書では、我が国におけるインベントリの作成体制、各排出源及び吸収源による温室効果ガスの排出量及び吸収量の算定方法、温室効果ガス（二酸化炭素［CO_2］、メタン［CH_4］、一酸化二窒素［N_2O］、ハイドロフルオロカーボン類［HFCs］、パーフルオロカーボン類［PFCs］、六ふっ化硫黄［SF_6］、三ふっ化窒素［NF_3］及び間接 CO_2）、前駆物質（窒素酸化物［NO_x］、一酸化炭素［CO］及び非メタン揮発性有機化合物［NMVOC］）及び硫黄酸化物［SO_x］の排出及び吸収の状況を整理した。また、その他追加情報として国が決定する貢献（NDC）における LULUCF 分野の計上方法の詳細を掲載した。

本報告書の構成は、UNFCCC インベントリ報告ガイドラインに示されている目次に従っている。

概要編では、我が国における温室効果ガスの排出及び吸収の最新の状況を中心に本報告書の概要を整理した。第 1 章では、温室効果ガスインベントリの背景情報、国家インベントリに関する取り決め、インベントリ作成手順、インベントリの算定方法、キーカテゴリー分析、品質保証・品質管理計画及び不確実性評価結果等を取りまとめた。第 2 章では、我が国における温室効果ガスの排出及び吸収の最新の状況を整理した。第 3 章～第 7 章では、2006 年 IPCC ガイドラインに示された排出源及び吸収源ごとの算定方法を解説した。第 8 章では、当該ガイドラインに含まれていない排出源の報告状況を示した。第 9 章では、CO_2 及び N_2O の間接排出量について報告状況を示した。第 10 章では、昨年提出インベントリ以降の改善点及び再計算（算定に用いるデータの変更、新規カテゴリーの追加等）について説明を行った。さらに、別添として、我が国のインベントリに対する理解を助ける資料及びその他追加情報を添付した。

データの変更、更新等の最新の状況については、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）のホームページ（https://www.nies.go.jp/gio/index.html）を参照のこと。

令和 5 年（2023 年）4 月　環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室

日本国温室効果ガスインベントリ報告書（概要）

概要1. インベントリの概要

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 4 条及び第 12 条に基づき、1990 年度から 2021 年度[1]までの我が国の温室効果ガス及び前駆物質等の排出・吸収に関する目録（インベントリ）を UNFCCC 事務局に報告する。

インベントリの作成方法については、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）により作成された「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（以下「2006 年 IPCC ガイドライン」という。）が定められており、我が国の排出量と吸収量の算出方法はこれに準拠している。また、インベントリの透明性、一貫性、比較可能性、完全性及び正確性を向上するために、「2006 年 IPCC ガイドラインに対する 2013 年版追補 : 湿地」（以下、「湿地ガイドライン」）及び「京都議定書に関わる 2013 年改訂補足的方法論及びグッドプラクティスガイダンス」（以下、「2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンス」）、「2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良」（以下、「2019 年改良ガイドライン」）も適用している。

インベントリの報告方法については、UNFCCC 温室効果ガスインベントリ報告ガイドライン（24/CP.19 決定 附属書 I、以下「UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」という。）の適用が締約国会議によって決定されており、これに則して報告を行う。

[1] 排出量の大部分を占める CO_2 が年度ベース（当該年 4 月～翌年 3 月）であるため、「年度」と記した。

概要2. 総排出量及び吸収量の推移

2.1. 温室効果ガスインベントリ

2021 年度の温室効果ガスの総排出量[2]（LULUCF[3]を除く、間接 CO_2[4]含む。以下定義省略。）は 11 億 7,000 万トン（CO_2 換算）であり、1990 年度の総排出量から 8.2%の減少となった。

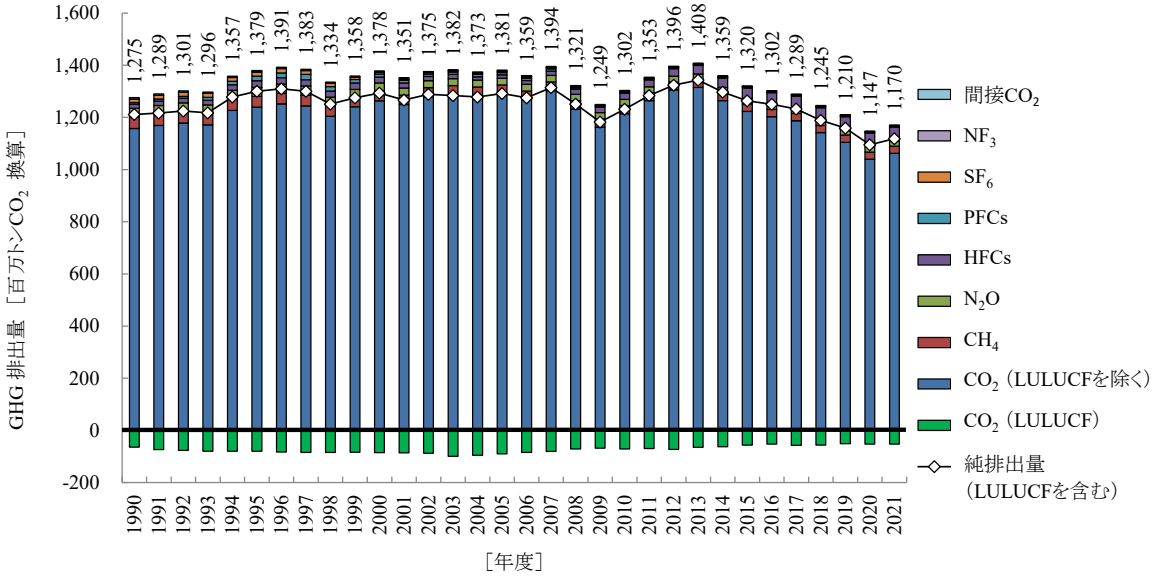


図 1　我が国の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

[2] CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 の排出量にそれぞれの地球温暖化係数（GWP）を乗じ、それらを合算したもの。ここで「GWP」とは、温室効果ガスのもたらす温室効果の程度を、CO_2 の当該程度に対する比で示した係数のことであり、その数値は気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次評価報告書（2007）の 100 年値を使用。

[3] 土地利用、土地利用変化及び林業（Land Use, Land-Use Change and Forestry）分野の略称。

[4] 一酸化炭素（CO）、メタン（CH_4）及び非メタン揮発性有機化合物（NMVOC）は、長期的には大気中で酸化されて CO_2 に変換される。間接 CO_2 はこれらの排出量を CO_2 換算した値を指す。ただし、燃焼起源及びバイオマス起源の CO、CH_4 及び NMVOC に由来する排出量は、二重計上防止の観点から計上対象外とする。

表 1　我が国の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

［百万トンCO_2 換算］	GWP	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO_2（LULUCFを除く）※1	1	1,157.2	1,168.9	1,178.7	1,171.7	1,226.7	1,239.0	1,251.5	1,244.3	1,204.4	1,241.0	1,263.8	1,249.2	1,278.8	1,287.3	1,282.7	1,290.1	1,267.1	1,302.8	1,232.0	1,163.1
CO_2（LULUCFを含む）※1	1	1,092.9	1,095.8	1,101.9	1,091.6	1,146.9	1,159.6	1,168.3	1,160.0	1,119.8	1,157.2	1,178.8	1,163.6	1,191.4	1,188.4	1,187.3	1,200.5	1,182.4	1,222.2	1,161.2	1,095.4
CO_2（LULUCFのみ）	1	-64.3	-73.1	-76.8	-80.0	-79.8	-79.5	-83.2	-84.2	-84.6	-83.9	-84.9	-85.6	-87.3	-98.8	-95.4	-89.6	-84.7	-80.6	-70.8	-67.7
CH_4（LULUCFを除く）	25	44.5	43.9	43.8	42.9	42.9	41.8	40.5	40.0	38.3	37.9	37.3	36.1	35.3	34.4	34.1	34.1	33.5	32.9	32.1	31.5
CH_4（LULUCFを含む）	25	44.6	44.0	43.9	43.0	43.1	41.9	40.6	40.1	38.4	38.0	37.4	36.2	35.4	34.5	34.2	34.1	33.6	32.9	32.2	31.6
N_2O（LULUCFを除く）	298	32.2	31.9	32.1	32.0	33.2	33.5	34.6	35.4	33.8	27.7	30.2	26.6	26.0	25.8	25.7	25.3	25.2	24.7	23.8	23.2
N_2O（LULUCFを含む）	298	33.2	32.8	33.0	32.8	34.0	34.3	35.4	36.2	34.6	28.4	31.0	27.3	26.7	26.6	26.4	26.0	25.9	25.3	24.4	23.8
HFCs	HFC-134a：1,430など	15.9	17.4	17.8	18.1	21.1	25.2	24.6	24.4	23.7	24.4	22.9	19.5	16.2	16.2	12.4	12.8	14.6	16.7	19.3	20.9
PFCs	PFC-14：7,390など	6.6	7.5	7.6	11.0	13.5	17.7	18.3	20.1	16.6	13.2	11.9	9.9	9.2	8.9	9.2	8.6	9.0	7.9	5.8	4.1
SF_6	22,800	12.9	14.2	15.6	15.7	15.0	16.4	17.0	14.5	13.2	9.2	7.0	6.1	5.7	5.4	5.3	5.0	5.2	4.7	4.2	2.4
NF_3	17,200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4
間接CO_2	1	5.5	5.3	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	4.5	4.2	4.2	4.2	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.2	3.0	2.7	2.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）		1,269.3	1,283.8	1,295.6	1,291.4	1,352.4	1,373.8	1,386.7	1,378.8	1,330.3	1,353.7	1,373.3	1,347.6	1,371.6	1,378.5	1,369.8	1,377.5	1,356.1	1,391.3	1,318.5	1,246.5
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）		1,206.1	1,211.7	1,219.8	1,212.4	1,273.6	1,295.3	1,304.5	1,295.5	1,246.6	1,270.7	1,289.2	1,262.8	1,285.1	1,280.4	1,275.2	1,288.6	1,272.1	1,311.4	1,248.4	1,179.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）		1,274.8	1,289.1	1,300.6	1,296.2	1,357.2	1,378.5	1,391.5	1,383.4	1,334.5	1,357.8	1,377.5	1,351.4	1,375.2	1,381.9	1,373.2	1,380.7	1,359.2	1,394.3	1,321.2	1,249.1
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）		1,211.5	1,217.0	1,224.9	1,217.1	1,278.4	1,299.9	1,309.2	1,300.1	1,250.7	1,274.8	1,293.5	1,266.6	1,288.7	1,283.8	1,278.5	1,291.9	1,275.3	1,314.4	1,251.1	1,182.0

［百万トンCO_2 換算］	GWP	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	排出・吸収量（2021年）の変化 1990年度比	排出・吸収量（2021年）の変化 前年度比
CO_2（LULUCFを除く）※1	1	1,214.7	1,264.6	1,305.9	1,315.2	1,264.1	1,223.2	1,202.5	1,186.8	1,141.7	1,104.5	1,039.8	1,062.1	-8.2%	2.1%
CO_2（LULUCFを含む）※1	1	1,143.2	1,194.9	1,233.4	1,250.0	1,201.8	1,166.5	1,149.7	1,130.0	1,085.4	1,053.4	987.7	1,010.0	-7.6%	2.3%
CO_2（LULUCFのみ）	1	-71.5	-69.7	-72.5	-65.2	-62.3	-56.6	-52.8	-56.8	-56.3	-51.2	-52.1	-52.2	-18.9%	0.2%
CH_4（LULUCFを除く）	25	31.1	29.9	29.2	29.1	28.6	28.3	28.2	28.0	27.7	27.5	27.4	27.4	-38.6%	-0.1%
CH_4（LULUCFを含む）	25	31.2	29.9	29.3	29.2	28.7	28.3	28.3	28.1	27.7	27.6	27.4	27.4	-38.5%	0.0%
N_2O（LULUCFを除く）	298	22.7	22.3	22.0	21.9	21.5	21.2	20.6	20.9	20.4	20.0	19.7	19.5	-39.6%	-1.1%
N_2O（LULUCFを含む）	298	23.3	22.9	22.5	22.4	21.9	21.6	21.1	21.3	20.8	20.4	20.1	19.9	-40.1%	-1.1%
HFCs	HFC-134a：1,430など	23.3	26.1	29.4	32.1	35.8	39.3	42.6	45.0	47.1	50.0	52.2	53.6	236.0%	2.6%
PFCs	PFC-14：7,390など	4.3	3.8	3.5	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5	3.2	-51.9%	-9.9%
SF_6	22,800	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	-84.1%	0.9%
NF_3	17,200	1.5	1.8	1.5	1.6	1.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	1065.6%	12.8%
間接CO_2	1	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	-65.9%	0.3%
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）		1,300.0	1,350.7	1,393.6	1,405.4	1,356.5	1,317.8	1,300.1	1,286.7	1,242.7	1,207.7	1,144.9	1,168.1	-8.0%	2.0%
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）		1,229.2	1,281.6	1,321.7	1,340.7	1,294.8	1,261.7	1,247.9	1,230.5	1,186.9	1,157.0	1,093.3	1,116.4	-7.4%	2.1%
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）		1,302.5	1,353.1	1,395.9	1,407.6	1,358.7	1,320.0	1,302.3	1,288.8	1,244.8	1,209.7	1,146.8	1,170.0	-8.2%	2.0%
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）		1,231.6	1,284.0	1,324.0	1,343.0	1,297.0	1,263.9	1,250.0	1,232.6	1,189.0	1,159.0	1,095.2	1,118.3	-7.7%	2.1%

※1 間接CO_2を含まない
※2 LULUCF：土地利用、土地利用変化及び林業

概要3. 各分野の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

3.1. 温室効果ガスインベントリ

2021 年度の温室効果ガス排出量及び吸収量の分野[5]ごとの内訳をみると、温室効果ガス総排出量に占める割合は、エネルギー分野（間接 CO_2 含まない）が 86.8%、工業プロセス及び製品の使用分野（間接 CO_2 含まない）が 8.8%、農業分野が 2.8%、廃棄物分野が 1.5%、間接 CO_2 排出が 0.2%となった。

2021 年度における LULUCF 分野の吸収量の温室効果ガス総排出量に対する割合は 4.5%となった。

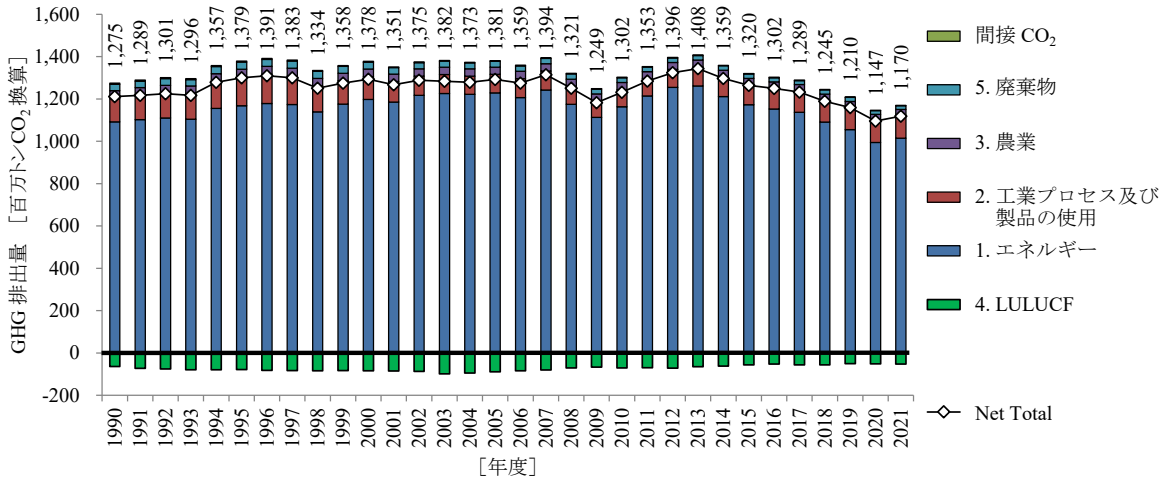


図 2　各分野の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

[5] 2006 年 IPCC ガイドライン及び共通報告様式（CRF）に示される Sector を指す。

表 3　各分野の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

［百万トンCO_2換算］	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. エネルギー※1	1,091.9	1,102.3	1,110.4	1,104.4	1,155.4	1,167.4	1,178.9	1,173.5	1,139.3	1,175.9	1,197.8	1,185.6	1,217.2	1,226.1	1,221.9	1,228.8	1,206.1	1,242.3	1,174.4	1,113.0
2. 工業プロセス及び製品の使用※1	109.9	114.5	116.4	118.6	126.1	136.3	138.4	135.5	122.8	110.2	108.3	97.3	90.6	89.4	86.0	87.1	89.9	89.0	84.6	77.4
3. 農業	37.5	37.1	37.9	37.9	38.0	37.1	36.3	36.4	35.2	35.3	35.2	34.5	34.7	34.3	34.1	34.5	34.4	34.7	33.6	33.4
4. LULUCF※2	-63.3	-72.1	-75.8	-79.0	-78.8	-78.6	-82.3	-83.3	-83.7	-83.0	-84.1	-84.7	-86.5	-98.0	-94.6	-88.8	-84.0	-79.9	-70.1	-67.0
5. 廃棄物	30.0	29.9	31.0	30.5	32.9	33.0	33.1	33.5	33.0	32.3	32.0	30.2	29.1	28.7	27.8	27.0	25.7	25.3	25.9	22.8
間接CO_2	5.5	5.3	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	4.5	4.2	4.2	4.2	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.2	3.0	2.7	2.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）	1,269.3	1,283.8	1,295.6	1,291.4	1,352.4	1,373.8	1,386.7	1,378.8	1,330.3	1,353.7	1,373.3	1,347.6	1,371.6	1,378.5	1,369.8	1,377.5	1,356.1	1,391.3	1,318.5	1,246.5
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）	1,206.1	1,211.7	1,219.8	1,212.4	1,273.6	1,295.3	1,304.5	1,295.5	1,246.6	1,270.7	1,289.2	1,262.8	1,285.1	1,280.4	1,275.2	1,288.6	1,272.1	1,311.4	1,248.4	1,179.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）	1,274.8	1,289.1	1,300.6	1,296.2	1,357.2	1,378.5	1,391.5	1,383.4	1,334.5	1,357.8	1,377.5	1,351.4	1,375.2	1,381.9	1,373.2	1,380.7	1,359.2	1,394.3	1,321.2	1,249.1
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）	1,211.5	1,217.0	1,224.9	1,217.1	1,278.4	1,299.9	1,309.2	1,300.1	1,250.7	1,274.8	1,293.5	1,266.6	1,288.7	1,283.8	1,278.5	1,291.9	1,275.3	1,314.4	1,251.1	1,182.0

［百万トンCO_2換算］	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. エネルギー※1	1,163.1	1,213.8	1,254.1	1,261.7	1,211.5	1,172.3	1,152.5	1,136.6	1,091.1	1,055.5	994.1	1,015.0
2. 工業プロセス及び製品の使用※1	80.6	82.5	85.1	89.4	92.0	93.0	96.1	98.9	99.9	101.1	100.7	103.3
3. 農業	33.7	32.9	32.6	32.8	32.4	32.1	32.1	32.3	32.0	32.0	32.1	32.2
4. LULUCF※2	-70.9	-69.1	-71.9	-64.7	-61.7	-56.1	-52.3	-56.2	-55.8	-50.7	-51.6	-51.7
5. 廃棄物	22.6	21.6	21.8	21.5	20.7	20.5	19.5	19.0	19.7	19.2	18.0	17.7
間接CO_2	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）	1,300.0	1,350.7	1,393.6	1,405.4	1,356.5	1,317.8	1,300.1	1,286.7	1,242.7	1,207.7	1,144.9	1,168.1
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）	1,229.2	1,281.6	1,321.7	1,340.7	1,294.8	1,261.7	1,247.9	1,230.5	1,186.9	1,157.0	1,093.3	1,116.4
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）	1,302.5	1,353.1	1,395.9	1,407.6	1,358.7	1,320.0	1,302.3	1,288.8	1,244.8	1,209.7	1,146.8	1,170.0
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）	1,231.6	1,284.0	1,324.0	1,343.0	1,297.0	1,263.9	1,250.0	1,232.6	1,189.0	1,159.0	1,095.2	1,118.3

※1 間接CO_2を含まない

※2 LULUCF: 土地利用、土地利用変化及び林業

第 1 章　序論

1.1. 温室効果ガスインベントリの背景情報

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 4 条及び第 12 条に基づき、日本国はここに 1990 年度から 2021 年度[1]までの日本の温室効果ガス及び前駆物質等（窒素酸化物（NO_x）、一酸化炭素（CO）、非メタン揮発性有機化合物（NMVOC）、硫黄酸化物（SO_x））の排出・吸収に関する目録（インベントリ）を UNFCCC 事務局に報告する。

インベントリの作成方法については、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）により作成された「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（以下「2006 年 IPCC ガイドライン」という。）が定められており、我が国の排出量と吸収量の算出方法はこれに準拠している。また、インベントリの透明性、一貫性、比較可能性、完全性及び正確性を向上するために、「2006 年 IPCC ガイドラインに対する 2013 年版追補：湿地」（以下「湿地ガイドライン」という。）、「京都議定書に関わる 2013 年改訂補足的方法論及びグッドプラクティスガイダンス」（以下「2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンス」という。）及び「2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良」（以下「2019 年改良ガイドライン」という。）も適用している。

インベントリの報告方法については、UNFCCC 温室効果ガスインベントリ報告ガイドライン（24/CP.19 決定 附属書 I。以下「UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」という。）の適用が締約国会議によって決定されており、これに則して報告を行う。

1.2. 国家インベントリに関する取決め

1.2.1. 制度的・法的・手続き的取決め

1.2.1.1. インベントリ作成のための制度的・法的取決め

我が国では、UNFCCC 等の国内措置を定めた「地球温暖化対策の推進に関する法律[2]」（平成 10 年法律第 117 号）第 7 条において、政府は、毎年、我が国における温室効果ガスの排出及び吸収量を算定し、公表することとされているため、環境省が関係省庁及び関係団体の協力を得ながら、UNFCCC に基づき毎年インベントリを作成し、その他追加情報と合わせて取りまとめている。

環境省は、インベントリに係る全般的な責任を負っており、最新の科学的知見をインベントリに反映し、国際的な規定へ対応するために、後述の温室効果ガス排出量算定方法検討会の開催を含むインベントリ改善に関する検討を行い、検討結果に基づいて温室効果ガス排出・吸収量の算定などを実施する。なお、インベントリにおける排出・吸収量の算定、共通報告様式（Common Reporting Format。以下「CRF」という。）及び国家インベントリ報告書（National Inventory Report。以下「NIR」という。）の作成といった実質的な作業は、国立環境研究所地球システム領域地球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス（Greenhouse Gas Inventory Office of Japan。以下「GIO」という。）が実施している。関係省庁及び関係団体は、各種統計の作成等を通じ、活動量、排出係数、排出・吸収量等のデータ、その他追加情報等を GIO に提供する。関係省庁は、環境省及び GIO により作成されたインベントリについて、

[1] 排出量の大部分を占める CO_2 が年度ベース（当該年 4 月～翌年 3 月）であるため、「年度」と記した。
[2] 1998 年 10 月制定。最終改正の施行日 2023 年 4 月 1 日。

実際に算定を行っている算定ファイル等（Japan National Greenhouse gas Inventory ファイル。以下「JNGI ファイル」という。）も含め、品質管理（QC）活動の一環として、情報の確認を実施している。

全ての確認がなされたインベントリは公式に日本の温室効果ガス排出・吸収量の数値として決定され、公表されるとともに、UNFCCC 事務局へ提出される。

上記をまとめたインベントリの作成体制を図 1-1 に示す。

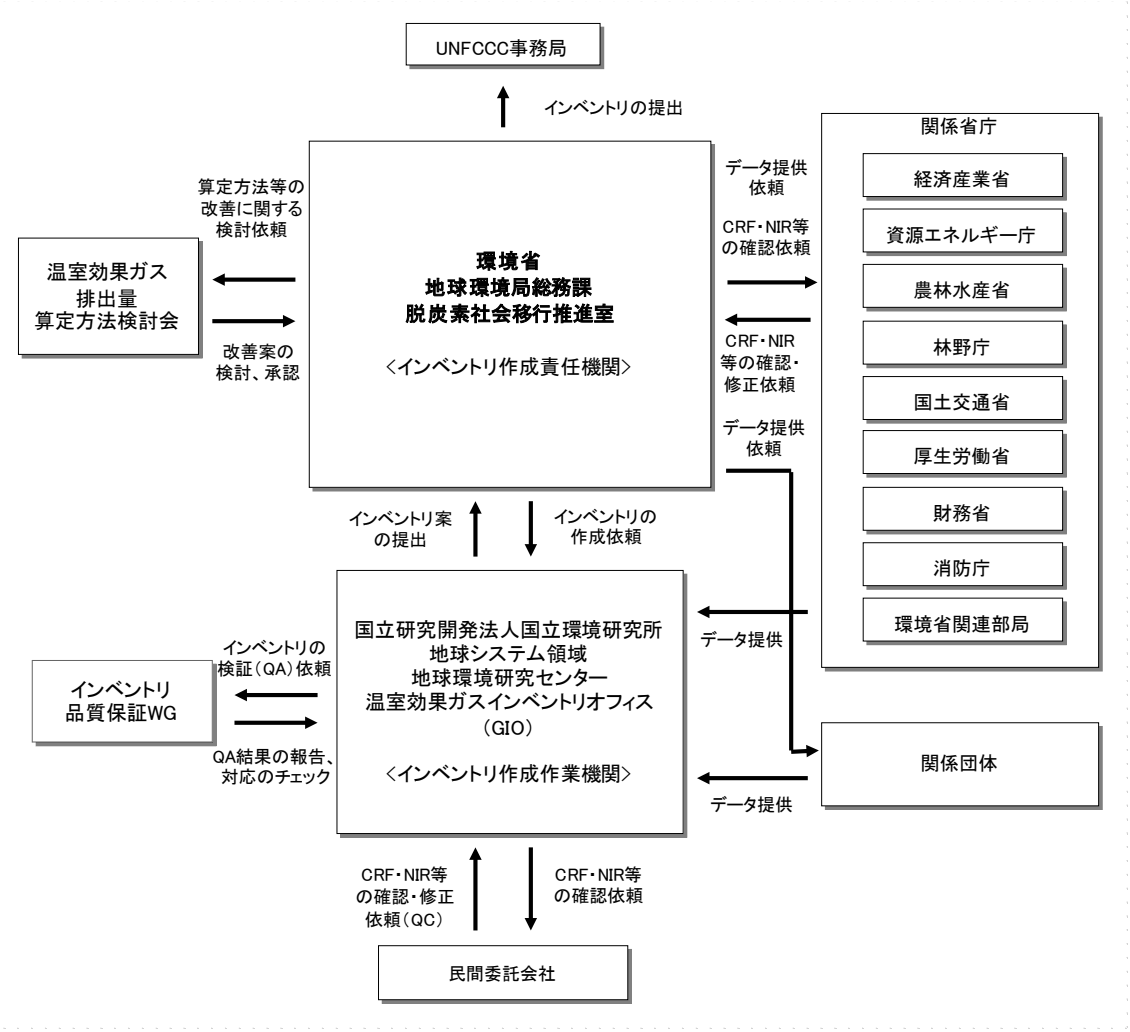


図 1-1 日本国のインベントリ作成体制

1.2.1.2. インベントリ作成に関る各主体の役割・責任

インベントリ作成プロセスに関与する機関及びその機関の役割は、以下のとおりである。

1） 環境省（地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室）

- UNFCCC インベントリ報告ガイドラインに基づいて指定された、我が国のインベントリ作成に責任を持つ単一の国家機関。
- インベントリの編集と提出に関する責任を有する。
- インベントリのための品質保証・品質管理（QA/QC）活動のコーディネートを行う。
- QA/QC 計画案を確認し、承認する。
- インベントリ改善計画案を確認し、承認する。

2） 国立環境研究所地球システム領域地球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）

- インベントリ作成の実質的な作業を実施する。インベントリの算定、編集、インベントリの作成に必要な一部活動量の作成及び全てのデータの保存・管理に係る責任を有する。
- QA/QC 計画の改訂案を作成する。
- インベントリ改善計画案を作成する。

3） 関係省庁

関係省庁は、インベントリの作成に関して、以下の役割及び責任を担う。

- インベントリの作成に必要な活動量・排出係数等のデータ作成及び提供。
- インベントリ作成のために提供するデータの確認。
- GIO が作成したインベントリ（CRF、NIR、JNGI ファイル及びその他の情報）の確認（カテゴリー別 QC）の実施。
- （必要に応じ）関係省庁の管轄統計又は個別作成データに対する専門家審査チーム（Expert Review Team。以下「ERT」という。）からの質問への対応及び審査報告書案へのコメント作成。
- （必要に応じ）ERT による訪問審査への対応。

4） 関係団体

関係団体は、インベントリの作成に関して以下の役割及び責任を担う。

- インベントリの作成に必要な活動量・排出係数等のデータ作成及び提供。
- インベントリ作成のために提供するデータの確認。
- （必要に応じ）関係団体の管轄統計又は個別作成データに対する ERT からの質問への対応及び審査報告書案へのコメント作成。

5） 温室効果ガス排出量算定方法検討会

温室効果ガス排出量算定方法検討会は、環境省が設置・運営する委員会であり、インベントリにおける排出・吸収量の算定方法や、活動量、排出係数等各種パラメータの選択について検討する役割を担う。

温室効果ガス排出量算定方法検討会の下には、分野横断的課題を検討するインベントリワーキンググループ（以下「インベントリ WG」という。）、分野別の課題を検討する各分科会（エネルギー・工業プロセス分科会、運輸分科会、HFC 等 4 ガス分科会、農業分科会、廃棄物分科会、森林等の吸収源分科会、NMVOC 分科会）及び CCU（CO_2 の回収・有効利用）小分科会を設置している。

インベントリ WG、各分科会及び小分科会は、各分野の専門家より構成され、インベントリの改善に関する案を検討する。

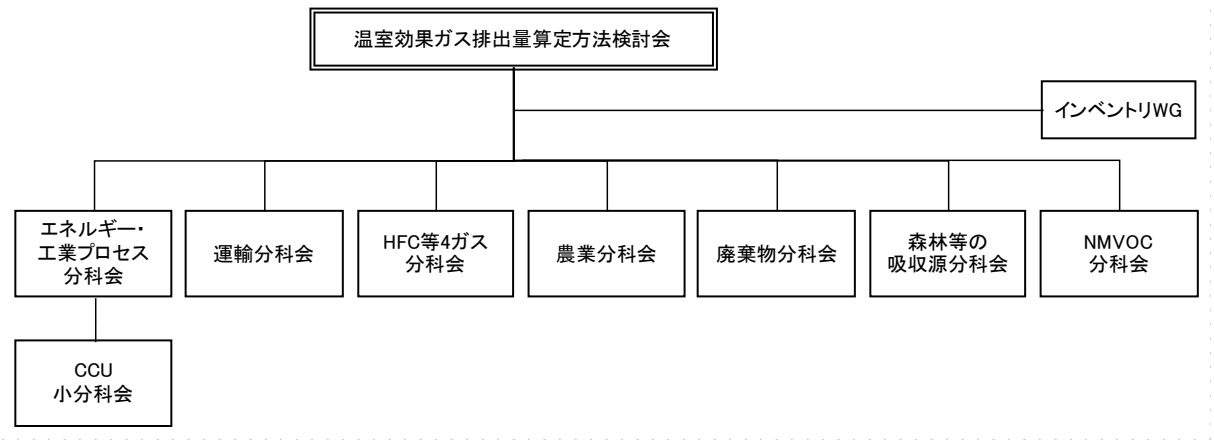


図 1-2 温室効果ガス排出量算定方法検討会の体制

6） 民間委託会社

環境省からインベントリ作成に関する業務の委託を受けた民間委託会社は、業務契約に基づき、インベントリの作成に際して以下の役割を担う。

- 環境省及びGIOが作成したインベントリ（CRF、NIR、JNGIファイル）の品質管理（QC）。
- （必要に応じ）ERT からの質問への対応及び審査報告書案へのコメント作成に関する支援。
- （必要に応じ）ERTによる訪問審査への対応に関する支援。

7） インベントリ品質保証ワーキンググループ（QAWG）

インベントリ品質保証ワーキンググループ（以下「QAWG」という。）は、インベントリ作成に直接関与していない専門家によって構成されるQA活動のための組織であり、インベントリにおける排出・吸収源ごとの詳細な審査を実施することにより、インベントリの品質を保証するとともに改善点を抽出する役割を担う。

1.2.1.3. UNFCCCインベントリ審査への対応

我が国が毎年提出するインベントリは、UNFCCCインベントリ審査ガイドライン（13/CP.20決定附属書）に基づき、ERT による審査を受けることとされている。具体的には、我が国が所定のガイドライン[3]に従って排出・吸収量の算定・報告を正確かつ完全に行っているか、算定方法について透明性のある説明がなされているか、QA/QC活動や不確実性評価が適切に実施されているか等の観点から、厳しくチェックを受ける。

インベントリ審査については、我が国のインベントリに関して透明性の確保が重要であるという観点から、以下のとおり対応する。

[3] UNFCCCインベントリ報告ガイドライン及び2006年IPCCガイドライン。

【基本体制】

我が国では、インベントリの編集及び提出について責任を有している環境省（地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室）を審査対応における全体統括（責任）機関と位置付け、資料作成・UNFCCC 事務局との連絡等の実作業は GIO において実施する。また、インベントリ作成に関与している関係省庁・関係団体及び民間委託会社[4]は、関連情報の提供、資料作成支援、QC の実施等を通じて審査対応に協力する（図 1-3）。

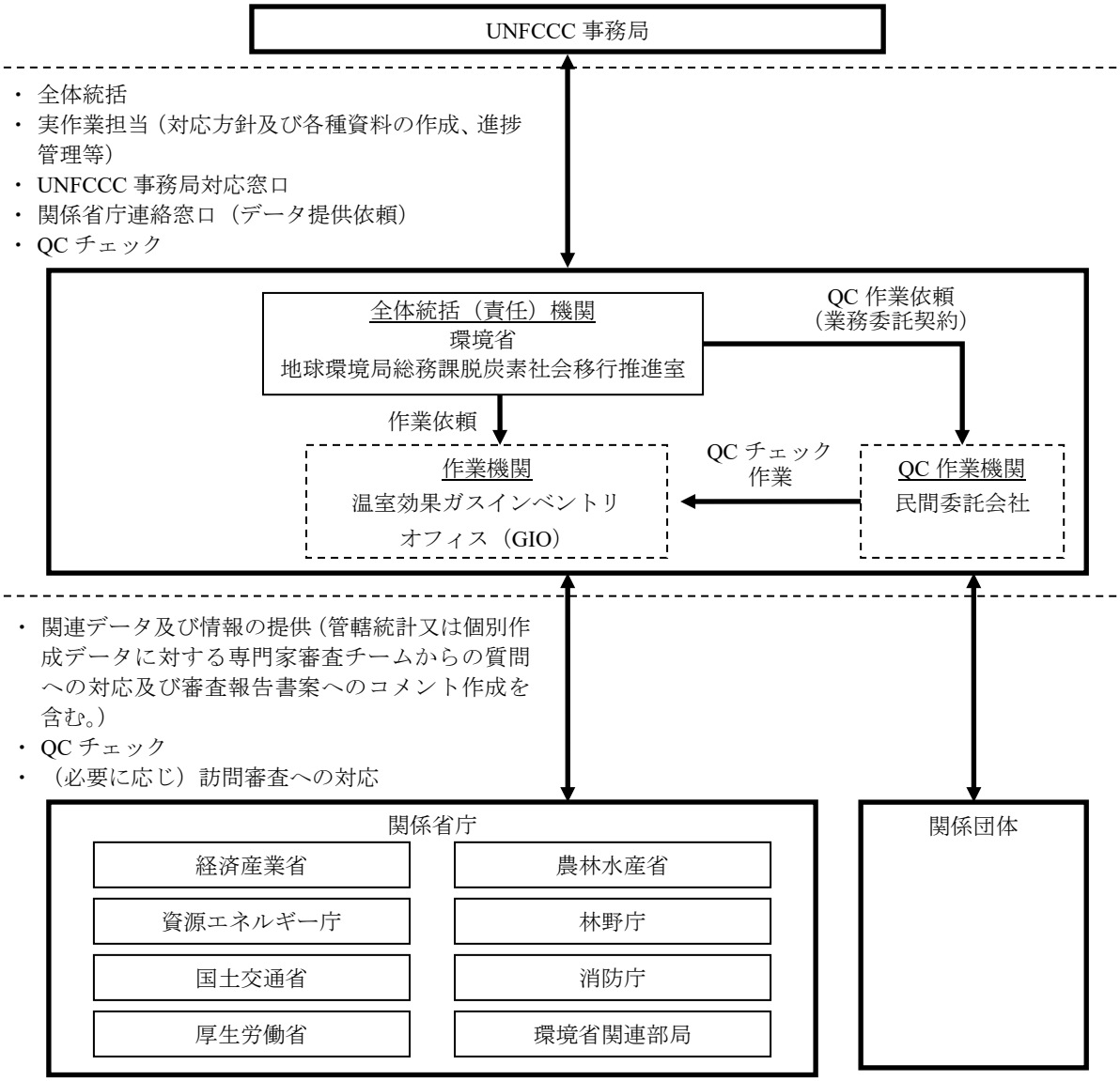


図 1-3　審査対応における我が国の基本体制

[4] 民間委託会社は、環境省との業務委託契約に基づき審査対応に協力する。

1.2.2. インベントリの計画・作成・管理の概要

環境省（地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室）は我が国のインベントリ作成に責任を持つ単一の国家機関であり、GIO はインベントリ作成の実質的な作業を実施する。関係省庁・関係団体は、インベントリの作成に関して主に必要な活動量・排出係数等のデータ作成及び提供の役割を担う。民間委託会社は、環境省からの業務委託契約に基づき、主に環境省及び GIO が作成したインベントリの QC の役割を担う。

環境省により開催されている温室効果ガス排出量算定方法検討会は、算定方法や活動量、排出係数に関する検討を行う役割を担う。検討会の下には、分野横断的課題を検討するインベントリ WG、分野別の課題を検討する各分科会（エネルギー・工業プロセス分科会、運輸分科会、HFC 等 4 ガス分科会、農業分科会、廃棄物分科会、森林等の吸収源分科会、NMVOC 分科会）及び CCU 小分科会が設置されている。

排出・吸収量は、UNFCCC インベントリ報告ガイドラインに従って作成されている（詳細はセクター各章参照）。キーカテゴリー分析は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い行われており、アプローチ 1 及び 2 が適用されている（分析結果は 1.5 節参照）。キーカテゴリー分析は、インベントリ改善の優先順位を決める際に使用されている。なお、定性的アプローチを使用した付加的なキーカテゴリー分析は実施されていない。不確実性の評価は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い行われており、アプローチ 1 が適用されている（評価結果は 1.6 節参照）。

また、インベントリの作成においては QC 手続きが適用されており、QA/QC 計画の一部として文書化されている（詳細は 1.2.3 節参照）。また、インベントリの QA として、インベントリ作成に直接関与していない専門家による排出・吸収源ごとの詳細な審査（専門家ピアレビュー）を定期的に実施している。

我が国は、細分化された排出係数・活動量及び当該排出係数・活動量のインベントリ作成における合成等に関する文書を含む集中記録・保管システムを有している。記録・保管されている情報には、QA/QC 手続き、UNFCCC 審査及び QA の専門家ピアレビュー、キーカテゴリーの特定、インベントリ改善計画の文書も含まれている。保管システムは GIO により管理されており、電子媒体と紙媒体による文書から構成される。

1.2.3. QA／QC・検証の計画

1.2.3.1. QA/QC プロセス

我が国ではインベントリを作成する際に、2006 年 IPCC ガイドラインに従って、各プロセスにおいて QC 活動（算定の正確性チェック、文書の保管など）を実施し、インベントリの品質を管理している。我が国では、インベントリ作成に関係する機関である環境省（GIO 及び民間委託会社を含む。）及び関係省庁に所属する担当者が行うインベントリ作成に関わる品質管理活動を QC と位置付けている。また、インベントリ作成体制外の立場の専門家による外部審査を QA と位置付け、現状の算定方法に対し、科学的知見やデータ入手可能性の観点からデータ品質の評価を行っている。我が国の QA/QC 活動の概要は表 1-1 のとおりである。

表 1-1 我が国の QA/QC 活動の概要

	実施主体	主な活動内容
QC （品質管理）	環境省地球環境局 総務課脱炭素社会移行推進室	・インベントリのための QA/QC 活動のコーディネート ・QA/QC 計画案の確認及び承認 ・インベントリ改善計画案の確認及び承認
	国立環境研究所 地球システム領域 地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）	・一般的な QC 手続きの実施 ・QA/QC 活動の記録・関連文書の保管 ・インベントリ改善計画案の作成 ・QA/QC 計画の改訂案の作成
	関係省庁	・インベントリ作成のために提供するデータの確認 ・GIO が作成した JNGI ファイル及びインベントリの確認（カテゴリー別 QC）の実施
	温室効果ガス排出量算定方法検討会	・算定方法、排出係数、活動量等の設定に関する検討、評価（カテゴリー別 QC）の実施
	民間委託会社	・GIO が作成した JNGI ファイル及びインベントリの確認（カテゴリー別 QC）の実施
QA （品質保証）	インベントリ品質保証 WG （QAWG）	・外部専門家によるインベントリのピアレビューの実施

1.2.3.1.a. QC 活動

a） 一般的な QC 手続き

2006 年 IPCC ガイドライン Vol.1 第 6 章 表 6.1 に基づき、一般的な QC 手続きは、全ての排出・吸収源カテゴリーに適用可能な、計算、データ処理、完全性及び文書化に関する一般的な確認事項を含むものである。一般的な QC 手続きは、インベントリ作成の各実務担当者によって実施される。

以下に、各カテゴリーの排出・吸収量算定ファイル、CRF 移行ファイル及び NIR を作成する作業を行う GIO のセクトラルエキスパート（Sectoral Expert。以下「SE」という。）、各 SE の情報を統合し、インベントリを取りまとめる作業を行う GIO のナショナルインベントリコンパイラー（National Inventory Compiler。以下「NIC」という。）、排出・吸収量の算定に用いる活動量等のデータ提供者が行う QC 活動を示す。

1） セクトラルエキスパート（SE）

SE が行う主な QC 活動は次のとおりである。

- データ入力及び参照の際の転記エラーの確認
- 排出量が正確に算定されているかの確認
- パラメータ及び排出量の単位が正確に記録され、適切な換算係数が用いられているかの確認
- データベース及び／又はファイルの整合性の確認
- カテゴリー間のデータにおける一貫性の確認
- 処理ステップ間におけるインベントリデータの挙動が正確かどうかの確認
- 完全性の確認
- 時系列の一貫性の確認
- トレンドの確認
- 過去の算定値との比較
- 排出量及び吸収量における不確実性が正確に推計・算定されているかの確認
- 内部文書化のレビューの実施
- 活動量及び排出係数の選択のための仮定・基準が文書化されているかどうかの確認

2） ナショナルインベントリコンパイラー（NIC）

NIC が行う主な QC 活動は次のとおりである。

- SE が CRF レポーターにデータを不備なくインポートしたかどうかの確認
- ドキュメンテーションボックスに必要な情報が適切に入力されているかどうかの確認
- 「NE」、「IE」の理由が正しく入力されているかどうかの確認
- キーカテゴリー分析の結果が正しく出力されているかどうかの確認
- 再計算の理由が全ての項目で記述されているかどうかの確認
- 排出量・吸収量が正しく合計されているかどうかの確認
- 省庁協議のデータの修正が正しく反映されているかどうかの確認

b） 排出源・吸収源カテゴリー別の QC 手続き

我が国においては、以下のカテゴリー別 QC を実施している。

1） 民間委託会社による QC（外部 QC）

GIO と同様の算定ファイルを用いて排出・吸収源カテゴリー別の算定ファイルに入力されたデータや算定式の確認を行うとともに、温室効果ガス排出・吸収量の算定を行い、算定結果の相互検証を実施することにより、GIO が作成した JNGI ファイル、CRF 案、NIR 案に係る QC を行う。

2） 省庁調整による QC（外部 QC）

JNGI ファイル、CRF、NIR 及び排出・吸収量算定値を示した国内向け公表資料の案について、ファイル一式が関係省庁に送付され、各省庁に関連するカテゴリーの内容に係る QC を行う。

3） 温室効果ガス排出量算定方法検討会

各排出・吸収源における算定方法や、活動量、排出係数等各種パラメータの選択に係る検討を実施することにより、排出・吸収源カテゴリー別の QC 活動を担う。

c） インベントリ情報の文書化、保管に関する QC 活動

GIO は、インベントリ情報の文書化、保管に関する QC 活動を、UNFCCC 事務局へのインベントリ提出後速やかに実施する。

1.2.3.1.b. QA 活動

QA は、インベントリ作成に直接関与していない第三者によるインベントリの品質評価を指す。

我が国においては、インベントリの品質を保証するため、QA 活動として QAWG による専門家ピアレビューを実施する。

a） インベントリ品質保証ワーキンググループ（QAWG）

1） 概要

QAWG は、インベントリ作成に直接関与していない専門家による排出・吸収源ごとの詳細な審査（専門家ピアレビュー）により、インベントリの品質を保証するとともに、改善点を抽出する。

QAWG 事務局は、GIO 内に設置され、QAWG が審査対象とする排出・吸収源分野・カテゴリーは、環境省及び QAWG 事務局により決定され、QAWG の委員については、以下の要件に基づいて選定される。

＜QAWG 委員の要件＞

a.	品質保証の対象となる分野（カテゴリー）の排出・吸収量算定プロセスに関与していないこと（具体的には、当該分野に関わる算定方法検討会、データ作成、データ提供等に関与していないこと）
b.	インベントリに関する利害関係が存在せず、特定の関心や組織に影響されることなく客観的な判断が行えること
c.	インベントリの品質を保証するために必要なスキル、知識、経験を有していること

2） **審査内容**

QAWG は主として以下の事項に関する審査を実施し、当該活動の成果を次回提出のインベントリ作成に活用している。

- 算定方法、活動量、排出係数等に関する妥当性の確認
- CRF 及び NIR における報告内容の妥当性の確認

3） **近年の活動**

2021 年度に、土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）分野を対象に 2 名の委員によって審査が実施された。QAWG により、LULUCF 分野のインベントリがおおむね妥当であることが確認された。今回の QAWG において指摘されたインベントリの要改善事項は、温室効果ガス排出量算定方法検討会関係分科会における検討課題とされ、一部の課題については今回のインベントリ提出において改善が図られている。また、QAWG は NIR の透明性、正確性を向上させる記述不足等についても指摘しており、NIR の品質改善につながっている。

なお、QAWG 審査対象とする排出・吸収源分野・カテゴリーは、環境省及び QAWG 事務局の協議により決定し、数年でインベントリ全体をカバーできるように実施している。

1.2.3.2. QA/QC 計画

QA/QC 計画は、インベントリの作成開始から最終報告までの全てのプロセスにおける QA/QC 活動の内容や作成スケジュール、各関与主体の役割分担等を文書化した内部文書であり、インベントリ作成における QA/QC 活動を組織化・体系化し、作成に関与する各主体が実施すべき事項を明確化するとともに、QA/QC 活動の実施を担保することを目的として作成されたものである。

なお、本 QA/QC 計画は、UNFCCC におけるインベントリの作成、報告及び審査に関する作業プロセスを対象としている。

1.2.3.3. 検証活動

温室効果ガス排出量算定方法検討会の各分科会において、実測調査に基づく排出係数の検討や、モデル等から算出された排出係数を我が国のインベントリに適用することの妥当性の確認等を行っている。また、事業者が自らの活動により排出される温室効果ガス排出量を算定・把握することで自らの排出抑制につなげることを目的とした「温室効果ガス排出量算定・

報告・公表制度[5]」において報告された事業所単位の排出量データとインベントリにおける排出量との相互検証を行い、インベントリにおいて排出量の大きな把握漏れがないかを確認している。

1.2.3.4. 秘匿情報の取扱い

関係省庁や関係団体から提供された活動量や排出係数、その他パラメータ及び排出量等の一部が秘匿情報に該当する。これらはリスト化され、保存されている。データの入手・保存・QC の際には、ファイルにパスワードをかけて保護し、秘匿情報を含むファイルは他と差別化した形で管理し、アクセスを制限している。関係省庁による確認を依頼する際には、秘匿データについては、これを提出した省庁のみに送付し確認を受ける。国連報告の際には、必要最小限の形で他のサブカテゴリと合算し、注釈記号「C」（Confidential）を用いて報告する。

1.2.4. 国家インベントリに関する取決めの変更に関する情報

UNFCCC インベントリ報告ガイドラインパラグラフ 50（J）の規定に基づき、我が国の国家インベントリに関する取決めについて、前回のインベントリ提出からの変更点を報告する。

- 前回のインベントリ提出から変更はない。

1.3. インベントリ作成プロセス・データ収集・処理・保管

1.3.1. インベントリ作成の年次サイクル

インベントリ作成の年次サイクルを表 1-3 に示す。インベントリの策定サイクルは我が国の会計年度（財政年度）（毎年 4 月 1 日から翌年 3 月 31 日まで）のサイクルと連動・設定されている。

表 1-2 インベントリ作成の年次サイクル

※n年度のインベントリ作成の場合

プロセス		関係主体	n+1年								n+2年			
			n+1年度											n+2年度
			5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
1	インベントリ品質保証WGの開催	環境省、GIO	→	→	→	→								
2	インベントリ改善に関する検討	環境省、GIO		→	→	→	→							
3	算定方法検討会の開催	環境省（GIO、民間委託会社）		→	→	→	→	→	→	→	→			
4	インベントリ用データの収集	環境省、GIO、関係省庁・団体、民間委託会社								→	→	→	→	
5	CRF案の作成	GIO、民間委託会社									→	→	→	
6	NIR案の作成	GIO、民間委託会社									→	→	→	
7	外部QC及び省庁調整 の実施	環境省、GIO、関係省庁、民間委託会社										→	→	→
8	CRF・NIR案の修正	環境省、GIO、民間委託会社											→	→
9	インベントリの提出、公表	環境省、GIO												★

[5] 本制度は地球温暖化対策の推進に関する法律の下で 2006 年から導入され、温室効果ガスを一定量以上排出する事業者が自らの排出量を算定し、それを国に報告することを義務付けている。当該制度では LULUCF 分野及びエネルギー分野の一部（家庭、運輸（自家用乗用車））を除くインベントリの分野をおおむね網羅しており、使用される排出量の算定方法は、インベントリを作成するために使用される方法とおおむね一致している。

1.3.2. インベントリ作成のプロセス

1） インベントリ品質保証ワーキンググループ（QAWG）の開催（ステップ 1）

インベントリの品質を保証するとともに、改善点の抽出を行うため、インベントリ作成に直接関与していない専門家によるピアレビューを実施し、QAWG を開催する。

QAWG においては、算定方法、活動量、排出係数等に関する妥当性の確認や CRF 及び NIR における報告内容の妥当性の確認を行う。GIO は、指摘された要改善事項をインベントリ算定方法に関する検討及び次のインベントリ作成に活用する。

2） インベントリの改善に関する検討（ステップ 2）

我が国では、UNFCCC に基づくインベントリの審査における指摘、QAWG における指摘、前年度までの温室効果ガス排出量算定方法検討会で示された継続課題及びその他インベントリ算定過程において発見された修正事項に基づいて、環境省及び GIO がインベントリの改善項目を抽出する。専門家による評価（ステップ 3）のスケジュールは、このステップで言及した情報を考慮した上で作成される。

3） 温室効果ガス排出量算定方法検討会の開催［専門家による算定方法の評価・検討］（ステップ 3）

毎年のインベントリの算定方法や専門的な評価・検討が必要な課題については、環境省において温室効果ガス排出量算定方法検討会を開催し、幅広い分野の国内専門家による検討を行う。

4） インベントリ用データの収集（ステップ 4）

インベントリの作成に必要なデータ及びその他追加情報の収集を実施する。

5） CRF 案の作成［キーカテゴリー分析及び不確実性評価の実施を含む］（ステップ 5）

排出・吸収量の算定式に基づくリンク構造を有する JNGI ファイルを用いることにより、データの入力と排出・吸収量の算定を一括して実施する。また、キーカテゴリー分析及び不確実性評価も併せて実施する。

6） NIR 案の作成（ステップ 6）

ステップ 2 における検討を踏まえた上で、GIO において NIR の記述の修正点及び追加文書を決定する。NIR の構成は通例毎年ほぼ同じであるが、章立ての変更など大幅な改変が見込まれる場合は、環境省に方針を提示し了解を得る。GIO において最新データへの更新、記述の修正及び追加を行うことにより NIR 案を作成する。

7） 外部 QC 及び省庁調整の実施（ステップ 7）

QC 活動として、GIO が作成した JNGI ファイル及び CRF（JNGI 0 次案）に対する民間委託会社による QC（外部 QC）を実施する。民間委託会社は、JNGI 0 次案の入力データや排出量・吸収量の算定式の確認を行うだけでなく、GIO と同様の JNGI ファイルを用いて温室効果ガス排出・吸収量の算定を行い、算定結果の相互検証も実施する。この相互検証により、データ入力や排出量算定のミス等を予防する。また、GIO が作成した NIR 案（NIR 0 次案）の記載内容についても、同様に内容のチェックを実施する。民間委託会社による QC を経た JNGI ファイル、CRF 及び NIR 案をインベントリ 1 次案とする。

次いで、GIO はインベントリ 1 次案及び国内向け公表資料 1 次案の電子ファイルを、環境省及び関係省庁に送付し、関係省庁に 1 次案の確認を依頼する（省庁調整）。なお、秘匿データについては、これを提出した省庁のみに当該秘匿データを送付し確認を受ける。

一部の排出・吸収源については GIO 以外の機関等により排出・吸収量が算定されており、これらの機関等における QC 活動の実施状況を確認する。

8） CRF・NIR 案の修正（ステップ 8）

関係省庁におけるインベントリ及び公表用資料 1 次案のチェック（ステップ 7）の結果、修正依頼が提出された場合には、環境省、GIO 及び修正依頼提出省庁間において、修正内容を調整した後、インベントリ及び公表用資料 2 次案を作成する。

作成した 2 次案は再度関係省庁へ最終確認のため送付する。追加の修正依頼がない場合、2 次案が最終版となる。

9） インベントリの提出及び公表（ステップ 9）

完成したインベントリを UNFCCC 事務局に提出する。それに合わせて算定した温室効果ガス排出・吸収量に基づく公表用資料について記者発表を行うとともに、関連情報とともに環境省のホームページ（https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/index.html）において公表する。また、温室効果ガス排出量データを取りまとめた電子ファイルを GIO のホームページ（https://www.nies.go.jp/gio/index.html）において公表する。

1.3.3. インベントリ情報の文書化、保管

我が国では、インベントリを作成する上で必要となる情報を文書化し、原則的に GIO において保管している。

なお、インベントリの作成に必要な主要ファイル（全算定ファイル、NIR のワードファイル、CRF）については、環境省においても電子媒体にて保管する。

1.3.3.1. 情報の文書化

GIO は、インベントリに関係する全ての情報を電子情報又は紙媒体として文書化し、保管する。保管すべき情報の例としては、以下のものが挙げられる。

- UNFCCC 事務局へ提出した毎年のインベントリファイル一式
- 確報値における公表資料一式
- インベントリ及び一部活動量の作成に用いた統計データ及び提供データ（提供者、提供時期等の関連情報を含む。）
- 活動量、算定方法、排出係数等の選択に関する検討過程及び検討結果に関する情報（温室効果ガス排出量算定方法検討会における検討プロセスにおける関連資料）
- インベントリ作成プロセスにおける関係主体とのやり取りの記録
- インベントリの再計算に関する情報（再計算理由、実施時期など）
- QA/QC 計画及び QAWG を含む QA/QC 活動の実施記録
- インベントリに対する専門家のコメント
- UNFCCC インベントリ審査における審査報告書及び ERT との質疑応答の記録

1.3.3.2. 情報の保管

1） 電子情報での保管

i） インベントリ関連の電子情報

- 各年の JNGI ファイル及び CRF、NIR 関連ファイルは、算定実施年をファイル名に記載し、年ごとに所定のフォルダに保存する。

- インベントリにおける排出・吸収量算定及びその他関連データの作成に用いた統計データ又は提供データ等の電子ファイルは、データの入手日、データ提供元をファイル名等に記載の上、所定のフォルダに保存する。
- 排出・吸収量算定方法の検討時における各種電子ファイル資料（Word、PDF など）については、資料のタイトル、ファイルの入手日（必要に応じてファイル提供元）をファイルに記載の上、所定のフォルダに保存する。
- インベントリに関する情報のやり取りを電子メールで行った場合は、その電子ファイルを所定のフォルダに保存する。

ii）電子情報のバックアップ・リスク管理

- インベントリ関連情報を保存している GIO の所属する国立環境研究所のサーバは、毎日自動バックアップを実施している。なお、サーバへのアクセスは特定の ID 保有者のみに制限されている。
- 全てのインベントリ関連電子情報は、年に 1 回、年次インベントリの UNFCCC 事務局への提出後、CD-ROM 等の電子メディアに保存し、保管する。

2）紙媒体での保管

- インベントリにおける排出・吸収量算定に用いた統計書や提供された紙媒体のデータ・資料、その他各種紙媒体資料については、所定の保管場所にファイリングを行う。

1.3.3.3. インベントリ情報の文書化、保管に関する QC 活動

GIO は、インベントリ情報の文書化、保管に関する QC 活動を UNFCCC 事務局へのインベントリ提出後速やかに実施する。

1.4. インベントリの算定方法

我が国では、基本的に 2006 年 IPCC ガイドラインに示された算定方法を用いて排出・吸収量の算定を行っているが、一部の排出・吸収源については、我が国の排出実態をより正確に反映するために、我が国独自の算定方法を用いて算定を行っている。

排出係数については、基本的に我が国における研究等に基づく実測値か推計値を用いている。ただし、排出量が少ないと考えられる区分（「1.B.2.a.ii. 燃料からの漏出－石油の生産（CO_2、CH_4）」）等については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値を用いて算定している。

1.4.1. 活動量データの収集プロセス

算定に必要となる活動量データは、データが出版物・ウェブ等から入手できるものについては当該媒体から必要となるデータを収集している。また、出版物・ウェブ等で公表されないデータ及びインベントリ作成時に未公表のデータについては、環境省又は GIO よりデータを所管する関係省庁及び関係団体にデータ提供依頼を行い、当該データの提供を受けている。主な関係省庁及び関係団体と統計・データは表 1-4 に示すとおりである。

表 1-3　主な関係省庁及び関係団体と統計・データ

		主なデータ又は統計
関係省庁	環境省	大気汚染物質排出量総合調査、日本の廃棄物処理、廃棄物等循環利用量実態調査、産業廃棄物処理施設状況調査
	経済産業省	総合エネルギー統計、生産動態統計、硝酸生産量、産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策 WG 資料
	国土交通省	自動車燃料消費量統計年報、土地利用現況把握調査
	農林水産省	畜産統計、耕地及び作付面積統計、ポケット肥料要覧、農地の移動と転用、国家森林資源データベース、森林吸収源インベントリ情報整備事業報告書
関係団体	電気事業連合会	加圧流動床ボイラー燃料使用量
	（一財）石炭フロンティア機構	石炭生産量、石炭政策史
	（一社）セメント協会	クリンカ生産量、セメントハンドブック
	（一社）日本鉄鋼連盟	コークス炉蓋・脱硫酸化塔・脱硫再生塔からの排出量
	日本製紙連合会	産業廃棄物最終処分量、RPF 焼却量

1.4.2. 排出係数及び算定方法の選定プロセス

我が国の排出・吸収量の算定方法は、2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、我が国の温室効果ガス排出・吸収量算定に必要な全ての活動区分に対し、温室効果ガス排出量算定方法検討会において我が国の実状に合った算定方法を検討し、決定する。

1.4.3. 排出・吸収量算定の改善プロセス

我が国では、UNFCCC の下での審査や QAWG による指摘、新規ガイドラインの策定といった国際交渉の進展、科学的研究・統計整備状況の進展・変化、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における新規情報の把握等により、インベントリの改善事項が特定された場合、必要に応じ順次算定方法改善の検討を行う。排出・吸収量算定の改善案は、科学的研究や温室効果ガス排出量算定方法検討会を通じて検討が行われ、その検討成果をインベントリに反映する。インベントリ改善プロセスの概念図を図 1-4 に示す。

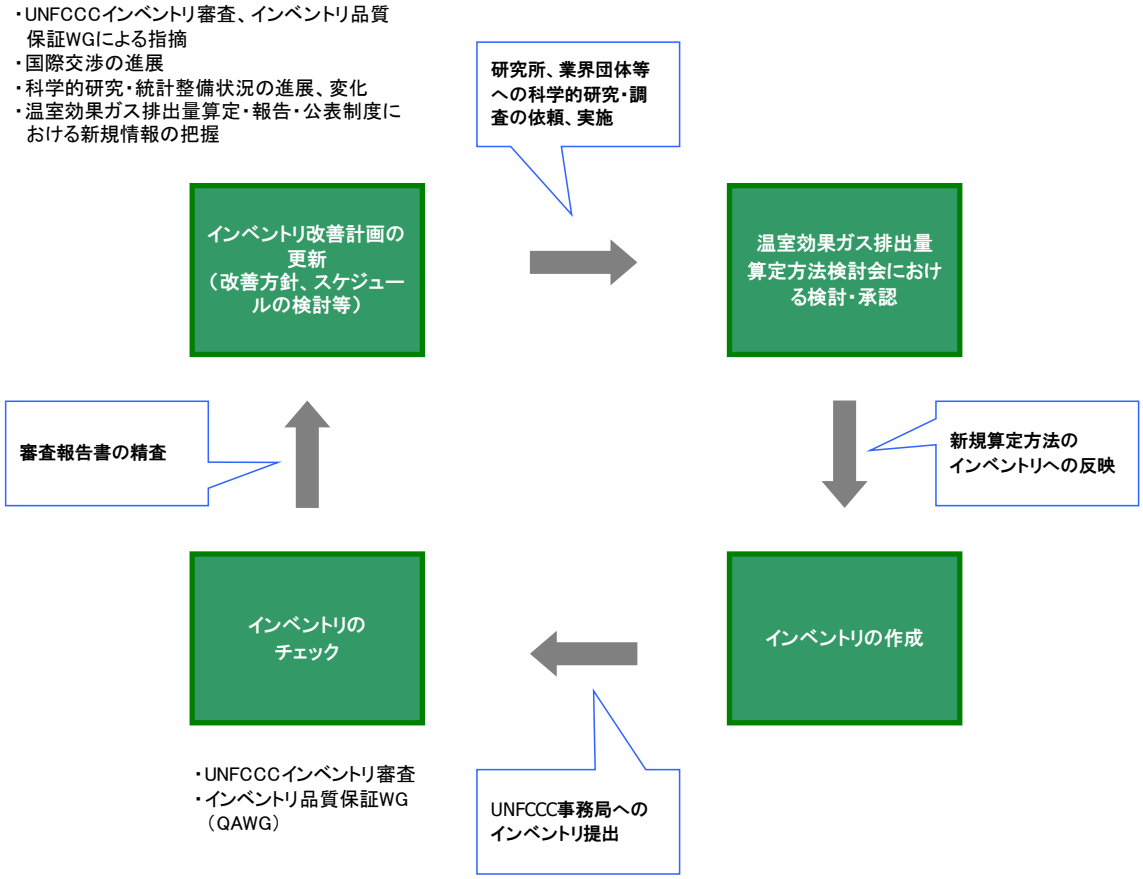


図 1-4　インベントリ改善プロセスの概念図

1.5. キーカテゴリー分析の概要

2006 年 IPCC ガイドラインに示された分析方法（アプローチ 1 レベルアセスメント、アプローチ 1 トレンドアセスメント、アプローチ 2 レベルアセスメント、アプローチ 2 トレンドアセスメント）に従って評価を行った。

1.5.1. 温室効果ガスインベントリ

2021 年度は、51 の排出・吸収区分が日本のキーカテゴリーと同定された（表 1-5）。また、条約の基準年（1990 年度）については、43 の排出・吸収区分がキーカテゴリーと同定された（表 1-6）。結果の詳細については、別添 1 を参照のこと。

表 1-4　2021 年度の日本のキーカテゴリー

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	Ap1-L	Ap1-T	Ap2-L	Ap2-T
#1	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	#1	#1	#1	#1
#2	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	#2	#20	#11	
#3	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	#3	#7	#2	#10
#4	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	#4	#4	#8	#17
#5	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	#5	#6	#24	#22
#6	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	#6	#8	#4	#7
#7	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	#7	#2	#30	#14
#8	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	#8	#3	#31	#19
#9	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	#9	#5	#6	#6
#10	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	#10	#9	#29	
#11	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	#11	#10	#34	
#12	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	#12	#12	#21	#24
#13	3.C.	稲作		CH_4	#13		#28	
#14	1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	#14	#18	#9	#15
#15	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	#15		#13	
#16	1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	#16			
#17	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	#17		#14	#25
#18	3.A.	消化管内発酵		CH_4	#18		#7	
#19	1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	#19			
#20	1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	#20	#19		#29
#21	2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	#21			
#22	2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	#22			
#23	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2			#20	#20
#24	3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O			#5	
#25	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2		#15	#12	#3
#26	3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O			#25	
#27	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs		#23	#15	#12
#28	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2			#16	#27
#29	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O			#3	#16
#30	2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2			#19	
#31	5.D.	排水の処理と放出		N_2O			#27	
#32	1.A.1.	エネルギー産業		N_2O			#32	
#33	2.E.	電子産業		PFCs			#17	
#34	4.G.	伐採木材製品の利用		CO_2				#28
#35	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4		#14		#9
#36	4.E.	開発地	1. 転用のない開発地	CO_2			#33	
#37		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2			#26	#11
#38	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6		#16	#10	#2
#39	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs		#24		
#40	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O			#22	
#41	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O			#18	#8
#42	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2		#13		#18
#43	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4		#21		#4
#44	4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2				#13
#45	2.E.	電子産業		SF_6			#23	
#46	4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O				#23
#47	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs		#11		
#48	2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O				#5
#49	4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O				#26
#50	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O		#17		#21
#51	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	SF_6		#22		

（注）Ap1-L：アプローチ 1 のレベルアセスメント、Ap1-T：アプローチ 1 のトレンドアセスメント、Ap2-L：アプローチ 2 のレベルアセスメント、Ap2-T：アプローチ 2 のトレンドアセスメント
各アセスメント中の数値は、それぞれのアセスメント中の順位を表す。

表 1-5　1990 年度の日本のキーカテゴリー

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	Ap1-L	Ap2-L
#1	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	#1	#2
#2	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	#2	#14
#3	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	#3	#15
#4	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	#4	#21
#5	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	#5	#22
#6	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	#6	#5
#7	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	#7	#23
#8	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	#8	#4
#9	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	#9	#20
#10	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	#10	
#11	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	#11	
#12	1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	#12	
#13	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	#13	#17
#14	3.C.	稲作		CH_4	#14	
#15	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	#15	
#16	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	#16	#7
#17	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	#17	#13
#18	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	#18	#32
#19	3.A.	消化管内発酵		CH_4	#19	#11
#20	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	#20	#1
#21	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	#21	#19
#22	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	#22	
#23	2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	#23	
#24	1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	#24	
#25	2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	#25	
#26	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	#26	#25
#27	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	#27	#8
#28	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	#28	
#29		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2		#12
#30	3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O		#28
#31	3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O		#6
#32	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2		#16
#33	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O		#10
#34	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O		#3
#35	5.D.	排水の処理と放出		N_2O		#30
#36	4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2		#18
#37	2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2		#29
#38	2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O		#9
#39	2.E.	電子産業		PFCs		#26
#40	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O		#27
#41	4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O		#31
#42	2.E.	電子産業		SF_6		#24
#43	4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O		#33

（注）Ap1-L：アプローチ 1 のレベルアセスメント、Ap2-L：アプローチ 2 のレベルアセスメント
各アセスメント中の数値は、それぞれのアセスメント中の順位を表す。

1.6. 不確実性の評価

1.6.1. 温室効果ガスインベントリ

我が国の 2021 年度の純排出量は約 11 億 1,800 万トン（二酸化炭素換算）であり、アプローチ 1（誤差伝播方式）で実施した純排出量の不確実性は-3%～+2%、純排出量のトレンドに伴う不確実性は-3%～+2%と評価された。分析手法、詳細な結果については、別添 2 を参照のこと。

表 1-6　我が国の純排出量の不確実性評価結果

A	B	C	D	G-1990		G-2021		I	J	
カテゴリー	GHGs	1990年度排出･吸収量	2021年度排出･吸収量	1990年度排出･吸収量の不確実性		2021年度排出･吸収量の不確実性		2021年度排出･吸収量の1990年度比増加率	総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
		kt-CO_2 換算	kt-CO_2 換算	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	%	(-) %	(+) %
1A. 燃料の燃焼（CO_2）	CO_2	1,078,663	1,007,257	-2%	+1%	-3%	+2%	-6.6%	-3.2%	+2.2%
1A. 燃料の燃焼（固定発生源：CH_4、N_2O）	CH_4, N_2O	3,896	5,147	-23%	+29%	-24%	+28%	32.1%	0.0%	+0.0%
1A. 燃料の燃焼（運輸：CH_4、N_2O）	CH_4, N_2O	4,031	1,501	-32%	+92%	-30%	+87%	-62.8%	0.0%	+0.0%
1B. 燃料からの漏出	CO_2, CH_4, N_2O	5,302	1,044	-38%	+78%	-22%	+40%	-80.3%	0.0%	+0.0%
2. 工業プロセス及び製品の使用（CO_2、CH_4、N_2O）	CO_2, CH_4, N_2O	74,558	44,114	-6%	+6%	-5%	+5%	-40.8%	-0.1%	+0.1%
2. 工業プロセス及び製品の使用（HFCs等4ガス）	HFCs, PFCs, SF_6, NF_3	35,378	59,144	-7%	+36%	-6%	+7%	67.2%	-0.6%	+0.6%
3. 農業	CO_2, CH_4, N_2O	37,516	32,174	-11%	+28%	-10%	+25%	-14.2%	0.0%	+0.0%
4. 土地利用、土地利用変化及び林業	CO_2, CH_4, N_2O	-63,272	-51,695	-15%	15%	-11%	+11%	-18.3%	-0.4%	+0.4%
5. 廃棄物	CO_2, CH_4, N_2O	29,990	17,712	-10%	+10%	-12%	+12%	-40.9%	-0.2%	+0.2%
間接CO_2	Ind CO_2	5,482	1,872	-26%	+48%	-25%	+46%	-65.9%	0.0%	+0.0%
純排出量		1,211,543	1,118,272	-2.0%	+2.1%	-2.5%	+2.0%	-7.7%	-3.2%	+2.3%

1.7. 完全性に関する評価

インベントリでは、一部の排出区分からの排出量を算定しておらず、CRF において「NE」（Not Estimated）として報告している。未推計として報告するものには、排出量がごく微量と考えられるものや、排出実態が明らかでないもの、排出量の算定方法が設定されていないもの等が含まれている。これらの区分については、我が国の QA/QC 計画に従って排出可能性の検討、排出量算定等の検討を行っていくものとする。未推計排出区分の一覧については別添 5 を参照のこと。

参考文献

1. IPCC「温室効果ガスインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. IPCC「2006 年 IPCC ガイドラインに対する 2013 年追補：湿地」（2014）
3. IPCC「2013 年京都議定書補足的ガイダンス」（2014）
4. IPCC「2006 年国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」（2019）
5. UNFCCC「改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」（決定 24/CP.19　附属書 I）（FCCC/CP/2013/10/Add.3）（2014）
6. UNFCCC「インベントリ審査ガイドライン」（決定 13/CP.20　附属書）

第 2 章　温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

2.1. 温室効果ガスの排出及び吸収の状況

2.1.1. 温室効果ガス排出量及び吸収量の概要

2021 年度[1]の温室効果ガスの総排出量[2]（LULUCF[3]を除く。間接 CO_2[4]を含む。以下、定義省略。）は 11 億 7,000 万トン（CO_2 換算）であり、1990 年度の総排出量から 8.2%の減少となった。

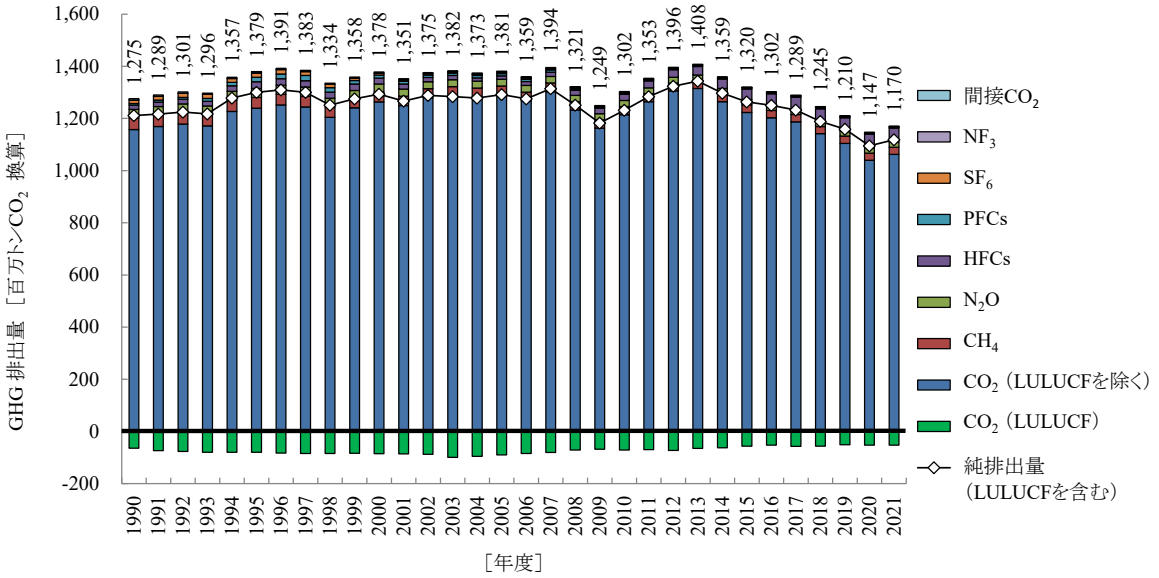


図 2-1　我が国の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

2021 年度の CO_2 排出量（LULUCF を除く。間接 CO_2 を含まない。以下、定義省略。）は 10 億 6,200 万トンであり、温室効果ガス総排出量の 90.8%を占めた。1990 年度比 8.2%の減少、前年度比 2.1%の増加となった。また、2021 年度の CO_2 吸収量[5]は 5,220 万トンであり、温室効果ガス総排出量に対する割合は 4.5%となった。1990 年度比 18.9%の減少、前年度比 0.2%の増加となった。

2021 年度の CH_4 排出量（LULUCF を除く。）は 2,740 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 2.3%を占めた。1990 年度比 38.6%の減少、前年度比 0.1%の減少となった。

---

1 排出量の大部分を占める CO_2 が年度ベース（当該年 4 月～翌年 3 月）であるため、「年度」と記した。

2 CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 の排出量に各地球温暖化係数（GWP）を乗じ、それらを合算したもの。ここで、「GWP」とは、温室効果ガスのもたらす温室効果の程度を、CO_2 の当該程度に対する比で示した係数のことであり、その数値は気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次評価報告書（2007）の 100 年値を使用。

3 土地利用、土地利用変化及び林業（Land Use, Land-Use Change and Forestry）分野の略称。

4 一酸化炭素（CO）、メタン（CH_4）及び非メタン揮発性有機化合物（NMVOC）は、長期的には大気中で酸化されて CO_2 に変換される。間接 CO_2 はこれらの排出量を CO_2 換算した値を指す。ただし、燃焼起源及びバイオマス起源の CO、CH_4 及び NMVOC に由来する排出量は、二重計上防止の観点から計上対象外とする。

5 気候変動枠組条約の下でのインベントリでは LULUCF 分野の全ての GHG 排出・吸収量を計上していることから、NDC における排出・吸収量に対応する値ではない点に留意する必要がある。

表 2-1　我が国の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

［百万トンCO_2 換算］	GWP	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO_2（LULUCFを除く）※1	1	1,157.2	1,168.9	1,178.7	1,171.7	1,226.7	1,239.0	1,251.5	1,244.3	1,204.4	1,241.0	1,263.8	1,249.2	1,278.8	1,287.3	1,282.7	1,290.1	1,267.1	1,302.8	1,232.0	1,163.1
CO_2（LULUCFを含む）※1	1	1,092.9	1,095.8	1,101.9	1,091.6	1,146.9	1,159.6	1,168.3	1,160.0	1,119.8	1,157.2	1,178.8	1,163.6	1,191.4	1,188.4	1,187.3	1,200.5	1,182.4	1,222.2	1,161.2	1,095.4
CO_2（LULUCFのみ）	1	-64.3	-73.1	-76.8	-80.0	-79.8	-79.5	-83.2	-84.2	-84.6	-83.9	-84.9	-85.6	-87.3	-98.8	-95.4	-89.6	-84.7	-80.6	-70.8	-67.7
CH_4（LULUCFを除く）	25	44.5	43.9	43.8	42.9	42.9	41.8	40.5	40.0	38.3	37.9	37.3	36.1	35.3	34.4	34.1	34.1	33.5	32.9	32.1	31.5
CH_4（LULUCFを含む）	25	44.6	44.0	43.9	43.0	43.1	41.9	40.6	40.1	38.4	38.0	37.4	36.2	35.4	34.5	34.2	34.1	33.6	32.9	32.2	31.6
N_2O（LULUCFを除く）	298	32.2	31.9	32.1	32.0	33.2	33.5	34.6	35.4	33.8	27.7	30.2	26.6	26.0	25.8	25.7	25.3	25.2	24.7	23.8	23.2
N_2O（LULUCFを含む）	298	33.2	32.8	33.0	32.8	34.0	34.3	35.4	36.2	34.6	28.4	31.0	27.3	26.7	26.6	26.4	26.0	25.9	25.3	24.4	23.8
HFCs	HFC-134a：1,430など	15.9	17.4	17.8	18.1	21.1	25.2	24.6	24.4	23.7	24.4	22.9	19.5	16.2	16.2	12.4	12.8	14.6	16.7	19.3	20.9
PFCs	PFC-14：7,390など	6.6	7.5	7.6	11.0	13.5	17.7	18.3	20.1	16.6	13.2	11.9	9.9	9.2	8.9	9.2	8.6	9.0	7.9	5.8	4.1
SF_6	22,800	12.9	14.2	15.6	15.7	15.0	16.4	17.0	14.5	13.2	9.2	7.0	6.1	5.7	5.4	5.3	5.0	5.2	4.7	4.2	2.4
NF_3	17,200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4
間接CO_2	1	5.5	5.3	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	4.5	4.2	4.2	4.2	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.2	3.0	2.7	2.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）		1,269.3	1,283.8	1,295.6	1,291.4	1,352.4	1,373.8	1,386.7	1,378.8	1,330.3	1,353.7	1,373.3	1,347.6	1,371.6	1,378.5	1,369.8	1,377.5	1,356.1	1,391.3	1,318.5	1,246.5
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）		1,206.1	1,211.7	1,219.8	1,212.4	1,273.6	1,295.3	1,304.5	1,295.5	1,246.6	1,270.7	1,289.2	1,262.8	1,285.1	1,280.4	1,275.2	1,288.6	1,272.1	1,311.4	1,248.4	1,179.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）		1,274.8	1,289.1	1,300.6	1,296.2	1,357.2	1,378.5	1,391.5	1,383.4	1,334.5	1,357.8	1,377.5	1,351.4	1,375.2	1,381.9	1,373.2	1,380.7	1,359.2	1,394.3	1,321.2	1,249.1
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）		1,211.5	1,217.0	1,224.9	1,217.1	1,278.4	1,299.9	1,309.2	1,300.1	1,250.7	1,274.8	1,293.5	1,266.6	1,288.7	1,283.8	1,278.5	1,291.9	1,275.3	1,314.4	1,251.1	1,182.0

［百万トンCO_2 換算］	GWP	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	排出・吸収量（2021年）の変化	
														1990年度比	前年度比
CO_2（LULUCFを除く）※1	1	1,214.7	1,264.6	1,305.9	1,315.2	1,264.1	1,223.2	1,202.5	1,186.8	1,141.7	1,104.5	1,039.8	1,062.1	-8.2%	2.1%
CO_2（LULUCFを含む）※1	1	1,143.2	1,194.9	1,233.4	1,250.0	1,201.8	1,166.5	1,149.7	1,130.0	1,085.4	1,053.4	987.7	1,010.0	-7.6%	2.3%
CO_2（LULUCFのみ）	1	-71.5	-69.7	-72.5	-65.2	-62.3	-56.6	-52.8	-56.8	-56.3	-51.2	-52.1	-52.2	-18.9%	0.2%
CH_4（LULUCFを除く）	25	31.1	29.9	29.2	29.1	28.6	28.3	28.2	28.0	27.7	27.5	27.4	27.4	-38.6%	-0.1%
CH_4（LULUCFを含む）	25	31.2	29.9	29.3	29.2	28.7	28.3	28.3	28.1	27.7	27.6	27.4	27.4	-38.5%	0.0%
N_2O（LULUCFを除く）	298	22.7	22.3	22.0	21.9	21.5	21.2	20.6	20.9	20.4	20.0	19.7	19.5	-39.6%	-1.1%
N_2O（LULUCFを含む）	298	23.3	22.9	22.5	22.4	21.9	21.6	21.1	21.3	20.8	20.4	20.1	19.9	-40.1%	-1.1%
HFCs	HFC-134a：1,430など	23.3	26.1	29.4	32.1	35.8	39.3	42.6	45.0	47.1	50.0	52.2	53.6	236.0%	2.6%
PFCs	PFC-14：7,390など	4.3	3.8	3.5	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5	3.2	-51.9%	-9.9%
SF_6	22,800	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	-84.1%	0.9%
NF_3	17,200	1.5	1.8	1.5	1.6	1.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	1065.6%	12.8%
間接CO_2	1	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	-65.9%	0.3%
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）		1,300.0	1,350.7	1,393.6	1,405.4	1,356.5	1,317.8	1,300.1	1,286.7	1,242.7	1,207.7	1,144.9	1,168.1	-8.0%	2.0%
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）		1,229.2	1,281.6	1,321.7	1,340.7	1,294.8	1,261.7	1,247.9	1,230.5	1,186.9	1,157.0	1,093.3	1,116.4	-7.4%	2.1%
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）		1,302.5	1,353.1	1,395.9	1,407.6	1,358.7	1,320.0	1,302.3	1,288.8	1,244.8	1,209.7	1,146.8	1,170.0	-8.2%	2.0%
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）		1,231.6	1,284.0	1,324.0	1,343.0	1,297.0	1,263.9	1,250.0	1,232.6	1,189.0	1,159.0	1,095.2	1,118.3	-7.7%	2.1%

※1 間接CO_2を含まない
※2 LULUCF：土地利用、土地利用変化及び林業

2021 年度の N_2O 排出量（LULUCF を除く。）は 1,950 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 1.7%を占めた。1990 年度比 39.6%の減少、前年度比 1.1%の減少となった。

2021 年（暦年）の HFCs 排出量は 5,360 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 4.6%を占めた。1990 年比 236%の増加、前年比 2.6%の増加となった。

2021 年（暦年）の PFCs 排出量は 320 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 0.3%を占めた。1990 年比 51.9%の減少、前年比 9.9%の減少となった。

2021 年（暦年）の SF_6 排出量は 200 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 0.2%を占めた。1990 年比 84.1%の減少、前年比 0.9%の増加となった。

2021 年（暦年）の NF_3 排出量は 40 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 0.03%を占めた。1990 年と比べて 1070%の増加、前年比 12.8%の増加となった。

2021 年度の間接 CO_2 排出量は 190 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 0.2%を占めた。1990 年度比 65.9%の減少、前年度比 0.3%の増加となった。

2.1.2. CO_2

2021 年度の CO_2 排出量は 10 億 6,200 万トンであり、温室効果ガス総排出量の 90.8%を占めた。1990 年度比 8.2%の減少、前年度比 2.1%の増加となった。

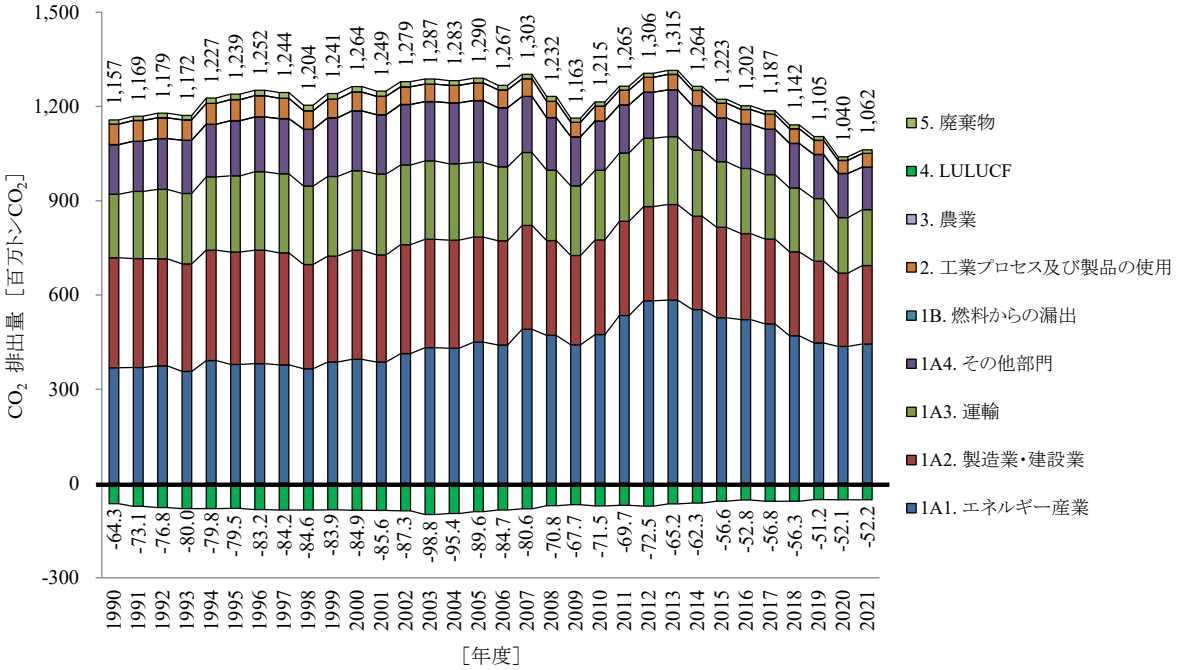


図 2-2　CO_2 排出量の推移

2021 年度の CO_2 排出量の内訳は、燃料の燃焼に伴う排出が 94.8%と最も多く、工業プロセス及び製品の使用分野からの排出（4.1%）、廃棄物分野からの排出（1.0%）がこれに続いた。燃料の燃焼に伴う排出の内訳を見ると、エネルギー産業が 41.8%、製造業・建設業が 23.5%、運輸が 16.8%、その他部門[6]が 12.8%を占めていた。前年度から排出量が増加した原因としては、製造業・建設業やエネルギー産業における燃料の燃焼に伴う排出が増加したことなどが挙げられる。

[6] 業務、家庭、農林水産業からの排出を対象とする。

部門別に排出量の増減を見ると、エネルギー産業における燃料の燃焼に伴う排出は、1990 年度比で 20.6%増加、前年度比で 1.9%の増加となった。1990 年度からの排出量の増加は、発電における液体燃料消費からの排出量が減少したものの、固体燃料・気体燃料消費からの排出量が増加したこと等による。製造業・建設業における燃料の燃焼に伴う排出は、1990 年度比で 28.7%減少、前年度比で 6.8%の増加となった。1990 年度からの排出量の減少は、鉄鋼業における固体燃料消費からの排出量が減少したこと等による。運輸における燃料の燃焼に伴う排出は、1990 年度比で 12.0%減少、前年度比で 0.8%の増加となった。1990 年度からの排出量の減少は、道路輸送における軽油からの排出量が減少したことによる。その他部門における燃料の燃焼に伴う排出は、1990 年度比で 14.3%減少、前年度比で 3.3%の減少となった。1990 年度からの排出量の減少は、業務における液体燃料消費からの排出量が減少したこと等による。

2021 年度の CO_2 吸収量は 5,220 万トンであり、総排出量に対する割合は 4.5%となり、1990 年度比 18.9%の減少、前年度比 0.2%の増加となった。

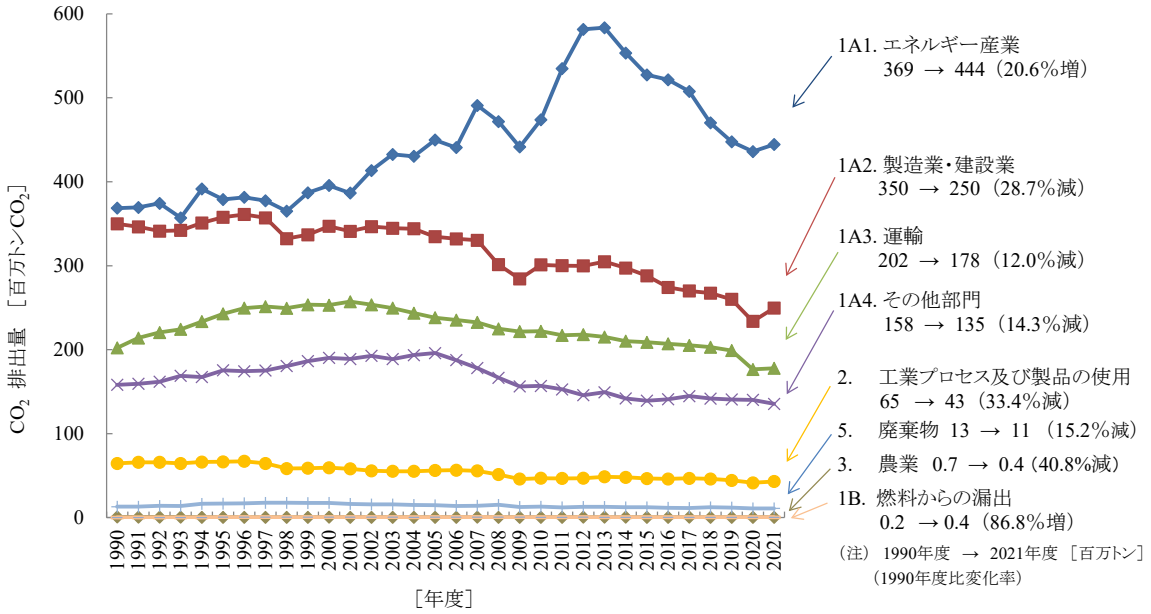


図 2-3　各部門の CO_2 排出量の推移

（注）括弧内の数値は 1990 年度比

表 2-2　各部門の CO_2 排出量の推移

[千トンCO_2]

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A. 燃料の燃焼	1,078,663	1,154,838	1,185,785	1,218,316	1,153,802	1,245,124	1,252,764	1,202,705	1,163,462	1,143,716	1,127,565	1,082,459	1,047,371	986,431	1,007,257
1A1. エネルギー産業	368,530	378,905	395,494	449,664	473,846	581,481	583,474	553,352	527,291	521,496	507,711	470,166	447,654	435,984	444,313
発電・熱供給	303,055	317,587	330,118	378,044	404,239	516,376	521,862	493,837	468,472	466,072	454,136	414,706	395,384	391,560	396,750
石油精製	36,397	41,085	46,978	50,888	47,715	43,298	42,943	41,103	41,664	37,609	36,811	37,600	35,909	29,496	31,267
固体燃料製造等	29,078	20,232	18,398	20,732	21,892	21,807	18,670	18,412	17,155	17,816	16,763	17,860	16,361	14,928	16,296
1A2. 製造業・建設業	349,816	357,726	346,942	334,558	301,071	299,834	304,851	297,269	288,073	274,254	269,935	267,446	259,973	233,704	249,549
鉄鋼	150,691	143,097	152,106	154,168	153,154	151,286	157,550	155,101	148,878	142,757	139,752	136,179	134,140	111,995	124,784
非鉄金属	8,429	7,381	6,311	5,686	3,964	3,994	3,743	3,635	3,242	3,499	3,120	3,283	2,869	2,778	3,016
化学	58,039	64,339	59,518	54,952	50,118	47,332	48,266	46,579	45,564	42,362	42,878	42,207	42,119	39,598	42,619
パルプ・紙・印刷	27,106	31,428	31,672	29,732	22,646	23,812	23,832	22,899	23,308	20,847	20,489	20,430	18,984	17,870	17,728
食品加工・飲料・たばこ	7,649	10,133	11,468	12,169	9,830	10,535	9,811	9,521	8,471	8,414	7,762	8,738	7,689	8,189	7,988
窯業土石	43,634	46,461	40,100	35,443	28,716	28,839	29,804	28,989	28,059	27,096	26,880	26,996	25,844	25,160	24,886
その他	54,267	54,888	45,766	42,407	32,642	34,036	31,846	30,545	30,551	29,279	29,055	29,614	28,329	28,113	28,528
1A3. 運輸	202,140	242,797	253,091	238,065	221,969	218,004	215,115	210,149	208,875	207,066	205,253	203,016	199,022	176,575	177,911
国内航空	7,162	10,278	10,677	10,799	9,193	9,524	10,149	10,173	10,067	10,187	10,399	10,537	10,488	5,238	6,819
道路輸送	180,367	217,028	226,690	213,605	201,457	197,158	193,437	188,540	187,641	185,722	183,803	181,451	177,628	160,907	160,345
鉄道	935	822	711	647	574	554	540	524	523	499	520	492	490	468	468
国内船舶	13,675	14,669	15,012	13,014	10,745	10,769	10,989	10,912	10,645	10,659	10,530	10,537	10,417	9,962	10,279
1A4. その他部門	158,178	175,411	190,258	196,029	156,916	145,805	149,324	141,936	139,223	140,900	144,667	141,830	140,722	140,168	135,485
業務	79,069	88,210	98,179	105,958	74,900	66,992	74,228	69,192	67,111	67,284	67,349	74,393	70,692	68,805	68,202
家庭	58,167	67,477	72,226	70,395	64,217	62,626	60,319	58,014	55,392	55,712	59,260	52,156	53,361	55,807	51,573
農林水産業	20,942	19,723	19,853	19,676	17,800	16,186	14,777	14,730	16,720	17,905	18,058	15,280	16,669	15,556	15,710
1A5. その他	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1B. 燃料からの漏出	192	523	513	509	476	492	441	451	427	460	439	428	389	393	359
1C. CO_2の輸送と貯留	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO,NA	NE,NO,NA	NE,NO,NA	NE,NO,NA	NE,NO	NE,NO
2. 工業プロセス及び製品の使用	64,586	66,536	59,416	56,175	46,967	46,879	48,588	48,010	46,515	46,104	46,834	46,031	44,389	41,510	43,042
3. 農業	732	473	501	428	427	542	594	567	474	461	502	450	450	441	434
4. LULUCF	-64,342	-79,494	-84,947	-89,608	-71,486	-72,465	-65,202	-62,285	-56,648	-52,781	-56,755	-56,291	-51,181	-52,071	-52,178
5. 廃棄物	13,022	16,678	17,540	14,715	13,036	12,847	12,805	12,338	12,291	11,713	11,462	12,301	11,941	11,021	11,038
合計（LULUCF含む）	1,092,853	1,159,554	1,178,808	1,200,536	1,143,221	1,233,419	1,249,990	1,201,787	1,166,520	1,149,674	1,130,047	1,085,378	1,053,359	987,725	1,009,951
合計（LULUCF除く）	1,157,196	1,239,048	1,263,755	1,290,145	1,214,708	1,305,884	1,315,192	1,264,072	1,223,169	1,202,455	1,186,802	1,141,669	1,104,540	1,039,796	1,062,129

※1 間接CO_2を含まない
※2 LULUCF：土地利用、土地利用変化及び林業

2021 年度の 1 人当たりの CO_2 排出量は 8.46 トンであった。1990 年度と比べ 9.6%の減少、前年度と比べると 2.7%の増加となった。

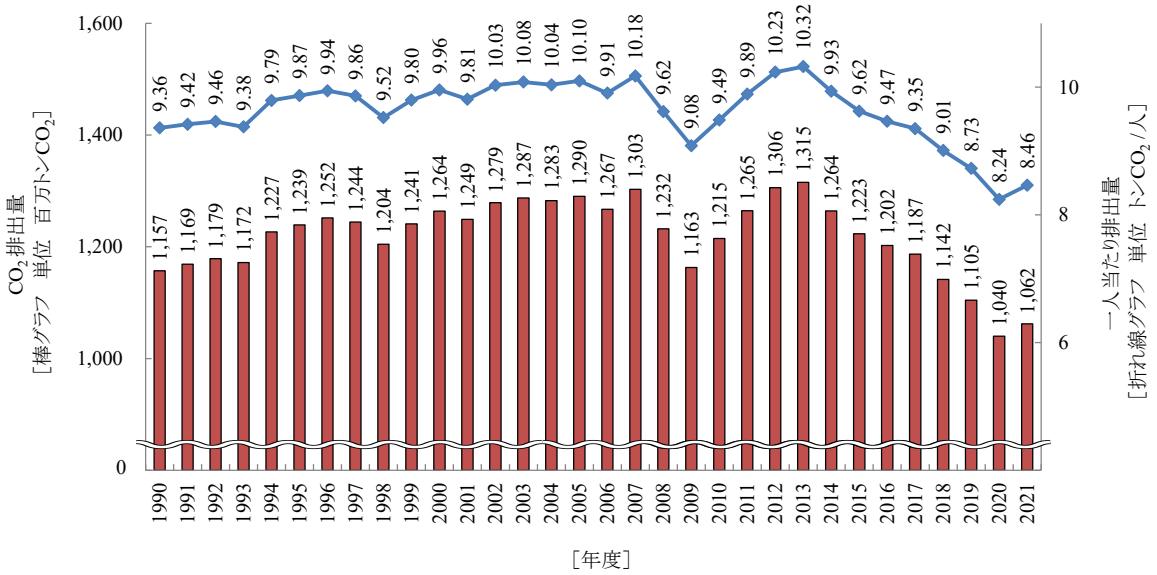


図 2-4　CO_2 総排出量及び 1 人当たり CO_2 排出量の推移

（人口の出典）総務省統計局「国勢調査」及び「人口推計年報」

2021 年度の GDP（百万円）当たりの CO_2 排出量は 1.96 トンであった。1990 年度から 26.9%の減少、前年度から 0.4%の減少となった。

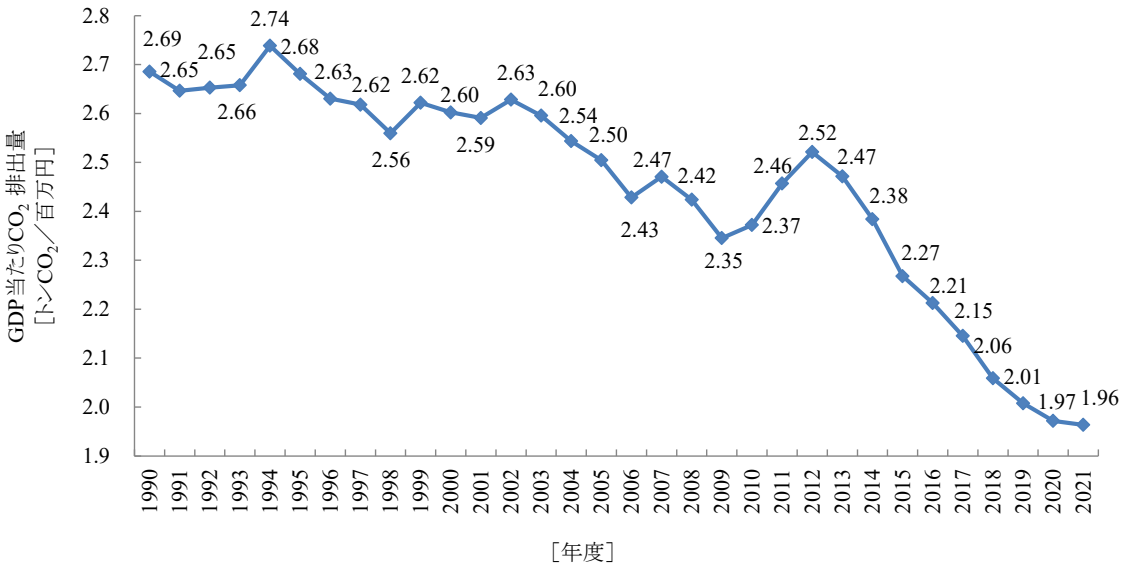


図 2-5　GDP 当たり CO_2 排出量の推移

（GDP の出典）内閣府「国民経済計算」（年次推計）

2.1.3. CH_4

2021 年度の CH_4 排出量は 2,740 万トン（CO_2 換算。LULUCF を含む。）であり、温室効果ガス総排出量の 2.3%を占め、1990 年度比 38.5%の減少、前年度比 0.04%の減少となった。1990 年度からの減少は、廃棄物分野からの排出量（固形廃棄物の処分に伴う排出量等）が減少（1990 年度比 75.3%減）したこと等による。

2021 年度の CH_4 排出量の内訳は、稲作からの排出が 44%と最も多く、家畜の消化管内発酵に伴う排出（28%）、家畜排せつ物管理に伴う排出（9%）がこれに続いた。

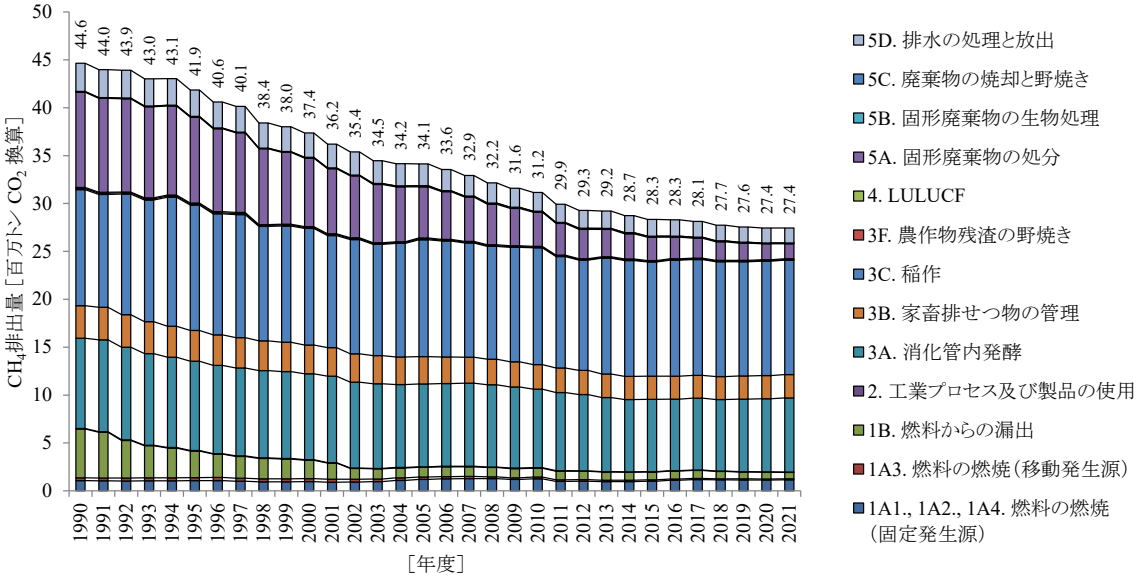


図 2-6　CH_4 排出量の推移

表 2-3　CH_4 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A. 燃料の燃焼	1,349	1,381	1,273	1,433	1,437	1,165	1,111	1,097	1,145	1,234	1,299	1,263	1,243	1,238	1,243
1A1. エネルギー産業	459	400	263	249	270	300	239	225	277	354	390	374	355	401	403
1A2. 製造業・建設業	360	378	370	442	538	465	495	518	526	540	563	568	568	530	547
1A3. 運輸	291	309	312	247	174	159	151	143	137	132	127	124	119	106	104
1A4. その他部門	239	293	327	496	455	241	225	211	205	208	219	198	202	202	189
1B. 燃料からの漏出	5,107	2,773	1,922	1,026	920	882	848	838	816	824	834	764	727	697	685
1B1. 固体燃料	4,895	2,520	1,649	704	600	577	565	570	549	540	554	499	478	469	456
1B2. 石油、天然ガス 他	213	253	273	322	321	305	283	268	267	284	280	265	249	228	229
2. 工業プロセス及び製品の使用	61	58	54	54	54	46	46	43	48	43	43	40	41	38	44
3. 農業	25,062	25,734	24,245	23,795	23,036	22,064	22,354	22,139	21,962	22,058	22,028	21,925	21,973	22,076	22,182
3A. 消化管内発酵	9,423	9,318	8,966	8,651	8,202	7,953	7,737	7,543	7,534	7,481	7,494	7,465	7,563	7,631	7,718
3B. 家畜排せつ物の管理	3,383	3,213	3,007	2,843	2,576	2,530	2,467	2,424	2,420	2,382	2,395	2,396	2,414	2,424	2,458
3C. 稲作	12,129	13,092	12,175	12,216	12,185	11,511	12,078	12,101	11,941	12,128	12,075	12,000	11,931	11,958	11,942
3F. 農作物残渣の野焼き	127	111	96	86	74	71	72	70	67	67	64	65	64	64	64
4. LULUCF	104	95	88	86	78	72	74	92	75	69	91	70	72	70	76
5. 廃棄物	12,963	11,810	9,791	7,746	5,626	5,044	4,785	4,528	4,302	4,075	3,840	3,668	3,500	3,330	3,207
5A. 固形廃棄物の処分	9,940	8,977	7,160	5,353	3,568	3,076	2,861	2,639	2,440	2,248	2,092	1,939	1,807	1,682	1,569
5B. 固形廃棄物の生物処理	54	53	54	95	93	101	100	100	102	103	90	89	82	74	74
5C. 廃棄物の焼却と野焼き	28	29	21	18	12	11	12	10	10	9	10	11	10	9	9
5D. 排水の処理と放出	2,942	2,750	2,556	2,280	1,954	1,855	1,811	1,779	1,749	1,714	1,648	1,629	1,601	1,565	1,555
合計（LULUCF含む）	44,646	41,851	37,374	34,140	31,151	29,275	29,217	28,737	28,348	28,303	28,134	27,730	27,556	27,450	27,438
合計（LULUCF除く）	44,542	41,756	37,286	34,054	31,073	29,202	29,143	28,645	28,273	28,234	28,044	27,660	27,484	27,380	27,361

※LULUCF：土地利用、土地利用変化及び林業

2.1.4. N_2O

2021 年度の N_2O 排出量は 1,990 万トン（CO_2 換算。LULUCF を含む。）であり、温室効果ガス総排出量の 1.7%を占めた。1990 年度比 40.1%の減少、前年度比 1.1%の減少となった。1990 年度からの減少は、工業プロセス及び製品の使用分野からの排出量（化学産業のアジピン酸製造に伴う排出量等）が減少（1990 年度比 89.6%減）したこと等による。なお、1999 年 3 月にアジピン酸製造工場において N_2O 分解設備が稼働したことにより、1998 年度から 1999 年度にかけて工業プロセス及び製品の使用からの排出量が大幅に減少した。2000 年度には N_2O 分解装置の故障により稼働率が低下したため排出量が増加したが、2001 年には通常運転を開始したため排出量が少なくなった。

2021 年度の N_2O 排出量の内訳は、農用地の土壌からの排出が 28%と最も多く、燃料の燃焼（固定発生源）に伴う排出（20%）、家畜排せつ物管理に伴う排出（20%）がこれに続いた。

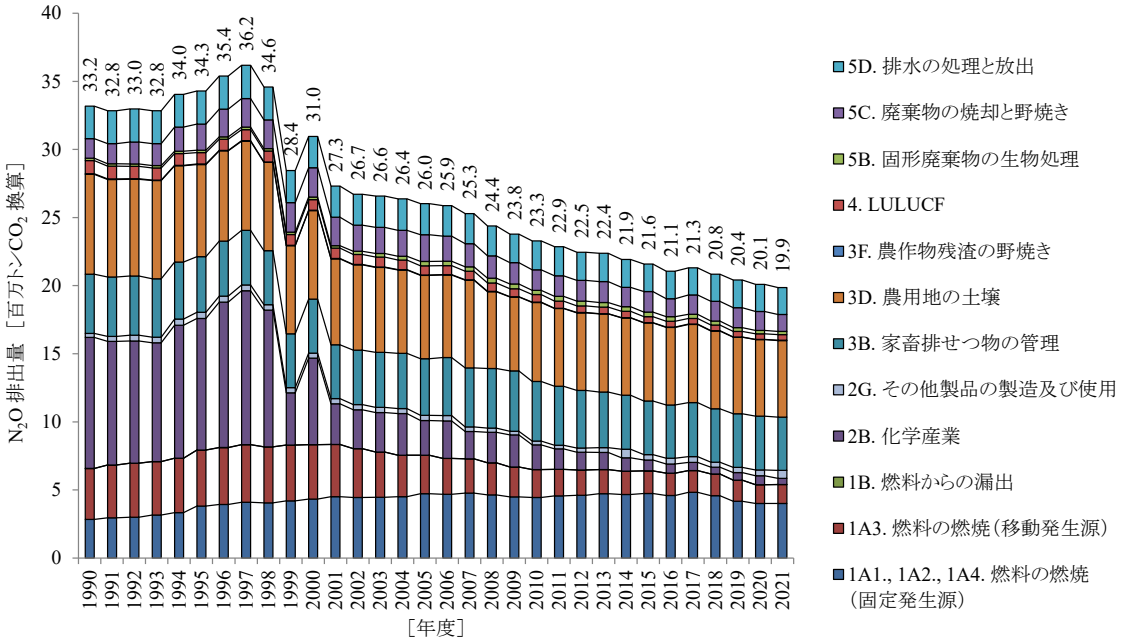


図 2-7　N_2O 排出量の推移

表 2-4　N_2O 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A. 燃料の燃焼	6,578	7,925	8,329	7,545	6,497	6,474	6,497	6,383	6,403	6,228	6,432	6,169	5,723	5,388	5,405
1A1. エネルギー産業	889	1,353	1,613	2,117	2,072	2,290	2,358	2,347	2,388	2,254	2,442	2,263	1,879	1,863	1,904
1A2. 製造業・建設業	1,260	1,706	1,879	1,868	1,724	1,737	1,762	1,722	1,735	1,672	1,672	1,645	1,605	1,483	1,475
1A3. 運輸	3,739	4,104	3,997	2,818	2,054	1,859	1,775	1,708	1,667	1,630	1,608	1,583	1,552	1,379	1,398
1A4. その他部門	689	761	839	742	646	587	602	605	613	672	711	679	688	663	629
1B. 燃料からの漏出	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2. 工業プロセス及び製品の使用	9,911	10,114	6,720	2,926	2,088	1,600	1,618	1,606	1,199	1,105	1,020	876	941	1,087	1,029
2B. 化学産業	9,620	9,665	6,348	2,558	1,813	1,293	1,259	979	798	676	599	506	551	663	446
2G. その他製品の製造及び使用	291	449	371	368	275	308	359	627	402	429	420	370	390	424	583
3. 農業	11,722	10,889	10,493	10,304	10,204	9,949	9,834	9,668	9,683	9,623	9,726	9,648	9,567	9,584	9,558
3B. 家畜排せつ物の管理	4,346	4,091	3,968	4,163	4,376	4,235	4,070	3,968	3,932	3,907	3,958	3,912	3,926	3,939	3,911
3D. 農用地の土壌	7,336	6,763	6,496	6,115	5,806	5,692	5,742	5,679	5,730	5,695	5,749	5,715	5,622	5,626	5,628
3F. 農作物残渣の野焼き	39	34	30	26	23	22	22	22	21	21	20	20	20	20	20
4. LULUCF	966	838	773	681	554	497	474	458	441	426	416	411	409	407	407
5. 廃棄物	4,006	4,525	4,638	4,563	3,939	3,931	3,952	3,801	3,865	3,683	3,714	3,738	3,779	3,621	3,467
5B. 固形廃棄物の生物処理	181	179	181	319	309	338	335	333	340	343	298	296	274	247	245
5C. 廃棄物の焼却と野焼き	1,438	1,908	2,156	1,963	1,515	1,523	1,535	1,423	1,498	1,312	1,423	1,453	1,473	1,395	1,239
5D. 排水の処理と放出	2,387	2,439	2,301	2,280	2,115	2,069	2,082	2,045	2,027	2,028	1,992	1,990	2,033	1,979	1,982
合計（LULUCF含む）	33,184	34,294	30,954	26,020	23,283	22,452	22,376	21,917	21,592	21,065	21,308	20,842	20,420	20,087	19,867
合計（LULUCF除く）	32,218	33,456	30,181	25,339	22,729	21,955	21,901	21,459	21,151	20,639	20,892	20,431	20,011	19,680	19,460

※LULUCF：土地利用、土地利用変化及び林業

2.1.5. HFCs

2021 年[7]の HFCs 排出量は 5,360 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 4.6%を占めた。1990 年比 236%の増加、前年比 2.6%の増加となった。1990 年からの増加は、特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律（昭和 63 年法律第 53 号）の下での規制により HCFC-22 の製造時の副生 HFC-23 が減少（1990 年比 99.2%減）した一方で、オゾン層破壊物質（ODS）である HCFCs から HFCs への代替に伴い冷蔵庫及び空調機器からの排出量が増加（1990 年比 4,950 万トン（CO_2 換算）増）したこと等による。

2021 年の HFCs 排出量の内訳を見ると、冷蔵庫及び空調機器からの排出が 92%と最も多く、発泡剤からの排出（5%）がこれに続いた。

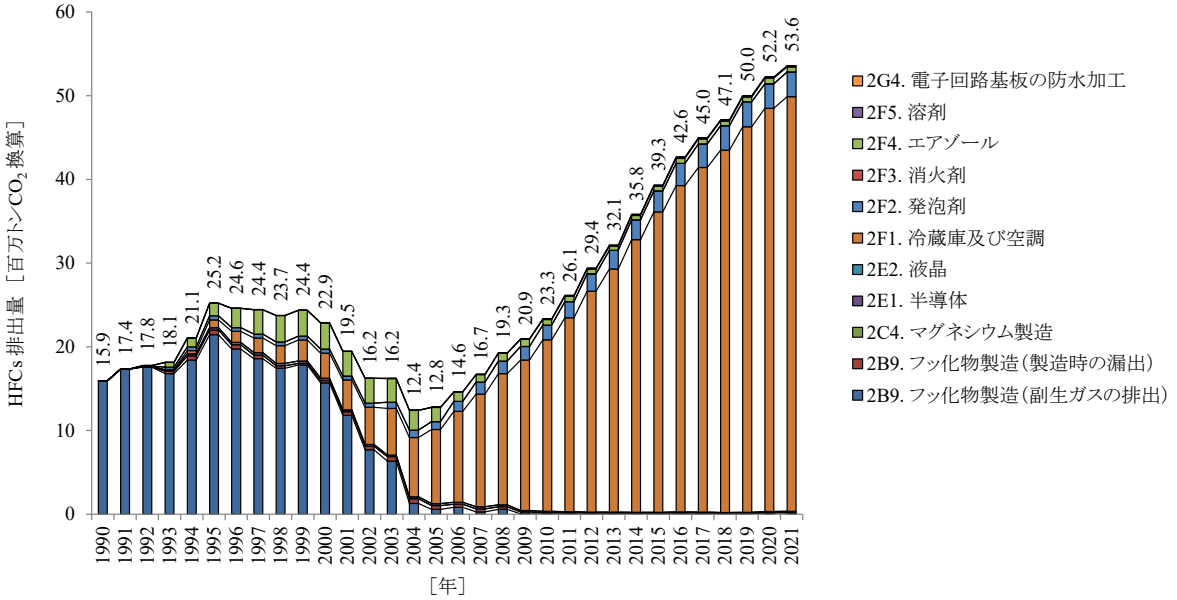


図 2-8　HFCs 排出量の推移

表 2-5　HFCs 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2B9. フッ化物製造	15,930	22,019	15,984	1,035	181	138	147	124	113	172	133	100	132	216	251
副生ガスの排出	15,929	21,460	15,688	586	53	18	16	24	30	24	38	12	13	141	132
製造時の漏出	2	559	296	449	128	120	131	101	83	149	95	88	119	76	120
2C4. マグネシウム製造	NO	NO	NO	NO	NO	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
2E. 電子産業	1	271	285	227	168	124	112	115	115	119	125	115	101	109	107
2E1. 半導体	1	271	283	224	165	122	109	113	113	117	123	113	99	108	106
2E2. 液晶	0.001	0.3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
2F. ODSの代替としての製品の使用	1	2,923	6,582	11,511	22,979	29,115	31,866	35,562	39,052	42,350	44,694	46,867	49,727	51,877	53,194
2F1. 冷蔵庫及び空調	NO	925	2,976	8,865	20,495	26,370	29,030	32,554	35,893	38,972	41,167	43,274	46,044	48,157	49,517
2F2. 発泡剤	1	497	484	937	1,749	2,081	2,229	2,373	2,484	2,651	2,801	2,922	2,979	2,925	2,941
2F3. 消火剤	NO	NO	5	7	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
2F4. エアゾール	NO	1,502	3,117	1,695	666	561	489	503	540	587	600	544	572	659	599
2F5. 溶剤	NO	NO	NO	6	60	94	109	122	126	130	116	117	122	127	128
2G4. 電子回路基板の防水加工	7.7	6.5	7.7	5.2	3.9	3.5	2.8	2.9	2.9	3.0	2.7	2.9	5.8	6.3	6.6
合計	15,940	25,219	22,858	12,779	23,332	29,382	32,129	35,805	39,283	42,645	44,956	47,087	49,968	52,210	53,561

[7] HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 については暦年ベースの排出量を採用した。

2.1.6. PFCs

2021 年の PFCs 排出量は 320 万トン（CO_2 換算）であり、温室効果ガス総排出量の 0.3%を占めた。1990 年比 51.9%の減少、前年比 9.9%の減少となった。1990 年からの減少は、溶剤からの排出量が減少（1990 年比 69.6%減）したこと等による。

2021 年の PFCs 排出量の内訳を見ると、半導体製造時の排出が 49%と最も多く、金属洗浄等の溶剤からの排出（44%）がこれに続いた。

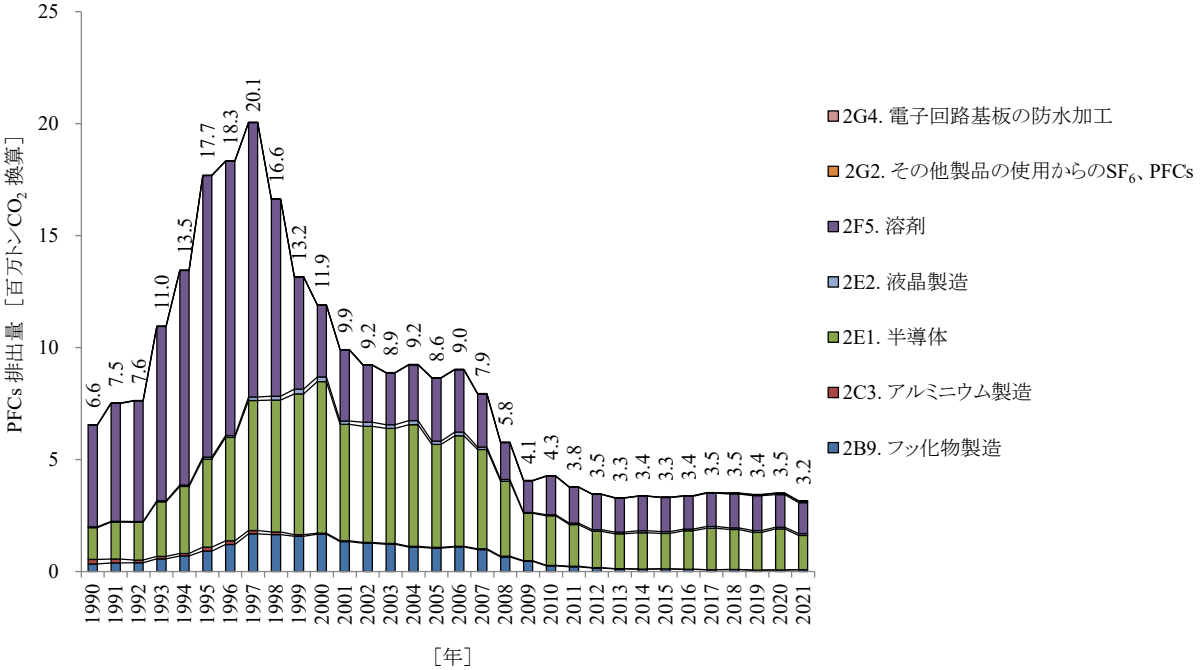


図 2-9　PFCs 排出量の推移

表 2-6　PFCs 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2B9. フッ化物製造	331	914	1,661	1,041	248	148	111	107	115	97	81	87	64	74	79
2C3. アルミニウム製造	204	171	44	36	25	22	16	3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2E. 電子産業	1,455	4,020	6,986	4,746	2,261	1,692	1,631	1,707	1,669	1,792	1,931	1,863	1,761	1,901	1,612
2E1. 半導体	1,423	3,933	6,771	4,594	2,214	1,624	1,556	1,617	1,582	1,721	1,847	1,784	1,686	1,824	1,534
2E2. 液晶	31	87	214	152	46	68	76	90	86	71	84	79	75	77	78
2F5. 溶剤	4,550	12,572	3,200	2,815	1,721	1,583	1,518	1,537	1,517	1,465	1,484	1,505	1,558	1,457	1,382
2G. その他製品の製造及び使用	16	14	16	11	13	7	16	15	14	27	25	45	61	70	82
2G2. その他製品の使用からのSF_6、PFC	NO	NO	NO	0.3	4	NO	10	9	8	21	20	39	49	56	69
2G4. 電子回路基板の防水加工	16	14	16	11	8	7	6	6	6	6	6	6	12	13	14
合計	6,555	17,691	11,906	8,648	4,268	3,452	3,292	3,369	3,314	3,382	3,521	3,501	3,444	3,501	3,156

2.1.7. SF_6

2021 年の SF_6 排出量は 200 万トン（CO_2 換算）であり、総排出量の 0.2%を占めた。1990 年比 84.1%の減少、前年比 0.9%の増加となった。1990 年からの減少は、電力会社を中心としたガスの回収等取扱管理の強化等により電気絶縁ガス使用機器からの排出量が減少（1990 年比 92.6%減）したこと等による。

2021 年の SF_6 排出量の内訳を見ると、その他製品の使用（加速器等）からの排出が 38%と最も多く、電気設備（電気絶縁ガス使用機器）からの排出（29%）、マグネシウム製造からの排出（16%）がこれに続いた。

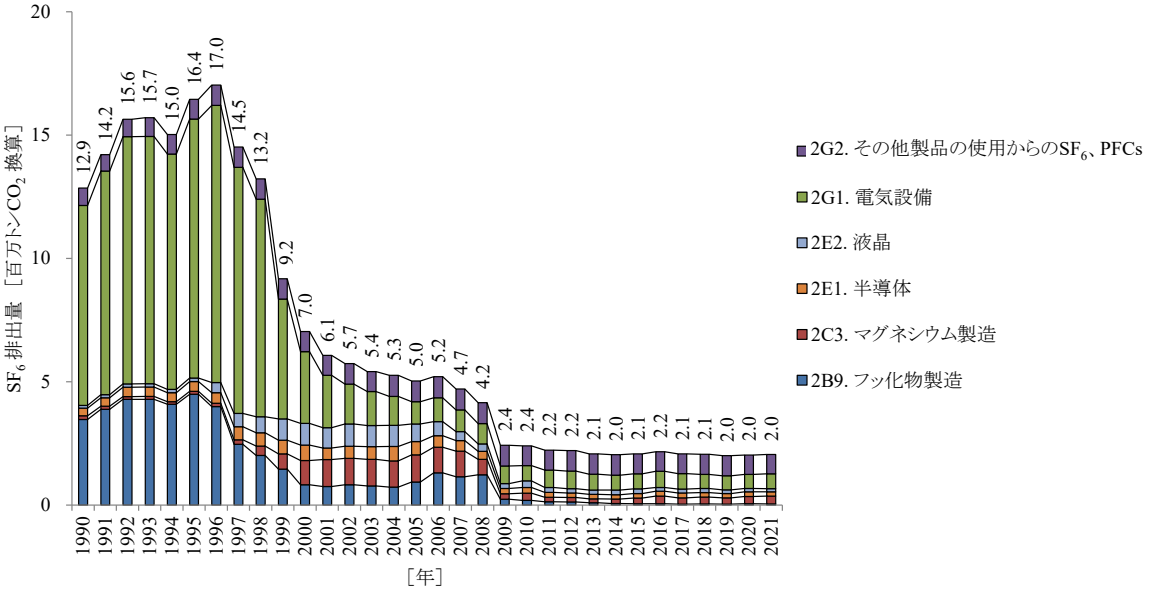


図 2-10　SF_6 排出量の推移

表 2-7　SF_6 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2B9. フッ化物製造	3,471	4,492	821	930	189	123	93	62	52	50	41	46	40	52	46
2C3. マグネシウム製造	147	114	980	1,104	294	182	160	182	228	315	246	274	251	296	319
2E. 電子産業	419	542	1,506	1,252	494	356	351	366	375	349	363	349	321	324	299
2E1. 半導体	309	400	629	540	225	184	181	175	184	192	200	182	174	185	171
2E2. 液晶	110	142	877	712	269	172	170	191	191	157	163	167	147	139	129
2G. その他製品の製造及び使用	8,814	11,300	3,724	1,741	1,422	1,546	1,472	1,429	1,419	1,445	1,421	1,387	1,389	1,356	1,383
2G1. 電気設備	8,112	10,498	2,910	899	622	719	643	602	610	655	620	572	573	571	597
2G2. その他製品の使用からのSF6、PFCs	702	802	815	842	799	827	829	827	809	789	801	815	816	784	786
合計	12,850	16,448	7,031	5,027	2,398	2,207	2,075	2,039	2,075	2,158	2,071	2,055	2,001	2,028	2,047

2.1.8. NF_3

2021 年の NF_3 排出量は 40 万トン（CO_2 換算）であり、総排出量の 0.03%を占めた。1990 年と比べて 1,070%増加、前年比 12.8%の増加となった。1990 年からの増加は、NF_3 へのガス代替に伴い、半導体製造からの排出が増加（1990 年と比べて 1,140%増加）したこと等による。

2021 年の NF_3 排出量の内訳を見ると、半導体製造からの排出が 89%と最も多く、フッ化物製造からの排出（6%）、液晶製造からの排出（5%）がこれに続いた。

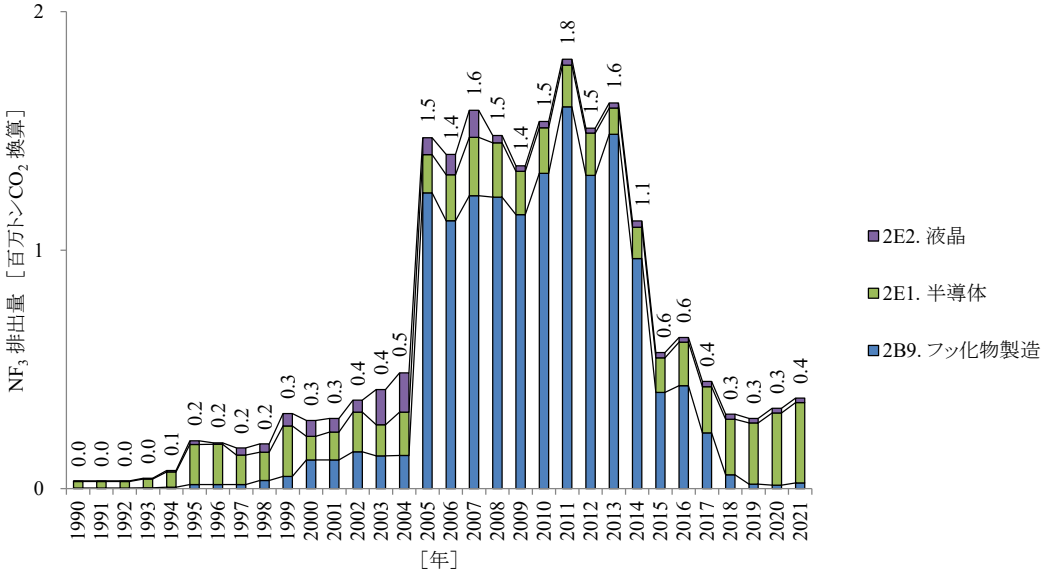


図 2-11　NF_3 排出量の推移

表 2-8　NF_3 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2B9. フッ化物製造	3	17	120	1,240	1,323	1,314	1,486	965	404	432	234	58	19	15	24
2E. 電子産業	30	184	165	232	217	198	131	158	167	203	216	254	275	322	356
2E1. 半導体	27	168	100	161	191	177	110	132	145	183	194	233	257	303	337
2E2. 液晶	3	16	66	71	26	21	21	26	22	20	22	21	19	19	19
合計	33	201	286	1,472	1,540	1,512	1,617	1,123	571	634	450	312	295	337	380

2.1.9. 間接 CO_2

2021 年度の間接 CO_2 排出量 [8]は 190 万トン（CO_2 換算）であり、総排出量の 0.2%を占めた。1990 年度比 65.9%の減少、前年度比 0.3%の増加となった。1990 年度からの減少は、VOC 含有量の低い塗料の利用拡大や吸着装置による VOC の回収処理等により、塗料の使用からの排出量が減少しているためである。

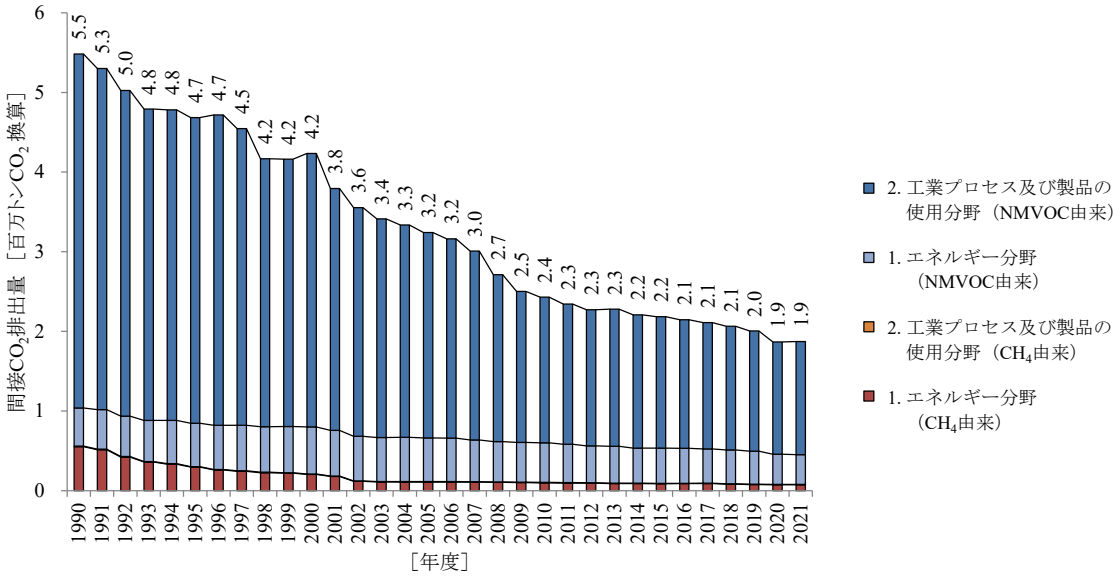


図 2-12　間接 CO_2 排出量の推移

表 2-9　間接 CO_2 排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4由来	559	302	210	114	103	99	95	94	92	93	94	86	82	79	78
1. エネルギー分野	553	296	204	108	97	94	90	89	87	88	89	82	78	74	73
2. 工業プロセス及び製品の使用	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
NMVOC由来	4,922	4,381	4,023	3,126	2,327	2,173	2,184	2,114	2,093	2,054	2,017	1,977	1,924	1,788	1,793
1. エネルギー分野	480	545	589	547	496	465	463	441	443	438	431	426	413	380	375
2. 工業プロセス及び製品の使用	4,442	3,836	3,433	2,579	1,830	1,709	1,721	1,674	1,650	1,616	1,586	1,552	1,511	1,408	1,418
合計	5,482	4,683	4,233	3,240	2,430	2,272	2,279	2,208	2,185	2,147	2,111	2,063	2,006	1,867	1,872

[8] 燃料の燃焼起源、廃棄物の焼却起源及びバイオマス起源の CO、CH_4 及び NMVOC に由来する排出量は、二重計上防止の観点から計上対象外とする。

2.2. 分野ごとの排出及び吸収の状況

2021 年度の温室効果ガス排出量及び吸収量の分野[9]ごとの内訳を見ると、温室効果ガス総排出量に占める割合は、エネルギー分野（間接 CO_2 を含まない。以下、定義省略。）が 86.8%、工業プロセス及び製品の使用分野（間接 CO_2 を含まない。以下、定義省略。）が 8.8%、農業分野が 2.8%、廃棄物分野が 1.5%、間接 CO_2 排出が 0.2%となった。

2021 年度の LULUCF 分野の吸収量の温室効果ガス総排出量に対する割合は 4.4%となった。

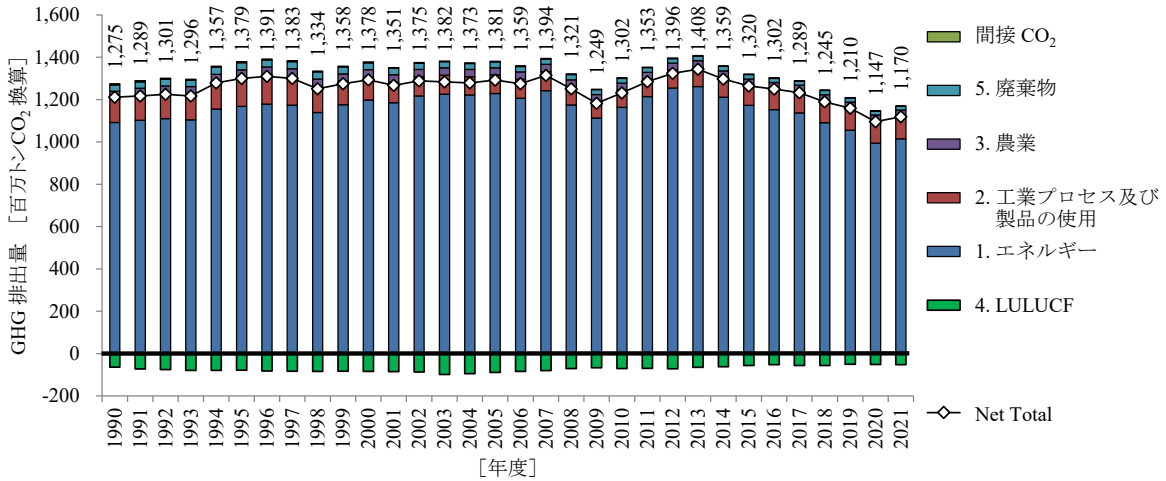


図 2-13　各分野の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

[9] 2006 年 IPCC ガイドライン及び共通報告様式（CRF）に示される Sector を指す。

表 2-10　各分野の温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

［百万トンCO_2換算］	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. エネルギー※1	1,091.9	1,102.3	1,110.4	1,104.4	1,155.4	1,167.4	1,178.9	1,173.5	1,139.3	1,175.9	1,197.8	1,185.6	1,217.2	1,226.1	1,221.9	1,228.8	1,206.1	1,242.3	1,174.4	1,113.0
2. 工業プロセス及び製品の使用※1	109.9	114.5	116.4	118.6	126.1	136.3	138.4	135.5	122.8	110.2	108.3	97.3	90.6	89.4	86.0	87.1	89.9	89.0	84.6	77.4
3. 農業	37.5	37.1	37.9	37.9	38.0	37.1	36.3	36.4	35.2	35.3	35.2	34.5	34.7	34.3	34.1	34.5	34.4	34.7	33.6	33.4
4. LULUCF※2	-63.3	-72.1	-75.8	-79.0	-78.8	-78.6	-82.3	-83.3	-83.7	-83.0	-84.1	-84.7	-86.5	-98.0	-94.6	-88.8	-84.0	-79.9	-70.1	-67.0
5. 廃棄物	30.0	29.9	31.0	30.5	32.9	33.0	33.1	33.5	33.0	32.3	32.0	30.2	29.1	28.7	27.8	27.0	25.7	25.3	25.9	22.8
間接CO_2	5.5	5.3	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	4.5	4.2	4.2	4.2	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.2	3.0	2.7	2.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）	1,269.3	1,283.8	1,295.6	1,291.4	1,352.4	1,373.8	1,386.7	1,378.8	1,330.3	1,353.7	1,373.3	1,347.6	1,371.6	1,378.5	1,369.8	1,377.5	1,356.1	1,391.3	1,318.5	1,246.5
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）	1,206.1	1,211.7	1,219.8	1,212.4	1,273.6	1,295.3	1,304.5	1,295.5	1,246.6	1,270.7	1,289.2	1,262.8	1,285.1	1,280.4	1,275.2	1,288.6	1,272.1	1,311.4	1,248.4	1,179.5
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）	1,274.8	1,289.1	1,300.6	1,296.2	1,357.2	1,378.5	1,391.5	1,383.4	1,334.5	1,357.8	1,377.5	1,351.4	1,375.2	1,381.9	1,373.2	1,380.7	1,359.2	1,394.3	1,321.2	1,249.1
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）	1,211.5	1,217.0	1,224.9	1,217.1	1,278.4	1,299.9	1,309.2	1,300.1	1,250.7	1,274.8	1,293.5	1,266.6	1,288.7	1,283.8	1,278.5	1,291.9	1,275.3	1,314.4	1,251.1	1,182.0

［百万トンCO_2換算］	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. エネルギー※1	1,163.1	1,213.8	1,254.1	1,261.7	1,211.5	1,172.3	1,152.5	1,136.6	1,091.1	1,055.5	994.1	1,015.0
2. 工業プロセス及び製品の使用※1	80.6	82.5	85.1	89.4	92.0	93.0	96.1	98.9	99.9	101.1	100.7	103.3
3. 農業	33.7	32.9	32.6	32.8	32.4	32.1	32.1	32.3	32.0	32.0	32.1	32.2
4. LULUCF※2	-70.9	-69.1	-71.9	-64.7	-61.7	-56.1	-52.3	-56.2	-55.8	-50.7	-51.6	-51.7
5. 廃棄物	22.6	21.6	21.8	21.5	20.7	20.5	19.5	19.0	19.7	19.2	18.0	17.7
間接CO_2	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を除く。）	1,300.0	1,350.7	1,393.6	1,405.4	1,356.5	1,317.8	1,300.1	1,286.7	1,242.7	1,207.7	1,144.9	1,168.1
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を除く。）	1,229.2	1,281.6	1,321.7	1,340.7	1,294.8	1,261.7	1,247.9	1,230.5	1,186.9	1,157.0	1,093.3	1,116.4
総排出量（LULUCF分野除く。間接CO_2を含む。）	1,302.5	1,353.1	1,395.9	1,407.6	1,358.7	1,320.0	1,302.3	1,288.8	1,244.8	1,209.7	1,146.8	1,170.0
純排出/吸収量（LULUCF分野含む。間接CO_2を含む。）	1,231.6	1,284.0	1,324.0	1,343.0	1,297.0	1,263.9	1,250.0	1,232.6	1,189.0	1,159.0	1,095.2	1,118.3

※1 間接CO_2を含まない

※2 LULUCF: 土地利用、土地利用変化及び林業

2.2.1. エネルギー

2021 年度のエネルギー分野の排出量は 10 億 1,500 万トン（CO_2換算）であり、1990 年度比

7.0%の減少、前年度比 2.1%の増加となった。

2021 年度のエネルギー分野の温室効果ガス排出量の内訳を見ると、燃料の燃焼[10]からの CO_2 排出が 99.2%を占め、うち、固体燃料からの CO_2 排出が 42%と最も多く、液体燃料からの CO_2 排出（35%）、気体燃料からの CO_2 排出（21%）がこれに続いた。

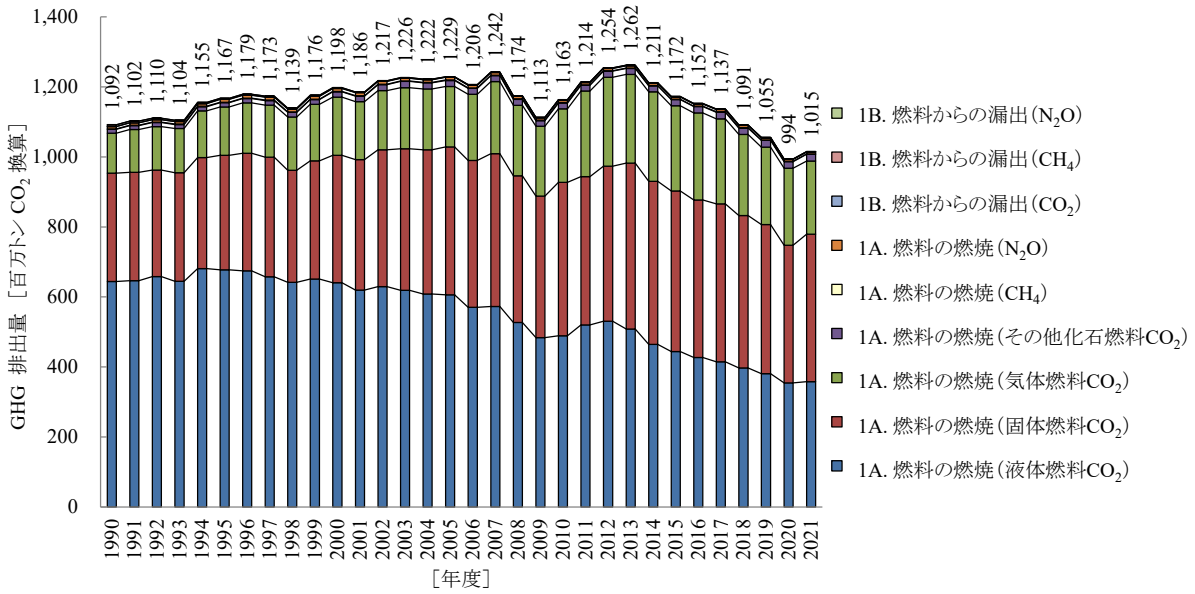


図 2-14　エネルギー分野からの温室効果ガス排出量の推移

表 2-11　エネルギー分野からの温室効果ガス排出量の推移

［千トン CO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A. 燃料の燃焼	1,086,590	1,164,144	1,195,386	1,227,295	1,161,735	1,252,763	1,260,372	1,210,185	1,171,010	1,151,177	1,135,296	1,089,891	1,054,337	993,057	1,013,906
液体燃料 CO_2	644,302	677,416	640,667	606,113	488,924	530,754	508,466	464,737	444,007	427,215	414,494	397,440	380,868	354,279	357,817
固体燃料 CO_2	309,482	327,201	364,079	422,447	438,513	442,778	473,817	465,630	458,776	449,606	451,606	435,175	425,704	393,154	421,340
気体燃料 CO_2	114,167	137,927	166,073	172,415	209,932	254,051	253,378	255,508	243,368	248,829	242,817	231,347	221,419	220,219	209,252
その他化石燃料（廃棄物）CO_2	10,712	12,294	14,966	17,341	16,433	17,541	17,104	16,830	17,311	18,066	18,648	18,497	19,381	18,778	18,848
CH_4	1,349	1,381	1,273	1,433	1,437	1,165	1,111	1,097	1,145	1,234	1,299	1,263	1,243	1,238	1,243
N_2O	6,578	7,925	8,329	7,545	6,497	6,474	6,497	6,383	6,403	6,228	6,432	6,169	5,723	5,388	5,405
1B. 燃料からの漏出	5,302	3,297	2,437	1,536	1,397	1,375	1,289	1,290	1,243	1,285	1,273	1,193	1,116	1,091	1,044
CO_2	192	523	513	509	476	492	441	451	427	460	439	428	389	393	359
CH_4	5,107	2,773	1,922	1,026	920	882	848	838	816	824	834	764	727	697	685
N_2O	2.1	2.1	1.7	1.2	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
1C. CO_2の輸送と貯留	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO,NA	NE,NO,NA	NE,NO,NA	NE,NO,NA	NE,NO	NE,NO
合計	1,091,892	1,167,442	1,197,824	1,228,831	1,163,132	1,254,138	1,261,661	1,211,475	1,172,253	1,152,462	1,136,570	1,091,083	1,055,453	994,148	1,014,950

2.2.2. 工業プロセス及び製品の使用

2021 年度の工業プロセス及び製品の使用分野の排出量は 1 億 330 万トン（CO_2 換算）であり、1990 年度比 6.1%の減少、前年度比 2.5%の増加となった。

2021 年度の工業プロセス及び製品の使用分野の温室効果ガス排出量の内訳を見ると、オゾン層破壊物質（ODS）の代替製品の使用に伴う HFCs 排出が 52%と最も多く、セメント製造時の CO_2 排出等の鉱物産業からの排出（30%）、金属産業からの CO_2 排出（5%）がこれに続いた。

1990 年度からの排出量の減少は、特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律の下での規制により「ODS の代替製品の使用」からの HFCs 排出量が増加したものの、クリンカ生産量の減少に伴うセメント製造時の CO_2 排出量（鉱物産業）が減少したこと、HCFC-22

[10] 燃料種は 2006 年 IPCC ガイドライン及び共通報告様式（CRF）の分類に従う。

の製造時の副生 HFC-23（化学産業）が減少したこと、アジピン酸製造における N_2O 分解設備の稼働によるアジピン酸製造時の N_2O 排出量（化学産業）が減少したこと等により、分野全体では減少しているものである。

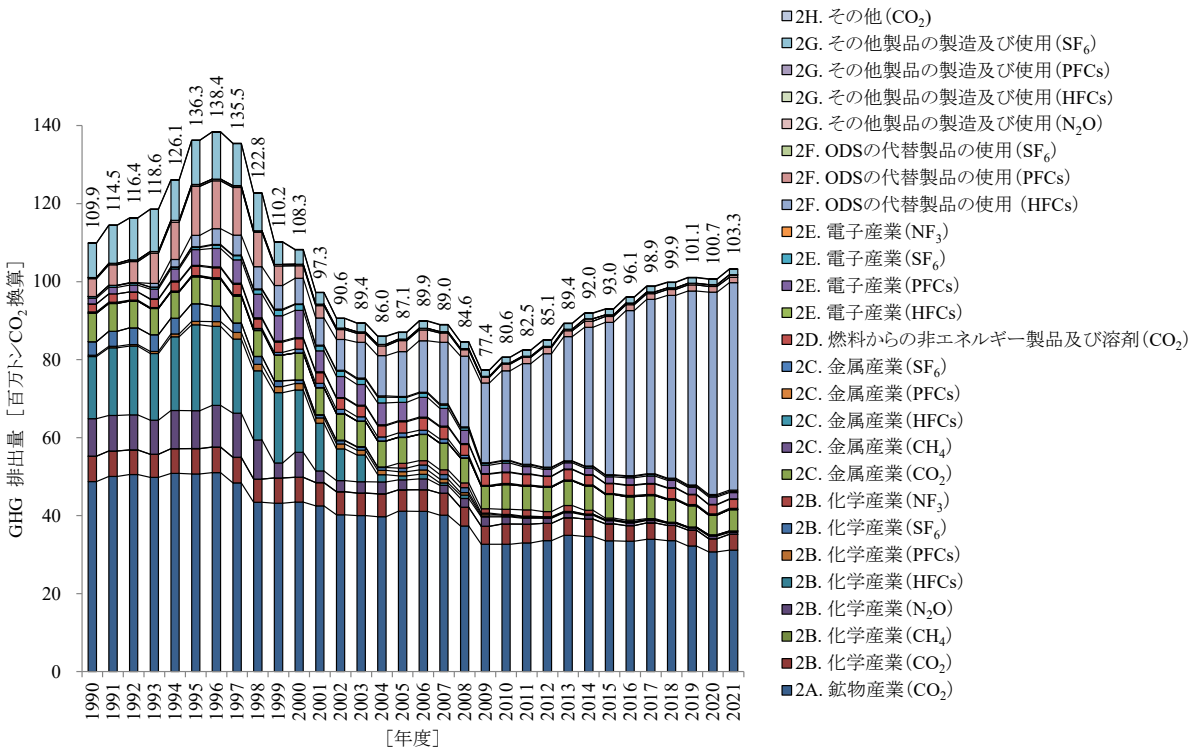


図 2-15　工業プロセス及び製品の使用分野からの温室効果ガス排出量の推移

表 2-12　工業プロセス及び製品の使用分野からの温室効果ガス排出量の推移

［千トンCO_2換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2A. 鉱物産業（CO_2）	48,714	50,689	43,487	41,112	32,676	33,595	34,930	34,678	33,526	33,421	33,940	33,565	32,232	30,703	31,137
2B. 化学産業	35,895	43,639	31,312	12,309	8,933	7,444	7,648	6,704	5,854	5,449	5,293	4,734	4,874	4,409	4,945
CO_2	6,503	6,494	6,343	5,471	5,142	4,400	4,524	4,443	4,341	3,995	4,179	3,915	4,042	3,366	4,072
CH_4	37	37	34	34	36	28	28	25	32	27	25	23	25	24	27
N_2O	9,620	9,665	6,348	2,558	1,813	1,293	1,259	979	798	676	599	506	551	663	446
HFCs	15,930	22,019	15,984	1,035	181	138	147	124	113	172	133	100	132	216	251
PFCs	331	914	1,661	1,041	248	148	111	107	115	97	81	87	64	74	79
SF_6	3,471	4,492	821	930	189	123	93	62	52	50	41	46	40	52	46
NF_3	3	17	120	1,240	1,323	1,314	1,486	965	404	432	234	58	19	15	24
2C. 金属産業	7,639	7,211	7,885	7,797	6,659	6,454	6,546	6,471	6,305	6,323	6,169	6,069	5,718	5,335	5,796
CO_2	7,266	6,905	6,841	6,637	6,322	6,230	6,351	6,267	6,059	5,990	5,904	5,776	5,450	5,023	5,459
CH_4	23	21	20	20	18	18	18	18	17	16	17	18	16	14	17
HFCs	NO	NO	NO	NO	NO	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
PFCs	204	171	44	36	25	22	16	3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF_6	147	114	980	1,104	294	182	160	182	228	315	246	274	251	296	319
2D. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用（CO_2）	2,040	2,377	2,659	2,865	2,750	2,554	2,689	2,532	2,493	2,591	2,700	2,670	2,565	2,332	2,293
2E. 電子産業	1,904	5,016	8,941	6,457	3,140	2,370	2,225	2,346	2,326	2,463	2,634	2,581	2,458	2,656	2,375
HFCs	1	271	285	227	168	124	112	115	115	119	125	115	101	109	107
PFCs	1,455	4,020	6,986	4,746	2,261	1,692	1,631	1,707	1,669	1,792	1,931	1,863	1,761	1,901	1,612
SF_6	419	542	1,506	1,252	494	356	351	366	375	349	363	349	321	324	299
NF_3	30	184	165	232	217	198	131	158	167	203	216	254	275	322	356
2F. ODSの代替製品の使用	4,551	15,495	9,782	14,326	24,699	30,698	33,384	37,098	40,569	43,815	46,178	48,372	51,285	53,333	54,576
HFCs	1	2,923	6,582	11,511	22,979	29,115	31,866	35,562	39,052	42,350	44,694	46,867	49,727	51,877	53,194
PFCs	4,550	12,572	3,200	2,815	1,721	1,583	1,518	1,537	1,517	1,465	1,484	1,505	1,558	1,457	1,382
SF_6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2G. その他製品の製造及び使用	9,129	11,769	4,119	2,125	1,713	1,865	1,849	2,074	1,838	1,903	1,870	1,805	1,846	1,856	2,055
N_2O	291	449	371	368	275	308	359	627	402	429	420	370	390	424	583
HFCs	8	6	8	5	4	4	3	3	3	3	3	3	6	6	7
PFCs	16	14	16	11.3	13	7	16	15	14	27	25	45	61	70	82
SF_6	8,814	11,300	3,724	1,741	1,422	1,546	1,472	1,429	1,419	1,445	1,421	1,387	1,389	1,356	1,383
2H. その他（CO_2）	65	72	87	90	77	100	94	91	97	107	111	105	100	87	81
合計	109,936	136,267	108,272	87,082	80,646	85,078	89,366	91,994	93,007	96,072	98,894	99,902	101,078	100,711	103,258

2.2.3. 農業

2021 年度の農業分野の排出量は 3,220 万トン（CO_2 換算）であり、1990 年度比 14.2%の減少、前年度比 0.2%の増加となった。

2021 年度の農業分野の温室効果ガス排出量の内訳を見ると、稲作からの CH_4 排出（37%）が最も多く、家畜の消化管内発酵に伴う CH_4 排出（24%）、窒素肥料等の施肥に伴う N_2O 排出等の農用地の土壌からの N_2O 排出（17%）がこれに続いた。

1990 年度からの排出量の減少は、無機質窒素肥料施用量、家畜ふん尿由来の有機質肥料施用量の減少により農用地の土壌からの N_2O 排出量が減少したこと、乳用牛の頭数の減少により家畜の消化管内発酵に伴う CH_4 排出が減少したこと等によるものである。

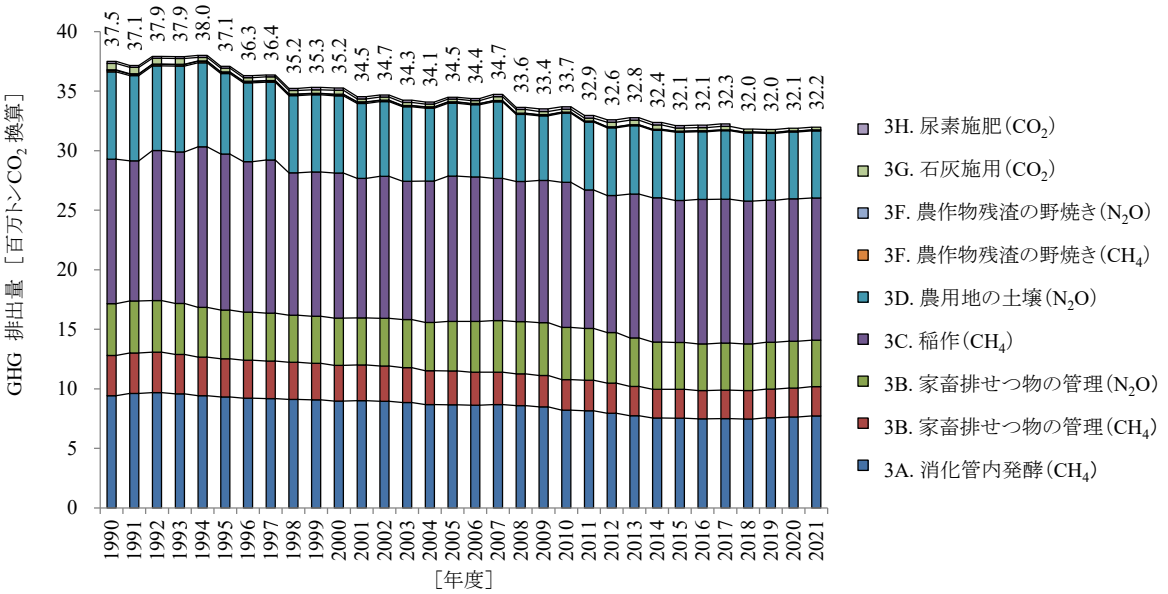


図 2-16　農業分野からの温室効果ガス排出量の推移

表 2-13　農業分野からの温室効果ガス排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3A. 消化管内発酵（CH_4）	9,423	9,318	8,966	8,651	8,202	7,953	7,737	7,543	7,534	7,481	7,494	7,465	7,563	7,631	7,718
3B. 家畜排せつ物の管理	7,729	7,304	6,975	7,005	6,951	6,764	6,537	6,391	6,352	6,289	6,353	6,308	6,340	6,362	6,369
CH_4	3,383	3,213	3,007	2,843	2,576	2,530	2,467	2,424	2,420	2,382	2,395	2,396	2,414	2,424	2,458
N_2O	4,346	4,091	3,968	4,163	4,376	4,235	4,070	3,968	3,932	3,907	3,958	3,912	3,926	3,939	3,911
3C. 稲作（CH_4）	12,129	13,092	12,175	12,216	12,185	11,511	12,078	12,101	11,941	12,128	12,075	12,000	11,931	11,958	11,942
3D. 農用地の土壌（N_2O）	7,336	6,763	6,496	6,115	5,806	5,692	5,742	5,679	5,730	5,695	5,749	5,715	5,622	5,626	5,628
3F. 農作物残渣の野焼き	166	145	126	112	96	93	94	92	88	88	84	85	84	84	84
CH_4	127	111	96	86	74	71	72	70	67	67	64	65	64	64	64
N_2O	39	34	30	26	23	22	22	22	21	21	20	20	20	20	20
3G. 石灰施用（CO_2）	550	304	333	231	243	370	380	363	259	253	294	242	242	233	225
3H. 尿素施用（CO_2）	182	170	168	197	184	172	214	204	215	208	208	208	208	208	208
合計	37,516	37,096	35,239	34,528	33,667	32,555	32,782	32,374	32,119	32,142	32,256	32,023	31,991	32,101	32,174

2.2.4. 土地利用、土地利用変化及び林業

2021 年度の土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）分野の純吸収量（CO_2、CH_4 及び N_2O 排出量を含む。）は 5,170 万トン（CO_2 換算）であり、1990 年度比 18.3%の減少、前年度比 0.2%の増加であった。なお、森林における 2003 年以降の長期的な吸収量の減少傾向は森林の成熟化によるところが大きい。

2021 年度の LULUCF 分野の温室効果ガスの排出・吸収量の内訳を見ると、森林における CO_2 吸収量が 5,830 万トンと最も多く、LULUCF 分野の純吸収量の 113%に相当している。

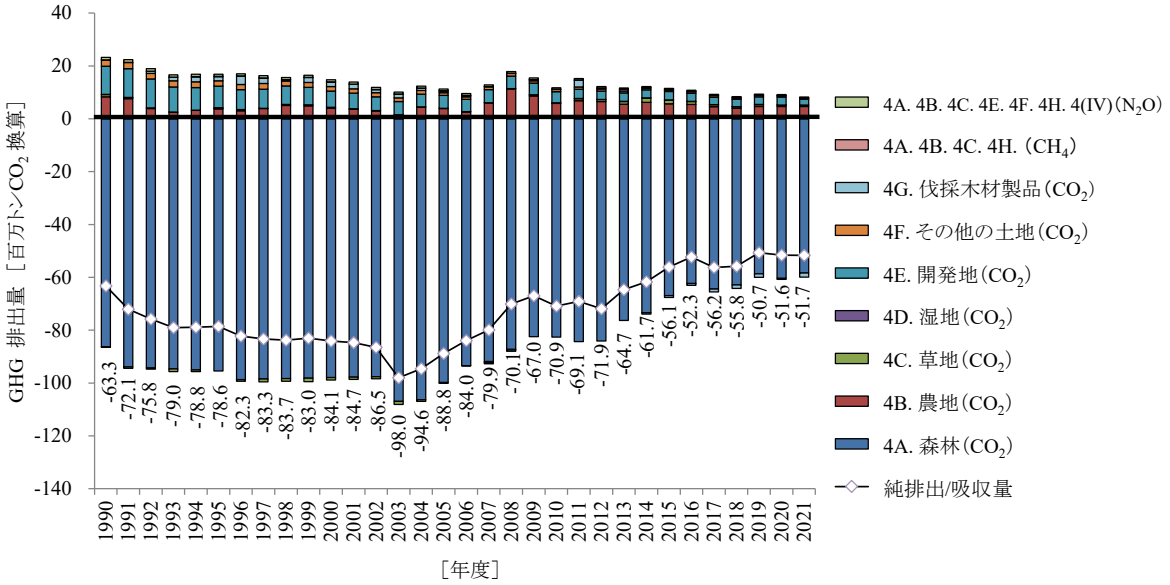


図 2-17　LULUCF 分野からの温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

表 2-14　LULUCF 分野からの温室効果ガス排出量及び吸収量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4A. 森林	-86,200	-95,370	-97,888	-99,741	-82,548	-83,999	-76,251	-73,282	-66,821	-62,282	-64,315	-62,828	-58,621	-60,294	-58,272
CO_2	-86,265	-95,436	-97,953	-99,808	-82,608	-84,056	-76,311	-73,363	-66,884	-62,341	-64,398	-62,890	-58,686	-60,357	-58,343
CH_4	10	10	9	11	5	2	4	23	6	1	23	2	5	3	9
N_2O	55	56	56	56	56	55	56.0	58.0	57.1	57.6	59.9	59.0	60.0	60.0	61.1
4B. 農地	8,408	3,895	4,062	3,966	5,897	6,558	5,522	6,242	5,747	5,492	4,601	4,016	4,730	4,699	4,715
CO_2	8,331	3,827	4,002	3,912	5,846	6,508	5,472	6,193	5,698	5,443	4,552	3,968	4,681	4,650	4,666
CH_4	49	47	45	44	42	41	41	41	40	40	39	39	39	38	38
N_2O	28	21	15	11	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	11
4C. 草地	885	96	-866	-282	161	785	1,100	1,711	1,381	1,085	843	604	724	587	518
CO_2	855	65	-896	-312	131	753	1,069	1,680	1,349	1,055	813	574	694	557	488
CH_4	15	15	15	15	15	15	15	15	16	15	15	15	15	15	15
N_2O	15	15	15	15	15	17	16	16	16	15	15	15	15	15	15
4D. 湿地	68	277	329	34	94	51	18	18	63	62	24	24	24	24	35
CO_2	68	277	329	34	94	51	18	18	63	62	24	24	24	24	35
CH_4	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
N_2O	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO
4E.開発地	11,139	8,575	6,571	5,230	4,428	3,417	3,447	3,306	3,414	3,287	2,970	2,997	3,108	3,159	2,376
CO_2	10,646	8,155	6,180	4,888	4,156	3,182	3,226	3,095	3,213	3,095	2,785	2,815	2,927	2,980	2,197
CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
N_2O	493	420	391	342	272	235	222	211	201	193	185	182	180	180	179
4F.その他の土地	2,367	2,095	1,724	1,109	891	792	718	685	666	650	591	578	528	497	394
CO_2	2,287	2,022	1,659	1,056	852	758	686	655	638	624	567	555	506	476	374
CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
N_2O	80	74	65	53	38	34	31	29	28	26	24	23	22	21	20
4G.伐採木材製品（CO_2）	-264	1,597	1,732	623	42	338	638	-563	-725	-719	-1,098	-1,337	-1,327	-400	-1,596
4H.その他（開発地への転用時の有機質土壌）	34	25	21	19	17	15	15	15	14	14	14	15	15	15	16
CH_4	31	23	19	17	16	14	14	13	13	13	13	13	14	14	14
N_2O	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4(IV) 間接N_2O	290	250	230	202	163	146	139	134	129	125	121	121	120	119	119
合計	-63,272	-78,560	-84,086	-88,841	-70,854	-71,896	-64,654	-61,734	-56,132	-52,286	-56,248	-55,810	-50,700	-51,594	-51,695

2.2.5. 廃棄物

2021 年度の廃棄物分野の排出量は 1,770 万トン（CO_2 換算）であり、1990 年度比 40.9%の減少、前年度比 1.4%の減少となった。

2021 年度の廃棄物分野の温室効果ガス排出量の内訳を見ると、廃プラスチックや廃油等の化石燃料由来の廃棄物の焼却等に伴う CO_2 排出が 58%と最も多く、排水の処理と放出に伴う N_2O 排出（11%）、固形廃棄物の処分（埋立）に伴う CH_4 排出（9%）、排水の処理と放出に伴う CH_4 排出（9%）がこれに続いた。

1990 年度以降の排出量の減少は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和 45 年法律第 137 号）、循環型社会形成推進基本法（平成 12 年法律第 110 号）、個別リサイクル法等の法令の制定・施行により、中間処理による減量化率等が向上し、生分解可能廃棄物最終処分量の減少に伴う最終処分場からの CH_4 排出量が減少したこと等によるものである。

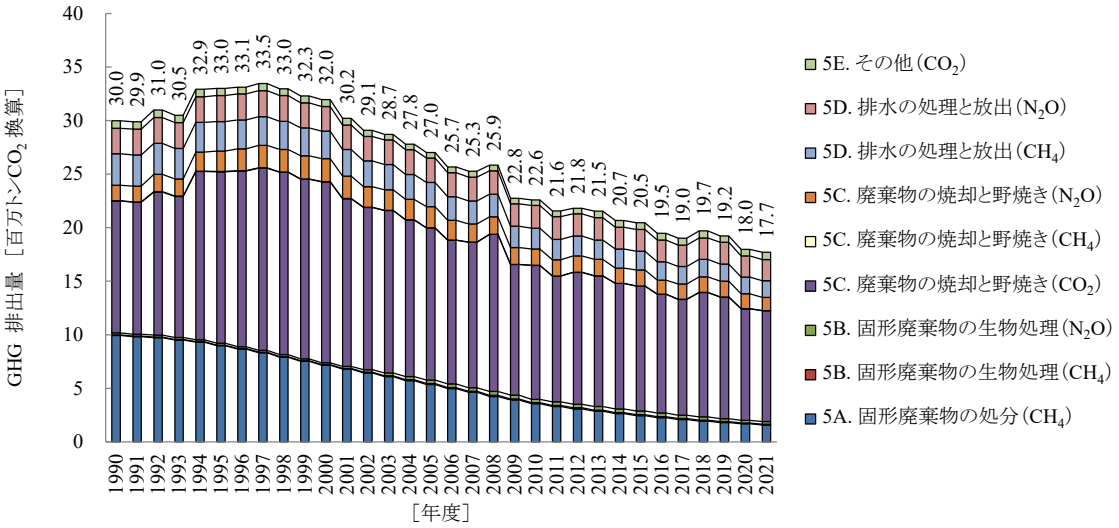


図 2-18　廃棄物分野からの温室効果ガス排出量の推移

表 2-15　廃棄物分野からの温室効果ガス排出量の推移

［千トンCO_2 換算］

排出源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5A. 固形廃棄物の処分（CH_4）	9,940	8,977	7,160	5,353	3,568	3,076	2,861	2,639	2,440	2,248	2,092	1,939	1,807	1,682	1,569
5B. 固形廃棄物の生物処理	235	233	235	414	402	440	435	433	441	446	388	385	356	321	319
CH_4	54	53	54	95	93	101	100	100	102	103	90	89	82	74	74
N_2O	181	179	181	319	309	338	335	333	340	343	298	296	274	247	245
5C. 廃棄物の焼却と野焼き	13,785	17,947	19,061	16,190	14,035	13,853	13,747	13,154	13,174	12,416	12,259	13,091	12,841	11,828	11,606
CO_2	12,319	16,010	16,884	14,209	12,509	12,319	12,200	11,721	11,666	11,095	10,826	11,628	11,358	10,424	10,359
CH_4	28	29	21	18	12	11	12	10	10	9	10	11	10	9	9
N_2O	1,438	1,908	2,156	1,963	1,515	1,523	1,535	1,423	1,498	1,312	1,423	1,453	1,473	1,395	1,239
5D. 排水の処理と放出	5,329	5,189	4,857	4,560	4,069	3,925	3,893	3,825	3,777	3,742	3,640	3,618	3,633	3,544	3,537
CH_4	2,942	2,750	2,556	2,280	1,954	1,855	1,811	1,779	1,749	1,714	1,648	1,629	1,601	1,565	1,555
N_2O	2,387	2,439	2,301	2,280	2,115	2,069	2,082	2,045	2,027	2,028	1,992	1,990	2,033	1,979	1,982
5E. その他（CO_2）	703	668	656	507	527	528	605	617	625	619	637	673	582	597	679
合計	29,990	33,013	31,969	27,024	22,601	21,822	21,541	20,668	20,457	19,471	19,016	19,707	19,220	17,972	17,712

2.2.6. 間接 CO_2

上記、2.1.9. 節を参照のこと。

2.3. 前駆物質及び硫黄酸化物の排出状況

インベントリでは、附属書 I 国のための改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドラインにおいて排出量の報告が義務付けられている 7 種類の温室効果ガス（CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3）以外に前駆物質（窒素酸化物、一酸化炭素、非メタン揮発性有機化合物）及び硫黄酸化物の排出を報告する必要がある。これらの気体の排出状況を以下に示す。

窒素酸化物（NOx）の 2021 年度の排出量は 100 万トンであり、1990 年度比 46.7%の減少、前年度比 0.6%の増加となった。

一酸化炭素（CO）の 2021 年度の排出量は 280 万トンであり、1990 年度比 36.7%の減少、前年度比 1.3%の減少となった [11]。

非メタン揮発性有機化合物（NMVOC）の 2021 年度の排出量は 80 万トンであり、1990 年度比 62.4%の減少、前年度比 0.1%の増加となった。

硫黄酸化物（SO_X）[12]の 2021 年度の排出量は 30 万トンであり、1990 年度比 73.1%の減少、前年度比 0.6%の増加となった。

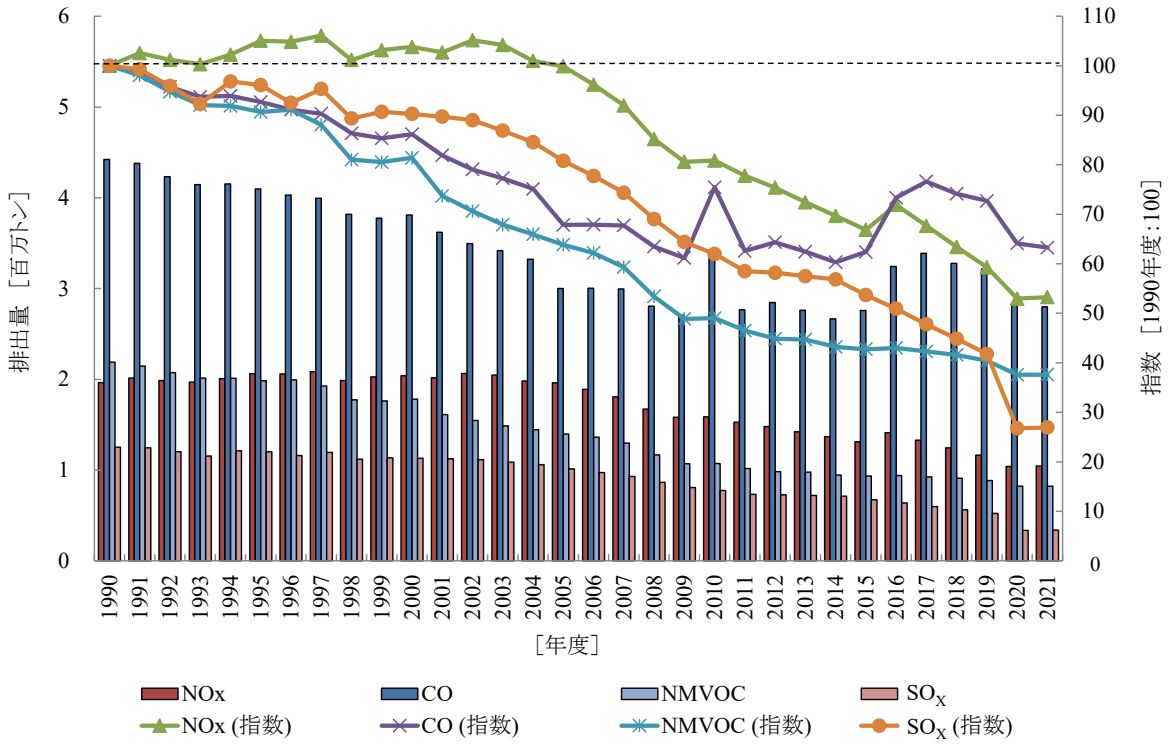


図 2-19 前駆物質及び硫黄酸化物の排出量の推移

（注）折れ線グラフは 1990 年度を 100 とした場合の推移を示している。

[11] 2010 年度の CO 排出量が前年度比で増加したのは自動車の排出係数の変化、2011 年度の CO 排出量が前年度比で減少したのは鉄鋼業の炉種比の変化等による。

[12] SOx のほとんどは、SO_2 で構成される。主な排出源では、SO_2 排出量を計上している。

参考文献

1. 内閣府「国民経済計算」
2. 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）「第 4 次評価報告書」（2007）
3. 総務省統計局「人口推計年報」
4. 総務省統計局「国勢調査」

第 3 章　エネルギー分野

3.1. エネルギー分野の概要

エネルギー分野は、石炭、石油、天然ガス等の化石燃料を燃焼させた際に排出される温室効果ガスを扱う「燃料の燃焼」と、人為的な活動からの意図的又は非意図的な化石燃料由来のガスの放出を扱う「燃料からの漏出」という 2 つの主要なカテゴリーから成る。

日本の社会システムにおいては、生産、運輸、出荷、エネルギー製品の消費等、様々な場面において化石燃料が使われており、温室効果ガスが排出されている。また、CO_2 だけではなく CH_4、N_2O、NOx（窒素酸化物）、CO（一酸化炭素）及び NMVOC（非メタン揮発性有機化合物）など直接的及び間接的な温室効果ガスも排出されている。

2021 年度における当該分野からの温室効果ガス（CO_2、CH_4 及び N_2O）排出量は 1,014,950 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 86.8%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 7.0%の減少となっている。

方法論は下表のとおり。

表 3-1　エネルギー分野で用いている方法論

温室効果ガスの種類	CO_2		CH_4		N_2O	
カテゴリー	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
1.A. 燃料の燃焼	CS,T2	CS	CS,T1,T2,T3	CR,CS,D	CS,T1,T2,T3	CR,CS,D
1. エネルギー産業	CS,T2	CS	CS,T3	CS	CS,T3	CS
2. 製造業・建設業	CS,T2	CS	CS,T1,T3	CR,CS,D	CS,T1,T3	CR,CS,D
3. 運輸	T2	CS	T1,T2,T3	CS,D	T1,T2,T3	CS,D
4. その他部門	CS,T2	CS	CS,T1,T3	CR,CS,D	CS,T1,T3	CR,CS,D
5. その他						
1.B. 燃料からの漏出	CS,T1,T2,T3	CS,D	CS,T1,T2,T3	CS,D	T1	D
1. 固体燃料	CS,T2	CS	T1,T2,T3	CS,D	T1	D
2. 石油・天然ガス等	CS,T1,T3	CS,D	CS,T1,T2	CS,D	T1	D
1.C. CO_2の輸送・貯蔵						

（注）D: IPCC デフォルト値、T1: IPCC Tier 1、T2: IPCC Tier 2、T3: IPCC Tier 3、CS: 国独自の方法または排出係数、CR: CORINAIR

3.2. 燃料の燃焼（1.A.）

燃料の燃焼カテゴリーは、石炭、石油、天然ガス等の化石燃料の燃焼や、エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の燃焼[1]により大気中に排出される温室効果ガスを扱う。

本カテゴリーは、主に発電及び熱供給からの排出を扱う「1.A.1 エネルギー産業」、製造業や建設業からの排出を扱う「1.A.2 製造業・建設業」、旅客や貨物の輸送に伴う排出を扱う「1.A.3 運輸」、業務、家庭、農林水産業からの排出を扱う「1.A.4 その他部門」、その他からの排出を扱う「1.A.5 その他」の 5 部門から構成されている。

[1] エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出は、2008 年提出インベントリまでは廃棄物分野で報告を実施していた。しかし、ERT（専門家審査チーム）の勧告と IPCC ガイドラインのルールに従い、これらの排出は 2009 年提出インベントリよりエネルギー分野で報告している。

表 3-2　燃料の燃焼カテゴリー（1.A）からの温室効果ガス排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	1.A.1. エネルギー産業	kt-CO_2	368,530	378,905	395,494	449,664	473,846	581,481	583,474	553,352	527,291	521,496	507,711	470,166	447,654	435,984	444,313
	a. 発電・熱供給	kt-CO_2	303,055	317,587	330,118	378,044	404,239	516,376	521,862	493,837	468,472	466,072	454,136	414,706	395,384	391,560	396,750
	b. 石油精製	kt-CO_2	36,397	41,085	46,978	50,888	47,715	43,298	42,943	41,103	41,664	37,609	36,811	37,600	35,909	29,496	31,267
	c. 固体燃料製造等	kt-CO_2	29,078	20,232	18,398	20,732	21,892	21,807	18,670	18,412	17,155	17,816	16,763	17,860	16,361	14,928	16,296
	1.A.2. 製造業・建設業	kt-CO_2	349,816	357,726	346,942	334,558	301,071	299,834	304,851	297,269	288,073	274,254	269,935	267,446	259,973	233,704	249,549
	a. 鉄鋼	kt-CO_2	150,691	143,097	152,106	154,168	153,154	151,286	157,550	155,101	148,878	142,757	139,752	136,179	134,140	111,995	124,784
	b. 非鉄金属	kt-CO_2	8,429	7,381	6,311	5,686	3,964	3,994	3,743	3,635	3,242	3,499	3,120	3,283	2,869	2,778	3,016
	c. 化学	kt-CO_2	58,039	64,339	59,518	54,952	50,118	47,332	48,266	46,579	45,564	42,362	42,878	42,207	42,119	39,598	42,619
	d. パルプ・紙・印刷	kt-CO_2	27,106	31,428	31,672	29,732	22,646	23,812	23,832	22,899	23,308	20,847	20,489	20,430	18,984	17,870	17,728
	e. 食品加工・飲料・たばこ	kt-CO_2	7,649	10,133	11,468	12,169	9,830	10,535	9,811	9,521	8,471	8,414	7,762	8,738	7,689	8,189	7,988
	f. 窯業土石	kt-CO_2	43,634	46,461	40,100	35,443	28,716	28,839	29,804	28,989	28,059	27,096	26,880	26,996	25,844	25,160	24,886
	g. その他	kt-CO_2	54,267	54,888	45,766	42,407	32,642	34,036	31,846	30,545	30,551	29,279	29,055	29,614	28,329	28,113	28,528
	1.A.3. 運輸	kt-CO_2	202,140	242,797	253,091	238,065	221,969	218,004	215,115	210,149	208,875	207,066	205,253	203,016	199,022	176,575	177,911
	a. 国内航空	kt-CO_2	7,162	10,278	10,677	10,799	9,193	9,524	10,149	10,173	10,067	10,187	10,399	10,537	10,488	5,238	6,819
	b. 道路輸送	kt-CO_2	180,367	217,028	226,690	213,605	201,457	197,158	193,437	188,540	187,641	185,722	183,803	181,451	177,628	160,907	160,345
	c. 鉄道	kt-CO_2	935	822	711	647	574	554	540	524	523	499	520	492	490	468	468
	d. 国内船舶	kt-CO_2	13,675	14,669	15,012	13,014	10,745	10,769	10,989	10,912	10,645	10,659	10,530	10,537	10,417	9,962	10,279
	e. その他輸送	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.A.4. その他部門	kt-CO_2	158,178	175,411	190,258	196,029	156,916	145,805	149,324	141,936	139,223	140,900	144,667	141,830	140,722	140,168	135,485
	a. 業務	kt-CO_2	79,069	88,210	98,179	105,958	74,900	66,992	74,228	69,192	67,111	67,284	67,349	74,393	70,692	68,805	68,202
	b. 家庭	kt-CO_2	58,167	67,477	72,226	70,395	64,217	62,626	60,319	58,014	55,392	55,712	59,260	52,156	53,361	55,807	51,573
	c. 農林水産業	kt-CO_2	20,942	19,723	19,853	19,676	17,800	16,186	14,777	14,730	16,720	17,905	18,058	15,280	16,669	15,556	15,710
	1.A.5. その他	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	a. 固定発生源	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	b. 移動発生源	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計	kt-CO_2	1,078,663	1,154,838	1,185,785	1,218,316	1,153,802	1,245,124	1,252,764	1,202,705	1,163,462	1,143,716	1,127,565	1,082,459	1,047,371	986,431	1,007,257
CH_4	1.A.1. エネルギー産業	kt-CH_4	18.37	16.01	10.53	9.94	10.79	12.02	9.57	9.00	11.07	14.15	15.59	14.95	14.19	16.03	16.14
	a. 発電・熱供給	kt-CH_4	0.82	1.02	1.31	1.21	1.19	5.02	3.61	3.36	5.63	8.45	10.33	9.92	9.29	11.60	11.66
	b. 石油精製	kt-CH_4	0.09	0.11	0.22	1.51	2.50	0.12	0.12	0.11	0.21	0.26	0.32	0.34	0.33	0.26	0.28
	c. 固体燃料製造等	kt-CH_4	17.46	14.88	9.01	7.22	7.10	6.88	5.84	5.52	5.24	5.45	4.94	4.69	4.57	4.17	4.20
	1.A.2. 製造業・建設業	kt-CH_4	14.39	15.14	14.82	17.68	21.52	18.58	19.82	20.74	21.04	21.59	22.53	22.70	22.71	21.21	21.88
	a. 鉄鋼	kt-CH_4	4.66	4.28	5.03	7.03	9.19	6.57	6.84	7.08	7.82	8.57	9.13	9.10	9.12	7.85	8.71
	b. 非鉄金属	kt-CH_4	0.39	0.36	0.29	0.23	0.18	0.25	0.24	0.25	0.24	0.27	0.27	0.28	0.24	0.23	0.26
	c. 化学	kt-CH_4	0.31	0.32	0.49	1.27	2.38	0.87	0.87	0.78	0.72	0.67	0.64	0.68	0.63	0.63	0.66
	d. パルプ・紙・印刷	kt-CH_4	1.06	1.06	1.13	1.34	1.60	1.33	1.43	1.50	1.51	1.43	1.48	1.56	1.47	1.33	1.42
	e. 食品加工・飲料・たばこ	kt-CH_4	0.09	0.13	0.15	0.16	0.14	0.37	0.50	0.59	0.75	0.93	1.02	1.14	1.03	1.08	1.07
	f. 窯業土石	kt-CH_4	4.16	4.96	3.94	3.63	3.08	2.89	3.18	3.18	2.98	2.81	2.71	2.83	2.71	2.66	2.63
	g. その他	kt-CH_4	3.72	4.02	3.79	4.03	4.95	6.30	6.75	7.36	7.02	6.92	7.28	7.11	7.50	7.41	7.12
	1.A.3. 運輸	kt-CH_4	11.65	12.36	12.48	9.88	6.97	6.37	6.03	5.70	5.46	5.28	5.09	4.94	4.76	4.23	4.14
	a. 国内航空	kt-CH_4	0.23	0.26	0.29	0.22	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05
	b. 道路輸送	kt-CH_4	10.10	10.68	10.76	8.43	5.87	5.28	4.96	4.64	4.42	4.24	4.06	3.92	3.75	3.28	3.15
	c. 鉄道	kt-CH_4	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	d. 国内船舶	kt-CH_4	1.27	1.36	1.39	1.20	1.00	1.00	0.98	0.97	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93	0.89	0.92
	e. その他輸送	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.A.4. その他部門	kt-CH_4	9.55	11.73	13.10	19.83	18.20	9.63	9.01	8.46	8.22	8.31	8.75	7.92	8.07	8.07	7.57
	a. 業務	kt-CH_4	1.30	3.01	4.23	10.27	8.96	2.34	2.08	1.76	1.74	1.72	1.81	1.86	1.88	1.60	1.64
	b. 家庭	kt-CH_4	7.04	7.71	7.88	7.69	6.89	6.69	6.38	6.12	5.82	5.88	6.27	5.46	5.54	5.81	5.30
	c. 農林水産業	kt-CH_4	1.21	1.02	0.99	1.86	2.35	0.59	0.55	0.58	0.66	0.71	0.67	0.60	0.64	0.66	0.64
	1.A.5. その他	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	a. 固定発生源	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	b. 移動発生源	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計	kt-CH_4	53.96	55.24	50.93	57.33	57.46	46.60	44.42	43.89	45.80	49.34	51.96	50.52	49.73	49.54	49.73
		kt-CO_2換算	1,349	1,381	1,273	1,433	1,437	1,165	1,111	1,097	1,145	1,234	1,299	1,263	1,243	1,238	1,243
N_2O	1.A.1. エネルギー産業	kt-N_2O	2.98	4.54	5.41	7.10	6.95	7.68	7.91	7.88	8.01	7.56	8.19	7.59	6.31	6.25	6.39
	a. 発電・熱供給	kt-N_2O	1.72	3.09	3.72	5.32	5.13	6.12	6.61	6.64	6.69	6.27	6.92	6.43	5.31	5.27	5.30
	b. 石油精製	kt-N_2O	1.05	1.31	1.58	1.61	1.61	1.42	1.21	1.17	1.26	1.22	1.21	1.10	0.95	0.93	1.04
	c. 固体燃料製造等	kt-N_2O	0.22	0.14	0.12	0.17	0.21	0.14	0.09	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
	1.A.2. 製造業・建設業	kt-N_2O	4.23	5.73	6.30	6.27	5.79	5.83	5.91	5.78	5.82	5.61	5.61	5.52	5.38	4.98	4.95
	a. 鉄鋼	kt-N_2O	1.12	1.34	1.40	1.47	1.50	1.26	1.32	1.32	1.34	1.33	1.33	1.28	1.35	1.20	1.18
	b. 非鉄金属	kt-N_2O	0.25	0.23	0.21	0.08	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05
	c. 化学	kt-N_2O	0.74	1.19	1.20	1.04	0.96	1.03	1.07	1.00	1.00	0.91	1.01	0.94	0.93	0.87	0.94
	d. パルプ・紙・印刷	kt-N_2O	0.48	0.91	0.95	0.98	1.14	1.18	1.23	1.26	1.26	1.22	1.19	1.19	1.07	0.84	0.87
	e. 食品加工・飲料・たばこ	kt-N_2O	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	f. 窯業土石	kt-N_2O	0.80	1.06	1.73	1.98	1.56	1.62	1.65	1.62	1.66	1.59	1.53	1.54	1.51	1.51	1.38
	g. その他	kt-N_2O	0.80	0.94	0.76	0.64	0.50	0.62	0.52	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.43	0.46	0.47
	1.A.3. 運輸	kt-N_2O	12.55	13.77	13.41	9.46	6.89	6.24	5.96	5.73	5.59	5.47	5.39	5.31	5.21	4.63	4.69
	a. 国内航空	kt-N_2O	0.21	0.29	0.32	0.32	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.30	0.15	0.20
	b. 道路輸送	kt-N_2O	11.60	12.77	12.41	8.53	6.10	5.45	5.17	4.95	4.82	4.70	4.62	4.55	4.45	4.04	4.04
	c. 鉄道	kt-N_2O	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18
	d. 国内船舶	kt-N_2O	0.36	0.39	0.40	0.34	0.28	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25	0.26
	e. その他輸送	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.A.4. その他部門	kt-N_2O	2.31	2.55	2.82	2.49	2.17	1.97	2.02	2.03	2.06	2.26	2.38	2.28	2.31	2.22	2.11
	a. 業務	kt-N_2O	1.51	1.78	2.08	1.79	1.56	1.40	1.49	1.52	1.52	1.70	1.81	1.78	1.79	1.69	1.62
	b. 家庭	kt-N_2O	0.28	0.32	0.35	0.34	0.29	0.28	0.27	0.25	0.24	0.24	0.26	0.22	0.22	0.23	0.21
	c. 農林水産業	kt-N_2O	0.53	0.45	0.38	0.36	0.32	0.29	0.26	0.26	0.29	0.32	0.31	0.28	0.30	0.30	0.28
	1.A.5. その他	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	a. 固定発生源	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	b. 移動発生源	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計	kt-N_2O	22.07	26.59	27.95	25.32	21.80	21.73	21.80	21.42	21.49	20.90	21.58	20.70	19.21	18.08	18.14
		kt-CO_2換算	6,578	7,925	8,329	7,545	6,497	6,474	6,497	6,383	6,403	6,228	6,432	6,169	5,723	5,388	5,405
全ガス合計		kt-CO_2換算	1,086,590	1,164,144	1,195,386	1,227,295	1,161,735	1,252,763	1,260,372	1,210,185	1,171,010	1,151,177	1,135,296	1,089,891	1,054,337	993,057	1,013,906

2021 年度における本カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 1,013,906 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 86.7%を占めている。また、ガス別の内訳をみると、CO_2 が本カテゴリーからの温室効果ガス排出量の 99.3%を占めている。

2021 年度における本カテゴリーからの CO_2 排出量を前年度と比較すると 2.1%の増加とな

った。これは、製造業・建設業（1.A.2）における排出が増加したこと等による。

部門別に CO_2 排出量の増減をみると、エネルギー産業（1.A.1）における排出は、1990 年度比で 20.6%増加、前年度比で 1.9%の増加となった。1990 年度からの排出量の増加は、火力発電の増加等による。1990 年度から 2007 年度までは電力需要が増加傾向にあり、それに伴い排出量が増加傾向にあった。2011 年度から 2013 年度は東日本大震災をきっかけとした原子力発電所の稼働停止に伴う火力発電の比率の増加もあり排出量が増加した。それ以降は、再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働などが進み排出量が減少している。

製造業・建設業（1.A.2）における CO_2 排出は、1990 年度比で 28.7%減少、前年度比で 6.8%の増加となった。1990 年度からの排出量の減少は、液体燃料消費量が減少したこと等による。排出量の推移は経済産業省「鉱工業生産指数」の変化の傾向とある程度の関連がみられるが、2000 年代中盤においては「鉱工業生産指数」の伸びに比して排出量は横ばいで推移している。これは省エネルギーの進展等による。（資源エネルギー庁、2020）

運輸（1.A.3）における CO_2 排出は、1990 年度比で 12.0%減少、前年度比で 0.8%の増加となった。1990 年度からの排出量の減少は、乗用車からの排出量が増加した一方で、貨物からの排出量が減少したことによる。自動車からの排出量は 1990 年代にかけて走行量の増加に伴い増加傾向にあったが、2000 年代に入り燃費の改善等により減少傾向にある。新型コロナウイルス感染症の影響により 2020 年度の走行量は激減した。

その他部門（1.A.4）における CO_2 排出は、1990 年度比で 14.3%減少、前年度比で 3.3%の減少となった。1990 年度からの排出量の減少は、液体燃料消費量が減少したこと等による。2005 年度までは経済産業省「第三次産業活動指数」の変化の傾向と業務他からの排出量にある程度の関連がみられるが、それ以降、液体燃料の需要減少により排出量は減少傾向にある。

2012 年提出インベントリの対日審査（FCCC/ARR/2012/JPN　パラグラフ 33）において、エネルギー分野の排出量増減傾向の要因に関する情報の透明性を改善することが勧告された。これに対応するため、排出量の増減傾向に関連する指標を下表に示す。なお、これらの指標は排出量の算定に用いていないことに留意されたい。また、排出量の推移の図を第 2 章に掲載しているので、そちらも併せて参照されたい。

表 3-3　燃料の燃焼カテゴリー（1.A）からの温室効果ガス排出量に関連する指標の推移

No.	関連ｻﾌﾞｶﾃｺﾞﾘｰ	項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	1.A. 燃料の燃焼	最終電力消費	TWh	765	872	973	1,025	1,035	991	990	974	949	951	965	946	927	913	924
2	1.A.2. 製造業・建設業	鉱工業生産指数	2015年=100	109.1	103.3	107.7	109.3	101.2	97.8	101.1	100.5	99.8	100.6	103.5	103.8	99.9	90.3	95.5
3	1.A.3.b. 道路輸送	自動車の走行量	十億台キロ	585	673	728	727	708	723	724	718	721	730	740	748	745	666	650
4	1.A.4.a. 業務	第三次産業活動指数	2015年=100	83.8	90.8	95.2	100.7	97.6	99.6	100.8	99.2	100.3	100.5	101.9	103.0	102.3	95.3	97.5

（出典）1: 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、2: 経済産業省、3: 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」等、4: 経済産業省

3.2.1. レファレンスアプローチと部門別アプローチの比較

ここでは、UNFCCC インベントリ報告ガイドライン（決定 24/CP.19　附属書 I）のパラグラフ 40 に則り、レファレンスアプローチと部門別アプローチの比較を行う。部門別アプローチの方法論については 3.2.4. b）節を参照のこと。

3.2.1.1. レファレンスアプローチの方法論

レファレンスアプローチは燃焼による CO_2 排出量を一国のエネルギー供給データを用いて算定する方法である。レファレンスアプローチにより算定した CO_2 排出量は、我が国の総排

出量には含めず、部門別アプローチの検証目的に用いる。

レファレンスアプローチによる CO_2 排出量は次式で算定した。

$$E = \sum_i [(A_i - N_i) \times GCV_i \times 10^{-3} \times EF_i \times OF_i] \times 44/12$$

E　：化石燃料の燃焼に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
A　：見かけのエネルギー消費量（固有単位［t, kL,$10^3 \times m^3$］）
N　：非エネルギー利用量（固有単位）
GCV　：総発熱量（高位発熱量）［MJ/固有単位］
EF　：炭素排出係数［t-C/TJ］
OF　：酸化率
i　：エネルギー源

見かけのエネルギー消費量 *A* は次式で算定した。

一次エネルギー：　$A = P + IM - EX \pm SC - IB$

二次エネルギー：　$A = IM - EX \pm SC - IB$

表 3-4　レファレンスアプローチ算定式各項の出所

記号	項	出所 [2]
P	生産量	・ 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の国内産出（#110000） ・ 廃棄物に限り部門別アプローチの消費量 [3]
IM	輸入量	同統計の輸入（#120000）＋国際バンカー油（3.2.2. 節参照）
EX	輸出量	同統計の輸出（#160000）
SC	在庫変動	同統計の供給在庫変動（#170000）
IB	国際バンカー油	3.2.2. 節参照
N	非エネルギー利用	同統計の非エネルギー利用（#950000）（3.2.3. 節参照）

炭素排出係数、酸化率、高位発熱量は部門別アプローチと共通である。3.2.4. b）節を参照のこと。

レファレンスアプローチによる算定結果の詳細は共通報告様式（CRF）表 1.A(b)に示している。同表の燃料種と「総合エネルギー統計」の燃料種の対応関係を別添 4 に掲載しているので参照のこと。

○ CRF 報告値と IEA 報告値の相違点

日本が共通報告様式（CRF）にて報告しているエネルギー需給データと、国際エネルギー機関（IEA）にて報告しているエネルギー需給データに相違が生じているものがある。その相違や理由について詳細を別添 4（A4.1）に掲載しているので参照のこと。

3.2.1.2. エネルギー消費量の差異について

1990～2021 年度におけるエネルギー消費量の差異 [4]の変動幅は、-1.79%（2012 年度）～+1.76%（2004 年度）となっている。

なお、エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却のエネルギー消費量は、国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドラインに従い、部門別アプローチに報告している。

[2] #から始まる数字は「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）の対応する部門（行）番号を示す。
[3] 2018 年提出インベントリの対日審査における勧告（FCCC/ARR/2018/JPN　E.11）への対応
[4] 差異＝(RA-SA)/SA
RA：レファレンスアプローチ、SA：部門別アプローチ

また、2004 年度の石炭系燃料（固体燃料）において大きな差異（+10.63%）が生じている。これは、2004 年度の製造業の原料炭（$0110[5]）の消費側の在庫が増加したため、供給側から算定するレファレンスアプローチと消費側から算定する部門別アプローチとの間で大きな差異が生じたことを意味する。更に、2008 年度の石炭系燃料（固体燃料）においても大きな差異（+6.82%）が生じているが、これも 2004 年度と同様に製造業の輸入一般炭（$0121）の在庫が増加したためである。なお、ここで言う在庫変動は、エネルギー供給部門における在庫変動（供給在庫変動）ではなく、エネルギー転換部門及び最終エネルギー消費部門における在庫変動（転換・消費在庫変動）であることに留意されたい。

3.2.1.3. CO_2 排出量の差異について

1990～2021 年度における CO_2 排出量の差異の変動幅は、-0.74%（1990 年度）～+3.83%（2004 年度）となっている。

なお、エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの CO_2 排出量は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）ではなく、燃料の燃焼（カテゴリー1.A.）にて報告している。

また、石炭系燃料（固体燃料）の 2004 年度、2008 年度の差異が大きく、それぞれ+9.94%、+6.24%となり、2005 年度、2009 年度の差異が小さく（それぞれ+2.05%、-1.92%）なっているが、これは先に述べたエネルギー消費量の差異と同様の理由によるものである。

表 3-5　エネルギー消費量の比較[6]

[PJ]

	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
レファレンスアプローチ															
液体燃料	9,526	10,132	9,442	8,919	7,179	7,640	7,395	6,811	6,501	6,271	6,180	5,821	5,545	5,144	5,333
固体燃料	3,285	3,603	4,180	4,763	4,979	4,864	5,284	5,079	5,137	5,022	5,024	4,927	4,830	4,401	4,789
気体燃料	2,042	2,465	3,050	3,275	3,979	4,854	4,882	4,948	4,646	4,718	4,686	4,499	4,271	4,262	3,988
その他化石燃料	281	318	373	457	452	473	462	468	464	496	507	494	510	489	487
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	**15,135**	**16,518**	**17,045**	**17,415**	**16,589**	**17,831**	**18,024**	**17,306**	**16,747**	**16,507**	**16,396**	**15,741**	**15,155**	**14,296**	**14,596**
部門別アプローチ															
液体燃料	9,459	9,973	9,451	8,949	7,261	7,850	7,463	6,839	6,544	6,294	6,122	5,885	5,636	5,246	5,300
固体燃料	3,368	3,598	3,986	4,638	4,819	4,878	5,223	5,124	5,049	4,956	4,981	4,826	4,723	4,374	4,676
気体燃料	2,209	2,667	3,226	3,355	4,093	4,954	4,939	4,981	4,744	4,850	4,731	4,535	4,341	4,319	4,101
その他化石燃料	281	318	373	457	452	473	462	468	464	496	507	494	510	489	487
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	**15,318**	**16,556**	**17,035**	**17,399**	**16,626**	**18,155**	**18,088**	**17,412**	**16,802**	**16,596**	**16,341**	**15,739**	**15,210**	**14,429**	**14,563**
差異 (%)															
液体燃料	0.71%	1.60%	-0.09%	-0.33%	-1.13%	-2.68%	-0.91%	-0.40%	-0.66%	-0.37%	0.94%	-1.08%	-1.61%	-1.93%	0.62%
固体燃料	-2.46%	0.15%	4.87%	2.70%	3.32%	-0.29%	1.17%	-0.87%	1.73%	1.34%	0.86%	2.11%	2.25%	0.60%	2.41%
気体燃料	-7.56%	-7.58%	-5.43%	-2.38%	-2.80%	-2.01%	-1.16%	-0.67%	-2.08%	-2.72%	-0.96%	-0.79%	-1.61%	-1.33%	-2.76%
その他化石燃料	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	**-1.20%**	**-0.23%**	**0.06%**	**0.09%**	**-0.22%**	**-1.79%**	**-0.35%**	**-0.61%**	**-0.32%**	**-0.54%**	**0.34%**	**0.02%**	**-0.36%**	**-0.92%**	**0.23%**

[5] ＄から始まる数字は「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）の対応するエネルギー源（列）番号を示す。

[6] 特記なき限り、本章において、固体燃料は石炭及び石炭製品（石炭ガスを含む）、液体燃料は原油及び石油製品（LPG 等を含む）、気体燃料は天然ガス（LNG を含む）及び都市ガスを意味する。（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, Table 1.1 を参照。）泥炭は固体燃料に含まれる。

表 3-6　CO_2 排出量の比較

[Mt-CO_2]

	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
レファレンスアプローチ															
液体燃料	659.9	701.9	656.2	621.1	501.8	532.9	512.2	472.1	450.1	433.6	427.7	402.3	382.9	354.1	368.0
固体燃料	295.7	323.8	377.9	431.1	450.8	439.9	474.5	457.2	462.1	451.1	450.8	440.8	431.6	392.3	428.3
気体燃料	104.4	126.1	155.9	167.4	203.5	248.4	249.9	253.2	237.8	241.5	239.9	228.9	217.2	216.6	202.7
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	18.8	18.8
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	**1,071**	**1,164**	**1,205**	**1,237**	**1,173**	**1,239**	**1,254**	**1,199**	**1,167**	**1,144**	**1,137**	**1,090**	**1,051**	**982**	**1,018**
部門別アプローチ															
液体燃料	644.3	677.4	640.7	606.1	488.9	530.8	508.5	464.7	444.0	427.2	414.5	397.4	380.9	354.3	357.8
固体燃料	309.5	327.2	364.1	422.4	438.5	442.8	473.8	465.6	458.8	449.6	451.6	435.2	425.7	393.2	421.3
気体燃料	114.2	137.9	166.1	172.4	209.9	254.1	253.4	255.5	243.4	248.8	242.8	231.3	221.4	220.2	209.3
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	18.8	18.8
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	**1,079**	**1,155**	**1,186**	**1,218**	**1,154**	**1,245**	**1,253**	**1,203**	**1,163**	**1,144**	**1,128**	**1,082**	**1,047**	**986**	**1,007**
差異 (%)															
液体燃料	2.42%	3.62%	2.43%	2.47%	2.64%	0.40%	0.74%	1.58%	1.38%	1.50%	3.19%	1.22%	0.53%	-0.06%	2.84%
固体燃料	-4.47%	-1.05%	3.80%	2.05%	2.79%	-0.65%	0.15%	-1.80%	0.72%	0.34%	-0.18%	1.29%	1.38%	-0.22%	1.65%
気体燃料	-8.56%	-8.61%	-6.11%	-2.89%	-3.06%	-2.24%	-1.39%	-0.92%	-2.29%	-2.93%	-1.20%	-1.07%	-1.91%	-1.64%	-3.13%
その他化石燃料	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	**-0.74%**	**0.80%**	**1.62%**	**1.53%**	**1.62%**	**-0.52%**	**0.07%**	**-0.28%**	**0.33%**	**0.06%**	**0.84%**	**0.74%**	**0.35%**	**-0.48%**	**1.05%**

3.2.1.4. エネルギー消費量の差異及び CO_2 排出量の差異の比較

エネルギー消費量の差異と CO_2 排出量の差異は概ね同じ傾向を示している。

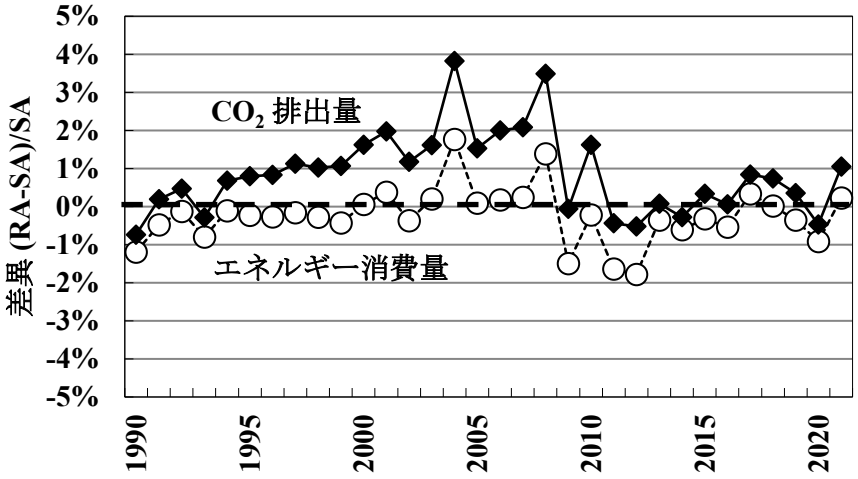


図 3-1　エネルギー消費量の差異及び CO_2 排出量の差異の推移

（注）RA：レファレンスアプローチ、SA：部門別アプローチ

3.2.1.5. レファレンスアプローチと部門別アプローチの差異の原因について

我が国のインベントリで、レファレンスアプローチと部門別アプローチのエネルギー消費量、CO_2 排出量に差異が生じる主な原因は、インベントリの作成に用いられるエネルギーバランス表「総合エネルギー統計」のエネルギー転換部門において控除される非エネルギー利用量の差である。

1）レファレンスアプローチの計算で十分に考慮されないもの

我が国のレファレンスアプローチの現計算では、国内に供給されたエネルギー量のうち非

燃焼用途を除いた量が全て燃焼されたと仮定して計算しているが、実際には燃焼されずに備蓄されている量があり、その積み増し、取り崩しがレファレンスアプローチには反映されない。

【他転換増減（#289000）】

石油精製などのエネルギー転換部門においては、自らが輸入により受け入れたり、精製により生産したりしたエネルギー以外に、既に出荷した製品の消費・販売部門からの返品、他者からの少量の副生エネルギー源の引取、工場・事業者の製品タンクの新設・廃止による在庫積増・払出、事故・火災による減滅などの諸要因により、エネルギー源の出荷量・払出量が生産量・受入量と一致しないことがある。

当該部門には、エネルギー転換部門における、消費・販売部門からの返品、製造業等における副産エネルギー源の受入、備蓄の増減などによるエネルギー源の出荷・払出量の増減が表現されているが、レファレンスアプローチではこの増減が考慮されていない。

【転換･消費在庫変動（#350000）】

当該部門には、エネルギー転換部門や最終エネルギー消費部門における在庫の積み増し、取り崩しの量が表現されているが、レファレンスアプローチではこの増減が考慮されていない。

【その他の要因】

レファレンスアプローチの計算では過度に複雑にならないように、総量に対して微々たる排出源は省略している（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, page 6.12 参照）。例えば、2 ストロークエンジンに用いられる潤滑油からの排出はレファレンスアプローチの計算では考慮していない。

CO_2 を地中に貯留するために回収した量を部門別アプローチでは控除しているが、レファレンスアプローチでは控除していない。

2） 調査データの性質上避けられないもの

【統計誤差（#400000）】

統計誤差には本来各種統計調査の段階で本質的に含まれている誤差（本源誤差）及び供給・転換・消費に関する各統計相互間の不整合であってその帰属を推計することが困難であるもの（相対誤差）が存在する。この誤差のため、国内供給、転換、最終エネルギー消費に不整合量が生じ、両アプローチの差異として報告される。

3） 投入側と産出側のエネルギー・炭素収支に差があるもの

【「石炭品種振替（#211000）」、「石油品種振替（#221000）」、「石炭製品二次品種振替（#281000）」、「石油製品二次品種振替（#282000）」】

当該部門は、エネルギー転換であって、コークス製造（#212000）～鉄鋼系ガス生成（#215000）、石油精製（#222000）～地域熱供給（#270000）のいずれにも属さないエネルギー転換や、混合・順湿などの簡単な操作のみで石炭や石油製品の品種が変更されるものがエネルギー転換として表現されている。炭素重量は品種振替、転換前後で変化しないと考えられるが、品種振替等に伴い、対応する発熱量当たりの炭素含有量が変化することにより、統計上品種振替、転換前後で炭素重量が変化する場合がある。この差分が両アプローチの差の原因となる。

4） 異なる燃料種に転換されるもの

【一般ガス製造（#231000）】

当該部門は、都市ガスの製造に伴うエネルギー転換を表現している。都市ガスは液化天然

ガス（LNG）等の気体燃料だけでなく液化石油ガス（LPG）やコークス炉ガス等の液体、固体燃料も原材料として用いられる。すなわち、一部の液体、固体燃料が気体燃料へ転換されているが、レファレンスアプローチではこれが考慮されていない。したがって、気体燃料に関しては部門別アプローチによる排出量がレファレンスアプローチの排出量に比べて大きくなり、液体、固体燃料に関しては部門別アプローチの方がレファレンスアプローチより小さくなる傾向にある。ただし、当該部門は両アプローチによる合計 CO_2 排出量の差異には影響を与えない。

表 3-7　CO_2 排出量の比較（詳細）

[Mt-CO_2]

	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
RA	**1,071**	**1,164**	**1,205**	**1,237**	**1,173**	**1,239**	**1,254**	**1,199**	**1,167**	**1,144**	**1,137**	**1,090**	**1,051**	**982**	**1,018**
液体燃料	659.9	701.9	656.2	621.1	501.8	532.9	512.2	472.1	450.1	433.6	427.7	402.3	382.9	354.1	368.0
固体燃料	295.7	323.8	377.9	431.1	450.8	439.9	474.5	457.2	462.1	451.1	450.8	440.8	431.6	392.3	428.3
気体燃料	104.4	126.1	155.9	167.4	203.5	248.4	249.9	253.2	237.8	241.5	239.9	228.9	217.2	216.6	202.7
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	18.8	18.8
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
SA	**1,079**	**1,155**	**1,186**	**1,218**	**1,154**	**1,245**	**1,253**	**1,203**	**1,163**	**1,144**	**1,128**	**1,082**	**1,047**	**986**	**1,007**
液体燃料	644.3	677.4	640.7	606.1	488.9	530.8	508.5	464.7	444.0	427.2	414.5	397.4	380.9	354.3	357.8
固体燃料	309.5	327.2	364.1	422.4	438.5	442.8	473.8	465.6	458.8	449.6	451.6	435.2	425.7	393.2	421.3
気体燃料	114.2	137.9	166.1	172.4	209.9	254.1	253.4	255.5	243.4	248.8	242.8	231.3	221.4	220.2	209.3
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	18.8	18.8
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
RA-SA	**-8.0**	**9.2**	**19.2**	**18.7**	**18.7**	**-6.5**	**0.9**	**-3.4**	**3.9**	**0.7**	**9.5**	**8.0**	**3.7**	**-4.7**	**10.6**
液体燃料	15.6	24.5	15.6	15.0	12.9	2.1	3.7	7.4	6.1	6.4	13.2	4.8	2.0	-0.2	10.2
固体燃料	-13.8	-3.4	13.8	8.6	12.2	-2.9	0.7	-8.4	3.3	1.5	-0.8	5.6	5.9	-0.9	7.0
気体燃料	-9.8	-11.9	-10.1	-5.0	-6.4	-5.7	-3.5	-2.3	-5.6	-7.3	-2.9	-2.5	-4.2	-3.6	-6.6
その他化石燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
泥炭	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
統計誤差	**-12.0**	**4.6**	**13.1**	**11.6**	**8.7**	**-5.0**	**-2.2**	**-1.5**	**0.7**	**0.1**	**5.0**	**7.4**	**10.7**	**2.4**	**14.6**
液体燃料	1.4	7.2	0.8	0.5	-0.5	-1.8	-2.4	-2.3	-0.1	-1.0	1.6	-1.4	-0.2	-0.9	1.9
固体燃料	-14.3	-2.7	13.0	11.1	11.0	-2.0	-0.7	-1.3	1.2	2.5	3.7	6.9	10.0	3.5	11.2
気体燃料	0.9	0.0	-0.7	0.0	-1.7	-1.2	0.9	2.1	-0.4	-1.4	-0.4	1.9	1.0	-0.2	1.4
石炭品種振替	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.7**	**0.7**	**0.7**	**-0.2**	**-0.2**	**0.0**	**-0.1**	**-0.1**	**-0.1**	**-0.1**	**0.1**	**-0.1**
液体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
固体燃料	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.1
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石油品種振替	**-1.8**	**-0.5**	**0.2**	**0.4**	**0.1**	**-0.1**	**-1.4**	**-1.3**	**-1.4**	**-1.5**	**-1.5**	**-1.6**	**-1.4**	**-1.3**	**-1.3**
液体燃料	-1.8	-0.5	0.2	0.4	0.1	-0.1	-1.4	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.6	-1.4	-1.3	-1.3
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石炭製品二次品種振替	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
液体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石油製品二次品種振替	**1.1**	**0.4**	**0.4**	**0.8**	**1.5**	**1.4**	**1.2**	**1.3**	**1.2**	**1.2**	**1.9**	**2.1**	**1.9**	**1.3**	**1.8**
液体燃料	1.1	0.4	0.4	0.8	1.5	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2	1.9	2.1	1.9	1.3	1.8
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ガス製造	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
液体燃料	9.7	10.9	9.0	5.9	4.4	4.7	4.7	4.9	4.1	4.2	4.6	4.6	4.6	4.6	5.2
固体燃料	0.8	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	-10.5	-11.4	-9.4	-6.0	-4.4	-4.7	-4.7	-4.9	-4.1	-4.2	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-5.2
他転換増減	**-0.4**	**-0.5**	**2.2**	**2.8**	**2.7**	**-5.6**	**-1.1**	**-4.5**	**-0.9**	**-2.1**	**-0.8**	**-6.6**	**-7.1**	**-9.3**	**-3.3**
液体燃料	-0.5	-0.6	2.1	2.8	2.6	-5.7	-1.2	-4.6	-0.9	-2.2	-0.9	-6.4	-6.8	-9.0	-3.1
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
転換・消費在庫変動	**2.6**	**1.7**	**2.4**	**-0.3**	**2.7**	**2.8**	**1.3**	**-4.3**	**1.7**	**-2.9**	**-1.7**	**1.1**	**-3.4**	**-3.7**	**-5.4**
液体燃料	0.7	1.5	-0.9	-0.1	0.4	2.6	-2.9	-0.3	-1.6	-2.7	-1.4	-0.3	-1.2	-2.4	-0.5
固体燃料	1.9	0.6	3.0	-1.6	2.4	-0.2	3.7	-4.6	4.3	1.4	-2.4	0.9	-2.1	-2.9	-2.5
気体燃料	0.0	-0.3	0.3	1.4	-0.1	0.4	0.5	0.6	-0.9	-1.6	2.1	0.5	-0.1	1.6	-2.4
合計	**-10.4**	**6.0**	**18.7**	**16.0**	**16.4**	**-5.7**	**-2.6**	**-10.6**	**1.3**	**-5.3**	**2.8**	**2.3**	**0.6**	**-10.5**	**6.3**
液体燃料	10.5	18.9	11.6	10.3	8.5	1.1	-2.1	-2.4	1.2	-2.0	4.4	-3.0	-3.0	-7.7	4.0
固体燃料	-11.4	-1.2	16.9	10.3	14.1	-1.5	2.7	-6.1	5.5	3.8	1.2	7.6	7.7	0.7	8.7
気体燃料	-9.5	-11.6	-9.8	-4.6	-6.2	-5.4	-3.2	-2.1	-5.4	-7.1	-2.8	-2.4	-4.1	-3.5	-6.5
(RA-SA)-(合計)	**2.4**	**3.2**	**0.5**	**2.6**	**2.3**	**-0.7**	**3.5**	**7.2**	**2.5**	**5.9**	**6.7**	**5.7**	**3.1**	**5.8**	**4.3**
液体燃料	5.1	5.6	3.9	4.7	4.4	1.0	5.8	9.7	4.9	8.4	8.9	7.8	5.1	7.5	6.1
固体燃料	-2.4	-2.2	-3.0	-1.7	-1.8	-1.4	-2.0	-2.3	-2.1	-2.3	-2.1	-2.0	-1.9	-1.6	-1.8
気体燃料	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

3.2.2. 国際バンカー油

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、貿易や海外渡航で利用される国際航空や国際海運から排出される温室効果ガスを扱う。

なお、国際バンカー油からの排出は、UNFCCC インベントリ報告ガイドライン及び 2006 年

IPCC ガイドラインに従い我が国の総排出量には含めず、CRF の Memo Item の欄で報告している。

b） 方法論

■ 算定方法

当該排出源からの CO_2、CH_4、N_2O 排出については、ボンド扱いの各燃料種の消費量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

■ 排出係数

【CO_2】

CO_2 の排出係数については、1.A.1 における燃料の燃焼（CO_2）と同じ排出係数を用いた（3.2.4. b）節を参照）。

2012 年及び 2013 年提出インベントリの対日審査（FCCC/ARR/2012/JPN 及び FCCC/ARR/2013/JPN）において、我が国独自のジェット燃料油の炭素排出係数（18.3 t-C/TJ）が国家温室効果ガスインベントリのための 1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値（18.5 t-C/TJ（高位発熱量換算）[7]）より低いと専門家審査チーム（ERT）から指摘され、追加情報を提供するよう勧告された。

我が国のジェット燃料の炭素排出係数は実測調査より得られたものである。加えて、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2、Table 1.4 によれば、ジェット燃料のデフォルト排出係数の 95% 信頼区間は 18.1-19.3 t-C/TJ（高位発熱量換算）であり、我が国の排出係数はこの範囲内にある。したがって、我が国独自の排出係数を採用することはデフォルト値と比較して適切な値であると考えている。

【CH_4、N_2O】

CH_4、N_2O の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を採用した。

表 3-8　国際バンカー油起源の CH_4、N_2O 排出係数

輸送機関	燃料種	CH_4 排出係数［kg-CH_4/TJ(NCV)］	N_2O 排出係数［kg-N_2O/TJ(NCV)］
航空機	ジェット燃料油	0.5 1)	2 1)
船舶	A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油	7 2)	2 2)

（注）

1) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2、Table 3.6.5

2) 同 Table 3.5.3 より。2006 年 IPCC ガイドライン Vol.3、page 5.7 によれば、潤滑油からの CH_4、N_2O 排出は、CO_2 排出と比較して非常に小さく、排出量の算定上は無視できるとされていることから、排出量を算定していない。

■ 活動量

当該排出源からの CO_2、CH_4、N_2O 排出については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報（旧：エネルギー生産・需給統計年報）」に示された「ボンド輸入」と「ボンド輸出」の合計値を用いた。

図 3-2 の A、B は、それぞれ「資源・エネルギー統計年報（旧：エネルギー生産・需給統計年報）」のボンド輸出、ボンド輸入の項に計上される量に対応している。A と B の合計である C を当該排出源の活動量とした。この量は、国際航空、外航海運のための燃料の日本における販売量にほぼ相当すると考えられる。

ジェット燃料油は航空機、A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油、潤滑油は船舶での利用と

[7] 2006 年 IPCC ガイドラインでもこの値がデフォルト値となっている。

仮定した。なお、外航船舶の推進燃料として用いられるのは重油のみで、軽油、灯油は外航船における自家発電の燃料（暖房等）に使用されている。潤滑油については、油種別消費量が不明のため安全側に見て全量が使用中に酸化されるとみなした。

【CO_2】

CO_2 の活動量については、「資源・エネルギー統計年報（旧：エネルギー生産・需給統計年報）」に示された「kL」ベースの消費量を、「総合エネルギー統計」に示された実質発熱量を用いて「J」ベース（高位発熱量）に換算した。

【CH_4、N_2O】

CH_4、N_2O の活動量については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数が低位発熱量ベースで示されているため、高位発熱量換算の燃料消費量に換算係数を乗じて低位発熱量に換算した。

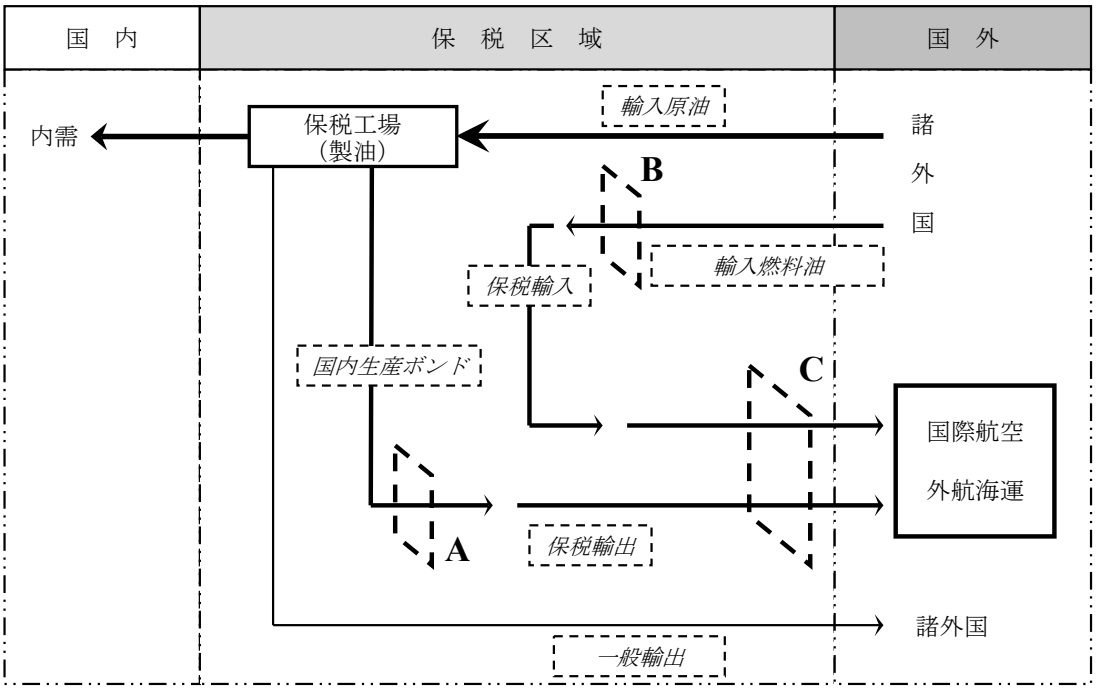


図 3-2　国際バンカー油の活動量

■　用語

保税ジェット燃料油（ボンドジェット燃料油）

国際線に就航する航空機（邦機、外機）については、関税法上では外国往来機とみなされ、その消費する燃料は、所定の手続を経て関税の免除が受けられる。この適用により、国内製油所で輸入原油から精製された燃料であれば、原油輸入関税と石油石炭税が免税となる。また、製品輸入された燃料であれば製品輸入関税が免税となる。これらを保税ジェット燃料と呼ぶ。

保税重油（ボンド重油）

日本と諸外国を往来する外航船舶については、関税法上では外国貿易船とみなされ、その大部分が日本の領域外で消費されるため、関税と石油石炭税が免除されている。これらを保税重油と呼ぶ。

保税輸出（ボンド輸出）

国際線に就航する航空機（邦機、外機）及び外国航路に就航する船舶（邦船、外船）などに給油される燃料需要を保税需要といい、ジェット燃料油が航空機に、C 重油等が船舶に積み

込まれており、その保税需要のうち、原油から生産された製品が供給されるものは、「資源・エネルギー統計年報」において、保税輸出に計上される。

保税輸入（ボンド to ボンド）

海外から製品を輸入し保税地域に陸揚げし、国内に通関せずに保税のままに供給するものは、「資源・エネルギー統計年報」において、保税輸入に計上される。

3.2.3. 燃料の非エネルギー利用分について

燃料の燃焼に伴う温室効果ガスの排出量（1.A.）の算定において活動量として使用している「総合エネルギー統計」の最終エネルギー消費量（#500000）には、燃焼・酸化などを伴わない原材料等として使用された燃料のエネルギー量も含まれているため、排出量算定においては、そのようなエネルギー量が計上されている非エネルギー利用部門（#950000）におけるエネルギー量を、最終エネルギー消費量から控除して活動量として使用している。

この非エネルギー利用部門には、「総合エネルギー統計」の出典となっている経済産業省「石油等消費動態統計年報」などの公的統計において燃料が非エネルギー利用されたことが確認できる量、及び最初から非エネルギー利用を目的として製造された量が計上されている（ただし、公的統計においてエネルギー利用されたことが確認されている量は含まない）。

燃料の非エネルギー利用分については共通報告様式（CRF）表 1.A(d)の“Fuel quantity for NEU”及び“Carbon excluded”列に掲載している。同表の燃料種と「総合エネルギー統計」の燃料種の対応関係を別添 4 に掲載しているので参照のこと。

製品の原料等に非エネルギー利用された燃料が、製品の製造・使用・廃棄等のいずれかの過程で酸化・燃焼されることに伴う CO_2 排出量は、表 3-9 に示すとおり他の分野にて別途報告している（詳細は各章参照）。その排出量は CRF 表 1.A(d)の“Reported CO_2 emissions”列に報告している。

なお、日本における鉄鋼及び非鉄金属製造プロセスからの排出については、エネルギー分野（1.A）で報告すべき燃料の燃焼に由来する排出量と、工業プロセス及び製品の使用分野（2.C）で報告すべき還元剤に由来する排出量があるが、両者を分離することなく、鉄鋼及び非鉄金属製造プロセス全体からの排出を包括的に捉える方が排出量の正確性の観点や二重計上、把握漏れを防ぐ観点からも最適であると考え、本エネルギー分野（1.A）にてまとめて報告する。具体的な製造プロセスと区分は表 3-10 のとおり。

表 3-9　原料等に非エネルギー利用される燃料の CO_2 排出量の報告区分

CO_2 の排出を伴う過程	CRF 区分	原料等に非エネルギー利用される燃料の種類	排出係数	
				発熱量
アンモニア製造	2.B.1	ナフサ	表 3-11 参照	表 3-19 参照
		液化石油ガス（LPG）（2002 年度まで）		
		製油所ガス（オフガス）（2011 年度まで）		
		国産天然ガス		
		石炭（一般炭・輸入炭）		
		オイルコークス		
		輸入天然ガス（LNG）		
		コークス炉ガス（COG）（2001 年度まで）		
シリコンカーバイド製造	2.B.5.a	オイルコークス	2.3［t-CO_2/t］（オイルコークス消費量当たり）	
カルシウムカーバイド製造	2.B.5.b	コークス	生産時還元剤起源：1.09［t-CO_2/t］（2008 年度以降秘匿情報）、使用時：1.10［t-CO_2/t］(いずれもカルシウムカーバイド生産量当たり係数)	
二酸化チタン製造	2.B.6	オイルコークス　等	ルチル型二酸化チタン：秘匿情報 合成ルチル：1.43［t-CO_2/t］（生産量当たり）	
メタノール製造	2.B.8.a	天然ガス（1995 年度まで）	0.67［t-CO_2/t］（メタノール生産量当たり）	
エチレン製造	2.B.8.b	ナフサ　LPG　等	秘匿情報	
カーボンブラック製造	2.B.8.f	コールタール　等	2.06［t-CO_2/t］（カーボンブラック生産量当たり）	
無水マレイン酸製造	2.B.8.g	LPG	1.65［t-CO_2/t］（n-ブタン法により製造された無水マレイン酸生産量当たり）	
水素製造	2.B.8.g	天然ガス　等	日本産業・医療ガス協会加盟企業調べ	
全損型以外の自動車・船舶エンジン油 1)	2.D.1	潤滑油	表 3-11 参照	
パラフィンろうの使用	2.D.2	他重質石油製品	表 3-11 参照	

（注）

1) 全損型の自動車・船舶エンジン油からの CO_2 排出量は運輸（1.A.3）に報告される。

2) 非エネルギー利用される燃料からの CO_2 排出には、化石燃料由来の廃棄物の焼却・分解に伴う排出や、化石燃料由来の化学物質が別の化学物質の原料として使用される際の排出もある。これらの CO_2 排出は、1.A の Other fossil fuels、2.D.3、2.B.8、2.H.2、5.C、5.E に報告されている。しかし、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.3, page 1.16 に沿って、本表及び CRF 表 1.A(d)の Reported CO_2 emissions 欄には、これらの排出は含まない。

表 3-10　鉄鋼及び非鉄金属製造プロセスからの CO_2 排出量の報告区分

CO_2 の排出を伴う過程	還元剤の酸化等により CO_2 を発生する主な燃料	IPCC ガイドライン上の区分	我が国での報告区分
鋼製造、銑鉄製造	コークス、吹込用原料炭、廃プラスチック類、コークス炉ガス、高炉ガス	2.C.1	1.A.2.a（鉄鋼）
焼結鉱製造	コークス	2.C.1	1.A.2.a（鉄鋼）
ペレット製造	コークス	2.C.1	1.A.2.a（鉄鋼）
フェロアロイ製造	コークス、一般炭	2.C.2	1.A.2.a（鉄鋼）
アルミニウム製造	コークス（陽極ペーストの主原料）	2.C.3	1.A.2.f（窯業土石）
鉛製造	コークス	2.C.5	1.A.2.b（非鉄金属）
亜鉛製造	コークス	2.C.6	1.A.2.b（非鉄金属）

3.2.4. エネルギー産業（1.A.1）における CO_2 の排出

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、発電・熱供給（1.A.1.a）、石油精製（1.A.1.b）、固体燃料製造等（1.A.1.c）におけるエネルギー転換に伴う CO_2 排出を扱う。我が国において、固体燃料製造等（1.A.1.c）にはコークス製造に加え都市ガス製造を含む。

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 444,313 kt であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 38.0%を占めている。うち「1.A.1.a 発電及び熱供給」からの排出が 89.3%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

発電・熱供給（1.A.1.a）における液体燃料からの CO_2 排出量は長期減少傾向にある。1970 年度時点で電力の約 6 割は石油由来であった（資源エネルギー庁、2022）。しかし、1970 年代の石油危機以来、我が国は電源を多様化してきたため、石油火力発電所における石油消費量は減少してきている。2011 年に起きた東日本大震災により原子力発電所の稼働が停止したことで、石油による発電は 2011、2012 年度に一時的に増加したものの、2015 年度には発電量に占める石油火力発電の割合が 1 割未満となった。

固体燃料製造等（1.A.1.c）における気体燃料からの CO_2 排出量が 2019 年度以降急減している。これは活動量（主に総合エネルギー統計における「一般ガス製造」の「自家消費」）の減少による。2019 年度以降、ガス事業生産動態統計の自家消費量と電力調査統計の発電用一般ガス消費量に重複があることが判明したため、ガス製造業の自家消費量から重複分を控除した影響が大きい。重複が生じた背景としては、2016 年度から電力の小売が自由化され、2017 年度から一般ガスの小売が自由化されたことにより、電力会社がガスを販売したり、ガス会社が電力を販売したりできるようになったことがある。

固体燃料製造等（1.A.1.c）における固体燃料からの CO_2 排出量の見かけの排出係数[8]は、石炭製品製造部門の固体燃料の転換における炭素バランスの変動によって上下している。この見かけの年次変動は、コークス用原料炭及びコークス、そしてその他石炭製品間のマスバランス、エネルギーバランス及び炭素バランスに起因している。また、統計誤差やプロセス上では見えてこない貯蔵あるいは自然発生的な投入、産出のアンバランスに起因することもある。

b） 方法論

■　算定方法

我が国独自の排出係数が得られることから、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 部門別アプローチ（Sectoral Approach）法を用いて排出量の算定を行った。

$$E = \sum_{ij} \left[(A_{ij} - N_{ij}) \times GCV_i \times 10^{-3} \times EF_i \times OF_i \right] \times 44/12$$

E　：化石燃料の燃焼に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
A　：エネルギー消費量（固有単位［t, kL,10^3×m^3］）
N　：非エネルギー利用量（固有単位）
GCV　：高位発熱量［MJ/固有単位］
EF　：炭素排出係数［t-C/TJ］
OF　：酸化率
i　：エネルギー源
j　：部門

[8] Implied emission factor（IEF）。共通報告様式（CRF）に記載される排出量を CRF の活動量で割り戻して求めた指標。

2006年IPCCガイドラインに従い、「エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出」に該当する熱量と排出量を、燃料の燃焼（1.A.）の「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」に報告している。

エネルギー利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量の算定には、2006年IPCCガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）で用いる排出係数や算定方法を適用している。詳細な算定方法は第7章を参照のこと。

バイオマスからのCO_2排出は、2006年IPCCガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めず[9]、CRFに参考値として報告している。「総合エネルギー統計」では、バイオ燃料消費量がガソリンと軽油の消費量に含まれているが、ガソリンと軽油の発熱量、炭素排出係数を調整することでバイオ燃料由来のCO_2排出量が化石燃料由来として報告されないようにしている。

2004年度から2007年度、2016年度から2019年度において、石油精製工場で発生したCO_2の回収・貯留が実施された。CO_2の回収量をCRF table 1.A(a)の「1.A.1.b 石油精製」の「液体燃料」の「CO_2 amount captured」に報告し、その分を上式で求めた排出量から控除している。詳細は3.4.4. 節を参照のこと。

■　排出係数

○ 炭素排出係数

炭素排出係数は、全て総発熱量（高位発熱量）当たりの炭素含有量で表される値を用いており、概ね日本独自の値である。

炭素排出係数は、(a) 高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源、(b) 高炉ガス、(c) 都市ガス（一般ガス）の3つに分けて設定している。

エネルギー源別炭素排出係数を表 3-11 に示す。

精製用粗残油の炭素排出係数が2012年から2013年にかけて8.0%減少しているが、これは2013、2014年度に経済産業省・環境省により実施された発熱量・炭素排出係数の設定に関する調査の結果（詳細は3-20ページ参照。）、高位発熱量が約8.3%増加したことによる。なお、精製用純原油が主（2018年度の常圧蒸留装置の投入量の99.9%）で、精製用粗残油は従（0.1%）であり直接燃焼させていない。

[9] 総排出量に含めないのは、LULUCFで算定される炭素蓄積変化によるCO_2排出との二重計上を避けるためである。（2006年IPCCガイドライン Vol.2、page 2.33 参照）

表 3-11 エネルギー源別炭素排出係数（単位：t-C/TJ、高位発熱量ベース）

エネルギー源			コード[1]	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
固体燃料	石炭	原料炭	$0110	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6
		コークス用原料炭	$0111	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.5	24.5	24.5	24.5
		吹込用原料炭	$0112	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1
		輸入一般炭	$0121	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.3	24.3	24.3	24.3
		汎用輸入一般炭	$0122	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.3	24.3	24.3	24.3
		発電用輸入一般炭	$0123	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.3	24.3	24.3	24.3
		国産一般炭	$0124	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	24.2	24.2	24.2	24.2
		無煙炭	$0130	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9
	石炭製品	コークス	$0211	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	29.9	29.9	29.9	29.9
		コールタール	$0212	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
		練豆炭	$0213	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9
		コークス炉ガス	$0221	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
		高炉ガス	$0222	27.2	26.9	26.7	26.5	26.4	26.2	26.5	26.6	26.5	26.5	26.5	26.3	26.3	26.4	26.3
		転炉ガス	$0225	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	42.0	42.0	42.0	42.0
液体燃料	原油	精製用原油	$0310	19.1	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
		精製用純原油	$0311	19.1	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
		精製用粗残油	$0312	21.3	21.4	21.4	21.4	21.4	21.5	19.7	19.6	19.5	19.6	19.4	19.4	19.4	19.3	19.3
		発電用原油	$0320	19.1	19.1	19.2	19.6	19.2	19.1	19.2	19.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.2	19.5	19.1
		瀝青質混合物	$0321	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
		NGL・コンデンセート	$0330	16.1	16.7	17.5	18.2	18.4	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.3	18.3	18.2
		精製用NGLコンデンセート	$0331	17.4	18.1	18.0	18.3	18.4	18.4	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.3	18.3	18.3
		発電用NGLコンデンセート	$0332	17.5	17.6	17.6	18.2	17.9	17.9	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
		石油化学用NGLコンデンセート	$0333	15.6	16.2	16.8	17.6	18.0	18.2	18.3	18.2	18.2	18.3	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
	石油製品	油原料 純ナフサ	$0420	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		油原料 改質生成油	$0421	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
		燃料油 ガソリン(原油由来)[2]	$0431	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
		燃料油 ガソリン(バイオマス考慮)[3]	$0431	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.2	18.6	18.6	18.6	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
		燃料油 ジェット燃料油	$0432	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		燃料油 灯油	$0433	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
		燃料油 軽油(原油由来)[2]	$0434	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
		燃料油 軽油(バイオマス考慮)[3]	$0434	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
		燃料油 A重油	$0436	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
		燃料油 C重油	$0437	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
		燃料油 B重油	$0438	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
		燃料油 一般用C重油	$0439	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
		燃料油 発電用C重油	$0440	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	20.1	20.1	20.1	20.0
		他石油製品 潤滑油	$0451	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9
		他石油製品 他重質石油製品	$0452	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
		他石油製品 オイルコークス	$0455	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.8
		他石油製品 電気炉ガス	$0456	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	42.0	42.0	42.0	42.0
		他石油製品 製油所ガス	$0457	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
		他石油製品 液化石油ガス（LPG）	$0458	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.3	16.3
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス（LNG）	$0510	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9
		国産天然ガス	$0520	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9
		ガス田・随伴ガス	$0521	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9
		炭鉱ガス	$0522	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
		原油溶解ガス	$0523	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9
	都市ガス	一般ガス	$0610	14.4	14.4	14.2	14.1	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
		簡易ガス	$0620	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.3	16.3
（参考）	バイオマス	木材利用	$N131	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
		廃材利用	$N132	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
		バイオエタノール	$N134	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
		バイオディーゼル	$N135	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
		黒液直接利用	$N136	26.8	26.8	26.8	25.6	25.6	25.6	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9
		バイオガス	$N137	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5

1) 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）のエネルギー源別コード番号
2) レファレンスアプローチで使用。
3) 部門別アプローチで使用。

表 3-12 エネルギー源別炭素排出係数の出典・設定方法（1990～2012 年度）

エネルギー源				コード	1990-2012年度
固体燃料	石炭	原料炭		$0110	コークス用原料炭と同一
		コークス用原料炭		$0111	戒能（2005）
		吹込用原料炭		$0112	コークス用原料炭と同一
		輸入一般炭		$0121	汎用輸入一般炭と同一
		汎用輸入一般炭		$0122	環境庁（1992）
		発電用輸入一般炭		$0123	汎用輸入一般炭と同一
		国産一般炭		$0124	環境庁（1992）
		無煙炭		$0130	戒能（2005）
	石炭製品	コークス		$0211	環境庁（1992）
		コールタール		$0212	戒能（2005）
		練豆炭		$0213	環境庁（1992）
		コークス炉ガス		$0221	戒能（2005）
		高炉ガス		$0222	総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）の高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値
		転炉ガス		$0225	戒能（2005）
液体燃料	原油	精製用原油		$0310	精製用純原油と同一
		精製用純原油		$0311	銘柄別の炭素排出係数を輸入量の構成比で加重平均
		精製用粗残油		$0312	
		発電用原油		$0320	精製用原油の補間・近似式より推計
		瀝青質混合物		$0321	戒能（2005）
		NGL・コンデンセート		$0330	銘柄別の炭素排出係数を銘柄別輸入量の構成比で加重平均
		精製用NGLコンデンセート		$0331	
		発電用NGLコンデンセート		$0332	
		石油化学用NGLコンデンセート		$0333	
	石油製品	油原料	純ナフサ	$0420	環境庁（1992）
			改質生成油	$0421	ガソリンの値
		燃料油	ガソリン（原油由来）	$0431	環境庁（1992）
			ガソリン（バイオマス考慮）		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
			ジェット燃料油	$0432	環境庁（1992）
			灯油	$0433	環境庁（1992）
			軽油（原油由来）	$0434	環境庁（1992）
			軽油（バイオマス考慮）		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
			A重油	$0436	環境庁（1992）
			C重油	$0437	一般用C重油と同一
			B重油	$0438	環境庁（1992）
			一般用C重油	$0439	環境庁（1992）
			発電用C重油	$0440	環境庁（1992）
		他石油製品	潤滑油	$0451	環境庁（1992）
			他重質石油製品	$0452	環境庁（1992）
			オイルコークス	$0455	環境庁（1992）
			電気炉ガス	$0456	転炉ガスの値
			製油所ガス	$0457	環境庁（1992）
			液化石油ガス（LPG）	$0458	プロパン・ブタン理論値を国内生産・輸入量の構成比で加重平均
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス（LNG）		$0510	産地別の炭素排出係数を国別輸入量で加重平均
		国産天然ガス		$0520	戒能（2005）
		ガス田・随伴ガス		$0521	国産天然ガスの値
		炭鉱ガス		$0522	環境庁（1992）
		原油溶解ガス		$0523	国産天然ガスの値
	都市ガス	一般ガス		$0610	総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）の都市ガス製造における炭素収支に基づき算定
		簡易ガス		$0620	LPGの値
（参考）	バイオマス	木材利用		$N131	実測値（日本製紙連合会提供）
		廃材利用		$N132	
		バイオエタノール		$N134	エタノールの理論炭素排出係数（ノルマル状態）
		バイオディーゼル		$N135	
		黒液直接利用		$N136	実測値（日本製紙連合会提供）
		バイオガス		$N137	メタンの理論炭素排出係数（ノルマル状態）

表 3-13 エネルギー源別炭素排出係数の出典・設定方法（2013～2017 年度）

エネルギー源				コード	2013-2017年度
固体燃料	石炭	原料炭		$0110	コークス用原料炭・吹込用原料炭の炭素排出係数を消費量で加重平均
		コークス用原料炭		$0111	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		吹込用原料炭		$0112	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		輸入一般炭		$0121	汎用輸入一般炭と同一
		汎用輸入一般炭		$0122	実測値（電気事業連合会提供）から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均
		発電用輸入一般炭		$0123	汎用輸入一般炭と同一
		国産一般炭		$0124	実測値（電気事業連合会提供）から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均
		無煙炭		$0130	輸入一般炭の補間・近似式より推計
	石炭製品	コークス		$0211	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		コールタール		$0212	前回改定値を据え置き
		練豆炭		$0213	輸入無煙炭の値
		コークス炉ガス		$0221	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により算出された炭素排出係数を単純平均
		高炉ガス		$0222	総合エネルギー統計の高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値
		転炉ガス		$0225	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により算出された炭素排出係数を単純平均
液体燃料	原油	精製用原油		$0310	精製用純原油と同一
		精製用純原油		$0311	実測値（石油連盟）により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量で加重平均
		精製用粗残油		$0312	
		発電用原油		$0320	電力調査統計（資源エネルギー庁）の発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した月別の炭素排出係数を各月の受入量で加重平均
		瀝青質混合物		$0321	前回改定値を据え置き
		NGL・コンデンセート		$0330	実測値（石油連盟）により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量・出荷量で加重平均
		精製用NGLコンデンセート		$0331	
		発電用NGLコンデンセート		$0332	
		石油化学用NGLコンデンセート		$0333	
	石油製品	原料油	純ナフサ	$0420	実測値（石油連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均したレギュラーガソリンの値
			改質生成油	$0421	実測値（石油連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均したプレミアムガソリンの値
		燃料油	ガソリン（原油由来）	$0431	実測値（石油連盟）により得られたプレミアムガソリンとレギュラーガソリンの炭素排出係数を国内向け出荷量で加重平均
			ガソリン（バイオマス考慮）		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
			ジェット燃料油	$0432	実測値（石油連盟）により得られたガソリン型・灯油型の炭素排出係数を総合エネルギー統計の各最終消費量で加重平均
			灯油	$0433	実測値（石油連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
			軽油（原油由来）	$0434	実測値（石油連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
			軽油（バイオマス考慮）		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
			A重油	$0436	実測値（石油連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
			C重油	$0437	一般用C重油と同一
			B重油	$0438	実測値（石油連盟）により得られた発熱量を基に石油製品の補間・近似式より推計
			一般用C重油	$0439	実測値（石油連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
			発電用C重油	$0440	電力調査統計（資源エネルギー庁）の発熱量を基に石油製品の補間・近似式により推計
		他石油製品	潤滑油	$0451	実測値（石油連盟）により得られた発熱量を基に石油製品の補間・近似式より推計
			他重質石油製品	$0452	常圧残油投入量とC重油生産量のエネルギー収支から算定した発熱量に基づき、石油製品の補間・近似式より推計
			オイルコークス	$0455	実測値（日本化学工業協会提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
			電気炉ガス	$0456	転炉ガスの値
			製油所ガス	$0457	実測値（石油連盟提供）により算出された炭素排出係数を単純平均
			液化石油ガス（LPG）	$0458	プロパン・ブタンの理論炭素排出係数を各ガスの国内供給量で加重平均
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス（LNG）		$0510	ガス事業便覧（日本ガス協会）から算出した産地別の炭素排出係数を国別輸入量で加重平均
		国産天然ガス		$0520	実測値（天然ガス鉱業会提供）から算出したガス田別の炭素排出係数をガス田別産出量で加重平均
		ガス田・随伴ガス		$0521	国産天然ガスの値
		炭鉱ガス		$0522	実測値（天然ガス鉱業会提供）から算出したガス田別の炭素排出係数をガス田別産出量で加重平均
		原油溶解ガス		$0523	国産天然ガスの値
	都市ガス	一般ガス		$0610	総合エネルギー統計の都市ガス製造における炭素収支に基づき算定
		簡易ガス		$0620	LPGの値
（参考）	バイオマス	木材利用		$N131	実測値（日本製紙連合会提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		廃材利用		$N132	
		バイオエタノール		$N134	エタノールの理論炭素排出係数（SATP状態）
		バイオディーゼル		$N135	
		黒液直接利用		$N136	実測値（日本製紙連合会提供）
		バイオガス		$N137	メタンの理論炭素排出係数（SATP状態）

表 3-14 エネルギー源別炭素排出係数の出典・設定方法（2018 年度以降）

エネルギー源				コード	2018年度以降
固体燃料	石炭	原料炭		$0110	コークス用原料炭・吹込用原料炭の炭素排出係数を消費量で加重平均
		コークス用原料炭		$0111	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		吹込用原料炭		$0112	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		輸入一般炭		$0121	汎用輸入一般炭と同一
		汎用輸入一般炭		$0122	実測値（電気事業連合会提供）から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均
		発電用輸入一般炭		$0123	汎用輸入一般炭と同一
		国産一般炭		$0124	実測値（電気事業連合会提供）から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均
		無煙炭		$0130	前回改定値を据え置き
	石炭製品	コークス		$0211	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により得られた炭素排出係数を単純平均
		コールタール		$0212	前回改定値を据え置き
		練豆炭		$0213	前回改定値を据え置き
		コークス炉ガス		$0221	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により算出された炭素排出係数を単純平均
		高炉ガス		$0222	総合エネルギー統計の高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値
		転炉ガス		$0225	実測値（日本鉄鋼連盟提供）により算出された炭素排出係数を単純平均
液体燃料	原油	精製用原油		$0310	精製用純原油と同一
		精製用純原油		$0311	実測値（石油連盟）により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量で加重平均
		精製用粗残油		$0312	
		発電用原油		$0320	電力調査統計（資源エネルギー庁）の発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した月別の炭素排出係数を各月の受入量で加重平均
		瀝青質混合物		$0321	前回改定値を据え置き
		NGL・コンデンセート		$0330	実測値（石油連盟）により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量・出荷量で加重平均
		精製用NGLコンデンセート		$0331	
		発電用NGLコンデンセート		$0332	
		石油化学用NGLコンデンセート		$0333	
	石油製品	原料油	純ナフサ	$0420	前回改定値を据え置き
			改質生成油	$0421	前回改定値を据え置き
		燃料油	ガソリン（原油由来）	$0431	実測値（石油連盟）により得られたプレミアムガソリンとレギュラーガソリンの炭素排出係数を国内向け出荷量で加重平均
			ガソリン（バイオマス考慮）		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
			ジェット燃料油	$0432	実測値（石油連盟）により得られたガソリン型・灯油型の炭素排出係数を総合エネルギー統計の各最終消費量で加重平均
			灯油	$0433	前回改定値を据え置き
			軽油（原油由来）	$0434	前回改定値を据え置き
			軽油（バイオマス考慮）		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
			A重油	$0436	前回改定値を据え置き
			C重油	$0437	一般用C重油と同一
			B重油	$0438	前回改定値を据え置き
			一般用C重油	$0439	前回改定値を据え置き
			発電用C重油	$0440	電力調査統計（資源エネルギー庁）の発熱量を基に石油製品の補間・近似式により推計
		他石油製品	潤滑油	$0451	前回改定値を据え置き
			他重質石油製品	$0452	常圧残油投入量とC重油生産量のエネルギー収支から算定した発熱量に基づき、石油製品の補間・近似式より推計
			オイルコークス	$0455	前回改定値を据え置き
			電気炉ガス	$0456	転炉ガスの値
			製油所ガス	$0457	前回改定値を据え置き
			液化石油ガス（LPG）	$0458	プロパン・ブタンの理論炭素排出係数を各ガスの国内供給量で加重平均
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス（LNG）		$0510	実測値（電気事業連合会、日本ガス協会）から算出した産地別の炭素排出係数を国別輸入量で加重平均
		国産天然ガス		$0520	実測値（天然ガス鉱業会提供）から算出したガス田別の炭素排出係数をガス田別産出量で加重平均
		ガス田・随伴ガス		$0521	国産天然ガスの値
		炭鉱ガス		$0522	前回改定値を据え置き
		原油溶解ガス		$0523	国産天然ガスの値
	都市ガス	一般ガス		$0610	総合エネルギー統計の都市ガス製造における炭素収支に基づき算定
		簡易ガス		$0620	LPGの値
（参考）	バイオマス	木材利用		$N131	前回改定値を据え置き
		廃材利用		$N132	
		バイオエタノール		$N134	前回改定値を据え置き
		バイオディーゼル		$N135	
		黒液直接利用		$N136	前回改定値を据え置き
		バイオガス		$N137	前回改定値を据え置き

(a) 高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源

高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源における炭素排出係数については、環境庁（1992）、環境省（2002a）、戒能（2005）、戒能（2014）及び資源エネルギー庁（2020）に基づき設定した。

【2012 年度までの炭素排出係数の設定方法について】

排出係数の設定にあたっては、戒能（2005）において実施された排出係数の評価分析結果を活用した。

2005 年提出版インベントリまでの CO_2 排出量算定に使用してきた環境庁（1992）に示されたエネルギー源別排出係数について、

1) 理論上限値・下限値との比較による評価分析
2) 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値との比較による評価分析
3) 「総合エネルギー統計」を用いた炭素収支による群評価分析によってその妥当性を評価し、妥当性が確認された値についてはその値を使用した。

以下、1)～3)の評価分析の概要を示す。

1) 理論上限値・下限値との比較による評価分析

炭素排出係数の評価を必要とするエネルギー源の大部分は若干の不純物を含んだ炭化水素であり、純粋な炭化水素の総発熱量と炭素排出係数の間には物理化学的な対応関係が存在していることから、水素、メタン、一酸化炭素などの純粋物質の標準生成エンタルピーから理論的に算出される排出係数と評価対象の排出係数を比較することで、係数の妥当性を評価する。

2) 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値との比較による評価分析

1996 年改訂 IPCC ガイドラインデフォルト値や 2006 年 IPCC ガイドライン試算値[10]とその統計的な信頼性（不確実性）情報を利用して、エネルギー源別の炭素排出係数の妥当性を判断する。ただし、IPCC ガイドラインが想定する平均的なエネルギー源の性状と、日本が固有に利用するエネルギー源の性状は必ずしも同一ではないため、数値が乖離している場合があっても当該乖離を説明する正当な根拠が存在する場合、後述する「群評価分析」などの統計的な検討・検証を加えた上で、評価する。

3) 「総合エネルギー統計」を用いた炭素収支による群評価分析

エネルギー源別炭素排出係数のうち、石油製品、石炭製品の係数の群の一部については、「総合エネルギー統計」を用いて石油・石炭製品部門における炭素収支を分析することにより、各炭素排出係数の妥当性を評価する。

妥当性がないと判断されたものに関しては、環境省（2002a）及び 2006 年 IPCC ガイドラインに示された値を比較検証し、妥当と考えられる値を用いた。

【2013 年度から 2017 年度の炭素排出係数の設定方法について】

2013 年度から 2017 年度の炭素排出係数については、2013 年度及び 2014 年度に経済産業省・環境省により実施された発熱量・炭素排出係数の設定に関する調査を通じて得られた値を設定した。

---

[10] 「エネルギー源別炭素排出係数の妥当性の評価と分析」の公表時において、2006 年 IPCC ガイドラインはまだ公表されていなかったため、その値は試算値であり、公表時には若干の変更がある。

設定方法の概要は以下のとおり。

1) **調査方法**

2013年度から2014年度において、経済産業省・環境省により、関係諸団体が有する各種エネルギー源の物性値等の収集と、関係団体より提供された試料の物性値の実測等に関する調査が実施された。本調査により得られた各種エネルギー源に関する物性値を基に、戒能（2014）で示された手法などを用い、2013年度から適用する発熱量・炭素排出係数を設定した。

2) **炭素排出係数の基本的算定方法**

各エネルギー源別の発熱量・炭素排出係数については、各エネルギー源の性質や精度面での優先順位等を踏まえ、「(1) 理論値からの算定」、「(2) 関係諸団体から提供された実測値及び経済産業省・環境省による実測調査結果より算定」、「(3) 他の主要エネルギー源の数値やその加重平均・回帰分析式からの推計により算定」、「(4) 現行値を継続使用」の各方法により設定した。

理論値及び実測値を用いた固体・液体・気体の各燃料における発熱量･炭素排出係数の算定方法（(1), (2)の方法に該当）は下記のとおり。

・気体燃料

気体などのエネルギー源においてガスクロマトグラフィーなどにより成分組成値が実測できる場合には、メタン･プロパンなど各成分組成値に関する純物質の理論発熱量･炭素排出係数を標準生成エンタルピーから算定し、統計処理した成分組成値でこれを加重平均して発熱量･炭素排出係数を算定した。

・固体及び液体燃料

固体及び純成分で加重平均できない液体のエネルギー源については、高位発熱量と炭素含有率などの物性値を直接実測し、当該結果を統計処理して発熱量･炭素排出係数を算定した。

(3)の方法については、一般炭･原油･石油製品の実測結果を基に、発熱量･炭素排出係数を密度･水分など物性値から推計する補間･近似推計式を作成し、これを用いて対象エネルギー源の発熱量・炭素排出係数を推計した。

3) **精度管理**

上記により得られた標準発熱量・炭素排出係数は、現行値及び2006年IPCCガイドラインのデフォルト値との比較検証を行い、妥当性を確認した上でインベントリに適用した。

【2018年度以降の炭素排出係数の設定方法について】

2017年度から2019年度にかけて経済産業省・環境省により実施された発熱量・炭素排出係数の設定に関する調査を基に、2018年度以降の炭素排出係数を発熱量とともに改定した。なお、改定対象とする燃料種は、2013年度に発熱量・炭素排出係数の全面的な改定が行われたこと、5年程度では組成が大きく変動しない燃料種があること、及び実測調査に要するコストや作業負荷と排出量への影響とのバランス等を踏まえ、選別した。

設定方法は「1.業界団体提供データを用いた設定」「2.既存統計・文献及び推計式等を用いて設定」あるいは「3.現行値を継続使用」の3手法に分別される。このうち1.及び2.について、2013年度値設定時の推計手法を踏襲する場合は戒能（2014）を参照した。

上記により得られた発熱量・炭素排出係数の妥当性を評価するため、2013年度改定値及び2006年IPCCガイドラインデフォルト値との比較検証を行った。また、石炭製品製造・石油製品製造部門におけるエネルギー・炭素収支を確認し、上記の発熱量・炭素排出係数の設定により産出量が投入量を上回らないことを確認した。

(b) 高炉ガス

鉄鋼製造工程における高炉・転炉においては、投入される吹込用原料炭、コークスのエネルギー量・炭素量と、産出される高炉ガス、転炉ガスのエネルギー量・炭素量の収支は理論上成立していなければならない。この高炉・転炉での炭素収支を成立させるため、高炉ガス組成の不安定性を鑑み、高炉ガスの炭素排出係数については、高炉・転炉に関する炭素収支から毎年度算定する。具体的には、鉄鋼系ガス生成部門に示された高炉に投入された炭素量（投入された吹込用原料炭及びコークスに含まれる炭素量）から、転炉ガスに含まれる可燃炭素を差し引いた炭素量を高炉ガスの排出量とみなし、当該炭素量を高炉ガスの発生量で除すことで排出係数を算定する。算定式及び算定過程を以下に示す。

なお、高炉ガスの排出係数の算定は毎年行う。

$$EF_{BFG} = [(A_{coal} \times EF_{coal} + A_{coke} \times EF_{coke}) - A_{CFG} \times EF_{CFG}]/A_{BFG}$$

EF　：炭素排出係数［t-C/TJ］
A　：エネルギー量［TJ］
BFG　：高炉ガス
coal　：吹込用原料炭
coke　：コークス
CFG　：転炉ガス

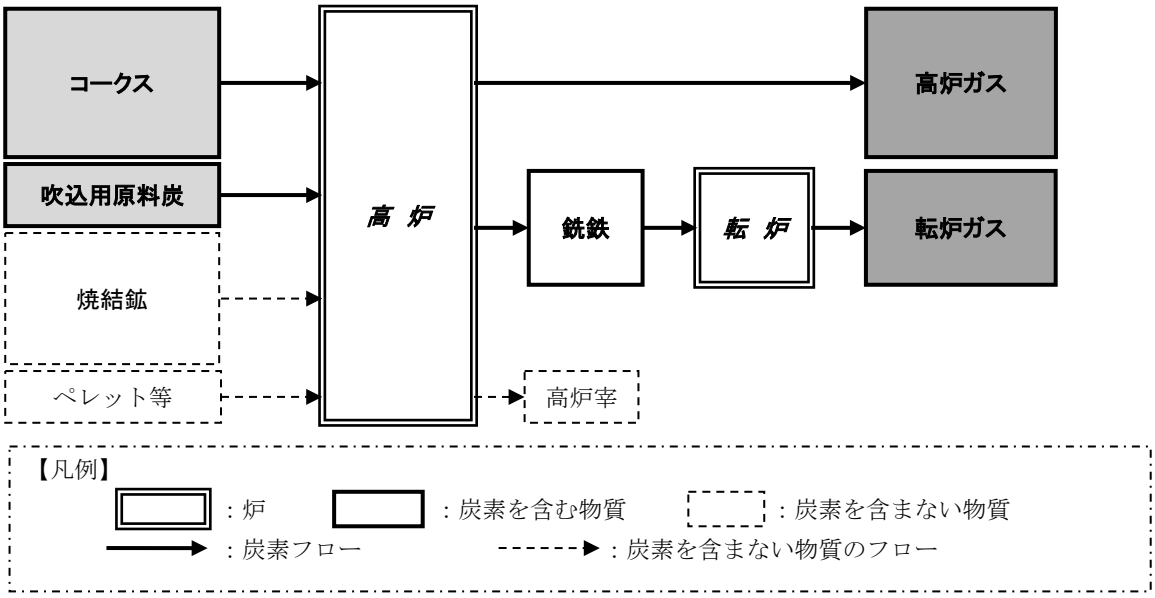


図 3-3　鉄鋼製造における炭素フローの概略図

表 3-15　高炉ガスの炭素排出係数の算定過程

鉄鋼系ガス		1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	備考
Input																	
吹込用原料炭	kt-C	1,650	2,619	3,351	3,014	3,444	4,019	4,401	4,283	4,180	4,206	4,250	4,094	4,043	2,965	4,039	A
コークス	kt-C	12,739	11,400	12,221	11,497	11,194	10,187	10,870	10,917	10,270	10,196	9,739	9,586	9,273	7,833	8,764	B
合計	kt-C	14,389	14,019	15,572	14,511	14,637	14,206	15,271	15,200	14,449	14,402	13,989	13,680	13,316	10,799	12,803	C: A + B
Output																	
転炉ガス	kt-C	2,541	2,359	2,726	2,804	2,798	2,612	2,955	2,941	2,778	2,770	2,589	2,552	2,478	2,066	2,308	D
差	kt-C	11,848	11,660	12,846	11,707	11,839	11,594	12,316	12,260	11,671	11,632	11,400	11,127	10,838	8,733	10,494	E: C - D
Output																	
高炉ガス	PJ	434.8	433.5	481.8	441.4	448.7	442.8	464.5	461.7	440.1	438.9	429.8	423.2	412.4	331.1	399.3	F
EF　高炉ガス	t-C/TJ	27.2	26.9	26.7	26.5	26.4	26.2	26.5	26.6	26.5	26.5	26.5	26.3	26.3	26.4	26.3	E / F

(c) 都市ガス

都市ガスは、ガス小売事業者、一般ガス導管事業者、特定ガス導管事業者（旧一般ガス事業者等）が供給する一般ガスと、ガス小売事業のうち特定ガス発生設備においてガスを発生させ、導管によりこれを供給する事業者（旧簡易ガス事業者）が供給する簡易ガスに分けられる。

簡易ガスの炭素排出係数は、その大部分が LPG 直接供給によるプロパンガスであることから、LPG と同一の値を採用する。

一般ガスの炭素排出係数については、一般ガスはその大部分が原材料を混合・空気希釈して製造されたものであることから、一般ガス製造部門における炭素収支から毎年度設定する。具体的には、一般ガスの原料として消費された化石燃料に含まれる炭素量（コークス炉ガス、灯油、製油所ガス、LPG、LNG、国産天然ガスに含まれる炭素量）を、一般ガスの生産量で除すことで排出係数を設定する。算定式及び算定過程を以下に示す。

なお、一般ガスの排出係数の算定は毎年行う。

$$EF_{CG} = \sum_i (A_i \times EF_i) / P_{CG}$$

EF　：炭素排出係数［t-C/TJ］
A　：エネルギー量［TJ］
P　：生産量［TJ］
CG　：都市ガス（一般ガス）
i　：都市ガス原料（コークス炉ガス、灯油、製油所ガス、LPG、LNG、国産天然ガス）

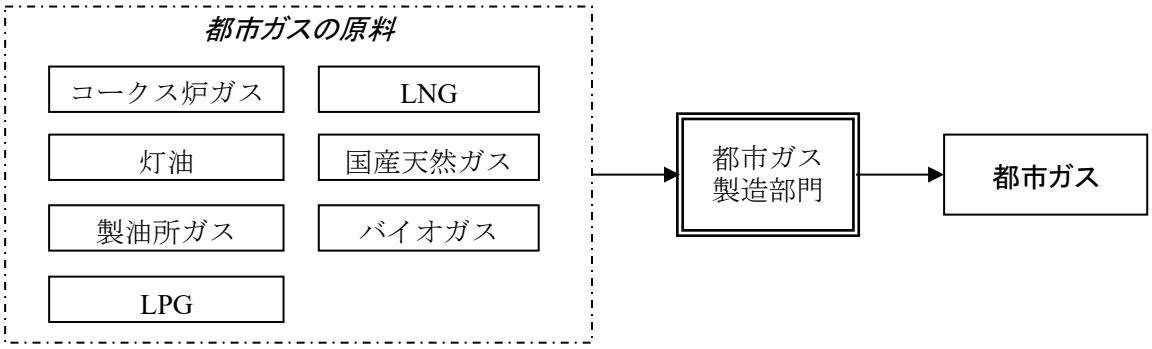


図 3-4　都市ガスの製造フロー

表 3-16　一般ガスの炭素排出係数の算定過程

一般ガス		1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	備考
Input																	
コークス炉ガス	kt-C	211	134	105	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a1
灯油	kt-C	200	275	69	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a2
製油所ガス	kt-C	186	199	186	145	89	82	67	56	37	48	43	46	77	81	83	a3
LPG	kt-C	1,957	2,129	1,809	1,092	786	891	930	992	818	837	947	965	942	932	1,108	a4
LNG	kt-C	6,473	9,429	12,051	17,146	21,357	22,216	21,709	21,863	21,868	22,907	23,252	22,682	21,960	21,239	22,085	a5
国産天然ガス	kt-C	551	661	848	1,190	1,603	1,557	1,498	1,479	1,435	1,415	1,347	1,187	1,048	991	950	a6
合計	kt-C	9,577	12,827	15,068	19,601	23,834	24,746	24,205	24,390	24,159	25,205	25,589	24,879	24,028	23,243	24,226	A: Σa
Output																	
一般ガス	PJ	664.7	892.3	1,061.1	1,392.0	1,700.3	1,764.1	1,724.3	1,737.3	1,722.1	1,796.5	1,822.5	1,781.9	1,720.8	1,664.7	1,732.9	B

EF　一般ガス	t-C/TJ	14.4	14.4	14.2	14.1	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	A/B

○ 酸化率

燃料種別に、燃料の燃焼に伴う未燃炭素の実態について、関係業界団体、関連メーカー、専門家等への調査を行い、燃焼の実態を考慮した日本固有の酸化率を設定した。

・気体燃料

気体燃料の燃焼については、電気事業連合会による発電用ボイラーにおける平成 16 年度の

ガス燃焼時の煤塵濃度測定結果がいずれもゼロであるため、定量的に完全燃焼であることを示すことができる。ヒアリングの結果においても、いずれも100%燃焼しているとの回答が得られた。以上より、気体燃料については酸化率を1.0と設定した。

・液体燃料

液体燃料については、燃料に含まれる炭素ほぼ全量が燃焼していると想定できるものの、燃焼状況によっては 0.5%程度の未燃損失が生じる可能性があることが指摘された。ただし、いずれも具体的な定量データを示すのは困難であったため、我が国ではきめ細かな燃焼管理、煤煙処理を実施していることを勘案し、酸化率を1.0と設定した。

・固体燃料

石炭の燃焼については、燃焼条件、炉種、炭質により燃焼の状況が異なることもあり、具体的にどれだけの未燃炭素が生じているかを示す直接的な定量データの提供は困難な状況である。一方、炉で発生する未燃炭素については、ほぼ全量が石炭灰中に含まれるものと考えられる。石炭灰は有効利用又は埋立処理が行われており、有効利用が行われる石炭灰のうち、セメント原料に利用されたもののように、製造過程において焼成工程を経るものについては、焼成過程で石炭灰中に含まれる未燃炭素が酸化され CO_2 として大気中に放出される。

焼成工程により酸化される未燃炭素も考慮した、石炭燃焼における酸化率は1990～2003年の平均値は有効数字3桁で0.996となる。我が国のインベントリに用いるデータの精度を考慮すると、有効数字2桁の設定が妥当であるため、3桁目の四捨五入を行い、我が国の固体燃料燃焼に係る酸化率は1.0と設定した。

■　活動量

本カテゴリーの活動量については、「総合エネルギー統計」に示されたエネルギー消費量を用いている。エネルギー消費量の推移を表 3-17に示す。

表 3-17　エネルギー産業（1.A.1）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
液体燃料	2,596	2,198	1,618	1,669	1,352	2,166	1,866	1,465	1,312	1,154	1,021	880	777	675	781
固体燃料	1,235	1,542	1,951	2,586	2,757	2,835	3,121	3,061	3,038	3,039	3,096	2,917	2,850	2,744	2,913
気体燃料	1,564	1,786	2,167	2,021	2,624	3,475	3,488	3,552	3,300	3,394	3,218	3,033	2,846	2,925	2,641
その他化石燃料	IE	IE	0	5	5	5	0	1	1	1	1	1	1	1	1
バイオマス	0	0	0	26	28	28	31	32	32	48	84	92	140	156	186
合計	5,395	5,526	5,737	6,308	6,766	8,510	8,506	8,111	7,683	7,636	7,421	6,922	6,614	6,502	6,523

（注）燃料種区分は共通報告様式（CRF）に準じている。

「総合エネルギー統計」は、日本国内に供給された石炭・石油・天然ガスなどのエネルギー源が、どのような形態に転換され、日本国内においてどの部門によりどのような形で消費されたのかを捉え、国内のエネルギー需給の状況を表した統計（エネルギーバランス表）である。この統計の目的は、日本のエネルギー需給の概要を示し、エネルギー・環境政策の企画立案やその効果の実測・評価などに貢献するとともに、エネルギー需要に対する定量的な理解や情勢判断を支援するために策定するものである。

「総合エネルギー統計」は、各種エネルギー源を「列」、エネルギー供給・転換・消費部門を「行」として、国内のエネルギー需給を行列形式で表現している。具体的には、各種エネルギー源「列」においては、13の大項目区分（石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都市ガス、再生可能エネルギー（水力を除く）、水力発電（揚水除く）、揚水発電、未活用エネルギー、原子力発電、電力、熱）と中項目以下の区分で構成されている。そして需給部門「行」の構成については、一次エネルギー供給（一次供給）、エネルギー転換（転換）、最終エネルギー消費（最終消費）の3つの大部門と中部門以下の部門で構成されている。

「総合エネルギー統計」におけるエネルギー需給量の算定では、ガソリン・電力などの各エネルギー源が一律に固有単位あたりの総発熱量（高位発熱量）［MJ/kg, MJ/L, MJ/m^3］で均

質とし、それぞれのエネルギー源が供給・転換・消費されていると仮定している。そして各種の公的統計で把握されている固有単位での供給・転換・消費の数値に、固有単位あたりの総発熱量（高位発熱量）を乗じてエネルギー需給量を算定している。「総合エネルギー統計」の算定作業は以下の手順で行われている。

(1) 発熱量・炭素排出係数の設定
(2) 各種公的統計からエネルギー需給モジュールの構築
(3) 固有単位表の作成（各種公的統計からモジュールを通して、詳細表、本表及び簡易表を作成）（t, kL, $10^3 \times m^3$ などの単位で表記）
(4) エネルギー単位表の作成（ジュール単位で表記）
(5) エネルギー起源炭素表の作成（炭素含有量で表記）

「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）は下記の資源エネルギー庁のウェブサイトで 1990 年度から入手可能である。

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html#headline2

また、「総合エネルギー統計」の簡易表を別添 4（A4.2）に掲載しているので参照のこと。

エネルギー産業の活動量については、「総合エネルギー統計」に示された、石炭製品製造（#210000）、石油製品製造（#220000）、ガス製造（#230000）、電気事業者が行う発電に伴うエネルギー消費量を計上している事業用発電（#240000）、熱供給事業者が行う温熱・冷熱の発生に伴う消費量を計上している地域熱供給（#270000）、及び各エネルギー産業における自家消費（石炭製品製造（#301100）、石油製品製造（#301200）、ガス製造（#301300）、事業用電力（#301400）、地域熱供給（#301500））の各部門の値を用いている。

これに加え、1990～2015 年度までの電気業（#255330）における自家用発電の化石燃料消費量も、エネルギー産業に含めている。これは、2006 年 IPCC ガイドラインでは、発電を主たる業とする事業者は発電及び熱供給（1.A.1.a）に含めることとされており、2015 年度までの電気業（#255330）には主に発電を主たる業とする独立系発電事業者（IPP）が含まれているためである。なお、電力小売全面自由化を定めた改正電気事業法が 2016 年 4 月に施行されたことに伴い電気事業者の定義が変更されたため、2016 年度以降は IPP 等の発電を主たる業とする事業者については電気業（#255330）ではなく事業用発電（#240000）に含まれている。

「総合エネルギー統計」の部門と CRF の部門対応を表 3-18 に示す。

表 3-18　「総合エネルギー統計」とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.1）

CRF		総合エネルギー統計	
1A1	Energy industries		
1A1a	Public electricity and heat production	事業用発電	#240000
		自家消費　事業用電力	#301400
		地域熱供給	#270000
		自家消費　地域熱供給	#301500
		自家用発電　電気業(2015まで)	#255330
1A1b	Petroleum refining	石油製品製造	#220000
		自家消費　石油製品製造	#301200
		自家用発電　石油製品	#253171
		自家用蒸気発生　石油製品	#263171
		最終エネルギー消費　石油製品製造業(除 石油製品)	#626510
		▲非エネルギー利用(石油製品)	#951540
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	石炭製品製造	#210000
		自家消費　石炭製品製造	#301100
		自家用発電　石炭製品他	#253175
		自家用蒸気発生　石炭製品他	#263175
		最終エネルギー消費　石炭製品製造業他(除 石炭製品)	#626550
		ガス製造	#230000
		自家消費　ガス製造	#301300

（注）▲非エネルギー利用：原料用として用いられた分を控除している。

○ 発熱量

エネルギー源別の高位発熱量は、「総合エネルギー統計」で用いられている値を使用した。エネルギー源別の高位発熱量の推移を表 3-19 に示す。「総合エネルギー統計」では、各エネルギー源の固有単位当たりの総発熱量が毎年度再計算可能なエネルギーについては、毎年度公的統計から再計算を行って算定した「実質発熱量」を用いている。また、毎年度再計算することができないエネルギー源や、物理的性状が安定しているエネルギー源については、直近の実測データや各種公的文献・資料などから推計された「標準発熱量」の値を用いている。

なお、標準発熱量は概ね 5 年に一度改定されており、これまで、2000、2005、2013、2018 年度値に対して改定が実施された。

固体燃料の高位発熱量（GCV）のトレンドは、1990 年以降減少傾向にあるが、これはコークス用原料炭と一般炭の比率の変化に起因する。1970～1990 年においては、コークスの原料として、コークス用原料炭が使用されていたが、コークス用原料炭の不足と価格上昇のため、コークスの代わりに前処理（調湿と増粘）をした一般炭を使う新しいコークス技術が開発された。同様に、PCI（吹込用原料炭）がコークス用原料炭や一般炭の混合から、前処理（微粉化）をした一般炭に変更された。これは、日本の鉄鋼製造が、経済的な理由で安い石炭から高品質のコークスを製造してきたためである。従来のコークス用原料炭は、一般炭に比べて高い炭素含有量と発熱量を有するため、新技術が徐々に導入された結果、近年の見かけの GCV が減少傾向にある。

表 3-19　エネルギー源別の高位発熱量の推移

エネルギー源				コード	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
固体燃料	石炭	原料炭		$0110	MJ/kg	31.8	30.5	29.0	29.0	28.9	28.9	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8	28.7
		コークス用原料炭		$0111	MJ/kg	31.8	30.5	29.1	29.1	29.1	29.1	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9
		吹込用原料炭		$0112	MJ/kg	31.8	30.5	28.2	28.2	28.2	28.2	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.3	28.3	28.3	28.3
		輸入一般炭		$0121	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.1	26.1	26.1	26.1
		汎用輸入一般炭		$0122	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.1	26.1	26.1	26.1
		発電用輸入一般炭		$0123	MJ/kg	24.9	26.1	26.4	25.5	25.3	25.3	26.0	25.5	25.3	25.1	25.0	24.8	24.5	24.4	24.8
		国産一般炭		$0124	MJ/kg	24.3	24.3	22.5	22.5	22.5	22.5	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	24.2	24.2	24.2	24.2
		無煙炭		$0130	MJ/kg	27.2	27.2	27.2	26.9	26.9	26.9	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
	石炭製品	コークス		$0211	MJ/kg	30.1	30.1	30.1	29.4	29.4	29.4	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	29.0	29.0	29.0	29.0
		コールタール		$0212	MJ/kg	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
		練豆炭		$0213	MJ/kg	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
		コークス炉ガス		$0221	MJ/m^3	21.5	21.6	21.3	21.4	21.3	20.7	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.4	18.4	18.4	18.4
		高炉ガス		$0222	MJ/m^3	3.5	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
		転炉ガス		$0225	MJ/m^3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
液体燃料	原油	精製用原油		$0310	MJ/L	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.1	38.1	38.1
		精製用純原油		$0311	MJ/L	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.1	38.1	38.1
		精製用粗残油		$0312	MJ/L	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.1	41.3	40.9	40.6	40.8	40.3	40.2	40.1	39.9	39.8
		発電用原油		$0320	MJ/L	39.1	39.2	39.6	38.5	39.7	39.3	39.3	39.4	39.8	40.0	39.5	39.8	40.1	40.4	40.5
		瀝青質混合物		$0321	MJ/kg	30.1	30.3	29.9	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4
		NGL・コンデンセート		$0330	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	34.8	34.8	34.7	34.6	34.8	34.5	34.5	34.6	34.6	34.5
		精製用NGLコンデンセート		$0331	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	34.8	34.8	34.7	34.7	34.8	34.6	34.5	34.7	34.6	34.6
		発電用NGLコンデンセート		$0332	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	34.8	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.5
		石油化学用NGLコンデンセート		$0333	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	34.8	34.6	34.5	34.4	34.7	34.4	34.3	34.3	34.3	34.5
	石油製品	原料油	純ナフサ	$0420	MJ/L	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
			改質生成油	$0421	MJ/L	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7
		燃料油	ガソリン(原油由来)[1]	$0431	MJ/L	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4
			ガソリン(バイオマス考慮)[2]		MJ/L	34.6	34.6	34.6	34.6	34.5	34.5	33.3	33.3	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.1	33.2
			ジェット燃料油	$0432	MJ/L	36.4	36.4	36.7	36.7	36.7	36.7	36.3	36.3	36.2	36.3	36.4	36.4	36.3	36.3	36.3
			灯油	$0433	MJ/L	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5
			軽油(原油由来)[1]	$0434	MJ/L	38.1	38.1	38.2	37.8	38.1	37.9	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
			軽油(バイオマス考慮)[2]		MJ/L	38.1	38.1	38.2	37.8	38.1	37.9	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
			A重油	$0436	MJ/L	39.7	39.6	39.3	39.1	39.9	39.8	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9
			C重油	$0437	MJ/L	40.2	40.3	40.3	40.3	40.4	40.6	41.2	40.9	41.4	41.0	41.0	41.1	41.0	41.1	41.0
			B重油	$0438	MJ/L	40.2	40.2	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4
			一般用C重油	$0439	MJ/L	40.2	40.3	40.3	40.3	40.4	40.6	41.2	40.9	41.4	41.0	41.0	41.1	41.0	41.1	41.0
			発電用C重油	$0440	MJ/L	41.1	41.1	41.3	41.2	41.3	41.2	41.2	41.4	41.0	41.5	41.6	41.6	41.7	41.6	41.6
		他石油製品	潤滑油	$0451	MJ/L	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2
			他重質石油製品	$0452	MJ/kg	39.2	39.3	39.4	39.4	39.4	39.6	40.2	39.9	40.4	40.0	40.0	40.1	40.0	40.1	40.0
			オイルコークス	$0455	MJ/kg	35.6	35.6	35.6	29.9	29.9	29.9	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	34.1
			電気炉ガス	$0456	MJ/m^3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
			製油所ガス	$0457	MJ/m^3	39.3	39.3	44.9	44.9	44.9	44.9	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1
			液化石油ガス（LPG）	$0458	MJ/kg	50.5	50.6	50.7	50.7	50.8	50.8	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス（LNG）		$0510	MJ/kg	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.7	54.7	54.7	54.7
		国産天然ガス		$0520	MJ/m^3	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.8	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	38.4	38.4	38.4	38.4
		ガス田・随伴ガス		$0521	MJ/m^3	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.8	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	38.4	38.4	38.4	38.4
		炭鉱ガス		$0522	MJ/m^3	36.0	36.0	16.7	16.7	16.7	16.7	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
		原油溶解ガス		$0523	MJ/m^3	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.8	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	38.4	38.4	38.4	38.4
	都市ガス	一般ガス		$0610	MJ/m^3	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	40.8	40.8	40.7	40.7	40.8	40.0	40.0	39.9	40.0
		簡易ガス		$0620	MJ/m^3	105.4	103.6	102.3	101.5	101.1	101.0	96.0	95.7	95.3	95.3	95.0	94.8	94.9	94.3	94.1
（参考）	バイオマス	木材利用		$N131	MJ/kg	15.4	15.4	15.4	19.9	17.4	17.9	17.6	17.2	17.0	13.1	12.9	13.6	14.8	14.5	14.8
		廃材利用		$N132	MJ/kg	16.7	16.7	16.7	16.3	16.3	16.3	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1
		バイオエタノール		$N134	MJ/L	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4
		バイオディーゼル		$N135	MJ/L	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	35.6
		黒液直接利用		$N136	MJ/kg	12.6	12.6	12.6	13.2	13.2	13.2	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
		バイオガス		$N137	MJ/m^3	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2

1) レファレンスアプローチで使用。
2) 部門別アプローチで使用。
3) 2012年度迄は 気体は原則全て 0 °C、1気圧 (273.15 K, 101.325 kPa)（ノルマル状態）、液体は常温、固体は全て「有水・有灰」状態での数値を示す。
2013年度以降は 気体・液体は原則全て 25 °C, 1 bar (298.15 K, 100 kPa)（標準環境状態 SATP）、固体は全て「有水・有灰」状態での数値を示す。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、炭素排出係数の元データから得られる 95%信頼区間の上

限値、下限値等から設定した。また、活動量の不確実性は、出典である「総合エネルギー統計」における燃料種別・部門別のエネルギー消費量の不確実性を設定することが困難であるため、1990～2017 年度の固体燃料、液体燃料、気体燃料の統計誤差率（対国内供給）の標準偏差から上限値、下限値を設定した。その結果、固体燃料、液体燃料、気体燃料の燃焼による CO_2 排出量の不確実性は燃料の燃焼部門全体で−4～+2%と評価された。エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却による CO_2 排出量の不確実性は、7.4.3.節を参照のこと。

■　時系列の一貫性

全ての時系列において一貫した算定方法を用いて排出量の算定を行っている。

炭素排出係数については、全てのエネルギー源について、全ての時系列において同一の方法にて設定を行っている。

活動量については、全ての時系列において「総合エネルギー統計」の値を使用しており、本統計は全ての時系列において一貫した方法にて作成されている。

時系列の一貫性の観点から、「総合エネルギー統計」における 1990～2015 年度の自家用発電の電気業（#255330）の化石燃料消費量は発電及び熱供給（1.A.1.a）の活動量に含めている。3.2.4. b）節の活動量の説明を参照のこと。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、2016～2020 年度について排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新及び算定方法の改善に伴い、2005～2020 年度のその他化石燃料の CO_2 排出量が再計算された。詳細は 7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

【「総合エネルギー統計」の再計算について】

総合エネルギー統計の過去データで修正されたものは以下のとおり。

1)　総合エネルギー統計作成において推計方法を変更したもの

2021 年度の総合エネルギー統計の作成において推計方法の変更は行っていない。

2)　総合エネルギー統計作成で使用している統計データが更新されたことに伴うもの

総合エネルギー統計の作成においては、多くのエネルギー関連統計データを使用しており、これらのデータは、翌年に更新される場合がある。例えば、統計調査の客体が報告した数字に誤りがあり、訂正の報告をした場合が該当する。このような場合、総合エネルギー統計においても当該統計値を更新することがある。今回 2021 年度の総合エネルギー統計作成時に 2020 年度のデータの更新を行ったものとしては以下のものがある。

表 3-20　総合エネルギー統計で使用している統計データの更新状況

No	総合エネルギー統計で使用している統計データ	総合エネルギー統計に反映される箇所
1	資源・エネルギー統計（2020年1月～12月分のデータについて年間補正済みデータに更新）	$0300 原油、$0500 天然ガス の #110000 国内産出、#120000 輸入、#160000 輸出、#190000 供給在庫変動等。$0400 石油製品の#222000 石油製品製造等
2	貿易統計	$0100 石炭、$0200 石炭製品、$0455 オイルコークス、$0458 LPG、$0510 LNG、$N130 バイオマスの#120000 輸入、#160000 輸出
3	石油等消費動態統計（2020年1月～12月分については年間補正済み）	#250000 自家用発電、#260000 自家用蒸気発生、#500000 最終エネルギー消費の製造業大規模事業所、#355000 製造業在庫等
4	ガス事業生産動態統計	$0610 一般ガスの#231000 一般ガス製造、#700000 家庭 $0620 簡易ガスの#232000 簡易ガス製造、#650000 業務他、#700000 家庭
5	林業産出額	#611200 林業 推計用
6	バイオディーゼル国内生産量データ	$N135 バイオディーゼルの#110000 国内産出
7	バイオマス、廃棄物熱利用データ	$N130 バイオマス、$N210 廃棄物エネルギー活用 の #260000 自家用蒸気発生
8	農業経営統計調査	#611100 農業 推計用
9	農業物価統計調査	#611100 農業 推計用
10	石油製品価格調査	#611100 農業、#611200 林業、#611300 漁業 推計用
11	地域別都市ガス消費量データ	$0610 一般ガス の #700000 家庭の地域別
12	旅客船舶用軽油データ 及び重油データ	$0434 軽油 の #814000 旅客船舶 $0435 重油 の #814000 旅客船舶
13	鉄道統計年報	$0434 軽油、$1200 電力 の #813000 旅客鉄道、#852000 貨物鉄道

（注）
1) 「$0000」は総合エネルギー統計の列番号、「#000000」は総合エネルギー統計の行番号
2) 二重計上を避けるため、7番の廃棄物のデータは温室効果ガス排出量の算定には用いていない。

また、電力調査統計に計上されている発電用燃料のうち瀝青質混合物（$0321）についてこの燃料を報告した事業者に確認したところいくつかの事業者の燃料が他重質石油製品（$0454）やオイルコークス（$0455）であったため、2016年度まで遡って修正した。

なお、一部のエネルギーについては、総供給量が総需要量よりも大きい供給超過の場合、供給超過相当分を不詳部門における消費量とみなし、業務他の内訳の分類不能・内訳推計誤差やエネルギー転換部門の自家消費に計上している。

総需要量が総供給量よりも大きい需要超過の場合、需要超過分を過大推計が起こりうる標本調査（エネルギー消費統計、自動車燃料消費量調査）から算定する部門に負値で按分している。

そのため、これらのエネルギーについて、他の業種でデータが更新され消費量が変化した場合、製造業、業務、運輸等の部門別の消費量は僅かだが変化する。なお、いずれの場合も消費量合計は供給量がコントロールトータルとなっているので変わらない。

f) 今後の改善計画及び課題

標準発熱量及びこれに対応する炭素排出係数を概ね5年に一度改定することとなっており、次期改定に向けた検討を進めている。

3.2.5. エネルギー産業（1.A.1）における CH_4 と N_2O の排出

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、発電・熱供給（1.A.1.a）、石油精製（1.A.1.b）、固体燃料製造等（1.A.1.c）におけるエネルギー転換に伴う CH_4、N_2O 排出を扱う。

CH_4 は、化石燃料の不完全燃焼により発生する。したがって、不完全燃焼を起こさないように燃焼管理を徹底すれば、CH_4 は発生しない。

N_2O は、燃料中の窒素を含む揮発成分と、燃焼によって生じた一酸化窒素（NO）の反応などによって生成するため、窒素分を多く含む燃料を使用すると N_2O が発生しやすくなる。また、この生成反応の起こりやすさは温度条件に依存し、低温になるほど N_2O は発生しやすい。そのため、例えば流動床ボイラーのような、800～900 ℃ 程度の低温で燃焼する炉の場合、N_2O の排出が大きくなる。また、N_2O は NOx 除去用の触媒と NOx の接触によっても発生することがある。

我が国の温室効果ガス総排出量に対するこのカテゴリーからの排出量の寄与は小さい。その中で相対的に寄与の大きいものとして、流動床ボイラーからの N_2O 排出がある。我が国では 1990 年以降流動床ボイラーの新設が進み、このカテゴリーからの排出量の増加に寄与した。発電・熱供給（1.A.1.a）における固体燃料の燃焼による N_2O の排出量が 1994～1995 年にかけて大きく増加しているが、これは 1995 年に事業用発電用の大型流動床ボイラーが稼働を開始したことにより、1995 年における固体燃料使用量が増加したためである。近年は、一部の流動床ボイラーの廃止により排出量が減少している。

コークスの製造に伴い排出される CH_4 は当該カテゴリーに報告する。コークス炉炉蓋からの漏洩ガス中の N_2O 濃度の実測結果は得られていないが、専門家意見によるとコークス炉内は通常 1,000℃以上の還元雰囲気であり N_2O は発生しないと考えられる。

b） 方法論

■　算定方法

○ 各種炉

本カテゴリーにおける化石燃料の燃焼に伴う CH_4, N_2O 排出量については、燃料種別、部門別、炉種別の活動量（エネルギー消費量）が利用可能であり、また我が国独自の排出係数が炉種別に設定可能であることから、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定した。排出量の算定式を以下に示す。燃料種別、炉種別の排出係数に、燃料種別、炉種別、部門別の活動量を乗じて排出量を算定した。

$$E = \sum_{ij} \left(EF_{ij} \times A_{ijk} \right)$$

E ：化石燃料の燃焼に伴う固定発生源からの CH_4, N_2O 排出量［kg-CH_4, kg-N_2O］
EF_{ij} ：燃料種 i、炉種 j における排出係数［kg-CH_4/TJ, kg-N_2O/TJ］
A_{ijk} ：燃料種 i、炉種 j、部門 k におけるエネルギー消費量［TJ］
i ：燃料種
j ：炉種
k ：部門

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーでの燃焼に伴う CH_4、N_2O 排出については、我が国独自の排出係数が発電施設及び熱利用施設の施設別に設定可能であることから、2006 年 IPCC ガイドラインの

デシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定した。ただし、バイオガスは、国独自の排出係数が利用可能ではないため、Tier 1 法を用いて算定した。

○ コークス製造

コークス製造に伴う CH_4 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された手法に基づき、コークスの生産量に我が国独自の排出係数を乗じて算定し、固体燃料製造等（1.A.1.c）に報告した。

○　エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

■　排出係数

○ 各種炉

表 3-21 に示す理論排ガス量（乾き）と、煙道における CH_4 濃度、N_2O 濃度、O_2 濃度の我が国で行った実測調査データ（表 3-22）、理論空気量、高位発熱量を用いて、以下の式より各施設の排出係数の設定を行なった。

$$EF = C_{CH_4,N_2O} \times \{G_0{}' + (m-1) \times A_0\} \times MW/V_m/GCV$$

EF	:	排出係数［kg-CH_4/TJ, kg-N_2O/TJ］
$C_{CH4,N2O}$	:	排ガス中の CH_4 濃度、N_2O 濃度［ppm］
G_0'	:	燃焼された燃料の理論排ガス量（乾き）［m^3N/固有単位］
A_0	:	燃焼された燃料の理論空気量［m^3N/固有単位］
m	:	空気比≡実際空気量/理論空気量［-］
MW	:	CH_4 の分子量（定数）= 16［g/mol］ N_2O の分子量（定数）= 44［g/mol］
V_m	:	理想気体 1 モルの標準状態での体積（定数）= 22.4［$10^{-3}m^3$/mol］
GCV	:	燃焼された燃料の高位発熱量［MJ/固有単位］

ただし、空気比 m は、排ガス中 O_2 濃度を用いて近似的に次式で与える。

$$m = \frac{21}{21 - C_{O_2}}$$

C_{O_2}	:	排ガス中の O_2 濃度［%］

燃料種、炉種別の CH_4, N_2O 排出係数は、各施設における排出係数の値を燃料種、炉種別に区分した上で平均して設定した（表 3-23、表 3-24）。平均値を求める際には t 検定及び専門家判断により異常値を棄却し、算定を行なった。排出係数設定に用いた実測値については、環境省（2006a）を参照のこと。

【排出係数の吸気補正について】

我が国では、2005 年提出インベントリまで、固定発生源からの非 CO_2 排出係数を、排出量算定方法に関する過去の検討結果（大気環境学会（1996）等）を踏まえ、排気ガス中の濃度と吸気ガス中の濃度の差を考慮して設定（吸気補正）してきた。このうち、一部の排出源については、吸気ガス中に存在する CH_4 又は N_2O が燃焼作用によって酸化あるいは分解され、排気ガス中の濃度が吸気ガス中の濃度よりも低くなるとの実測データを基に、排出係数を負の値としてきた。しかし、2003 年訪問審査では、正確な排出量の把握の上では吸気補正の実施を行うべきだが、国際的な比較の観点から、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」（以下、GPG2000）において、排出量の算定には排気ガス中の CH_4 又は N_2O の実排出量に基づく正の

排出係数を用いるべきとされており、これに従うべきとの指摘を受けた。そのため、2006 年以降提出のインベントリでは、吸気補正は行わず、排気ガス中の CH_4 又は N_2O の濃度の測定値をそのまま用いた排出係数を設定することとした。

表 3-21　燃料種別の理論排ガス量、理論空気量、高位発熱量

燃料種	固有単位	理論排ガス量（乾）G_0' 1)	高位発熱量 GCV 2)	理論空気量 A_0 1)	備考
		m^3N/L, kg, m^3N	kJ/L, kg, m^3N, kWh	m^3N/L, kg, m^3N	
A 重油	L	8.900	39,100	9.500	a
B 重油	L	9.300	40,400	9.900	a
C 重油	L	9.500	41,700	10.100	a
軽油	L	8.800	38,200	9.400	a
灯油	L	8.400	36,700	9.100	a
原油	L	8.747	38,200	9.340	a
ナフサ	L	7.550	34,100	8.400	a
その他液体	L	9.288	37,850	9.687	b
その他液体（重質）	L	9.064	37,674	9.453	b
その他液体（軽質）	L	9.419	35,761	9.824	b
石炭（一般炭）	kg	7.210	26,600	7.800	a
コークス	kg	7.220	30,100	7.300	a
木材	kg	3.450	14,367	3.720	b
木炭	kg	7.600	30,500	7.730	c
その他固体	kg	7.000	33,141	7.000	b
都市ガス	m^3	9.850	46,047	10.949	b
COG（コークス炉ガス）	m^3	4.500	21,100	4.800	a
BFG（高炉ガス）	m^3	1.460	3,410	0.626	a
LNG（液化天然ガス）	kg	11.766	54,500	13.093	a
LPG（液化石油ガス）	kg	11.051	50,200	12.045	a
CFG（LDG）（転炉ガス）	m^3	2.200	8,410	1.500	a
製油所ガス（オフガス）	m^3	11.200	44,900	12.400	a
その他気体	m^3	4.587	28,465	4.096	b
その他気体（石油）	m^3	7.889	40,307	7.045	b
その他気体（鉄鋼）	m^3	2.812	19,097	2.511	b
その他気体（鉱業）	m^3	3.396	38,177	3.032	b
その他気体（その他）	m^3	4.839	23,400	4.321	b
パルプ廃液	kg	3.245	13,898	3.499	b
電力	kWh	－	3,600	－	a

（注）

1) 理論排ガス量及び理論空気量は、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」における標準値である。ただし、都市ガス、LNG、LPG については、成分データから試算した値を採用した。なお、都市ガスの成分については、都市ガス（13A）の成分で代表できるものとみなした。

2) 高位発熱量については、備考欄が a のものは「総合エネルギー統計」の標準発熱量のデータを用いたもの、備考欄が b のものは「大気汚染物質排出量総合調査」の標準値（1992 年度実績ベース）を用いて設定したものである。なお、石炭（一般炭）の高位発熱量は「一般炭（輸入炭）」の高位発熱量を用いている。備考欄が c のものは、文献等を元に、2005 年度の温室効果ガス排出量算定方法検討会で設定したものである。

表 3-22　排出係数の設定に用いた実測データの出典一覧

	出典
1	北海道「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査結果報告書」（1991）
2	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書」（1991）
3	大阪市「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査」（1991）
4	北海道「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査結果報告書」（1992）
5	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書」（1992）
6	北九州市「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書」（1992）
7	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数作成調査」（1993）
8	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書」（1994）
9	神奈川県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1995）
10	新潟県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1995）
11	大阪府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1995）
12	広島県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1995）
13	福岡県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」（1995）
14	大阪市「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1995）
15	神戸市「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1995）
16	北海道「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1996）
17	石川県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1996）
18	京都府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1996）
19	大阪府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1996）
20	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1996）
21	広島県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1996）
22	福岡県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」（1996）
23	京都府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1997）
24	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1997）
25	福岡県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」（1997）
26	大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書－排出量推計手法－」（1996）
27	大阪府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1999）
28	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」（2000）
29	財団法人エネルギー総合工学研究所「大気環境負荷低減に資する燃料の品質動向に関する調査報告書」（2000）
30	環境省　平成11年度温室効果ガス排出量算定方法検討会実測データ（1999）
31	電気事業連合会提供データ
32	2006年IPCCガイドライン
33	林野庁木材利用課「平成26年度木材利用推進・省エネ省CO_2実証事業」（2015）
34	環境省「平成29年度バイオマスボイラーからの温室効果ガス排出量の実態把握に関する調査」（2018）

表 3-23　燃料種別、炉種別 CH_4 排出係数（単位：kg-CH_4/TJ、高位発熱量ベース）

			ボイラー	工業炉									内燃機関		
			ボイラー	金属（銅、鉛及び亜鉛を除く）精錬用焼結炉	ペレット焼成炉（鉄鋼用、非鉄金属用）	金属熱処理炉、金属圧延加熱炉、金属鍛造炉	石油加熱炉、ガス加熱炉	触媒再生塔	窯業製品製造用焼成炉（セメント焼成炉を除く）	乾燥炉（骨材、セメント原料、レンガ原料、鋳型用）	洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉	その他の工業炉	ガスタービン	ディーゼル機関	ガス機関、ガソリン機関
エネルギー源		コード 1)	0100	0306 0307	0312 0313	0600	0202 0700	0801	0906 - 0914	1101 - 1104	1105 1106	2)	2900	3000	3100 3200
石炭	原料炭	$0110	0.13	31	1.7	13	13	NA	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA
	コークス用原料炭	$0111													
	吹込用原料炭	$0112													
	輸入一般炭	$0121													
	汎用輸入一般炭	$0122													
	発電用輸入一般炭	$0123													
	国産一般炭	$0124													
	無煙炭	$0130													
石炭製品	コークス	$0211	0.13	31	1.7	13	13	0.054	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA
	コールタール	$0212													
	練豆炭	$0213													
	コークス炉ガス	$0221	0.23			0.43	0.16	NA				2.3	0.81	0.70	54
	高炉ガス	$0222													
	転炉ガス	$0225													
原油	精製用原油	$0310	0.10	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54
	発電用原油	$0320													
	瀝青質混合物	$0321													
	NGL・コンデンセート	$0330													
石油製品	純ナフサ	$0420	0.26	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54
	改質生成油	$0421													
	ガソリン	$0431													
	ジェット燃料油	$0432													
	灯油	$0433													
	軽油	$0434													
	A重油	$0436													
	C重油	$0437	0.10												
	B重油	$0438													
	一般用C重油	$0439													
	発電用C重油	$0440													
	潤滑油	$0451	0.26												
	他重質石油製品	$0452	0.13			13	13	0.054				13	NA	NA	NA
	オイルコークス	$0455													
	電気炉ガス	$0456	0.23			0.43	0.16	NA				2.3	0.81	0.70	54
	製油所ガス	$0457													
	液化石油ガス（LPG）	$0458													
天然ガス	輸入天然ガス（LNG）	$0510	0.23	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54
	国産天然ガス	$0520													
	ガス田・随伴ガス	$0521													
	炭鉱ガス	$0522													
	原油溶解ガス	$0523													
都市ガス	一般ガス	$0610	0.23	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54
	簡易ガス	$0620													
バイオマスエネルギー	木材利用 発電施設	$N131	0.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	木材利用 熱利用施設		16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	廃材利用 発電施設	$N132	0.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	廃材利用 熱利用施設		16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	黒液直接利用	$N136	4.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオガス	$N137	0.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオマスその他	$N138	16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

1) エネルギー源のコードは総合エネルギー統計、炉のコードは大気汚染物質排出量総合調査による。
2) その他の工業炉は、工業炉（0200-1100, 1400-2801）のうち本表に記載されていないものが含まれる。
ただし、ガス発生炉（0201）、溶鉱炉、転炉及び平炉（銅、鉛及び亜鉛の精錬用を除く）（0400）については、
発生したガスが他の炉で二重計上となるのを避けるため、排出係数を設定しない。
コークス炉（2801）の排出係数は別途設定している（本文参照）。電気炉（1200）は第4章を参照。

表 3-24　燃料種別、炉種別 N_2O 排出係数（単位：kg-N_2O/TJ、高位発熱量ベース）

			ボイラー			工業炉					内燃機関		
			ボイラー（流動床以外）	常圧流動床ボイラー	加圧流動床ボイラー	溶鉱炉（銅、鉛及び亜鉛の精錬用を除く）	石油加熱炉、ガス加熱炉	触媒再生塔	コークス炉	その他の工業炉	ガスタービン	ディーゼル機関	ガス機関、ガソリン機関
エネルギー源		コード 1)	0100	0100	0100	0401 0402	0202 0700	0801	2801	2)	2900	3000	3100 3200
石炭	原料炭	$0110	0.85	54	0.85	NA	1.1	NA	NA	1.1	NA	NA	NA
	コークス用原料炭	$0111											
	吹込用原料炭	$0112											
	輸入一般炭	$0121			5.2								
	汎用輸入一般炭	$0122											
	発電用輸入一般炭	$0123											
	国産一般炭	$0124											
	無煙炭	$0130			0.85								
石炭製品	コークス	$0211	0.85	54	0.85	NA	1.1	7.3	NA	1.1	NA	NA	NA
	コールタール	$0212											
	練豆炭	$0213											
	コークス炉ガス	$0221	0.17	0.17	0.17	0.047	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85
	高炉ガス	$0222											
	転炉ガス	$0225				NA							
原油	精製用原油	$0310	0.22	0.22	0.22	NA	0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2	0.85
	発電用原油	$0320											
	瀝青質混合物	$0321											
	NGL・コンデンセート	$0330											
石油製品	純ナフサ	$0420	0.19	0.19	0.19	NA	0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2	0.85
	改質生成油	$0421											
	ガソリン	$0431											
	ジェット燃料油	$0432											
	灯油	$0433											
	軽油	$0434											
	A重油	$0436											
	C重油	$0437	0.22	0.22	0.22								
	B重油	$0438											
	一般用C重油	$0439											
	発電用C重油	$0440											
	潤滑油	$0451	0.19	0.19	0.19								
	他重質石油製品	$0452	0.85	54	0.85		1.1	7.3		1.1	NA	NA	NA
	オイルコークス	$0455											
	電気炉ガス	$0456	0.17	0.17	0.17		0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85
	製油所ガス	$0457											
	液化石油ガス（LPG）	$0458							NA				
天然ガス	輸入天然ガス（LNG）	$0510	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	NA	1.2	0.58	2.2	0.85
	国産天然ガス	$0520							0.14				
	ガス田･随伴ガス	$0521											
	炭鉱ガス	$0522											
	原油溶解ガス	$0523											
都市ガス	一般ガス	$0610	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85
	簡易ガス	$0620											
バイオマスエネルギー	木材利用 発電施設	$N131	0.87	0.87	0.87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	木材利用 熱利用施設		1.6	1.6	1.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	廃材利用 発電施設	$N132	0.87	0.87	0.87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	廃材利用 熱利用施設		1.6	1.6	1.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	黒液直接利用	$N136	0.17	0.17	0.17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオガス	$N137	0.09	0.09	0.09	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオマスその他	$N138	1.6	1.6	1.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

1) エネルギー源のコードは総合エネルギー統計、炉のコードは大気汚染物質排出量総合調査による。
2) その他の工業炉は、工業炉（0200-1100, 1400-2801）のうち本表に記載されていないものが含まれる。
ただし、ガス発生炉（0201）、転炉（銅、鉛及び亜鉛の精錬用を除く）（0403, 0404）及び平炉（0405, 0406）については、発生したガスが他の炉で二重計上となるのを避けるため、排出係数を設定しない。電気炉（1200）は第4章を参照。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの燃料種別施設別 CH_4、N_2O 排出係数は、表 3-23、表 3-24 に示すとおり。

木材、廃材、バイオマスその他の排出係数は、環境省（2018）及び林野庁（2015）の実測結果をもとに、現状の木質バイオマスの利用状況を踏まえ、国独自の排出係数を設定した。

黒液の排出係数は、表 3-21 に示すパルプ廃液の理論排ガス量（乾）、理論空気量、高位発熱量を用いて設定した。

バイオガスの排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いた（Vol.2、page 2.16-2.23、table 2.2-2.5）。デフォルト値は低位発熱量ベースで示されているため、0.9（気体燃料）を乗じて高位発熱量へ換算した（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2、page 1.16）。

○ コークス製造

コークス製造時の CH_4 排出には、炭化室から燃焼室へのガス漏れによる燃焼排ガス中の CH_4 と、石炭の乾留過程において発生した CH_4 のうちコークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔から排出される CH_4 の二つの発生源がある。

【燃焼排ガス】

国内主要 5 社・7 事業所におけるコークス炉排ガス中の CH_4 濃度（日本鉄鋼連盟調べ、1999 年度実績）を、コークス生産量を用いて加重平均した値を排出係数として設定した。排出係数は、0.089［$kgCH_4/t$］。

【コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔】

日本鉄鋼連盟では、有害大気汚染物質の自主管理計画を 1997 年度より実施しており、コークス炉炉蓋等からの他物質の排出より CH_4 排出量が推計されている。これらのデータを、コークス生産量を用いて加重平均した値を排出係数として設定した。

表 3-25　コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔の CH_4 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
排出係数	$kg\text{-}CH_4/t$	0.238	0.238	0.119	0.043	0.031	0.045	0.039	0.038	0.036	0.033	0.031	0.027	0.030	0.028	0.028

（出典）日本鉄鋼連盟提供データ

（注）　1990～1996 年度については、排出係数の変動が小さいと仮定し、1995 年の実績値を実績のない他の年度に適用している。1997～1999 年度については、1998、1999 年度も 1997 年度値（0.18）と同等と仮定している。2000 年度以降は実績値。

【コークス製造時の CH_4 排出係数】

前述の、「燃焼排ガス」と「コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔」を加えた値を排出係数として用いた。

■　活動量

○ 各種炉

「総合エネルギー統計」では、固定発生源における炉種別の燃料消費量は把握されていないため、固定発生源における炉種別・燃料種別の燃料消費量を把握できる環境省「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計である経済産業省「石油等消費動態統計年報」、資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」、資源エネルギー庁「電力調査統計」及び資源エネルギー庁「ガス事業生産動態統計」のデータを使用して炉種別の燃料消費量割合を推計した。具体的には、「総合エネルギー統計」の各燃料種の部門別（エネルギー転換部門、産業部門、業務他部門）の燃料消費量を「大気汚染物質排出量総合調査」等で推計した炉種別の燃料消費量割合で按分することにより、部門別燃料種別炉種別の活動量を算定した。ただし、「大気汚染物質排出量総合調査」のデータは、常圧流動床ボイラー、加圧流動床ボイラーとそれ以

外のボイラーを区別できないため、これら流動床ボイラーにおける燃料消費量は別途計算した。加圧流動床炉の活動量については、電気事業連合会から提供された燃料消費量データを用いた。また、常圧流動床炉の活動量については、1990 年度以降に稼働実績のある常圧流動床炉を保有する事業者から提供された燃料使用量データを用いた。

流動床炉以外の固体燃料ボイラーの活動量は、「大気汚染物質排出量総合調査」及び「総合エネルギー統計」から把握した全体の活動量から、別途推計した流動床炉の活動量を差し引くことにより推計した。

なお、「大気汚染物質排出量総合調査」は、概ね 3 年ごとに全てのばい煙発生施設を対象とした全数調査が行われている。各年度の炉種別の燃料消費量割合は表 3-26 のとおり設定した。

表 3-26　炉種別の燃料消費量割合の設定方法

年度	設定方法
1990～1991	1989年度と1992年度の調査結果による内挿値
1992	1992年度の調査結果
1993～1994	1992年度と1995年度の調査結果による内挿値
1995	1995年度の調査結果
1996	1996年度の調査結果
1997～1998	1996年度と1999年度の調査結果による内挿値
1999	1999年度の調査結果
2000～2007	1999年度と2008年度の調査結果による内挿値
2008	2008年度の調査結果
2009～2010	2008年度の調査結果を据え置き[1)]
2011	2011年度の調査結果
2012～2013	2011年度と2014年度の調査結果による内挿値
2014	2014年度の調査結果
2015～2016	2014年度と2017年度の調査結果による内挿値
2017	2017年度の調査結果
2018～	2017年度の調査結果を据え置き

（注）

1)　2011 年 3 月に発生した東日本大震災の影響で 2011 年度の調査結果は 2008 年度と大きく異なることから、内挿せず 2008 年度データを据え置きとした。

活動量の算定の具体的な手順は以下のとおりである。

1)「大気汚染物質排出量総合調査」の燃料消費量を、燃料種別、炉種別、部門別に集計する。

2) 各燃料種、部門において、それぞれの炉種の占める割合を求める。

3)「総合エネルギー統計」における燃料種別、部門別の燃料消費量に 2)で求めた割合を乗じて、燃料種別、炉種別、部門別活動量を求める。

$$A_{ijk} = A_{EB_{ik}} \times w_{ijk}$$

$$w_{ijk} = A_{MAP_{ijk}} / \sum_m A_{MAP_{ijk}}$$

A_{ijk}　：燃料種 i、炉種 j、部門 k におけるエネルギー消費量［TJ］

A_{EBik}　：「総合エネルギー統計」における燃料種 i、部門 k のエネルギー消費量［TJ］

w_{ijk}　：燃料種 i、部門 k における炉種 j のエネルギー消費量の占める割合

i　：燃料種

j　：炉種

k　：部門

A_{MAPijk}　：「大気汚染物質排出量総合調査」における燃料種 i、部門 k における炉種 j のエネルギー消費［TJ］

【「大気汚染物質排出量総合調査」の概要】

「大気汚染物質排出量総合調査」とは、大気汚染防止法に基づき、地方自治体に届出されたばい煙発生施設、一般粉じん及び特定粉じん発生施設等の固定発生源に係る届出状況並びに規制事務実施状況等大気汚染防止法施行状況の把握、ばい煙発生施設に係る届出データの整備及びばい煙発生施設から排出される大気汚染物質の排出量を把握することにより、合理的かつ効率的な大気環境行政を推進することを目的とした調査である。調査は、工場・事業場に設置されている施設のうち、調査対象となる施設に調査用紙と調査方法書を配布し、アンケート方式により実施している。

【東日本大震災による炉種別の燃料消費量割合への影響について】

2011 年 3 月に発生した東日本大震災の影響により、2011 年度の「大気汚染物質排出量総合調査」の結果が部門によってはその前後の年度の炉種別の燃料消費量割合の変化に大きく影響することとなった。

2018 年提出インベントリに対して UNFCCC インベントリ審査で受けた勧告（FCCC/ARR/2018/JPN、パラグラフ E.12）では、石油精製部門（1.A.1.b）の気体燃料の CH_4 の IEF（見かけの排出係数）が 2010 年度（6.32 kg/TJ）から 2011 年度（0.28 kg/TJ）に、N_2O の IEF が 2010 年度（0.42 kg/TJ）から 2011 年度（0.20 kg/TJ）に大きく減少したと指摘されたが、これは当該調査の炉種別の燃料消費量割合を活動量に反映したことにより、排出係数の大きい「ガス機関（CH_4 排出係数：54 kg/TJ、N_2O 排出係数：0.85 kg/TJ）」及び「その他の工業炉（CH_4 排出係数：2.29 kg/TJ、N_2O 排出係数：1.2 kg/TJ）」の気体燃料消費量が 2010 年度から 2011 年度にかけて大きく減少したことによる影響が大きい。

一方、同時に上記の勧告では同部門の気体燃料の IEF について 2018 年提出の再計算値が 2017 年提出に比べて大きい年があると指摘された（CH_4 の 2012 年度は 15.3%増、2013 年度は 33.9%増、2014 年度は 50.7%増、2015 年度は 36.5%増、N_2O の 2012 年度は 15.1%増、2013 年度は 33.0%増、2014 年度は 49.4%増、2015 年度は 37.6%増）。これは前述のケースとは逆に、2014 年度の「大気汚染物質排出量総合調査」結果での炉種別の燃料消費割合を同年度のインベントリに反映した結果、排出係数の大きい「ガスタービン（CH_4 排出係数：0.81 kg/TJ、N_2O 排出係数：0.58 kg/TJ）」及び「その他の工業炉（排出係数は前述のとおり）」の両炉種での気体燃料消費量が震災直後の 2011 年度調査結果反映時から大きく増加したことによる影響が大きい。2017 年提出インベントリでは 2011 年度調査結果での炉種別の燃料消費量割合が 2011 年度から 2015 年度までの活動量に反映されていた。2018 年提出インベントリでは、まず 2014 年度調査時の炉種別の燃料消費量割合を 2014 年度の炉種別の活動量に反映し、更に年度間で炉種別の燃料消費量割合の内挿・据置処理を行って 2012、2013 及び 2015 年度の炉種別の活動量を計算して再計算を行った結果、2012～2015 年度の排出量及び IEF が大きく増加することとなった。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの活動量は、「総合エネルギー統計」の木材、廃材、黒液、バイオガス、バイオマスその他における部門別消費量を用いた。木材及び廃材については、「総合エネルギー統計」の事業用発電部門及び自家用発電部門の消費量を発電施設、それ以外の部門の消費量を熱利用施設と想定した。

○ コークス製造

コークス製造時の CH_4 排出の活動量として、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示されたコーク

スの生産量を用いた。

表 3-27　コークス生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
コークス生産量	kt	47,338	42,279	38,511	38,009	37,036	35,024	35,082	33,785	32,439	33,138	32,587	32,659	32,640	29,287	30,219

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

○ 各種炉（バイオマスボイラー含む）

2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルトの排出係数を使用している場合は、デフォルトの排出係数の不確実性を設定し、我が国独自の排出係数を使用している場合は、当該排出係数の不確実性を設定した。

活動量については、出典である「総合エネルギー統計」における燃料種別・部門別のエネルギー消費量の不確実性を設定することが困難であるため、1990～2016 年度の「石炭・石炭製品」、「原油・石油製品」、「天然ガス・都市ガス」、「バイオマスエネルギー」の統計誤差率（対国内供給）の標準偏差から上限値、下限値を設定した。

その結果、各種炉における CH_4 排出量の不確実性は燃料の燃焼部門全体で−33～+46%、N_2O 排出量の不確実性は−33～+33%と評価された。

○ コークス製造

コークスの排出係数の不確実性については、コークス炉燃焼排ガスの排出係数とコークス炉炉蓋等の排出係数の不確実性を別々に評価した。コークス炉燃焼排ガスの排出係数は 98.5%、コークス炉炉蓋等の排出係数の不確実性は 61.8%と評価された。活動量の不確実性については、環境省（2006a）に記載の 5%を採用した。

○　エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

■　時系列の一貫性

○ 各種炉（バイオマスボイラー含む）

全ての時系列において一貫した算定方法を用いて排出量の算定を行っている。

CH_4、N_2O の排出係数については、1990 年から直近年まで全ての時系列において同じ値を用いている。

活動量については、全ての時系列において「総合エネルギー統計」の値を使用しており、本統計は全ての時系列において一貫した方法にて作成されている。「総合エネルギー統計」の自家用発電部門の電気業に関する活動量については 3.2.4. c）節を参照のこと。

○ コークス製造

コークス製造の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して算定している。また、排出係数についても日本鉄鋼連盟からの提供データを受けて一貫した方法を使用して算定している。したがって、コークス製造による CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

○　エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

■　QA/QC

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

■　検証

現在使用している各種燃料の燃焼による N_2O の排出係数は、1990 年代に調査された実測値により作成されたものを使用している。それ以来、省エネ技術の進歩等により燃焼条件が変化していることに伴い排出係数が変化している可能性があること、また、排出係数を定期的に見直す必要があることなどが 2009 年度に温室効果ガス排出量算定方法検討会より指摘された。加えて、2013 年の対日審査において専門家審査チームから、当時の測定が現在のボイラー形式・技術にも適用できることを正当化できる追加情報の提供を強く勧告された。（FCCC/ARR/2013/JPN）

これを受けて、各種炉における排出量が大きい固体燃料を燃焼する常圧流動床炉の N_2O 排出係数について、実測を 2009 年度に実施した。その結果、現状の排出係数と比較すると、値は同程度であり、1990 年代の実測結果の妥当性が確認できた。

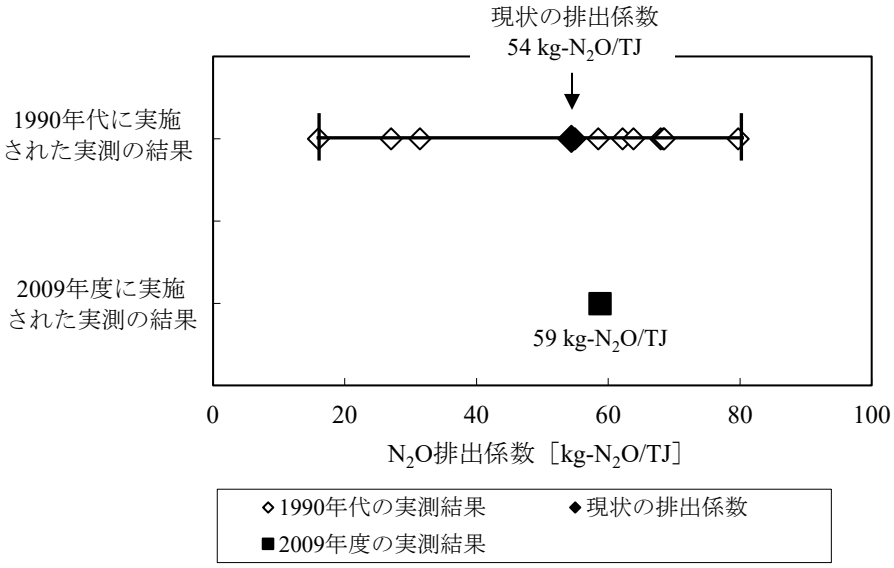


図 3-5　1990 年代の調査結果と 2009 年の調査結果との比較

（注）図中 2009 年度の実測は 1 施設で 3 回測定した平均値を示す。

e） 再計算

「総合エネルギー統計」の 2016～2020 年度で活動量が更新されたため、当該年度の CH_4 及び N_2O 排出量が再計算された。2020 年度のコークス炉炉蓋等からの CH_4 排出係数が日本鉄鋼連盟より提供されたため、当該年度の CH_4 排出量が再計算された。2002 年度の加圧流動床炉の活動量が更新されたため、当該年度の N_2O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.6. 製造業・建設業（1.A.2）における CO_2 の排出

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、鉄鋼（1.A.2.a）、非鉄金属（1.A.2.b）、化学（1.A.2.c）、パルプ・紙・印刷（1.A.2.d）、食品加工・飲料・たばこ（1.A.2.e）、窯業土石（1.A.2.f）、その他（1.A.2.g）の各製造業及び鉱業・建設業部門におけるエネルギー消費に伴う CO_2 排出を扱う。

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 249,549 kt であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 21.3%を占めている。うち「1.A.2.a 鉄鋼」からの排出が 50.0%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

b） 方法論

■ 算定方法

エネルギー産業（1.A.1）と同様、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 部門別アプローチ（Sectoral Approach）法を用いて排出量の算定を行った。3.2.4. b）節を参照のこと。

2006 年 IPCC ガイドラインに従い、「エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出」に該当する熱量と排出量を、燃料の燃焼（1.A.）の「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」に報告している。

エネルギー利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量の算定には、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）で用いる排出係数や算定方法を適用している。詳細な算定方法は第 7 章を参照のこと。

バイオマスからの CO_2 排出は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めず、CRF に参考値として報告している。

■ 排出係数

エネルギー産業（1.A.1）に示した排出係数を用いた。3.2.4. b）節を参照のこと。

■ 活動量

エネルギー産業（1.A.1）と同様に、当該部門の活動量は「総合エネルギー統計」を用いている。

表 3-28　製造業・建設業（1.A.2）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
液体燃料	1,960	2,114	1,909	1,544	1,050	1,043	1,020	962	891	837	811	822	767	751	782
固体燃料	2,130	2,054	2,034	2,051	2,043	2,031	2,087	2,051	2,000	1,889	1,863	1,828	1,802	1,560	1,693
気体燃料	227	344	408	599	629	648	611	594	595	603	601	630	601	578	599
その他化石燃料	86	99	115	174	203	210	214	221	224	221	228	233	241	231	232
バイオマス	227	227	240	273	298	286	309	303	300	272	281	286	286	259	273
合計	4,629	4,837	4,705	4,641	4,224	4,218	4,241	4,131	4,010	3,821	3,784	3,799	3,697	3,379	3,578

製造業の各部門における活動量については、「総合エネルギー統計」に示された、工場・事業所内での生産活動により消費されたエネルギー消費量（最終エネルギー消費 #6xxxxx[11]）、自らの工場・事業所内で使用するために行った発電に伴うエネルギー消費量（自家用発電 #25xxxx）、同じく自らの工場・事業所内で使用するために行った蒸気の発生に伴うエネルギー消費量（自家用蒸気発生 #26xxxx）の合計としている。なお、工場・事業所内での生産活動

[11] x は任意の数を表す。

により消費されたエネルギー消費量（#6xxxxx）には、原料用として用いられた分（非エネルギー利用 #95xxxx）が内数として含まれているため、当該分を差し引いている。

自家用発電及び自家用蒸気発生部門は、「総合エネルギー統計」においてはエネルギー転換部門に含まれるが、2006 年 IPCC ガイドラインでは、発電等のために消費したエネルギーから排出される CO_2 は、その発電等を行った部門に報告することを原則としているため、それに従い、最終エネルギー消費部門における各製造業からの CO_2 排出量と合計し、「1.A.2」に報告している。

CRF における 1.A.2 部門と「総合エネルギー統計」の部門対応を表 3-29 に示す。

表 3-29　「総合エネルギー統計」とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.2）

CRF		総合エネルギー統計	
1A2	Manufacturing industries and construction		
1A2a	Iron and steel	自家用発電　鉄鋼業	#253250
		自家用蒸気発生　鉄鋼業	#263220
		最終エネルギー消費　鉄鋼業	#629100
		▲非エネルギー利用　鉄鋼	#951560
1A2b	Non-ferrous metals	自家用発電　非鉄金属製造業	#253230
		自家用蒸気発生　非鉄金属製造業	#263260
		最終エネルギー消費　非鉄金属製造業	#629300
		▲非エネルギー利用　非鉄金属地金	#951570
1A2c	Chemicals	自家用発電　化学工業	#253160
		自家用蒸気発生　化学工業	#263160
		最終エネルギー消費　化学工業	#626100
		▲非エネルギー利用　化学	#951530
1A2d	Pulp, paper and print	自家用発電　パルプ・紙・紙加工品製造業	#253140
		自家用発電　印刷・同関連業	#253150
		自家用蒸気発生　パルプ・紙・紙加工品製造業	#263140
		自家用蒸気発生　印刷・同関連業	#263150
		最終エネルギー消費　パルプ・紙・紙加工品製造業	#624000
		最終エネルギー消費　印刷・同関連業	#625000
		▲非エネルギー利用　パルプ紙板紙	#951520
1A2e	Food processing, beverages and tobacco	自家用発電　食料品製造業	#253090
		自家用発電　飲料たばこ飼料製造業	#253100
		自家用蒸気発生　食料品製造業	#263090
		自家用蒸気発生　飲料たばこ飼料製造業	#263100
		最終エネルギー消費　食品飲料製造業	#621000
1A2f	Non-metallic minerals	自家用発電　窯業・土石製品製造業	#253210
		自家用蒸気発生　窯業・土石製品製造業	#263210
		最終エネルギー消費　窯業・土石製品製造業	#628100
		▲非エネルギー利用　窯業・土石製品製造業	#951550
1A2g	Other	自家用発電　農林水産鉱建設 （農林水産業[#251010-#251040]を除く。）	#251000
		自家用発電　製造業 （1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。）	#252000
		自家用蒸気発生　農林水産鉱建設 （農林水産業[#261010-#261040]を除く。）	#261000
		自家用蒸気発生　製造業 （1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。）	#262000
		最終エネルギー消費　農林水産鉱建設業 （農林水産業[#611000]を除く。）	#610000
		最終エネルギー消費　製造業 （1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。）	#620000
		▲非エネルギー利用　農林水産鉱建設業 （農林水産業を除く。）	#951100
		▲非エネルギー利用　製造業（大規模・指定業種） （1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。）	#951500
		▲非エネルギー利用　製造業（中小規模他）	#951700

（注）▲非エネルギー利用：原料用として用いられた分を控除している。

c） 不確実性と時系列の一貫性

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.4. c）節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e） 再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、2016～2020 年度について排出量の再計算を行った。

廃棄物分野における統計データの更新及び算定方法の改善に伴い、2005～2020 年度のその他化石燃料の CO_2 排出量が再計算された。詳細は 7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.7. 製造業・建設業（1.A.2）における CH_4 と N_2O の排出

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、鉄鋼（1.A.2.a）、非鉄金属（1.A.2.b）、化学（1.A.2.c）、パルプ・紙・印刷（1.A.2.d）、食品加工・飲料・たばこ（1.A.2.e）、窯業土石（1.A.2.f）、その他（1.A.2.g）の各製造業及び鉱業・建設業部門におけるエネルギー消費に伴う CH_4、N_2O 排出を扱う。

また、移動発生源のうち特殊自動車や作業用船舶等におけるエネルギー消費に伴う CH_4、N_2O 排出も本カテゴリーで扱う。

b） 方法論

■　算定方法

○ 各種炉

エネルギー産業（1.A.1）と同様、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーについては、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で算定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○ 特殊自動車等

特殊自動車、作業用船舶等からの排出量を 2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 3.34、Fig.3.3.1）に従い、Tier 1 法で算定し、排出量を CRF の製造業・建設業（1.A.2）の各部門に報告した。

○　エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

■　排出係数

○ 各種炉

エネルギー産業（1.A.1）で設定した各施設の排出係数を用いた。表 3-23、表 3-24 を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの排出係数は、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で設定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○ 特殊自動車等

作業用船舶での A 重油の消費に係る排出係数については 2006 年 IPCC ガイドラインに記載の船舶のデフォルト値（Vol.2、page 3.50、Table 3.5.3）に 0.95（Vol.2、page 1.16）を乗じて高位発熱量ベースに換算し用いた。また、ガソリン、軽油、及び船舶用途以外の A 重油については、欧州環境機関（2016）の Table 3-1 の「1.A.2.g.vii」の値を高位発熱量ベースに換算し用いた。

表 3-30　製造業・建設業（1.A.2）における特殊自動車等からの CH_4、N_2O 排出係数

燃料種	単位	CH_4 排出係数	N_2O 排出係数	出典
ガソリン	g/t	665	59	欧州環境機関（2016）、 Non-road mobile sources and machinery, Table 3-1
軽油（船舶用途外 A 重油を含む）	g/t	83	135	
船舶用 A 重油	kg/TJ(NCV)	7	2	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, Table 3.5.3

■　活動量

○　各種炉

「総合エネルギー統計」の部門別燃料種別燃料消費量に、平成 26 年度及び 27 年度の環境省調査結果に基づく移動・固定発生源別の燃料消費割合（表 3-31）を乗じて、燃料消費量を移動発生源と固定発生源に振り分けた。

表 3-31　製造業・建設業（1.A.2）における移動・固定発生源別の燃料消費割合

CRF区分	総合エネルギー統計における部門分類	ガソリン		軽油		A重油		
		移動発生源	固定発生源	移動発生源	固定発生源	移動発生源（船舶）	移動発生源	固定発生源
1A2a	鉄鋼業	1%	99%	16%	84%			
1A2b	非鉄金属製造業	24%	76%	1%	99%			
1A2c	化学工業	100%	0%	1%	99%			
1A2d	パルプ・紙・紙加工品製造業	74%	26%	10%	90%			
	印刷・同関連業			0%	100%			
1A2e	食品飲料製造業			1%	99%			
1A2f	窯業・土石製品製造業	7%	93%	1%	99%			
1A2g	金属製品製造業			1%	99%			
	機械製造業	2%	98%	1%	99%			
	鉱業他			100%	0%	17%	25%	58%
	木材・木製品製造業			2%	98%			
	建設業			100%	0%	0%	100%	0%
	繊維工業	100%	0%					
	なめし革・同製品・毛皮製造業			0%	100%			
	家具・装備品製造業			0%	100%			
	ゴム製品製造業			0%	100%			
	プラスチック製品製造業			0%	100%			
	他製造業			4%	96%			

（出典）環境省（2015b）、環境省（2016）を基に算出。

更に、上記によって求めた固定発生源の燃料消費量に炉種別の燃料消費量割合を乗じて得られた燃料消費量を固定発生源すなわち各種炉の活動量とした。炉種別の燃料消費量割合は、エネルギー産業（1.A.1）と同様、「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計である「石油等消費動態統計年報」、「エネルギー消費統計」、「電力調査統計」及び「ガス事業生産動態統計」のデータを使用して推計した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの活動量は、「総合エネルギー統計」の部門別燃料別消費量を用いた。ただし、同統計では、2001 年度以前の自家用蒸気発生部門におけるバイオマスその他の業種別消費量は把握されていない。したがって、2001 年度以前のバイオマスその他の業種別消費量は、2002 年度の業種別蒸気発生量を基に、2001 年度以前の業種別蒸気発生量に比例すると仮定し、推計した。

○ 特殊自動車等

「総合エネルギー統計」の部門別燃料種別燃料消費量に、表 3-31 の移動発生源の燃料消費量割合を乗じて得られた燃料消費量を移動発生源すなわち特殊自動車等の活動量とした。

なお、表 3-31 に関して、「総合エネルギー統計」の建設業における軽油と A 重油の燃料消費量をすべて移動発生源とみなしたが、日本建設業連合会へのヒアリング結果によると、建設業の軽油・A 重油については固定発生源である発電機も含まれるとみられるが、燃焼機関はディーゼルエンジンに類似のものであると考えられるため、移動発生源の排出係数を適用することで問題がないものと考えられる。

c） 不確実性と時系列の一貫性

○ 各種炉（バイオマスボイラー含む）

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.5. c）節を参照のこと。

バイオマスボイラーについては、2001 年度以前のバイオマスその他の業種別消費量が把握

されていないため、2002年度の蒸気発生量を基に、2001年度以前の業種別蒸気発生量に比例すると仮定して推計し、時系列の一貫性を確保した。

○　特殊自動車等

排出係数の不確実性は、2006年IPCCガイドラインのデフォルト値で代用した。活動量の不確実性は、「総合エネルギー統計」における液体燃料、気体燃料の統計誤差率（対国内供給）の標準偏差から設定した。移動発生源割合を乗じて算出している活動量については、平成26年度及び27年度の環境省調査において実施されたアンケート結果を基に移動発生源割合の不確実性を設定して誤差伝播式で合成した。その結果、特殊自動車等におけるCH_4排出量の不確実性は燃料の燃焼部門全体で−29～+41%、N_2O排出量の不確実性は−23～+91%と評価された。

○　エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3節を参照のこと。

d）QA/QCと検証

2006年IPCCガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリQC手続きを実施している。一般的なインベントリQC手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC活動については、第1章に詳述している。

e）再計算

「総合エネルギー統計」の2016～2020年度で活動量が更新されたため、当該年度のCH_4及びN_2O排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新に伴い、2020年度のCH_4とN_2Oの排出量が再計算された。詳細は7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.5. f）節を参照のこと。

3.2.8. 運輸（1.A.3）におけるCO_2の排出

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、国内航空（1.A.3.a）、道路輸送（1.A.3.b）、鉄道（1.A.3.c）、国内船舶（1.A.3.d）、その他輸送（1.A.3.e）からのCO_2排出を扱う。特殊自動車（建設機械、農業機械等）、作業用船舶、漁船といった、主な用途が旅客や貨物の輸送でない移動発生源からの排出は、製造業・建設業（1.A.2）とその他部門（1.A.4）において取り扱う。

2021年度における当該カテゴリーからのCO_2排出量は177,911 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の15.2%を占めている。うち「1.A.3.b道路輸送」からの排出が90.1%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

b）方法論

■　算定方法

○　ガソリン、軽油等の燃料

エネルギー産業（1.A.1）と同様2006年IPCCガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2部門別アプローチ（Sectoral Approach）法を用いて排出量の

算定を行った。3.2.4. b）節を参照のこと。

共通報告様式では、バイオ燃料の CO_2 排出量を「総合エネルギー統計」の国内供給量［#190000］から算定し、主な用途である自動車（1.A.3.b）で参考値として報告する。2006 年 IPCC ガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めない。

○　潤滑油

エンジン内の潤滑油が使用中に酸化されることにより CO_2 が排出される。2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 3、page 5.6 によれば、潤滑油と他の燃料とが混焼される 2 ストローク（2 サイクル）エンジンにおいては、潤滑油からの CO_2 排出量をエネルギー分野で報告することとされている。我が国では自動車用エンジン油の 2 サイクルエンジン油及び船舶エンジン油の船舶用シリンダー油が該当する。この排出量を次式で算定し、2 サイクルエンジン油を 1.A.3.b に、船舶用シリンダー油を 1.A.3.d に報告する。

$$E = \sum_i (LC_i \times CC_i \times ODU_i \times 44/12)$$

E　：潤滑油の使用中の酸化に伴う排出量［kt-CO_2］
LC_i　：潤滑油消費量［TJ］
CC_i　：潤滑油の炭素含有量［kt-C/TJ］
ODU_i　：使用時酸化（Oxidized During Use: ODU）係数
i　：潤滑油の油種（自動車用エンジン油の 2 サイクルエンジン油、船舶エンジン油の船舶用シリンダー油）

■　排出係数

○　ガソリン、軽油等の燃料

エネルギー産業（1.A.1）に示した排出係数を用いた。3.2.4. b）節を参照のこと。

なお、1.A.3.b（Road transportation）における液体燃料（軽油）の炭素排出係数は、附属書 I 国中で最も低い値であるが、これは自動車排出ガス規制の関係上、我が国では道路輸送用のガスオイルとして硫黄分の多い中東産原油を一度分解し超深度脱硫した低硫黄軽油（< 10ppm）が義務づけられており、軽油の品質規格が他国と異なること、道路輸送用以外のガスオイルは「A 重油」として厳格に区別して扱われていることに起因するものである。我が国では当該軽油や A 重油分を含めた石油精製の炭素収支がほぼ成立していることが統計上確認されており、これらの炭素排出係数は異常値ではない。

我が国における軽油の品質規格については別添 4（A4.3）に掲載しているので参照のこと。

○　潤滑油

炭素含有量 *CC* については、エネルギー産業（1.A.1）に示した潤滑油の排出係数（表 3-11）を用いた。ODU 係数については、全量が燃焼すると想定し、1.0 を用いた。

■　活動量

表 3-32　運輸（1.A.3）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
液体燃料	2,982	3,581	3,735	3,514	3,286	3,228	3,135	3,065	3,049	3,024	2,999	2,967	2,908	2,581	2,599
固体燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
気体燃料	0	0	1	4	5	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1
その他化石燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
バイオマス	NO	NO	NO	0	9	9	10	12	15	18	19	20	19	20	20
合計	2,983	3,581	3,736	3,518	3,299	3,241	3,149	3,081	3,067	3,045	3,021	2,988	2,928	2,602	2,621

○　ガソリン、軽油等の燃料

エネルギー産業（1.A.1）と同様に、当該部門の活動量は「総合エネルギー統計」を用いている。

「総合エネルギー統計」に示された、航空［#815000］［#854000］、自動車［#811000］［#851000］

［#811500］［#812000］、鉄道［#813000］［#852000］、船舶［#814000］［#853000］のエネルギー消費量から、非エネルギー利用［#953000］に計上されているエネルギー消費量を除いた量を用いる。非エネルギー利用［#953000］に計上されているエネルギー消費量は、燃料以外の用途に用いられており CO_2 を排出していないものと考えられるため、この分を控除する。

CRF における 1.A.3 部門と「総合エネルギー統計」の部門対応を表 3-33 に示す。

表 3-33　「総合エネルギー統計」とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.3）

CRF			総合エネルギー統計	
1A3	Transport			
	1A3a Domestic aviation		最終エネルギー消費　旅客　航空	#815000
			最終エネルギー消費　貨物　航空	#854000
			▲非エネルギー利用　運輸（航空）	#953000
	1A3b Road transportation			
		i Cars	最終エネルギー消費　旅客　乗用車	#811000
			▲非エネルギー利用　運輸（乗用車）	#953000
		ii Light duty trucks	IE (1A3biii)	-
		iii Heavy duty trucks and buses	最終エネルギー消費　旅客　バス	#811500
			最終エネルギー消費　貨物　貨物自動車／トラック	#851000
			▲非エネルギー利用　運輸（バス、貨物自動車／トラック）	#953000
		iv Motorcycles	最終エネルギー消費　旅客　二輪車	#812000
			▲非エネルギー利用　運輸（二輪車）	#953000
		v Other	IE (1A3biii)	-
	1A3c Railways		最終エネルギー消費　旅客　鉄道	#813000
			最終エネルギー消費　貨物　鉄道	#852000
			▲非エネルギー利用　運輸（鉄道）	#953000
	1A3d Domestic navigation		最終エネルギー消費　旅客　船舶	#814000
			最終エネルギー消費　貨物　船舶	#853000
			▲非エネルギー利用　運輸（船舶）	#953000
	1A3e Other transportation		NO	-

（注）▲非エネルギー利用：燃料以外の用途に用いられた分を控除している。

○　潤滑油

全潤滑油の販売量から自動車用・船舶用のエンジン油の販売量を推計し、推計された各エンジン油の販売量を基に全損型のエンジン油消費量を推計した。

自動車用エンジン油（ガソリンエンジン油及びディーゼルエンジン油）及び船舶エンジン油の販売量（体積ベース）は、「資源・エネルギー統計年報」及び「エネルギー生産・需給統計年報」に示された全潤滑油の国内向販売量 DS に、同年報から推計した潤滑油の消費者・販売業者向販売量[12]に占める各エンジン油の割合 R_i を乗じて求めた。これに、各エンジン油に占める全損型の割合 R_{TLi} を乗じて全損型のエンジン油消費量を推計した。R_{TLi} は、潤滑油協会（2013）に示された 2011 年度の 2 サイクルエンジン油、船舶用シリンダー油の製造・輸入量を、上記によって求めた 2011 年度の自動車用エンジン油、船舶エンジン油の国内向販売量でそれぞれ除して設定した（自動車用エンジン油については 0.92%、船舶エンジン油については 83%）。

体積ベースの消費量を「総合エネルギー統計」に示された潤滑油の発熱量を用いて熱量換算し、活動量とした。

$$LC_i = DS \times R_i \times R_{TLi} \times GCV$$

LC_i　：各エンジン油の消費量［TJ］
DS　：全潤滑油の国内向販売量［1,000 kL］
R_i　：潤滑油の消費者・販売業者向販売量に占める各エンジン油の割合
R_{TLi}　：各エンジン油に占める全損型の割合

[12] 2001 年度以前は消費者向販売量

i　　：自動車用エンジン油、船舶エンジン油
GCV　：潤滑油の高位発熱量［GJ/kL］

表 3-34　全損型のエンジン油消費量

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
自動車用2サイクルエンジン油消費量	LC_1	TJ	207	215	210	194	183	157	158	154	142	135	137	149	149	144	142
船舶用シリンダー油消費量	LC_2	TJ	5,318	5,503	7,144	6,250	4,627	3,638	3,502	3,301	3,124	2,843	2,766	3,095	3,036	2,831	2,601
全潤滑油の国内向販売量	*DS*	1000 kL	2,439	2,335	2,192	2,047	1,763	1,538	1,531	1,511	1,460	1,414	1,433	1,590	1,548	1,430	1,444
自動車用エンジン油販売量の割合	R_1	-	23%	25%	26%	26%	28%	28%	28%	28%	26%	26%	26%	26%	26%	27%	27%
船舶用エンジン油販売量の割合	R_2	-	6.5%	7.1%	9.8%	9.1%	7.9%	7.1%	6.8%	6.5%	6.4%	6.0%	5.8%	5.8%	5.9%	5.9%	5.4%
潤滑油の総発熱量	*GCV*	GJ/kL	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2

c）不確実性と時系列の一貫性

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.4. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、2019～2020 年度について排出量が再計算された。

再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9. 運輸（1.A.3）における CH_4 と N_2O の排出

本カテゴリーでは、国内航空（1.A.3.a）、道路輸送（1.A.3.b）、鉄道（1.A.3.c）、国内船舶（1.A.3.d）、その他輸送（1.A.3.e）からの CH_4、N_2O 排出量の算定について記述する。特殊自動車（建設機械、農業機械等）、作業用船舶、漁船といった、主な用途が旅客や貨物の輸送でない移動発生源からの排出は、製造業・建設業（1.A.2）とその他部門（1.A.4）において取り扱う。

3.2.9.1. 国内航空（1.A.3.a）

a）排出源カテゴリーの説明

航空機の航行に伴うエネルギー消費からの CH_4 及び N_2O の排出を扱う。我が国の国内の航空機の飛行に伴う温室効果ガスの排出は、ジェット燃料を使用するものが主である。その他小型軽飛行機、ヘリコプターなどに僅かに利用されている航空ガソリンからの排出が存在する。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 3.60, Fig. 3.6.1）に従い、ジェット機に用いるジェット燃料については Tier 2 法を用いて離着陸時と巡航時に分けて排出量を算定する。離着陸時については、国内線航空機機種別の離着陸 1 回当りの排出係数に、国

内線航空機機種別の離着陸回数を乗じて、機種別に排出量を求めてそれらを積算する。ただし、2000 年度以前については活動量が機種別に得られないため、2001 年度のデータで得られる全機種の加重平均の排出係数を総活動量に乗じて離着陸時の排出量を求める。巡航時については、国内線航空機の巡航時ジェット燃料総消費量より排出量を求める。

小型軽飛行機等に用いる航空ガソリンについては Tier 1 法を用いて国内線燃料総消費量より排出量を算定する。

$$E_{jet} = \sum_i (EF_{LTO,i} \times AD_{LTO,i}) + EF_{cruise} \times AD_{cruise}$$

E_{jet}　：ジェット機からの CH_4, N_2O 排出量
$EF_{LTO,i}$　：機種別の離着陸 1 回あたりの排出係数
$AD_{LTO,i}$　：国内線航空機機種別の離着陸回数
EF_{cruise}　：巡航時の燃料消費に伴う排出係数
AD_{cruise}　：国内線航空機の巡航時ジェット燃料消費量
i　：機種

$$E_{gasoline} = EF_{gasoline} \times AD_{gasoline}$$

$E_{gasoline}$　：航空ガソリンの消費に伴う CH_4, N_2O 排出量
$EF_{gasoline}$　：航空ガソリンの消費に伴う排出係数
$AD_{gasoline}$　：国内線航空機の航空ガソリン消費量

■　排出係数

【ジェット燃料】

離着陸時の CH_4、N_2O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.70, Table 3.6.9 に示されたデフォルト値を用いる。巡航時の CH_4、N_2O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.64, Table 3.6.5 に示されたデフォルト値を用いる。（表 3-35 参照）

【航空ガソリン】

航空ガソリンの CH_4、N_2O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.64, Table 3.6.5 に示されたデフォルト値を用いる（表 3-35 参照）。

表 3-35　航空機の CH_4、N_2O の排出係数

航空機の種類（燃料）	区分	CH_4	N_2O
ジェット機（ジェット燃料）	離着陸時	機種別に設定（表 3-36 参照）	
	巡航時	― 1)	2［kg-N_2O/TJ(NCV)］
ジェット機以外（航空ガソリン）	―	0.5［kg-CH_4/TJ(NCV)］	2［kg-N_2O/TJ(NCV)］

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.64, Table 3.6.5
（注）
1)　ガイドラインに negligible（無視可能）とあり、算定対象外とする。

表 3-36　ジェット機の主な機種別の離着陸時の CH_4、N_2O の排出係数、及び燃料消費量

機種	CH_4 排出係数 [kg-CH_4/LTO] 1)	N_2O 排出係数 [kg-N_2O/LTO] 1)	燃料消費量 [kg/LTO] 1)
B737-300/400/500	0.08	0.1	780
B737-800	0.07	0.1	880
B747SR（B747-100, -200, -300）	4.84 2)	0.4 2)	3,440 3)
B747-400	0.22	0.3	3,240
B767-300	0.12	0.2	1,780
B777-200/300	0.07	0.3	2,560
A320	0.06	0.1	770
2001 年度の全機種の平均的排出係数（2000 年度以前の全機種に適用）	0.34	0.15	―

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol, 2, page 3.70, Table 3.6.9
（注）
1)　LTO：Landing and take off（離着陸）
2)　B747-100, -200, -300 の最大値として設定
3)　B747-100, -200, -300 の平均値として設定

■　活動量

【ジェット燃料油】

離着陸時の活動量については、環境省「PRTR 届出外排出量算定資料」に示された機種別の着陸回数を用いる。ただしこのデータは国際線の着陸回数を含むため、国内線と国際線の両方に使用される機種については、国内線の総着陸回数が国土交通省「空港管理状況調書」の数値に一致するように、各機種とも同じ比率で着陸回数を減じる。

離陸時のジェット燃料消費量は、上記の着陸回数に 2006 年 IPCC ガイドラインに示された 1 回の離着陸時に消費される燃料消費量を乗じることによって算出する。

また、巡航時の燃料消費量については、国土交通省「航空輸送統計年報」に示されたジェット燃料消費量から、上記の離着陸時のジェット燃料消費量を差し引いて算出する。

【航空ガソリン】

活動量については、「総合エネルギー統計」に示された航空部門のガソリン消費量を用いる。

表 3-37　航空機からの排出の算定に使用する活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
離着陸回数	千回	669	783	865	895	882	938	993	1,006	997	994	999	1,003	1,002	628	793
ジェット燃料巡航時消費量	千kL	1,621	2,425	2,742	3,031	2,629	2,758	2,933	2,996	3,005	3,072	3,145	3,172	3,408	1,557	1,946
航空ガソリン消費量	千kL	5.3	6.0	4.3	7.7	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.7	1.9	2.6	2.8	2.4	2.4

表 3-38　ジェット機の主な機種別の着陸回数（2001 年度以降）

機種	単位	2001	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
B737-300/400/500	千回	123	103	84	129	131	132	80	68	38	54	15	7	11
B737-800		NO	NO	97	97	118	130	166	165	178	210	157	134	203
B747SR		43	30	3	1	1	NO	1	1	NO	NO	NO	NO	NO
B747-400		56	54	22	16	14	8	5	7	5	2	1	2	3
B767-300		146	103	101	95	87	79	75	73	80	82	52	26	39
B777-200/300		69	76	89	91	93	87	78	74	71	74	46	19	29
A320		59	47	48	88	95	102	103	97	54	54	63	71	107

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの機種別の離着陸回数あたり排出係数を採用しており（Tier 2）、Tier 1 よりも正確な推計であると考えられる。同ガイドラインに示された Tier 1 のデフォルト不確実性の値が上限になると考えられるため、その値（CH_4：-57～+100%、N_2O：-70～+150%）を採用した。活動量の不確実性については、「空港管理状況調

書」は国土交通省が行う全数調査であり、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値（-5～+5%）を使用した。その結果、航空からの排出量の不確実性は CH_4 が-57～+100%、N_2O が-70～+150%と評価された。

■　時系列の一貫性

離着陸当たりの排出係数は、機種別に 2001 年度以降毎年度同一の値を使用する。2000 年度以前は機種別の活動量のデータがないため、2001 年度のデータを基に全機種に用いる平均的排出係数を設定して、同一の値を 1990 年度まで遡って使用する。また、ジェット燃料油の活動量は「航空輸送統計年報」を、航空ガソリンの活動量は「総合エネルギー統計」を、1990 年度から直近年まで全ての時系列において一貫して使用する。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

ジェット燃料油について、「空港管理状況調書」における 2019 年度の総着陸回数の更新、及び「PRTR 届出外排出量算定資料」における 2020 年度の機種別着陸回数の入手により、2019～2020 年度の CH_4 と N_2O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.2. 道路輸送（1.A.3.b）

本カテゴリーでは、下表に示す車種のエネルギー消費に伴う CH_4、N_2O の排出を扱う。

表 3-39　自動車からの排出における報告区分とその定義

車種	定義	排出量を報告する燃料種			
		ガソリン	軽油	LPG	天然ガス
軽乗用車	軽自動車のうち、人の輸送用に供する車両	○	－	－	－
乗用車	普通自動車又は小型自動車のうち、人の輸送用に供する車両で、乗車定員 10 人以下の車両	○	○	○	○
バス	普通自動車又は小型自動車のうち、人の輸送用に供する車両で、乗車定員 11 人以上の車両	○	○	－	○
軽貨物車	軽自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	－	－	－
小型貨物車	小型自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	○	－	○（貨物車として分類）
普通貨物車	普通自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	○	－	
特種用途車	普通自動車、小型自動車又は軽自動車のうち、散水自動車、広告宣伝用自動車、霊柩自動車その他特種の用途に供する車両	○	○	－	○
二輪車	二輪車	○	－	－	－

表 3-40　車種とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.3.b）

CRF	車種又は注釈記号
1A3b Road transportation	
i.　Cars	軽乗用車、乗用車
ii.　Light duty trucks	IE（iii. Heavy duty trucks and buses に含む）
iii.　Heavy duty trucks and buses	バス、軽貨物車、小型貨物車、普通貨物車、特種用途車
iv.　Motorcycles	二輪車
v.　Other	IE（iii. Heavy duty trucks and buses に含む）

道路輸送のうち、二輪車とそれ以外の自動車では算定方法が異なるため、以下に「3.2.9.2.a. 自動車（二輪車を除く）」と、「3.2.9.2.b. 二輪車」に分類して記述する。

3.2.9.2.a. 自動車（二輪車を除く）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは二輪車を除く自動車、すなわち軽乗用車、軽貨物車、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、特種用途車からの CH_4、N_2O 排出を扱う。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 3.14、Fig.3.2.3）に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times AD_i)$$

E　：自動車（二輪車を除く）からの CH_4, N_2O 排出量
EF_i　：車種別の走行量あたりの排出係数
AD_i　：車種別の走行量
i　：車種

■　排出係数

CH_4 及び N_2O の排出係数の設定方法は表 3-41 のとおりである。

「自工会等データ」と記されたものについては、(一社) 日本自動車工業会 (以下、自工会) や研究機関等 [13]により提供された排出係数データを基に構築されている。なお、「自工会データ」と記されたものについては、自工会のみより提供されたデータを基に構築されている。そのデータを排出ガス規制 [14]年別のコンバインモード [15]排出係数等として整理したのち、規制年別保有台数を重みとした加重平均により、各年の排出係数を算出する。保有台数は自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有車両数」等を用いる。(表 3-42、表 3-43 参照)

「測定データ」と記されたものについては、我が国における実測データを基にしており、走行速度区分別に推計した排出係数と、国土交通省「道路交通センサス」に示された走行速度区分別の走行量割合の加重平均で設定する。当該排出係数は混雑時走行速度別の走行量割合を用いており、日本の自動車走行実態を反映させた排出係数となっている。

天然ガス燃料の普通貨物車の N_2O 排出係数は国内における実測値を用いており、走行速度区分別に設定した排出係数を、「道路交通センサス」に示された走行速度区分別の走行量割合

[13] 環境省、東京都環境局、国立環境研究所、交通安全環境研究所及び石油エネルギー技術センター
[14] CO、非メタン炭化水素（NMHC）、NOx、粒子状物質（PM）等が規制対象
[15] データは試験モード別に提供されている。JC08 モードの場合は、コンバインモード＝暖機状態において測定した値×0.75＋冷機状態において測定した値×0.25 にて計算。

により加重平均し設定する。

天然ガス燃料の乗用車、バス、特種用途車の N_2O 排出係数、及び天然ガス燃料の特種用途車の CH_4 排出係数は国内における調査結果がないため、以下の表 3-41 で示す方法で設定する。

詳細な設定方法は、環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 2 部（運輸分科会報告書）」（平成 18 年 8 月）に記されている。

表 3-41　自動車の排出係数の設定方法

燃料 / 車種	ガソリン		軽油		天然ガス	
	CH_4	N_2O	CH_4	N_2O	CH_4	N_2O
軽乗用車	自工会等データ	自工会等データ				
乗用車	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ	自工会データ	車種の規格を考慮し、小型貨物車の排出係数を利用
バス	2006GL	2006GL	測定データ	2006GL	自工会データ	車両重量を考慮し、普通貨物車の排出係数を、等価慣性重量比率で補正して設定
軽貨物車	自工会等データ	自工会等データ				
小型貨物車	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ		実測値を基に設定（貨物車として分類）
普通貨物車	2006GL	2006GL	自工会等データ	自工会等データ	自工会データ	
特種用途車	2006GL	2006GL	測定データ	2006GL	普通貨物車の速度別排出係数と、天然ガス特種用途車の走行パターンを考慮して補正した走行速度別走行量割合を用いて設定	

（注）

1) 自工会等データ：日本自動車工業会や研究機関等による提供データを基に設定
2) 自工会データ：日本自動車工業会による提供データを基に設定
3) 測定データ：上記外の実測データを基に設定
4) 2006GL：2006 年 IPCC ガイドラインに掲載されたデフォルト値を利用
5) LPG 燃料車はガソリン燃料車の乗用車に同じ

表 3-42　自動車の CH_4 排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	mg-CH_4/km	8.3	8.3	8.2	6.9	5.0	4.5	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2
	乗用車（非ハイブリッド）		14.5	14.5	14.3	11.3	8.0	7.1	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3	5.2	5.0	5.0
	乗用車（ハイブリッド）		NO	NO	NO	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3
	バス		14														
	軽貨物車		18.7	18.7	18.0	11.7	7.2	6.3	5.8	5.5	5.2	4.9	4.7	4.5	4.3	4.2	4.0
	小型貨物車		21.2	21.2	21.2	14.5	8.7	7.4	6.8	6.2	5.8	5.4	5.0	4.7	4.4	4.2	4.0
	普通貨物車		14														
	特種用途車		14														
軽油	乗用車		11.3	12.2	12.6	12.8	12.8	12.8	12.9	12.7	12.4	12.1	12.1	11.8	11.1	10.5	10.1
	バス		19.0	18.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
	小型貨物車		9.6	10.7	10.1	8.7	8.3	8.1	7.9	7.8	7.7	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1
	普通貨物車		17.0	16.0	15.0	13.9	11.1	10.1	9.6	9.0	8.5	7.9	7.4	6.9	6.4	5.9	5.6
	特種用途車		17.0	15.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
LPG	乗用車		14.5	14.5	14.3	11.3	8.0	7.1	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3	5.2	5.0	5.0
天然ガス	乗用車		13														
	バス		50														
	貨物車		93														
	特種用途車		105														

表 3-43　自動車の N_2O 排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	mg-N_2O/km	14.2	14.2	13.9	9.3	5.2	4.1	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	1.9
	乗用車（非ハイブリッド）		23.7	23.7	20.3	12.2	6.3	5.0	4.4	4.0	3.7	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7
	乗用車（ハイブリッド）		NO	NO	NO	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
	バス		25														
	軽貨物車		23.7	23.7	21.7	12.8	7.3	6.2	5.7	5.3	5.0	4.7	4.4	4.2	4.0	3.8	3.7
	小型貨物車		21.1	21.6	21.8	13.1	7.8	6.6	6.1	5.6	5.2	4.9	4.6	4.3	4.1	3.9	3.7
	普通貨物車		25														
	特種用途車		25														
軽油	乗用車		5.7	4.7	4.4	4.4	4.9	5.2	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.7	4.5	4.3	4.2
	バス		3.0														
	小型貨物車		9.3	10.3	11.1	11.7	12.2	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1
	普通貨物車		15.0	15.0	14.9	16.9	31.8	34.1	35.2	36.4	37.6	38.6	39.3	39.7	40.1	40.2	40.2
	特種用途車		3.0														
LPG	乗用車		23.7	23.7	20.3	12.2	6.3	5.0	4.4	4.0	3.7	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7
天然ガス	乗用車		0.2														
	バス		38														
	貨物車		13														
	特種用途車		15														

■　活動量

車種別燃料種別の年間走行量の推計値を活動量として用いる。

2009 年度以前のガソリン、軽油、LPG 車については、国土交通省「自動車輸送統計年報」に示された車種別の走行量に、燃料消費量と燃費から算出される燃料種別の走行距離の割合を乗じて、車種別燃料種別の走行量を推計する。ガソリン乗用車の走行量からハイブリッド乗用車を区分するため、台数に一台当りの年間走行量を乗じて、ハイブリッド乗用車の走行量を推計する。なお、走行量の推計にあたり、国土交通省提供の接続係数により「自動車輸送統計年報」の値は 2010 年度以降の活動量と一貫するように予め換算しておく。

2010 年度以降のガソリン、軽油、LPG 車については、国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」の車種別燃料種別走行量を用いる。なお、一部車種については国土交通省「自動車輸送統計月報」の車種別走行量を補助的に用いている。

天然ガス車については、車種別台数に一台当りの年間走行量を乗じて、車種別年間走行量を把握する。台数は 1990 年から 1996 年までは日本ガス協会データによる天然ガス自動車の車種別導入台数を用い、1997 年以後は自動車検査登録情報協会「自検協統計　自動車保有車両数」による天然ガス自動車登録台数とする。一台当りの車種別年間走行量は、「自動車燃料消費量統計年報」の天然ガス自動車の総走行量、「自動車輸送統計年報」の車種別年間走行量、「自検協統計　自動車保有車両数」の車種別登録台数から求める。

表 3-44　自動車の走行量

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	十億台km	16	41	72	106	137	146	150	157	161	170	176	180	181	163	159
	乗用車（非ハイブリッド）		273	304	343	349	319	316	303	282	273	267	260	255	244	209	193
	乗用車（ハイブリッド）		NO	NO	NO	3	14	29	38	48	58	67	78	88	97	91	95
	バス		0.09	0.03	0.02	0.04	0.31	0.18	0.19	0.19	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.17	0.19
	軽貨物車		91	90	80	78	75	75	77	78	76	76	75	73	71	66	62
	小型貨物車		29	20	20	21	22	23	23	23	23	21	21	21	21	20	18
	普通貨物車		0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	特種用途車		1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	3
軽油	乗用車		40	63	55	29	10	8	8	8	9	9	11	12	14	13	14
	バス		7	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	4
	小型貨物車		44	49	45	33	23	23	23	22	22	20	20	19	19	18	18
	普通貨物車		58	68	72	69	63	59	59	59	59	59	60	60	60	56	58
	特種用途車		9	14	17	17	21	21	21	21	21	21	21	21	21	19	20
LPG	乗用車		18	17	15	14	12	11	10	10	9	8	8	7	6	4	4
天然ガス	乗用車	百万台km	0.05	0.10	1.93	5.91	6.00	3.99	3.01	2.17	1.57	1.17	0.70	0.28	0.19	0.09	0.06
	バス		NO	1.9	15	48	52	47	39	34	28	22	15	11	9	5	3
	貨物車		0.22	10	79	254	303	283	265	254	230	198	170	141	110	85	68
	特種用途車		0.05	2.2	18	57	67	65	62	56	49	39	33	27	23	17	13

○　ガソリン乗用車からの N_2O 排出量の推移について

ガソリン乗用車に対する大気汚染物質の排出ガス規制が 1978 年に強化され、床下型の三元触媒が装着され始めると、走行距離当たりの N_2O 排出量が増加した。三元触媒装着車が広く普及する 1986 年までは、走行距離あたりの N_2O 排出量は増加傾向にあった。その後しばらく新しい規制は定められず、そのため、1986 年～1997 年の間は走行距離当たりの N_2O 排出

量は定常状態であった。しかし、1997年より低排出ガス対策車販売、2000年より新短期規制が導入され、直下型触媒コンバータが装着されたことにより、走行距離あたりのN_2O排出量が減少し始め、1997年以降減少傾向にある。

触媒による有害ガスの浄化は、触媒温度がある閾値を超えないと始まらない。そのため、冷始動時の触媒早期活性化（迅速な触媒の高温化）を図って、触媒が排気マニホールドの直下に配置されたものが直下型触媒コンバータである。N_2Oは中間温度帯で生成されるが、直下型触媒コンバータは短時間でその温度帯以上の温度に達するため、N_2O排出量を低減できる（後藤他、2003；依田他、2010）。床下型触媒搭載車両と直下型触媒搭載車両を同一の試験モードで走行させた際のN_2O排出を下図に示す。

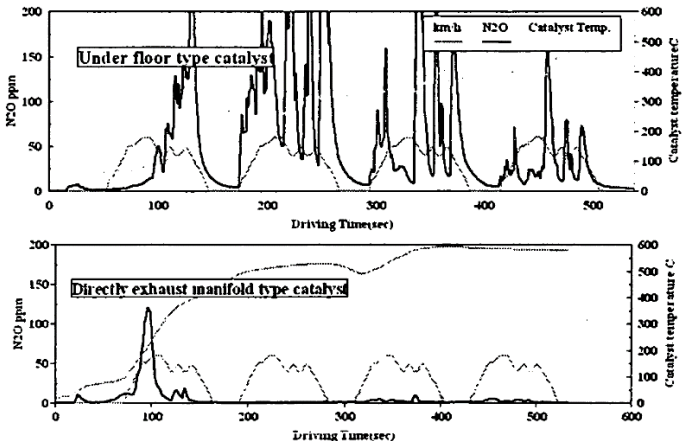


図 3-6　触媒設置位置によるN_2O排出の差異

（注）試験モード：11モード、上段：床下型、下段：直下型　（出典）後藤他（2003）

■　完全性について

【バイオ燃料】

バイオ燃料が近年使用されているが、自動車からのCH_4、N_2O排出量は燃料消費量ではなく車種別の走行量を活動量としており、バイオ燃料分の走行距離を抽出することが困難であることから、既存のガソリン・軽油由来のCH_4、N_2O排出量にすでに含まれているものとみなし、「IE」と報告している。

【メタノール燃料】

国内のメタノール自動車の保有台数は、二輪車を含めても9台（2016年3月末時点、自動車検査登録情報協会調べ）と活動量は微少であるため、排出量はごく微量であると仮定し報告を行わない。

【潤滑油】

2006年IPCCガイドライン Vol.3, page 5.7によれば、潤滑油の使用によるCH_4、N_2Oの排出量はCO_2に比べて極めて少なく、排出量の算定上無視できるとされているので「NE」と報告している。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

自動車の排出係数は、自工会等から提供された実測排出データから推計している。サンプル数が5を超えるものについては（対数）正規分布を仮定し95%信頼区間を求めることにより不確実性を算定した。サンプル数が5未満については2006年IPCCガイドラインの不確実性のデフォルト値を採用した。活動量の不確実性については、「自動車燃料消費量統計年報」

の値を使用していることから、内閣府のサービス統計・企業統計部会において示されている自動車燃料消費量調査の標本誤差率を採用した。推計の結果、二輪車を含む自動車の排出量の不確実性は CH_4 が-36～+104%、N_2O が-37～+107%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

排出係数は、全ての時系列において同一の手法を用い構築している。ガソリン車、ディーゼル車、LPG 車の 2009 年度までの活動量は、国土交通省提供の接続係数を用いて 2010 年度以降の活動量と一貫するように推計している。天然ガス車の活動量については、天然ガス車が広く普及する以前の 1996 年までの台数は日本ガス協会の累積普及台数を、1997 年以降は実際の運用台数を把握し始めた「自検協統計 自動車保有車両数」の登録台数を用いて、より実態に近い台数の把握に努めている。その他の天然ガス車の活動量データは「自動車輸送統計年報」及び「自検協統計 自動車保有車両数」の値を元に、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で推計している。

d）QA/QC と検証

■　QA/QC

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

■　**検証**

2014 年提出インベントリの対日審査（FCCC/ARR/2014/JPN　パラグラフ 40）において、車種別の年次台数、一台当たりの年間走行量、そして車種別の燃費の情報を追加することを ERT より勧告された。また、年間走行量と燃費がエネルギーバランス表に報告された燃料消費量と相違がないか比較することを勧告された。

まず、車種別の年次台数、一台当たりの年間走行量、そして車種別の燃費は次に示す表のとおりである。なお、前述のとおり必ずしもこれら全てのデータを活動量の算定に用いているわけではないことに留意されたい。

表 3-45　自動車の台数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	千台	2,715	5,966	10,084	14,350	18,004	19,348	20,230	21,026	21,477	21,761	22,051	22,325	22,528	22,736	22,850
	乗用車（非ハイブリッド）		29,140	33,891	37,794	40,104	37,594	36,178	35,023	33,793	32,685	31,733	30,688	29,525	28,413	27,469	26,416
	乗用車（ハイブリッド）		NO	NO	NO	253	1,404	2,851	3,823	4,685	5,559	6,544	7,513	8,453	9,281	10,014	10,805
	バス		8	3	2	5	9	11	13	14	15	16	16	17	18	18	19
	軽貨物車		12,312	11,377	9,958	9,548	8,923	8,784	8,708	8,624	8,520	8,421	8,345	8,322	8,279	8,284	8,299
	小型貨物車		2,820	2,144	1,901	1,988	1,826	1,788	1,772	1,760	1,750	1,750	1,747	1,742	1,725	1,709	1,692
	普通貨物車		41	38	39	90	128	138	140	146	150	153	155	157	160	162	163
	特種用途車		141	198	393	330	287	290	291	293	297	299	302	304	309	313	317
軽油	乗用車		2,994	4,924	4,254	2,126	905	744	730	761	855	953	1,063	1,197	1,318	1,437	1,528
	バス		238	240	233	225	216	212	212	212	214	215	215	214	211	202	196
	小型貨物車		3,711	4,002	3,480	2,545	1,954	1,853	1,824	1,801	1,780	1,767	1,755	1,749	1,746	1,748	1,749
	普通貨物車		2,164	2,544	2,534	2,350	2,105	2,086	2,100	2,116	2,130	2,151	2,169	2,197	2,223	2,243	2,258
	特種用途車		628	804	994	903	820	814	818	822	829	840	850	856	862	869	873
LPG	全車種		318	303	286	295	257	239	232	224	216	207	194	178	161	145	133
天然ガス	乗用車		0.01	0.01	0.2	0.6	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.03	0.02	0.01	0.01
	バス		NO	0.04	0.3	1.1	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	貨物車		0.01	0.5	3.9	12.8	15.0	13.7	12.9	12.1	11.0	9.5	8.2	7.0	5.7	4.9	3.9
	特種用途車		0.004	0.2	1.5	4.8	5.6	5.2	4.9	4.4	3.9	3.3	2.8	2.3	1.9	1.5	1.3

（出典）「自検協統計 自動車保有車両数」、日本ガス協会

表 3-46　自動車の一台あたり年間走行量

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	千km/台	5.8	6.8	7.2	7.4	7.6	7.6	7.4	7.5	7.5	7.8	8.0	8.1	8.0	7.1	7.0
	乗用車（非ハイブリッド）		9.4	9.0	9.1	8.7	8.5	8.7	8.6	8.3	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	7.6	7.3
	乗用車（ハイブリッド）1)		NO	NO	NO	10.1	10.2	10.3	10.0	10.3	10.5	10.3	10.4	10.5	10.5	9.0	8.8
	バス		11.9	9.3	9.0	8.6	34.7	15.8	14.9	14.2	14.5	13.6	12.9	12.7	12.5	9.3	10.1
	軽貨物車		7.4	7.9	8.0	8.2	8.4	8.6	8.9	9.0	8.9	9.1	9.0	8.8	8.6	8.0	7.5
	小型貨物車		10.3	9.5	10.3	10.5	12.2	13.0	13.1	13.2	13.1	12.3	12.2	12.3	12.3	11.7	10.9
	普通貨物車		8.8	7.7	6.9	6.7	11.0	10.9	9.9	9.2	9.4	9.0	8.7	8.7	8.7	7.4	7.5
	特種用途車		4.7	3.5	3.3	3.9	9.9	9.4	8.9	8.4	8.3	8.1	8.2	8.3	8.2	7.4	8.0
軽油	乗用車		13.3	12.8	13.0	13.7	11.4	11.4	11.1	10.4	10.1	9.7	10.0	10.2	10.5	9.2	9.3
	バス		28.9	27.6	27.9	28.9	28.6	28.4	28.2	27.9	27.4	26.5	26.0	25.8	25.3	18.7	18.7
	小型貨物車		11.8	12.2	12.9	12.9	11.8	12.2	12.4	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	11.1	10.2	10.1
	普通貨物車		26.7	26.8	28.6	29.5	29.9	28.5	28.1	27.9	27.9	27.5	27.4	27.2	26.8	24.9	25.9
	特種用途車		14.6	16.9	17.2	18.9	25.3	25.6	25.9	25.9	25.9	25.2	24.8	24.6	24.2	22.4	23.3
LPG	全車種		56.6	55.5	52.7	46.4	47.3	44.5	44.3	43.8	42.8	40.9	41.6	41.5	40.4	26.1	27.9
天然ガス	乗用車		10.2	9.8	9.8	9.2	8.9	9.1	9.0	8.8	8.9	8.9	9.0	9.2	9.2	8.1	7.8
	バス		NO	47.6	45.9	44.9	43.3	42.5	41.9	41.3	39.9	38.3	37.2	36.7	36.1	26.8	26.0
	貨物車		18.7	18.9	20.2	19.9	20.2	20.6	20.6	21.0	20.9	20.9	20.6	20.1	19.1	17.5	17.2
	特種用途車		11.1	11.2	12.0	11.8	12.0	12.5	12.7	12.7	12.6	11.8	11.7	11.6	11.6	10.8	10.3

（注）表 3-44 の走行量を表 3-45 の台数で除して算出。
1)　2009 年度以前は走行量の統計データがなく、2010～2014 年度の平均値とした。

表 3-47　自動車の燃費

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	km/L	14.2	12.9	12.0	12.6	12.6	13.0	13.3	13.5	13.7	14.0	14.1	14.4	14.8	15.1	15.0
	乗用車（非ハイブリッド）1)	km/L	10.0	9.2	9.0	9.8	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6	10.6
	乗用車（ハイブリッド）	km/L	NO	NO	NO	IE	16.3	16.2	15.7	15.5	16.0	16.2	16.5	16.9	16.9	17.1	16.8
	バス2)	km/L	4.1	3.9	4.1	4.3	5.8	6.2	6.5	6.7	6.8	7.1	7.3	7.6	7.7	7.7	7.5
	軽貨物車	km/L	12.3	11.4	11.1	11.7	12.1	12.0	12.0	12.0	12.1	12.3	12.4	12.6	12.8	13.0	12.9
	小型貨物車3)	km/L	8.2	7.7	8.2	8.5	9.3	9.2	9.1	9.0	9.0	9.2	9.3	9.4	9.7	9.9	9.8
	普通貨物車	km/L	4.4	4.2	4.4	4.6	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	特種用途車	km/L	5.1	4.8	5.2	6.4	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
軽油	乗用車	km/L	9.7	7.8	7.0	6.9	9.0	9.0	9.0	9.2	9.3	9.6	10.0	10.5	10.9	12.3	12.7
	バス	km/L	3.6	3.4	3.4	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.4	3.4
	小型貨物車	km/L	9.7	10.0	9.7	10.1	9.1	8.9	8.7	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.6	8.6
	普通貨物車	km/L	3.3	3.2	3.4	3.7	3.7	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8
	特種用途車	km/L	3.0	3.0	3.2	3.8	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
LPG	全車種	km/L	6.0	5.6	5.3	5.4	5.4	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.8	5.9
天然ガス	全車種4)	km/m^3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	4.0	3.9

（注）「自動車燃料消費量統計年報」及び「自動車輸送統計年報」の走行量を各統計の燃料消費量で除して算出。
1)　2009 年度以前はハイブリッド乗用車を含む。
2)　2010 年度以降は営業用旅客の乗用車、及び自家用旅客の特種用途車を含む。
3)　2010 年度以降は普通貨物車、及び営業用貨物の特種用途車を含む。
4)　2009 年度以前は燃料消費量の統計データがなく、2010 年度値と同じとした。

なお、排出量の算定に用いている走行量と燃料消費量の関係についてであるが、「自動車燃料消費量統計年報」及び「自動車輸送統計年報」には、走行量、燃料消費量（及びそれらから算出される燃費）が示されている。CH_4、N_2O 排出量算定にはこれらの統計の走行量を活動量の基礎として用いている。一方 CO_2 排出量算定に用いている「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）も一次統計として国土交通省の同統計の燃料消費量を用いており、したがって、CO_2、CH_4、N_2O いずれのガスについても、排出量の算定の基礎として同一の統計を使用している。

e）再計算

排出係数の実測値が自工会、環境省、東京都環境局より提供された。これにより、2003 年度以降のガソリンハイブリッド乗用車、2005 年度以降のガソリン・LPG 乗用車、、2018 年度以降のガソリン軽乗用車について排出係数が更新された。また、NOx 対策技術別の自動車台数を精査したことから 2011 年度以降のディーゼル普通貨物車の排出係数が更新された。以上より、2003～2020 年度の CH_4 及び N_2O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

排出係数をより我が国の実態に合った値に見直すかどうか必要に応じて検討する。

3.2.9.2.b. 二輪車

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、二輪車からの CH_4、N_2O 排出を扱う。

b） 方法論

■　算定方法

二輪車からの CH_4 及び N_2O の排出量は、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 3.14、Fig.3.2.3）に従い、Tier 3 法を用いて算定する。同ガイドラインの Tier 3 算定式（Vol.2、page 3.15、Equation 3.2.5）は、エンジンが温まった状態（暖機状態）での排出量と、始動時にエンジンが冷えている状態（冷機状態）での排出量の、二つの状態区分別の算定値を合計する方法を示している。

我が国では、二輪車に対して 1999 年より排出ガス規制[16]を実施しており、規制対象の各車種の「暖機状態」及び「冷機状態」におけるエンジンからの CH_4 及び N_2O 排出係数について、自工会が試験により排出ガスデータを把握している。排出ガス規制対応車についてはこれらの排出係数を、未規制車に対しては 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用い、以下の式より各車種・各規制対応別二輪車からの CH_4 及び N_2O 排出量を推計し、積算する。

$$E = \sum_{i,j} (EF_{hot,i,j} \times AD_{hot,i,j} + EF_{cold,i,j} \times AD_{cold,i,j})$$

E ：二輪車からの CH_4, N_2O 排出量
$EF_{hot,i,j}$ ：車種別、規制対応別の走行量あたりの排出係数
$AD_{hot,i,j}$ ：車種別、規制対応別の年間総走行量
$EF_{cold,i,j}$ ：車種別、規制対応別の 1 始動回あたりの排出係数
$AD_{cold,i,j}$ ：車種別、規制対応別の年間始動回数
i ：車種
j ：規制対応

■　排出係数

【暖機状態】

排出ガス規制対応車の CH_4 及び N_2O 排出係数は、自工会提供の車種別排出係数を用いる。排出ガス規制未対応車の CH_4 及び N_2O 排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 3-48　二輪車「暖機状態」の CH_4、N_2O 排出係数［mg/km］

車種（排気量）	3 次規制対応車 1)		1 次 2 次規制対応車 1)		排出ガス規制未対応車 2)	
	CH_4	N_2O	CH_4	N_2O	CH_4	N_2O
原付一種（50cc 以下）	2.1	0.18	13.3	2.64	53	4
原付二種（51cc-125cc）	3.4	1.39	16.7	0.23		
軽二輪（126cc-250cc）	6.2	0.61	12.5	0.85		
小型二輪（250cc 超）	2.4	0.47	22.2	1.09		

（注）
1)　自工会提供データ
2)　2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.22, Table 3.2.3　Motorcycles/Uncontrolled/Running(hot)

[16] CO、炭化水素（HC）及び NOx が規制対象

【冷機状態】

排出ガス規制対応車の CH_4 及び N_2O 排出係数は、自工会提供データを用いる。排出ガス規制未対応車の CH_4 及び N_2O 排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 3-49　二輪車「冷機状態」の CH_4、N_2O 排出係数［mg/回］

車種（排気量）	3 次規制対応車 1)		1 次 2 次規制対応車 1)		排出ガス規制未対応車 2)	
	CH_4	N_2O	CH_4	N_2O	CH_4	N_2O
原付一種（50cc 以下）	32.3	5.6	15.8	11.2	33	15
原付二種（51cc-125cc）	41.7	18.9	18.3	4.2		
軽二輪（126cc-250cc）	51.3	14.7	30.2	13.7		
小型二輪（250cc 超）	78.0	21.3	26.1	6.9		

（注）

1)　自工会提供データ

2)　2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.22, Table 3.2.3　Motorcycles/Uncontrolled/Cold Start

■　活動量

【暖機状態】

車種別・排出ガス規制対応別年間走行量の推計にあたっては、まず車種別の保有台数（自工会「自動車統計月報」）をベースに、販売年別・車種別販売台数（自工会及び全国軽自動車協会連合会）に車種別・経過年数別残存率（日本自動車研究所、2008）を乗じて各年度の保有台数の経過年別の割合を把握して、販売年別・車種別保有台数を推計し、これに 1 台あたり車種別年間走行距離（自工会「二輪車市場動向調査」から算出）と車種別・経過年数別使用係数（日本自動車研究所、2007）を乗じて販売年別・車種別年間走行量とする。排出ガス規制対応の区分については販売年により判断する。

【冷機状態】

車種別・排出ガス規制対応別年間始動回数の推計にあたっては、「暖機状態」の活動量の算定過程で得られた販売年別・車種別保有台数に、1 台あたり車種別年間始動回数（「二輪車市場動向調査」から算出）と車種別・経過年数別使用係数（日本自動車研究所、2007）を乗じて販売年別・車種別年間始動回数とする。排出ガス規制対応の区分については販売年により判断する。

表 3-50　二輪車の活動量

活動量	車種（排気量）	規制対応	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
走行量	原付一種（50cc以下）	3次規制	百万台km	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	522	856	955	1,108	1,291
		1次2次規制		NO	NO	1,773	4,165	3,643	3,092	3,325	3,248	2,829	2,646	1,905	1,434	933	693	523
		未規制		10,623	6,268	3,153	753	112	42	29	18	10	6	3	2	1	0	0
	原付二種（51cc-125cc）	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	531	1,091	1,250	1,577	1,847
		1次2次規制		NO	NO	243	1,237	2,192	2,695	2,877	2,992	2,909	2,993	2,427	1,970	1,257	1,008	741
		未規制		2,060	1,853	1,568	686	172	91	61	39	23	14	8	5	2	1	1
	軽二輪（126cc-250cc）	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	478	926	1,206	1,674	2,003
		1次2次規制		NO	NO	565	2,664	3,127	3,053	3,141	3,208	3,268	3,277	2,494	2,131	1,617	1,352	1,052
		未規制		6,111	3,577	2,209	1,055	330	195	147	109	79	56	35	23	14	9	5
	小型二輪（290cc超）	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	474	920	1,235	1,634	1,991
		1次2次規制		NO	NO	317	1,662	2,751	2,952	2,883	3,037	3,471	3,568	2,896	2,552	2,017	1,761	1,418
		未規制		3,568	3,083	2,505	1,292	559	367	271	212	179	136	93	69	44	31	20
始動回数	原付一種（50cc以下）	3次規制	百万回	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	110	180	222	257	279
		1次2次規制		NO	NO	349	739	626	574	577	564	550	513	400	301	217	161	113
		未規制		1,838	1,131	621	134	19	8	5	3	2	1	1	0	0	0	0
	原付二種（51cc-125cc）	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	58	119	164	207	225
		1次2次規制		NO	NO	31	140	228	259	274	285	325	334	264	214	165	132	90
		未規制		285	255	203	78	18	9	6	4	3	2	1	0	0	0	0
	軽二輪（126cc-250cc）	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	28	54	77	107	117
		1次2次規制		NO	NO	41	177	193	196	179	183	204	204	146	124	104	86	62
		未規制		361	223	159	70	20	13	8	6	5	4	2	1	1	1	0
	小型二輪（250cc超）	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10	20	38	50	63
		1次2次規制		NO	NO	19	78	111	117	95	87	111	114	62	55	62	54	45
		未規制		187	177	154	60	23	14	9	6	6	4	2	1	1	1	1

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

二輪車の排出量の不確実性は、二輪車を除く自動車とともに「3.2.9.2.a 自動車（二輪車を除く）」にまとめて報告しており、同項の不確実性の記述を参照されたい。

■　時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を用いて算定している。活動量については、保有台数、1 台あたり走行量、及び一台あたり始動回数ともに自工会、軽自動車協会連合会、及び環境省のデータを元に、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で推計している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

2020 年度の原付自転車の保有台数が得られた。3 次規制に対応した軽二輪車の排出係数の実測値が自工会より提供された。これにより 2017 年度以降の CH_4、N_2O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.3. 鉄道（1.A.3.c）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、鉄道の走行に伴うエネルギー消費からの CH_4、N_2O 排出を扱う。

鉄道からの CH_4、N_2O 排出量は、軽油を利用するディーゼル鉄道車両からの排出が主であり、石炭を利用する蒸気機関車からの排出が少量存在する。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 3.41, Fig. 3.4.2）に従い、Tier 1 法を用いて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times AD_i)$$

E ： 鉄道からの CH_4, N_2O 排出量
EF_i ： 鉄道における燃料別の排出係数
AD_i ： 燃料種別の年間燃料消費量
i ： 燃料種（軽油・石炭）

■ 排出係数

ディーゼル鉄道車両における排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに示された「Diesel」のデフォルト値を軽油の発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を用いる。

蒸気機関車における排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに示された「Sub-bituminous Coal」のデフォルト値を輸入一般炭の発熱量を用いて重量あたりに換算した値を用いる。

表 3-51　鉄道の排出係数のデフォルト値

ガス	単位	ディーゼル鉄道車両	蒸気機関車
CH_4	kg-CH_4/TJ(NCV)	4.15	2
N_2O	kg-N_2O/TJ(NCV)	28.6	1.5

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, p. 3.43, Table 3.4.1

■ 活動量

ディーゼル鉄道車両における軽油の消費量及び蒸気機関車における石炭の消費量は、「総合エネルギー統計」に示された鉄道の軽油及び石炭の消費量をそれぞれ活動量として用いる。

表 3-52　鉄道からの排出の算定に使用する活動量

燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
軽油	千kL	356	313	270	248	218	211	205	199	198	189	197	186	186	178	178
石炭	kt	1.3	1.2	1.7	1.4	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	0.6	0.6

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

鉄道の排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を採用しており、排出係数の不確実性については同ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値（CH_4 : -60～+151%、N_2O : -50～+200%）を採用した。活動量は「総合エネルギー統計」の値を採用しており、活動量の不確実性については 2006 年 IPCC ガイドラインの示されたデフォルト値（-5～+5%）を採用する。その結果、鉄道からの排出量の不確実性は、CH_4 が-60～+151%、N_2O が-50～+200%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を使用している。また活動量は、全ての時系列において「総合エネルギー統計」の値を一貫して使用している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施して

いる。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e） 再計算

「総合エネルギー統計」におけるエネルギー消費量の修正により、2020 年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.4. 国内船舶（1.A.3.d）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、旅客や貨物を輸送する内航船舶の航行におけるエネルギー消費に伴う CH_4、N_2O の排出を扱う。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 3.49, Fig. 3.5.1）に従い、Tier 1 法を用いて、排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times AD_i)$$

E ：内航船舶からの CH_4, N_2O 排出量
EF_i ：内航船舶における燃料消費に伴う排出係数
AD_i ：内航船舶における各燃料消費量
i ：燃料（軽油・A 重油・B 重油・C 重油）

■ 排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに示された「Ocean-going Ships」のデフォルト値（以下の表参照）を、燃料種（軽油、A 重油、B 重油、C 重油）別の発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を使用する。

表 3-53　船舶の排出係数のデフォルト値

ガス	排出係数
CH_4	7［kg-CH_4/TJ(NCV)］
N_2O	2［kg-N_2O/TJ(NCV)］

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, p. 3.50, Table 3.5.3

■ 活動量

「総合エネルギー統計」に示された船舶の燃料種別の消費量を活動量として用いる。

表 3-54　船舶からの排出の算定に使用する活動量

燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
軽油	千kL	133	208	204	195	154	141	142	157	148	147	155	149	150	109	109
A重油	千kL	1,602	1,625	1,728	1,324	1,007	1,006	994	984	980	1,013	1,010	993	1,020	1,036	1,213
B重油	千kL	526	215	152	63	18	16	14	12	9	7	7	5	3	0	0
C重油	千kL	2,446	3,002	3,055	2,873	2,482	2,517	2,487	2,482	2,386	2,392	2,347	2,361	2,300	2,178	2,131

■ 完全性について

2006 年 IPCC ガイドライン Vol.3, page 5.7 によれば、潤滑油の使用による CH_4、N_2O の排出

量は CO_2 に比べて極めて少なく、無視できるとされていることから、排出量の算定は行わない。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

船舶の排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を採用しており、排出係数の不確実性については同ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値（CH_4：-50～+50%、N_2O：-40～+140%）を採用した。活動量は「総合エネルギー統計」の値を採用しており、活動量の不確実性については 2006 年 IPCC ガイドラインの示されたデフォルト値（-13～+13%）を採用した。その結果、船舶からの排出量の不確実性は、CH_4 が-52～+52%、N_2O が-42～+141%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を使用している。船舶の活動量は「総合エネルギー統計」の値を、1990 年度から直近年まで全ての時系列において一貫して使用している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e） 再計算

「総合エネルギー統計」におけるエネルギー消費量の修正により、2020 年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.5. その他輸送（1.A.3.e）

我が国ではパイプラインによる物資の輸送の際、化石燃料を燃焼させておらず、また他に該当する活動が存在しないため、本カテゴリーを「NO」と報告している。

3.2.10. その他部門（1.A.4）及びその他（1.A.5）における CO_2 の排出

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、業務（1.A.4.a）、家庭（1.A.4.b）、農林水産業（1.A.4.c）、その他（1.A.5）におけるエネルギー消費からの CO_2 排出を扱う。国防用途での燃料の燃焼に伴う排出については業務（1.A.4.a）に含む。

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 135,485 kt であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 11.6%を占めている。うち「1.A.4.a 業務」からの排出が 50.3%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

b） 方法論

■ 算定方法

エネルギー産業（1.A.1）と同様に、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 部門別アプローチ（Sectoral Approach）法を用いて排出量の算定を行った。3.2.4. b）節を参照のこと。

2006 年 IPCC ガイドラインに従い、「エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出」に該当する熱量と排出量を、燃料の燃焼（1.A.）の「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」に報告している。

エネルギー利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量の算定には、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）で用いる排出係数や算定方法を適用している。詳細な算定方法は第 7 章を参照のこと。

バイオマスからの CO_2 排出は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めず、CRF に参考値として報告している。

■ 排出係数

エネルギー産業（1.A.1）に示した排出係数を用いた。3.2.4. b）節を参照のこと。

■ 活動量

エネルギー産業（1.A.1）同様、当該部門の活動量は「総合エネルギー統計」を用いている。

各部門の活動量については、「総合エネルギー統計」に示された、業務他部門（#650000）、家庭部門（#700000）、農林水産業部門（#611000）の最終エネルギー消費量、自らの事業所内で使用するために行った発電に伴うエネルギー消費量（自家用発電 #25xxxx）、同じく自らの事業所内で使用するために行った蒸気の発生に伴うエネルギー消費量（自家用蒸気発生 #26xxxx）の合計としている。なお、上記の最終エネルギー消費量には、原料用として用いられた分（非エネルギー利用 #951100, #951800, #952000）が内数として含まれているため、当該分を差し引いている。

「総合エネルギー統計」の農林水産業部門（#611000）における各燃料消費量に、平成 26 年度及び 27 年度の環境省調査結果に基づく移動・固定発生源別の燃料消費量割合（表 3-57）を乗じて、燃料消費量を移動発生源と固定発生源に振り分けた。移動発生源、固定発生源それぞれの CRF における報告先は表 3-56 を参照のこと。

自家用発電及び自家用蒸気発生部門は、「総合エネルギー統計」においてはエネルギー転換部門に含まれるが、2006 年 IPCC ガイドラインでは、発電等のために消費したエネルギーから排出される CO_2 は、その発電等を行った部門に報告することを原則としているため、それに従い、最終エネルギー消費部門における各事業所からの CO_2 排出量と合計し、「1.A.4」に報告している。

表 3-55　その他部門（1.A.4）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
液体燃料	1,921	2,080	2,190	2,222	1,573	1,413	1,441	1,346	1,292	1,279	1,291	1,217	1,184	1,238	1,137
固体燃料	3	2	1	1	19	12	15	12	12	29	21	81	71	70	70
気体燃料	418	537	649	731	835	826	836	832	846	850	909	870	893	815	860
その他化石燃料	196	219	257	278	243	257	248	246	239	274	278	260	268	258	254
バイオマス	15	18	22	44	59	63	65	73	84	64	68	72	67	54	68
合計	2,553	2,856	3,118	3,277	2,729	2,571	2,606	2,509	2,473	2,495	2,568	2,499	2,482	2,435	2,389

表 3-56　「総合エネルギー統計」とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.4、1.A.5）

CRF			総合エネルギー統計	
1A4	Other sectors			
	1A4a Commercial/institutional		自家用発電 （電気業［#255330］（2015まで）、農林水産鉱建設［#251000］、製造業［#252000］を除く。）	#250000
			自家用蒸気発生 （農林水産鉱建設［#261000］、製造業［#262000］を除く。）	#260000
			最終エネルギー消費　業務他	#650000
			▲非エネルギー利用　業務他	#951800
	1A4b Residential		最終エネルギー消費　家庭	#700000
			▲非エネルギー利用　家庭	#952000
	1A4c Agriculture/forestry/fishing			
		i Stationary	自家用発電　農林水産鉱建設（農林水産業）	#251000
			自家用蒸気発生　農林水産鉱建設（農林水産業）	#261000
			最終エネルギー消費　農林水産業（#611000）のうち固定発生源（推計値）	
			▲非エネルギー利用　農林水産鉱建設業（農林水産業）	#951100
		ii Off-road vehicles and other machinery	最終エネルギー消費　農業（#611100）のうち移動発生源（推計値）	
			最終エネルギー消費　林業（#611200）のうち移動発生源（推計値）	
		iii Fishing	最終エネルギー消費　漁業（#611300）のうち移動発生源（推計値）	
			最終エネルギー消費　水産養殖業（#611400）のうち移動発生源（推計値）	
1A5	Other		NO	-

（注）▲非エネルギー利用：原料用として用いられた分を差し引いている。

表 3-57　農林水産業（1.A.4.c）部門における固定・移動排出源別の燃料消費割合

燃料種	農業部門		林業部門		水産養殖業部門			漁業部門		
	移動発生源	固定発生源	移動発生源	固定発生源	移動発生源(船舶)	移動発生源	固定発生源	移動発生源(船舶)	移動発生源	固定発生源
軽油	99%	1%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A 重油	5%	95%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
灯油	2%	98%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
LPG、都市ガス	5%	95%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%

（出典）環境省（2015a）

c）不確実性と時系列の一貫性

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.4. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、2016～2020 年度について排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新及び算定方法の改善に伴い、2005～2020 年度のその他化石燃料の CO_2 排出量が再計算された。詳細は 7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.11. その他部門（1.A.4）及びその他（1.A.5）における CH_4 と N_2O の排出

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、業務（1.A.4.a）、家庭（1.A.4.b）、農林水産業（1.A.4.c）、その他（1.A.5）におけるエネルギー消費からの CH_4、N_2O 排出を扱う。

移動発生源のうち、特殊自動車（農業機械、林業機械等）、漁船等におけるエネルギー消費に伴う CH_4、N_2O 排出も本カテゴリーで扱う。国防用途での燃料の燃焼に伴う排出については業務（1.A.4.a）に含む。

b）方法論

■　算定方法

○　各種炉

業務（1.A.4.a）及び農林水産業（1.A.4.c）の固定発生源については、エネルギー産業（1.A.1）と同様、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーについては、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で算定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○　家庭で使用される機器

家庭（1.A.4.b）については、炉種別の活動量が利用可能でないため、Tier 1 法で算定した。

○　特殊自動車等

農林水産業（1.A.4.c）の移動発生源については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 3.34、Fig.3.3.1）に従い、Tier 1 法で算定した。

■　排出係数

○　各種炉

業務（1.A.4.a）及び農林水産業（1.A.4.c）については、エネルギー産業（1.A.1）で設定した各施設の排出係数を用いた。表 3-23、表 3-24 を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの排出係数は、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で設定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○　家庭で使用される機器

家庭（1.A.4.b）については、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2、pages 2.22-2.23、Table 2.5 に示されるデフォルト排出係数を使用した。

表 3-58　家庭（1.A.4.b）における CH_4、N_2O 排出係数

炉種	燃料種	CH_4 排出係数［kg-CH_4/TJ］	N_2O 排出係数［kg-N_2O/TJ］
家庭で使用される機器	液体燃料	9.5	0.57
	固体燃料	290	1.4
	気体燃料	4.5	0.090
	バイオマス燃料	290	3.8

（注）デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, page 1.16）に 0.95（液体・固体・バイオマス燃料）又は 0.9（気体燃料）を乗じて高位発熱量換算

○ 特殊自動車等

農業、漁業、水産養殖業の移動発生源で使用される軽油については欧州環境機関（2016）の表 3-1 の「Diesel」に記載の「1.A.4.c.ii-Agriculture」の排出係数を設定する。また、農業で使用される A 重油、灯油については、同ガイドブックに各燃料種固有の排出係数は示されていないが、主な使用機器がトラクターであることから、軽油と同じ値を使用する。農業の LPG、都市ガスについては同表の「LPG」の値を使用する。更に林業の軽油には同表の「Diesel」に記載の「1.A.4.c.ii-Forestry」の排出係数を設定する。

また、漁業と水産養殖業の船舶で使用する A 重油には、2006 年 IPCC ガイドライン vol.2, page3.50, Table3.5.3 の「Default water-borne navigation CH_4 and N_2O emission factors」の排出係数を設定する。

表 3-59　農林水産業（1.A.4.c）の特殊自動車等からの CH_4、N_2O 排出係数

燃料種	単位	CH_4 排出係数	N_2O 排出係数	出典
軽油、灯油、船舶用途外 A 重油	g/t	87	136	欧州環境機関（2016）、 Non-road mobile sources and machinery, Table 3-1
林業用軽油	g/t	49	138	
LPG、都市ガス	g/t	354	161	
船舶用 A 重油	kg/TJ(NCV)	7	2	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, Table 3.5.3

■　活動量

○　各種炉

「総合エネルギー統計」の部門別、燃料種別の燃料消費量に、表 3-57 の固定発生源の割合及び炉種別燃料消費量割合を乗じて得られた燃料消費量を固定発生源すなわち各種炉の活動量とした。炉種別の燃料消費量割合は、エネルギー産業（1.A.1）と同様、「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計である「石油等消費動態統計年報」、「エネルギー消費統計」、「電力調査統計」及び「ガス事業生産動態統計」のデータを使用して推計した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーについては、製造業・建設業（1.A.2）と同様の方法で設定した。3.2.5. b）節を参照のこと。

○　家庭で使用される機器

家庭部門については、「総合エネルギー統計」の燃料種別燃料消費量を活動量とする。

○　特殊自動車等

「総合エネルギー統計」の農林水産業部門における燃料種別の燃料消費量に表 3-57 の移動発生源の割合を乗じて算出した燃料消費量を、移動発生源すなわち特殊自動車等の活動量とする。

c） 不確実性と時系列の一貫性

○　各種炉（バイオマスボイラー含む）

製造業・建設業（1.A.2）に記載した内容と同一である。3.2.7. c）節を参照のこと。

○　家庭で使用される機器

排出係数の不確実性については、デフォルト値を使用する。活動量の不確実性については、3.2.4. c）節で設定した固体燃料、液体燃料、気体燃料の活動量の不確実性を使用する。

○　特殊自動車等

製造業・建設業（1.A.2）に記載した内容と同一である。3.2.7. c）節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e） 再計算

「総合エネルギー統計」の 2016～2020 年度で活動量が更新されたため、当該年度の CH_4 及び N_2O の排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新に伴い、2020 年度の CH_4 と N_2O の排出量が再計算された。詳細は 7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.5. f）節を参照のこと。

3.2.12. エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量

エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出には、以下のような方法で廃棄物が原料あるいは燃料として使用される場合が該当する。

- 「廃棄物が焼却される際にエネルギー回収が行われる場合」
- 「廃棄物が原燃料として直接利用される場合」
- 「廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合」

これらに該当する排出源からの排出量の算定には、2006 年 IPCC ガイドラインに従い廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）の方法論を適用し、算定した排出量は 2006 年 IPCC ガイドラインに従い燃料の燃焼（カテゴリー1.A.）で報告する。算定方法については、第 7 章を参照のこと。

排出量の報告カテゴリーは、廃棄物別に、原燃料としての利用用途に応じて、表 3-60 のとおりエネルギー産業（1.A.1）、製造業・建設業（1.A.2）もしくはその他部門（1.A.4）に報告する。報告する際の燃料種は「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」とする。なお、プラスチックの高炉還元剤利用やコークス炉化学原料利用のように、廃棄物を原料として直接利用する過程もしくは廃棄物を原料として製造した中間製品を利用する際に温室効果ガスが排出される場合も算定対象とする。

また、廃棄物から加工された燃料として、ごみ固形燃料（RDF：Refuse Derived Fuel、RPF：Refuse Paper and Plastic Fuel）も算定対象とする。

表 3-60　廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象			燃料種区分	処理方式		CO_2	CH_4	N_2O
1.A.4. (7.4.3.1)[7]	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels	焼却される際にエネルギーを回収	・焼却炉 -全連続燃焼式 -准連続燃焼式 -バッチ燃焼式 ・ガス化溶融炉	○	○[2]	○[2]
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]		
		ペットボトル	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels			○		
			バイオ PET ボトル	Biomass[8]			NA[1]		
		紙くず	化石燃料起源成分	Other fossil fuels[9]			○		
			生物起源成分	Biomass			NA[1]		
		紙おむつ	化石燃料起源成分	Other fossil fuels[9]			○		
			生物起源成分	Biomass			NA[1]		
		繊維くず	合成繊維	Other fossil fuels			○		
			天然繊維	Biomass			NA[1]		
		その他（生物起源）		Biomass			NA[1]		
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	Other fossil fuels		焼却炉	○	○	○
			動植物性廃油	Biomass			NA[1]	○	○
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]	IE[3]	IE[3]
		食物くず［動植物性残さ・動物の死体］		Biomass			NA[1]	○	○
		紙くず	化石燃料起源成分	Other fossil fuels[9]			○	IE[4]	IE[4]
			生物起源成分	Biomass			NA[1]	○	○
		木くず（生物起源）		Biomass			NA[1]	○	○
		繊維くず	合成繊維くず	-			IE[3]	IE[3]	IE[3]
			天然繊維くず	Biomass			NA[1]	○	○
		汚泥	下水汚泥	-			NO	NO	NO
			下水汚泥以外	Biomass			NA[1]	○	○
	特別管理産業廃棄物			-			IE[5]	IE[5]	IE[5]
1.A.1、1.A.2 及び 1.A.4 (7.4.3.2)[7]	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels	原燃料として直接利用		○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]	IE[3]	IE[3]
		ペットボトル		-			NO	NO	NO
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	Other fossil fuels			○	○	○
			動植物性廃油	Biomass			NA[1]	○	○
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]	IE[3]	IE[3]
		木くず		Biomass			NA[1]	○	○
	廃タイヤ		化石燃料起源成分	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマス起源成分	Biomass[8]			NA[1]	IE[6]	IE[6]
1.A.1 及び 1.A.2 (7.4.3.3)[7]	ごみ固形燃料（RDF）		化石燃料起源成分	Other fossil fuels	燃料に加工された後に利用		○	○	○
			生物起源成分	Biomass[8]			NA[1]	IE[6]	IE[6]
	ごみ固形燃料（RPF）		化石燃料起源成分	Other fossil fuels			○	○	○
			生物起源成分	Biomass[8]			NA[1]	IE[6]	IE[6]

（注）

1) 2006 年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源の廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF には燃料種「Biomass」として報告する。
2) 対象の算定区分をまとめて焼却方式別に算定し、CRF には燃料種「Other fossil fuels」として報告する。
3) 化石燃料起源プラスチックに含まれる。
4) 紙くず（生物起源成分）に含まれる。
5) エネルギー回収を伴わない特別管理産業廃棄物の焼却に含まれる。
6) 化石燃料起源成分に含まれる。
7) 報告カテゴリーの詳細は該当節の記述を参照のこと。
8) 固形廃棄物等（プラスチック、廃タイヤ、RDF、RPF）に含まれる生物起源成分について、混合された固形廃棄物の熱量データを分離する妥当な方法がなく、エネルギー分野で報告する熱量ベースでの活動量は化石燃料起源成分から分離が困難なことから、「Other fossil fuels」に含めて IE として報告する。
9) 紙くずに含まれる化石燃料起源成分について、エネルギー分野で報告する熱量ベースでの活動量は生物起源成分から分離が困難なことから、「Biomass」に含めて IE として報告する。

表 3-61　廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）での排出量報告区分

処理方式	算定対象		原燃料利用の内訳	主な用途	エネルギー分野報告区分	CO_2 2)	CH_4	N_2O
廃棄物が焼却される際にエネルギーを回収	一般廃棄物		（区分無し）	エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却	1.A.4.a 業務	○	○	○
	産業廃棄物					○	○	○
廃棄物を原燃料として直接利用	一般廃棄物プラスチック		油化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO 3)	NO 3)
			コークス炉化学原料	コークス原料利用	1.A.1.c. 固体燃料製造等	○	IE 4)	NO 5)
			ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE 6)	NE 6)
	産業廃棄物	廃油	（区分無し）	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
		廃プラスチック類	高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO 3)	NO 3)
			化学工業	ボイラー燃料	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			製紙業	ボイラー燃料	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○
			自動車製造業	ボイラー燃料	1.A.2.g. その他	○	○	○
			油化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE 6)	NE 6)
		木くず	（区分無し）	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	NA	○	○
	廃タイヤ		セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○
			ボイラー	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			製鉄	製鉄原燃料利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO 3)	NO 3)
			ガス化	製鉄所燃料	1.A.2.a. 鉄鋼	○	○	○
			金属精錬	金属精錬燃料利用	1.A.2.b. 非鉄金属	○	○	○
			タイヤメーカー	タイヤメーカー燃料利用	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			製紙	製紙工場燃料利用	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			発電	発電利用	1.A.4.a 業務	○	○	○
廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料（RDF）		（区分無し）	一般燃料利用（発電含む）	1.A.2.g. その他 1)	○	○	○
	ごみ固形燃料（RPF）		石油製品業	ボイラー燃料	1.A.1.b. 石油精製	○	○	○
			化学工業	ボイラー燃料	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			製紙業	製紙工場燃料利用	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			セメント製造業	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○

（注）

1) 自家利用以外の発電･熱供給分は 1.A.1.a.で報告すべきだが､現時点では実態を把握できていないため､1.A.2.g.に含めて報告する。
2) 2006 年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源成分の焼却に伴う CO_2 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF には燃料種「Biomass」として報告する。表 3-60 を参照。
3) 鉄鋼業から発生する高炉ガスは全量回収される。
4) 同じ報告区分（1.A.1.c）における固体燃料に含まれる。
5) コークス炉内は通常 1,000℃以上の還元雰囲気であり、N_2O は発生しない。
6) 主にアンモニア合成原料等を得る目的で使用されており、燃料として燃焼される割合は少ないと考えられるため、算定は行わない。

廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）における温室効果ガス排出量を表 3-62 に示す。

表 3-62　廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）における排出量

Gas	区分		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2 1)	1.A.1. エネルギー産業	a.発電・熱供給	kt-CO_2	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		b.石油精製	kt-CO_2	NO	NO	0.6	6.4	5.8	5.5	4.5	5.0	6.1	4.5	5.0	0.3	0.1	0.6	NO
		c.固体燃料製造等	kt-CO_2	NO	NO	15	246	248	240	NO	24	41	35	45	24	34	33	33
	1.A.2. 製造業・建設業	a.鉄鋼	kt-CO_2	NO	NO	312	639	549	538	474	580	562	590	626	532	570	411	485
		b.非鉄金属	kt-CO_2	119	63	51	17	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		c.化学	kt-CO_2	14	64	89	67	73	84	82	65	68	63	65	63	48	29	20
		d.パルプ・紙・印刷	kt-CO_2	NO	56	114	998	1,804	1,850	1,930	1,986	2,044	2,089	2,150	2,181	2,073	2,055	2,157
		e.食品加工・飲料・たばこ	kt-CO_2	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		f.窯業土石	kt-CO_2	197	492	879	1,088	1,324	1,358	1,453	1,636	1,590	1,711	1,780	1,965	2,050	2,047	2,111
		g.その他	kt-CO_2	3,878	4,474	4,462	5,874	5,625	5,724	5,608	5,357	5,742	5,399	5,434	5,827	5,995	5,677	5,705
	1.A.4	a.業務	kt-CO_2	6,505	7,146	9,043	8,406	6,804	7,741	7,552	7,176	7,258	8,174	8,543	7,904	8,610	8,524	8,337
	合計		kt-CO_2	10,712	12,294	14,966	17,341	16,433	17,541	17,104	16,830	17,311	18,066	18,648	18,497	19,381	18,778	18,848
CH_4 2)	1.A.1. エネルギー産業	a.発電・熱供給	kt-CH_4	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		b.石油精製	kt-CH_4	NO	NO	1.7.E-06	1.8.E-05	1.6.E-05	1.5.E-05	1.3.E-05	1.4.E-05	1.7.E-05	1.2.E-05	1.4.E-05	8.6.E-07	3.2.E-07	1.6.E-06	NO
		c.固体燃料製造等	kt-CH_4	NO	NO	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	1.A.2. 製造業・建設業	a.鉄鋼	kt-CH_4	NO	NO	NO	7.7.E-04	1.4.E-03	1.3.E-03	1.2.E-03	1.4.E-03	1.4.E-03	1.4.E-03	1.6.E-03	1.7.E-03	1.6.E-03	2.8.E-04	2.8.E-05
		b.非鉄金属	kt-CH_4	3.2.E-04	1.8.E-04	1.4.E-04	7.7.E-05	7.7.E-06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		c.化学	kt-CH_4	2.0.E-05	1.0.E-04	1.5.E-04	1.7.E-04	1.9.E-04	2.2.E-04	2.2.E-04	1.8.E-04	1.9.E-04	1.7.E-04	1.7.E-04	1.6.E-04	1.2.E-04	6.4.E-05	3.9.E-05
		d.パルプ・紙・印刷	kt-CH_4	NO	1.0.E-04	2.2.E-04	2.7.E-03	4.8.E-03	5.0.E-03	5.2.E-03	5.4.E-03	5.6.E-03	5.7.E-03	5.9.E-03	6.0.E-03	5.7.E-03	5.7.E-03	6.0.E-03
		e.食品加工・飲料・たばこ	kt-CH_4	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		f.窯業土石	kt-CH_4	0.03	0.08	0.14	0.20	0.22	0.22	0.23	0.26	0.25	0.27	0.28	0.31	0.32	0.32	0.33
		g.その他	kt-CH_4	1.8	1.8	2.2	2.9	4.2	4.5	4.8	5.3	5.0	4.9	5.2	5.1	5.5	5.4	5.1
	1.A.4	a.業務	kt-CH_4	0.54	0.54	0.60	0.15	0.14	0.17	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
	合計		kt-CH_4	2.3	2.4	3.0	3.3	4.6	4.9	5.2	5.7	5.4	5.4	5.7	5.5	6.0	5.9	5.6
			kt-CO_2 換算	59	60	74	81	114	122	129	142	135	134	142	138	149	147	140
N_2O 2)	1.A.1. エネルギー産業	a.発電・熱供給	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		b.石油精製	kt-N_2O	NO	NO	1.1.E-05	1.2.E-04	1.0.E-04	1.0.E-04	8.1.E-05	9.0.E-05	1.1.E-04	8.0.E-05	9.1.E-05	5.6.E-06	2.1.E-06	1.0.E-05	NO
		c.固体燃料製造等	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.A.2. 製造業・建設業	a.鉄鋼	kt-N_2O	NO	NO	NO	9.1.E-04	1.6.E-03	1.5.E-03	1.5.E-03	1.7.E-03	1.6.E-03	1.7.E-03	1.9.E-03	2.0.E-03	1.9.E-03	3.4.E-04	3.4.E-05
		b.非鉄金属	kt-N_2O	2.4.E-04	1.3.E-04	1.1.E-04	5.6.E-05	5.6.E-06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		c.化学	kt-N_2O	8.5.E-03	6.8.E-03	8.5.E-03	4.5.E-03	3.3.E-03	3.2.E-03	2.4.E-03	1.7.E-03	1.9.E-03	1.5.E-03	5.8.E-03	6.5.E-03	6.8.E-03	8.2.E-03	7.8.E-03
		d.パルプ・紙・印刷	kt-N_2O	NO	6.6.E-04	5.9.E-03	2.2.E-02	5.9.E-02	5.7.E-02	5.6.E-02	6.2.E-02	6.1.E-02	6.4.E-02	6.7.E-02	6.8.E-02	6.5.E-02	6.3.E-02	6.8.E-02
		e.食品加工・飲料・たばこ	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		f.窯業土石	kt-N_2O	2.7.E-03	6.9.E-03	1.2.E-02	1.7.E-02	1.9.E-02	1.9.E-02	2.0.E-02	2.3.E-02	2.2.E-02	2.4.E-02	2.5.E-02	2.7.E-02	2.8.E-02	2.8.E-02	2.9.E-02
		g.その他	kt-N_2O	5.8.E-02	5.1.E-02	5.3.E-02	6.1.E-02	6.8.E-02	7.1.E-02	7.4.E-02	7.9.E-02	7.7.E-02	7.5.E-02	7.8.E-02	7.8.E-02	8.3.E-02	8.0.E-02	7.8.E-02
	1.A.4	a.業務	kt-N_2O	1.2	1.3	1.6	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
	合計		kt-N_2O	1.3	1.4	1.6	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1
			kt-CO_2 換算	379	416	488	372	328	342	334	335	319	358	363	340	347	334	331

（注）

1)　化石燃料起源成分のみ含む。
生物起源の廃棄物（バイオマスプラスチック、動植物性廃油を含む）の焼却に伴う CO_2 排出量は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い総排出量には含めず参考値として算定し、CRF table 1.A(a)の「Biomass」に報告する。

2)　化石燃料起源成分及び生物起源成分を含む。

3.3. 燃料からの漏出（1.B）

燃料からの漏出カテゴリーは、化石燃料の採掘、生産、処理及び精製、輸送、貯蔵、配送時における意図的及び非意図的な非燃焼起源の温室効果ガスの排出、及び地熱発電所からの温室効果ガスの排出を扱う。

本カテゴリーは、主に、温室効果ガスの石炭採掘からの漏出を扱う「1.B.1 固体燃料」と、石油及び天然ガス産業からの漏出を扱う「1.B.2 石油・天然ガス等」の 2 つのカテゴリーから構成されている。固体燃料からの漏出の主な排出源は炭層からの CH_4 であり、石油産業及び天然ガス産業からの主な排出源は、設備等からの漏出、通気弁・フレアリング、揮発、事故による排出、及び地熱発電所からの排出等である。

2021 年度における本カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 1,044 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の約 0.1%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 80.3%の減少となっている。

我が国の温室効果ガス総排出量に対するこのカテゴリーからの排出量の寄与は小さい。我が国は化石燃料のほとんどを輸入に依存しており、1990 年度以降化石燃料の国内生産は国内供給量の 5%にも満たない。

表 3-63　燃料からの漏出カテゴリー（1.B）の温室効果ガス排出量

Gas	部門		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-CO_2	5.4	2.5	1.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
		b. 固体燃料転換		0.5	1.0	1.6	1.6	1.7	1.9	2.1	2.2	2.2	2.5	2.6	2.8	3.0	2.8	3.0
		c.その他（制御不能な燃焼および石炭ずりでの燃焼）		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.B.2 石油、天然ガス等	a. 石油		0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		b. 天然ガス		0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7
		c. 通気弁・フレアリング		81.2	109.1	122.6	164.3	221.7	232.2	222.0	209.8	223.3	245.2	264.7	242.3	222.0	197.6	162.8
		d. その他（地熱発電）		104.4	409.2	386.6	341.9	251.2	256.5	215.2	237.9	200.1	210.5	170.0	181.7	162.6	191.9	191.9
	合計		kt-CO_2	192	523	513	509	476	492	441	451	427	460	439	428	389	393	359
CH_4	1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-CH_4	192.4	97.5	63.3	26.3	22.6	21.9	21.4	21.7	20.9	20.7	21.2	19.1	18.3	18.0	17.5
		b. 固体燃料転換		3.4	3.3	2.7	1.8	1.4	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7
		c.その他（制御不能な燃焼および石炭ずりでの燃焼）		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.B.2 石油、天然ガス等	a. 石油		1.0	1.1	1.1	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
		b. 天然ガス		7.0	7.8	8.8	10.7	11.1	10.5	9.8	9.2	9.3	10.0	9.9	9.4	8.7	7.8	8.0
		c. 通気弁・フレアリング		0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		d. その他（地熱発電）		0.2	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
	合計		kt-CH_4	204.3	110.9	76.9	41.0	36.8	35.3	33.9	33.5	32.6	33.0	33.4	30.6	29.1	27.9	27.4
			kt-CO_2 換算	5,107	2,773	1,922	1,026	920	882	848	838	816	824	834	764	727	697	685
N_2O	1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-N_2O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		b. 固体燃料転換		0.007	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
		c.その他（制御不能な燃焼および石炭ずりでの燃焼）		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.B.2 石油、天然ガス等	a. 石油		IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA
		b. 天然ガス																
		c. 通気弁・フレアリング		0.0004	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0003	0.0003	0.0002
		d. その他（地熱発電）		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計		kt-N_2O	0.0070	0.0071	0.0058	0.0040	0.0031	0.0027	0.0027	0.0025	0.0023	0.0022	0.0021	0.0020	0.0020	0.0018	0.0016
			kt-CO_2 換算	2.09	2.11	1.72	1.18	0.91	0.82	0.80	0.75	0.70	0.65	0.63	0.59	0.59	0.55	0.49
全ガス合計			kt-CO_2 換算	5,302	3,297	2,437	1,536	1,397	1,375	1,289	1,290	1,243	1,285	1,273	1,193	1,116	1,091	1,044
（参考）バイオマス起源CO_2 排出量																		
CO_2	1.B.1 固体燃料	b. 固体燃料転換	kt-CO_2	130.7	129.2	105.9	70.5	53.5	47.5	46.5	43.6	40.6	37.3	36.3	34.1	33.5	31.0	27.4

3.3.1. 固体燃料（1.B.1）

3.3.1.1. 石炭採掘（1.B.1.a）

3.3.1.1.a. 坑内掘（1.B.1.a.i）

a）　排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、坑内掘炭鉱における石炭の採掘時及び採掘後工程に伴う CH_4 と CO_2 の排出、及び閉山炭鉱からの CH_4 と CO_2 排出の排出を扱う。

石炭はその石炭化過程で生じる CH_4 を含んでおり、その多くは炭鉱が開発されるまでに自

然に地表から放散されるが、炭層中に残された CH_4 が採掘に伴い大気中に排出される。また、選炭や輸送といった採掘後工程でも石炭中の CH_4 が排出されることがある。加えて、炭鉱が閉山されて以降も、一部の炭鉱では CH_4 が湧出する。また、CH_4 と比較すると濃度は低いが、石炭中には CO_2 も含有されており、CH_4 と同様のプロセスで大気中に排出される。

我が国では、稼働炭坑が減少し、それに伴って石炭生産量も大幅に減少している。その結果、石炭採掘時の CH_4 排出量も年々減少傾向にある。

また、近年石炭採掘の仕方が変わってきており、その結果、IEF（見かけの排出係数）が減少傾向にある。これは深い場所で採掘するより浅い場所で採掘する方が低コストなため、浅い場所で採掘する割合が高くなってきており、浅い場所での採掘の方が CH_4 排出量が少なくなるためである。それに加えて、炭鉱採掘は最新技術を用いてすでに以前採掘されて CH_4 の抜け出た（去勢された）箇所も含まれた採掘坑からの再採掘を行っている。そのために石炭採掘量あたりの CH_4 排出量は諸外国に比べても少なくなっている。

我が国での炭鉱の操業状況については、松本（2006）、松本他（2018）を参照のこと。

N_2O の排出量については、坑内掘、露天掘ともに我が国の実態が明らかでなく、2006 年 IPCC ガイドラインにも算定方法がないため、「NE」と報告する。

b）方法論

■　算定方法

○　CH_4

【採掘時】

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（vol. 2, page 4.11, fig. 4.1.1）に従い、Tier 3 法を用いて各炭坑における実測データを CH_4 排出量として報告する。

【採掘後工程】

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（vol. 2, page 4.11, fig. 4.1.1）に従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用い、石炭坑で採掘された石炭の量に、排出係数を乗じて CH_4 排出量を算定する。

【閉山炭鉱】

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（vol. 2, page 4.22, fig. 4.1.3）に従い、Tier 2 法を用いる。下式のとおり水没していない閉山炭鉱数に石炭種類及び炭鉱閉鎖期間を考慮した排出係数を乗じて CH_4 排出量を算定する。

$$E = N \times F \times ER \times EF \times CF,\ \ EF = (1 + a \times T)^b$$

E	：閉山炭鉱からの GHG 漏出量［kt /年］
N	：水没していない閉山炭鉱の数［ヶ所］
F	：ガスを漏出する炭鉱の割合
ER	：閉山前の炭鉱からの GHG 排出量［m^3/年］
EF	：排出量の減少係数
a,b	：排出量の減少カーブを決定するパラメータ
T	：炭鉱閉鎖期間［年］
CF	：CH_4 の密度（0.67×10^{-6}［kt /m^3］）

○　CO_2

2006 年 IPCC ガイドラインでは CO_2 排出量の算定方法が示されていないが、我が国独自の CO_2 排出係数が得られるため、CRF Summary 3 では適用した方法論を CS（国独自）と報告する。

【採掘時】

石炭生産量に CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定する。

【採掘後工程】

石炭生産量に CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定する。

【閉山炭鉱】

CO_2 排出量の算定方法は上記 CH_4 の算定方法と同様であり、CO_2 排出係数は CH_4 排出係数から算定する。

■　排出係数

○　CH_4

【採掘時】

採掘時の CH_4 排出係数は、石炭フロンティア機構（旧石炭エネルギーセンター、以下 JCOAL）より提供された CH_4 総排出量の実測値（体積ベース）を、20 °C 1 気圧における CH_4 の密度 0.67［kt/10^6m^3］をもって重量に換算したうえで、坑内掘石炭生産量で除することにより算出する。1991 年度から 1994 年度については CH_4 総排出量の実測値が得られなかったため、1990 年度と 1995 年度の排出係数を内挿することで排出係数を求める。

表 3-64　坑内掘　採掘時の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	参照
坑内掘石炭生産量 (A)	kt	9,471	8,118	4,016	1,635	1,225	1,100	1,103	1,124	980	1,102	1,275	660	459	565	468	石炭エネルギーセンター調べ
CH_4総排出量 (B)	10^6 m^3	262	92	57	4.2	2.0	1.8	1.9	2.3	2.4	2.4	2.9	1.5	1.3	1.2	1.3	石炭エネルギーセンター調べ
CH_4総排出量 (C)	kt-CH_4	176	62	38	2.8	1.3	1.2	1.2	1.5	1.6	1.6	1.9	1.0	0.9	0.8	0.9	=(B)*0.67
排出係数	kg-CH_4/t	19	8	9	1.7	1.1	1.1	1.1	1.4	1.6	1.4	1.5	1.5	1.9	1.4	1.8	=(C)/(A)*1000

【採掘後工程】

採掘後工程の排出係数は、我が国の排出実態が明らかでないため、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.12, Equation 4.1.4 に示されたデフォルト値（平均値 2.5［m^3/t］）を、20 °C 1 気圧における CH_4 の密度 0.67［kt/10^6m^3］を用いて換算した値（1.675［kg-CH_4/t］）を用いる。

【閉山炭鉱】

ガスを排出する炭鉱の割合（F）には 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.24, Table 4.1.5 のデフォルト値の中間値（1900-1925：5%、1926-1950：26.5%、1951-1975：40%、1976-2000：54%、2001-：54.5%）を、閉山前の炭鉱からの GHG 排出量（*ER*）には炭鉱の規模を考慮して 2006 年 IPCC ガイドライン vol. 2, page 4.27, Table 4.1.8 の低位値（1.3 百万立方メートル/年/ヶ所）を用いる。また排出量の減衰カーブを決定するパラメータには 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.27, Table 4.1.9 の日本で一般的な亜瀝青炭の数値（a = 0.27、b = -1.00）を用いる。

○　CO_2

【採掘時】

CO_2 排出係数は、CH_4 排出係数（体積ベース）に北海道開発庁（1965）を用いて推計した「炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比」（0.0088）及び CO_2 の密度（1.84 kg/m^3）を乗じて算定する。

【採掘後工程】

採掘時同様、CH_4 排出係数（体積ベース）に 0.0088 を乗じる。

【閉山炭鉱】

採掘時同様、CH_4 排出係数（体積ベース）に 0.0088 を乗じる。

■　活動量

【採掘時、及び採掘後工程】

1990 年度から 2000 年度までの採掘時、採掘後工程の活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」に示された「原炭採掘量合計」から「露天掘生産量」を差し引いた値を用いる。2001 年度以降は JCOAL 提供データを用いる。

表 3-65　石炭生産量の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石炭生産量合計	kt	10,676	8,814	4,625	2,146	1,782	1,819	1,824	1,903	1,774	1,855	1,991	1,307	1,014	1,042	861
うち露天掘		1,205	695	610	511	557	719	721	778	795	753	716	647	555	477	393
うち坑内掘		9,471	8,118	4,016	1,635	1,225	1,100	1,103	1,124	980	1,102	1,275	660	459	565	468

【閉山炭鉱】

活動量については、石炭エネルギーセンター（2002）における閉山炭鉱リスト等から推定した水没していない炭鉱数を用いる。

表 3-66　閉山年度別閉山炭鉱数（水没なし）

閉山年度	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
水没していない炭鉱数	39	34	28	48	12	32	91	103	61	46	33	42	21	42	29
閉山年度	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1980	1987	1989	1992	1994	1995	Total
水没していない炭鉱数	13	20	12	1	2	3	1	2	2	2	3	1	1	1	725

○　CH_4 の回収とフレアリング

【採掘時】

採掘時に炭層から排出された CH_4 をフレアリングにより燃焼させる事例は我が国には存在しないが、CH_4 を回収し燃料として利用している事例は存在する。そのため、CH_4 総排出量から回収量を控除して正味の排出量を報告する。回収量は「エネルギー生産・需給統計年報」（1990 年度から 1997 年度まで）及び JCOAL 提供データ（1998 年度以降）を用いる。

表 3-67　採掘時の CH_4 回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
回収量	1000 m^3	50,139	11,112	9,810	2,044	941	591	826	448	844	955	482	301	293	303	303

【採掘後工程】

採掘後工程の CH_4 の回収やフレアリングについては、我が国の実態が明らかでないため、「NE」と報告する。

【閉山炭鉱】

閉山炭鉱における CH_4 の回収やフレアリングは実施されておらず、「NO」と報告する。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

採掘時における CH_4 排出量の不確実性は、JCOAL 提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（測定誤差による不確実性と気体流速の変動による誤差の不確実性を誤差伝播式により合成）を使用して-5～+5%と設定した。また、採掘時における CO_2 の不確実性は CH_4 排出量の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算した炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比の不確実性（-18～+18%）を誤差伝播式により合成して-19～+19%と設定した。

採掘後工程における CH_4 排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-33～+300%）を使用した。採掘後工程における CO_2 排出係数の不確実性は、CH_4 排出係数の不確実性と、北海道

開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-38～+301%と設定した。採掘後工程における CH_4 と CO_2 の活動量の不確実性は、JCOAL 提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-2～+2%）を使用した。その結果、採掘後工程における排出量の不確実性は、CH_4 排出量が-33～+300%、CO_2 排出量が-38～+301%と評価された。

閉山炭鉱における CH_4 排出量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 2 の不確実性に関する記述に基づき-50～+100%と設定した。閉山炭鉱における CO_2 排出量の不確実性は、CH_4 排出量の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-53～+102%と設定した。

■　時系列の一貫性

坑内掘の採掘時における CH_4 総排出量は、JCOAL が 1990 年度及び 1995 年度以降継続して調査を実施しており、時系列が一貫したデータである。1991 年度から 1994 年度までは、排出係数を内挿により推計し、時系列の一貫性を確保する。

また、石炭生産量及び露天掘生産量は、1990～2000 年度が「エネルギー生産・需給統計年報」、2001 年度以降は JCOAL の提供データを使用している。これは、2001 年度以降、「エネルギー生産・需給統計年報」における石炭生産量及び露天掘生産量の項目が廃止されたためである。2000 年まで使用していた「エネルギー生産・需給統計年報」のデータは JCOAL によって経済産業省に提供されていたデータであり、「エネルギー生産・需給統計年報」及び JCOAL のデータともに同じ国内の全石炭生産量をカバーしており、時系列の一貫性は担保される。

採掘時における CH_4 回収量についても、石炭生産量及び露天掘生産量と同様の理由で、時系列の一貫性は担保される。

閉山炭鉱における活動量である閉山炭鉱数は、全年にわたり石炭エネルギーセンター（2002）より引用している。またガスを排出する炭鉱の割合、閉山前の炭鉱からの CH_4 排出量、排出量の減衰カーブを決定するパラメータには 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いている。更に閉山前の炭鉱からの CO_2 の排出量は体積比を一定として CH_4 排出量から類推しており、一貫性を確保している。

d）　QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

また、日本では炭鉱における就労者の安全のため、CH_4 ガスや CO ガス濃度をモニタリングすることが法律により定められている。この法律の下、事業者では管理に関する規定を定め、正確なモニタリングと厳しい管理・チェック、そして報告書の作成が行われている。更に、国の監督署によって計測や保安報告のチェックが定期的に行われている。

e）　再計算

特になし。

f）　今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.1.1.b. 露天掘（1.B.1.a.ii）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、露天炭坑における石炭の採掘時及び採掘後工程に伴う CH_4 と CO_2 の排出を扱う。なお、露天掘における石炭採掘に伴う CH_4 の回収・フレアリングは我が国の実態が明らかでないため、「NE」と報告する。

b） 方法論

■　算定方法

○　CH_4

【採掘時】

採掘時の排出については、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.18, Fig. 4.1.2 のデシジョンツリーに従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて CH_4 排出量を算定する。

【採掘後工程】

採掘後工程の排出については、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.18, Fig. 4.1.2 のデシジョンツリーに従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて排出量を算定する。

いずれも露天掘炭坑で採掘された石炭の量に、排出係数を乗じて算定する。

○　CO_2

2006 年 IPCC ガイドラインでは CO_2 排出量の算定方法が示されていないが、我が国独自の CO_2 排出係数が得られるため、CRF Summary 3 では適用した方法論を CS（国独自）と報告する。

【採掘時】

石炭生産量に CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定する。

【採掘後工程】

石炭生産量に CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定する。

■　排出係数

○　CH_4

【採掘時】

採掘時の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（平均値 1.2［m^3/t］）を、20 °C 1 気圧における CH_4 の密度 0.67［kt/$10^6 m^3$］を用いて換算した値（0.804［kg CH_4/t］）を用いる。

【採掘後工程】

採掘後工程の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（平均値 0.1［m^3/t］）を、20 °C 1 気圧における CH_4 の密度 0.67［kt/$10^6 m^3$］を用いて換算した値（0.067［kg CH_4/t］）を用いる。

○　CO_2

【採掘時】

CO_2 排出係数は、CH_4 排出係数（体積ベース）に北海道開発庁（1965）を用いて把握した「炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比」（0.0088）及び CO_2 の密度（1.84 kg/m^3）を乗じて算定する。

【採掘後工程】

採掘時同様、CH_4 排出係数（体積ベース）に 0.0088 を乗じる。

■　活動量

採掘時、採掘後工程の活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」及び JCOAL 提供データに示された「露天掘生産量」を用いる（表 3-65 参照）。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

採掘時における CH_4 排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-50～+200%）を使用した。採掘時における CO_2 排出係数の不確実性は、CH_4 排出係数の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-53～+201%と設定した。採掘時における CH_4 と CO_2 の活動量は、ともに JCOAL 提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-2～+2%）を使用した。その結果、採掘時における排出量の不確実性は、CH_4 排出量が-50～+200%、CO_2 排出量が-53～+201%と評価された。

採掘後工程における CH_4 排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-33～+300%）を使用した。採掘後工程における CO_2 排出係数の不確実性は、CH_4 排出係数の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中の CO_2 と CH_4 の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-38～+301%と設定した。採掘後工程における CH_4 と CO_2 の活動量は、ともに JCOAL 提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-2～+2%）を使用した。その結果、採掘後工程における排出量の不確実性は、CH_4 排出量が-33～+300%、CO_2 排出量が-38～+301%と評価された。

■　時系列の一貫性

石炭生産量及び露天掘生産量は、1990～2000 年度が「エネルギー生産・需給統計年報」、2001 年度以降は JCOAL の提供データを使用する。これは、2001 年度以降、「エネルギー生産・需給統計年報」における石炭生産量及び露天掘生産量の項目が廃止されたためである。2000 年まで使用していた「エネルギー生産・需給統計年報」の石炭生産量及び露天掘生産量は JCOAL によって経済産業省に提供されていたデータであり、「エネルギー生産・需給統計年報」及び JCOAL のデータともに同じ国内の全石炭生産量をカバーしており、時系列の一貫性は担保される。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.1.2. 固体燃料転換（1.B.1.b）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、木炭及びコークスの製造過程において発生する温室効果ガスの排出を扱う。2006 年 IPCC ガイドラインでは本カテゴリーに含める排出源が示されていないが、共通報告様式（CRF）において木炭及びコークスの製造からの漏出を本カテゴリーに含めても良いとされている。「2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良」（以下、2019 年改良 IPCC ガイドライン）において、木炭及びコークスの製造からの漏出の方法論が与えられたことから、これらの排出量を算定する。

木炭の原料となる木質材料を窯に入れて炭化する際に、木質材料に含まれる炭素が不完全燃焼して CH_4 が排出される。

石炭の乾留によりコークスを製造する際に、H_2、CH_4、CO 等を含むコークス炉ガスが副生する。コークス炉ガスのほとんどは燃料として利用され、この排出量は「1.A 燃料の燃焼」に含まれている。2019 年改良 IPCC ガイドラインでは、異常時や点検時等にコークス炉ガスの一部が焼却（フレアリング）される際の排出量の算定方法が与えられた。

日本鉄鋼連盟へのヒアリングによると、通常の操業においてフレアリングは行われないものの、使用先工程の停止や工事等でまれにフレアリング処理がされるとのことである。その場合もほぼ全ての事業所において、総合エネルギー統計の一次統計である石油等消費動態統計でフレアリング処理分も含めたコークス炉ガスの発生量や消費量を報告しているとのことである。したがって、報告済みの分については「1.A 燃料の燃焼」に含まれている。未報告事業所のフレアリング処理量が日本鉄鋼連盟から提供されたことから、この排出量を算定し、本カテゴリーに報告する。

b） 方法論

■　算定方法

【木炭製造】

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2, page 4.101, Fig. 4.3.1）に従い、Tier 1 法を用いて、木炭生産量にデフォルト排出係数を乗じて木炭製造時の排出量を算定する。

木炭の製造過程で CO_2 も排出されるが、バイオマス由来のためその排出量は総排出量に含めず、NIR に参考値として報告している。

木炭の製造に伴う CH_4 の回収・フレアリングに関する我が国の実態が明らかでないため、CRF Table 1.B.1 の「回収・フレアリング」欄は「NE」と報告する。

【コークス炉ガスのフレアリング】

フレアリング処理量及び国独自の炭素排出係数が得られることから、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2, page 4.114, Fig. 4.3.4）に従い、Tier 2 法を用いてコークス炉ガスのフレアリングによる CO_2 排出量を算定する。

$$E=AD\times EF\times 44/12$$

E　：コークス炉ガスのフレアリング処理に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
AD　：コークス炉ガスのフレアリング処理量のうち石油等消費動態統計への未計上分［TJ］
EF　：コークス炉ガスの炭素排出係数［t-C/TJ］

CRF Table 1.B.1 の「回収・フレアリング」欄は「NE」と報告する。この欄は、コークス炉から漏洩するガスのフレアリングにより、ガスに含まれる CH_4 の削減量を報告する欄と考えられる。コークス炉炉蓋から漏洩する CH_4 排出量を固体燃料転換等（1.A.1.c）で報告してお

り、またコークス炉ガスの CH_4 含有率を設定していないことから、フレアリングによる CH_4 の削減量を算定していない。

■　排出係数

【木炭製造】

2019 年改良 IPCC ガイドラインの木炭製造のデフォルト値を用いる。2019 年改良 IPCC ガイドラインにはバイオ炭（農地に施用される木炭）の製造のデフォルト値も与えられているが、我が国の製造実態を考慮して、バイオ炭についても木炭のデフォルト値を用いる。バイオ炭のデフォルト値は flame curtain biochar kilns により製造された場合を想定しているが、我が国では主に炭窯、機械炉、平炉によりバイオ炭が製造されていることから、木炭のデフォルト値を適用するのが妥当と判断した。

表 3-68　木炭製造の排出係数

項目	単位	CO_2	CH_4	N_2O
木炭製造	g/kg	1,570	40.3	0.08

（出典）2019 年改良 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.103, Table 4.3.3

【コークス炉ガスのフレアリング】

排出係数は「1.A 燃料の燃焼」で用いているコークス炉ガスの炭素排出係数（表 3-11 参照）と同様である。

■　活動量

【木炭製造】

林野庁「特用林産基礎資料」及び林野庁「木炭関係資料」から把握した木炭生産量（白炭、黒炭、竹炭、粉炭、オガ炭）を活動量とする。

表 3-69　木炭生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
木炭生産量	kt	83.2	82.3	67.4	44.9	34.1	30.3	29.6	27.7	25.9	23.7	23.1	21.7	21.3	19.8	17.4

【コークス炉ガスのフレアリング】

石油等消費動態統計未計上分のフレアリング処理量を活動量に用いる。日本鉄鋼連盟は未計上分を 2020 年度のみ、フレアリング処理量を 1990、2000、2010、2020 年度のみ把握しているため、下式により他の年度の活動量を推計する。

$$AD=P\times R\times U\times GCV$$

AD　：コークス炉ガスのフレアリング処理量のうち未計上分［TJ］
P　：コークス炉ガスの発生量［百万 m^3］
R　：フレアリング処理割合
U　：未計上割合
GCV　：コークス炉ガスの高位発熱量［MJ/m^3］

コークス炉ガスの発生量 P は総合エネルギー統計の鉄鋼コークス（#212100）、コークス炉ガス（$0221）に記された値を用いる。1990、2000、2010、2020 年度のフレアリング処理割合 R は日本鉄鋼連盟提供の各年度のフレアリング処理量を同年度の P で除して求める。その他の年度の R は内挿・外挿により推計する。2020 年度の未計上割合 U は日本鉄鋼連盟提供の同年度の未計上分をフレアリング処理量で除して求める。その他の年度の U は 2020 年度値を据え置く。GCV は「1.A 燃料の燃焼」で用いているコークス炉ガスの発熱量と同様である（表 3-19 参照）。

総合エネルギー統計において気体の体積は 2012 年度までノルマル状態（273.15 K, 101.325

kPa)、2013 年度以降 SATP 状態（298.15 K, 100 kPa)、日本鉄鋼連盟提供値がノルマル状態で表記されていることから、必要に応じて 1.0773 を乗じてノルマル状態から SATP 状態に換算する。

表 3-70　コークス炉ガスのフレアリング処理量のうち石油等消費動態統計未計上分

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
コークス炉ガスのフレアリング量のうち未計上分	TJ	11.6	25.5	38.8	38.5	41.2	48.3	52.9	54.3	55.9	61.6	65.3	69.4	74.1	70.6	75.6

■　完全性について

木炭の使用に伴う排出量は、「1.A 燃料の燃焼」で別途報告する。ただし、2006 年 IPCC ガイドラインに従い CO_2 排出量は我が国の総排出量に含めず、CRF に参考値として報告している。

コークス炉ガスのフレアリングからの排出量のうち、石油等消費動態統計計上分は、「1.A 燃料の燃焼」に含まれている。2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されるコークス炉ガスのフレアリング以外のコークス製造の排出源については、活動量（総合エネルギー統計の燃料消費量）又はコークス炉炉蓋の CH_4 排出係数で排出量が考慮されている。

なお、我が国において固体燃料転換にあたる活動として、練炭製造も該当すると考えられる。練炭の製造工程は、石炭に水分を加え圧縮乾燥させるものであり、本工程において化学的な反応は起こっていないと考えられるが、CO_2 及び CH_4、N_2O の発生は否定できない。しかし、排出量の実測値は得られておらず、デフォルト値もないことから、排出量は算定していない。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

【木炭製造】

排出係数については、2019 年改良 IPCC ガイドラインに示された木炭製造に伴うデフォルト排出係数の不確実性（CH_4 は-68%～+121%、N_2O は-75%～+163%）を用いた。また、活動量については、「特用林産基礎資料」の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインにおける石炭採掘（1.B.1.a）の活動量の不確実性（-2%～+2%）で代用した。その結果、木炭の生産に伴う CH_4 排出量の不確実性は-68%～+121%、N_2O 排出量の不確実性は-75%～+163%と評価された。

【コークス炉ガスのフレアリング】

排出係数については、コークス炉ガスの炭素排出係数の元データから得られる 95%信頼区間の上限値、下限値（-0.46%～+0.46%）を用いた。また、活動量については、フレアリング処理量の不確実性に発熱量の不確実性を誤差伝播式により合成して設定した。フレアリング処理量の不確実性については、日本鉄鋼連盟提供値の不確実性が把握できず、2019 年改良 IPCC ガイドラインにも活動量の不確実性が与えられていないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される石油・天然ガスシステムからの漏出の活動量の不確実性（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の-15～+15%）で代用した。発熱量の不確実性はコークス炉ガスの炭素排出係数の元データから得られる 95%信頼区間の上限値、下限値（-1.2%～+1.2%）を用いた。その結果、コークス炉ガスのフレアリングに伴う CO_2 排出量の不確実性は-15%～+15%と評価された。

■　時系列の一貫性

【木炭製造】

木炭生産量の出典は 1990 年度が「木炭関係資料」、1991 年度以降が「特用林産基礎資料」と異なっているが、ともに林野庁の資料であり捕捉範囲も同一としている。また排出係数は 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を全年にわたって使用しており、一貫性は担保されている。

【コークス炉ガスのフレアリング】

活動量については、総合エネルギー統計のコークス炉ガスの発生量を代理変数として用いて時系列の一貫性を確保した。排出係数についてはエネルギー産業（1.A.1）と同様である。3.2.4. c）を参照。

d）　QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）　再計算

コークス炉ガスのフレアリングからの CO_2 排出量を新たに算定した。「特用林産基礎資料」の 2020 年度の木炭生産量が更新されたため、当該年度の CH_4 及び N_2O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f）　今後の改善計画及び課題

2022 年度以降、石油等消費動態統計調査の記入要領において、フレアリング処理量も含めたコークス炉ガスの発生量や消費量を報告するよう明記されることとなった。このため、これまでの未報告事業所も含めフレアリング処理に伴う排出は「1.A 燃料の燃焼」に含まれることとなるため、2022 年度以降本カテゴリーの CO_2 排出量を「IE」として報告する予定である。

3.3.1.3. その他（制御不能な燃焼及び石炭ずりでの燃焼）（1.B.1.c）

本カテゴリーでは、炭鉱における火災により非意図的に燃焼した石炭から発生する CO_2 の排出を扱う。2006 年 IPCC ガイドラインは制御不能な燃焼及び石炭ずり（ぼた）での燃焼を潜在的な排出源と認識しているものの、算定方法を示していない。

1999 年度については、池島炭鉱における火災によって石炭の燃焼が生じたが、石炭の燃焼量が把握できないため「NE」として報告する。1990 年以降のその他の年度については、石炭への引火を伴う火災は発生していないことから、「NO」として報告する。

石炭ずりにおける火災の有無や石炭の燃焼量を公的統計から特定することはできない。

3.3.2. 石油・天然ガス等（1.B.2）

3.3.2.1. 石油（1.B.2.a）

3.3.2.1.a. 試掘（1.B.2.a.i）

本カテゴリーでは、油田の試掘時に漏出する CO_2、CH_4、N_2O の排出を扱う。

我が国における油田及び天然ガス田の試掘時の温室効果ガスの排出は、基本的にはフレア

リングによるもののみである。したがってフレアリングによる排出は、「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング（コンバインド）」において報告する。

なお、CRF における「1.B.2.a.1 石油の試掘」及び「1.B.2.b.1 天然ガスの試掘」の報告欄については、「IE」として報告する。これは、「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング（コンバインド）」において後述のように GPG2000 に示されている排出係数のデフォルト値を用いており、概念上フレアリング以外の漏出に伴う温室効果ガス排出についても「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング（コンバインド）」に含まれることになるためである。

3.3.2.1.b. 生産（1.B.2.a.ii.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、原油の生産時に漏出する CO_2 及び CH_4 の排出及び稼働中の油田の点検時に測定器を井中に下ろす際に漏出する CO_2 及び CH_4 の排出を扱う。なお、原油の生産時の漏出に伴う排出については、海上・陸上油田別に排出量を算定する。また、稼働中の油田の点検時の排出については、活動量となる生産井数について、石油生産井数と天然ガス生産井数が分割できないことから、「1.B.2.b.ii 天然ガスの生産」にまとめて報告することとし、本カテゴリーでは排出量を算定しない。

b） 方法論

■　算定方法

石油の生産に伴う漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.39, Fig. 4.2.2）に従い、Tier 1 法を用いて算定する。

■　排出係数

【生産時】

石油生産時の漏出の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている一般原油の陸上油田及び海上油田からの漏出のデフォルト値を用いる。なお、陸上油田の排出係数についてはデフォルト値の中間値を用いる。

表 3-71　石油生産時の漏出の排出係数

		単位	CH_4	CO_2	N_2O 3)
一般原油（Conventional Oil）	海上油田からの漏出	$kt/10^3m^3$	5.9×10^{-7}	4.3×10^{-8}	NA
	陸上油田からの漏出	$kt/10^3m^3$	1.8×10^{-3} 1)	1.3×10^{-4} 2)	NA

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.50, Table 4.2.4

（注）

1) デフォルト値は 1.5×10^{-6} ～ 3.6×10^{-3}

2) デフォルト値は 1.1×10^{-7} ～ 2.6×10^{-4}

3) デフォルト値が「NA」のため算定対象外とする。

【点検時】

点検時の排出量は、「1.B.2.b.ii 天然ガスの生産」にて一括計上しており、排出係数についても同カテゴリーを参照のこと。

■　活動量

【生産時】

活動量には、海上・陸上油田別の原油生産量（コンデンセート [17]を含まない）を用いる。

[17] ガス井よりガスの生産に伴って産出される軽質の液状炭化水素

このうち海上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）については、コンデンセート生産量に国内における天然ガス総生産量中の海上油田分の割合を乗じて海上油田におけるコンデンセート生産量を推計し、海上油田における原油生産量からこの推計値を減じて求める。また陸上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）については、国内における原油総生産量（コンデンセートを含まない）から上記海上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）を減じて求める。

天然ガス、原油、コンデンセートの国内における総生産量は、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」を用いて把握する。海上油田からの天然ガス、原油生産量は、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」を用いて把握する。

表 3-72　海上・陸上油田別の原油生産量（コンデンセートを含まない）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
原油生産量（コンデンセートを含まない）	海上	1000 kL	175	391	167	76	78	72	70	82	76	67	70	59	104	89	90
	陸上	1000 kL	245	232	218	295	215	209	195	180	164	152	141	136	142	165	132

【点検時】

点検時の排出量は、「1.B.2.b.ii 天然ガスの生産」にて一括計上しており、活動量についても同カテゴリーを参照のこと。

■　**完全性について**

本カテゴリーの排出量算定においては、コンデンセートを含まない原油生産量を用いているが、コンデンセート生産に伴う温室効果ガス排出量は 1.B.2.b.ii 及び 1.B.2.b.iii の内数となっている（両カテゴリーの排出係数の中で、コンデンセートの生産に伴う排出も考慮されている）。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　**不確実性**

石油生産時の排出係数は、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-100～+100%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の-15～+15%）を使用した。その結果、石油生産時の CO_2、CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101～+101%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

排出係数は、上記方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、生産時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」及び「天然ガス資料年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

「天然ガス資料年報」の 2020 年度の活動量が更新されたため、当該年度の CO_2 及び CH_4 排

出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

油田の点検に伴う排出について、2006 年 IPCC ガイドラインに基づいた算定方法では、天然ガス井の点検に伴う排出量と原油生産量との相関関係が不明であり、算定結果が実態から乖離する懸念があるため、GPG2000 を用いて算定している。今後 2006 年 IPCC ガイドライン及び 2019 年改良 IPCC ガイドラインにおける算定方法設定の根拠について情報収集を行い、新たな情報が得られた場合、再検討する。

3.3.2.1.c. 輸送（1.B.2.a.iii.）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、原油やコンデンセートをパイプライン、ローリー、タンク貨物車等で製油所へ輸送する際に漏出する CO_2、CH_4 の排出を扱う。

b）方法論

■　算定方法

原油、コンデンセートの輸送時の漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.40, Fig. 4.2.3）に従い、Tier 1 法を用い原油の生産量、コンデンセート生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

当該区分では、国内の海上油田で生産された原油を陸地まで海上輸送する際の漏出と、陸上での輸送時の漏出を算定する。

海上輸送分は全量パイプライン輸送であり他の手段による輸送に伴う漏出はないものと考えられる。また、陸上輸送分はパイプライン、タンクローリー、タンク貨車など幾つかの手段で輸送されているが、これらを統計的に分離することが困難なことから、全量をタンクローリー及び貨車で輸送しているものと仮定して算定する [18]。

■　排出係数

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値を用いる。

表 3-73　原油、コンデンセート輸送時の排出係数

項目	単位	CH_4	CO_2	N_2O
原油輸送 （タンクローリー、タンク貨車）	$kt/10^3m^3$	2.5×10^{-5}	2.3×10^{-6}	NA
コンデンセート輸送	$kt/10^3m^3$	1.1×10^{-4}	7.2×10^{-6}	ND

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.50 及び 4.53, Table 4.2.4
（注）デフォルト値が「NA」又は「ND」のため N_2O は算定対象外とする。

■　活動量

輸送時の漏出の活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量及びコンデンセート生産量を用いる。

[18] タンクローリー及びタンク貨車のデフォルト値はパイプラインのデフォルト値より高く設定されているため、この仮定は過小推計には当たらない。

表 3-74　我が国の原油生産量及びコンデンセート生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
原油生産量（コンデンセートを含まない）	1000 kL	420	623	386	370	293	281	265	262	240	219	210	195	247	254	222
コンデンセート生産量		234	243	375	541	560	478	403	365	339	331	336	301	278	259	252
原油生産量（合計）		655	866	761	911	853	759	668	626	578	549	546	496	524	513	473

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

原油及びコンデンセートの輸送に伴う CO_2、CH_4 の漏出の排出係数については、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-100～+100%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）：-15～+15%）を使用した。その結果、原油及びコンデンセートの輸送に伴う CO_2、CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101～+101%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、輸送時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.d. 精製・貯蔵（1.B.2.a.iv.）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、石油精製所で原油を精製及び貯蔵する際に漏出する CH_4 の排出を扱う。

なお、CO_2 の排出については「NE」と報告している。我が国では原油及び NGL（Natural Gas Liquids：天然ガス液）の精製及び貯蔵は行われており、原油中に CO_2 が溶存している場合には当該活動により CO_2 が排出されることが考えられる。当該活動による CO_2 の排出はごく微量と考えられるが、原油中の CO_2 含有量の測定例は存在せず、排出係数のデフォルト値もないことから、算定していない。

b）方法論

■　算定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインでは精製と貯蔵のデフォルト排出係数が別々に示されていたが、2006 年 IPCC ガイドラインでは精製のデフォルト排出係数のみ示されている。貯蔵に

ついては国独自の排出係数を用いることができるため、精製に加え貯蔵の排出量を算定する。

【原油の精製】

精製時の漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.40, Fig. 4.2.3）に従い、Tier 1 法を用いて排出量を算定する。

【原油の貯蔵】

貯蔵時の漏出については、日本独自の排出係数を用いて排出量を算定する。2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.40, Fig. 4.2.3）を準用すると、Tier 2 に相当する。

■　排出係数

【原油の精製】

日本における原油の精製時の CH_4 漏出は通常運転時には起こりえないため、原油精製に伴う CH_4 排出量は非常に少量であると考えられる。このことから、精製時の漏出の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値の下限値を用いる。

表 3-75　原油精製時の CH_4 排出係数

排出係数［kt-CH_4/10^3m^3］	
原油精製	2.6×10^{-6}

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.53, Table 4.2.4
（注）デフォルト値は、2.6×10^{-6}～41.0×10^{-6}

【原油の貯蔵】

原油の貯蔵施設としては、固定屋根タンクと浮屋根タンクの 2 種類がある。日本においては全ての原油貯蔵施設で浮屋根原油タンクを用いていることから、CH_4 の漏出量は非常に少ないと考えられる。CH_4 の漏出が起こるとすれば、貯蔵油を払い出す際の浮き屋根下降に伴い、原油で濡れた壁面が露出し付着した油が蒸発し、わずかな CH_4 の漏出が起こると考えられる。

石油連盟では浮屋根貯蔵タンクの模型を作成して壁面からの CH_4 蒸発に関する実験を行い、その結果に基づき、CH_4 排出量を推計した。

原油の貯蔵に係る排出係数は、石油連盟の推計結果（0.007 千トン CH_4/年（1998 年度））を原油の石油精製業への投入量（「総合エネルギー統計」より）で除した値とする。

表 3-76　原油貯蔵時の排出係数の算出仮定

CH_4 排出量［kt-CH_4/year］	原油の石油精製業への投入量［10^3kL］	排出係数［kt-CH_4/10^3kL］
7×10^{-3}	242,861	2.9×10^{-8}

■　活動量

精製時、貯蔵時の活動量については「総合エネルギー統計」に示された、石油精製業で精製された原油及び NGL の体積ベース精製量を用いる。

表 3-77　原油・NGL の国内精製量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
原油・NGL精製量	10^6m^3	204	241	242	241	209	197	200	189	188	191	184	177	174	139	147

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

原油及び NGL の精製に伴う CH_4 の漏出の排出係数は、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-100～+100%）を使

用した。また、活動量については、原油及びNGLについて、それぞれ標準発熱量の不確実性と消費量の把握に使用されている統計の不確実性から、誤差伝播式により-21～+21%と設定した。ただし消費量の把握に使用されている統計（「資源・エネルギー統計年報」、「石油等消費動態統計年報」）の不確実性が把握できないため、それらは2006年IPCCガイドラインのデフォルト値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外））で代用した。その結果、原油及びNGLの精製に伴うCH_4の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -102～+102%と評価された。

原油及びNGLの貯蔵に伴うCH_4の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが、不確実性の設定が困難であるため2006年IPCCガイドラインに示される値（-100～+100%）を採用した。また、活動量については、原油及びNGLについて、それぞれ標準発熱量の不確実性と消費量の把握に使用されている統計の不確実性から、誤差伝播式により-21～21%と設定した。ただし消費量の把握に使用されている統計（「資源・エネルギー統計年報」、「石油等消費動態統計年報」）の不確実性が把握できないため、それらは2006年IPCCガイドラインのデフォルト値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外））で代用した。その結果、原油及びNGLの貯蔵に伴うCH_4の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -102～+102%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

排出係数は、上記した方法を使用して、1990年度から直近年まで一定値を使用している。また、精製時、貯蔵時の活動量は「総合エネルギー統計」をもとに、1990年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QCと検証

■　QA/QC

2006年IPCCガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリQC手続きを実施している。一般的なインベントリQC手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC活動については、第1章に詳述する。

■　**検証**

2022年の審査において原油の精製時の排出係数に2006年IPCCガイドラインのデフォルト排出係数の下限値を用いる根拠を示すよう勧告された。過去の経緯も含め、以下に説明する。

1999年提出インベントリでは1996年改訂IPCCガイドラインにおける精製と貯蔵のデフォルト排出係数の中間値（精製：745 kg/PJ、貯蔵：135 kg/PJ）を用いていた。その後、原油貯蔵時の国独自の排出係数（0.7 kg/PJ）が得られた。これは当時用いていた原油の精製の排出係数（745 kg/PJ）より約千倍大きく、1999年に開催された温室効果ガス排出量算定方法検討会エネルギー・工業プロセス分科会において、精製と貯蔵の間の大きな隔たりを正当化できなかった。そこで2000年提出インベントリより、精製の排出係数についてはデフォルト排出係数の下限値を、貯蔵の排出係数については国独自の値を用いることにした。

2015年提出インベントリでは精製の排出係数が2006年IPCCガイドラインのデフォルト値に置き換えられ、下限値を用いるという考え方を踏襲した。2006年IPCCガイドラインでは貯蔵のデフォルト排出係数が示されていないが、貯蔵の国独自の排出係数を引き続き用いている。2006年IPCCガイドラインの精製のデフォルト排出係数において貯蔵が考慮されているかは定かではない。

2022年に実施した石油連盟へのヒアリング調査によると、国内製油所では発生したCH_4をガス回収装置で回収・利用しており、排出は限定的との意見を得た。回収されたCH_4の利用

に伴う CO_2 排出量は燃料の燃焼（1.A.）で製油所ガスとして算定されている。これは 2006 年 IPCC ガイドラインの精製のデフォルト排出係数の下限値を用いる追加的な根拠である。

なお、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数は設定根拠が不明瞭なため、適用を見送った。

表 3-78　原油の精製・貯蔵時の排出係数の比較

項目	精製の排出係数	貯蔵の排出係数	備考
算定に用いている値	2.6 [kg/10^3 m^3]	0.029 [kg/10^3 m^3]	精製：2006 年 IPCC ガイドラインの下限値 貯蔵：国独自
1996 年改訂 IPCC ガイドライン	90 – 1400 [kg/PJ] (3 – 51 [kg/10^3 m^3]) 1)	20 – 250 [kg/PJ] (0.7 – 9.2 [kg/10^3 m^3]) 1)	米国環境保護庁調べ
2006 年 IPCC ガイドライン	2.6 – 41.0 [kg/10^3 m^3]	なし	
2019 年改良 IPCC ガイドライン	30 [kg/10^3 m^3]	なし	

（注）

1) 1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおけるアメリカの低位発熱量（Vol.3, Table 1-2 より 42.71 [TJ/kt]）及び原油の密度（Vol.2, page 1.72 より 860 [kg/m^3]）による換算値。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.e. 石油製品の供給（1.B.2.a.v.）

石油製品中に CO_2 及び CH_4 が溶存している場合には当該活動により CO_2 及び CH_4 が排出されることが考えられる。当該活動による CO_2、CH_4 の排出は、石油製品の組成を考慮するとほぼ無いと考えられるが、石油製品中の CO_2 及び CH_4 の溶存量の測定例は存在しないため現状は排出量の算定はできない。また、排出係数のデフォルト値もないことから「NE」として報告する。

3.3.2.1.f. その他（廃油井）（1.B.2.a.vi.）

本カテゴリーでは、2006 年 IPCC ガイドラインに記載のなかった廃油井からの温室効果ガス排出量の算定方法が 2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて示されたことから、その排出について報告する。

鉱山保安法施行規則に基づき、鉱業権者が講ずべき措置事例として「坑井の密閉方法」、「セメントプラグの設置方法」、「泥水等の充てん」、「措置後の試験及び密閉状態の確認」、「坑口付近の原状回復の方法」が記載されており（経済産業省、2012）、休廃止鉱山からガスが漏洩しない体制が整えられている。また、同施行規則により、ガス突出又は有害ガスの湧出が生じた場合、災害の発生後速やかに災害の状況について経済産業大臣に報告する義務が課されており、同活動における漏洩が生じた場合は即時に把握可能な管理体制が構築されている。

また、天然ガス鉱業会によれば、国内に存在する休廃止石油 [19]鉱山は鉱山保安法に従いガスの突出の防止を実施しており、坑井からの漏出は生じていないとのことであった。なお、各事業者は、鉱業権の放棄後も定期的な見回り（年１回程度）を実施しているとのことであ

[19] 鉱山保安法施行規則において、石油は可燃性天然ガス（石炭又は亜炭の掘採を目的とする鉱山において、石炭又は亜炭の掘採に関連して採集されるものを除く。）を含む。

った。

以上における休廃止鉱山における措置体制から、我が国において廃油井からの排出はないと判断されることから、本カテゴリーについては、「活動自体は存在するが、特定のガスの排出又は吸収が起こらない」ことを意味する「NA」として報告する。

3.3.2.2. 天然ガス（1.B.2.b）

我が国における天然ガスの供給網とその各プロセスから漏出する温室効果ガスのインベントリでの計上区分を図 3-7 に示す。

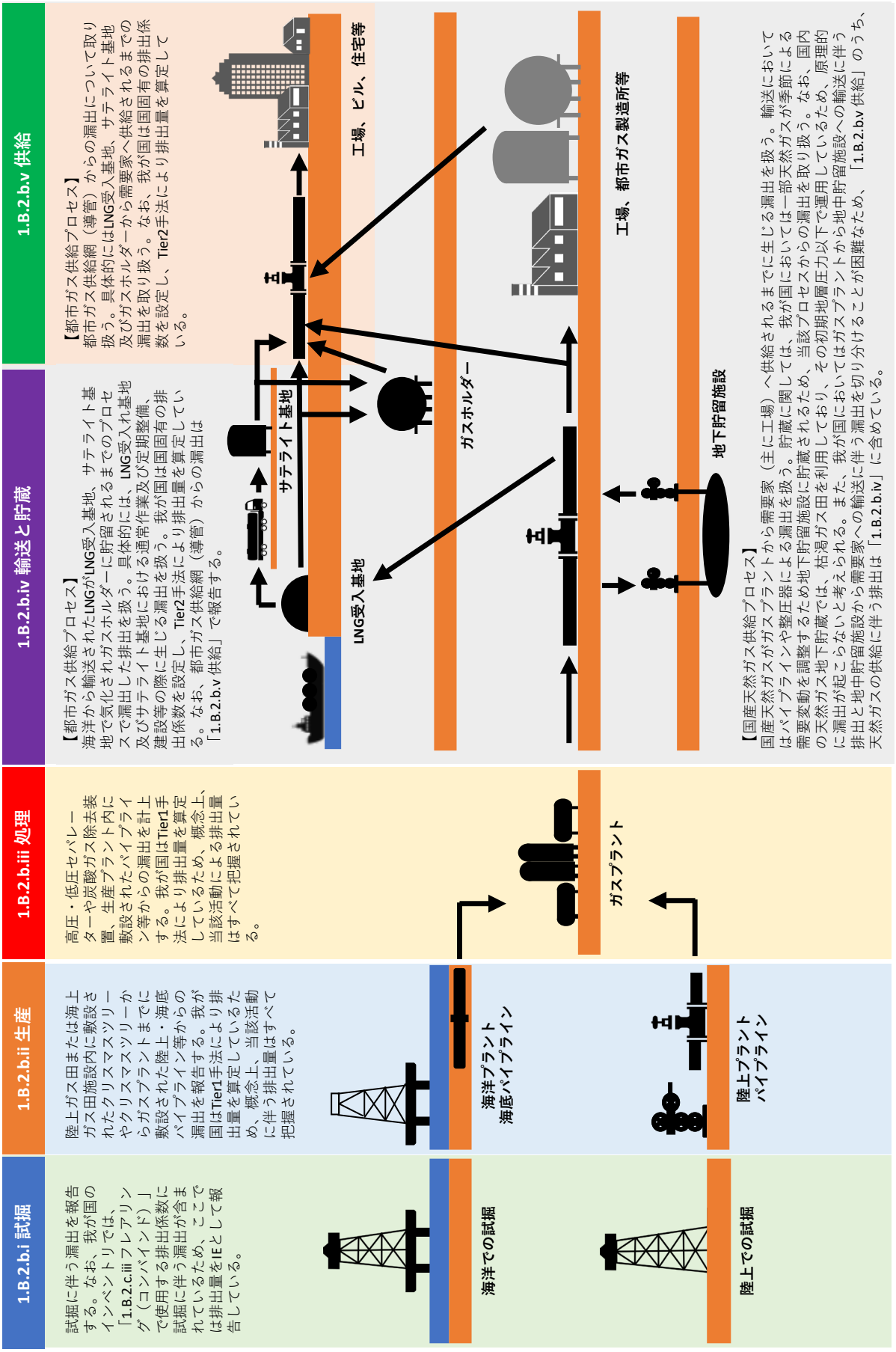


図 3-7　天然ガスの供給網とインベントリ計上区分

3.3.2.2.a. 試掘（1.B.2.b.i）

本カテゴリーでは、天然ガス田の試掘時に漏出する CO_2、CH_4、N_2O の排出を扱う。

「1.B.2.a.i 石油の試掘」と同様に、試掘時の漏出は基本的にフレアリングのみであるが、また統計上活動量を石油生産用と天然ガス生産用と区別することが困難であることから、「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング（コンバインド）」にまとめて報告する。なお、「1.B.2.a.i 石油の試掘」と同様に、概念上フレアリング以外の漏出に伴う温室効果ガス排出についても「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング（コンバインド）」に含まれることになるため、ここでは各ガスの排出量を「IE」として報告する。

3.3.2.2.b. 生産（1.B.2.b.ii.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガスの生産時に漏出する CO_2、CH_4、及び生産井の点検時に測定器を井中に降ろす際に漏出する CO_2、CH_4 の排出を扱う。なお、天然ガスの生産時の漏出に伴う排出については、海上・陸上油田別に排出量を算定する。

b） 方法論

■　算定方法

天然ガス生産に伴う漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1）に従い、Tier 1 法を用いて算定する。

生産井の点検に伴う漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインでは原油生産量に排出係数を乗じて排出量を算定することになっているが、日本の場合原油生産量と天然ガス井の点検に伴う排出量との相関関係が不明であることから、より日本の実態に近いと考えられる GPG2000 の Tier 1 法（生産井数に排出係数を乗じる算定方法）を使用する。

■　排出係数

【生産時】

天然ガス生産時の漏出の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値を用いる。

表 3-79　天然ガス生産時の漏出の排出係数

		単位	CH_4	CO_2	N_2O
天然ガス生産	海上ガス田からの漏出	$kt/10^6m^3$	3.8×10^{-4}	1.4×10^{-5}	NA
	陸上ガス田からの漏出	$kt/10^6m^3$	2.3×10^{-3}	8.2×10^{-5}	NA

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.48, Table 4.2.4
（注）デフォルト値が「NA」のため N_2O は算定対象外とする。

【点検時】

天然ガス生産井の点検時の漏出の排出係数については、GPG2000 に示されているデフォルト値を用いる。

表 3-80　天然ガス生産井の点検時の排出係数

	単位	CH_4	CO_2	N_2O
生産井（Servicing）	kt/本	6.4×10^{-5}	4.8×10^{-7}	0

（出典）GPG2000, Table 2.16
（注）デフォルト値が「0」のため N_2O は算定対象外とする。

■　活動量

【生産時】

海上ガス田からの天然ガス生産量については、「天然ガス資料年報」に示された海域からの天然ガス生産量を用いる。

陸上ガス田からの天然ガス生産量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における天然ガス総生産量から、上記海上ガス田からの天然ガス生産量を減じて算定する。

【点検時】

油田とガス田を時系列に沿って統計的に区別することはできないため、油田とガス田を併せた生産井数を用いることとし、生産井の点検時の漏出の活動量については、「天然ガス資料年報」に示された生産井数を用いる。なお、最新年度については前年度値を代用する。

表 3-81　天然ガス生産量、天然ガス及び原油生産井数

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
天然ガス生産量	海上	10^6m^3	342	374	350	361	188	196	196	197	190	176	148	113	120	87	87
	陸上		1,724	1,863	2,149	2,779	3,155	2,981	2,744	2,549	2,525	2,621	2,777	2,544	2,347	2,202	2,175
	合計		2,066	2,237	2,499	3,140	3,343	3,177	2,940	2,746	2,715	2,797	2,926	2,657	2,467	2,290	2,262
天然ガス及び原油生産井数		本	1,230	1,205	1,137	1,115	1,046	1,038	1,059	1,046	1,034	1,019	1,001	1,042	1,045	1,047	1,047

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

天然ガス生産時の CO_2、CH_4 の漏出の排出係数については、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-100～+100%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の-15～+15%）を使用した。その結果、天然ガス生産時の CO_2、CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101～+101%と評価された。

また、生産井の点検に伴う CO_2、CH_4 の漏出の排出係数については、すべて GPG2000 のデフォルト値を使用していることから、同ガイダンスに示される値（-25～+25%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（生産施設数の係数に伴う不確実性の-25～+25%）を使用した。その結果、生産井の点検に伴う CO_2、CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -35～+35%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、生産時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」及び「天然ガス資料年報」をもとに、点検時の活動量は「天然ガス資料年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e） 再計算

「天然ガス資料年報」の 2020 年度の活動量が更新されたため、当該年度の CO_2 及び CH_4 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて本カテゴリーの算定方法が改良されたことから、我が国の実態を踏まえて適用の必要性を検討する。

3.3.2.2.c. 処理（1.B.2.b.iii.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガスの成分調整等の処理時に漏出する CO_2、CH_4 の排出を扱う。

b） 方法論

■ 算定方法

天然ガス処理に伴う漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1）に従い、Tier 1 法を用いて算定する。

■ 排出係数

天然ガス処理時の漏出の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値の上限値と下限値の中間値を排出係数とする。

表 3-82　天然ガス処理時の漏出の排出係数

		単位	CH_4	CO_2	N_2O 3)
天然ガス処理	処理時全般（一般処理プラント） Gas Processing (Sweet Gas Plants)	$kt/10^6m^3$	7.55×10^{-4} 1)	2.35×10^{-4} 2)	NA

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.48, Table 4.2.4
（注）
1) CH_4 のデフォルト値は、4.8×10^{-4}～10.3×10^{-4}
2) CO_2 のデフォルト値は、1.5×10^{-4}～3.2×10^{-4}
3) デフォルト値が「NA」のため算定対象外とする。

■ 活動量

処理時の活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における天然ガス生産量を用いる（表 3-81 を参照のこと）。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

天然ガス処理時の CO_2、CH_4 の漏出の排出係数については、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-100～+100%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の-15～+15%）を使用した。その結果、天然ガス処理時の CO_2、CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ-101～+101%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は、デフォルト値を 1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、処理時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動

態統計年報　資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて本カテゴリーの算定方法が改良されたことから、我が国の実態を踏まえて適用の必要性を検討する。

3.3.2.2.d. 輸送・貯蔵（1.B.2.b.iv.）

a） 排出源カテゴリーの説明

天然ガスの輸送においては、パイプラインの移設工事及び設置工事に伴うガスの放散、整圧器の駆動用ガスの放散など、国内において生産される天然ガスの輸送に伴う CH_4 の排出を扱う。

また、天然ガスの貯蔵においては、国内の LNG（液化天然ガス）受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地における通常作業及び定期整備、建設等の際に排出される CH_4 の排出を扱う。

なお、本カテゴリーからの CO_2 排出は、重要でないという意味での「NE」と報告する。都市ガスの 9 割程度を占める LNG 系の都市ガスには CO_2 は存在しない。これは、液化設備内で CO_2 の塊が形成されないよう、液化プロセスの前処理として CO_2 を除去することが求められているためである。一方、我が国の一部の天然ガス層に存在する国産天然ガス中には CO_2 が含まれている。この CO_2 は天然ガスの生産プラントにてほとんど除去しており、これは通気弁（天然ガス産業）（1.B.2.c.Venting.ii）にて報告している。国産天然ガスは CO_2 を除去した後に、天然ガス輸送パイプラインに送られているため、天然ガス輸送パイプラインからは CO_2 はほとんど排出されず、また都市ガス事業者等へ供給されている天然ガス中の CO_2 はほとんどないと考えられる。都市ガス大手 4 社（東京ガス、大阪ガス、東邦ガス及び西部ガス）は成分分析により 2022 年現在都市ガスに CO_2 を含まないと示した。国産天然ガス中の CO_2 を試算したところ、年間の排出量は平成 24 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000 t-CO_2 を上回らなかったことから、当該排出源からの CO_2 排出は重要でないという意味での「NE」とする。重要でないという意味での「NE」については、別添 5 も参照のこと。

b） 方法論

■　算定方法

天然ガスの輸送においては、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1）に従い、Tier 2 法を用いて算定する。天然ガスの販売量に我が国独自の排出係数を乗じて CH_4 排出量を算定する。

天然ガスの貯蔵においては、都市ガスの原料として利用された LNG 及び国産天然ガスの量

に我が国独自の排出係数を乗じて CH_4 排出量を算定する。2006 年 IPCC ガイドラインでは都市ガスが想定されていないため、CRF Summary 3 では適用した方法論を CS（国独自）と報告する。

■　排出係数

【輸送】

パイプラインの移設･設置工事に伴うガスの放散については 2004 年度及び 2008 年度以降、整圧器の駆動用ガスの放散については 2004 年度及び 2011 年度以降において、天然ガス鉱業会が会員企業の施設からの CH_4 排出量を調査しており、我が国独自の排出係数の設定に当たってはこの調査結果を利用する。

パイプラインの移設・設置工事、整圧器の駆動用ガスの放散それぞれの排出係数を表 3-83 のように推計し、その合計値を天然ガスの輸送に伴う排出の排出係数とする。なお、排出係数の設定に用いる国産天然ガス販売量は、天然ガス鉱業会会員企業のデータ（天然ガス鉱業会提供）とする。

表 3-83　天然ガスの輸送における排出係数の推計方法

<table>
<tr><th>年度</th><th>パイプラインの移設・設置工事</th><th>整圧器の駆動用ガスの放散</th></tr>
<tr><td>1990～2003</td><td colspan="2">2004 年度と同じ値を一律に適用。</td></tr>
<tr><td>2004</td><td colspan="2">2004 年度の CH_4 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。</td></tr>
<tr><td>2005～2007</td><td>2008 年度の排出係数（2004 年度と同様の方法で算定）を算定したうえで、2004 年度と 2008 年度の排出係数から内挿して推計。</td><td rowspan="2">2011 年度の排出係数（2004 年度と同様の方法で算定）を算定したうえで、2004 年度と 2011 年度の排出係数から内挿して推計。</td></tr>
<tr><td>2008～2010</td><td>各年度の CH_4 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。</td></tr>
<tr><td>2011～</td><td colspan="2">各年度の CH_4 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。</td></tr>
</table>

上記推計の結果、各年度の排出係数は表 3-84 のとおりとなる。

表 3-84 天然ガスの輸送における排出係数の推計結果

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
パイプラインの移設・設置工事	$t\text{-}CH_4/10^6m^3$	0.220	0.220	0.220	0.190	0.071	0.073	0.062	0.070	0.115	0.217	0.077	0.129	0.119	0.029	0.073
整圧器の駆動用ガス	$t\text{-}CH_4/10^6m^3$	0.087	0.087	0.087	0.077	0.028	0.013	0.009	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003
合計	$t\text{-}CH_4/10^6m^3$	0.306	0.306	0.306	0.267	0.099	0.087	0.071	0.075	0.116	0.218	0.078	0.131	0.122	0.032	0.075

【貯蔵】

国内の主要な LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地において実測された通常作業及び定期整備、建設等の際に排出される CH_4 の排出量を、投入された原料（LNG、国産天然ガス）の発熱量で除した値を排出係数として用いる。1998 年度の実績から算定された排出係数は 905.41［kg-CH_4/PJ］に対し、2007 年度の実績から算定された排出係数は 264.07［kg-CH_4/PJ］であった。排出係数が変化した主な要因は、LNG 受入・都市ガス生産基地において、ガス分析時のサンプリング回収ラインの新設（ガスを大気拡散から回収するラインへの変更）等の削減対策が進んだことにより、CH_4 排出量が低減されたためである。CH_4 排出量の削減対策は徐々にすすめられたものであるため、1999 年度から 2006 年度の期間の排出係数については、線形に内挿することで設定する。また、現在は既に CH_4 排出の削減対策が概ね実施済みであり、当面排出係数の大きな変化は無いと考えられるため、2008 年度以降は 2007 年度値の排出係数を一定で用いる。

■　活動量

【輸送】

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された国産天然ガスの販売量を活動量に用いる。

表 3-85　天然ガスの販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
天然ガス販売量	10^6m^3	2,067	2,339	2,617	3,329	4,020	3,928	3,790	3,792	3,709	3,806	4,000	3,980	3,903	3,768	3,902

【貯蔵】

「総合エネルギー統計」に示された都市ガスの原料として用いられたLNG及び国産天然ガスの量を用いる。

表 3-86　都市ガスの原料として用いられた液化天然ガス及び天然ガスの消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
都市ガス製造における LNG消費量	PJ	464	676	864	1,230	1,531	1,592	1,555	1,567	1,567	1,641	1,665	1,635	1,584	1,532	1,593
都市ガス製造における 天然ガス消費量	PJ	40	48	61	86	115	112	107	106	103	101	96	85	75	71	68

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

天然ガスの輸送に伴う CH_4 の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが、不確実性の設定が困難であるため2006年IPCCガイドラインに示される値（-100～+100%）を採用した。また、活動量についても、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年IPCCガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量）の-2～+2%）を採用した。その結果、天然ガスの輸送に伴う CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、-100～+100%と評価された。

天然ガスの貯蔵に伴う CH_4 の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが、不確実性の設定が困難であるため2006年IPCCガイドラインに示される値（-20～+500%）を採用した。また、活動量についても、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年IPCCガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の-15～+15%）を採用した。その結果、天然ガスの貯蔵に伴う CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、-25～+500%と評価された。

■　時系列の一貫性

2004年度以降の天然ガスの輸送の排出係数については、排出量測定実施年度についてその捕捉範囲の排出量を相当の天然ガス生産量で除して設定しており、排出量を実測していない年度の排出係数は内挿によって設定している。排出量を実測していない2003年度以前の排出量は2004年度の設定値を全年にわたって使用している。また、活動量に用いた天然ガス販売量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」から引用している。

天然ガスの貯蔵の排出係数は、前述の説明のとおり1998年度と2007年度の調査により設定した排出係数をもとに、1997年度以前の排出係数は1998年度値を、2008年度以降の排出係数は2007年度値を、1999～2006年度の排出係数は1998年度値と2007年度値から内挿してそれぞれ設定している。また、都市ガスの原料として用いられたLNG及び国産天然ガスの活動量は、全年にわたり「総合エネルギー統計」より引用して一貫性を確保している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e） 再計算

天然ガス鉱業会から提供された 2019、2020 年度の CH_4 排出量が更新されたため、当該年度の CH_4 排出量が再計算された。審査の勧告を踏まえ、CO_2 の注釈記号を「NA」から「NE」に変更した。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.e. 供給（1.B.2.b.v）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、都市ガス供給網（導管）からの CH_4 の排出を扱う。

我が国では、液化石油ガス、石炭、コークス、ナフサ、原油、天然ガスなどの原料をガス製造工場で精製混合し、所定の発熱量に調整したガスを、ガス配管により都市部に供給している。このような気体燃料は「都市ガス」と称しており、その 90%以上を LNG 系のガスが占める。都市ガスの概要については 3.2.4. b）方法論の都市ガスの排出係数についての説明（図 3-4、表 3-16 等）を参照されたい。

都市ガス成分には CO_2 がほとんど含まれていないが、全く含まれないとは言い難い（詳細は 3.3.2.2.d.a）を参照。）ため、本カテゴリーからの CO_2 排出は、重要でないという意味での「NE」と報告している。重要でないという意味での「NE」については、別添 5 も参照のこと。

b） 方法論

■ 算定方法

都市ガス供給網、すなわち高圧導管、中低圧導管ホルダー、及び供内管からの CH_4 排出量については、都市ガス販売量に日本独自の排出係数を乗じて CH_4 排出量を算定する。2006 年 IPCC ガイドラインでは都市ガスが想定されていないため、CRF Summary 3 では適用した方法論を CS（国独自）と報告する。

■ 排出係数

国内において生産される都市ガスの供給に関わる排出源としては、(i) 高圧導管、(ii) 中低圧導管、ホルダー、(iii) 供内管がある。排出源毎に、2004 年度の実績から日本ガス協会が算定した旧一般ガス事業者の都市ガス供給網からの CH_4 排出量は表 3-87 のとおりである。この排出量はガス中の CH_4 含有量、対象となる工事区間延長や発生件数等から推計している。2004 年度の CH_4 排出量（292 t-CH_4）を、同年度の旧一般ガス事業者の都市ガス販売量である 30,696 百万 m^3N（「ガス事業生産動態統計」より算出。）で除した 9.5×10^{-6} kt-CH_4/10^6 m^3N を販売量当たりの排出係数として設定する。

表 3-87　都市ガス導管からの CH_4 排出量（2004 年度実績）

排出源		CH_4 排出量［t/年］
高圧導管	導管新設工事、導管移設工事	180
中低圧導管ホルダー	新設・撤去等工事、漏洩、ガバナー等点検、ホルダー建設及び開放検査	93
供内管	供給管取り出し工事、工事後パージ、撤去工事、メーター取替え、漏洩等、開栓・定期保安巡回、機器修理（主に需要家（家庭）における工事時に排出）	19

■　活動量

「ガス事業生産動態統計」の都市ガス販売量（熱量換算）を、「総合エネルギー統計」の発熱量で除して体積換算した値を使用する。都市ガス販売量は工業用、商業用、家庭用、その他用に分類されており、それらすべてを活動量に含めていることから、都市ガスの産業部門への供給に伴う排出量は算定に含まれている。

表 3-88　都市ガス販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
都市ガス販売量	PJ	643	877	1,064	1,419	1,644	1,688	1,667	1,681	1,671	1,738	1,776	1,740	1,692	1,654	1,723
体積当たり発熱量	MJ/m^3	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	40.8	40.8	40.7	40.7	40.8	40.0	40.0	39.9	40.0
都市ガス販売量（体積換算）	10^6m^3	15,367	20,952	25,899	31,684	36,705	37,686	40,894	41,226	41,073	42,721	43,543	43,522	42,342	41,437	43,009

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

都市ガスの供給に伴う CH_4 の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが不確実性の設定が困難であるため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（-20～+500%）を採用した。また、活動量についても、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量）の -2～+2%）を採用した。その結果、都市ガスの供給に伴う CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、-20～+500%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、活動量は「ガス事業生産動態統計」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

■　QA/QC

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

■　検証

2022 年の審査において、天然ガス供給にかかる国の状況を説明し、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数（1.1×10^{-3} kt-CH_4/10^6 m^3）を大きく下回る CH_4 の排出係数を用いている論理的根拠を説明するよう勧告を受けた。

デフォルト値はガス販売量当たりの排出係数であるが、デフォルト値の原典において販売量当たりの排出係数は今のところ見当たらず、国独自の排出係数とデフォルト値の比較は難しい。2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.2, page 4.37）には、原油・天然ガスからの漏出の算定

において Tier 1 は最終手段としてのみ使用すべきという記述がある。国独自の排出係数は上記の通り排出源を特定していることから、デフォルト値よりも日本の状況に合致していると考えられる。

e） 再計算

2013、2020 年度の「ガス事業生産動態統計」の都市ガス販売量が更新されたため、当該年度の CH_4 排出量が再計算された。審査の勧告を踏まえ、CO_2 の注釈記号を「NA」から「NE」に変更した。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.f. その他（消費機器・廃ガス井）（1.B.2.b.vi.）

本カテゴリーでは、消費機器や廃ガス井からの温室効果ガスの漏出を扱う。

消費機器からの排出として、建物内のガス配管の工事等の排出が考えられるが、これらは「天然ガスの供給（都市ガス供給網）」（1.B.2.b.v）における排出量に含まれているため、当該排出源からの排出量は「IE」として報告する。

2019 年改良 IPCC ガイドラインでは、2006 年 IPCC ガイドラインに記載のなかった廃ガス井の算定方法が示された。3.3.2.1.f（1.B.2.a.vi その他）で記述したとおり、廃ガス井についても廃油井と同様に、我が国では鉱山保安法及び鉱山保安法施行規則に基づきガスが漏洩しない体制が整えられている。したがって、廃ガス井からの排出量は「NA」として報告する。

3.3.2.3. 通気弁・フレアリング（1.B.2.c）

本カテゴリーでは、石油産業、天然ガス産業における油田、ガス田の開発、輸送、精製、配送時の CO_2、CH_4 の通気弁からの排出を扱う。

また、上記のプロセスにおける CO_2、CH_4 及び N_2O のフレアリングによる排出を扱う。

3.3.2.3.a. 通気弁（石油産業）（1.B.2.c.Venting.i）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、石油産業における通気弁からの CO_2、CH_4 の排出を扱う。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.39, Fig. 4.2.2）に従い、Tier 1 法を用いて排出量の算定を行う。原油生産量にデフォルトの排出係数を乗じて算定を行う。

■ 排出係数

油田の通気弁の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている一般原油のデフォルト値を用いる。

表 3-89　油田の通気弁の排出係数

		単位	CH_4	CO_2	N_2O
原油生産/一般原油 （Oil production/ Conventional oil）	通気弁 （Venting）	kt/1000 m^3	7.2×10^{-4}	9.5×10^{-5}	NA

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.50, Table 4.2.4
（注）デフォルト値が「NA」のため、N_2O は算定対象外とする。

■　活動量

通気弁からの漏出の活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量を用いる。なお、コンデンセート生産量は対象外とする（表 3-74 参照）。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

石油産業における通気弁からの CO_2、CH_4 の漏出の排出係数は、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-50～+50%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）: -15～+15%）を使用した。その結果、石油産業における通気弁からの CO_2、CH_4 の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -52～+52%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、前述の方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、通気弁からの漏出の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて本カテゴリーの算定方法が改良されたことから、我が国の実態を踏まえて適用の必要性を検討する。

3.3.2.3.b. 通気弁（天然ガス産業）（1.B.2.c.Venting.ii）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガス生産施設において生産された天然ガス中の CO_2 含有量が需要家の設定する天然ガス中の非燃焼性ガス含有量の基準を満たさない場合に CO_2 が分離除去されて大気放出されることに伴う CO_2 排出を取り扱う。

なお、本カテゴリーの他の排出源として、2006 年 IPCC ガイドラインに排出係数が設定されている天然ガスの輸送時の意図的な CO_2・CH_4 排出が考えられる。天然ガスパイプライン

からの意図的な CO_2 排出については、我が国では天然ガスの輸送による CO_2 排出量（1.B.2.b.iv）を「NE」と整理していることから、排出量は報告しない。また、CH_4 排出については、天然ガス輸送時の排出（1.B.2.b.iv）に含まれているため「IE」と報告する。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1）に従い、実測値が得られる年度は Tier 3 法、その他の年度は Tier 2 法を用いる。

1990 年度、1995 年度以降については、石油鉱業連盟提供の当該排出源からの CO_2 排出量データ（実測値）を本カテゴリーの排出量として報告する。

1991～1994 年度については、日本におけるガス田のうち、天然ガス中の CO_2 の分離除去が実施されているガス田（南長岡ガス田、片貝ガス田）からの天然ガス生産量を活動量とし、排出係数を乗じて排出量を算定する。なお、排出係数については、石油鉱業連盟提供の 1990 年度、1995 年度の排出量を同年度の活動量で除して見かけの排出係数を算定したうえで、両年度の排出係数から内挿によって推計する。

■ 排出係数

1990 年度、1995 年度以降については、石油鉱業連盟提供の排出量データを活動量で除して推計する。1991～1994 年度については、1990 年度、1995 年度の排出係数から内挿により推計する（ただし、排出量の算定には 1991～1994 年度の排出係数のみ用いる）。

表 3-90　通気弁（天然ガス産業）の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
排出係数	$kg\text{-}CO_2/m^3$	0.133	0.117	0.126	0.114	0.120	0.122	0.122	0.124	0.128	0.129	0.127	0.129	0.128	0.122	0.100

■ 活動量

「天然ガス資料年報」の南長岡ガス田、片貝ガス田からの天然ガス生産量の合計を用いる（ただし、排出量の算定には 1991～1994 年度の活動量のみ用いる）。

表 3-91　南長岡ガス田、片貝ガス田からの天然ガス生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
南長岡ガス田、片貝ガス田からの天然ガス生産量	$10^6\ m^3$	432	657	789	1,229	1,660	1,731	1,664	1,542	1,598	1,761	1,944	1,755	1,593	1,474	1,474

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

天然ガス産業における通気弁からの排出については、1990 年度、1995 年度以降は石油鉱業連盟提供の排出量の実測データを用いて報告しているが、当該データの不確実性を把握することが困難であるため、2006 年 IPCC ガイドラインに示された、流量の計測に伴う不確実性の標準値（-15～+15%）を採用した。

■ 時系列の一貫性

本カテゴリーの排出量は、1990 年度、1995 年度以降は一貫して石油鉱業連盟提供データを使用している。1991～1994 年度については、石油鉱業連盟提供の 1990 年度、1995 年度の排出量データ等を用いて推計している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数

等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.3.c. 通気弁（コンバインド）（1.B.2.c.Venting.iii）

我が国では統計上、石油と天然ガスの 2 区分で整理を行っており、石油産業・天然ガス産業における通気弁からの漏出については、石油産業（1.B.2.c.i）及び天然ガス産業（1.B.2.c.ii）における通気弁からの排出に含まれているため「IE」として報告する。

3.3.2.3.d. フレアリング（石油産業）（1.B.2.c.Flaring.i）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、石油産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の排出を扱う。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.39, Fig. 4.2.2）に従い、Tier 1 を用いて我が国の原油生産量にデフォルトの排出係数を乗じて CO_2、CH_4、N_2O 排出量を算定する。

■ 排出係数

我が国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を採用する。

表 3-92　石油産業のフレアリングの排出係数

	単位	CH_4	CO_2	N_2O
フレアリング（Conventional oil）	$kt/10^3m^3$	2.5×10^{-5}	4.1×10^{-2}	6.4×10^{-7}

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, p 4.50, Table 4.2.4

■ 活動量

石油産業におけるフレアリングの活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された原油の生産量を使用する。なお、コンデンセート生産量は対象外とする（表 3-74 参照）。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

石油産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の漏出の排出係数は、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-50～+50%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）: -15～+15%）を使用した。その結果、石油産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -52～+52%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、石油産業におけるフレアリングの活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて本カテゴリーの算定方法が改良されたことから、我が国の実態を踏まえて適用の必要性を検討する。

3.3.2.3.e. フレアリング（天然ガス産業）（1.B.2.c.Flaring.ii）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガス産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の排出を扱う。

b）方法論

■　算定方法

天然ガス産業におけるフレアリングの排出については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1）に従い、Tier 1 を用いて CO_2、CH_4、N_2O 排出量の算定を行う。排出量は天然ガスの生産量に排出係数を乗じて算定する。ガスの生産時とガスの処理時におけるフレアリングに伴う排出量の合計を天然ガスにおけるフレアリングの排出量とする。

■　排出係数

ガス田のフレアリングの排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている天然ガス産業におけるフレアリングのデフォルト値を用いる。

表 3-93　天然ガス産業におけるフレアリングの排出係数

		単位	CH_4	CO_2	N_2O
天然ガス産業におけるフレアリング（Flaring）	ガスの生産時（Gas Production）	kt/10^6m^3	7.6×10^{-7}	1.2×10^{-3}	2.1×10^{-8}
	ガス処理時/一般処理プラント（Gas Processing/ Sweet Gas Plants）	kt/10^6m^3	1.2×10^{-6}	1.8×10^{-3}	2.5×10^{-8}

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.48, Table 4.2.4

■　活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された天然ガスの国内生産量を用いる（表 3-81 参照）。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

天然ガス産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の漏出の排出係数は、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインに示される値（-25～+25%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）：-15～+15%）を使用した。その結果、天然ガス産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -29～+29%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、天然ガス産業におけるフレアリングの活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて本カテゴリーの算定方法が改良されたことから、我が国の実態を踏まえて適用の必要性を検討する。

3.3.2.3.f. フレアリング（コンバインド）（1.B.2.c.Flaring.iii）

a） 排出源カテゴリーの説明

我が国では統計上、石油と天然ガスの 2 区分で整理を行っており、石油産業・天然ガス産業におけるフレアリングからの漏出のうち、どちらの産業におけるフレアリングであるか区別できる漏出については、「1.B.2.c.Flaring.i フレアリング（石油産業）」又は「1.B.2.c.Flaring.ii フレアリング（天然ガス産業）」にて報告し、本カテゴリーでは石油産業と天然ガス産業の区別ができない、石油及び天然ガスの試掘や生産前テストに伴う漏出による CO_2、CH_4、N_2O の排出を扱う。

b） 方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインには、石油及び天然ガスの試掘や生産前テストに伴う漏出の排出係数のデフォルト値として、原油生産量を活動量とした排出係数が示されている。

しかし、日本の場合、天然ガスの試掘や生産前テストに伴う CO_2、CH_4、N_2O 等の排出量と原油生産量との相関関係や、試掘時やテスト時の生産に伴う温室効果ガス排出量と商業プラントからの生産量との相関関係が不明であり、2006 年 IPCC ガイドラインに示された原油生産量を活動量とした算定方法を適用した場合に算定結果が実態から乖離する懸念がある。し

たがって、本カテゴリーでは、より実態に近いと考えられる GPG2000 の Tier 1 法、すなわち試掘井あるいはテスト井の井数を活動量とし、これにデフォルト値を乗じる算定方法を用いる。

■　排出係数

GPG2000 に示されたデフォルト値を採用する。

表 3-94　試掘井・テスト井の漏出の排出係数

	単位	CH_4	CO_2	N_2O
試掘井 (Drilling)	kt/井数	4.3×10^{-7}	2.8×10^{-8}	0
テスト井 (Testing)	kt/井数	2.7×10^{-4}	5.7×10^{-3}	6.8×10^{-8}

（出典）GPG2000、page 2.86 Table 2.16

■　活動量

試掘井数については、「天然ガス資料年報」に記された値を用いる。

テスト井数について統計的に把握することは困難であり、また、テストを実施しても成功井とならない場合もある。このため、テスト井数については、「天然ガス資料年報」に示された試掘井数と成功井数の中間値を用いる。

なお、最新年度については前年度値を代用する。

表 3-95　試掘、生産前テストを実施した井数の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
試掘井数	本	8	7	7	10	2	4	5	1	2	2	0	0	1	1	1
成功井数		1	3	4	5	0	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0
試油試ガステストを実施した坑井数		5	5	6	8	1	3	4	1	2	1	0	0	1	1	1

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

本カテゴリー（コンバインド）におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の漏出の排出係数は、すべて GPG2000 のデフォルト値を使用していることから、同ガイダンスに示される値（-25～+25%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（生産施設数の係数に伴う不確実性の-25～+25%）を使用した。その結果、石油産業におけるフレアリングからの CO_2、CH_4、N_2O の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -35～+35%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、活動量は「天然ガス資料年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて本カテゴリーの算定方法が改良されたことから、我が国の実態を踏まえて適用の必要性を検討する。

3.3.2.4. その他（地熱発電における蒸気の生産に伴う漏出）（1.B.2.d）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、地熱発電所の蒸気生産井で生産される蒸気中の CO_2 及び CH_4 が冷却塔から大気放出されることに伴う排出を扱う。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインには、本カテゴリーの排出量算定方法に関する記述がないことから、各地熱発電所の蒸気の重量ベース生産量に蒸気中の CO_2 及び CH_4 の質量濃度を乗じて排出量を算定することとする。なお、生産井で生産される蒸気中の CO_2 及び CH_4 については、冷却塔から排出される前に、蒸気が復水器を通過する段階で水に溶解している可能性があるが、当該溶解量を把握することが困難であることから、生産される蒸気中の CO_2 及び CH_4 の全量が大気中に放出されるとみなして排出量を算定している。バイナリー発電方式は熱水と低沸点媒体がそれぞれ独立した 2 つの熱循環サイクルを用いて発電することから、蒸気中の非凝縮性ガスの大気への放出を伴わないため、この方式の地熱発電所は算定対象外とする。

2006 年 IPCC ガイドラインにはない排出源であり、CRF Summary 3 では適用した方法論を CS（国独自）と報告する。

■　排出係数

蒸気中の CO_2 の質量濃度は、日本地熱調査会（2000）に示された各地熱発電所の蒸気中の非凝縮性ガスの体積濃度、及び非凝縮性ガス中の CO_2 の体積濃度等より推計する。

蒸気中の CH_4 の質量濃度は、日本地熱調査会（2000）に示された各地熱発電所の蒸気中の非凝縮性ガスの体積濃度、Geothermal Energy Association (2012)に示された非凝縮性ガス中の CH_4 濃度等より推計する。

■　活動量

各地熱発電所の蒸気生産量は基本的に、日本地熱調査会「わが国の地熱発電の動向」、火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」に示された各地熱発電所の単位時間当たり蒸気生産量に、生産井の稼働時間を乗じて算定する。生産井の稼働時間は発電所の稼働時間と等しいとみなし、「地熱発電の現状と動向」に示された各発電所の年間発電時間を用いる。

全国の地熱発電所の CO_2 と CH_4 の各排出係数と、蒸気生産量の推移を表 3-96 に示す。

表 3-96　地熱発電の排出係数と蒸気生産量の推移

発電所名	排出係数		蒸気生産量 [kt]														
	CO_2 [t-CO_2/kt]	CH_4 [t-CH_4/kt]	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
松川	12.2	0.025	1,884	1,493	1,708	1,115	813	745	872	857	666	412	610	737	604	683	683
大岳	3.1	0.006	1,173	995	995	774	789	770	937	885	867	935	1,013	955	721	468	468
大沼	0.6	0.002	694	682	535	651	600	518	537	521	489	521	510	522	507	506	506
鬼首	2.6	0.008	1,018	1,015	1,035	982	1,185	348	357	381	334	402	NO	NO	NO	NO	NO
八丁原1号	6.5	0.013	2,883	2,366	2,598	2,602	2,287	2,353	2,347	1,887	1,963	2,097	1,729	1,365	2,129	2,417	2,417
八丁原2号	5.8	0.011	2,514	2,686	2,532	2,452	2,291	2,219	2,342	2,264	2,209	1,848	2,107	1,646	1,693	2,532	2,532
葛根田1号	0.3	0.001	3,498	3,126	1,966	2,021	1,535	1,276	1,374	1,400	1,362	1,455	1,371	881	1,228	1,248	1,248
葛根田2号	0.4	0.001	NO	209	1,823	2,004	1,440	1,255	1,269	1,225	1,142	1,058	1,286	1,171	1,212	884	884
杉乃井	8.5	0.019	220	284	203	144	129	170	147	136	140	137	110	115	122	122	122
森	28.1	0.053	1,367	1,990	1,981	1,501	1,068	1,182	1,001	1,105	934	1,015	1,121	1,001	869	711	711
霧島国際ホテル	1.1	0.003	48	97	70	NO	30	58	68	38	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
上の岱	6.5	0.014	NO	1,882	2,070	1,601	482	1,846	1,784	1,717	1,512	1,521	1,449	1,501	1,203	1,443	1,443
山川	5.8	0.012	NO	1,451	1,336	639	1,026	1,026	989	702	744	1,031	1,047	1,034	879	1,191	1,191
澄川	1.4	0.004	NO	3,234	2,846	2,908	2,611	1,853	2,038	2,903	2,903	2,676	2,334	2,082	2,100	2,372	2,372
柳津西山	68.8	0.130	NO	3,912	3,425	3,197	2,229	2,203	1,626	1,998	1,537	1,691	1,064	1,363	904	1,230	1,230
大霧	0.4	0.001	NO	219	2,373	2,306	2,286	1,983	1,969	2,073	1,928	1,910	1,457	1,892	1,943	1,777	1,777
滝上	1.9	0.004	NO	NO	2,111	2,075	2,239	2,251	2,374	2,087	2,422	2,299	2,239	2,059	2,249	2,184	2,184
八丈島	18.1	0.041	NO	NO	187	156	152	142	149	151	147	153	165	76	NO	NO	NO
九重	8.5	0.019	NO	NO	10	136	124	26	120	58	108	108	108	108	108	108	108
わいた	8.5	0.019	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	148	174	181	193	207	195	195
山葵沢	8.5	0.019	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1,978	2,096	2,096

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数については、蒸気中の非凝縮性ガス濃度及び、非凝縮性ガス中の温室効果ガス濃度から算定していることから、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたガス濃度の計測時の不確実性に基づいて-7～+7%と計算した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示される値（流量の計測に伴う不確実性(販売量以外)の-15～+15%）を使用した。その結果、地熱発電の生産井で生産される蒸気中の CO_2 及び CH_4 の排出量の不確実性は-17~+17%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、活動量は「地熱発電の現状と動向」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述する。

e）再計算

「地熱発電の現状と動向」の 2018、2020 年度の活動量が得られたことから、2018～2020 年度の CO_2、CH_4 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

3.4. CO_2 の輸送・貯留（1.C）

CO_2 の輸送・貯留カテゴリーでは、二酸化炭素の回収・貯留（CCS：Carbon Dioxide Capture and Storage）からの CO_2 排出を扱う。なお、CCS とは、気体として大気に放出されるはずの CO_2 を回収し、地中や海底下に隔離する技術あるいは方法を指す。

本カテゴリーは、CO_2 の輸送段階からの排出を扱う「1.C.1 CO_2 の輸送」、CO_2 の圧入及び貯留段階からの排出を扱う「1.C.2 圧入・貯留」及び「1.C.3 その他」の 3 部門から構成されている。日本において過去に CO_2 の地中圧入が行われた事例は表 3-97 の 5 件存在する。なお、CO_2 の輸送及び圧入段階の排出は、CO_2 の輸送・圧入が行われた期間のみ起こる可能性があるが、CO_2 の貯留段階の排出は、CO_2 の圧入開始以降、継続的に起こる可能性がある。表 3-98 に「1.C CO_2 の輸送・貯留」からの排出量を示す。

表 3-97　日本における CO_2 の地中圧入の事例

圧入サイト	CO_2 圧入期間	CO_2 圧入目的
頸城	1991 年 3 月～1993 年 6 月	石油増進回収
申川	1997 年 9 月～1999 年 9 月	石油増進回収
長岡	2003 年 7 月～2005 年 1 月	CO_2 地中貯留実証試験
夕張	2004 年 11 月～2007 年 10 月	炭層メタン増進回収
苫小牧	2016 年 4 月～2019 年 11 月	CO_2 地中貯留実証試験

表 3-98　CO_2 の輸送・貯留（1.C）の温室効果ガス排出量

部門		1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.C.1 CO_2 の輸送	a. パイプライン	NE	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO	NO
	b. 船舶	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	c. その他	NE	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.C.2 圧入・貯留	a. 圧入	NE	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO	NO
	b. 貯留	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.C.3 その他		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

3.4.1. CO_2 の輸送（1.C.1）

3.4.1.1. パイプライン（1.C.1.a）

本カテゴリーでは、CO_2 の地中圧入に伴いパイプラインにより CO_2 が輸送される際の CO_2 の漏えいを取り扱う。

表 3-97 の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、パイプラインによる CO_2 輸送時の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であるとのことであった。特に圧入サイトのうち苫小牧は、構造上パイプライン内のガスが漏えいしないよう設計され、気密試験の実施により気密性が確保されていることが確認されている。また、2006 年 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値（vol. 2, page5.10, Table. 5.2）等を用いて排出量を試算したところ、年間の排出量は平成 24 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000 t-CO_2 を上回らなかった。このため CO_2 圧入が実施された年度は、重要でないという意味での「NE」と報告し（ただし気密性が確保されている苫小牧のみで圧入が実施された年度は「NA」）、その他の年度は「NO」と報告する。重要でないという意味での「NE」については、別添 5 も参照のこと。

3.4.1.2. 船舶（1.C.1.b）

本カテゴリーでは、CO_2 の地中圧入に伴い船舶により CO_2 が輸送される際の CO_2 の漏えいを取り扱う。日本における過去の CO_2 地中圧入事例では、CO_2 の輸送に船舶は使用されていないことから、「NO」と報告する。

3.4.1.3. その他（1.C.1.c）

本カテゴリーの排出源としては、液化炭酸ガスを製造工場から圧入サイトまでタンクローリーで輸送する際の排出や、液化炭酸ガス貯蔵タンクからの排出等が考えられる。当該排出源については、各事例（苫小牧を除く）の実施主体に対するヒアリングによれば、CO_2の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であり、また、各事例における年間のCO_2圧入量は最大でも約6,000 t-CO_2程度であることから、年間のCO_2漏えい量が3,000 tを上回ることは考え難い。このため、苫小牧を除く事例でCO_2圧入が実施された年度は、重要でないという意味での「NE」と報告する。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。苫小牧については該当する活動がないことから、苫小牧のみで圧入が実施された年度は「NO」と報告する。いずれの事例でも圧入が実施されなかった年度は「NO」と報告する。

3.4.2. 圧入・貯留（1.C.2）

3.4.2.1. 圧入（1.C.2.a）

本カテゴリーでは、CO_2の地中圧入に伴い圧入サイトにおけるコンプレッサーや圧入井等から漏えいするCO_2排出を取り扱う。

表 3-97の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO_2の圧入段階の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であるとのことであった。また、Koorneef *et al.* (2008) に示された排出係数等を用いて排出量を試算したところ、年間の排出量は平成 24 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる3,000 t-CO_2を上回らなかった。このためCO_2圧入が実施された年度は、重要でないという意味での「NE」と報告し（ただし気密性が確保されている苫小牧のみで圧入が実施された年度は「NA」）、その他の年度は「NO」と報告する。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。

3.4.2.2. 貯留（1.C.2.b）

本カテゴリーでは、CO_2の地中圧入に伴い、貯留サイトから漏えいするCO_2排出を取り扱う。表 3-97の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO_2の貯留段階の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であるとのことであった。また、IPCC（2005）に示された圧入されたCO_2のうち貯留層に貯留される割合等を用いて排出量を試算したところ、年間の排出量は平成24年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる3000 t-CO_2を上回らなかった。このため、重要でない「NE」として報告する（1990年度以降の全年度について「NE」と報告）。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。

3.4.3. その他（1.C.3）

本カテゴリーでは、CCSからの排出であって「1.C.1 CO_2の輸送」と「1.C.2 圧入及び貯留」に該当しないCO_2排出を取り扱う。我が国には該当する排出源がないため、本カテゴリーを「NO」と報告する。

3.4.4. 情報項目（Information item）

本項では CO_2 の地中貯留のために回収された CO_2 量について説明する。CO_2 の回収から貯留までの過程で CO_2 量が正確に報告されているか確認するため、CRF Table 1.C に Information item という報告欄が設けられている。Information item の Total amount captured for storage に数値を報告することは CO_2 回収量を「1.C CO_2 の輸送・貯留」から控除するという意味ではないことに留意されたい。CO_2 回収量は回収の実施された各カテゴリーにおける CO_2 排出量から控除している。（2006 年 IPCC ガイドライン第 2 巻第 2 章式 2.7 参照）

我が国における過去の CO_2 地中圧入事例では、CO_2 回収量は圧入された CO_2 の量と概ね等しいと考えられることから、各事例の実施主体から提供を受けた CO_2 圧入量と同じ値を、CO_2 の圧入が実施された年度の CO_2 回収量として報告する。なお、回収量は、各事例で圧入に使用された CO_2 の発生源に応じて、「1.A.1.b. 石油精製」もしくは「2.B.1.アンモニア製造」に報告する。

表 3-99　地中貯留のために回収された CO_2 量

圧入サイト	単位	1990	1991	1992	1993	1997	1998	1999	2003	2004	2005	2006	2007	2016	2017	2018	2019	2020	2021	計上カテゴリー
頸城	kt	0.23	3.93	4.46	1.17	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造
申川	kt	NO	NO	NO	NO	2.37	4.87	2.71	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造
長岡	kt	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3.98	6.43	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造
夕張	kt	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.04	0.12	0.36	0.37	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1.A.1.b 石油精製
苫小牧	kt	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	29.22	126.80	79.58	64.51	NO	NO	1.A.1.b 石油精製

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 1996 年改訂 IPCC ガイドライン」(1997)
2. IPCC「国家温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(2000)
3. IPCC「IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage」(2005)
4. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」(2006)
5. IPCC「2006 年国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」(2019)
6. UNFCCC「UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」(決定 24/CP.19　附属書 I) (2013a)
7. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2013 年 7 月)」(FCCC/ARR/2012/JPN) (2013b)
8. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2014 年 3 月)」(FCCC/ARR/2013/JPN) (2014)
9. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2015 年 6 月)」(FCCC/ARR/2014/JPN) (2015)
10. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2019 年 9 月)」(FCCC/ARR/2018/JPN) (2019)
11. 欧州環境機関「EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016」(2016)
12. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書 (1992 年 5 月)」(1992)
13. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 1 部 (平成 12 年 9 月)」(2000a)
14. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 2 部 (平成 12 年 9 月)」(2000b)
15. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 3 部 (平成 12 年 9 月)」(2000c)
16. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 1 部 (平成 14 年 8 月)」(2002a)
17. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 2 部 (平成 14 年 8 月)」(2002b)
18. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 3 部 (平成 14 年 8 月)」(2002c)
19. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 1 部 (平成 18 年 8 月)」(2006a)
20. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 2 部 (平成 18 年 8 月)」(2006b)
21. 環境省「平成 26 年度産業部門のうち非製造業における温室効果ガス排出実態調査」(2015a)
22. 環境省「平成 26 年度産業部門のうち製造業における温室効果ガス排出実態調査」(2015b)
23. 環境省「平成 27 年度産業部門のうち非製造業における温室効果ガス排出実態調査」(2016)
24. 環境省「平成 29 年度バイオマスボイラーからの温室効果ガス排出量の実態把握に関する調査」(2018)
25. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
26. 環境省「PRTR 届出外排出量算定資料」
27. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
28. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
29. 経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」
30. 経済産業省「石油等消費動態統計年報」
31. 経済産業省「鉱工業生産指数」
32. 経済産業省「第三次産業活動指数」
33. 経済産業省「鉱業権者が講ずべき措置事例」(2012)
34. 資源エネルギー庁「ガス事業生産動態統計」
35. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
36. 資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」
37. 資源エネルギー庁「電力調査統計」
38. 資源エネルギー庁「エネルギー白書」(2020)
39. 資源エネルギー庁「エネルギー白書」(2022)
40. 資源エネルギー庁「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数 (2018 年度改訂) の解説」(2020)

41. 国土交通省「航空輸送統計年報」
42. 国土交通省「自動車輸送統計年報」及び「同月報」
43. 国土交通省「道路交通センサス」
44. 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」
45. 国土交通省「空港管理状況調書」
46. 北海道開発庁「北海道鉱工業開発計画調査 ガス化学工業開発調査報告書 昭和 35-39 年度 炭田ガス埋蔵量」（1965）
47. 林野庁「特用林産基礎資料」
48. 林野庁「木炭関係資料」
49. 林野庁「平成 26 年度木材利用推進・省エネ省 CO_2 実証事業」（2015）
50. （一財）自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有車両数」
51. （一社）日本自動車工業会「二輪車市場動向調査」
52. （一社）日本自動車工業会「自動車統計月報」
53. 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996）
54. 天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」
55. 潤滑油協会「平成 24 年度潤滑油環境対策補助事業報告書（平成 25 年 3 月）」（2013）
56. （一社）日本ガス協会ウェブサイト（https://www.gas.or.jp）
57. （一社）日本自動車工業会ウェブサイト（https://www.jama.or.jp/）
58. （一社）全国軽自動車協会連合会ウェブサイト（https://www.zenkeijikyo.or.jp/）
59. 石炭エネルギーセンター「石炭政策史」（2002）
60. 日本地熱調査会「我が国の地熱発電所設備要覧」（2000）
61. 日本地熱調査会「わが国の地熱発電の動向」
62. 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」
63. Geothermal Energy Association, *Geothermal Energy and Greenhouse Gas Emissions*（2012）
64. 日本自動車研究所「平成 19 年度自工会受託研究報告書 軽二輪車の保有台数調査方法の精査」（2008）
65. 日本自動車研究所「平成 18 年度自工会受託研究報告書 二輪車の排出ガス寄与率調査」（2007）
66. Koornneef, J., van Keulen, T., Faaij, A., Turkenburg, W., *Life cycle assessment of a pulverized coal power plant with post-combustion capture, transport and storage of CO_2,* International Journal of Greenhouse Gas Control, Volume 2, Issue 4, 448‑467（2008）
67. 戒能一成「エネルギー源別炭素排出係数の妥当性の評価と分析」平成 17 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会インベントリワーキンググループ提出資料（2005）
68. 戒能一成「総合エネルギー統計の解説　2010 年度改訂版」（2012）
69. 戒能一成「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数の改訂について」RIETI Discussion Paper Series 14-J-047（2014）
70. 後藤雄一、小池章介、鈴木央一「自動車の N_2O の排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究」平成 14 年度環境研究総合推進費終了研究成果報告書、B-51（2003）
71. 松本裕之「釧路コールマインとアジア産炭国における技術および人材交流」資源と素材、Vol.122、542-545（2006）
72. 松本裕之、川嶋祥太、内田景己、市原義久、鈴木良明「炭鉱メタンの回収と濃縮装置の開発による利用技術について」Journal of MMIJ、Vol.134、No.8、99-104（2018）
73. 依田公一、山下哲也、茂木和久「ガソリン車における N_2O 排出挙動解析と計測技術の検討」自動車技術会学術講演会前刷集、No.109-10、3-6（2010）

第 4 章　工業プロセス及び製品の使用分野

4.1. 工業プロセス及び製品の使用分野の概要

工業プロセスにおける化学的、物理的変化により温室効果ガスが大気中に排出される。ここでは表 4-1 に示す工業プロセス及び製品の使用からの排出量を算定した。なお、各排出源の算定方法、排出係数、活動量等は、各分野の専門家により構成される温室効果ガス排出量算定方法検討会のエネルギー・工業プロセス分科会、HFC 等 4 ガス分科会において検討され承認されたものである。(1 章参照)

いくつかの年や排出源の排出量はゼロであるが、排出量は全ての年について推計されており、紙幅が許す限りかつ秘匿性に配慮した範囲で、関連指標は各サブカテゴリーの表中に示されている。また、各サブカテゴリー、各ガスの排出量は各カテゴリーの冒頭の表に記載している。

表 4-1　工業プロセス及び製品の使用分野におけるカテゴリー

排出区分				CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
2.A 鉱物産業	2.A.1	セメント製造		○						
	2.A.2	石灰製造		○						
	2.A.3	ガラス製造		○						
	2.A.4	その他プロセスでの炭酸塩の使用	セラミックス製品	○						
			その他用途でのソーダ灰の使用	○						
			マグネシア製造	IE						
			その他	○						
2.B 化学産業	2.B.1	アンモニア製造		○	NE	NA				
	2.B.2	硝酸製造				○				
	2.B.3	アジピン酸製造		NA		○				
	2.B.4	カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造	カプロラクタム			○				
			グリオキサール			○				
			グリオキシル酸			○				
	2.B.5	カーバイド製造	シリコンカーバイド	○	○					
			カルシウムカーバイド	○	NA					
	2.B.6	二酸化チタン製造		○						
	2.B.7	ソーダ灰製造		IE						
	2.B.8	石油化学及びカーボンブラック製造	メタノール	NO	NO					
			エチレン	○	○					
			1,2-ジクロロエタン、クロロエチレン	○	○					
			酸化エチレン	○	○					
			アクリロニトリル	○	NA					
			カーボンブラック	○	○					
			スチレン		○					
			無水フタル酸	○						
			無水マレイン酸	○						
			水素	○						
	2.B.9	フッ化物製造	副生ガスの排出－HCFC-22の製造				○			
			製造時の漏出				○	○	○	○
2.C 金属産業	2.C.1	鉄鋼製造	鋼	IE	NA					
			鉄鋼製造における電気炉の使用	○	○					
			銑鉄	○	NA					
			鉄鋼製造における石灰石・ドロマイトの使用	○						
			鉄鋼製造における副生ガスのフレアリングからの排出	○						
			直接還元鉄	NO	NO					
			焼結鉱	IE	IE					
			ペレット	IE	IE					
	2.C.2	フェロアロイ製造		IE	○					
	2.C.3	アルミニウム製造	副次的排出	○				○		
			鋳造時のFガスの使用						NO	
	2.C.4	マグネシウム製造					○		○	
	2.C.5	鉛製造		IE						
	2.C.6	亜鉛製造		IE						
	2.C.7	希土類金属製造		NE				NE		
2.D 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	2.D.1	潤滑油の使用		○						
	2.D.2	パラフィンろうの使用		○						
	2.D.3	その他	尿素触媒	○						
			NMVOCの焼却	○						
			道路舗装							
			アスファルト屋根材							
2.E 電子産業	2.E.1	半導体					○	○	○	○
	2.E.2	液晶					○	○	○	○
	2.E.3	太陽電池						IE		
	2.E.4	熱伝導流体						IE		
	2.E.5	微小電気機械システム（MEMS）製造					IE	IE		

表 4-1　工業プロセス及び製品の使用分野におけるカテゴリー（続き）

排出区分						CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
2.F オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用	2.F.1	冷凍冷蔵及び空調	家庭用冷蔵庫		製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				○	NO	NO	NO
			業務用冷凍空調機器	業務用冷凍空調機器	製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				○	NO	NO	NO
				自動販売機	製造				○	NO	NO	NO
					使用				IE	NO	NO	NO
					廃棄				IE	NO	NO	NO
			輸送機器用冷蔵庫		製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				○	NO	NO	NO
			工業用冷蔵庫		製造				IE	NO	NO	NO
					使用				IE	NO	NO	NO
					廃棄				IE	NO	NO	NO
			固定空調機器		製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				○	NO	NO	NO
			輸送機器用空調機器		製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				○	NO	NO	NO
	2.F.2	発泡剤	閉鎖系気泡フォーム	ウレタンフォーム	製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				IE	NO	NO	NO
				押出発泡ポリスチレンフォーム	製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				IE	NO	NO	NO
			開放系気泡フォーム	高発泡ポリエチレンフォーム	製造				○	NO	NO	NO
					使用				NO	NO	NO	NO
					廃棄				NO	NO	NO	NO
	2.F.3	消火			製造				NO	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				NO	NO	NO	NO
	2.F.4	エアゾール	定量噴霧式吸入器		製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				IE	NO	NO	NO
			エアゾール		製造				○	NO	NO	NO
					使用				○	NO	NO	NO
					廃棄				IE	NO	NO	NO
	2.F.5	溶剤			製造				NO	NO	NO	NO
					使用				○	○	NO	NO
					廃棄				IE	IE	NO	NO
	2.F.6	その他利用										
2.G その他製品の製造及び使用	2.G.1	電気設備			製造						○	
					使用						○	
					廃棄						IE	
	2.G.2	その他製品の使用からのSF_6、PFCs	防衛利用		製造					NE	NE	
					使用					NE	○	
					廃棄					NE	NE	
			加速器		製造					NE	NE	
					使用					NO	○	
					廃棄					NE	NE	
			防音窓		製造					NE	NE	
					使用					NE	NE	
					廃棄					NE	NE	
			断熱特性：靴及びタイヤ		製造					NE	NE	
					使用					NO	NO	
					廃棄					NE	NE	
			その他　鉄道用シリコン整流器		製造					NA	NA	
					使用					NA	NA	
					廃棄					○	NA	
	2.G.3	製品の使用からのN_2O	医療利用					○				
			半導体・液晶製造工程における利用					○				
	2.G.4	電子回路基板の防水加工からのPFCs 、HFCs							○	○		
2.H その他	2.H.2	食品・飲料産業				○						
	2.H.3	輸入炭酸ガスからの排出				○						

なお、2021 年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は約 103,258 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 8.8%を占めている。CO_2、CH_4 及び N_2O 排出量を 1990 年度と比較すると 40.8%の減少となっている。HFCs、PFCs 及び SF_6

及び NF_3 の排出量を 1990 年と比較すると 67.2%の増加となっている。

1990 年度からの当該分野の排出量の減少は、特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律の下での規制により HCFC-22 の製造時の副生 HFC-23 が減少したこと（化学産業）、クリンカ生産量の減少に伴うセメント製造時の CO_2 排出量（鉱物産業）が減少したこと、アジピン酸製造における N_2O 分解設備の稼働によるアジピン酸製造時の N_2O 排出量（化学産業）が減少したこと等によるものである。但し、オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用からの HFC 排出量は大きく増えている。

また、2019 年度から 2020 年度にかけての 2.A.4.b その他用途でのソーダ灰の使用、2.B.1 アンモニア製造、2.B.8.f カーボンブラック製造及び 2.C.1.a 鉄鋼製造における電気炉の使用カテゴリーにおける CO_2 排出量の減少と、2.B.2 硝酸製造における N_2O 排出量の減少は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大等に起因する生産量の減少によるものである。

IPPU 分野で用いている方法論の Tier は、表 4-2 に示すとおりである。

表 4-2　IPPU 分野で用いている方法論の Tier

温室効果ガスの種類 カテゴリー	CO_2		CH_4		N_2O			
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数		
2.A. 鉱物産業	CS,T2	CS						
2.B. 化学産業	CS,T1,T2,T3	CS,D	CS,T1	CS	CS,T1,T2,T3	CS,PS		
2.C. 金属産業	CS,T1	CS,D	CS	CS				
2.D. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	D,T1,T2	CS,D	NA	NA	NA	NA		
2.E. 電子産業								
2.F. オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用								
2.G. その他製品の製造及び使用					CS	OTH		
2.H. その他	CS		NA	NA	NA	NA		
温室効果ガスの種類 カテゴリー	HFCs		PFCs		SF_6		NF_3	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
2.A. 鉱物産業								
2.B. 化学産業	T2,T3	CS,OTH	T3	OTH	T3	OTH	T3	OTH
2.C. 金属産業	CS	CS	T2	D,CS	T2	OTH		
2.D. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用								
2.E. 電子産業	T2	D,CS	T2	D,CS	T2	D,CS	T2	D,CS
2.F. オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用	CS	D,CS	CS	CS				
2.G. その他製品の製造及び使用	T1	T1	T1,CS	T1,CS	CS,T1,T2	CS,D		
2.H. その他								

（注）D: IPCC デフォルト値、T1～T3: IPCC Tier 1～3、CS: 国独自、PS：プラント特有、OTH：その他

4.2. 鉱物産業（2.A.）

本カテゴリーでは、鉱物原料（$CaCO_3$、$MgCO_3$、Na_2CO_3）の焼成などにより大気中に放出される CO_2 を扱う。当該カテゴリーは「2.A.1.セメント製造」、「2.A.2.石灰製造」、「2.A.3.ガラス製造」、「2.A.4.その他プロセスでの炭酸塩の使用」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 31,137 kt-CO_2 であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 2.7%を占めている。1990 年度の排出量と比較すると 36.1%の減少となっている。

表 4-3　2.A. 鉱物産業からの CO_2 排出量

ガス				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	2.A.1	セメント製造		kt-CO_2	38,701	42,142	35,086	32,280	24,321	25,625	26,805	26,557	25,936	25,969	26,429	26,183	25,328	24,490	24,396
	2.A.2	石灰製造		kt-CO_2	6,674	5,795	5,900	6,646	6,285	5,679	5,767	5,812	5,477	5,504	5,583	5,615	5,200	4,504	4,971
	2.A.3	ガラス製造		kt-CO_2	313	283	233	244	188	200	212	209	211	206	213	217	198	164	174
	2.A.4	その他プロセスでの炭酸塩の使用	セラミックス製品	kt-CO_2	928	1,065	980	771	880	928	966	955	829	758	748	647	645	698	738
			その他用途でのソーダ灰の使用	kt-CO_2	119	118	102	79	62	51	46	49	47	48	43	47	44	36	37
			その他	kt-CO_2	1,978	1,285	1,187	1,093	940	1,112	1,135	1,096	1,026	935	924	856	817	811	821
	合計			kt-CO_2	48,714	50,689	43,487	41,112	32,676	33,595	34,930	34,678	33,526	33,421	33,940	33,565	32,232	30,703	31,137

4.2.1. セメント製造（2.A.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

セメントの中間製品であり、酸化カルシウム（CaO）を主成分とするクリンカ[1)]の生産の際、炭酸カルシウム（$CaCO_3$）を主成分とする石灰石の焼成により CO_2 が排出される。また、石灰石には $CaCO_3$ のほかに微量ながらも炭酸マグネシウム（$MgCO_3$）が含まれており、$MgCO_3$ の焼成により CO_2 が排出される。

セメント製造プロセスにおける CO_2 発生メカニズム

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$

1) 主原料である石灰石をはじめ、粘土、けい石、鉄原料などを調合し予熱機から巨大な回転窯に投入し、高温焼成した後、空気で急冷するとセメントクリンカと呼ばれる直径 1cm 程度の火山岩のような黒い塊になる。これを粉砕し、せっこう等を加えることでセメントが完成する。（セメント協会ウェブサイトより、一部改変）

b） 方法論

■ 算定方法

当該排出源については、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 手法に従い、クリンカ生産量に国独自の排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定した。

$$E = EF_{cl} \times M_{cl} \times CF_{ckd}$$

E ：セメント製造に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
EF_{cl} ：排出係数［t-CO_2/t-clinker］
M_{cl} ：クリンカ生産量［t］
CF_{ckd} ：セメントキルンダスト補正係数

■ 排出係数

我が国のセメント業界では、他産業から多量の廃棄物・副産物を受け入れ、セメントの原料代替として再資源化しているため、炭酸塩起源以外の CaO、MgO がクリンカ中に含まれている。この CaO、MgO は石灰石の焼成段階を経ておらず、クリンカ生産の段階で CO_2 を排出していないことから、廃棄物等由来の CaO、MgO を控除した炭酸塩起源のクリンカ中 CaO、MgO 含有率を求め、排出係数を設定した。なお、わが国ではセメントキルンダスト（CKD）は製造工程において通常ほぼ全量回収・リサイクルされていることがセメント協会により確認されており、CKD 補正係数については 1.00 を使用した。

セメント製造に伴う CO_2 の排出係数は、以下のように設定した。

$$EF = EF_{CaO} + EF_{MgO}$$

EF_{CaO} : $CaCO_3$ 由来 CO_2 排出係数（下式により設定）
EF_{MgO} : $MgCO_3$ 由来 CO_2 排出係数（下式により設定）

ここで、

$$EF_{CaO} = (CaO_{cl} - CaO_{Cl\text{-}Waste}) \times 0.785$$

$$CaO_{Cl\text{-}Waste} = W_{dry} \times CaO_{waste} / M$$

CaO_{Cl} ：クリンカ中 CaO 含有率
$CaO_{Cl\text{-}waste}$ ：クリンカ中 CaO 含有率（廃棄物等由来）
0.785 ：CaO と CO_2 の分子量比

W_{dry}　：廃棄物等投入量（乾重量）
CaO_{Waste}　：廃棄物等原料中 CaO 含有率
M　：クリンカ生産量

$$EF_{MgO} = (MgO_{Cl} - MgO_{Cl\text{-}Waste}) \times 1.092$$

$$MgO_{Cl\text{-}Waste} = W_{dry} \times MgO_{waste} / M$$

MgO_{Cl}　：クリンカ中 MgO 含有率
$MgO_{Cl\text{-}Waste}$　：クリンカ中 MgO 含有率（廃棄物等由来）
1.092　：MgO と CO_2 の分子量比
W_{dry}　：廃棄物等投入量（乾重量）
MgO_{Waste}　：廃棄物等原料中 MgO 含有率
M　：クリンカ生産量

○　原料工程で投入された廃棄物等乾重量

算定に使用する廃棄物等の種類として、石炭灰（焼却残渣）、下水汚泥焼却灰、一般ごみ焼却灰、ガラスくず・陶磁器くず、コンクリートくず、高炉スラグ（水砕）、高炉スラグ（徐冷）、製鋼スラグ、非鉄鉱さい、鋳物砂、ばいじん・ダスト、石炭灰（流動床灰）、石炭灰（集塵機捕集ダスト）、の 13 種類を選定した（これらの廃棄物による廃棄物等由来 CaO のカバー率は 90%以上、MgO のカバー率は 80%以上）。廃棄物量（排出ベース）及び各廃棄物等における含水率はセメント協会調査より把握した（2000 年度以降のみ）。

○　クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 含有率、MgO 含有率

上記の種類別廃棄物等乾重量に、セメント協会調査による種類別の CaO 含有率、MgO 含有率をそれぞれ乗じてクリンカ中の廃棄物等由来の CaO、MgO の総量をそれぞれ算出し、クリンカ生産量で除してクリンカ中の廃棄物等由来 CaO 含有率、MgO 含有率を設定した。

○　廃棄物等由来の CaO、MgO を除いたクリンカ中の CaO 含有率、MgO 含有率

セメント協会調査によるクリンカ中の平均 CaO 含有率、MgO 含有率から廃棄物等由来の CaO 含有率、MgO 含有率をそれぞれ差し引いて、排出係数の設定に使用するクリンカ中の CaO 率、MgO 率をそれぞれ設定した。

表 4-4　廃棄物等由来原料 2)の組成

大分類	種類	含水率	CaO 含有率	MgO 含有率
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰	7.2～16.6%	5.0～5.8%	1.0～1.1%
	下水汚泥焼却灰 1)	10.9～17.8%	7.4～12.5%	3.5～3.8%
	一般ごみ焼却灰 1)	15.6～24.6%	10.0～26.5%	2.6～2.8%
ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず	ガラスくず・陶磁器くず 1)	12.1～32.7%	17.5～31.1%	1.0～2.5%
	コンクリートくず 1)	0～37.2%	6.4～43.9%	1.0～1.1%
鉱さい	高炉スラグ（水砕）	5.0～16.9%	40.0～42.4%	4.7～5.8%
	高炉スラグ（徐冷）	5.5～16.4%	40.8～41.5%	6.1～6.5%
	製鋼スラグ	7.7～14.3%	34.8～40.5%	2.0～3.0%
	非鉄鉱さい	3.8～8.4%	6.4～10.0%	1.1～1.5%
	鋳物砂 1)	9.6～14.0%	6.5%	1.3～1.6%
ばいじん類（集塵機捕集ダスト）	ばいじん、ダスト	8.9～14.3%	9.0～13.4%	1.2～1.5%
	石炭灰（流動床灰）1)	0.1～3.2%	14.5～20.7%	0.7～0.9%
	石炭灰	1.0～3.9%	4.1～5.0%	1.0～1.1%

（注）　1) 2009 年度よりの新規追加分。
2) 石炭灰やばいじん類等に含まれる未燃炭素からの CO_2 排出について、我が国では燃料の燃焼及び廃棄物の焼却からの CO_2 排出量の算定に酸化率 1.0 を用いているため、「燃料の燃焼（1.A.）」及び「廃棄物の焼却（5.C.1.）」カテゴリーに計上される。なお、下水汚泥に含まれる未燃炭素からの CO_2 排出については、下水汚泥はバイオマス由来であるため総排出量に含まれない。

表 4-5　セメント製造に伴う CO_2 の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
クリンカ中平均CaO含有率	%	65.9	65.9	66.0	65.9	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8
クリンカ中廃棄物等由来のCaO含有率	%	2.6	2.6	2.9	2.0	1.7	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.6	1.6
廃棄物等を除いたクリンカ中のCaO含有率	%	63.3	63.3	63.0	63.9	64.1	64.0	64.1	64.1	64.2	64.1	64.1	64.0	64.0	64.2	64.2
CO_2/CaO		0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
排出係数	t-CO_2/t	0.497	0.497	0.495	0.501	0.503	0.502	0.503	0.503	0.504	0.503	0.503	0.502	0.502	0.504	0.504
クリンカ中平均MgO含有率	%	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
クリンカ中廃棄物等由来のMgO含有率	%	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
廃棄物等を除いたクリンカ中のMgO含有率	%	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1
CO_2/MgO		1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092	1.092
排出係数	t-CO_2/t	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.011	0.011	0.012	0.012
合計排出係数	t-CO_2/t	0.508	0.508	0.505	0.512	0.514	0.514	0.514	0.515	0.516	0.515	0.515	0.514	0.514	0.515	0.515

■　活動量

クリンカの生産量はセメント協会の提供データにより把握した。1990～1999 年度のクリンカ生産量は統計値が把握されていないため、2000～2003 年度におけるクリンカ生産量（セメント協会データ）と経済産業省「窯業・建材統計年報」に示された石灰石消費量の比率の平均値を用いて過去（1990～1999 年度）のクリンカ生産量を推計した。

表 4-6　クリンカ生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石灰石消費量　実績	kt (dry)	89,366	97,311	81,376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クリンカ生産量　実績	kt	-	-	69,528	63,003	47,279	49,883	52,105	51,573	50,307	50,436	51,351	50,979	49,293	47,522	47,338
石灰石消費量実績に対するクリンカ生産量実績の比率		0.853	0.853													
補正後クリンカ生産量	kt	76,253	83,032													

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

セメント製造における CO_2 排出の排出係数、活動量の不確実性評価においては、それぞれ 2006 年 IPCC ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値を使用した。その結果、排出量の不確実性は 4%と評価された。

■　時系列の一貫性

1990～1999 年度については、セメント協会提供データに基づく活動量・排出係数の推計値を用いて排出量を算定している。2000 年度以降は、セメント協会より提供を受けたデータを用いて、上記の算定方法に従って一貫して算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.2. 石灰製造（2.A.2.）

a）排出源カテゴリーの説明

石灰製造時に原料として使用される石灰石に含まれる $CaCO_3$、$MgCO_3$ を焼成（加熱分解）することにより、CO_2 が放出される。

石灰製造プロセスにおける CO_2 発生メカニズム
$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$

b）方法論

■　算定方法

石灰石消費量に我が国独自の排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定した。

$$E = EF \times M$$

E　：石灰製造の原料の使用に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
EF　：排出係数［t-CO_2/t-原料］
M　：石灰石消費量［t-原料］

■　排出係数

日本石灰協会から提供された原料（石灰石）当たりの排出係数（0.428 t-CO_2/t-原料）[1]を用いた。

原料当たりの排出係数は、原料成分や生石灰製品中の炭素量等をもとに推計した原料当たりの CO_2 排出量を、各地方の生産量で加重平均したものである。なお、石灰製造の排出係数は、年変動が少ないと考えられるため全年一定値とした。なお、上述のとおりこの排出係数は国独自のものである。

■　活動量

「不均一価格物量表」における「窯業土石製品 他窯業土石製品」に計上された消費量のうち、生石灰直接･消石灰用途の石灰石消費量を用いている。なお、セメント用の石灰石の含水率を使用して乾重量ベースに換算している。

※　「不均一価格物量表」について
「不均一価格物量表」は、産業連関表の投入表・鉱工業統計等から得られる石灰石・ドロマイト及び関連誘導品の需給に関する情報を統合し、作成された物量表であり、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）で用いられていた類似の推計手法を応用したものである。なお需給に関する情報が得られない部分は推計で補完している。
既存の産業連関表附帯の物量表は、国内における製品の需給状況を漏れなく重複なく表現しているものの、各部門の物量は全産業の平均価格により投入額から換算されているため、実際の単価が異なっていれば、部門によっては物量値が過大・過小となっている恐れがあるが、一方、「不均一価格物量表」は、鉱工業統計等における統計値を可能な限り使用することで、各部門における製品の品質や形態の差異に基づく不均一な取引単価を考慮し、

[1] 石灰の生産量当たりの排出係数は以下のとおり導かれる。：0.428 [t-CO_2/t-原料] / (1-0.428) [t-石灰/t-原料] = 0.748 [t-CO_2/t-石灰]

部門間の誤差を排除しようとするものである。
「不均一価格物量表」における消費量を活動量とすることで、二重計上や計上漏れなくあらゆる産業の活動量を把握することができ、また部門が細分化されているため排出・非排出用途の正確な分類が可能となると考えられる。「不均一価格物量表」の詳細は戒能（2010）を参照。
インベントリでは、「セメント製造（2.A.1.）」を除いて、「不均一価格物量表」の部門別石灰石・ドロマイト消費量を各石灰石関連排出源の活動量に使用する。

ただし、軽焼ドロマイト製造で消費されるドロマイトについては、「その他プロセスでの炭酸塩の使用（2.A.4.）」に含めて計上されるため、「石灰製造（2.A.2.）」では算定しない。なお、「不均一価格物量表」では、軽質炭カル製造による CO_2 再吸収分が控除されている。

さらに、製糖工場内における石灰製造については、国内 3 社のメーカーへのヒアリング（環境省「平成 22 年度温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度基盤整備事業委託業務報告書」）によると、甘藷糖の場合、国内の製造会社は全て消石灰を外部から取得して使用して石灰乳を生成していることから、CO_2 の排出はない。またビート糖の場合、石灰石の焼成により発生した CO_2 はライムケーキに再吸収されている。この情報に基づき、製糖からの CO_2 排出は算定していない。

また、アルミニウム製造における生石灰の生産実績について日本アルミニウム協会に確認したところ、1990 年度以降、生石灰の製造実績はないことの確認が得られた。（なお、アルミニウムの生産は 2014 年に終了）この情報に基づき、CO_2 排出は算定していない。

表 4-7　石灰石消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石灰石消費量（dry）	kt	15,595	13,540	13,785	15,527	14,684	13,269	13,474	13,579	12,797	12,860	13,045	13,119	12,150	10,524	11,614

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 2%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 3%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 4%と評価された。

■　時系列の一貫性

石灰製造の活動量は、「不均一価格物量表」の石灰石消費量を 1990 年度から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、石灰製造による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

2002、2003、2009、2010、2019、2020 年度について、不均一価格物量表の更新に伴い再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.3. ガラス製造（2.A.3.）

a） 排出源カテゴリーの説明

石灰石には $CaCO_3$ 及び微量の $MgCO_3$ が、ドロマイトには $CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ が含まれており、石灰石・ドロマイトを加熱すると、$CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ 由来の CO_2 が排出される。ソーダ灰、炭酸バリウム、炭酸カリウム、炭酸ストロンチウム及び炭酸リチウムからも同様に CO_2 が排出される。なお、骨灰については、現時点では国内での使用実績に関する詳細情報は入手できない。

石灰石、ドロマイトの使用における CO_2 生成メカニズム

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$

b） 方法論

■　算定方法

ガラス製造において使用された石灰石、ドロマイト、ソーダ灰、炭酸バリウム、炭酸カリウム、炭酸ストロンチウム及び炭酸リチウムの量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

■　排出係数

○　石灰石

排出係数は、化学反応式における CO_2 と $CaCO_3$ の分子量比に石灰石から取り出せる CaO の割合（55.4% : 石灰石鉱業協会「石灰石の話」に示された割合「54.8～56.0%」の中間値）から求めた $CaCO_3$ の含有率を乗じた値と、CO_2 と $MgCO_3$ の分子量比に石灰石から取り出せる MgO の割合（0.5% :「石灰石の話」に示された割合「0.0～1.0%」の中間値）から求めた $MgCO_3$ の含有率を乗じた値を加えて算出した。なお、以下のとおり排出係数は国独自のものである。この排出係数については、適用を継続しても問題ない旨 2009 年に確認している。

・石灰石から取り出せる CaO の割合	: 55.4%（54.8～56.0%の中間値 b)）
・石灰石から取り出せる MgO の割合	: 0.5%b)（0.0～1.0%の中間値 b)）
・$CaCO_3$（石灰石の主成分）の分子量	: 100.0869a)
・$MgCO_3$ の分子量	: 84.3139a)
・CaO の分子量	: 56.0774a)
・MgO の分子量	: 40.3044a)
・CO_2 の分子量	: 44.0095a)

・$CaCO_3$ の含有率　＝石灰石から取り出せる CaO の割合× $CaCO_3$ の分子量／CaO の分子量

・$MgCO_3$ の含有率　＝石灰石から取り出せる MgO の割合× $MgCO_3$ の分子量／MgO の分子量

○ 排出係数　＝CO_2 の分子量／$CaCO_3$ の分子量× $CaCO_3$ の含有率

＋CO_2 の分子量／$MgCO_3$ の分子量× $MgCO_3$ の含有率

＝440［kg-CO_2/t］

（出典）

a) *Atomic Weights of the Elements 1999* [http://www.ciaaw.org/pubs/TSAW-1999.pdf]（IUPAC）

b) 「石灰石の話」

○　ドロマイト

排出係数は、化学反応式における CO_2 と $CaCO_3$ の分子量比にドロマイトから取り出せる CaO の割合（34.5% : 33.1～35.85%の中間値。「石灰石の話」）から求めた $CaCO_3$ の含有率を乗じた値と、CO_2 と $MgCO_3$ の分子量比にドロマイトから取り出せる MgO の割合（18.3% : 17.2～19.5%の中間値。「石灰石の話」）から求めた $MgCO_3$ の含有率を乗じた値を加え排出係数を

算定した。なお、以下のとおり排出係数は国独自のものである。この排出係数については、適用を継続しても問題ない旨 2009 年に確認している。

・ドロマイトから取り出せる CaO の割合　: 34.5%（33.1～35.85%の中間値 a)）
・ドロマイトから取り出せる MgO の割合　: 18.3%（17.2～19.5%の中間値 a)）
・$CaCO_3$（ドロマイトの主成分）の分子量　: 100.0869
・$MgCO_3$（ドロマイトの主成分）の分子量　: 84.3142
・CaO の分子量　: 56.0774
・MgO の分子量: 40.3044
・CO_2 の分子量　: 44.0098

・$CaCO_3$ の含有率＝ドロマイトから取り出せる CaO の割合 ×$CaCO_3$ の分子量／CaO の分子量
・$MgCO_3$ の含有率＝ドロマイトから取り出せる MgO の割合 ×$MgCO_3$ の分子量／MgO の分子量
○ 排出係数　＝　CO_2 の分子量／$CaCO_3$ の分子量×$CaCO_3$ の含有率
　　＋CO_2 の分子量／$MgCO_3$ の分子量×$MgCO_3$ の含有率
　　＝　471［kg-CO_2/t］

（出典）
a)　「石灰石の話」

○　ソーダ灰

2.A.4.b「その他用途でのソーダ灰の使用」を参照。

○　その他材料

炭酸バリウムについては、CO_2 と炭酸バリウムの分子量比より、0.22 t-CO_2/t を用いた。炭酸カリウムについては、CO_2 と炭酸カリウムの分子量比より、0.32 t-CO_2/t を用いた。炭酸ストロンチウムについては、CO_2 と炭酸ストロンチウムの分子量比より、0.30 t-CO_2/t を用いた。炭酸リチウムについては、CO_2 と炭酸リチウムの分子量比より、0.60 t-CO_2/t を用いた。

■　活動量

○　石灰石、ドロマイト及びソーダ灰

「不均一価格物量表」におけるガラス製品関連部門に計上された石灰石、ドロマイト及びソーダ灰消費量のうち、排出用途に分類される全部門の石灰石、ドロマイト及びソーダ灰消費量を本サブカテゴリー下に計上する。なお、活動量はセメント用の石灰石の含水率を使用して乾重量ベースに換算されたものである。

本用途分類に対応する「不均一価格物量表」の部門については以下のとおりである。

表 4-8　「不均一価格物量表」の該当部門

用途	該当部門（石灰石）	該当部門（ドロマイト）	該当部門（ソーダ灰）
ガラス製品	251 窯業土石製品 ガラス・ガラス製品	251 窯業土石製品 ガラス・ガラス製品	251 窯業土石製品 ガラス・ガラス製品

（注）部門名に付されている番号は、「不均一価格物量表」内の分類番号。

表 4-9　石灰石、ドロマイト及びソーダ灰の消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石灰石消費量（dry）	kt	66	42	26	31	17	20	23	23	23	22	24	25	20	12	14
ドロマイト消費量（dry）	kt	264	250	203	221	184	194	203	201	202	199	204	207	192	166	174
ソーダ灰消費量（dry）	kt	358	320	257	279	217	232	249	245	247	241	250	255	230	187	201

○　その他原料

炭酸バリウムについては、2000～2010 年度については石油天然ガス・金属鉱物資源機構「鉱物資源マテリアルフロー」に示された管球光学ガラス用炭酸バリウムの出荷量を純物質換算

（69%）して用いた。その他の期間は、「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示される電球類用・電子管用ガラスバルブ（管・棒を含む）の生産量を用いた外挿により推計した。

炭酸カリウムについては、1991 年度以降は、財務省「貿易統計」の「カリウムの炭酸塩」の輸入量から輸出量を差し引いた値を国内需要とみなし、純物質換算（57%）して使用した。

炭酸ストロンチウムについては、2000～2006、2008、2010 年度は「鉱物資源マテリアルフロー」に示される管球ガラス用（フラットパネルガラス及びその他ガラスを含む）の純物質換算（59%）の需要量を用いた。2007 及び 2009 年度は内挿にて推計した。1990～1999 年度については「窯業・建材統計年報」に示される電球類用・電子管用ガラスバルブ（管・棒を含む）生産量を用いた外挿による推計、2011 年度以降は「鉱物資源マテリアルフロー」に示される内需合計量を用いた外挿により推計した。

炭酸リチウムについては、2002 年度以降については「鉱物資源マテリアルフロー」に記載の窯業添加用の純物質換算（19%）の炭酸リチウム需要量を使用した。1998～2001 年度は、「鉱物資源マテリアルフロー」に記載のガラス添加量（需要量）を用いた外挿による推計を行った。1990～1997 年度は、「窯業・建材統計年報」における板ガラス生産量による外挿により推計した。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 5%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 3%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 6%と評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は、1990 年度から可能な限り一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

「不均一価格物量表」における石灰石の消費量（1990、1991、2001～2020 年度）、ドロマイトの消費量（2004～2020 年度）及びソーダ灰の消費量（1990、1994、1995、1997 及び 2000～2020 年度）、及び「鉱物資源マテリアルフロー」における炭酸リチウムの需要量（2019、2020 年度）が更新されたため再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.4. その他プロセスでの炭酸塩の使用（2.A.4.）

4.2.4.1. セラミックス製品（2.A.4.a）

a）排出源カテゴリーの説明

石灰石には $CaCO_3$ 及び微量の $MgCO_3$ が、ドロマイトには $CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ が含まれており、石灰石・ドロマイトを加熱すると、$CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ 由来の CO_2 が排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

陶磁器等のセラミックス製品製造において使用された石灰石及びドロマイトの量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

■ 排出係数

○ 石灰石

4.2.3.b)を参照のこと。

○ ドロマイト

4.2.3.b)を参照のこと。

■ 活動量

「不均一価格物量表」におけるセラミックス製品関連部門に計上された石灰石及びドロマイト消費量のうち、排出用途に分類される全部門の石灰石及びドロマイト消費量を本サブカテゴリー下に計上する。なお、活動量はセメント用の石灰石の含水率を使用して乾重量ベースに換算されたものである。

本用途分類に対応する「不均一価格物量表」の部門については以下のとおりである。

表 4-10　「不均一価格物量表」の該当部門

用途	「不均一価格物量表」の該当部門（石灰石）	「不均一価格物量表」の該当部門（ドロマイト）
セラミックス製品		063　鉱業 非金属鉱物
	2531-01 窯業土石製品 陶磁器	2531-01　窯業土石製品 陶磁器
	2591-01 窯業土石製品 耐火物	2591-01　窯業土石製品 耐火物
		2599-01　窯業土石製品 炭素黒鉛製品 2599-09　窯業土石製品 他窯業土石製品
		2811-01 ～2899-09　金属製品 建設用金属製品 金属 他金属製品
		6741-09　対個人サービス 他娯楽

（注）部門名に付されている番号は、「不均一価格物量表」内の分類番号。

表 4-11　石灰石及びドロマイトの消費量（セラミックス製品用）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石灰石消費量（dry）	kt	438	1,107	1,135	463	365	455	630	737	720	664	683	617	591	658	635
ドロマイト消費量（dry）	kt	1,561	1,227	1,020	1,204	1,527	1,545	1,462	1,339	1,087	989	950	797	818	866	973

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

ガラス製造（2.A.3）に記載した内容と同一である。4.2.3.c）節を参照のこと。

■ 時系列の一貫性

石灰石及びドロマイトの使用の活動量は、「不均一価格物量表」の石灰石及びドロマイト消費量を 1990 年度から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、石灰石及びドロマイトの使用による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

「不均一価格物量表」における石灰石（1990～2020 年度）及びドロマイト（1992、1999～2020 年度）の消費量が更新されたため再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.4.2. その他用途でのソーダ灰の使用（2.A.4.b）

a） 排出源カテゴリーの説明

ソーダ灰（Na_2CO_3）の使用時に CO_2 が排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

ソーダ灰消費量に我が国独自の排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定した。

■ 排出係数

「不均一価格物量表」において排出用途に分類されているソーダ灰消費量については、国産品・輸入品の別が特定できないため、国内総出荷量と海外総輸入量により以下の国内産ソーダ灰排出係数と輸入分の排出係数の加重平均をとって排出係数を設定する。

なお、国内産ソーダ灰については純度を用いて以下のように排出係数が設定されている。（ソーダ灰の純度は経年変動が少ないため、排出係数は経年固定）

$$
\begin{aligned}
EF &= P \times MW_{CO2} / MW_{Na2CO3} \\
&= 0.995 \times 44.01 / 105.99 \\
&= 0.413 \text{［t-}CO_2\text{/t］}
\end{aligned}
$$

EF	：国内産ソーダ灰排出係数
P	：ソーダ灰純度（国内全 2 社算術平均）
MW_{CO2}	：CO_2 分子量
MW_{Na2CO3}	：Na_2CO_3 分子量

輸入ソーダ灰及び輸入されたその他炭酸二ナトリウムについては代表値を求めるための十分な情報が得られていないため、2006 年 IPCC ガイドライン（vol.3 p.2.7）に示されるデフォルト値（0.415［t-CO_2/t-Na_2CO_3］）を用いる。

■ 活動量

「不均一価格物量表」において排出用途に分類されているソーダ灰消費量を用いた。（ガラス製造用を除く）

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 5%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 3%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 6%と評価された。

■　時系列の一貫性

ソーダ灰の使用に関する活動量は、「不均一価格物量表」のソーダ灰消費量を 1990 年度から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、ソーダ灰の使用による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

1993～1995、1998～2020 年度について、「不均一価格物量表」におけるソーダ灰の消費量が更新されたため再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.4.3. マグネシア製造（2.A.4.c）

排出量は「2.A.4.d.その他」に含まれることから、「IE」と報告する。

4.2.4.4. その他（2.A.4.d）

a）排出源カテゴリーの説明

石灰石には $CaCO_3$ 及び微量の $MgCO_3$ が、ドロマイトには $CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ が含まれており、石灰石・ドロマイトを加熱すると、$CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ 由来の CO_2 が排出される。

石灰石、ドロマイトの使用における CO_2 生成メカニズム

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$

b）方法論

■　算定方法

排煙脱硫・化学製品製造において使用された石灰石及びドロマイトの量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

■　排出係数

○　石灰石

4.2.3.b)を参照のこと。

○　ドロマイト

4.2.3.b)を参照のこと。

■　活動量

「不均一価格物量表」における排煙脱硫、化学肥料を除く化学製品関連部門に計上された石灰石及びドロマイト消費量のうち、排出用途に分類される全部門の石灰石及びドロマイト消費量を本サブカテゴリー下に計上する。なお、活動量はセメント用の石灰石の含水率を使用して乾重量ベースに換算されたものである。

本用途分類に対応する「不均一価格物量表」の部門については以下のとおりである。

表 4-12　主な用途と「不均一価格物量表」の該当部門

用途	「不均一価格物量表」の該当部門（石灰石）	「不均一価格物量表」の該当部門（ドロマイト）
排煙脱硫	063　鉱業 非金属鉱物	
化学製品	2029-09　化学製品 他無機化学工業製品	2029-09　化学製品 他無機化学製品
		2081-011　化学製品 油脂加工製品
	2049-09　化学製品 他有機化学工業製品	2049-09　化学製品 他有機化学工業製品
		2071-01　化学製品 医薬品
		2089-09　化学製品 触媒他化学最終製品

（注）部門名に付されている番号は、「不均一価格物量表」内の分類番号。

表 4-13　石灰石及びドロマイトの消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石灰石消費量																
排煙脱硫用（dry）	kt	1,950	2,163	1,842	2,077	1,840	2,182	2,124	1,975	1,853	1,726	1,700	1,594	1,530	1,489	1,529
化学製品用（dry）	kt	2,458	713	812	367	260	310	421	482	451	375	376	331	307	332	313
ドロマイト消費量																
化学製品用（dry）	kt	82	43	42	37	34	34	33	31	25	23	22	18	19	20	22

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

ガラス製造（2.A.3）に記載した内容と同一である。4.2.3. c)節を参照のこと。

■　時系列の一貫性

石灰石及びドロマイトの使用の活動量は、「不均一価格物量表」の石灰石及びドロマイト消費量を 1990 年度から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、石灰石及びドロマイトの使用による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

二重計上を避けるため、「不均一価格物量表」における化学肥料用途の石灰石及びドロマイトの消費量を除いたため、また排煙脱硫用途の石灰石の消費量等の更新に伴い、すべての年度について再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3. 化学産業（2.B.）

本カテゴリーでは、化学製品の製造過程から大気中に排出される CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 を扱う。当該カテゴリーは、「2.B.1.アンモニア製造」、「2.B.2.硝酸製造」、「2.B.3.アジピン酸製造」、「2.B.4.カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造」、「2.B.5.カーバイド製造」、「2.B.6.二酸化チタン製造」、「2.B.8.石油化学製品及びカーボンブラック製造」、「2.B.9.フッ化物製造」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 4,945 kt-CO_2 換算であり、

我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 除く）の 0.4%を占めている。このカテゴリーの CO_2、CH_4 及び N_2O について 1990 年度の排出量と比較すると 71.9%の減少となっている。HFCs、PFCs、SF_6 及び NF_3 では 1990 年の排出量と比較すると 98.0%の減少となっている。

表 4-14　2.B.　化学産業からの排出量

ガス				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	2.B.1	アンモニア製造		kt-CO_2	2,879	2,937	2,716	1,844	1,838	1,603	1,669	1,649	1,697	1,353	1,420	1,152	1,399	1,104	1,458
	2.B.5	カーバイド製造	シリコンカーバイド	kt-CO_2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			カルシウムカーバイド	kt-CO_2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2.B.6	二酸化チタン製造		kt-CO_2	102	39	53	59	62	51	60	62	53	58	58	59	57	49	60
	2.B.8	石油化学及びカーボンブラック製造	メタノール	kt-CO_2	56	51	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
			エチレン	kt-CO_2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			1,2-ジクロロエタン、クロロエチレン	kt-CO_2	150	171	193	200	184	130	148	150	169	170	175	172	176	174	177
			酸化エチレン	kt-CO_2	171	191	231	240	202	204	220	214	221	212	227	214	211	190	196
			アクリロニトリル	kt-CO_2	440	476	536	509	524	404	364	342	315	319	323	341	334	306	325
			カーボンブラック	kt-CO_2	1,633	1,563	1,590	1,659	1,505	1,261	1,294	1,253	1,161	1,168	1,230	1,259	1,178	980	1,198
			無水フタル酸	kt-CO_2	117	124	118	81	60	60	59	58	60	58	61	58	60	51	57
			無水マレイン酸	kt-CO_2	123	138	163	114	102	78	89	88	90	91	94	92	85	79	92
			水素	kt-CO_2	6	21	39	34	34	31	28	24	27	29	29	29	21	20	17
	合計			kt-CO_2	6,503	6,494	6,343	5,471	5,142	4,400	4,524	4,443	4,341	3,995	4,179	3,915	4,042	3,366	4,072
CH_4	2.B.5	カーバイド製造	シリコンカーバイド	kt-CH_4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2.B.8	石油化学及びカーボンブラック製造	メタノール	kt-CH_4	0.19	0.17	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
			エチレン	kt-CH_4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			1,2-ジクロロエタン、クロロエチレン	kt-CH_4	0.01	0.02	0.02	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
			酸化エチレン	kt-CH_4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			カーボンブラック	kt-CH_4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			スチレン	kt-CH_4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	合計			kt-CH_4	1.50	1.48	1.37	1.35	1.45	1.13	1.13	1.01	1.27	1.07	1.01	0.91	1.00	0.95	1.08
	合計			kt-CO_2換算	37	37	34	34	36	28	28	25	32	27	25	23	25	24	27
N_2O	2.B.2	硝酸製造		kt-N_2O	2.47	2.46	2.57	2.52	1.81	1.53	1.54	1.55	1.40	1.28	1.16	1.07	1.02	0.68	0.86
	2.B.3	アジピン酸製造		kt-N_2O	24.20	24.03	12.56	1.68	1.66	0.51	0.77	0.48	0.38	0.49	0.30	0.20	0.31	1.14	0.16
	2.B.4	カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造	カプロラクタム	kt-N_2O	4.66	4.93	5.20	3.36	2.56	2.30	1.92	1.26	0.90	0.50	0.55	0.43	0.51	0.40	0.47
			グリオキサール	kt-N_2O	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			グリオキシル酸	kt-N_2O	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	合計			kt-N_2O	32.28	32.43	21.30	8.58	6.08	4.34	4.22	3.28	2.68	2.27	2.01	1.70	1.85	2.22	1.50
	合計			kt-CO_2換算	9,620	9,665	6,348	2,558	1,813	1,293	1,259	979	798	676	599	506	551	663	446
CO_2、CH_4、N_2O合計				kt-CO_2換算	16,160	16,197	12,725	8,063	6,991	5,721	5,811	5,447	5,170	4,697	4,804	4,443	4,618	4,052	4,545
ガス				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCs	2.B.9	フッ化物製造	HCFC-22の製造に伴う副生HFC-23の排出	kt-CO_2換算	15,929	21,460	15,688	586	53	18	16	24	30	24	38	12	13	141	132
			製造時の漏出	kt-CO_2換算	2	559	296	449	128	120	131	101	83	149	95	88	119	76	120
	合計			kt-CO_2換算	15,930	22,019	15,984	1,035	181	138	147	124	113	172	133	100	132	216	251
PFCs	2.B.9	フッ化物製造	製造時の漏出	kt-CO_2換算	331	914	1,661	1,041	248	148	111	107	115	97	81	87	64	74	79
SF_6			製造時の漏出	t	152.23	197.00	36.00	40.80	8.30	5.40	4.07	2.70	2.30	2.20	1.78	2.00	1.76	2.28	2.00
				kt-CO_2換算	3,471	4,492	821	930	189	123	93	62	52	50	41	46	40	52	46
NF_3			製造時の漏出	t	0.16	1.00	7.00	72.10	76.90	76.40	86.40	56.09	23.50	25.10	13.61	3.37	1.12	0.88	1.39
				kt-CO_2換算	3	17	120	1,240	1,323	1,314	1,486	965	404	432	234	58	19	15	24
Fガス合計				kt-CO_2換算	19,735	27,442	18,587	4,246	1,942	1,723	1,837	1,258	684	751	489	291	256	357	400

4.3.1. アンモニア製造（2.B.1.）

a）排出源カテゴリーの説明

1）CO_2

アンモニア製造においては、原料の炭化水素を分解して H_2 を生成する過程で CO_2 が排出される。

アンモニア製造における CO_2 発生メカニズム

$0.88CH_4 + 1.26$ 空気 $+ 1.24H_2O \rightarrow 0.88CO_2 + N_2 + 3H_2$

アンモニア合成

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

2）CH_4

実測例よりアンモニア製造に伴う CH_4 の排出は確認されているが、排出係数を設定するだけの十分な実測例が存在しないため、現状では排出量の算定はできない。また、排出係数のデフォルト値が 2006 年 IPCC ガイドラインに示されていないことから、「NE」と報告している。

3）N_2O

我が国ではアンモニアの製造は行われているが、アンモニア製造に伴う N_2O の排出は原理的に考えられず、また実測例でも N_2O の排出係数は測定限界以下であったことから「NA」と報告している。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 2 手法に基づき、アンモニアの原料として使用された各燃料種の消費量に国独自の排出係数を乗じて、CO_2 排出量の算定を行った。なお、1990～1993 年、1997～1999 年、2003 年、2004 年については、主にアンモニア製造プラントから供給された炭酸ガスが地中圧入されたため、その分を排出量から控除している。（詳細は 3.4.4 節（1.C.）参照）また、尿素製造のための CO_2 回収量をアンモニア製造からの CO_2 排出量から控除している。尿素の使用による CO_2 排出量は、触媒として使用される尿素（2.D.3.-）及び尿素施用（3.H.）カテゴリーに計上している。

$$E = \Sigma_i (AD_i \times GCV_i \times EF_i \times 44/12 - R_{ccs} - R_{urea})$$

E　：アンモニア製造に伴う CO_2 排出量［kt-CO_2］
AD_i　：原料 i の消費量［t、kL、10^3m^3］
GCV_i：原料 i の高位発熱量［MJ/kg、MJ/L、MJ/m^3］
EF_i　：原料 i の炭素排出係数［t-C/TJ］
R_{ccs}　：CCS による CO_2 回収量［t-CO_2］
R_{urea}：尿素製造による CO_2 回収量［t-CO_2］

ここで、

$$R_{urea} = AD_{urea} \times 44/60$$

AD_{urea}　：尿素生産量［t］
44/60　：CO_2 と尿素の分子量比

■　排出係数

表 4-15 に示す原料毎に、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）からの CO_2 排出量の算定に用いている炭素排出係数及び発熱量と同じ値を用いた（第 3 章参照のこと）。なお、使用原料の割合は年ごとに変動するため、見かけの排出係数もまた年次可変となる。

表 4-15　アンモニア製造時に使用する原料、排出係数及び発熱量

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ナフサ	総発熱量	MJ/L	33.63	33.63	33.57	33.55	33.53	33.53	33.31	33.31	33.31	33.31	33.31	33.31	33.31	33.31	33.31
	炭素排出係数	t-C/TJ	18.17	18.17	18.17	18.17	18.17	18.17	18.63	18.63	18.63	18.63	18.63	18.63	18.63	18.63	18.63
液化石油ガス	総発熱量	MJ/kg	50.53	50.63	50.70	50.75	50.77	50.78	50.07	50.09	50.10	50.10	50.11	50.10	50.10	50.12	50.13
	炭素排出係数	t-C/TJ	16.54	16.51	16.49	16.48	16.47	16.47	16.38	16.37	16.36	16.36	16.35	16.36	16.36	16.34	16.34
石油系炭化水素ガス	総発熱量	MJ/m^3	39.35	39.35	44.90	44.90	44.90	44.90	46.12	46.12	46.12	46.12	46.12	46.12	46.12	46.12	46.12
	炭素排出係数	t-C/TJ	14.15	14.15	14.15	14.15	14.15	14.15	14.44	14.44	14.44	14.44	14.44	14.44	14.44	14.44	14.44
天然ガス	総発熱量	MJ/m^3	42.09	42.39	42.55	42.87	44.67	44.75	39.62	39.62	39.62	39.62	39.62	38.38	38.38	38.38	38.38
	炭素排出係数	t-C/TJ	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97	13.91	13.91	13.91	13.91
石炭（一般炭、輸入炭）	総発熱量	MJ/kg	25.95	25.95	26.60	25.70	25.70	25.70	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97	26.08	26.08	26.08	26.08
	炭素排出係数	t-C/TJ	24.71	24.71	24.71	24.71	24.71	24.71	24.42	24.42	24.42	24.42	24.42	24.29	24.29	24.29	24.29
オイルコークス	総発熱量	MJ/kg	35.58	35.58	35.60	29.90	29.90	29.90	33.29	33.29	33.29	33.29	33.29	33.29	33.29	33.29	34.11
	炭素排出係数	t-C/TJ	25.35	25.35	25.35	25.35	25.35	25.35	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.80
液化天然ガス	総発熱量	MJ/kg	54.54	54.53	54.52	54.51	54.49	54.47	54.46	54.46	54.46	54.46	54.46	54.70	54.71	54.73	54.73
	炭素排出係数	t-C/TJ	13.94	13.95	13.94	13.94	13.95	13.96	13.96	13.95	13.96	13.96	13.96	13.87	13.87	13.86	13.86
コークス炉ガス	総発熱量	MJ/m^3	21.51	21.57	21.27	21.42	21.32	20.75	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.38	18.38	18.38	18.38
	炭素排出係数	t-C/TJ	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.93	10.93	10.93	10.93	10.93	10.88	10.88	10.88	10.88

（出典）「総合エネルギー統計」

■　活動量

アンモニアの原料の消費量は、経済産業省「石油等消費動態統計年報」に示された表 4-16 の燃料種の固有単位（重量、容積等）を、「総合エネルギー統計」に示された発熱量を用いて換算した値を用いた。なお、一部の燃料種の消費量については秘匿データである。尿素生産量は、農林統計協会「ポケット肥料要覧」に示された尿素生産量（暦年値）を用いた。

表 4-16　アンモニア製造に係る原料用消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ナフサ	kL	189,714	477,539	406,958	92,453	70,067	67,869	71,494	66,079	73,612	18,421	NO	NO	NO	NO	NO
液化石油ガス	t	226,593	45,932	5,991	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
石油系炭化水素ガス	10^{3}m^3	C	230,972	240,200	147,502	143,634	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
天然ガス	10^{3}m^3	C	100,468	86,873	77,299	41,640	45,808	47,956	51,858	17,498	637	979	1,011	906	941	278
石炭（一般炭、輸入炭）	t	C	209,839	726	1,239	629	390	919	787	362	891	483	928	450	845	499
オイルコークス	t	C	273,125	420,862	353,983	394,116	405,557	401,721	426,743	468,684	416,722	462,107	371,819	454,952	347,107	450,097
液化天然ガス	t	C	46,501	23,395	165,606	157,918	169,109	168,155	127,824	122,453	131,446	122,081	122,818	122,555	132,158	131,465
コークス炉ガス	10^{3}m^3	C	35,860	55,333	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

（注）C: 秘匿情報

■　留意事項

当該区分における燃料消費量は、エネルギー分野の活動量から控除されている（第 3 章参照のこと）。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

アンモニアの原料種別に不確実性を評価した。排出係数の不確実性については、炭素排出係数の 95%信頼区間の上限値・下限値より設定した。活動量の不確実性については、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）と同様の値を使用した。その結果、ナフサの不確実性は－3～＋1%、LPG は－3～＋1%、石油系炭化水素ガスは－4～＋3%、天然ガスは－1～＋1%、石炭（一般炭、輸入炭）は－4～＋3%、オイルコークスは－3～＋1%、液化天然ガスは－1～＋1%、コークス炉ガスは－4～＋3%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

活動量は「石油等消費動態統計年報」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から「総合エネルギー統計」に基づいて設定している。従って、アンモニア製造による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC **と検証**

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

2006 年 IPCC ガイドラインに従い、アンモニア製造の CO_2 排出量から国内で尿素製造に使用される CO_2 排出量を控除するよう算定方法を改定したため、全年にわたり再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.3.2. 硝酸製造（2.B.2.）

a）**排出源カテゴリーの説明**

アンモニアを原料とする硝酸（HNO_3）の製造に伴い N_2O が排出される。

硝酸製造における N_2O 発生メカニズム
$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
$2NO + H_2O \rightarrow 2NO_2$
$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO \quad (\rightarrow N_2O)$

日本国内の硝酸製造においては、オストワルド法の化学反応をベースとした新ファウザー法（中圧）、ケミコ式（高圧）などが主流となっている。なお、N_2O 分解については一部触媒を用いた装置を稼働させている。

b）**方法論**

■　**算定方法**

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 2 手法に基づき、硝酸の生産量に排出係数を乗じて N_2O 排出量を算定した。なお、各工場における排出量のデータは秘匿情報であるため、硝酸生産量及び排出係数は我が国全体の総量に対して設定した。N_2O 破壊量は現時点では把握されていないが、排出係数で考慮されている。

$$E = EF \times NAP$$

E　：硝酸製造に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O］
EF　：排出係数［kg-N_2O/t］
NAP　：硝酸生産量［t］

■　**排出係数**

工場別のデータは秘匿情報であるため、我が国で硝酸の製造を行なっている国内全 10 工場の排出係数（実測値）を各工場の硝酸製造量で加重平均して排出係数を設定した。なお、この排出係数は N_2O の回収・破壊を考慮した値である。

表 4-17　硝酸製造に伴う N_2O 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
硝酸製造に伴う排出係数	kg-N_2O/t	3.50	3.51	3.92	4.18	3.58	3.38	3.55	3.54	3.60	3.59	3.27	3.26	3.28	3.00	3.47

■　活動量

硝酸製造時の N_2O 排出の活動量には、経済産業省より提供のデータを用いている。

表 4-18　硝酸生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
硝酸生産量	kt	706	701	656	602	506	453	434	437	388	356	355	328	311	227	248

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、工場別の排出係数及び生産量から排出係数の標準偏差を算出し、73%と評価した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 2%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 73%と評価された。

■　時系列の一貫性

経済産業省より提供を受けた活動量・排出係数データをもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.3. アジピン酸製造（2.B.3.）

a）排出源カテゴリーの説明

アジピン酸（$C_6H_{10}O_4$）の製造過程で、シクロヘキサノンとシクロヘキサノールと硝酸の化学反応で N_2O が排出される。

b）方法論

■　算定方法

当該事業所における N_2O 発生率、N_2O 分解量、アジピン酸生産量を用いて排出量を算定した。

■　排出係数

国独自の排出係数は以下のパラメータを用いて設定した。なお、排出係数及びパラメータの各データは秘匿扱いである。

○　N_2O 発生率

我が国でアジピン酸を目的生産物として生産を行っている唯一の事業所における実測データを用いた。

○　N_2O 分解率

当該事業所における N_2O 分解率の実測結果を用いた。

○　N_2O 分解装置稼働率

当該事業所において全ての N_2O 分解装置を対象に毎年調査される N_2O 分解装置運転時間及びアジピン酸製造プラント運転時間に基づいて算定された値を用いた。

■　活動量

アジピン酸製造に伴う N_2O 排出の活動量は、当該メーカーから経済産業省に提供されたアジピン酸の生産量を用いた。なお、データは秘匿扱いである。

■　留意事項

アジピン酸製造過程における N_2O 排出量は、1990 年～1997 年にかけて、おおむね増加傾向にあった。しかし、1999 年 3 月より、アジピン酸製造プラントにおいて N_2O 分解装置の稼働を開始したため、1999 年以降は N_2O 排出量が大幅に減少することとなった。なお、2000 年と 2020 年は N_2O 分解装置や計装機器の故障により稼働率が低下したために N_2O 排出量が一時的に増加している。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

アジピン酸の排出係数は複数のパラメータにより算定しているため、各パラメータの不確実性を合成して排出係数の不確実性を算定した。N_2O 発生率、N_2O 分解率、分解装置の稼働率の不確実性を合成した結果、排出係数の不確実性は 9%と評価された。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された値を採用した（2%）。その結果、排出量の不確実性は 9%と評価された。

■　時系列の一貫性

当該メーカーから経済産業省に提供された活動量・排出係数データを用い、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.4. カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造（2.B.4.）

4.3.4.1. カプロラクタム（2.B.4.a）

a）排出源カテゴリーの説明

カプロラクタムは、カーペット等の繊維素材や樹脂素材として利用されるナイロン 6 のモノマーであり、開環重合によりナイロン 6 となる。製造プロセスにおけるアンモニアの酸化工程において N_2O が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

国内総生産量に、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1～3 手法に基づき事業者別に設定された排出係数の加重平均値を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

日本化学工業協会より、現在国内でカプロラクタムを生産している全 3 事業所における生産量・排出係数・排出量算定結果のデータ提供を受けたため、各事業所の合計排出量を生産量の合計で割った、生産量当たり排出量を我が国の独自の排出係数として設定する。各事業所における排出係数については、年次可変となっている。

■　活動量

経済産業省「生産動態統計年報　化学工業統計編」に示されたカプロラクタム生産量を用いた。

表 4-19　カプロラクタム生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
カプロラクタム生産量	kt	516	546	575	455	411	366	342	266	241	220	223	210	190	196	217

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、事業所別の排出係数及び生産量から排出係数の標準偏差を算出し、99%と評価した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 2%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 99%と評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は「生産動態統計年報　化学工業統計編」のデータをもとに、1990 年度から一貫した方法を使用して算定している。排出係数については 1990 年度から同一の設定方法による値を使用している。従って、時系列の一貫性は担保されている。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.4.2. グリオキサール（2.B.4.b）

a） 排出源カテゴリーの説明

グリオキサールは、主にアクリル樹脂、消毒剤、ゼラチン硬化剤、繊維仕上げ剤等において架橋剤として使用される。濃硝酸とアセトアルデヒドの酸化、あるいはエチレングリコールの接触酸化により製造され、アセトアルデヒドの酸化工程において N_2O が排出される（下式参照）。

$$2C_2H_4O + 2HNO_3 \rightarrow 2C_2H_2O_2 + N_2O + H_2O$$

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 3 手法に基づき、国内総生産量に、実測結果から得られた我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。なお、2010 年度以降、国内に生産活動はない。ただし 2010～2011 年度のグリオキシル酸の秘匿性を考慮し 1990～2011 年度を「C」として報告する。

■ 排出係数

生産活動を行っていた事業者より提供を受けた、生産量ベースの国独自の排出係数を使用する。事業者における、各々の製品の製造工程からの排ガス流量、N_2O 濃度の実測値を基に設定されたものであり、この排出係数を全年度に適用することとする。

■ 活動量

グリオキサールの生産量については、統計値等は公表されていないため、直近まで生産実績のあった事業者の生産量合計を活動量とする。なお、2010 年度以降、国内に生産活動はない。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 10%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 2%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 10%と評価された。

■ 時系列の一貫性

活動量は直近まで生産実績のあった事業者のデータをもとに、1990 年度から一貫した方法を使用して算定している。排出係数については 1990 年度から一定値を使用している。従って、時系列の一貫性は担保されている。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.4.3. グリオキシル酸（2.B.4.c）

a） 排出源カテゴリーの説明

グリオキシル酸は、合成香料、農薬、医薬中間体の原料として使用される。グリオキサールの硝酸酸化によって製造され、硝酸が還元される過程において N_2O が排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 3 手法に基づき、国内総生産量に、実測結果から得られた我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。なお、2012 年度以降、国内に生産活動

はない。

■　排出係数

生産活動を行っていた事業者より提供を受けた、生産量ベースの N_2O 排出係数を使用する。事業者における、各々の製品の製造工程からの排ガス流量、N_2O 濃度の実測値を基に設定されたものであり、この排出係数を全年度に適用することとする。

■　活動量

グリオキシル酸の生産量については、統計値等は公表されていないため、直近まで生産実績のあった事業者の生産量合計を活動量とする。なお、2012 年度以降、国内に生産活動はない。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 10%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 2%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 10%と評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は直近まで生産実績のあった事業者のデータをもとに、1990 年度から一貫した方法を使用して算定している。排出係数については 1990 年度から一定値を使用している。従って、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5. カーバイド製造（2.B.5.）

4.3.5.1. シリコンカーバイド製造（2.B.5.a）

a）排出源カテゴリーの説明

1）CO_2

シリコンカーバイド製造時に原料のシリカと石油コークスの反応に伴い CO_2 が排出される。

シリコンカーバイド製造プロセスにおける CO_2 発生メカニズム
$SiO_2 + 3C \rightarrow SiC + 2CO$（$\rightarrow CO_2$）

2）CH_4

我が国においてシリコンカーバイドは電気炉で製造されており、シリコンカーバイド製造時には、還元剤として使用されるコークスが酸化する際に CH_4 が発生すると考えられる。

b） 方法論

1） CO_2

■　算定方法

シリコンカーバイドの原料として使用された石油コークスの消費量に排出係数を乗じて排出量を算定した。

■　排出係数

我が国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたシリコンカーバイドの製造に伴う排出係数のデフォルト値 2.3［t-CO_2/t］を用いた。

■　活動量

シリコンカーバイドの製造に伴う CO_2 排出の活動量は、我が国でシリコンカーバイドの製造を行なっている唯一の事業所から提供された石油コークスの消費量を用いた。なお、データは秘匿扱いである。

2） CH_4

■　算定方法

我が国の電気炉施設における実測データより設定した排出係数を、電気炉における電力消費量に乗じて排出量を算定した。

■　排出係数

我が国で行われた実測調査のデータを基に、排ガス中の CH_4 濃度、単位時間当たりの実測乾き排ガス量、及び単位時間当たりの発生熱量の測定結果より電気炉からの電力消費に伴う排出係数（12.8 kg-CH_4/TJ）を設定した（排出係数の導出過程については 4.4.2.b）節を参照）。

■　活動量

シリコンカーバイドの製造に伴う CH_4 排出の活動量は、我が国でシリコンカーバイドの製造を行っている唯一の事業所から提供された電力消費量を用いた。なお、データは秘匿扱いである。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

1） CO_2

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 10%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 11%と評価された。

2） CH_4

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 10%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 11%と評価された。

■　時系列の一貫性

CO_2、CH_4 いずれも活動量は事業所からの提供を受けたデータをもとに、1990 年度から一貫した方法を使用して算定している。排出係数については CO_2、CH_4 いずれも 1990 年度から一定値を使用している。従って、シリコンカーバイド製造による CO_2、CH_4 排出に関して、時

系列の一貫性は担保されている。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5.2. カルシウムカーバイドの製造及び使用（2.B.5.b）

a） 排出源カテゴリーの説明

1） CO_2

カルシウムカーバイド製造に使用される生石灰を製造する過程で CO_2 が発生し、生石灰からカルシウムカーバイドを製造する過程で発生した CO が燃焼することにより CO_2 が排出される。しかし前者は「炭酸塩のその他のプロセスでの使用（2.A.4.）」の化学製品からの排出に含まれるため、ここでは還元剤起源分のみを計上する。また、カルシウムカーバイドを水と反応させて得られるアセチレンを燃焼させた際に発生する CO_2 を計上する。

カルシウムカーバイド製造プロセスにおける CO_2 発生メカニズム

（生産時）

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO \ (\rightarrow CO_2)$$

（使用時）

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \ (\rightarrow CO_2)$$

2） CH_4

カーバイド製造時に発生する副生ガス（一酸化炭素ガスが主）には微量の CH_4 が含まれるが、全て回収して燃焼させ燃料として使用しており、系外には排出していない。従って、当該排出源からの排出は「NA」と報告している。

b） 方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 手法に基づき、カルシウムカーバイドの生産量に、以下の排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定した。

■　排出係数

2007 年度以前については、我が国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、2006 年 IPCC ガイドラインに示された以下のデフォルトの排出係数を用いた。

表 4-20　カルシウムカーバイドの生産及び消費に伴う CO_2 の排出係数（2007 年度以前）

単位	生産時還元剤起源	使用時
t-CO_2/t	1.09	1.10

2008 年度以降については、わが国でカルシウムカーバイドを製造している国内全 2 社における実測データに基づいた還元剤起源の排出係数（年次可変）を使用する。なお、データは秘匿扱いである。使用時の排出係数については、2008 年度以降もデフォルト値（1.10 t-CO_2/t）

を用いる。

なお、CO_2 排出係数の算定に使用しているカルシウムカーバイド生産量にはカルシウムカーバイドだけでなく、原料として使用された未反応の生石灰も含まれるため、排出係数の値は純粋なカルシウムカーバイドのみの反応による化学量論的理論値よりも小さくなっている。これは、我が国では生石灰が過剰な状態でカルシウムカーバイドの生産を行っているためである。カルシウムカーバイドは高純度なほど融点が高くなるため、低温部では粘度が大きくなり固まってしまい製造に支障を来たすことから、意図的にカルシウムカーバイドの純度を抑えて融点を下げている。また、安全性の観点からも、製品の反応性を下げるために純度を抑えている。

■　活動量

カルシウムカーバイドの生産量については、カーバイド工業会により提供されたカルシウムカーバイドの生産量を用いた。この生産量は、原料として使用された未反応の生石灰を含んでいる。なお、データは秘匿扱いである。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、還元剤起源、使用時ともに 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 10%を採用した。活動量の不確実性については、還元剤起源、使用時ともに 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は還元剤起源、使用時ともに 11%と評価された。

■　時系列の一貫性

カルシウムカーバイド製造の活動量はカーバイド工業会より提供を受けたデータをもとに、1990 年度値から一貫して使用している。排出係数については、1990 年度から 2007 年度まで一定値を使用している。2008 年度以降は我が国独自の排出係数を使用しているが、1990 年度まで遡っての、生産規模や製造技術改良等、国独自の排出係数を設定するためのデータが把握できないことから、2007 年度以前の算定にはデフォルトの排出係数を使用した。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.6. 二酸化チタン製造（2.B.6.）

a）排出源カテゴリーの説明

二酸化チタン（TiO_2）は白色顔料の一種であり、紙、プラスチック、ゴム、セラミック、織物、床カバー、印刷インキ、塗料等の顔料として一般的に使用されている。結晶構造によってアナターゼ型（正方晶）とルチル型（正方晶）に分類され、アナターゼ型は硫酸チタンを加水分解して焼成（硫酸法）、あるいはチタンスラグから製造され、ルチル型は合成ルチルからの分離、あるいは塩化チタンに高温で酸素と反応させて製造（塩素法）される。

チタンスラグ製造における電気炉での炭素電極の酸化反応、合成ルチル製造中の黒炭の酸

化反応、及び塩素法におけるオイルコークスの酸化反応により CO_2 が排出される。塩素法による CO_2 発生メカニズムは下式のとおり。

$$2TiO_2 + 4Cl_2 + 3C \rightarrow 2TiCl_4 + 2CO + CO_2$$
$$TiCl_4 + O_2 \rightarrow TiO_2 + 2Cl_2$$

b）方法論

■　算定方法

ルチル型二酸化チタン（塩素法）については、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、CO_2 排出を伴う塩素法により生産される酸化チタン生産量（ルチル型）に、事業者固有の排出係数を乗じて排出量を算定する。

ルチル型二酸化チタン（合成ルチルからの分離）については、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、合成ルチル生産量に、デフォルトの排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

ルチル型二酸化チタン（塩素法）については、事業者におけるプロセスへのコークス投入量等を基に以下のように算出した排出係数を使用する。

$$E = (CI - CO) \times CC \times 44/12$$
$$EF = E / AD$$

E	: CO_2 排出量
CI	: コークス投入量
CO	: キャリーオーバー量（未反応のまま残った原料）
CC	: コークス固定炭素純度
EF	: CO_2 排出係数
AD	: 二酸化チタン生産量

なお、上記算出法により排出係数が得られているのは 2011～2013 年度の 3 カ年のみのため、1990～2010 年度については 3 カ年の平均値を使用する。（2011 年度以降は酸化チタン工業会から提供された国独自の排出係数を用いている）

2006 年 IPCC ガイドラインに記載されている上述の化学反応に従うと、二酸化チタン 2mol につき、3mol の CO_2 が発生することになるが、日本の事業者の場合、約 1,000℃の高温状態での反応であり、上述の化学反応に加え、2 番目の反応（$TiO_2 + 2Cl_2 + 2CO \rightarrow TiCl_4 + 2CO_2$ の反応）も同時に生じており、CO が消費されていることから、ルチル型二酸化チタンの CO_2 排出係数は IPCC デフォルト値よりも低い。CO が全て 1 番目に述べた反応で消費されると仮定すると、二酸化チタン 1 mol につき、1 mol の CO_2 しか生じないことになる。（プロセス中の余剰炭素は存在せず、CO_2 はすべて投入したコークス由来のものである。）

ルチル型二酸化チタン（合成ルチルからの分離）については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（1.43 t-CO_2/t）を用いた。

■　活動量

ルチル型二酸化チタンの生産量（塩素法）については、酸化チタン工業会により提供された CO_2 排出を伴う塩素法により生産される酸化チタンの生産量を用いた。

ルチル型二酸化チタン（合成ルチルからの分離）の生産量については、経済産業省により提供された合成ルチルの生産量を用いた。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、ルチル型二酸化チタン、合成ルチルともに 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 15%、10%をそれぞれ採用した。活動量の不確実性については、ルチル型二酸化チタン、合成ルチルともに 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性はそれぞれ 16%、11%と評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は酸化チタン工業会・経済産業省より提供を受けたデータをもとに、1990 年度値から一貫して使用している。排出係数については、酸化チタン工業会から提供されたデータを一貫して使用している。従って、二酸化チタン製造による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.7. ソーダ灰の製造（2.B.7.）

我が国では、塩安（NH_4Cl）ソーダ法によりソーダ灰（Na_2CO_3）の生産が行われている。ソーダ灰の製造工程においては、石灰石とコークスを石灰炉で焼成しており、その際に CO_2 が排出される。石灰起源の CO_2 はそのほとんどが製品中へ取り込まれる。

ソーダ灰の製造工程において、購入した CO_2 をパイプラインで投入する場合があるが、この排出量はアンモニア工業から排出される CO_2 であるため、「アンモニア製造（2.B.1.）」で既に計上されている。また、コークスの消費量については、加熱用として「石油等消費動態統計」に記載されているため、コークス起源の CO_2 排出量は既に「燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）」に計上されている。従って、当該排出源からの排出量は、全て他分野にて既に計上されているため、「IE」と報告している。また、コークスについては熱源及び CO_2 源として投入されている。なお、コークス起源の CO_2 排出量の計上先に関する考え方は鉄鋼製造と同様である。

なお、2006 年 IPCC ガイドラインには、トロナ（$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$）の焼成等による CO_2 排出量の算定方法が示されているが、我が国ではトロナを焼成してソーダ灰を製造している実績がないため、排出量は算定しない。

4.3.8. 石油化学及びカーボンブラック製造（2.B.8.）

4.3.8.1. メタノール製造（2.B.8.a.）

a）排出源カテゴリーの説明

メタノールの製造に伴い CO_2 及び CH_4 が排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

メタノールの製造に伴う CO_2 及び CH_4 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づいて算定した。

関連業界団体によれば、メタノールの生産（合成）は、内外価格差のため、我が国においては 1995 年で終了し、その後はメタノールを全て輸入しており、1995 年頃には国内のメタノール生産プラントもなくなっている。

従って、1990～1995 年度までは、業界団体統計による生産量を使用して、排出量を報告し、1996 年度以降については、我が国ではメタノールの生産（合成）が行われていないと考えられることから「NO」と報告している。

■ 排出係数

CO_2 については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された、メタノールのデフォルト値のうち、我が国固有の製法に応じた値を用いた。排出係数は、0.67［t-CO_2/t］（2006 年 IPCC ガイドライン vol.3 p3.73 Table 3.12）。

CH_4 については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された、メタノールのデフォルト値を用いた。排出係数は、2.3［kg-CH_4/t］（2006 年 IPCC ガイドライン vol.3 p3.74）。

■ 活動量

メタノール製造に伴う CO_2 及び CH_4 排出の活動量については、メタノールの生産量（暦年値、メタノール・ホルマリン協会調べ）を用いた。

表 4-21　メタノール生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
メタノール生産量	kt	84	75	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の－30～＋30%（CO_2）、－80～＋30%（CH_4）を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された類似化学製品のデフォルト値の－5～＋5%を採用した。その結果、CO_2 及び CH_4 の排出量の不確実性はそれぞれ－30～＋30%、－80～＋30%と評価された。

■ 時系列の一貫性

メタノール製造の活動量はメタノール・ホルマリン協会からの提供データをもとに、1990 年～1995 年まで一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年から一定値を使用している。従って、メタノール製造による CO_2 及び CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.2. エチレン製造（2.B.8.b）

a） 排出源カテゴリーの説明

1） CO_2、CH_4

エチレンの生産工程で CO_2 が排出される。また、エチレン生産の過程で、スチーム・クラッキング法によるナフサ分解により CH_4 が排出される。

なお、エチレン生産における炭素ロス分は、「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）のエネルギー転換部門の石油化学で計上している。石油化学は、ナフサ・改質生成油から基礎化学原料を生産する工場で、製油所ガスや燃料油などの各種の石油製品が副生する過程をエネルギー転換とみなして表している部門である。

2） N_2O

エチレン原料のナフサには窒素がほとんど含まれず、また、エチレン製造は酸素がほとんど存在しない状態で行われる。原理的に N_2O の排出はない、と専門家判断している。

b） 方法論

■　算定方法

エチレン製造に伴う CH_4、CO_2 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 1 手法に基づき、エチレンの生産量に我が国独自の排出係数を乗じて、排出量を算定した。

なお、エチレン製造（スチーム・クラッキングプロセス）における原料に起因する副生ガスのエネルギー利用に伴う CO_2 排出量については、「総合エネルギー統計」の「石油化学製品動力燃料」部門における「製油所ガス」による排出量に含まれると考えられ、当該排出量については、「1.A.2.c. 製造業・建設業―化学」における排出量として計上済みである。

■　排出係数

○　CO_2

石油化学工業協会がエチレン製造に伴う CO_2 排出係数に関する調査を 2009 年に実施したので、その調査結果を用いて、我が国独自の排出係数を設定した。この CO_2 排出係数は、石油化学工業協会が全エチレン製造事業者から収集したデコーキング等からの CO_2 排出量とエチレン生産量データに基づき設定している。この国独自の排出係数の捕捉範囲を石油化学工業協会に確認したところ、この国独自の排出係数の設定に当たって調査対象とした排出プロセスはデコーキングなどであり、したがって非エネルギー由来の CO_2 が発生する工程はこの調査で網羅されている。

また日本は、IPCC デフォルト排出係数には原料に起因する副生ガスのエネルギー利用に伴う CO_2 排出量が含まれるが、前述の通り日本では 1.A.2.c カテゴリーに計上しており国独自の排出係数には含まれないため、IPCC デフォルト値との間に差異が生じていると考えている。「1.A.2.c. 製造業及び建設業―化学」に計上している CO_2 排出量と、IPCC デフォルト値を用いた試算値の規模感やトレンドは概ね一致することもまた確認している。

なお、当該排出係数は秘匿とする。

○　CH_4

我が国の実態を踏まえ、全事業所における定常運転時・非定常運転時におけるフレアスタックからの排ガス量の推計値（入り口量の 98%が燃焼したものと仮定[2]）、ナフサ分解炉及び再生ガス加熱炉からの排ガス量の測定値を生産量で除して各社ごとの排出係数を算出し、各

[2] IPCC グッドプラクティスガイダンスに示されるフレアリング効率 98%の値（Table 2.16 note e）をもとに仮定したもの。

社の生産量による加重平均をとって排出係数を設定した。（石油化学工業協会調べ）なお、当該排出係数は秘匿とする。

石油化学工業協会によると、高圧ガス保安法により、プラント内のガス漏洩は検出限界以下（ほぼゼロ）で管理されているため、フランジ、バルブ、その他プロセス装置からのナフサのスチーム・クラッキングからの漏出はほとんどないと考えられる。

■　活動量

エチレン製造に伴う CH_4、CO_2 排出の活動量については、「生産動態統計年報　化学工業統計編」に示されたエチレン生産量を用いた。

表 4-22　エチレン生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
エチレン生産量	kt	5,966	6,951	7,566	7,549	6,999	6,261	6,764	6,687	6,780	6,286	6,459	6,186	6,282	6,043	6,102

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

エチレン製造の CO_2、CH_4 の不確実性については同じ方法で評価した。排出係数の不確実性については、統計的処理により 95%信頼区間を求め不確実性評価を行った。その結果、排出係数の不確実性は、CO_2、CH_4 ともに 77%と評価された。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、エチレン製造に伴う CO_2、CH_4 の排出量は共に 77%と評価された。

■　時系列の一貫性

エチレン製造の活動量は「生産動態統計年報　化学工業統計編」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、エチレン製造による CO_2、CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.3. 1,2-ジクロロエタン及びクロロエチレン製造（2.B.8.c）

a）排出源カテゴリーの説明

1）CO_2

1,2-ジクロロエタンは、ポリ塩化ビニルの前駆体とされ、主にクロロエチレンの生産に使用される。その他には、洗浄剤、溶媒、殺虫剤、薫蒸剤等に使用される。直接塩素化法あるいはオキシ塩素化法、さらには両者を併用した製法によって製造され、直接塩素化法では塩素とエチレンの気相反応により 1,2-ジクロロエタンが生成し、オキシ塩素化法では塩酸と酸素とエチレンの気相反応により 1,2-ジクロロエタンが生成する。オキシ塩素化法のエチレン酸化反応の過程において CO_2 が排出される（下式）。

$$C_2H_4 + 0.5O_2 + 2HCl \rightarrow C_2H_4Cl_2 + H_2O$$
$$[C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O]$$

生成した 1,2-ジクロロエタンは、加熱により、ポリ塩化ビニルの前駆物質であるクロロエチレンモノマーと塩化水素に分解される。オキシ塩素化法では、このときに生成する塩化水素を利用できるため、直接塩素化法とオキシ塩素化法を併用した製法が普及した。両者併用プロセスにおいても上式により CO_2 が排出される。

2） CH_4

1,2-ジクロロエタンは洗浄、精製工程、熱分解工程を経てクロロエチレン（C_2H_3Cl）となるが、反応の際に発生する排ガス、洗浄、精製工程の排ガス中にごくわずかの CH_4 が生成される。

b） 方法論

■　算定方法

CO_2 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、国内総生産量に、工場別データを基に設定した我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

CH_4 排出については、1990～2000 年度については、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、国内総生産量に、工場別データを基に設定した我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。但し、塩ビ工業・環境協会によると、排ガス燃焼設備の導入が全てのプラントにおいて完了し、排ガス中の CH_4 が検出限界未満となったとのことから、2001 年度以降は、NO として報告する。（燃焼処理した分は回収量として報告）。

■　排出係数

○　CO_2

塩ビ工業･環境協会より提供を受けた､クロロエチレン生産量ベースの CO_2 排出係数（0.0647 t-CO_2/tVCM）を全年度に適用する。

この排出係数は、我が国において、1,2-ジクロロエタン・クロロエチレンを製造している事業者 5 社の 2012 年における CO_2 排出量実測値の合計値を同年のクロロエチレン国内総生産量で除したものである。

なお、デフォルト値 0.294 t-CO_2/t-VCM には補助燃料の燃焼に伴う CO_2 も含まれるが、本排出係数はエネルギー分野との二重計上を回避するため、補助燃料の燃焼に伴う CO_2 排出を除いており、デフォルト値よりも小さい値となっている。

○　CH_4

1990～2000 年度については、塩ビ工業・環境協会加盟 3 社（生産量の約 70%）の排ガス中 CH_4 濃度を実測し、加重平均して排出係数を設定した。排出係数は、0.0050［kg-CH_4/t］。1,2-ジクロロエタンを製造している各社の製造プロセスに関する情報を踏まえ、この排出係数の代表性は確認されている。（塩ビ工業・環境協会調べ）排ガス燃焼装置の設置が進んでおり、テールガス中の CH_4 の割合は IPCC デフォルト値より低く、現在は検出可能なレベル以下になっている。2001 年度以降については、排出係数は設定しない。

■　活動量

CO_2 排出の活動量については、「生産動態統計年報　化学工業統計編」に示された塩化ビニルモノマー（クロロエチレン）の生産量（年度値）を用いた。

CH_4 排出の活動量については、「生産動態統計年報　化学工業統計編」に示された二塩化エチレン（1,2-ジクロロエタン）の生産量（年度値）を用いた。

表 4-23　塩化ビニルモノマー（クロロエチレン）生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
塩化ビニルモノマー生産量	kt	2,316	2,648	2,976	3,098	2,850	2,009	2,286	2,315	2,616	2,621	2,706	2,664	2,713	2,690	2,735

表 4-24　二塩化エチレン（1,2-ジクロロエタン）生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1,2-ジクロロエタン生産量	kt	2,683	3,014	3,346	3,639	3,155	2,558	2,733	2,730	3,003	3,012	3,158	3,113	3,297	3,263	3,451

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

CO_2、CH_4 の排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の－50～＋20%、－10～＋10%をそれぞれ採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性はそれぞれ－50～＋21%、－11～＋11%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

活動量は「生産動態統計年報　化学工業統計編」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、時系列の一貫性は担保されている。

d）**QA/QC と検証**

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.3.8.4. 酸化エチレン（2.B.8.d）

a）**排出源カテゴリーの説明**

酸化エチレンは、触媒存在下で酸素とエチレンを反応させることにより製造され、副生成物として CO_2 が排出される（下式）。酸素は、空気で供給あるいは空気を分離した純酸素で供給の二つの方法がある。

$$C_2H_4 + 0.5O_2 \rightarrow C_2H_4O$$
$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

発生した CO_2 は一部がベントにより大気放出され、一部が炭酸塩溶液により回収され食料品製造等に利用される。

一般的に酸化エチレン製造は、ガスを循環利用するプロセスであり、原料ガス中に含まれる微量の反応しない不純物（アルゴンや窒素など）の蓄積による圧力上昇を抑えるために一部系外にパージする必要があり、排ガスとなる。この排ガスには、エチレンやメタン、酸素、アルゴンなどが含まれ、一般的にはそのまま燃焼処理するが、漏出やベントにより CH_4 が排出される場合もある。

b） 方法論

■　算定方法

○　CO_2

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 3 手法に基づき、国内総生産量に、工場別データを基に設定した我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。また、回収を反映していない排出係数と、回収量を差し引いた実排出係数の 2 通りの排出係数により排出量を算定し、その差分を CO_2 回収量として「2.H.2.食品・飲料産業」で計上することとする（下式参照）。

$$E_{CO_2} = EO \times EF_1$$

E_{CO2}　：酸化エチレン製造に伴う CO_2 排出量
EO　：酸化エチレンの年間生産量
EF_1　：酸化エチレンの生産量当たり CO_2 排出量（CO_2 回収を考慮）

$$R_{CO_2} = EO \times EF_2 - E_{CO_2}$$

R_{CO2}　：酸化エチレン製造プロセスからの CO_2 回収量
EO　：酸化エチレンの年間生産量
EF_2　：酸化エチレンの生産量当たり CO_2 排出量（CO_2 回収を考慮せず）

○　CH_4

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、排出がみられる事業者における酸化エチレン生産量に、当該事業者による実測結果に基づく事業者独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

○　CO_2

生産量あたりの排出係数（回収を考慮：0.24 t-CO_2/t、回収を考慮せず：0.33 t-CO_2/t）を使用する（石油化学工業協会提供）。排出係数は、国内の全工場における工場別の排出係数を単純平均したものであり、各工場において投入された原料及び副資材の量と、製品及び副産物の生産量の炭素収支等を基に算出されている。工場別の生産量データは秘匿情報に当たり加重平均が困難であること、我が国では酸化エチレンは全て同一の製造プロセス（酸素法）により製造されていることから、単純平均としても実態からの乖離は軽微であると判断した。なお、我が国の酸素法では触媒の選択性がデフォルト値の設定よりも高いため、排出係数（回収を考慮せず）はデフォルト値 0.663 t-CO_2/t よりも低い値となっている。

○　CH_4

当該事業者での実測結果に基づく事業者独自の排出係数を使用する。排出係数設定に用いられた CH_4 排出量データは、当該事業者において、プロセスから排ガスをパージする際に外部から導入したガス中の CH_4 量を基に、大気中に排出された CH_4 量を推定したものである。ただし、データが把握されているのは 2004 年度以降のみのため、2003 年度以前については、2004～2006 年度の 3 カ年平均排出係数を固定値として使用する。なお、データは秘匿情報である。

■　活動量

○　CO_2

「生産動態統計年報　化学工業統計編」における酸化エチレン生産量を使用する（表 4-25）。

表 4-25　酸化エチレン生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
酸化エチレン生産量	kt	714	795	961	1,001	843	849	915	894	923	882	945	893	878	790	818

○　CH_4

当該事業者における酸化エチレン生産量を使用する。なおデータは秘匿情報である。

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

CO_2 の排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 10%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 11%と評価された。

CH_4 の排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 60%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 60%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

酸化エチレン製造の活動量は、CO_2 は「生産動態統計年報　化学工業統計編」、CH_4 は排出事業者提供のデータをもとに、それぞれ 1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数もそれぞれ同じソースのデータをもとに設定されている。従って、酸化エチレン製造による CO_2、CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）**QA/QC と検証**

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.3.8.5. アクリルニトリル（2.B.8.e）

a）**排出源カテゴリーの説明**

1）CO_2

アクリロニトリル（C_3H_3N）は、アクリル繊維や合成樹脂の原料として利用されており、主に金属触媒の存在下でプロピレンにアンモニアと酸素を作用（アンモ酸化）させるソハイオ法により生産されている。プロピレンの約 85%が反応してアクリロニトリル、あるいは副産品であるアセトニトリル、シアン化水素を生成する（式 1～3）。残りのプロピレンについては、副反応により他の炭化水素を介して、あるいは直接酸化されて CO_2 として排出される（式 4）。

式 1　アクリロニトリルの生成反応

$$CH_2 = CHCH_3 + 1.5O_2 + NH_3 \rightarrow CH_2 = CHCN + 3H_2O$$

式 2　シアン化水素の生成反応

$$CH_2 = CHCH_3 + 3O_2 + 3NH_3 \rightarrow 3HCN + 6H_2O$$

式 3　アセトニトリルの生成反応

$$CH_2 = CHCH_3 + 1.5O_2 + 1.5NH_3 \rightarrow 1.5CH_3CN + 3H_2O$$

式 4　CO_2 の生成反応

$$CH_2 = \quad CHCH_3 + 4.5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$$

2）CH_4

我が国のアクリロニトリルプラントにおいては、CH_4 についてオフガスを分析しているが、検出されていないため、注釈記号 NA により報告を行う。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 3 手法に基づき、国内総生産量に、工場別データに基づく我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定した。

■　排出係数

生産量ベースの CO_2 排出係数（0.73 t-CO_2/t）を全年度に適用する（石油化学工業協会提供）。この排出係数は、各工場において投入された原料・副資材投入量と製品・副産物産出量の炭素収支等を基に設定した各工場別 CO_2 排出係数を、国内の全工場について単純平均したものである。これは、工場別の生産量データが秘匿情報に当たり加重平均が困難であること、我が国ではアクリロニトリルは全て同一の製造プロセス（ソハイオ法）により製造されていることから、単純平均としても実態からの乖離は軽微であるためである。

なお、我が国のアクリロニトリル製造プロセスにおいては、アセトニトリルとシアン化水素が製品として回収されているため、2006 年 IPCC ガイドラインにおけるアセトニトリルとシアン化水素が製品として回収されている場合のデフォルト値（0.79 t-CO_2/t）に近い値となっている。やや下回っているのは、原単位改善等の効果によるものである。

■　活動量

「生産動態統計年報　化学工業統計編」におけるアクリロニトリル生産量を使用する。

表 4-26　アクリロニトリル生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
アクリロニトリル生産量	kt	602	652	734	697	718	553	499	468	431	437	443	467	457	420	445

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 60%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性評価は 60%として評価された。

■　時系列の一貫性

アクリロニトリル製造の活動量は「生産動態統計年報　化学工業統計編」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、アクリロニトリル製造による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）　再計算

特になし。

f）　今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.6. カーボンブラック製造（2.B.8.f）

a）　排出源カテゴリーの説明

カーボンブラックは主に石油精製や金属精錬過程で副生成物として得られるオイルやガスを高温ガス中で不完全燃焼させて製造される。（ファーネスブラック法）カーボンブラック製造プロセスから排出されるテールガス（オフガス）に含まれる CO_2、CH_4 が大気中に排出される。

b）　方法論

■　算定方法

○　CO_2

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、国内総生産量に我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

○　CH_4

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、カーボンブラックの生産量に工場別データをもとに設定した我が国独自の排出係数を乗じて算定する。

■　排出係数

○　CO_2

反応炉を加熱するために投入される天然ガス起源（二次原料起源）の CO_2 については、「燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）」において既に計上されていると考えられるため、カーボンブラックの直接的な原料となるオイル・ガス起源（一次原料起源）の CO_2 のみを計上する。排出係数は、カーボンブラック協会より提供を受けた生産量ベースの CO_2 排出係数（2.06 t-CO_2/t）を使用する。この値は、カーボンブラック協会会員会社 5 社における実測値（原料中の炭素分からカーボンブラック製品中の残留分を差し引いたものを CO_2 換算し、製品重量当たりとしたもの）を生産量により加重平均したものであり、協会会員 5 社で国内生産・販売量の 95%以上を占めているため、代表性を有すると考えられる。なお、5 社はいずれもオイルファーネス法により製造しており、各社の排出係数のばらつきはそれほど大きくなく、年次変動もほとんどない。

○　CH_4

我が国のカーボンブラック生産プラントにおいて、CH_4 が大気中に排出されるのは、定常運転ではない停止・立ち上げ時のベントによるもののみである。また、カーボンブラック協会「カーボンブラック便覧」によると、我が国のカーボンブラック生産プラントから排出される平均的テールガスにおいては、CH_4 濃度が 0.6 wt%、CO、CO_2、CH_4 の合計濃度は 21.5 wt%とのことであり、定常運転時も停止・立ち上げ時も同じ組成とのことである。したがって、CO_2 排出係数（2.06 t-CO_2/t）より、CH_4 排出係数は下式により算出される。データは秘匿である。

$$EF_{CH4} = 2.06\ [\text{t-}CO_2/\text{t}] \times R \times 0.6\ [\text{wt\%}] / 21.5\ [\text{wt\%}] \times 16/44$$

EF_{CH4}　：カーボンブラックの製造に伴う CH_4 排出係数
R　：全稼働時間に占める停止・立ち上げ時のベント時間の割合

なお、我が国のカーボンブラック製造においては、プロセス中は負圧となっており、基本的に系外にガスが漏出することはないため、ベントによる排出量のみを算定する。

■　活動量

カーボンブラック製造に伴う CO_2、CH_4 排出の活動量については、「生産動態統計年報　化学工業統計編」に示されたカーボンブラック生産量を用いた。

表 4-27　カーボンブラック生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
カーボンブラック生産量	kt	793	759	772	805	730	612	628	608	563	567	597	611	572	476	582

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、統計的処理により 95%信頼区間を求め不確実性評価を行った。その結果、排出係数の不確実性は、CO_2、CH_4 ともに 55%と評価された。活動量の不確実性については、CO_2、CH_4 ともに 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性評価は CO_2、CH_4 ともに 55%として評価された。

■　時系列の一貫性

カーボンブラック製造の活動量は「生産動態統計年報　化学工業統計編」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.7. スチレン製造（2.B.8.g.-）

a）排出源カテゴリーの説明

スチレンの製造に伴い CH_4 が排出される。

b）方法論

■　算定方法

スチレン製造に伴う CH_4 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された手法に基づき、スチレンの生産量に我が国独自の排出係数を乗じて算定した。

■　排出係数

国内全事業所における定常運転時・非定常運転時におけるフレアスタックからの排ガス量の推計値（入り口量の 98%が燃焼したものと仮定。脚注 2 参照。）及び加熱炉等からの排ガス

量の測定値を生産量で除して各社ごとの排出係数を算出し、各社の生産量による加重平均をとって排出係数を設定した。（石油化学工業協会調べ）。なお、当該排出係数は秘匿とする。

■　活動量

スチレン製造に伴う CH_4 排出の活動量については、「生産動態統計年報　化学工業統計編」に示されたスチレンモノマーの生産量を用いた。

表 4-28　スチレン（モノマー）生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
スチレン生産量	kt	2,227	2,952	3,020	3,375	3,019	2,426	2,539	2,518	2,260	1,952	2,100	1,994	1,980	1,874	1,898

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

スチレン製造に伴う CH_4 の排出係数の不確実性については、統計的処理により 95%信頼区間を求め不確実性評価を行った。その結果、排出係数の不確実性は、113%と評価された。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 113%と評価された。

■　時系列の一貫性

スチレン製造の活動量は、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、スチレン製造による CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.8. 無水フタル酸製造（2.B.8.g.-）

a）排出源カテゴリーの説明

無水フタル酸は、可塑剤、合成樹脂、塗料、染料等の原料として使用されている。無水フタル酸製造時には、ナフタレン酸化、o-キシレン酸化の反応により CO、CO_2 が排出される。CO も燃焼され最終的には CO_2 として排出される。

b）方法論

■　算定方法

無水フタル酸生産量に生産量当たり排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

製品及びその他の副生物とならなかった C が最終的に CO_2 になるとみなし、無水フタル酸の製法別の製品・副生物の収率［mol%］（石油学会「石油化学プロセス」）より CO_2 の生成比率［mol%］を算出する。さらに、CO_2 と製品の生成比率と各物質の分子量より、製品の生産量当たりの CO_2 排出量を算出し、製法別の排出係数とする。なお、「石油化学プロセス」にお

いては、収率は上限値及び下限値が示されているため、ここでは中央値を基に排出係数を設定する。

表 4-29　無水フタル酸製造における製法別物質生成率

製法	製品収率［mol%］	無水マレイン酸［mol%］	その他［mol%］	CO_2※［mol%］	排出係数※［t-CO_2/t］
ナフタレン酸化	87-91	3-5	1	2-8	0.19
o-キシレン酸化	80-83	4-6	1-2	10-16	0.54

（出典）「石油化学プロセス」（但し※を除く）

さらに、重化学工業通信社「化学品ハンドブック」の我が国における各年度別・製法別の無水フタル酸生産能力により、年度ごとに加重平均を行い、我が国を代表する排出係数とする。

表 4-30　無水フタル酸生産能力に基づく加重平均排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
無水フタル酸製造時の排出係数	t-CO_2/t	0.39	0.39	0.41	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37

（注）1995 年度以前は製法別の生産能力不明のため 1996 年度の排出係数を用いる。

■　活動量

「生産動態統計年報　化学工業統計編」における無水フタル酸生産量を使用する。

表 4-31　無水フタル酸生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
無水フタル酸生産量	kt	300	319	288	216	160	162	158	156	159	156	163	155	160	137	151

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、排出係数の設定に使用した収率の理論値の上限値・下限値より設定した 32%を使用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 32%と評価された。

■　時系列の一貫性

無水フタル酸の活動量は「生産動態統計年報　化学工業統計編」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数についても一貫した方法を使用して、算定している。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.9. 無水マレイン酸製造（2.B.8.g.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

無水マレイン酸は、不飽和ポリエステル樹脂原料をはじめとして、樹脂改良材、食品添加物、医薬原料、リンゴ酸、コハク酸等の有機酸の合成原料として使用されている。無水マレイン酸製造時には、ベンゼン法、n-ブタン法の反応により CO、CO_2 が排出される。CO も燃焼され最終的には CO_2 として排出される。

b） 方法論

■　算定方法

無水マレイン酸生産量に生産量当たり排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

製品及びその他の副生物とならなかった C が最終的に CO_2 になるとみなし、無水マレイン酸の製法別の製品･副生物の収率［mol%］（「石油化学プロセス」）より CO_2 の生成比率［mol%］を算出する。さらに、CO_2 と製品の生成比率と各物質の分子量より、製品の生産量当たりの CO_2 排出量を算出し、製法別の排出係数とする。なお、「石油化学プロセス」においては、収率は上限値及び下限値が示されているため、ここでは中央値をもとに排出係数を設定する。

表 4-32　無水マレイン酸製造における製法別物質生成率

製法	製品収率［mol%］	CO_2※［mol%］	排出係数※［t-CO_2/t］
ベンゼン法	70-80	20-30	0.74
n-ブタン法	55-60	40-45	1.65

（出典）「石油化学プロセス」（但し※を除く）

さらに、「化学品ハンドブック」の我が国における各年度別・製法別の無水マレイン酸生産能力により、年度ごとに加重平均を行い、我が国を代表する排出係数とする。

表 4-33　無水マレイン酸生産能力に基づく加重平均排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
無水マレイン酸製造時の排出係数	t-CO_2/t	1.20	1.20	1.23	1.11	1.11	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.06	1.06	1.06

（注）1995 年度以前は製法別の生産能力不明のため 1996 年度の排出係数を用いる。

■　活動量

「生産動態統計年報　化学工業統計編」における無水マレイン酸生産量を使用する。

表 4-34　無水マレイン酸生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
無水マレイン酸生産量	kt	103	116	132	103	93	75	86	85	87	88	90	89	80	74	87

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、排出係数の設定に使用した収率の理論値の上限値・下限値より設定した 16%を使用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 17%と評価された。

■　時系列の一貫性

無水マレイン酸の活動量は、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数についても一貫した方法を使用して、算定している。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.8.10. 水素製造（2.B.8.g.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

天然ガスや石油等の化石燃料を水蒸気改質して水素を製造する際に CO_2 が発生する。なお、石油精製やエチレン製造等においても水素が副生し、回収利用されているが、関連排出量はすでに他のカテゴリーで計上済みであるため、ここでは、水素そのものを得ることを目的として、原料から水素を製造している場合の CO_2 排出量を対象とする。

b） 方法論

■ 算定方法

水素生産量に生産量当たり排出係数を乗じて排出量を算定する。

■ 排出係数

日本産業・医療ガス協会加盟企業からの報告値に基づく産業ガスメーカーにおける CO_2 排出量の合計値を、同アンケート結果に基づく水素生産量の合計値で割った生産量当たりの CO_2 排出量を排出係数とする。

表 4-35　水素製造における排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
水素製造時の排出係数	$t\text{-}CO_2/10^3Nm^3$	0.82	0.83	0.83	0.88	0.87	0.88	0.86	0.85	0.85	0.84	0.86	0.86	0.84	0.83	0.82

■ 活動量

日本産業・医療ガス協会加盟企業からの報告値に基づく CO_2 排出を伴う製造プロセスにより生産された水素生産量を使用する。

表 4-36　水素生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
水素生産量	10^3Nm^3	7,431	25,116	46,562	37,911	38,889	34,846	32,170	28,394	32,257	34,235	34,095	33,574	24,788	23,567	20,348

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性は、エチレン製造の不確実性 77%を使用した。同様に、活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、水素製造に伴う CO_2 の排出量の不確実性は 77%と評価された。

■ 時系列の一貫性

活動量は 1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数についても一貫した方法を使用して、算定している。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

排出係数が更新されたため、2020 年度について、再計算が行われた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.9. フッ化物製造（2.B.9.）

4.3.9.1. 副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

HCFC-22 の製造に伴い HFC-23 が副生ガスとして排出される。

b） 方法論

■　算定方法

国内の HCFC-22 製造プラントにおける HFC-23 の副生量から、副生 HFC-23 の回収・破壊量（実測値）を減じて排出量を算定した。HFC-23 の副生量は、HCFC-22 の製造量に、HFC-23 副生率（リアクター内部の組成分析を実施し、分析結果から設定）をかけて求めた。排出係数は国独自のものである。

プラントの稼働中は回収・除害装置は常に稼働しており、もし、装置にトラブルが発生した場合には、プラントの稼働を止める運転管理を行っており、回収・除害を実施できなかった部分についてはデータに反映されている。

$$E = P_{HCFC\text{-}22} \times EF - R$$

E ：HCFC-22 の製造に伴う副生 HFC-23 の排出量［t］
$P_{HCFC\text{-}22}$ ：HCFC-22 生産量［t］
EF ：HFC-23 副生率［%］
R ：回収・破壊量［t］

表 4-37　HCFC-22 の製造に伴う副生 HFC-23 の排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HCFC-22の生産量	t	60,122	81,000	95,271	65,715	46,149	54,388	47,546	51,753	49,116	48,833	52,646	56,933	57,872	44,733	53,326
HFC-23副生率	%	2.13%	2.13%	1.70%	1.90%	2.01%	1.60%	1.41%	1.46%	1.46%	1.38%	1.47%	1.80%	1.88%	2.06%	1.81%
HCFC-22生産に対する排出割合	%	1.79%	1.79%	1.11%	0.06%	0.01%	0.002%	0.002%	0.003%	0.004%	0.003%	0.005%	0.001%	0.002%	0.021%	0.017%
排出量	t	1,076.27	1,450.00	1,060.00	39.60	3.60	1.20	1.10	1.60	2.00	1.60	2.60	0.80	0.90	9.50	8.90
	kt-CO_2換算	15,929	21,460	15,688	586	53	18	16	24	30	24	38	12	13	141	132

（出典）経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ資料（以下「フロン類等対策ワーキンググループ資料」という）、平成 25 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料（以下「平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料」という）

（注）　2004 年に全ての製造設備に回収・破壊装置が設置されたことにより、排出量が減少している。HCFC-22 生産に対する排出割合が低いのは、破壊設備の運転管理、保守技術の向上による設備稼働率低下防止に取り組んだためである。その後も継続的に運転管理技術等の改善に取り組んだため、排出の抑制が進んでいる。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年についてはフッ素樹脂生産量・フッ素樹脂生産量に対するフッ素樹脂原料用の HCFC-22 の割合（データ入手可能な 1995～2006 年の平均）から推計したフッ素樹脂原料用の HCFC-22 生産量、及び HCFC 総出荷量[3]・1995 年の冷媒用途の HCFC-22 出荷量から推計した冷媒用途の HCFC-22 生産量推計値の合算値を総 HCFC-22 生産量とし、1995 年の HCFC-22 の生産量に対する排出割合のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

排出量の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインの 2%を採用した。

■　**時系列の一貫性**

1995 年以降の排出量については、経済産業省の製造産業分科会において、HFC 等 4 ガスの排出量を毎年継続的に集計している。1990～1994 年については、1995 年以降の関連データの外挿等をして算定を行っており、可能な限り時系列の一貫性に配慮している。

d）**QA/QC と検証**

製造産業分科会において集計されたデータを温室効果ガス排出量算定方法検討会において確認した上で、インベントリに使用している。また、日本国内全てのプラントで排出量の調査を行っている。組成分析の実施頻度については、あるプラントでは毎日測定を実施しているなど頻繁に実施している。濃度測定もプラントの排出口部分において実施している。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.3.9.2. 製造時の漏出（2.B.9.-）

a）**排出源カテゴリーの説明**

HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 製造時にガスが漏洩する。なお、回収容器の残存ガスを破壊処理して容器を洗浄する場合や、大気中に放出される場合は、これらの排出量は本サブカテゴリーの下で報告される。

b）**方法論**

■　**算定方法**

国内の HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 製造の各プラントにおいて、排出量を実測して計上した。回収除害等も考慮されている。プラントの稼働中は回収・除害装置は常に稼働しており、もし、装置にトラブルが発生した場合には、プラントの稼働を止める運転管理を行っている。

関連指標を下表に示す。

表 4-38　HFCs の製造時の漏出の排出量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCs排出量	kt-CO_2換算	2	559	296	449	128	120	131	101	83	149	95	88	119	76	120

[3] 通商産業省平成 9 年第 1 回化学品審議会リスク管理部会温室効果化学物質分科会通商産業省作成資料。

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」（日本フルオロカーボン協会データ）、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

（注）　国の支援を受けた除害装置の設置や製造工程の見直し等による排出削減の取組により、排出削減が進められている。

表 4-39　PFCs の製造時の漏出の排出量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PFCs排出量	kt-CO_2換算	331	914	1,661	1,041	248	148	111	107	115	97	81	87	64	74	79

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」（日本化学工業協会データ）、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

（注）　国の支援を受けた除害装置の設置や製造工程の見直し等による排出削減の取組により、排出削減が進められている。また、2011 年には希薄排出ガスの燃焼除害装置の設置で更なる排出削減を達成している。

表 4-40　SF_6 の製造時の漏出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SF_6の生産量	t	1,848.36	2,392.00	1,556.00	2,313.00	2,201.00	2,230.00	2,128.00	1,997.00	2,027.00	2,002.74	1,680.39	1,658.00	1,573.00	1,260.00	1,307.20
排出量	t	152.23	197.00	36.00	40.80	8.30	5.40	4.07	2.70	2.30	2.20	1.78	2.00	1.76	2.28	2.00
	kt-CO_2換算	3,471	4,492	821	930	189	123	93	62	52	50	41	46	40	52	46

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」（日本化学工業協会データ）、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

（注）　2009 年に全ての製造設備に回収・破壊装置が設置されたことにより、排出量が減少している。また、製造工程や出荷時の作業見直しによる排出削減が進められている。

表 4-41　NF_3 の製造時の漏出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NF_3の生産量	t	6.00	37.00	208.00	1,663.00	3,642.00	3,501.00	4,148.00	4,660.08	4,963.00	4,365.50	4,649.40	4,718.90	3,828.70	4,037.00	4,191.00
排出量	t	0.16	1.00	7.00	72.10	76.90	76.40	86.40	56.09	23.50	25.10	13.61	3.37	1.12	0.88	1.39
	kt-CO_2換算	3	17	120	1,240	1,323	1,314	1,486	965	404	432	234	58	19	15	24

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」（日本化学工業協会データ）

（注）　2014 年中盤からの除害装置の設置の拡充等により排出削減が進められている。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については HFCs、PFCs、SF_6 生産量と比例すると考えられる HFCs、PFCs、SF_6 出荷量[4]、1995 年の HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 の生産量に対する排出割合、1995 年の HFCs、PFCs の加重平均 GWP 値のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出量の不確実性は、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 いずれについても 2006 年 IPCC ガイドラインの 2%を採用した。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

[4] 通商産業省「平成 9 年第 1 回化学品審議会リスク管理部会温室効果化学物質分科会通商産業省作成資料」。以下 1990～1994 年排出量推計に用いている「国内出荷量」は同出典。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4. 金属産業（2.C.）

本カテゴリーは、金属製品の製造過程で大気中に排出される CO_2、CH_4、HFCs、PFCs、SF_6 を扱う。当該カテゴリーは、「2.C.1.鉄鋼製造」、「2.C.2.フェロアロイ製造」、「2.C.3.アルミニウム製造」、「2.C.4.マグネシウム製造」、「2.C.5.鉛製造」、「2.C.6.亜鉛製造」、「2.C.7.希土類金属製造」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 5,796 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 0.5%を占めている。このカテゴリーの CO_2 及び CH_4 について 1990 年度の排出量と比較すると 24.9%の減少となっている。HFCs、PFCs 及び SF_6 では 1990 年の排出量と比較すると 8.4%の減少となっている。

表 4-42　2.C. 金属産業からの排出量

ガス				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	2.C.1	鉄鋼製造	鉄鋼製造における電気炉の使用	kt-CO_2	298	328	190	231	152	167	140	160	132	143	170	175	139	91	189
			鉄鋼製造における石灰石・ドロマイトの使用	kt-CO_2	6,884	6,492	6,537	6,222	5,919	5,844	5,950	5,861	5,705	5,634	5,542	5,420	5,143	4,799	5,120
			副生ガスのフレアリング	kt-CO_2	25	56	102	174	243	212	256	245	223	213	192	181	168	133	149
	2.C.3	アルミニウム製造		kt-CO_2	58	29	11	11	8	7	5	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計			kt-CO_2	7,266	6,905	6,841	6,637	6,322	6,230	6,351	6,267	6,059	5,990	5,904	5,776	5,450	5,023	5,459
CH_4	2.C.1	鉄鋼製造	鉄鋼製造における電気炉の使用	kt-CH_4	0.74	0.72	0.67	0.68	0.59	0.59	0.60	0.59	0.55	0.55	0.59	0.60	0.54	0.49	0.56
	2.C.2	フェロアロイ製造		kt-CH_4	0.19	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.08	0.10
	合計			kt-CH_4	0.92	0.85	0.80	0.80	0.71	0.72	0.73	0.71	0.67	0.66	0.70	0.71	0.65	0.57	0.66
	合計			kt-CO_2換算	23	21	20	20	18	18	18	18	17	16	17	18	16	14	17
CO_2、CH_4合計				kt-CO_2換算	7,289	6,926	6,861	6,658	6,340	6,248	6,370	6,284	6,076	6,007	5,921	5,794	5,466	5,037	5,475
ガス				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCs	2.C.4	マグネシウム製造		kt-CO_2換算	NO	NO	NO	NO	NO	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
PFCs	2.C.3	アルミニウム製造		kt-CO_2換算	204	171	44	36	25	22	16	3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF_6	2.C.4	マグネシウム製造		t	6.43	5.00	43.00	48.42	12.88	8.00	7.00	8.00	10.00	13.80	10.80	12.00	11.00	13.00	14.00
				kt-CO_2換算	147	114	980	1,104	294	182	160	182	228	315	246	274	251	296	319
Fガス合計				kt-CO_2換算	350	285	1,024	1,140	319	206	177	187	229	316	248	275	252	298	321

4.4.1. 鉄鋼製造（2.C.1.）

「総合エネルギー統計」は、国内のエネルギー需給の状況を表した統計（エネルギーバランス表）である。2006 年 IPCC ガイドラインの 4.2.1 で述べられているように、炭素は製鉄プロセスで主に酸化鉄を鉄に変換する還元剤としての役割だけでなく、炭素と酸素が発熱反応したときに熱を供給するエネルギー源としての役割をも果たす。我が国では、還元剤として用いられるコークス等は「総合エネルギー統計」において燃料消費量の内数として含まれ、関連する排出量は 1.A.2.a（エネルギー分野－鉄鋼）で包括的に捕捉している。したがって、還元剤用途からの CO_2 排出量をエネルギー分野に割り当てても、総排出量に差は生じず、むしろ完全性が確保されるためより正確であり、1.A.2.a（エネルギー分野－鉄鋼）と 2.C.1.（IPPU 分野－鉄鋼製造）の合計は、2006 年 IPCC ガイドラインに沿って計算された排出量と同様で

ある（下表参照）。

表 4-43　鉄鋼製造における CO_2 排出量（エネルギー用途と還元剤用途）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.2.a（エネルギー分野－鉄鋼）	kt-CO_2	150,691	143,097	152,106	154,168	153,154	151,286	157,550	155,101	148,878	142,757	139,752	136,179	134,140	111,995	124,784
2.C.1.（IPPU分野－鉄鋼製造）	kt-CO_2	7,266	6,905	6,841	6,637	6,322	6,230	6,351	6,267	6,059	5,990	5,904	5,776	5,450	5,023	5,459
CO_2合計	kt-CO_2	157,957	150,002	158,947	160,806	159,476	157,516	163,901	161,368	154,937	148,747	145,656	141,955	139,589	117,018	130,243

2019 年改良 IPCC ガイドライン（4.2.2.5 セクション参照）では、二重計上を避け完全性を確保するために、エネルギー分野及び IPPU 分野の間で排出量が正しく計上されていることをクロスチェックすること、排出量がどのカテゴリーで計上されているかを説明することが推奨されており、日本ではエネルギー用途と還元剤用途を完全に区別して計上することは困難であるが、還元剤の消費からの排出量が漏れなく重複なく確実に計上されていることを確認しており、その計上カテゴリーについても本 NIR において適切に説明している。

また、第 17 回インベントリ主席審査員会合において、次のような合意（パラ 8(b)）がなされたことに留意する。「主席審査員はまた、締約国が 2006 年 IPCC ガイドラインでの勧告とは異なる排出量のアロケーションを行い、排出量を「IE」としてエネルギー又は IPPU 分野に報告する場合、専門家審査チームは、締約国が排出量をどこに含めているか透明性をもって報告しているか、算定の正確性を担保したかを確認すべきである。もしそうではない場合、専門家審査チームは関連の勧告でフォローアップするべきだと結論した。」これは異なるアロケーションで報告することも可能であることを示唆している。

なお、主な還元剤（燃料）と製造プロセスの対応関係は、以下のとおり：コークス（鋼製造、銑鉄製造、焼結鉱製造、ペレット製造）、吹込用原料炭・廃プラスチック類（銑鉄製造）。表 3-10 及び表 3-61 も参照。

4.4.1.1. 鋼製造（2.C.1.a）

鋼の製造に伴い発生する CO_2 は、還元剤として使用されるコークスが酸化されることで排出される。コークスの使用量は、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）における燃料使用量に含まれており、還元剤として使用されるコークスの酸化により発生する CO_2 は燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）において既に算定されている。

4.4.1.2. 鉄鋼製造における電気炉の使用（2.C.1.a）

a）排出源カテゴリーの説明

製鋼用電気炉（アーク炉）の使用時に、炭素電極から CO_2 が排出される。また、鉄鋼製造に使用される電気炉から CH_4 が排出される。

b）方法論

1）CO_2

■　算定方法

鉄鋼製造における電気炉の使用に伴う CO_2 排出量については、炭素電極の生産量と輸入量の合計から輸出量を差し引いた重量に相当する炭素量が電気炉において CO_2 として大気に放散されると仮定し、排出量を算定した。

「総合エネルギー統計」において表現されている電気炉ガスに含まれる炭素分は、「1.A. 燃

料の燃焼」カテゴリーにて計上されているため、排出量から控除した。

また、アルミニウム製造における炭素電極からの CO_2 排出量については、2.C.3 において計上を行い（4.4.3 節参照）、本カテゴリーでは排出量から控除した。

■　活動量

「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」における炭素電極の生産量、及び「貿易統計」炭素電極輸入量、輸出量を用いた。

表 4-44　電気炉の電極からの CO_2 排出量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
#A 輸入量	t	12,341	18,463	11,363	15,075	17,321	20,027	19,960	19,226	18,209	19,773	16,653	15,720	18,056	17,380	23,099
#B 国内生産量	t	211,933	186,143	184,728	216,061	205,081	197,278	180,322	180,555	151,979	141,193	161,919	160,049	119,233	76,338	103,026
#C 輸出量	t	87,108	92,812	107,998	138,409	139,757	135,863	128,435	121,079	103,834	90,664	104,032	100,268	72,307	44,578	46,239
#D 電気炉ガス	t	39,983	14,300	33,201	26,700	39,017	33,898	32,146	34,760	30,444	31,273	28,049	27,806	27,022	24,397	28,195
国内消費（#A＋#B - #C - #D）	t	97,184	97,493	54,892	66,028	43,629	47,544	39,700	43,941	35,910	39,029	46,491	47,695	37,959	24,743	51,692
CO_2排出量	kt-CO_2換算	356	357	201	242	160	174	145	161	132	143	170	175	139	91	189

2）CH_4

■　算定方法

我が国の電気炉施設における実測データより設定した排出係数を、電気炉における電力消費量に乗じて排出量を算定した。

■　排出係数

電気炉における電力消費に伴う排出係数（12.8 kg-CH_4/TJ）を用いた（4.3.5.1.b）節を参照）。

■　活動量

「総合エネルギー統計」における鉄鋼業の細目分類である「電気炉」に計上された電力消費量を用いた。

表 4-45　電気炉における電力消費量

電力消費量	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
電気炉	TJ	57,564	55,986	52,457	52,747	45,793	46,195	46,786	46,156	42,919	43,045	46,109	46,697	41,978	38,160	43,839

c）不確実性と時系列の一貫性

1）CO_2

■　不確実性

電気炉の電極からの CO_2 は、全量が大気中に放出されるとして排出量の算定を行っており、排出係数は設定されていないため、活動量の不確実性を評価することで排出量の不確実性を評価した。活動量のパラメータの不確実性を合成した結果、電気炉の電極からの CO_2 排出量の不確実性は 5%と評価された。

■　時系列の一貫性

鉄鋼製造における電気炉の使用の活動量（排出量）は、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

2）CH_4

■　不確実性

電気炉の排出係数の不確実性は 163%、活動量の不確実性は 5%と評価された（第 3 章参照のこと）。その結果、電気炉の CH_4 排出の不確実性は 163%と評価された。

■　時系列の一貫性

鉄鋼製造における電気炉の使用の活動量は「総合エネルギー統計」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、鉄鋼製造における電気炉の使用による CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.1.3. 銑鉄製造（2.C.1.b）

1）CO_2

銑鉄の製造に伴い発生する CO_2 は、還元剤として使用されるコークス、吹込用原料炭、廃プラスチック類が酸化されることで排出される。コークス等の使用量は、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）における燃料使用量に含まれており、還元剤として使用されるコークス等の酸化により発生する CO_2 は燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）において既に算定されている。

2）CH_4

銑鉄の製造に伴う CH_4 の発生は原理的に考えられず、また実測例でも CH_4 の排出はないことが確認されていることから「NA」と報告している。

4.4.1.4. 鉄鋼製造における石灰石・ドロマイトの使用（2.C.1.b）

a）排出源カテゴリーの説明

石灰石には $CaCO_3$ 及び微量の $MgCO_3$ が、ドロマイトには $CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ が含まれており、石灰石・ドロマイトを加熱すると、$CaCO_3$ 及び $MgCO_3$ 由来の CO_2 が排出される。

b）方法論

■　算定方法

鉄鋼製造において使用された石灰石及びドロマイトの量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

■　排出係数

○　石灰石

4.2.3.b)を参照のこと。

○　ドロマイト

4.2.3.b)を参照のこと。

■　活動量

「不均一価格物量表」における鉄鋼・精錬関連部門に計上された石灰石及びドロマイト消

費量のうち、排出用途に分類される全部門の石灰石及びドロマイト消費量を本サブカテゴリー下に計上する。なお、活動量はセメント用の石灰石の含水率を使用して乾重量ベースに換算されたものである。

本用途分類に対応する「不均一価格物量表」の部門については以下のとおりである。

表 4-46　「不均一価格物量表」の該当部門

用途	「不均一価格物量表」の該当部門（石灰石）	「不均一価格物量表」の該当部門（ドロマイト）
鉄鋼・精錬	2611-01 鉄鋼 銑鉄 ～2611-04 鉄鋼 粗鋼（電気炉）	2611-01 鉄鋼 銑鉄 ～2631-03 鉄鋼 鋳鉄品・鍛工品
	2631-02 鉄鋼 鋳管 2631-03 鉄鋼 鋳鉄品・鍛工品	
	2711-01 非鉄金属 銅 2711-02 非鉄金属 鉛亜鉛	2711-02 非鉄金属 鉛亜鉛
	2729-03 非鉄金属 非鉄金属素型材	

（注）部門名に付されている番号は、「不均一価格物量表」内の分類番号。

表 4-47　石灰石及びドロマイトの消費量（鉄鋼・製錬用）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
石灰石消費量（dry）	kt	14,421	13,588	13,616	12,610	11,813	11,637	11,827	11,640	11,329	11,144	10,942	10,680	10,177	9,590	10,114
ドロマイト消費量（dry）	kt	1,144	1,089	1,160	1,430	1,532	1,535	1,585	1,569	1,529	1,551	1,544	1,532	1,412	1,231	1,423

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、石灰石、ドロマイトとも 2006 年 IPCC ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値 3%を採用した。活動量の不確実性については、石灰石、ドロマイトとも 2006 年 IPCC ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値 3%を採用した。その結果、石灰石の排出量の不確実性は 4%、ドロマイトの排出量の不確実性は 4%と評価された。

■　時系列の一貫性

石灰石及びドロマイトの使用の活動量は、「不均一価格物量表」の石灰石及びドロマイト消費量を 1990 年度から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、石灰石及びドロマイトの使用による CO_2 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

「不均一価格物量表」における石灰石（1990～2020 年度）及びドロマイト（1999～2020 年度）の消費量が更新されたため、CO_2 排出量の再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.1.5. 鉄鋼製造における副生ガスのフレアリングからの排出（2.C.1.b）

a） 排出源カテゴリーの説明

鉄鋼製造時に発生する副生ガス（高炉ガス及び転炉ガス）が、緊急時あるいはメンテナンス時におけるフレアリングにより消費される際に CO_2 が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

2019 年改良 IPCC ガイドラインに示された Tier 1 算定方法に基づき、副生ガスのフレアリング処理量に、副生ガス種別の発熱量及び炭素排出係数を乗じて算定する。（下式）

なお、日本鉄鋼連盟の調査によると、高炉ガス及び転炉ガスのフレアリング処理量の一部は「総合エネルギー統計」に含まれており、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）において既に計上されている。従って、本サブカテゴリーでは「総合エネルギー統計」に計上されていないフレアリング処理量からの CO_2 排出量を計上する。

$$E = \Sigma_i (AD \times GCV \times EF \times 44/12)$$

E　：副生ガスのフレアリング処理に伴う CO_2 排出量［kt-CO_2］
i　：副生ガス種
AD　：「総合エネルギー統計」に計上されていない副生ガスのフレアリング処理量［MNm^3］
GCV　：発熱量［MJ/m^3］
EF　：炭素排出係数［t-C/GJ］

■　排出係数

燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）からの CO_2 排出量の算定に用いている炭素排出係数及び発熱量（表 3-11、3-19 参照）と同じ値を用いた。

■　活動量

日本鉄鋼連盟調査によるフレアリング総処理量のうちの「総合エネルギー統計」への未計上分を活動量に使用する。なお、未計上分が把握されているのは 2020 年度に限られるため、その他の年度については、フレアリング総処理量に 2020 年度の未計上分の割合を乗じて推計する。フレアリング総処理量についても把握されているのは、1990、2000、2010 及び 2020 年度に限られるため、その他の年度は「総合エネルギー統計」における副生ガスの発生量にフレアリング処理割合を乗じて推計する。各年度のフレアリング処理割合は、1990、2000、2010 及び 2020 年度のフレアリング処理割合から内挿する。

表 4-48 「総合エネルギー統計」への未計上分のフレアリング処理量の推計結果

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
高炉ガス	百万Nm^3	23	22	22	29	36	32	37	35	31	29	26	24	22	16	19
転炉ガス	百万Nm^3	14	41	80	139	195	170	211	203	185	177	159	150	139	111	124

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、転炉ガスの炭素排出係数の 95%信頼区間の上限値・下限値より設定した。活動量は「総合エネルギー統計」の値を使用し推計しており、活動量の不確実性については、2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（−10～+10%）を採用した。その結果、排出量の不確実性は 11%と評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は、日本鉄鋼連盟及び「総合エネルギー統計」によるデータをもとに、1990 年度から一貫した方法で推計している。また、排出係数は 1990 年度から「総合エネルギー統計」に基づいて設定している。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

活動量の更新に伴い 2013～2020 年度について再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.1.6. 直接還元鉄製造（2.C.1.c）

直接還元鉄の製造に伴い、還元剤として使用される天然ガスや石炭が酸化されることで CO_2、CH_4 が排出される。ただし、我が国において、これまで還元鉄の生産実績はないことから、「NO」と報告している。

4.4.1.7. 焼結鉱製造（2.C.1.d）

焼結鉱の製造により発生する CO_2、CH_4 は、粉鉱石を粉コークスで燃焼することにより発生するものであり、その排出は燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）に該当する。当該排出量は、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）において既に算定されているため「IE」と報告している。

なお、焼結鉱製造時の石灰石及びドロマイトの使用に伴う CO_2 の排出は、「4.4.1.4.　鉄鋼製造における石灰石・ドロマイトの使用」で計上している。

4.4.1.8. ペレット製造（2.C.1.e）

ペレットの製造により発生する CO_2、CH_4 は、微粉鉱石をコークスで燃焼することにより発生するものであり、その排出は燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）に該当する。当該排出量は、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）において既に算定されているため「IE」と報告している。

なお、ペレット製造時の石灰石及びドロマイトの使用に伴う CO_2 の排出は、「4.4.1.4. 鉄鋼製造における石灰石・ドロマイトの使用」で計上している。

4.4.2. フェロアロイ製造（2.C.2.）

a）排出源カテゴリーの説明

1）CO_2

我が国ではフェロアロイが製造されており、フェロアロイの製造に伴い発生する CO_2 は、還元剤として使用されるコークスの酸化によって排出される。コークスの使用量は、燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）における燃料使用量に含まれており、還元剤として使用されるコークスの酸化により発生する CO_2 は燃料の燃焼カテゴリー（1.A.）において既に算定されている。なお、コークス起源の CO_2 排出量の計上先に関する考え方は鉄鋼製造と同様である。フェロ

アロイ製造において使用される還元剤については、表 3-10 を参照。また、フェロアロイ中に残存する炭素分は、鉄鋼の生産に使用される過程で酸化され、CO_2 として大気中に放出される。

スラグ形成材料として投入されている石灰石及びドロマイトに由来する CO_2 については、「2.C.1.鉄鋼製造」からの製造時に使用する石灰石及びドロマイトに由来する CO_2 排出量として計上済みである。

上記のことから、CO_2 排出量は「IE」と報告している。

なお、鉱石に含有される炭素については、我が国のフェロアロイの主要な原料（現在は輸入マンガン鉱、ニッケル鉱、クロム鉱）は、いずれも炭酸塩鉱物として輸入されることはほとんどないと考えられ[5]、「鉱物資源マテリアルフロー」等の公的情報ソースから算定に使用可能な流通量のデータも得られないことから算定していない。

2）CH_4

我が国においてフェロアロイは電気炉、小型高炉、テルミット炉等で製造されており、フェロアロイの製造に伴い発生する CH_4 は、還元剤として使用されるコークスが酸化する際に発生すると考えられる。

b）**方法論**

■　**算定方法**

フェロアロイ製造に伴う CH_4 排出量は、我が国の電気炉施設における実測データより設定した排出係数を、電気炉における電力消費量に乗じて排出量を算定した。

■　**排出係数**

フェロアロイが製造される炉種を考慮し、電気炉からの CH_4 排出係数と同じ値（12.8 kg-CH_4/TJ）を用いた。

この排出係数は、CH_4 の実測濃度、単位時間あたり実測乾き排ガス量、単位時間あたり発生熱量、電力消費量当たり発生熱量を用いて構築されたものであり、そのため電気（TJ）あたりである必要がある。また、炉のオペレーションやフェロアロイの種類によって電力消費量は変化するため、入手可能なより正確な活動量として生産量ではなく電力消費量を使用している。この排出係数は実測時の日本全体の平均的な炉のオペレーションやフェロアロイの種類を反映したものである。以下に、排出係数の導出過程を記す。

$$EF = C_{CH_4} \times G \times MW / V_m / H$$

EF　：排出係数［kg-CH_4/TJ］
C_{CH4}　：排ガス中の実測 CH_4 濃度［ppm］
G　：単位時間あたりの実測乾き排ガス量［m^3_N/h］
MW　：CH_4 の分子量＝16［g/mol］
Vm　：理想気体 1 モルの標準状態での体積＝22.4［$10^{-3}m^3$/mol］
H　：単位時間あたりの発生熱量［MJ/h］

上記のパラメータのいくつかは実測値を用いて設定したが、その実測作業は、代表性のあるサンプル取得に努めるなど、おおむね 2006 年 IPCC ガイドラインのガイダンスに沿う形で実施された。

■　**活動量**

「総合エネルギー統計」における鉄鋼業の細目分類である「フェロアロイ」に計上された

[5]我が国で流通しているマンガン鉱の多くが高品位の酸化マンガン鉱（MnO_2）であり、低品位の炭酸マンガン鉱は少ないとみられる。

電力消費量を用いた。

表 4-49　フェロアロイ製造における電力消費量

電力消費量	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
電気炉（フェロアロイ）	TJ	14,456	10,699	10,181	10,072	9,510	10,038	9,956	9,102	9,228	8,507	8,362	8,894	8,766	6,404	8,017

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

電気炉の排出係数の不確実性は 163%、活動量の不確実性は 5%と評価された（第 3 章参照のこと）。その結果、電気炉の CH_4 排出の不確実性は 163%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

フェロアロイ製造の活動量は「総合エネルギー統計」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数は 1990 年度から一定値を使用している。従って、フェロアロイ製造による CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d）**QA/QC と検証**

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.4.3. アルミニウム製造（2.C.3.）

4.4.3.1. 副次的排出（2.C.3.-）

a）**排出源カテゴリーの説明**

アルミニウムの精錬では、還元剤として使用される陽極ペーストの酸化によって CO_2 が排出される。なお、2019 年改良 IPCC ガイドラインでは、アルミニウム精錬において原料として使用されるアルミナの製造からの CO_2 排出量の算定方法が示されているが、我が国における製造方法である従来型のバイヤー法については示されていない。

また、氷晶石などのフッ化物を溶かした電解浴を使用するため、アルミニウムの精錬時に PFCs が排出される。

b）**方法論**

■　**算定方法**

CO_2 排出量は、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき、一次精錬によるアルミニウム生産量に生産量当たりの CO_2 排出係数を乗じることで算定する。

PFC 排出量は、アルミニウムの一次精錬による生産量に 2019 年改良 IPCC ガイドラインに規定された算出式に基づいて算出された我が国独自の排出係数を乗じて算定した。なお、アルミニウム協会によると、日本国内において低電圧によるアルミニウムの製造実態はない。

また 1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については関連データの外挿等をして算定を行っている。

■　排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインの CO_2 デフォルト排出係数である 1.7 t-CO_2/t（Soderberg 技術）を使用する。

2019 年改良 IPCC ガイドラインの Tier 2a 手法において規定された算定式と技術毎に設定されている係数、ガス重量比等を用いて、PFC 排出係数を設定した。排出係数は下表のとおり。1990～1994 年については、1995 年の排出係数を用いている。

表 4-50　アルミニウム製造に伴う PFCs 排出係数、生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PFC-14（CF_4）発生係数	kg-PFC-14/t	1.181	1.181	0.804	0.663	0.647	0.644	0.643	0.643	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PFC-116（C_2F_6）発生係数	kg-PFC-116/t	0.091	0.091	0.062	0.051	0.050	0.050	0.050	0.050	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
アルミニウム生産量	t	34,100	17,338	6,500	6,490	4,670	4,075	2,950	588	0	0	0	0	0	0	0

（出典）経済産業省「資源統計年報」、「フロン類等対策ワーキンググループ資料」

■　活動量

「資源統計年報」（1995～1997 年）、フロン類等対策ワーキンググループ（旧経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会）資料（1998 年～）に示されたアルミニウム生産量を用いた。（2014 年に生産終了）

1990～1994 年については、「資源統計年報」に示されたアルミニウム生産量を用いた。

f）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

CO_2 の排出係数、及び活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 10%及び 2%をそれぞれ採用した。その結果、排出量の不確実性は 10%と評価された。

PFC の排出係数、及び活動量の不確実性は、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値の－47%～＋28%及び 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 2%をそれぞれ採用した。その結果、排出量の不確実性は－47%～＋28%と評価された。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1.c）節を参照のこと。

g）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1.d）節を参照のこと。

h）再計算

特になし。

i）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.3.2. 鋳造時の F ガスの使用（2.C.3.-）

我が国における、アルミニウム鋳造時の SF_6 は使用実績がないことを確認したため、「NO」と報告している。

4.4.4. マグネシウム製造（2.C.4.）

a） 排出源カテゴリーの説明

マグネシウム溶湯用酸化防止カバーガスとして使用されるため、マグネシウムの鋳造に伴って HFCs、SF_6 が排出される。

b） 方法論

マグネシウム鋳造を行う各事業者の HFCs、SF_6 使用量を全て排出量として計上している。マグネシウムの鋳造に伴う HFCs、SF_6 排出については、「フロン類等対策ワーキンググループ資料」に示された値を報告した。関連指標を下表に示す。

表 4-51　マグネシウムの鋳造に伴う HFCs、SF_6 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-134a使用量	t	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0.9	0.6	0.8	1.0	1.2	1.0	0.9	1.2
SF_6使用量	t	6.4	5.0	43.0	48.4	12.9	8.0	7.0	8.0	10.0	13.8	10.8	12.0	11.0	13.0	14.0

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年についてはマグネシウム溶解量と比例すると考えられるその他ダイカスト生産量（アルミニウム、亜鉛以外）、1995 年の SF_6 使用量のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出量の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 手法の上限値の 5%を採用した。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.5. 鉛製造（2.C.5.）

鉛製造で発生する CO_2 は、還元剤として利用されるコークスが酸化されることで排出される。鉛の製造で使用される還元剤としてのコークス消費量は、石油等消費動態統計における非鉄金属地金工業の燃料区分である「直接加熱用」に含まれており、エネルギー部門における製造業・建設業（1.A.2）で既に排出量として計上されているため、「IE」として報告する。なお、コークス起源の CO_2 排出量の計上先に関する考え方は鉄鋼製造と同様である。

4.4.6. 亜鉛製造（2.C.6.）

鉛と同様に、亜鉛の製造に伴い発生する CO_2 は、還元剤として利用されるコークスが酸化されることで排出される。亜鉛の製造で使用される還元剤としてのコークス消費量は、石油等消費動態統計における非鉄金属地金工業の燃料区分である「直接加熱用」に含まれており、エネルギー部門における製造業・建設業（1.A.2）で既に排出量として計上されているため、「IE」として報告する。なお、コークス起源の CO_2 排出量の計上先に関する考え方は鉄鋼製造と同様である。

なお、鉱石中に炭素を含む菱亜鉛鉱（$ZnCO_3$）を原料として用いた場合、還元過程で鉱石由来の CO_2 が発生する可能性があるが、現在我が国で菱亜鉛鉱を使用している例は存在しない。

4.4.7. 希土類金属製造（2.C.7.）

希土類金属及びその合金の精錬では、原料である希土類金属酸化物を溶融塩電解により希土類金属に変換する電解反応において、陽極の炭素電極が消費されることで CO_2 が大気中に排出される。

また、希土類フッ化物とフッ化リチウムを溶かした電解浴を使用するため、陽極効果が生じた際に、溶融フッ化物と陽極の炭素が反応することで PFCs が生成、排出される。

我が国における希土類元素の精錬状況に関する新金属協会へのヒアリング結果に基づき、2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されている Tier 1 算定方法を用いて CO_2 及び PFCs 排出量を試算した。排出量はそれぞれ算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000 t-CO_2 換算を超えないため、重要でないという意味での「NE」として報告する（別添 5 参照）。

4.5. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用（2.D.）

本カテゴリーでは、燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用により大気中に排出される CO_2 を扱う。当該カテゴリーでは、「2.D.1.潤滑油の使用」、「2.D.2.パラフィンろうの使用」、「2.D.3.その他」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 2,293 kt-CO_2 であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 0.2%を占めている。1990 年度比の排出量と比較すると 12.4%の増加となっている。

表 4-52　2.D. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用からの排出量

ガス				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	2.D.1	潤滑油の使用		kt-CO_2	343	353	350	324	303	259	269	263	243	230	233	253	252	243	239
	2.D.2	パラフィンろうの使用		kt-CO_2	50	37	36	36	35	27	28	26	25	24	24	26	27	23	28
	2.D.3	その他	尿素触媒	kt-CO_2	NO	NO	NO	0.3	3	6	8	10	12	15	17	20	24	25	29
			NMVOCの焼却	kt-CO_2	1,648	1,986	2,273	2,504	2,410	2,261	2,385	2,234	2,213	2,323	2,426	2,371	2,263	2,041	1,997
	合計			kt-CO_2	2,040	2,377	2,659	2,865	2,750	2,554	2,689	2,532	2,493	2,591	2,700	2,670	2,565	2,332	2,293

4.5.1. 潤滑油の使用（2.D.1.）

a）排出源カテゴリーの説明

潤滑油・グリースの使用時の酸化に伴い、CO_2 が排出される。なお、全損タイプのエンジン油はエネルギー分野で報告し（1.A.3 参照）、全損タイプ以外のエンジン油は本分野で報告する。CH_4 と N_2O 排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインに算定方法が示されていないため、「NE」として報告する。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 2 手法に基づき、潤滑油・グリースの油種別消費量に、油種別の炭素含有量及び ODU 係数を乗じて排出量を算定した。（下式）

$$E = \Sigma_i (LC_i \times CC_i \times ODU_i \times 44/12)$$

E ：潤滑油・グリースの使用中の酸化に伴う排出量［kt-CO_2］
LC_i ：潤滑油・グリース消費量［TJ］
CC_i ：潤滑油・グリースの炭素含有量［kt-C/TJ］
ODU_i ：ODU（Oxidized During Use）係数
i ：潤滑油・グリースの油種

■ 排出係数

炭素含有量については、「総合エネルギー統計」に示された潤滑油及び他重質石油製品の炭素排出係数を用いる。ODU 係数については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（潤滑油：0.2、グリース：0.05）を用いる。

■ 活動量

潤滑油は、各エンジン油の消費量から全損タイプの消費量（3.2.8 節「活動量」参照）を減じて全損タイプ以外の消費量を算出する。

グリースの消費量は、経済産業省「資源・エネルギー統計年報」及び経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」に示されたグリースの国内向販売量に、「総合エネルギー統計」に示された他重質石油製品の発熱量を乗じた値を用いる。但し、1992～1999 年度については、同出典にグリースの国内向販売量のデータが掲載されていないため、同出典に示されたグリースの「年初在庫・生産量・輸入量の和」から「輸出量・年末在庫の和」を減じた量を用いてグリースの国内向販売量を推計する。

表 4-53　全損タイプ以外のエンジン油、グリース消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全損タイプ以外のエンジン油消費量	TJ	23,449	24,385	24,144	22,298	20,768	17,756	17,788	17,384	15,998	15,168	15,389	16,790	16,754	16,184	15,895
グリース消費量	TJ	3,152	2,503	2,435	2,658	2,622	2,397	2,478	2,486	2,464	2,337	2,164	2,146	1,945	1,863	1,997

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性については、潤滑油、グリースともに 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 50%を採用した。活動量の不確実性については、潤滑油、グリースともに 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、潤滑油、グリースともに排出量の不確実性評価は 50%として評価された。

■ 時系列の一貫性

活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」等をもとに、1990 年度値から可能な限り一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数についても一貫した方法を使用して、算定している。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.5.2. パラフィンろうの使用（2.D.2.）

a） 排出源カテゴリーの説明

パラフィンろうの使用時の酸化に伴い、CO_2 が排出される。CH_4 と N_2O 排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインに算定方法が示されていないため、「NE」として報告する。

b） 方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法に基づき算定する。（下式）

$$E_{CO_2} = PW \times CC_{Wax} \times ODU_{Wax} \times 44/12$$

E_{CO2}　：パラフィンろうの使用に伴う排出量［t-CO_2］
PW　：パラフィンろう消費量［TJ］
CC_{Wax}　：パラフィンろうの炭素含有量［kg-C/GJ］
ODU_{Wax}　：ODU（Oxidized During Use）係数

■　排出係数

炭素含有量は、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」における他重質石油製品の炭素排出係数を用いる。ODU 係数は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（0.2）を使用する。

■　活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」におけるパラフィンの国内向販売量全量に、「総合エネルギー統計」における他重質石油製品の発熱量を乗じて算定する。

c） 不確実性と時系列の一貫性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 100%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性評価は 100%として評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数についても一貫した方法を使用して、算定している。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.5.3. その他（2.D.3.）

4.5.3.1. 触媒として使用される尿素（2.D.3.-）

a）排出源カテゴリーの説明

自動車の尿素 SCR システムは、アンモニアにより排ガス中の NOx を還元し、N_2 と H_2O に分解することで NOx 排出量を削減する技術である。尿素水を高温排気ガス中に噴射することで加水分解させ、アンモニアガスを得るが、その際に下式の反応式に従い CO_2 が排出される。

$$CO(NH_2)_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$$

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの手法に基づき算定する。（下式）

$$E_{CO_2} = AD \times 12/60 \times P \times 44/12$$

AD　：尿素 SCR システムにおける尿素系添加剤消費量［kt］
P　：尿素系添加剤中の尿素割合［%］（デフォルト値：32.5%）

■　排出係数

尿素系添加剤中の尿素割合 P については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値 32.5% を使用する。

■　活動量

自動車工業会提供による尿素 SCR システム搭載車の累積販売台数に、1 台当たり軽油消費量を乗じ、軽油に対する尿素系添加剤の消費割合を乗じて尿素系添加剤消費量を算出した [6]。

$$AD = \Sigma_i (N_i \times L_i \times R \times D)$$

AD　：尿素 SCR システムにおける尿素系添加剤消費量［kt］
N　：尿素 SCR 搭載自動車の累積販売台数［千台］
L　：1 台当たり軽油消費量［kL/台］
R　：軽油に対する尿素系添加剤の消費割合［%］
D　：軽油密度［t/kL］
i　：車種（普通貨物車・バス・特種用途車）

表 4-54　尿素系添加剤消費量の算定における各パラメータの出典・設定方法

項目	出典・設定方法
尿素 SCR システム搭載車の累積販売台数［千台］	日本自動車工業会提供データ。
1 台当たり軽油消費量［kL/台］	国土交通省「自動車輸送統計年報」・「自動車燃料消費量統計年報」に基づく総軽油消費量を総登録台数で割って算定。
軽油に対する尿素系添加剤の消費割合［%］	2006 年 IPCC ガイドラインに記載の 1～3%の中央値として 2%。
軽油密度［t/kL］	「総合エネルギー統計の解説」を基に 0.8831 t/kL と設定。

c）不確実性と時系列の一貫性

排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインの自動車の燃料起源のデフォ

[6] 国内で生産される尿素は、アンモニアの製造工程において副生した CO_2 を回収して原料としており、当該 CO_2 排出量は「2.B.1.アンモニア製造」の排出量から控除されている。

ルト値の 5%を採用した。活動量の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性評価は 7%として評価された。

■　時系列の一貫性

活動量は日本自動車工業会提供データ等をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数についても一貫した方法を使用して、算定している。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

2006 年 IPCC ガイドラインに従い、輸入分だけではなく国内生産分に関する消費量を含むよう活動量の算定方法を改定したため、2004～2020 年度について再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.5.3.2. NMVOC の焼却（2.D.3.-）

a）排出源カテゴリーの説明

溶剤使用施設等における NMVOC の焼却処理に伴い CO_2 が排出される。なお、CH_4 及び N_2O については、排出量推計結果が算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000 t-CO_2 換算を下回ったことから、重要でないという意味での「NE」として報告する（別添 5 参照）。

b）方法論

■　算定方法

塗料、洗浄剤、印刷、化学製品、その他の 5 種類の用途別に、溶剤の国内供給量、大気への排出量、マテリアルリサイクル量をそれぞれ推計し、溶剤の国内供給量から大気への排出量とマテリアルリサイクル量を差し引くことで焼却処理量を導いて、NMVOC の焼却処理に伴う CO_2 排出量を算定した。なお、一部の使用済み溶剤の焼却からの CO_2 排出量については、エネルギー分野（原燃料利用）及び廃棄物分野（廃棄物の焼却（エネルギー回収を伴わない））で既に計上しているため、本カテゴリーの排出から控除する。

$$E_{CO2}=\Sigma_i (I_i \times C_i \times 44/12)$$

E_{CO2}　: NMVOC の焼却処理に伴う CO_2 排出量［t］
I_i　: 用途 i における NMVOC 焼却処理量［t］
C_i　: 用途 i における NMVOC の平均炭素含有率

ここで、

$$I_i = S_i - E_i - R_i$$

I_i　: 用途 i における NMVOC 焼却処理量［t］
S_i　: 用途 i における溶剤の国内供給量［t］
E_i　: 用途 i における大気中への NMVOC 排出量［t］
R_i　: 用途 i におけるマテリアルリサイクル量［t］

■　排出係数

「NMVOC 中の平均炭素含有率」については、各排出源から排出される NMVOC 各物質の炭素含有率を各物質の構成比率を用いて加重平均して算出した値を使用した。（間接 CO_2 へ

の換算に用いた値と共通の値を使用）各物質の炭素含有率は分子式より設定し、各排出源に含まれる物質及びその構成比は、VOC 排出インベントリ等、各種資料より推定した。2015 年度以降は、本カテゴリーの平均炭素含有率（0.64）を用いる。

■　活動量

各パラメータの設定方法は以下のとおりである。

○　用途 i における溶剤の国内供給量

塗料については、日本塗料工業会「塗料からの VOC 排出実態推計のまとめ」における塗料中溶剤合計及び日本塗料工業会「塗料製造業実態調査」における塗料関係のシンナー出荷数量のデータ等を用いた。洗浄剤、印刷、化学製品、その他については、VOC 排出インベントリ報告書（平成 19 年 3 月、環境省）の用途別全国溶剤販売量のデータ及び重化学工業通信社「日本の石油化学工業」に記載のアセトンの「その他」用途の需要量のデータ等を用いた。（いずれもデータのない年については内挿、製品販売数量等を使用した外挿にて推計）

○　用途 i における大気中への NMVOC 排出量

大気への NMVOC 排出量 E_i については、排出源別 NMVOC 排出量を使用した。（算定方法の詳細は別添 3 参照）

○　用途 i におけるマテリアルリサイクル量

用途 i の 2011 年度における溶剤の国内供給量に、用途 i の 2011 年度における溶剤供給量に対する用途 i の 2011 年度における外部リサイクル量（日本溶剤リサイクル工業会「有機溶剤使用量・排出処理に関する調査（2012 年 5 月）」）の比を乗じることによって、用途 i の 2011 年度の溶剤のマテリアルリサイクル量を推計し、これに溶剤回収量の 2011 年度からの伸び率（日本溶剤リサイクル工業会「溶剤リサイクル数量調査」に基づく）を乗じて推計した。

表 4-55　NMVOC 焼却処理量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
塗料	kt	266	289	331	339	296	264	263	260	285	303	329	308	304	286	263
洗浄剤	kt	85	100	90	108	65	44	45	48	46	53	55	55	53	50	45
印刷	kt	172	195	237	234	231	235	232	220	219	210	210	202	191	164	170
化学製品	kt	51	79	131	150	182	179	190	183	193	201	204	210	197	183	194
その他	kt	155	208	209	302	336	331	366	346	367	381	394	399	388	347	353

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、特別管理産業廃棄物（廃油）の不確実性 2%を採用した。活動量の不確実性については、特別管理産業廃棄物（廃油）の不確実性 60%を採用した。その結果、排出量の不確実性評価は 60%として評価された。

■　時系列の一貫性

1990 年度値から可能な限り一貫した方法、活動量・排出係数データを使用して、算定している。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

VOC インベントリ及び化学工業統計等の更新により、溶剤の国内供給量及び大気中への NMVOC 排出量が更新され、2019～2020 年度について再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.5.3.3. 道路舗装（2.D.3.-）

我が国ではアスファルト道路舗装は行われており、その工程で CO_2 はほとんど排出されないと考えられるが、その排出を完全には否定できない。また排出量の実測値も得られておらず、排出係数のデフォルト値もないため排出量は算定していない。

4.5.3.4. アスファルト屋根材（2.D.3.-）

我が国ではアスファルト屋根葺き製造は行われており、製造工程や活動量等についての十分な情報が得られていないが、アスファルト屋根葺き製造に伴う CO_2 の排出は否定出来ない。また排出量の実測値も得られておらず、排出係数のデフォルト値もないため排出量は算定していない。

4.6. 電子産業（2.E.）

本カテゴリーでは、各製品の製造時に大気中に排出される HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 を扱う。当該カテゴリーでは、「2.E.1.半導体製造」、「2.E.2.液晶製造」、「2.E.3.太陽光発電」、「2.E.4.熱伝導流体」、「2.E.5.微小電気機械システム（MEMS）製造」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 2,375 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 0.2%を占めている。1990 年比の排出量と比較すると 24.7%の増加となっている。

表 4-56　2.E. 電子産業からの排出量

ガス			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCs	2.E.1	半導体製造	kt-CO_2換算	1	271	283	224	165	122	109	113	113	117	123	113	99	108	106
	2.E.2	液晶製造	kt-CO_2換算	0.001	0.3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	合計		kt-CO_2換算	1	271	285	227	168	124	112	115	115	119	125	115	101	109	107
PFCs	2.E.1	半導体製造	kt-CO_2換算	1,423	3,933	6,771	4,594	2,214	1,624	1,556	1,617	1,582	1,721	1,847	1,784	1,686	1,824	1,534
	2.E.2	液晶製造	kt-CO_2換算	31	87	214	152	46	68	76	90	86	71	84	79	75	77	78
	合計		kt-CO_2換算	1,455	4,020	6,986	4,746	2,261	1,692	1,631	1,707	1,669	1,792	1,931	1,863	1,761	1,901	1,612
SF_6	2.E.1	半導体製造	t	13.56	17.54	27.58	23.69	9.86	8.05	7.96	7.66	8.07	8.43	8.77	7.99	7.62	8.13	7.49
	2.E.2	液晶製造	t	4.81	6.22	38.48	31.22	11.79	7.55	7.45	8.38	8.39	6.87	7.13	7.32	6.45	6.09	5.64
	合計		t	18.36	23.77	66.05	54.91	21.65	15.60	15.41	16.04	16.46	15.30	15.90	15.31	14.08	14.22	13.13
	合計		kt-CO_2換算	419	542	1,506	1,252	494	356	351	366	375	349	363	349	321	324	299
NF_3	2.E.1	半導体製造	t	1.59	9.78	5.79	9.36	11.09	10.29	6.38	7.67	8.41	10.65	11.26	13.56	14.92	17.61	19.61
	2.E.2	液晶製造	t	0.15	0.91	3.83	4.10	1.53	1.21	1.24	1.52	1.29	1.14	1.28	1.23	1.09	1.10	1.10
	合計		t	1.73	10.69	9.61	13.47	12.62	11.50	7.63	9.20	9.70	11.79	12.54	14.79	16.01	18.71	20.71
	合計		kt-CO_2換算	30	184	165	232	217	198	131	158	167	203	216	254	275	322	356
全ガス合計			kt-CO_2換算	1,904	5,016	8,941	6,457	3,140	2,370	2,225	2,346	2,326	2,463	2,634	2,581	2,458	2,656	2,375

4.6.1. 半導体製造（2.E.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

半導体の製造時に HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

半導体の算定方法は 2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2a 手法に則っている。使用している各ガスの購入量、プロセス供給率、反応消費率、除害効率、副生成物の発生率、副生成物の除害効率を用いて算定した。なお、反応消費率、副生成物の発生率はデフォルト値を用いている。

プロセス供給率の残存分 10%の取り扱いについては、容器に 90%を再充填して出荷される場合は当区分で排出量が計上される。また、残存分の 10%を破壊処理して容器を洗浄する場合や、大気中に放出される場合は、ガスメーカーにおける排出量として「フッ化物製造―製造時の漏出（2.B.9.）」で計上されている。

各ガスの購入量は、電子情報技術産業協会によるデータを使用した。

半導体製造に伴う F ガスの排出量は、ガスごとに、以下の考え方を用いて計算している。

$$E = FC \times P \times (1 - U) \times (1 - a \times d)$$

E : HFC-23、PFCs（PFC-14、PFC-116、PFC-218、PFC-c318）、SF_6、NF_3 排出量
FC : ガス購入量
P : プロセス供給率
U : 反応消費率
a : 除害装置設置率
d : 除害効率

$$BPE = FC \times B \times P \times (1 - a \times d)$$

BPE : 副生 PFC-14 等排出量
FC : ガス購入量
B : 副生成物発生率
P : プロセス供給率
a : 除害装置設置率
d : 除害効率

関連指標を下表に示す。なお、除害装置設置率は秘匿である。

表 4-57　半導体製造時の F ガス排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-23の購入量	t	0.1	47.8	49.4	42.1	67.1	66.7	66.7	77.2	86.2	83.2	84.3	85.2	72.7	81.0	89.9
PFC-14の購入量	t	113.3	313.0	299.9	231.5	265.3	222.4	218.1	253.6	285.5	317.1	365.1	376.3	369.1	406.9	421.2
PFC-116の購入量	t	75.8	209.5	561.2	393.2	194.3	139.4	117.8	105.5	96.4	102.3	126.1	92.6	80.4	86.0	77.0
PFC-218の購入量	t	0.01	0.03	9.9	181.8	167.0	115.5	106.1	117.2	110.9	107.6	130.1	127.0	107.9	105.9	110.6
PFC-c318の購入量	t	0.2	0.6	38.6	24.8	35.8	39.7	42.2	52.6	63.3	70.4	106.6	166.8	208.3	265.9	310.5
SF_6の購入量	t	70.1	90.8	131.9	96.8	76.7	63.7	57.6	64.9	68.0	73.4	86.5	87.2	84.3	95.9	94.5
NF_3の購入量	t	8.8	54.4	106.3	406.7	860.7	880.5	905.4	1,055.3	1,232.1	1,310.1	1,597.4	1,876.3	2,009.7	2,282.7	2,560.6
プロセス供給率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
PFCs等の反応消費率	%	10 - 98 %														
PFCs、SF_6の除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
NF_3の除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
副生CF_4等発生率	%	2 - 20 %														
副生CF_4等除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
HFCs排出量	kt-CO_2換算	1	271	283	224	165	122	109	113	113	117	123	113	99	108	106
PFCs排出量	kt-CO_2換算	1,423	3,933	6,771	4,594	2,214	1,624	1,556	1,617	1,582	1,721	1,847	1,784	1,686	1,824	1,534
SF_6排出量	kt-CO_2換算	309	400	629	540	225	184	181	175	184	192	200	182	174	185	171
NF_3排出量	kt-CO_2換算	27	168	100	161	191	177	110	132	145	183	194	233	257	303	337

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

表 4-58　半導体製造時のガスの反応消費率

ガス	反応消費率
HFC-23	60%
PFC-14	10%
PFC-116	40%
PFC-218	60%
PFC-c318	90%
SF_6	80%
NF_3	80%
NF_3 remote	98%

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン（Table 6.3 Tier 2a）のデフォルト値。

表 4-59　半導体製造時の CF_4、C_2F_6 副生率

ガス	CF_4 副生率	C_2F_6 副生率
HFC-23	7%	NA
PFC-116	20%	NA
PFC-218	10%	NA
PFC-c318	10%	10%
NF_3	9%	NA
NF_3 remote	2%	NA

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン（Table 6.3 Tier 2a）のデフォルト値。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 排出量と比例すると考えられる入手可能な HFCs、PFCs、SF_6 国内出荷量、及び NF_3 生産量のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性においては、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用い、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 についてそれぞれ 100%、80%、300%、70%を使用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの不確実性の上限値 10%を HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 いずれに

も採用した。その結果、排出量の不確実性は HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 についてそれぞれ 100%、81%、300%、71%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1.c）節を参照のこと。

d）　**QA/QC と検証**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1.d）節を参照のこと。

e）　**再計算**

2018～2020 年について、除害設備設置率等の修正に伴い PFCs 及び NF_3 排出量の再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.6.2. 液晶製造（2.E.2.）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

液晶の製造時に HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 が排出される。

b）　**方法論**

■　**算定方法**

液晶も、半導体と同様の算定を行った。反応消費率、副生成物の発生率は基本的にデフォルト値を用いている。世界液晶産業協力会議で PFCs 削減自主行動計画を策定して削減の取組みを行っており、IPCC 基準に準拠することが前提とされているためである。

関連指標を下表に示す。なお、除害装置設置率は秘匿である。

表 4-60　液晶製造時の F ガス排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-23の購入量	t	0.0003	0.1	0.7	1.6	1.1	1.0	1.3	1.5	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	0.9	0.7
PFC-14の購入量	t	7.5	20.7	47.3	77.8	93.7	121.1	154.5	191.7	177.1	151.8	185.0	176.4	164.0	174.9	193.6
PFC-116の購入量	t	0.1	0.4	2.7	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFC-c318の購入量	t	0	0	0	0.8	1.6	1.7	1.4	1.8	1.1	1.1	1.1	0.6	0.9	0.9	0.4
SF_6の購入量	t	8.9	11.5	85.3	101.4	176.9	104.1	107.4	126.2	126.6	109.6	116.4	117.0	98.6	95.1	87.1
NF_3の購入量	t	1.3	8.1	106.9	232.2	764.1	668.0	783.8	918.9	808.0	691.9	813.2	767.0	664.5	718.1	805.7
プロセス供給率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
PFCs等の反応消費率	%	40 - 97 %														
PFCs、SF_6の除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
NF_3の除害効率	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
副生CF_4等発生率	%	0.9 - 7 %														
副生CF_4等除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
HFCs排出量	kt-CO_2換算	0.0007	0.3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
PFCs排出量	kt-CO_2換算	31	87	214	152	46	68	76	90	86	71	84	79	75	77	78
SF_6排出量	kt-CO_2換算	110	142	877	712	269	172	170	191	191	157	163	167	147	139	129
NF_3排出量	kt-CO_2換算	3	16	66	71	26	21	21	26	22	20	22	21	19	19	19

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

表 4-61　液晶製造時のガスの反応消費率

ガス	反応消費率
HFC-23	80%
PFC-14	40%
PFC-116	0%
PFC-c318	90%
SF_6	40%
NF_3	70%
NF_3 remote	97%

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン（Table 6.4 Tier 2a）のデフォルト値。但し、PFC-116 はデフォルト値がないため、排出量が過小評価にならないよう 0%とした。

表 4-62　液晶製造時の CHF_3、CF_4、C_2F_6 副生率

ガス	CHF_3 副生率	CF_4 副生率	C_2F_6 副生率
HFC-23	NA	7%	5%
PFC-c318	2%	0.9%	NA

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン（Table 6.4 Tier 2a）のデフォルト値。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 排出量と比例すると考えられる入手可能な HFCs、PFCs、SF_6 国内出荷量、NF_3 生産量のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

半導体（2.E.1.）に記載した内容と同一である。4.6.1. c）節を参照のこと。

■　**時系列の一貫性**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）**QA/QC と検証**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.6.3. 太陽光発電（2.E.3.）

国内における光電池製造事業者のうち、製造プロセスにおいて PFC を使用する事業者は一社のみで秘匿であるため、排出量は半導体製造からの PFC 排出量に含め、「IE」と報告している。

4.6.4. 熱伝導流体（2.E.4.）

電子製品製造の過程で、温度管理のためにフッ素化合物が利用される。装置を冷却する際の蒸発ロス等によってこのフッ素化合物が排出される。液体 PFC 等をまとめて把握している

「4.7.5. 溶剤（2.F.5.）」の合計に含まれているため、「IE」と報告している。

4.6.5. 微小電気機械システム（MEMS）製造（2.E.5.-）

MEMS 製造プロセスでは、シリコン材料のプラズマエッチングや洗浄の工程にフッ素化合物が利用される。我が国の MEMS 製造の主要な企業は電子部品メーカーであるが、電子部品等の洗浄や溶剤用途で利用された HFCs 及び PFCs の購入量は電子情報技術産業協会によって把握されており、MEMS 製造に利用された購入量も含まれている。購入量を全量排出したとして溶剤（2.F.5.）カテゴリーに計上しているため「IE」として報告する。

なお、製造プロセスで副次的に発生するガスは、排出実態が未把握となっているため「NE」として報告する。

4.7. オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用（2.F.）

本カテゴリーでは、オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用により大気中に排出される HFCs、PFCs を扱う。当該カテゴリーでは、「2.F.1.冷蔵庫及び空調機器」、「2.F.2.発泡剤」、「2.F.3.消火剤」、「2.F.4.エアゾール」、「2.F.5.溶剤」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 54,576 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 4.7%を占めている。1990 年の排出量と比較すると 12.0 倍になっている。

表 4-63　2.F.オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用からの排出量

ガス			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCs	2.F.1	冷蔵庫及び空調機器	kt-CO_2換算	NO	925	2,976	8,865	20,495	26,370	29,030	32,554	35,893	38,972	41,167	43,274	46,044	48,157	49,517
	2.F.2	発泡剤	kt-CO_2換算	1	497	484	937	1,749	2,081	2,229	2,373	2,484	2,651	2,801	2,922	2,979	2,925	2,941
	2.F.3	消火剤	kt-CO_2換算	NO	NO	5	7	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
	2.F.4	エアゾール	kt-CO_2換算	NO	1,502	3,117	1,695	666	561	489	503	540	587	600	544	572	659	599
	2.F.5	溶剤	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	6	60	94	109	122	126	130	116	117	122	127	128
	合計		kt-CO_2換算	1	2,923	6,582	11,511	22,979	29,115	31,866	35,562	39,052	42,350	44,694	46,867	49,727	51,877	53,194
PFCs	2.F.5	溶剤	kt-CO_2換算	4,550	12,572	3,200	2,815	1,721	1,583	1,518	1,537	1,517	1,465	1,484	1,505	1,558	1,457	1,382
全ガス合計			kt-CO_2換算	4,551	15,495	9,782	14,326	24,699	30,698	33,384	37,098	40,569	43,815	46,178	48,372	51,285	53,333	54,576

4.7.1. 冷蔵庫及び空調機器（2.F.1.）

4.7.1.1. 家庭用冷蔵庫の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-）

a）**排出源カテゴリーの説明**

1）HFCs

家庭用冷蔵庫の生産時、使用時（故障時を含む）、及び廃棄時に HFCs が漏洩する。

2）PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs が使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもないと考えられるため、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b）**方法論**

■　**算定方法**

①生産時漏洩量、②使用時（故障時を含む）漏洩量、③廃棄時の機器に含まれる冷媒量か

ら法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計した。

使用時、廃棄時の排出量は機器の製造年別に計算を行い、合計値を排出量とした。排出係数は国独自のものである。

$$E_{total} = M_{manufacturing} \times k + \Sigma\,(N_{operated} \times m_{operation} \times x_{operation}) + \Sigma\,(N_{disposed} \times m_{disposal}) - R$$

E_{total} ：家庭用冷蔵庫からの HFCs の排出量
$M_{manufacturing}$ ：製造時 HFCs 充填総量
K ：生産時漏洩率
$N_{operated}$ ：HFCs 使用機器国内稼働台数
$m_{operation}$ ：稼動機器 1 台当たり充填量
$x_{operation}$ ：使用時漏洩率
$N_{disposed}$ ：HFCs 使用機器廃棄台数
$m_{disposal}$ ：廃棄機器 1 台当たり充填量
R ：HFCs 回収量

関連指標を下表に示す。

表 4-64　家庭用冷蔵庫からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製造時HFC充填総量	t	NO	520	590	0.3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
生産時漏洩率	%	1%	1%	1%	0.2%	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
HFC使用機器国内稼働台数	千台	NO	7,829	33,213	41,796	28,085	20,984	17,637	14,520	11,691	9,182	7,045	5,280	3,862	2,747	1,881
1台当たり充填量	g	150	150	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
使用時（故障時含む）漏洩率	%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
HFC使用機器廃棄台数	千台	NO	NO	177	1,839	3,588	3,456	3,204	2,850	2,451	2,027	1,620	1,249	929	672	467
法律に基づくHFC回収量	t/年	－	－	－	52	111	169	189	166	144	138	132	136	132	128	113
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	7	8	0.001	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	5	18	22	15	11	9	8	6	5	4	3	2	1	1
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	31	246	460	352	279	251	213	149	87	18	NO	NO	NO
排出量	kt-CO_2換算	NO	12	57	269	475	364	289	258	219	154	91	21	2	1	1

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

（注）　廃棄時の排出量は機器の製造年別に計算を行っており、廃棄機器あたりの冷媒充填量は単純に示せない。しかし、冷蔵庫は密閉されているという前提のもと、推計モデルの「廃棄機器あたりの冷媒残存量」は、「一台あたり冷媒充填量」と同じと考えられている。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については家庭用冷蔵庫出荷台数、出荷台数中の HFC 割合、及び 1995 年の出荷台数・1995 年の出荷台数中の HFC 割合・1995 年の製造時 HFC 充填総量から導いた出荷台数当たりの HFC 充填量、1995 年の生産時漏洩率、1995 年の一台当たり充填量、1995 年の使用時漏洩率、1995 年の HFC 使用機器廃棄台数のデータを用いて外挿等をして算定を行っている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性においては、製造・使用時は 2006 年 IPCC ガイドラインの電気設備の上限値 30%を採用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を製造・使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は、製造・使用時は 32%、廃棄時は 10%と評価された。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.2. 業務用冷凍空調機器の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-）

4.7.1.2.a. 業務用冷凍空調機器

a） 排出源カテゴリーの説明

1） HFCs

業務用冷凍空調機器の生産時、現場設置時、冷媒補充時、故障時、廃棄時において HFCs が排出される。

2） PFCs

国内における製品製造時は、過去から現在に至るまで PFCs の使用実績がないため、「NO」と報告している。また、輸入製品についても直近 3 ヶ年の国内に輸入される製品のフロン類の調査結果において PFCs の使用は確認されておらず、輸入製品への PFCs の補充はないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。なお、日本冷凍空調工業会（https://www.jraia.or.jp/index.html）がメンバー企業に確認したところ、それ以前に輸入された業務用冷凍機器における PFC の使用も確認されなかった。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に基づき、機種や機器の製造年等を考慮しつつ主にモデルを用いて算定している。以下に分類された機種及びそれらに使用されている冷媒毎に、各年の生産台数及び冷媒充填量等を使用して、①生産時漏洩量、②現場設置時の漏洩量、③機器稼働時漏洩量、④廃棄時排出量をそれぞれ推定し、合計した。

遠心式冷凍機、スクリュー冷凍機、冷凍冷蔵ユニット、輸送用冷凍冷蔵ユニット、別置型ショーケース、内蔵型ショーケース、製氷器、冷水器、業務用冷凍冷蔵庫、パッケージエアコン、ガスヒートポンプ、チリングユニット

排出係数は、機器の種類ごとに一定期間中の冷媒充てん量と事故故障の発生率について大規模なサンプリング調査を行い決定した[7]。（サンプル数：26 万台、2007～2009 年に実施）

業務用冷凍空調機器からの HFCs の排出量は、機種及び冷媒ごとに、以下の考え方を用いて計算している。

[7] 詳細は、2009 年 3 月 17 日の産業構造審議会化学バイオ部会第 21 回地球温暖化防止対策小委員会の資料 1-1 及び資料 1-2 参照。

○　生産時漏洩量

$$E_{manufacturing} = \Sigma\,(N_{produced} \times m_{manufacturing} \times x_{manufacturing})$$

$E_{manufacturing}$ ： 生産時漏洩量
$N_{produced}$ ： 生産台数
$m_{manufacturing}$ ： 生産時冷媒充填量
$x_{manufacturing}$ ： 冷媒漏洩率

○　現場設置時漏洩量

$$E_{installation} = \Sigma\,(N_{installation} \times m_{installation} \times x_{installation})$$

$E_{installation}$ ： 現場設置時漏洩量
$N_{installation}$ ： 現場充填実施台数
$m_{installation}$ ： 冷媒充填量
$x_{installation}$ ： 冷媒漏洩率

○　機器稼働時漏洩量

$$E_{operation} = \Sigma\,(N_{operated} \times m_{operation} \times x_{operation}) - R_{operation}$$

$E_{operation}$ ：機器稼働時漏洩量
$N_{operated}$ ： 市中稼働台数
$m_{operation}$ ： 稼働時冷媒充填量
$x_{operation}$ ： 使用時冷媒漏洩率
$R_{operation}$ ： 整備時回収量

○　廃棄時排出量

$$E_{disposal} = \Sigma\,(N_{disposed} \times x_{disposal}) - R_{disposal}$$

$E_{disposal}$ ： 廃棄時排出量
$N_{disposed}$ ： 使用済機器発生台数
$x_{disposal}$ ： 廃棄時平均冷媒充填量
$R_{disposal}$ ： 使用済回収量

（注）　機器稼働時漏洩量の計算において、稼働時冷媒充填量は毎年の減少を考慮している。また、市中稼働台数及び使用済機器発生台数は、各年の出荷台数及び機器寿命より推定。

関連指標を下表に示す。

表 4-65　業務用冷凍空調機器からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC機器生産台数	千台	NO	214	373	1,241	1,122	1,212	1,303	1,250	1,228	1,296	1,350	1,355	1,400	1,167	1,237
工場生産時平均冷媒充填量	g/台	372	372	586	3,281	3,280	3,462	3,413	3,539	3,473	3,358	3,329	3,480	3,627	3,698	3,573
工場生産時冷媒排出係数	%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%
HFC機器現場充填実施台数	千台	NO	9	32	130	171	238	225	260	240	246	249	229	217	190	170
現場設置時平均冷媒充填量	g/台	17,806	17,806	9,221	24,251	24,527	22,829	20,754	20,394	20,073	19,520	18,388	19,620	22,150	23,388	28,813
現場設置時冷媒排出係数	%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
HFC機器市中稼働台数	千台	NO	375	1,957	6,770	11,843	13,706	14,653	15,498	16,215	16,939	17,642	18,249	18,792	18,999	19,206
機器稼働時平均冷媒充填量	g/台	1,012	1,012	1,043	4,549	5,934	6,400	6,559	6,764	6,917	7,009	7,047	7,107	7,188	7,254	7,312
機器稼働時冷媒排出係数	%	7.3%	7.3%	7.4%	5.3%	5.9%	6.2%	6.2%	6.3%	6.4%	6.4%	6.3%	6.3%	6.3%	6.4%	6.4%
使用済HFC機器発生台数	千台	NO	1	23	127	398	518	581	665	751	817	896	977	1,075	1,150	1,200
法律に基づく整備時HFC回収量	t	NO	NO	NO	NO	548	671	682	759	772	861	979	1,016	1,066	990	993
法律に基づく使用済HFC回収量	t	NO	NO	NO	183	269	522	689	668	735	952	1,158	1,296	1,499	1,712	1,844
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	3	9	140	198	267	225	256	228	229	209	194	195	171	173
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	40	258	3,415	10,524	14,232	15,850	17,639	19,002	20,155	20,881	21,465	21,906	22,207	22,381
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	4	51	586	2,777	3,468	3,743	4,739	6,035	7,337	8,322	9,647	11,593	13,204	14,059
排出量	kt-CO_2換算	NO	47	318	4,141	13,500	17,966	19,818	22,635	25,264	27,720	29,412	31,305	33,694	35,583	36,612

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス

分科会資料

（注）

- 2002 年以降、業務用パッケージエアコンの増加により大型化が進み、平均冷媒充填量や現場設置時漏洩率が増加している。
- 2021 年の機器製造時の加重平均 GWP は 1,933、機器稼働時の加重平均 GWP は 2,478、機器廃棄時の加重平均 GWP は 2,199 である。ガス種別に排出量を計算しているが、秘匿性に配慮して Unspecified mix として報告している。

表 4-66　業務用冷凍空調機器の機種別の HFCs の種類、機器稼働時冷媒排出係数

機種	HFCs の種類	冷媒使用量	排出係数※	HFCs 機器市中稼働台数中の割合（2010 年）
小型冷凍冷蔵機器（内蔵型等）	R-404A、HFC-134a 等	0.1～3 kg	2%	40%
別置型ショーケース	R-404A、R-407C 等	20～41 kg	16%	3%
中型冷凍冷蔵機器（除、別置型ショーケース）	R-404A、R-407C 等	2～30 kg	13～17%	6%
大型冷凍機	HFC-134a、R404A 等	300～2,300 kg	7～12%	0.05%
ビル用パッケージエアコン	R-410A、R-407C 等	37 kg	3.5%	7%
その他業務用空調機器（除、ビル用パッケージエアコン）	R-410A、R-407C 等	3～43 kg	3～5%	44%

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会第 2 回冷媒対策ワーキンググループ（2010 年 7 月 26 日）資料、経済産業省提供データ

（注）　※は整備時、事故、故障時も含む

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については HFC 機器生産台数・HFC 機器現場充填実施台数と比例すると考えられる HFC 国内出荷量、及び 1995 年の工場生産時平均冷媒充填量、1995 年の工場生産時冷媒漏洩率、1995 年の現場設置時平均冷媒充填量、1995 年の現場設置時冷媒漏洩率、1995 年の機器稼働時平均冷媒充填量、1995 年の使用時冷媒漏洩率のデータを用いて外挿等をして算定を行っている。

冷媒コンテナからの漏洩については、2006 年 IPCC ガイドラインに算定方法が示されているが、他の排出源で捕捉済みでない再充填禁止容器（NRC 容器）からの漏洩について排出量を試算したところ、算定方法検討会で定めた算定対象となる 50 万 t-CO_2 換算を超えないこと、また活動量となりうる統計・調査が存在するものではないため、重要でないという意味での「NE」として報告した（別添 5 参照）。NRC 容器からの漏洩量は、未回収 NRC 容器の出荷時充填冷媒量に、使用済み NRC 容器に残存する冷媒割合を乗じて推計した。未回収 NRC 容器の出荷時充填冷媒量は、国内の NRC 容器の出荷量に、未回収 NRC 容器の割合を乗じて求めた。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性においては、製造時は 2006 年 IPCC ガイドラインの電気設備の上限値 30%、使用時は経済産業省調査値 5%を採用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を製造・使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は、製造は 32%、使用時は 11%、廃棄時は 10%と評価された。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。1995 年以降の全ての期間で生産量は同一の機器製造業者の業界団体から入手し、排出係数についても経済産業省が平成 21 年に報告した値を使用している。

d）　QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）　再計算

1996 年～2020 年について、排出量の推計に用いている HFC 機器の台数、冷媒充填量及び排出係数等の修正に伴い再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）　今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.2.b. 自動販売機の製造、使用、及び廃棄

a）　排出源カテゴリーの説明

1）　HFCs

自動販売機の生産時、故障時、廃棄時に HFCs が排出される。

2）　PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs が使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b）　方法論

■　算定方法

生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩量、②故障時排出量、③廃棄時排出量を推定した。排出係数は国独自のものである。

○　生産時漏洩量

$$E_{manufacturing} = \Sigma\,(N_{produced} \times m_{manufacturing} \times x_{manufacturing})$$

$E_{manufacturing}$　：生産時漏洩量
$N_{produced}$　：生産台数
$m_{manufacturing}$　：生産時冷媒充填量
$x_{manufacturing}$　：冷媒漏洩率

○　故障時排出量

$$E_{accident} = \Sigma\,(N_{operated} \times m_{operation} \times A \times x_{accident})$$

$E_{accident}$　：故障時排出量
$N_{operated}$　：市中稼働台数
$m_{operation}$　：稼働時冷媒充填量
A　：事故・故障発生率
$x_{accident}$　：故障時平均漏洩率

○　廃棄時排出量

a)2001 年まで　$E_{disposal} = \Sigma\{N_{disposed} \times m_{disposal} \times (1-\eta)\}$

b)2002 年以降　$E_{disposal} = \Sigma(N_{disposed} \times m_{disposal\text{-}avg}) - R$

$E_{disposal}$　：廃棄時排出量
$N_{disposed}$　：使用済機器発生台数
$m_{disposal}$　：廃棄時冷媒充填量
η　：回収率
$m_{disposal\text{-}avg}$　：廃棄時平均冷媒充填量
R　：法律に基づく回収量

自動販売機関連の HFCs の排出については、産業構造審議会製造産業分科会資料に示された値を報告した。関連指標を下表に示す。

表 4-67　自動販売機からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC使用機器生産（販売）台数	千台	NO	NO	272	355	173	30	10	8	7	7	6	6	5	2	2
1台当たり充填量	g	NO	NO	300	220	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219
生産時漏洩率	%	NO	0.4%	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
稼働台数	千台	NO	NO	284	1,999	2,279	1,759	1,530	1,068	748	431	330	187	140	66	48
事故・故障発生率	%	NO	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
故障時平均漏洩率	%	NO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
修理時平均漏洩率	%	NO	0.009	0.009	0.006	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
廃棄台数	千台	NO	NO	NO	NO	286	277	273	299	266	264	196	188	148	77	20
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	NO	28	22	21	23	21	21	15	15	12	6	2
排出量	t	NO	NO	0.39	0.54	16.05	15.42	15.16	16.49	14.69	14.51	10.80	10.33	8.13	4.22	1.10
	kt-CO_2換算	NO	NO	1	1	28	22	22	24	21	21	15	15	12	6	2

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

なお、1990～1994 年については、HFCs が充填された自動販売機は用いられていなかったことが確認されたため、排出量は NO とした。（環境省報道発表、平成 12 年 7 月 31 日、冷媒フロンの廃棄等の見通しについて＜参考 1＞）

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性においては、製造時・使用時・廃棄時いずれも 2006 年 IPCC ガイドラインの電気設備の上限値 30%を採用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を製造・使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は、製造時・使用時・廃棄時いずれも 32%と評価された。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

2001～2020 年について冷媒充填量の修正に伴い再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.3. 輸送機器用冷蔵庫の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-）

a）排出源カテゴリーの説明

1）HFCs

輸送機器用冷蔵庫の生産時、使用時、廃棄時において HFCs が排出される。

2）PFCs

「4.7.1.2.a 業務用冷凍空調機器」と同様である。

b）方法論

■　算定方法

「4.7.1.2.a 業務用冷凍空調機器」と同様である。関連指標を下表に示す。

表 4-68　輸送機器用冷蔵庫（鉄道）からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC機器生産台数[1)]	台	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1台あたり製造時HFC充填量[1)]	kg	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
製造時漏えい率	%	0%	0%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
使用時漏えい率	%	0%	0%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
使用済HFC機器発生台数	台	0	0	6	1	14	13	14	17	21	23	11	11	1	0	0
廃棄時充填量	kg	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
回収率	%	0	0	0%	31%	31%	34%	34%	32%	38%	39%	38%	39%	38%	41%	40%
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	0.001	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	0.1	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	NO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.04	0.00	NO	NO
排出量（鉄道）	kt-CO_2換算	NO	NO	0.1	0.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

（出典）国土交通省「鉄道統計年報」、IPCC デフォルト値等、但し 1)はメーカーヒアリングに基づく

表 4-69　輸送機器用冷蔵庫（船舶）からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製造時漏えい率	%	0%	0%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
使用時漏えい率	%	0%	0%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
回収率	%	0%	0%	0%	31%	31%	34%	34%	32%	38%	39%	38%	39%	38%	41%	40%
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	0.01	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	1	24	77	124	161	175	191	206	223	249	273	297	309
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	NO	0.02	0.1	0.8	1.8	1.7	2.6	4.1	5.4	5.9	5.9	7.0
排出量（船舶）	kt-CO_2換算	NO	NO	1	24	77	124	163	177	193	209	228	255	280	303	316

（出典）IPCC デフォルト値、国土交通省「海事レポート」等

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

「4.7.1.2.a 業務用冷凍空調機器」と同様である。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。

4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

2006～2020 年について、使用時排出量（船舶）の算定に用いている冷媒比率の修正に伴い再計算が生じた。2020 年について、「鉄道統計年報」の更新も再計算に寄与した。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.4. 工業用冷蔵庫の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-）

1） HFCs

「4.7.1.2. 業務用冷凍空調機器」の合計に含まれているため、「IE」と報告している。データを提供する業界団体が、データ収集プロセスにおいて業務用と工業用とを区別することは不可能であり業務用冷蔵庫と工業用冷蔵庫の排出量を分けることが出来ないためである。

2） PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs が使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

4.7.1.5. 固定空調機器（家庭用エアコン）の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

1） HFCs

家庭用エアコンの生産時、機器稼働時、廃棄時において HFCs が排出される。

2） PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs が使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b） 方法論

■ 算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、ガスごとに①生産時漏洩量、②機器稼働時漏洩量、③廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計した。排出係数は国独自のものである。なお、2009 年及び 2010 年（－9.9%）、2014 年及び 2015 年（5.6%）の間において生じている HFC-125 の見かけの排出係数（廃棄時）の年次変化は、廃棄時の回収量の変動によるものである。

○　生産時漏洩量

$$E_{manufacturing} = \Sigma\ (N_{produced} \times m_{manufacturing\text{-}avg} \times x_{manufacturing})$$

$E_{manufacturing}$　：生産時漏洩量
$N_{produced}$　：生産台数
$m_{manufacturing\text{-}avg}$　：生産時平均冷媒充填量
$x_{manufacturing}$　：生産時冷媒漏洩率

○　機器稼働時漏洩量

$$E_{operation} = \Sigma\ (N_{operated} \times m_{operation\text{-}avg} \times x_{operation})$$

$E_{operation}$　：機器稼働時漏洩量
$N_{operated}$　：市場保有台数
$m_{operation\text{-}avg}$　：稼働時平均冷媒充填量
$x_{operation}$　：使用時漏洩率

○　廃棄時排出量

$$E_{disposal} = \Sigma\ (N_{disposed} \times m_{disposal\text{-}avg}) - R$$

$E_{disposal}$　：廃棄時排出量
$N_{disposed}$　：廃棄台数
$m_{disposal\text{-}avg}$　：廃棄時平均冷媒充填量
R　：法律に基づく回収量

（注）　機器稼働時漏洩量の計算において、稼働時平均冷媒充填量は毎年の減少を考慮している。また、市場保有台数及び廃棄台数は、各年の出荷台数及び機器寿命より推定。

関連指標を下表に示す。

表 4-70　家庭用エアコンからの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC使用機器生産台数	千台	NO	NO	1,077	3,981	3,460	3,608	3,920	3,507	4,160	4,080	4,193	4,358	3,891	4,078	3,406
1台当たり充填量	g	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
生産時排出係数	%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
HFC機器市中稼働台数	千台	NO	NO	1,726	26,091	61,540	75,833	83,349	89,020	94,197	99,157	104,067	109,193	113,317	117,693	120,810
機器稼働時平均冷媒充填量	g/台	NO	NO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
機器稼働時冷媒排出係数	%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
使用済HFC機器発生台数	千台	NO	NO	2	83	764	1,456	1,907	2,423	2,990	3,567	4,145	4,688	5,220	5,720	6,181
機器廃棄時平均冷媒充填量	g/台	NO	NO	954	911	841	814	803	796	792	795	796	804	815	825	830
法律に基づく使用済HFC回収量	t/年	-	-	-	10	231	322	466	508	570	700	892	1,181	1,367	1,599	1,622
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	4	17	13	11	11	7	5	3	3	3	2	2	2
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	72	1,089	2,569	3,165	3,424	3,534	3,549	3,523	3,480	3,425	3,345	3,258	3,146
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	3	139	916	1,833	2,301	2,984	3,767	4,486	5,059	5,437	5,939	6,336	6,874
排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	80	1,245	3,499	5,009	5,736	6,524	7,320	8,012	8,542	8,865	9,287	9,596	10,021

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

なお、1990～1994 年については、HFCs が充填された固定空調機器（家庭用エアコン）は用いられていなかったことが確認されたため、排出量は NO とした。（環境省報道発表、平成 12 年 7 月 31 日、冷媒フロンの廃棄等の見通しについて＜参考 1＞）

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

業務用冷凍空調機器（2.F.1.-）に記載した内容と同一である。4.7.1.2.a.c）節を参照のこと。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

2010 年以降について、生産台数の修正に伴い再計算が生じた。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.6. 輸送機器用空調機器の製造、使用、及び廃棄（2.F.1.-）

a）排出源カテゴリーの説明

1）HFCs

輸送機器用空調機器（カーエアコン、鉄道用及び船舶用空調機器）の生産時、使用時、故障時、事故時、廃棄時において HFCs が排出される。

2）PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs が使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b）方法論

■　算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩量、②使用時漏洩量、③故障時排出量、④事故時排出量、⑤廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計した。排出係数は国独自のものである。車種ごとに、以下の考え方を用いて計算している。

○　生産時漏洩量

$$E_{manufacturing} = \Sigma\,(N_{produced} \times m_{manufacturing} \times x_{manufacturing})$$

$E_{manufacturing}$　：生産時漏洩量
$N_{produced}$　：生産台数
$m_{manufacturing}$　：生産時冷媒充填量
$x_{manufacturing}$　：冷媒漏洩率

○　使用時漏洩量

$$E_{operation} = \Sigma\,(N_{operated} \times m_{operation} \times x_{operation})$$

$E_{operation}$　：使用時漏洩量
$N_{operated}$　：市中車輌台数
$m_{operation}$　：稼働時冷媒充填量

$x_{operation}$　：冷媒漏洩率

（注）使用時漏洩量の計算において、稼働時冷媒充填量は毎年の減少を考慮している。

○　故障時排出量

$$E_{breakdowns} = \Sigma\,(N_{operated} \times m_{operation} \times A \times x_{accident})$$

$E_{breakdowns}$　：故障時排出量
$N_{operated}$　：市中車輌台数
$m_{operation}$　：稼働時冷媒充填量
A　：故障発生率
$X_{accident}$　：故障発生時冷媒漏洩率

○　事故時排出量

$$E_{accident} = \Sigma\,(N_{operated} \times m_{operation})$$

$E_{accident}$　：事故時排出量
$N_{operated}$　：全損事故車輌数
$m_{operation}$　：全損事故時冷媒充填量

○　廃棄時排出量

a)2001 年まで　$E_{disposal} = \Sigma\,\{N_{disposed} \times m_{disposal} \times (1-\eta)\}$
b)2002 年以降　$E_{disposal} = \Sigma\,(N_{disposed} \times m_{disposal\text{-}avg}) - R$

$E_{disposal}$　：廃棄時排出量
$N_{disposed}$　：使用済車輌台数
$m_{disposal}$　：廃棄時冷媒充填量
η　：回収率
$m_{disposal\text{-}avg}$　：廃棄時平均冷媒充填量
R　：法律に基づく回収量

関連指標を次表に示す。

表 4-71　カーエアコンからの HFC-134a の排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCエアコン車生産台数	千台	0	9,745	9,761	10,407	9,292	9,856	9,613	9,753	9,273	9,205	9,639	9,362	8,140	4,600	3,884
1台当たり生産時漏洩量	g	4	4	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HFCエアコン車両保有台数	千台	0	15,655	42,374	60,364	66,043	70,406	72,054	72,813	73,272	73,856	74,236	74,087	72,697	70,274	66,966
1台当たり平均冷媒充填量	g	700	700	615	548	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497
1台当たり年間使用時漏洩量（普通自動車）	g	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
故障発生割合	%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
故障事故車両冷媒漏洩率	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
全損事故車両数	千台	0	50	136	193	211	225	231	233	234	236	238	237	233	225	214
全損事故車輌冷媒充填量	g	681	681	610	522	448	426	417	409	404	400	394	388	383	377	371
使用済HFC車国内台数	千台	0	116	789	2,058	2,895	2,709	2,835	2,839	2,694	2,666	2,927	2,941	2,920	2,763	2,667
使用済HFC車冷媒充填量	g	676	676	593	522	444	404	412	393	380	370	360	349	347	339	336
HFC回収量（2002年度以降は法律に基づく）	t/年	-	-	-	531	898	786	785	773	710	682	720	718	694	625	579
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	49	49	45	13	11	11	10	10	10	10	10	8	5	4
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	704	1,798	2,331	2,222	2,274	2,276	2,255	2,230	2,215	2,189	2,151	2,086	1,994	1,881
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	112	669	778	555	442	548	492	449	436	477	443	458	446	455
排出量	kt-CO_2換算	NO	865	2,516	3,153	2,791	2,728	2,835	2,757	2,690	2,661	2,676	2,604	2,553	2,444	2,340

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

表 4-72　鉄道用空調機器からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製造時漏えい率	%	0%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
使用時漏えい率	%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	0.003	0.03	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	0.4	1.6	6.9	15.5	18.4	19.8	21.3	22.7	24.1	25.5	27.2	28.8	30.3	32.0
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1
排出量（鉄道）	kt-CO_2換算	NO	0.4	2	7	16	19	20	21	23	24	26	27	29	30	32

（出典）「鉄道統計年報」、国土交通省「鉄道車両等生産動態統計年報」、IPCC デフォルト値等

表 4-73　船舶用空調機器からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製造時漏えい率	%	0%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
使用時漏えい率	%	0%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
回収率	%	0%	0%	0%	0%	31%	34%	34%	32%	38%	39%	38%	39%	38%	41%	40%
機器製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	0.0003	0.004	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
機器稼働時排出量	kt-CO_2換算	NO	0.1	1.0	25.8	107.9	137.5	146.8	155.9	161.9	170.1	175.8	180.9	186.5	190.0	188.8
機器廃棄時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	NO	0.01	0.01	0.1	0.3	0.2	0.4	0.6	0.8	1.2	1.6	2.6
排出量（船舶）	kt-CO_2換算	NO	0.1	1	26	108	138	147	156	162	171	176	182	188	192	192

（出典）IPCC デフォルト値、海事レポート等

なお、カーエアコンについては、HFC が使用された 1992～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については HFC エアコン車生産台数と比例すると考えられる HFCs 国内出荷量、及び 1995 年の 1 台当たり生産時漏洩量、1995 年の 1 台当たり平均冷媒充填量、1995 年の 1 台当たり年間使用時漏洩量（普通自動車）、1995 年の故障発生割合、1995 年の故障事故車両冷媒漏洩率、1995 年の全損事故車両台数、1995 年の HFC エアコン車両保有台数、1995 年の全損事故車両冷媒充填量、1995 年の使用済 HFC 車国内台数、1995 年の使用済 HFC 車冷媒充填量のデータを用いて外挿等をして算定を行っている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

自動販売機（2.F.1.-）に記載した内容と同一である。4.7.1.2.b.c）を参照のこと。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

カーエアコンからの 2020 年排出量について、生産台数及び全損事故車両数の修正に伴い再計算が生じた。2020 年について、「鉄道統計年報」の更新も再計算に寄与した。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.2. 発泡剤（2.F.2.）

4.7.2.1. 閉鎖系気泡フォーム（2.F.2.-）

4.7.2.1.a. ウレタンフォーム（2.F.2.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

発泡剤として使用される HFC-134a、HFC-245fa、HFC-365mfc が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

IPCC ガイドライン（閉鎖系気泡フォーム）に準拠し、各年の発泡剤使用量のうち、10%が製造初年度に排出され、残りが 4.5%ずつ 20 年かけて使用時に全量排出されるとして算定した。各年の発泡剤使用量はウレタンフォーム工業会、ウレタン原料工業会によるデータを使用した。

また、ウレタンフォームの廃棄は様々な時期に行われ、現実的に「使用」と「廃棄」を区分することは困難である。「使用」と「廃棄」は一体として取扱い、「使用」に全量を計上し、「廃棄」は「IE」として報告している。

$$E = E_{manufacturing} + E_{use}$$
$$= (M \times EF_{FYL}) + (Bank \times EF_{AL})$$

E ：HFC 排出量［t］
$E_{manufacturing}$ ：製造時排出量［t］
E_{use} ：使用時排出量［t］
M ：HFC の使用量［t］
EF_{FYL} ：発泡時漏洩率［%］
$Bank$ ：前年までの使用量の合計［t］
EF_{AL} ：使用時年間排出割合［%］

表 4-74　ウレタンフォームからの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-134a 使用量	t	NO	NO	167	224	66	34	28	14	12	NO	NO	NO	NO	NO	NO
HFC-245fa 使用量	t	NO	NO	NO	3,893	2,365	2,613	2,570	2,533	2,230	2,577	2,596	2,365	1,626	618	551
HFC-365mfc 使用量	t	NO	NO	NO	1311	900	977	921	866	779	794	802	744	702	203	186
発泡時漏洩率	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
使用時HFC年間排出率	%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%
HFC-134a 総排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	24	112	133	137	138	138	139	138	138	138	138	127	116
HFC-245fa 総排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	490	1,144	1,399	1,516	1,631	1,718	1,857	1,978	2,075	2,108	2,080	2,101
HFC-365mfc 総排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	130	318	391	421	450	474	503	532	556	579	565	571

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

（注）　HFC-245fa、HFC-365mfc に関しては、2004 年 1 月に生産全廃された HCFC-141b の代替として使用され使用が増えた。

なお、1990～1994 年については、HFCs を使用したウレタンフォームは用いられていなかったことが確認されたため、排出量は NO とした。（環境省、平成 23 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法）

c）　**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

排出量の不確実性は、製造時・使用時ともに 2006 年 IPCC ガイドラインの 50%を採用した。

■　**時系列の一貫性**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）　QA/QC **と検証**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）　**再計算**

特になし。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.7.2.1.b. **押出発泡ポリスチレンフォーム**（2.F.2.-）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

発泡剤として使用される HFC-134a が排出される。

b）　**方法論**

■　**算定方法**

各年の発泡剤使用量のうち、25%が製造初年度に排出され、残りが 0.75%ずつ排出されるとして算定した。各年の発泡剤使用量は押出発泡ポリスチレン工業会によるデータを使用した。

なお、この考え方は、2006 年 IPCC ガイドラインや PRTR における押出発泡ポリスチレン製造事業所の HCFCs の移動量の算出方法と整合している。

断熱材は、建物の改修時、被災時、解体時など様々な時期に「廃棄」されるため、現実的には「使用」と「廃棄」を区分することは困難である。廃棄されたものは使用されているものと同じように HFCs を排出すると考えられることから、これらを一体で扱うこととし、全量を「使用」で計上したと考えて「廃棄」は「IE」としている。

$$E = E_{manufacturing} + E_{use}$$
$$= (M \times EF_{FYL}) + (Bank \times EF_{AL})$$

E	：HFC-134a 排出量［t］
$E_{manufacturing}$	：製造時排出量［t］
E_{use}	：使用時排出量［t］
M	：HFC-134a の使用量［t］
EF_{FYL}	：発泡時漏洩率（25%）
$Bank$	：前年までの使用量の合計［t］
EF_{AL}	：使用時年間排出割合［%］

表 4-75　押出発泡ポリスチレンフォームからの HFC-134a の排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-134a 使用量	t	NO	NO	NO	26	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
フォーム製品化率	%	-	-	-	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
使用時HFC年間排出率	%	-	-	-	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
製造時排出量	t	NO	NO	NO	6.50	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
使用時排出量	t	NO	NO	NO	9.00	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23
排出量	t	NO	NO	NO	15.50	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23	9.23
製造時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
使用時排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	22	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料他

なお、1990～1994 年については、HFCs を使用した押出発泡ポリスチレンフォームは用いられていなかったことが確認されたため、排出量は NO とした。（環境省「平成 23 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法」）

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

ウレタンフォーム製造（2.F.2.-）に記載した内容と同一である。4.7.2.1.a.c）節を参照のこと。

■　**時系列の一貫性**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）**QA/QC と検証**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.7.2.2. 開放系気泡フォーム（2.F.2.-）

4.7.2.2.a. 高発泡ポリエチレンフォーム（2.F.2.-）

a）**排出源カテゴリーの説明**

発泡剤として使用される HFC-134a、HFC-152a が排出される。

b）**方法論**

■　**算定方法**

IPCC ガイドライン（開放系気泡フォーム）に準拠し、各年の発泡剤使用量が、製造時に全量排出されるとして計算した。各年の発泡剤使用量は高発泡ポリエチレン工業会によるデータを使用した。

表 4-76　高発泡ポリエチレンフォームからの HFC-134a 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-134a使用量	t	1	346.00	322.00	128.00	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11
排出量	t	1	346.00	322.00	128.00	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11	98.11
	kt-CO_2換算	1	495	460	183	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

表 4-77　高発泡ポリエチレンフォームからの HFC-152a 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-152a使用量	t	0.04	14.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
排出量	t	0.04	14.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	kt-CO_2換算	0.005	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については発泡剤使用量と比例すると考えられる HFCs 国内出荷量のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

ウレタンフォーム（2.F.2.-）に記載した内容と同一である。4.7.2.1.a.c）節を参照のこと。

■　**時系列の一貫性**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）**QA/QC と検証**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

特になし。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.7.3. 消火剤（2.F.3.）

a）**排出源カテゴリーの説明**

消火剤として使用される HFCs が排出される。

b）**方法論**

■　**算定方法**

製造時については、HFC-23 と HFC-227ea が使用されている。2004 年時点において消火設備のボンベに充填されているのは HFC-227ea のみである。HFC-23 消火剤については、各社と

も HFC-23 が既にボンベに充填されたものを購入しているため、製造時の排出は起こらない。2004 年度における製造時の HFC-227ea の排出量を計算したところ、0.0007(t)と非常に少ないことから、専門家判断により「NO」とした。

使用時については、1995 年時点においては HFCs を充填した消火剤はほとんど出回っておらず、使用実績が無いと考えられることから、1995 年、及びそれ以前は「NO」とした。1996 年以降の排出量は、HFCs 消火剤のストック量をもとに以下の式で算定した。

$$E = Bank \times EF$$

E　：HFCs 排出量［t］
Bank　：HFCs 消火剤のストック量［t］
EF　：使用時の排出係数

廃棄時については、消火剤用途として HFCs が使用され始めてからの年次が浅く、建物の耐用年数（30～40 年）から考えても、現時点において廃棄されることは考えにくいことから、現状では「NO」とする。

■　排出係数

HFCs 消火剤使用時の排出係数について現在、知見が得られていない。よって同様の消火剤であるハロンの補充量実績（消防庁提供）から求めた排出率（0.00088）をこの区分の排出係数として採用した。

表 4-78　排出係数の参考値（ハロン消火剤の排出率）

	単位	2002	2003	2004	2005	2006	2007	平均
ハロン設置量（A）	t	17,094	17,090	17,060	16,994	17,075	16,889	17,034
ハロン補充量（B）	t	13	13	22	13	14	15	15
（B）／（A）	-	0.00076	0.00076	0.00129	0.00076	0.00082	0.00089	0.00088

■　活動量

消火剤の使用に伴う HFCs 排出の活動量については、消防庁提供の HFCs ストック量を用いた。

表 4-79　消火剤ストック量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-23 ストック量	t	NO	NO	306.38	478.27	523.12	532.64	536.67	546.25	559.43	566.54	572.59	579.21	579.97	580.09	581.88
HFC-23 排出量	t	NO	NO	0.27	0.42	0.46	0.47	0.47	0.48	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51
	kt-CO_2換算	NO	NO	4	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8
HFC-227ea ストック量	t	NO	NO	225.28	391.73	522.44	596.44	639.97	685.75	738.32	753.66	800.21	809.63	845.84	862.29	873.68
HFC-227ea 排出量	t	NO	NO	0.20	0.34	0.46	0.52	0.56	0.60	0.65	0.66	0.70	0.71	0.74	0.76	0.77
	kt-CO_2換算	NO	NO	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
合計排出量	kt-CO_2換算	NO	NO	5	7	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの 16%を採用した。

■　時系列の一貫性

消防庁より提供を受けた排出係数・活動量データをもとに、1995 年度からの一貫した方法を使用して算定している。1990～1994 年については、1995 年時点で HFCs を充填した消火剤の使用実績がないことに照らし、排出量は「NO」とした。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.4. エアゾール（2.F.4.）

4.7.4.1. 医療用エアゾール（定量噴射剤：MDI）（2.F.4.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

定量噴射剤の製造時・使用時に HFCs が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、各年に使用された量のうち、50%が製造年に排出され、残りの 50%が次年に排出されるとして算定を行った。

ガス購入量、国内生産 MDI（Metered Dose Inhalers）使用量、輸入 MDI 使用量、廃棄処理量はそれぞれ日本製薬団体連合会のデータによる。また、廃棄処理量には同会が主として製造工程の不良品を破壊処理した MDI に含まれる HFCs 量を計上した。

$$E_n = E_{manufacturing} + E_{potential\,(n-1)} \times EF_{first} + E_{potential\,(n)} \times (1 - EF_{first}) - R_{(n)}$$

E_n ：n 年度における当該 F-gas（HFC-134a、HFC-227ea）排出量［t］
$E_{manufacturing}$ ：製造時漏洩量［t］
$E_{potential\,(n-1)}$、$E_{potential\,(n)}$ ：n－1 又は n 年度における F-gas 潜在排出量［t］
EF_{first} ：50［%］
$R_{(n)}$ ：n 年度における F-gas 廃棄処理量［t］

$$E_{potential} = U_{domestic} + U_{import}$$

$U_{domestic}$ ：国内生産 MDI 使用量［t］
U_{import} ：輸入 MDI 使用量［t］

関連指標を下表に示す。

表 4-80　医療品製造の排出量算定結果（HFC-134a）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
国内生産MDI使用量	t	NO	NO	1.40	0.90	1.07	0.77	0.60	0.90	0.59	0.91	0.60	0.75	0.74	0.75	0.60
輸入MDI使用量	t	NO	NO	42.00	70.70	57.05	48.30	46.04	42.36	41.34	39.16	34.17	35.03	32.73	34.55	30.47
廃棄処理量	t	NO	NO	0.10	1.90	2.52	0.76	0.72	0.23	3.56	0.42	0.13	0.03	0.07	0.04	0.34
HFC-134a排出量	t	NO	NO	37.20	62.75	55.52	51.26	47.23	44.91	39.35	40.72	37.38	35.35	34.66	34.48	32.94
	kt-CO_2換算	NO	NO	53	90	79	73	68	64	56	58	53	51	50	49	47

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

表 4-81　医療品製造の排出量算定結果（HFC-227ea）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
国内生産MDI使用量	t	NO	NO	NO	41.00	35.96	25.77	25.11	21.02	22.96	21.41	17.84	18.43	19.63	20.06	19.76
輸入MDI使用量	t	NO	NO	3.60	2.10	0.42	0.73	0.73	0.38	18.75	20.16	27.48	26.17	37.86	39.85	30.51
廃棄処理量	t	NO	NO	NO	1.20	0.80	0.80	0.77	0.54	0.70	0.23	0.33	0.32	0.09	0.02	0.05
HFC-227ea排出量	t	NO	NO	1.80	48.05	33.14	29.83	26.93	23.93	31.70	32.05	43.95	45.41	51.54	59.16	55.15
	kt-CO_2換算	NO	NO	6	155	107	96	87	77	102	135	142	146	166	190	178

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

（注）　1997 年に HFC-134a、2001 年に（輸入分については 2000 年から）HFC-227ea を用いた MDI の生産を開始している。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については HFC-134a は 1995 年、1996 年の国内製品 MDI 使用量・輸入 MDI 使用量がそれぞれゼロ、HFC-227ea は 1995～1999 年の国内製品 MDI 使用量・輸入 MDI 使用量がそれぞれゼロであることから、排出がないとした。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

MDI の製造時及び使用・廃棄時における排出係数については、最終的に使用量が排出量となることから不確実性は 0%とした。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を製造時及び使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は製造時及び使用・廃棄時ともに 10%と評価された。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.4.2. 一般用エアゾール（2.F.4.-）

a）排出源カテゴリーの説明

エアゾールの製造時・使用時に HFCs が排出される。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインに則り、各年に製品に充填された量（潜在排出量）のうち、50%が製造年に排出され、残りの 50%が次年に排出されるとして算定した。

また、製造時漏洩量についても、製造に使用した量と、製品に充填された量の実測値の差

として把握しており、排出量に含めた。製造に使用した量と製品に充填された量は日本エアゾール協会によるデータを使用した。

「廃棄」については、実態としては廃棄されるエアゾール中に HFCs がある程度残っていると考えられるが、2006 年 IPCC ガイドラインに沿って「使用」に「廃棄」分を含めて潜在排出量の全量を計上している。

$$E_n = E_{manufacturing} + E_{potential\ (n-1)} \times EF_{first} + E_{potential\ (n)} \times (1 - EF_{first})$$

E_n ：n 年度における当該 HFC 排出量［t］
$E_{manufacturing}$ ：製造時漏洩量［t］
$E_{potential\ (n-1)}$、$E_{potential\ (n)}$ ：n－1 又は n 年度における当該 HFC 潜在排出量［t］
EF_{first} ：50［%］

$$E_{manufacturing\ (n)} = M_{(n)} - E_{potential\ (n)}$$

$E_{manufacturing\ (n)}$ ：n 年度における製造時漏洩量［t］
$M_{(n)}$ ：n 年度における製造時 HFC 使用量［t］
$E_{potential\ (n)}$ ：n 年度における HFCs 潜在排出量［t］

関連指標を下表に示す。

表 4-82　エアゾールからの HFC-134a 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
潜在排出量	t	NO	1,300.00	2,044.10	604.40	199.92	167.70	168.00	223.00	206.00	236.00	193.00	159.00	226.00	246.00	183.00
製造時漏洩量	t	NO	NO	80.20	24.90	8.08	8.30	7.00	12.00	15.00	22.00	35.00	38.50	37.00	48.00	44.50
製造年使用時排出量	t	NO	650.00	1,022.05	302.20	99.96	83.85	84.00	111.50	103.00	118.00	96.50	79.50	113.00	123.00	91.50
残存量（次年排出量）	t	NO	650.00	1,022.05	302.20	99.96	83.85	84.00	111.50	103.00	118.00	96.50	79.50	113.00	123.00	91.50
HFC-134a排出量	t	NO	1,050.00	2,137.10	908.15	223.04	187.15	174.85	207.50	229.50	243.00	249.50	214.50	229.50	284.00	259.00
	kt-CO_2換算	NO	1,502	3,056	1,299	319	268	250	297	328	347	357	307	328	406	370

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料他
（注）　1992～1997 年の製造時漏洩量は潜在排出量に含まれている。

表 4-83　エアゾールからの HFC-152a 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
潜在排出量	t	NO	NO	34.10	1,299.50	558.00	542.00	320.00	353.00	279.00	328.00	276.00	226.00	142.00	27.00	30.00
製造時漏洩量	t	NO	NO	1.10	28.90	638.00	464.00	249.00	185.00	108.50	68.00	89.00	75.00	45.50	17.00	1.00
製造年使用時排出量	t	NO	NO	17.05	649.75	279.00	271.00	160.00	176.50	139.50	164.00	138.00	113.00	71.00	13.50	15.00
残存量（次年排出量）	t	NO	NO	17.05	649.75	279.00	271.00	160.00	176.50	139.50	164.00	138.00	113.00	71.00	13.50	15.00
HFC-152a排出量	t	NO	NO	18.15	1,216.95	1,299.00	986.00	680.00	521.50	424.50	371.50	391.00	326.00	229.50	101.50	29.50
	kt-CO_2換算	NO	NO	2	151	161	122	84	65	53	46	48	40	28	13	4

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料他
（注）　2000 年に HFC-152a を用いたエアゾールの生産を開始している。

表 4-84　エアゾールからの HFC-245fa 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
潜在排出量	t	NO	NO	NO	0.80	0.39	1.09	0.17	1.10	0.28	NO	NO	NO	NO	NO	NO
製造時漏洩量	t	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
製造年使用時排出量	t	NO	NO	NO	0.40	0.19	0.55	0.09	0.55	0.14	NO	NO	NO	NO	NO	NO
残存量（次年排出量）	t	NO	NO	NO	0.40	0.19	0.55	0.09	0.55	0.14	NO	NO	NO	NO	NO	NO
HFC-245fa排出量	t	NO	NO	NO	0.55	0.35	1.56	0.63	0.64	0.69	0.14	NO	NO	NO	NO	NO
	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	1	0.4	2	1	1	1	0.1	NO	NO	NO	NO	NO

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 26 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回 HFC 等 4 ガス分科会資料他

表 4-85　エアゾールからの HFC-365mfc 排出の関連指標

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
潜在排出量	t	NO	NO	NO	1.12	NO	0.27	NO	0.24	0.24	NO	NO	NO	NO	NO	NO
製造時漏洩量	t	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
製造年使用時排出量	t	NO	NO	NO	0.56	NO	0.14	NO	0.12	0.12	NO	NO	NO	NO	NO	NO
残存量（次年排出量）	t	NO	NO	NO	0.56	NO	0.14	NO	0.12	0.12	NO	NO	NO	NO	NO	NO
HFC-365mfc排出量	t	NO	NO	NO	0.74	NO	0.14	0.14	0.12	0.24	0.12	NO	NO	NO	NO	NO
	kt-CO_2換算	NO	NO	NO	1	NO	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	NO	NO	NO	NO	NO

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、平成 26 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回 HFC 等 4 ガス分科会資料他

本サブカテゴリーにおける HFC-43-10mee の排出は、2006 年 IPCC ガイドラインに算定方法が示されているが、算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000 t-CO_2 換算を超える排出量とはならないため、重要でないという意味での「NE」として報告した（別添 5 参照）。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については潜在排出量と比例すると考えられる HFCs 国内出荷量のデータを用いて外挿等をして算定を行っている。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

エアゾールの製造時及び使用・廃棄時における排出係数については、使用量が排出量となることから不確実性は 0%とした。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を製造時及び使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は製造時及び使用・廃棄時ともに 10%と評価された。

■ 時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d） QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.5. 溶剤（2.F.5.）

a） 排出源カテゴリーの説明

液体状の HFC-365mfc がソルカンドライという名称で業務用ドライクリーニングの溶剤として使用されており、揮発等によって大気中に排出されている。

また、一般電子部品洗浄時、半導体・液晶製造時の溶剤として使用される HFCs 及び PFCs が排出される。使用されている液体 PFCs は、C_5F_{12}（PFC-41-12）、C_6F_{14}（PFC-51-14）である。なお、一般電子部品洗浄時、半導体・液晶製造時の溶剤の用途で使用する HFCs については

秘匿情報に該当するため PFCs の内数として報告している。

b） 方法論

■ 算定方法

○ HFCs

国内のメーカーのソルカンドライ用クリーニング機の累積出荷台数から廃棄台数を減じたものに、1 台あたりの年間平均溶剤使用量を乗じて、年別溶剤使用量を推計し、当該年に使用された溶剤（＝補充される溶剤）の全量を HFC-365mfc 排出量とした。

$$E = (N_{special} - D_{special}) \times U_{special} + (N_{partial} - D_{partial}) \times U_{partial}$$

E ：HFC-365mfc 排出量
$N_{special}$ ：専用機累積出荷台数
$D_{special}$ ：専用機累積廃棄台数
$U_{special}$ ：専用機の年間平均溶剤使用量
$N_{partial}$ ：混合機累積出荷台数
$D_{partial}$ ：混合機累積廃棄台数
$U_{partial}$ ：混合機の年間平均溶剤使用量

ソルカンドライ専用クリーニング機の 1 台当たりの年間平均溶剤使用量については、大手メーカーのソルカンドライ溶剤販売実績及び実稼働台数より把握した各年の 1 台当たりの年間平均溶剤使用量（下表）とした。ソルカンドライ専用クリーニング機の 2011 年以前の 1 台当たりの年間平均溶剤使用量については、2012～2017 年の 1 台当たりの年間平均溶剤使用量の平均値とした。また、ソルカンドライ混合クリーニング機の 1 台あたりの年間平均溶剤使用量については、専用機使用量に係数を乗じて算出した。

2002 年以前のソルカンドライ用クリーニング機の出荷台数は 0 であるので、排出は 2003 年以降からになる。

表 4-86　ソルカンドライ用クリーニング機累積出荷台数及び年間平均溶剤使用量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
専用機及び混合機累積台数	台	0	0	0	12	121	192	216	234	246	259	268	272	283	292	297
専用機の年間平均溶剤使用量	kg/台	0	0	0	673	673	653	678	713	699	692	602	602	602	602	602

○ PFCs

液体 PFCs 出荷量のほぼ全量が溶剤、洗浄等の用途に使用され、これを排出量として使用時に計上している。（ガス種別に排出量を計算しているが、秘匿性に配慮して Unspecified mix として報告、2021 年の平均 GWP は 9,300）製造時の排出についてはブレンドして使用する実態はないため「NO」と報告している。PFCs の廃棄処理の実態については把握が困難であるため、安全側の観点より使用時に廃棄分も含めた全量が排出されるとして「IE」と報告している。なお、1995 年当時においては、廃棄処理が実施されていないことが確認されている。

液体 PFCs 排出量から鉄道用整流器内蔵量（詳細は 2.G.2.参照）を差し引いたものが溶剤 PFCs 排出量となる。

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については PFCs 排出量と比例すると考えられる PFCs 国内出荷量のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

HFCs の排出係数の不確実性については、－5%～＋5%を採用した。活動量の不確実性は、

2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は－11%～＋11%と評価された。

PFCs の排出係数の不確実性については、使用量全量を排出量として計上しているため 0%を使用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 10%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）　**QA/QC と検証**

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）　**再計算**

特になし。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.7.6. その他利用（2.F.6.）

研究・医療の用途に使用される部品に充填された冷媒量は把握し、他区分の冷媒に含めて計上している。

4.8. その他製品の製造及び使用（2.G.）

本カテゴリーでは、その他製品の製造及び使用により大気中に排出される N_2O、HFCs、PFCs、SF_6 を扱う。当該カテゴリーは、「2.G.1.電気設備」、「2.G.2.防衛利用」、「2.G.2.加速器」、「2.G.2.その他鉄道用シリコン整流器」、「2.G.3.医療利用」、「2.G.3.半導体・液晶製造工程における利用」、「2.G.4.電子回路基板の防水処理からの PFCs、HFCs」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 2,055 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 0.2%を占めている。このカテゴリーの N_2O について 1990 年度の排出量と比較すると 100.4%の増加となっている。HFCs、PFCs 及び SF_6 では 1990 年の排出量と比較すると 83.3%の減少となっている。

表 4-87　2.G.その他製品の製造及び使用からの排出量

ガス			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N_2O	2.G.3	医療利用	kt-N_2O	0.93	1.41	1.10	0.86	0.32	0.29	0.25	1.11	0.22	0.22	0.23	0.21	0.27	0.28	0.33
		半導体・液晶製造工程における利用	kt-N_2O	0.05	0.10	0.15	0.38	0.60	0.74	0.95	0.99	1.13	1.22	1.18	1.03	1.04	1.14	1.63
	合計		kt-N_2O	0.98	1.51	1.25	1.23	0.92	1.03	1.20	2.10	1.35	1.44	1.41	1.24	1.31	1.42	1.96
	合計		kt-CO_2換算	291	449	371	368	275	308	359	627	402	429	420	370	390	424	583
ガス			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFCs	2.G.4	電子回路基板の防水加工からのPFCs、HFCs	kt-CO2換算	8	6	8	5	4	4	3	3	3	3	3	3	6	6	7
PFCs	2.G.2	その他　鉄道用シリコン整流器	kt-CO2換算	NO	NO	NO	0.3	4	NO	10	9	8	21	20	39	49	56	69
	2.G.4	電子回路基板の防水加工からのPFCs、HFCs	kt-CO2換算	16	14	16	11	8	7	6	6	6	6	6	6	12	13	14
SF_6	2.G.1	電気設備	t	355.81	460.46	127.62	39.45	27.29	31.53	28.19	26.39	26.76	28.74	27.19	25.09	25.12	25.06	26.20
	2.G.2	防衛利用	t	NO	NO	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
		加速器	t	30.77	35.16	34.49	35.69	33.83	35.05	35.12	35.06	34.27	33.39	33.91	34.50	34.58	33.17	33.23
	合計		t	386.58	495.62	163.34	76.36	62.35	67.81	64.54	62.68	62.26	63.36	62.33	60.82	60.93	59.46	60.66
	合計		kt-CO2換算	8,814	11,300	3,724	1,741	1,422	1,546	1,472	1,429	1,419	1,445	1,421	1,387	1,389	1,356	1,383
Fガス合計			kt-CO_2換算	8,838	11,320	3,748	1,758	1,438	1,557	1,490	1,447	1,436	1,475	1,449	1,435	1,456	1,432	1,472

4.8.1. 電気設備（2.G.1.）

a）排出源カテゴリーの説明

電気設備の製造時・使用時において SF_6 が排出される。

b）方法論

■　算定方法

製造時については、SF_6 購入量に製造時漏洩率を乗じたものが排出量となっている。

使用時については、設置されている機器に対する使用中の漏洩率から排出量を計算した。排出係数は国独自のものである。点検時及び廃棄時には、SF_6 の排出量を実測により求めた。

CRF における報告では、廃棄時の排出を使用時に含め「IE」として報告している。

○　製造時排出量

$$E_{manufacturing} = AD \times EF_{manufacturing}$$

$E_{manufacturing}$　：製造時 SF_6 排出量
AD　：SF_6 ガス購入量
$EF_{manufacturing}$　：製造時漏洩率［%］

○　使用時排出量

$$E_{use} = Stock \times EF_{use}$$

E_{use}　：使用時 SF_6 排出量
$Stock$　：SF_6 ガス保有量
EF_{use}　：使用中の環境中への排出率（0.1%）

○　点検時排出量

$$E_{inspection} = E_{measured}$$

$E_{inspection}$　：点検時 SF_6 排出量
$E_{measured}$　：実測による SF_6 ガス排出量

○　廃棄時排出量

$E_{disposed} = E_{measured}$

$E_{disposed}$　：廃棄時 SF_6 排出量
$E_{measured}$　：実測による SF_6 ガス排出量

電気絶縁ガス使用機器からの SF_6 の排出量の関連指標を下表に示す。

表 4-88　電気設備からの SF_6 排出

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製造時排出量	kt-CO_2換算	7,047	9,120	2,291	523	157	146	125	137	163	179	141	119	112	100	89
使用・点検・廃棄時SF_6排出量	kt-CO_2換算	1,065	1,378	619	376	465	573	517	465	447	476	479	454	460	472	508

（出典）「フロン類等対策ワーキンググループ資料」、経済産業省提供データ、平成 25 年度第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料

なお、1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、これらの年については SF_6 購入量・機器 SF_6 ガス保有量と比例すると考えられる SF_6 国内出荷量、及び 1995 年の絶縁機器への SF_6 補充量、1995 年の製造時漏洩率、1995 年の使用時漏洩率のデータを用いて外挿をして算定を行っている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性においては、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用い、製造・使用時は－30～＋30%、廃棄時は－20～＋40%を使用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を製造・使用時及び廃棄時の両方に使用した。その結果、製造・使用時の排出量の不確実性は－32～＋32%、廃棄時の排出量の不確実性は－22～＋41%と評価された。

■　時系列の一貫性

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. c）節を参照のこと。

d）QA/QC と検証

フッ化物製造―副生ガスの排出－HCFC-22 の製造（2.B.9.-）に記載した内容と同一である。4.3.9.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.8.2. その他製品の使用からの SF_6、PFCs（2.G.2.）

4.8.2.1. 防衛利用（2.G.2.-）

a）排出源カテゴリーの説明

早期警戒管制機（AWACS）のレーダーシステム内の絶縁体として SF_6 が使用されており、

飛行機が上昇する際、気圧差維持のため自動的に SF_6 がシステムから排出される。また、飛行機が降下する際には、機上の SF_6 コンテナから自動的に SF_6 がシステムに充填される。

b） **方法論**

■ **算定方法**

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 手法（マスバランス法）に相当する算定方法で排出量を算定する。

$$E = D + M - R - I$$

E : SF_6 排出量
D : AWACS の SF_6 コンテナ中の SF_6 減少量
M : AWACS の SF_6 コンテナ購入・交換に伴う SF_6 漏洩量
R : SF_6 回収・破壊量
I : AWACS 充填量の純増分

なお、AWACS 4 機は、1999 年 3 月 24 日に運用試験開始されていることから、1999 年から SF_6 の排出が始まったものとする。

c） **不確実性と時系列の一貫性**

■ **不確実性**

排出係数を設定していないため、活動量の不確実性を評価することで排出量の不確実性を評価した。活動量の不確実性は、金属製造の 10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 10%と評価された。

■ **時系列の一貫性**

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d） **QA/QC と検証**

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） **再計算**

特になし。

f） **今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.8.2.2. 加速器（2.G.2.-）

a） **排出源カテゴリーの説明**

SF_6 は大学・研究施設、及び産業用・医療用（がん治療）の粒子加速器の充填ガスとして使われている。機器の保守の際、SF_6 は貯蔵タンクに移されるため、排出は主にガスの移動の際に起こる。

b） **方法論**

■ **算定方法**

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 手法で排出量を算定する。

$$E = N \times U \times C \times EF$$

E　　: SF_6 排出量
N　　: 加速器の数
U　　: SF_6 使用率
C　　: SF_6 充填量
EF　　: SF_6 排出率

排出量の算定に用いた各加速器の種類毎の SF_6 使用率、SF_6 充填量、SF_6 排出率、加速器数を以下に示す。

表 4-89　加速器の種類毎の SF_6 使用率、SF_6 充填量、SF_6 排出率

項目	大学・研究施設設置の粒子加速器	産業用粒子加速器	医療用粒子加速器 1)	小規模（1MeV 未満）の電子加速器
SF_6 使用率	33%	100%	100%	100%
SF_6 充填量［kg］	2,400	1,300	0.5	400 2)
SF_6 排出率［kg/kg］	下表参照	0.07	2.0	0.07

（注）　1）の医療用粒子加速器のうち、サイクロトロン及びシンクロトロンについては、SF_6 を使用している機器はないと考えられるため、算定対象から除いている。
（出典）2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値。但し 2）は主要加速器メーカーへのヒアリング結果。

表 4-90　大学・研究施設設置の粒子加速器の SF_6 排出率

項目	1990～2004 年	2005～2009 年	2010～2014 年	2015～2019 年	2019～2021 年
SF_6 排出率［kg/kg］	0.070	0.063	0.063	0.052	0.045

（出典）JAEA-Technology 2010-023「タンデム加速器高圧ガス製造施設の運転管理」、及び日本原子力研究開発機構 環境報告書 2011～2018 をもとに算出。

表 4-91　加速器の種類毎の数

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
粒子加速器数（大学・研究施設）	188	214	212	209	218	231	225	222	241	245	242	239	239	239	239
粒子加速器数（産業用）	143	164	145	181	174	184	188	190	193	183	191	198	198	198	198
粒子加速器数（医療用）	531	641	754	857	926	1,028	1,068	1,081	1,108	1,114	1,146	1,132	1,132	1,132	1,132
小規模電子加速器数（1MeV未満）	243	276	314	282	218	203	201	197	201	196	192	196	198	200	202

（出典）日本アイソトープ協会「放射線利用統計」但し、小規模電子加速器のみ日本原子力産業会議「原子力年鑑」等

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの医療用の粒子加速器の－50～＋400%を採用した。活動量の不確実性は、金属製造の－10～＋10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は－51～＋400%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.8.2.3. 防音窓（2.G.2.-）

本サブカテゴリーは、2006 年 IPCC ガイドラインに算定方法が示されているが、算定方法検討会で定めた算定対象となる 3000 t-CO_2 換算を超える排出量とはならないため、重要でないという意味での「NE」として報告した（別添 5 参照）。

4.8.2.4. 断熱特性：靴及びタイヤ（2.G.2.-）

断熱性用途のゴムにおける PFC 及び SF_6 の使用実績は確認されなかったため、「NO」と報告する。

4.8.2.5. その他　鉄道用シリコン整流器（2.G.2.-）

a）排出源カテゴリーの説明

鉄道用シリコン整流器の廃棄時において PFC が排出される。

b）方法論

■　算定方法

環境省のハロン・液体 PFC 等管理方策検討調査（2006 年度）、ハロン・PFC 破壊処理実態等調査（2010 年度）から、地上設置機器、車載機器それぞれについて PFC-51-14 保有機器の設置台数、保有量、耐用年数が得られたため、これらを用いて、年度別の鉄道用シリコン整流器の廃棄台数に 1 台当たりの PFC 内蔵量を乗じて、鉄道用シリコン整流器に使用された PFC-51-14 の年度別廃棄量を推計した。これより当該年度の回収破壊量を減じて PFC 排出量を算定する。

$$E = M_{disposal} - R$$

E　：廃棄時における PFC 排出量
$M_{disposal}$　：PFC 廃棄量
R　：回収破壊量

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、類似排出源である溶剤の不確実性 0%を採用した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの金属工業の Tier 2 手法の 10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 10%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.8.3. 製品の使用からの N_2O（2.G.3.）

4.8.3.1. 医療利用（2.G.3.a）

a）排出源カテゴリーの説明

麻酔剤（笑気ガス）の使用に伴い N_2O が排出される。2006 年より一部の病院で N_2O 分解装置が導入されているので、その削減量も排出量に反映している。なお、我が国では、麻酔剤として CO_2 は使用されていない。

b）方法論

■　算定方法

麻酔剤の使用に伴い排出される N_2O の排出量については、2005 年までは麻酔剤として医薬品の製造業者又は輸入販売業者から出荷された N_2O の量をそのまま計上した。2006 年以降については、麻酔の N_2O 分解装置を導入している国内病院における笑気ガス使用量、分解率（99.9%）を用いて計算した N_2O 回収量を薬事用 N_2O 出荷量から差し引いて排出量として計上した。

$$E = S - (U \times DR)$$

E　：麻酔剤（笑気ガス）の使用に伴う N_2O 排出量
S　：薬事用 N_2O 出荷量
U　：N_2O 分解装置を導入している病院における笑気ガス使用量
DR　：分解率

■　排出係数

麻酔剤として使用される N_2O は、回収されない限り全量が大気中に放出されると仮定したため、排出係数は設定していない。

■　活動量

2005 年までは厚生労働省「薬事工業生産動態統計年報」に示された、全身麻酔剤（亜酸化窒素）の出荷数量（暦年値）を用いた。2006 年以降 2009 年までは、上記出荷数量から麻酔の N_2O 分解装置を導入している国内 3 病院、2010 年以降については国内 4 病院における N_2O 回収量を差し引いた量を用いた。

表 4-92　全身麻酔剤（N_2O）の出荷量及び国内病院における回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
笑気ガス出荷量	kg-N_2O	926,030	1,411,534	1,099,979	859,389	320,110	292,971	253,218	1,111,265	219,011	219,011	234,691	211,842	265,728	283,333	330,111
国内病院における N_2O回収量	kg-N_2O	NO	NO	NO	NO	914	450	509	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

a）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

医療用ガスとして使用される N_2O は、全量が大気中に放出されるとして排出量を算定しており、排出係数が設定されていないため、活動量の不確実性を評価することで排出量の不確実性を評価した。「薬事工業生産動態統計年報」は統計法に基づく基幹統計であるため、5%を採用した。

■　時系列の一貫性

1990 年以来笑気ガスの出荷量は「薬事工業生産動態統計年報」に示された全身麻酔剤（亜酸化窒素）を一貫して使用している。

b）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

c）再計算

特になし。

d）今後の改善計画及び課題

特になし。

4.8.3.2. その他（2.G.3.b）

4.8.3.2.a. 半導体・液晶製造工程における利用（2.G.3.b.-）

a）排出源カテゴリーの説明

半導体･液晶製造工程における絶縁酸化膜形成のための酸化剤として N_2O が使用されるが、未反応分が大気中に排出されているとみられる。

b）方法論

■　算定方法

半導体・液晶製造用 N_2O 出荷量全量を排出量とする。

$$E = AD$$

E　：半導体・液晶製造における N_2O 排出量
AD　：半導体・液晶製造向け N_2O 出荷量

■　排出係数

活動量＝排出量とするため、排出係数は設定しない。

■　活動量

日本産業・医療ガス協会ウェブサイトにおいて報告されている半導体・液晶製造用 N_2O 出荷量を活動量とする。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

半導体・液晶製造工程において使用される N_2O は、全量が大気中に放出されるとして排出量を算定しており、排出係数が設定されていないため、活動量の不確実性を評価することで排出量の不確実性を評価した。活動量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値 5%を採用した。

■　時系列の一貫性

1990 年以来半導体・液晶製造用 N_2O 出荷量は日本産業・医療ガス協会において報告されているものを一貫して使用している。

d） QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

半導体・液晶製造用 N_2O 出荷量全量を排出量として計上しているため、過大推計の可能性がある。

4.8.4. 電子回路基板の防水加工からの PFCs、HFCs（2.G.4.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

電子回路実装基板の防水加工では、プラズマ中の気相反応によりフッ素化合物のポリマーを形成する方法があり、この防水加工プロセスにおいて PFCs（CF_4（PFC-14）、C_2F_6（PFC-116））及び CHF_3（HFC-23）が排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

2019 年改良 IPCC ガイドラインに示された Tier 1 算定方法に基づき、排出量を算定する。

$$E_i = EF_i \times n \times I$$

E_i ：ガス種 i の排出量
EF_i ：ガス種 i の排出係数［g/個数］
n ：電子回路実装基板の製造量 a)［個数］
I ：プラズマ処理による防水加工の実施率（1%b)）

（注）1990 年～2011 年の電子回路実装基板の生産量はデータがないため、電子回路基板（電子部品が取り付けられていない状態の基板）の生産量に比例すると仮定し、2012 年の電子回路実装基板の生産量を用いて推計した。

（出典）
a) 経済産業省「生産動態統計年報機械統計編」
b) 日本電子回路工業会

排出量の算定に用いたガス種毎の排出係数を以下に示す。

表 4-93 電子回路実装基板の防水加工からの排出量算定に用いた排出係数

項目	CF_4（PFC-14）	C_2F_6（PFC-116）	CHF_3（HFC-23）
排出係数［g/個数］	0.006	0.004	0.003

（出典）2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

PFCs 及び HFCs 排出係数の不確実性については、2006 年 IPCC ガイドラインの半導体製造の Tier 1 手法の上限値 200%を用いた。活動量の不確実性については、「生産動態統計年報」は統計法に基づく基幹統計であるため、5%を採用した。その結果排出量の不確実性は、-200～+200%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC **と検証**

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）**再計算**

新たに PFCs、HFCs 排出量の算定を行った。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

4.9. その他（2.H.）

本カテゴリーでは、その他の排出源からの CO_2 を扱う。当該カテゴリーは、「2.H.2.食品・飲料産業」、「2.H.3.輸入炭酸ガスからの排出」から構成される。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 81 kt-CO_2 であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 0.01%を占めている。1990 年度の排出量と比較すると 25.3%の増加となっている。

表 4-94　その他の排出量

ガス			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	2.H.2	食品・飲料産業	kt-CO_2	64	72	87	90	76	76	82	80	83	79	85	80	79	71	74
	2.H.3	輸入炭酸ガスからの排出	kt-CO_2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.9	23	11	10	14	28	26	25	21	16	7
	合計		kt-CO_2	65	72	87	90	77	100	94	91	97	107	111	105	100	87	81

4.9.1. 食品・飲料産業（2.H.2.）

「2.B.8.d.酸化エチレン製造」の排出量算定と併せて算定した CO_2 回収量を、本カテゴリーにおいて計上する。

なお、我が国における炭酸ガス・ドライアイス製造用の主な CO_2 供給源として、他に石油精製プラント、アンモニア製造プラント、製鉄プラント等が存在するが、石油精製プラント・製鉄プラントについては「1.A.燃料の燃焼」、アンモニア製造プラントについては「2.B.1.アンモニア製造」においてすでに計上されている。

4.9.2. 輸入炭酸ガスからの排出（2.H.3.）

a）**排出源カテゴリーの説明**

輸入炭酸ガス（すべてドライアイス）の使用に伴い CO_2 が排出される。

b）**方法論**

■　**算定方法**

炭酸ガスの輸入量全量を CO_2 排出量として計上する。

■　**排出係数**

活動量をそのまま排出量とするため排出係数は設定しない。

■　活動量

「貿易統計」における二酸化炭素の輸入量を排出量とする。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

炭酸ガスの輸入量が全量大気中に放出されるとして排出量を算定しており、排出係数が設定されていないため、活動量の不確実性を評価することで排出量の不確実性を評価した。活動量の不確実性は、活動量に「貿易統計」を用いる鉄鋼製造における電気炉の使用の不確実性 5%を採用した。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1.）に記載した内容と同一である。4.2.1. d）節を参照のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリに関する 1996 年改訂 IPCC ガイドライン」（1997）
2. IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」（2000 年）
3. IPCC「国家温室効果ガスインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
4. IPCC「2006 年国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」（2019）
5. IUPAC「*Atomic Weights of the Elements 1999*（http://www.ciaaw.org/pubs/TSAW-1999.pdf）」（2001）
6. 環境省報道発表「冷媒フロンの廃棄等の見通しについて＜参考 1＞」（平成 12 年 7 月 31 日）
7. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第 2 部」（平成 14 年 8 月）
8. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第 1 部」（平成 18 年 8 月）
9. 環境省「揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリについて（報告）」（平成 19 年 3 月）
10. 環境省「ハロン・液体 PFC 等管理方策検討調査」（2006 年度）
11. 環境省「ハロン・PFC 破壊処理実態等調査」（2010 年度）
12. 環境省「平成 23 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法」
13. 環境省「平成 25 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 1 回 HFC 等 4 ガス分科会資料」（平成 26 年 1 月）
14. 環境省「平成 26 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回 HFC 等 4 ガス分科会資料」（平成 27 年 1 月）
15. 環境省「業務用冷凍空調機器からのフロン類充填量及び回収量等集計結果の詳細」
16. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
17. 経済産業省「生産動態統計年報　化学工業統計編」
18. 経済産業省「産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ資料」
19. 経済産業省「産業構造審議会化学バイオ部会第 21 回地球温暖化防止対策小委員会資料」（2009 年）
20. 経済産業省「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会第 2 回冷媒対策ワーキンググループ資料」（2010 年 7 月 26 日）
21. 経済産業省資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
22. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
23. 経済産業省「資源統計年報」
24. 経済産業省「石油等消費動態統計年報」
25. 経済産業省「窯業・建材統計年報」
26. 経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」
27. 通商産業省「平成 9 年第 1 回化学品審議会リスク管理部会温室効果化学物質分科会通商産業省作成資料」
28. 財務省「貿易統計」
29. 国土交通省「自動車輸送統計年報」
30. 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」
31. 国土交通省「鉄道統計年報」
32. 国土交通省「鉄道車両等生産動態統計年報」
33. 国土交通省「海事レポート」
34. 厚生労働省「薬事工業生産動態統計年報」
35. 農林統計協会「ポケット肥料要覧」
36. 日本溶剤リサイクル工業会「有機溶剤使用量・排出処理に関する調査」（2012 年 5 月）

37. 日本溶剤リサイクル工業会「溶剤リサイクル数量調査」
38. 戒能一成「産業連関表・鉱工業統計を用いた石灰石起源 CO_2 排出などの評価・検証」RIETI Discussion Paper Series 10-J-026（2010 年 4 月）
39. 石灰石鉱業協会「石灰石の話」（2005 年）
40. カーボンブラック協会「カーボンブラック便覧」
41. 石油学会「石油化学プロセス」（2001 年）
42. 重化学工業通信社「化学品ハンドブック」
43. 重化学工業通信社「日本の石油化学工業」
44. 日本アイソトープ協会「放射線利用統計」
45. 日本原子力産業会議「原子力年鑑」
46. 放射線利用振興協会「放射線と産業　No.69」（1996）
47. 海洋水産システム協会「海洋水産エンジニアリング」
48. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構「鉱物資源マテリアルフロー」
49. 日本塗料工業会「塗料からの VOC 排出実態推計のまとめ」
50. 日本塗料工業会「塗料製造業実態調査」
51. 日本産業・医療ガス協会ウェブサイト（http://www.jimga.or.jp）
52. 田山豪一、仲野谷孝充、乙川義憲、月橋芳廣、関信夫、小野寺輝夫、仁杉光「タンデム加速器高圧ガス製造施設の運転管理」JAEA-Technology 2010-023
53. 日本原子力研究開発機構「環境報告書」

第 5 章　農業分野

5.1. 農業分野の概要

農業分野における温室効果ガス排出量は、3.A.、3.B.、3.C.、3.D.、3.F.、3.G.、3.H.の 7 つのカテゴリーにおいて算定を行なう。「3.A.：消化管内発酵」では牛、水牛、めん羊、山羊、馬、豚の消化管内のメタン発酵により生成された CH_4 の体内からの排出について報告を行う。「3.B.：家畜排せつ物の管理」では牛、水牛、めん羊、山羊、馬、豚、家禽類（採卵鶏とブロイラー）、うさぎ、ミンクが排せつする排せつ物の処理に伴う CH_4 及び N_2O の発生について報告を行う。「3.C.：稲作」では稲を栽培するために耕作された水田（常時湛水田、間断灌漑水田）からの CH_4 の排出について報告を行う。「3.D.：農用地の土壌」では農用地の土壌からの N_2O の直接排出及び間接排出について報告を行う。「3.E.：サバンナの野焼き」については、我が国には発生源が存在しないため「NO」として報告する。「3.F.：農作物残さの野焼き」では農業活動に伴い穀物、豆類、根菜類、さとうきびを焼却した際の CH_4 及び N_2O の排出について報告を行う（CH_4、N_2O 以外にも CO、NO_X が発生する。CO、NO_X は別添 3 参照）。「3.G.：石灰施用」及び「3.H.：尿素施用」では、それぞれ土壌に石灰（炭酸カルシウム等）、尿素を施用した際に発生する CO_2 について報告を行う。

2021 年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は 32,174 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 2.8%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 14.2%の減少となっている。

農業分野で用いている方法論の Tier は、表 5-1 に示すとおりである。

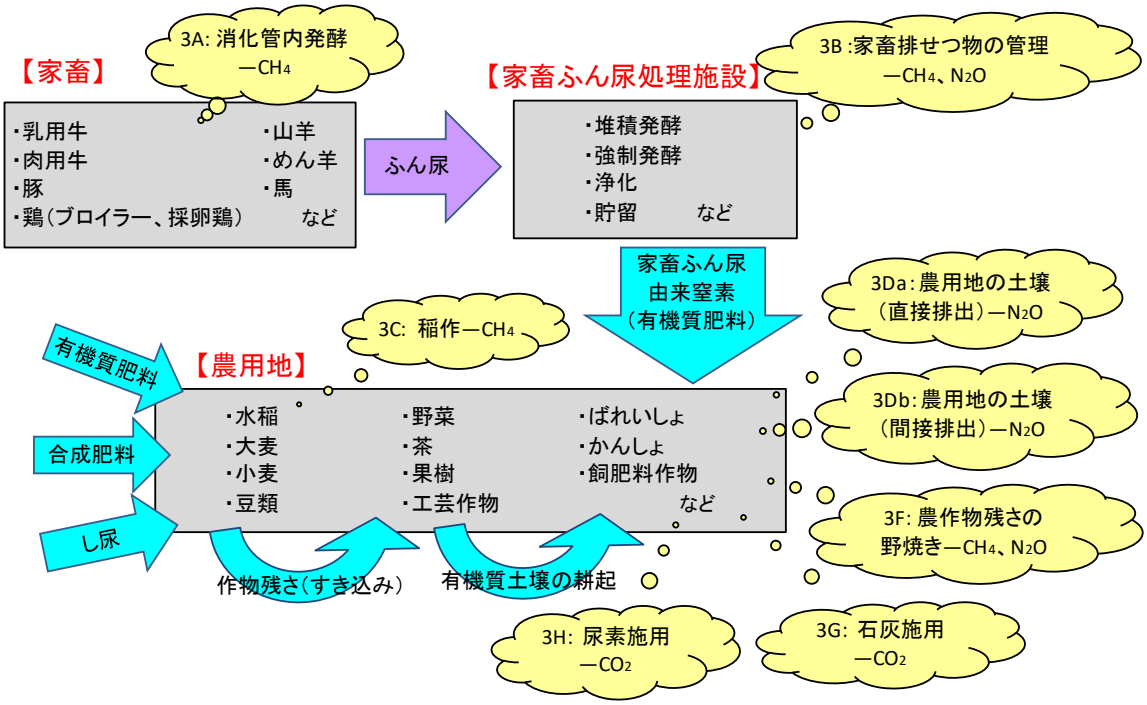


図 5-1　我が国の農業分野におけるカテゴリー間の関係

表 5-1　農業分野で用いている方法論の Tier

温室効果ガスの種類 カテゴリー	CO_2		CH_4		N_2O	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
3.A. 消化管内発酵			CS,T1	CS,D		
3.B. 家畜排せつ物の管理			CS,T1	CS,D	CS,T1	CS,D
3.C. 稲作			T3	CS		
3.D. 農用地の土壌					CS,T2	CS,D
3.F. 農作物残さの野焼き			T1	D	T1	D
3.G. 石灰施用	T1	D				
3.H. 尿素施用	T1	D				

（注）D: IPCC デフォルト値、T1: IPCC Tier 1、T2: IPCC Tier 2、T3: IPCC Tier 3、CS: 国独自の方法又は排出係数

5.2. 消化管内発酵（3.A.）

牛、水牛、めん羊、山羊などの反すう動物は複胃を持っており、第一胃でセルロース等を分解するために嫌気的発酵を行い、その際に CH_4 が発生する。馬、豚は反すう動物ではなく単胃であるが、消化管内発酵により CH_4 を微量に発生させ、大気中に放出している。消化管内発酵（3.A.）ではこれらの CH_4 排出に関する算定、報告を行なう。

2021 年度におけるこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量は 7,718 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.7%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 18.1%の減少となっている。この 1990 年度からの減少の主な要因は牛、特に乳用牛の家畜頭数の減少によるものである。乳用牛頭数の主な減少理由は、酪農家の高齢化や後継者不足により、飼養戸数が減少したことである。なお、近年は生産基盤対策の実施をしており（農林水産省、2015）、戸数あたりの飼養頭数が増加している。

表 5-2　消化管内発酵に伴う CH_4 排出量（3.A.）

ガス	家畜種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4	3.A.1.- 乳用牛	kt-CH_4	192.1	184.4	171.2	162.9	146.3	143.4	139.7	137.0	136.4	133.5	133.5	133.4	134.9	135.5	137.6
	3.A.1.- 肉用牛		166.5	172.2	171.7	168.0	166.5	159.6	154.8	150.0	150.3	151.1	151.7	150.7	153.0	155.2	157.0
	3.A.2. めん羊		0.167	0.115	0.097	0.071	0.159	0.129	0.138	0.140	0.140	0.143	0.158	0.162	0.170	0.160	0.160
	3.A.3. 豚		15.9	13.9	13.7	13.5	13.7	13.6	13.4	13.2	13.0	13.1	12.9	12.8	12.9	13.0	12.5
	3.A.4.- 水牛		0.011	0.007	0.006	0.005	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	3.A.4.- 山羊		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	3.A.4.- 馬		2.1	2.1	1.9	1.6	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
	合計	kt-CH_4	376.9	372.7	358.7	346.0	328.1	318.1	309.5	301.7	301.4	299.2	299.8	298.6	302.5	305.3	308.7
		kt-CO_2換算	9,423	9,318	8,966	8,651	8,202	7,953	7,737	7,543	7,534	7,481	7,494	7,465	7,563	7,631	7,718

5.2.1. 牛（3.A.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは牛の消化管内発酵による CH_4 排出に関する算定、報告を行なう。

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 4、Page 10.25、Fig.10.2）に従うと、乳用牛及び肉用牛については Tier 2 法を用いて算定を行うこととされている。Tier 2 法では、家畜の総エネルギー摂取量にメタン変換係数を乗じて排出係数を算定することとされているが、我が国では畜産関係の研究において乾物摂取量を用いた算定を行っており、研究結果を利用することによってより排出実態に即した算定結果が得られると考えられる。このため、

牛の消化管内発酵に伴う CH_4 排出量については、Tier 2 法と類似した日本独自の手法を用い、牛（乳用牛、肉用牛）の飼養頭数に、乾物摂取量に基づき設定した排出係数を乗じて CH_4 排出量を求めた。

表 5-3　牛の消化管内発酵に伴う CH_4 排出の算定区分

家畜種					排出量算定の前提条件等	区分の補足情報
乳用牛	搾乳牛	初産			飼養頭数に、乳用牛群能力検定成績に記載の産次別頭数から算出した産児別頭数割合を用いて算出する。	搾乳している牛。畜産統計において、2 歳以上の頭数が記載されている。
		2 産				
		3 産以上				
	乾乳牛				―	現在、搾乳していない期間の搾乳目的の牛。
	育成牛	2 歳未満、7 ヶ月以上			飼養頭数の 6/24 に相当する牛は月齢 6 ヶ月以下と仮定し、2 歳未満の飼養頭数の 18/24 が対象となる。	2 歳未満の牛で搾乳目的の牛。畜産統計において、2 歳未満の頭数が記載されている。
		月齢 3～6 ヶ月			2 歳未満の飼養頭数の 4/24 に相当する。	
		月齢 3 ヶ月未満			2 歳未満の飼養頭数の 2/24 に相当する。CH_4 排出量算定の対象外。	
肉用牛	繁殖雌牛	2 歳以上			―	繁殖を目的とした雌牛（乳用牛を除く）。畜産統計において、1 歳未満、1 歳、2 歳、3 歳以上の頭数が記載されている。
		2 歳未満、7 ヶ月以上			1 歳未満の飼養頭数の 6/12 に相当する牛は月齢 6 ヶ月以下と仮定し、1 歳未満の飼養頭数の 6/12 と 2 歳未満である 1 歳の飼養頭数を合算している。	
		月齢 3～6 ヶ月			1 歳未満の飼養頭数の 4/12 に相当する。	
		月齢 3 ヶ月未満			1 歳未満の飼養頭数の 2/12 に相当する。CH_4 排出量算定の対象外。	
	肥育牛	和牛（雄）	1 歳以上		―	日本在来種であり、食肉専用種。畜産統計において、肉用種おすとして、1 歳未満、1 歳、2 歳以上の頭数が記載されている。
			1 歳未満、7 ヶ月以上		1 歳未満の飼養頭数の 6/12 に相当する牛は月齢 6 ヶ月以下と仮定し、1 歳未満の飼養頭数の 6/12 が対象となる。	
			月齢 3～6 ヶ月		1 歳未満の飼養頭数の 4/12 に相当する。	
			月齢 3 ヶ月未満		1 歳未満の飼養頭数の 2/12 に相当する。CH_4 排出量算定の対象外。	
		和牛（雌）	1 歳以上		―	日本在来種である食肉専用種の雌。畜産統計において、肉用種めすとして、1 歳未満、1 歳、2 歳など（8 区分以上）の頭数が記載されている。
			1 歳未満、7 ヶ月以上		和牛（雄）の同月齢区分と同様	
			月齢 3～6 ヶ月		和牛（雄）の同月齢区分と同様	
			月齢 3 ヶ月未満		和牛（雄）の同月齢区分と同様。CH_4 排出量算定の対象外。	
		乳用種	乳用種	月齢 7 ヶ月以上	飼養頭数の 6/24 に相当する牛は月齢 6 ヶ月以下と仮定し、2 歳未満の飼養頭数の 18/24 が対象となる。	肉用目的の乳用種の牛（ホルスタインなど）。
				月齢 3～6 ヶ月	2 歳未満の飼養頭数の 4/24 に相当する。	
				月齢 3 ヶ月未満	2 歳未満の飼養頭数の 2/24 に相当する。CH_4 排出量算定の対象外。	
			交雑種	月齢 7 ヶ月以上	乳用種の月齢 7 ヶ月以上の区分と同様	乳用種の雌に肉用種の雄を交配して肉用目的に生産された F1 牛など。
				月齢 3～6 ヶ月	乳用種の月齢 3～6 ヶ月以上の区分と同様	
				月齢 3 ヶ月未満	乳用種の月齢 3 ヶ月未満の区分と同様。CH_4 排出量算定の対象外。	

$$E = \sum (EF_i \times A_i)$$

E	：牛の消化管内発酵による CH_4 排出量［kg-CH_4］
EF_i	：牛の種類 i の消化管内発酵に関する CH_4 排出係数［kg-CH_4/頭/年］
A_i	：牛の種類 i の頭数［頭］
i	：牛の種類

牛は、月齢 3 ヶ月頃から粗飼料を本格的に摂取し始めるため、月齢 3 ヶ月以上の牛を消化管内発酵による CH_4 排出の算定対象とする（月齢 3 ヶ月未満の牛は算定対象外）。我が国の実態を反映するために、牛の消化管内発酵に伴う CH_4 排出の算定区分を表 5-3 に示すように定義し、種類、年齢ごとに排出量の算定を行った。

■ 排出係数

牛の消化管内発酵に伴う CH_4 の排出係数については、我が国における反すう家畜を対象とした呼吸試験の結果（乾物摂取量に対する CH_4 排出量の測定データ）に基づいて設定した。測定結果によると、反すう家畜の消化管内発酵に伴う CH_4 排出量は、乾物摂取量を説明変数とする次式により算定できることが明らかにされている（柴田他、1993）。

$$EF = Y / L_{CH4} \times Mol_{CH4} \times Day$$

$$Y = -17.766 + 42.793 \times DMI - 0.849 \times (DMI)^2$$

EF	：牛の消化管内発酵 CH_4 排出係数［kg-CH_4/頭/年］
Y	：1 頭あたり 1 日あたりの CH_4 発生量［l/頭/日］
L_{CH4}	：CH_4 1mol 体積［l/mol］
Mol_{CH4}	：CH_4 分子量［kg/mol］
Day	：年間日数［日］
DMI	：乾物摂取量［kg/日］

この算定式に、牛の種類ごとの乾物摂取量を当てはめ、毎年の排出係数をそれぞれ設定した。乾物摂取量は農業・食品産業技術総合研究機構 編「日本飼養標準」に記載の牛の種類ごとに設定した算定式に、体重及び増体日量を代入することで算定した。乳用牛では乾物摂取量算定に脂肪補正乳量の値も用いた。なお、乳用牛（搾乳牛及び乾乳牛）は 2006 年に、肉用牛（和牛・雄）は 2008 年に乾物摂取量の算定式が改訂された。

脂肪補正乳量については、農林水産省「牛乳乳製品統計」及び農林水産省「畜産統計」を基に計算した乳量と、農林水産省「畜産物生産費統計」に記載の乳脂肪率とを使用して算出し、毎年度データを更新した。

乳用牛の内の搾乳牛と乾乳牛の体重は、（社）家畜改良事業団「乳用牛群能力検定成績」に記載の産次別平均分娩時月齢を「日本飼養標準」に記載の成長曲線に当てはめて産次別体重を求め、各産次別体重の平均値を採用した。ただし、「乳用牛群能力検定成績」に記載の産次別平均分娩時月齢について、初産牛の平均分娩時月齢は毎年掲載されているものの、2 産以上の牛の月齢は 2014 年以前の記載がなく、2014 年以前の 2 産以上の牛の値は、2015 年度値で代用した。また、乳用牛の成長曲線を示す回帰式は、1994 年、1999 年、2006 年に改訂されており、当該年以降はそれぞれの改訂された式を用いた。育成牛と肉用牛の体重及び増体日量は、「日本飼養標準」の各巻末にある牛の種類ごとの各月齢における体重の一覧表を用いた。

表 5-4　牛の乾物摂取量（*DMI*）の算定式

家畜種		算定式
乳用牛	搾乳牛	2006 年以降：$DMI = 1.3922 + 0.05839 \times W^{0.75} + 0.40497 \times FCM$ $DMI = 1.9120 + 0.07031 \times W^{0.75} + 0.34923 \times FCM$（初産牛） $FCM = (15 \times FAT / 100 + 0.4) \times MILK$ 2005 年以前：$DMI = 2.98120 + 0.00905 \times W + 0.41055 \times FCM$ $FCM = (15 \times FAT / 100 + 0.4) \times MILK$
	乾乳牛	$DMI = 0.017 \times W$
	育成牛	$DMI = 0.49137 + 0.01768 \times W + 0.91754 \times DG$
肉用牛	繁殖雌牛	48 カ月まで：$DMI = [0.1067 \times W^{0.75} + (0.0639 \times W^{0.75} \times DG) / (0.78 \times q + 0.006)] / (q \times 4.4)$ $q = 0.4213 + 0.1491 \times DG$ 49 カ月以降：$DMI = [0.1119 \times W^{0.75} + (0.0639 \times W^{0.75} \times DG) / (0.78 \times q + 0.006)] / 1.81$ 妊娠末期の維持（妊娠末期 2 カ月に加算）：DMI に 1.0 kg/日を加算 授乳中の維持（授乳期 5 カ月に加算）：DMI に 0.5 kg/日/乳量を加算 ※　対象の月齢は 120 カ月まで
	和牛（雄）	2008 年以降：$DMI = -3.481 + 2.668 \times DG + 4.548 \times 10^{-2} \times W - 7.207 \times 10^{-5} \times W^2 + 3.867 \times 10^{-8} \times W^3$ 2007 年以前：$DMI = [0.1124 \times W^{0.75} + (0.0546 \times W^{0.75} \times DG) / (0.78 \times q + 0.006)] / \{q \times (1.653 - 0.00123 \times W)\} / (q \times 4.4)$ $q = 0.5304 + 0.0748 \times DG$
	和牛（雌）	$DMI = [0.1108 \times W^{0.75} + (0.0609 \times W^{0.75} \times DG) / (0.78 \times q + 0.006)] / (q \times 4.4)$ $q = 0.5018 + 0.0956 \times DG$
	乳用種（月齢 7 ヶ月以上）	$DMI = [0.1291 \times W^{0.75} + (0.0510 \times W^{0.75} \times DG) / (0.78 \times q + 0.006)] / (q \times 4.4)$ $q = (0.933 + 0.00033 \times W) \times (0.498 + 0.0642 \times DG)$
	乳用種（月齢 3～6 ヶ月）	$DMI = [0.1291 \times W^{0.75} + \{(1.00 + 0.030 \times W^{0.75}) \times DG\} / (0.78 \times q + 0.006)] / (q \times 4.4)$ $q = (0.859 - 0.00092 \times W) \times (0.790 + 0.0411 \times DG)$
	交雑種	$DMI = [0.1208 \times W^{0.75} + (0.0531 \times W^{0.75} \times DG) / (0.78 \times q + 0.006)] / (q \times 4.4)$ $q = (0.933 + 0.00033 \times W) \times (0.498 + 0.0642 \times DG)$

（注）*W*：体重、*FCM*：脂肪補正乳量、*FAT*：乳脂肪率、*MILK*：乳量、*DG*：増体日量、*q*：エネルギー代謝率
（出典）「日本飼養標準」（乳牛及び肉用牛）

表 5-5　牛の乳量（*MILK*）及び乳脂肪率（*FAT*）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳量	三産以上	kg/頭/日	21.9	23.6	24.7	26.6	26.9	27.3	27.4	28.0	28.6	28.7	28.8	28.8	29.7	30.0	30.5
	二産	kg/頭/日	21.4	23.1	24.2	26.0	26.4	26.8	26.9	27.3	27.9	28.0	28.1	28.1	29.0	29.2	29.7
	初産	kg/頭/日	18.5	19.9	20.9	22.4	22.7	23.0	23.1	23.5	24.0	24.2	24.5	24.3	25.2	25.2	25.7
乳脂肪率		%	3.7	3.8	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0

表 5-6　牛の体重（*W*）［kg・頭$^{-1}$］

家畜種			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛		搾乳牛（三産以上）	653.8	653.5	673.7	673.4	685.6	685.7	685.2	684.7	684.7	684.3	683.9	683.9	683.6	683.3	683.2
		搾乳牛（二産）	598.4	601.6	622.6	622.6	623.9	623.9	623.9	623.9	623.9	623.4	622.5	623.0	622.0	622.0	621.1
		搾乳牛（初産）	517.2	528.0	551.1	538.3	523.6	524.6	524.6	523.6	523.6	522.6	521.6	520.5	520.5	519.5	518.5
		乾乳牛	601.0	602.4	625.3	618.5	623.3	619.9	620.1	618.7	617.4	616.8	616.9	616.3	614.4	612.7	612.0
		育成牛（2歳未満、7ヶ月以上）	342.4	349.3	364.9	374.2	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1	376.1
		育成牛（月齢3～6ヶ月）	118.9	119.2	123.0	135.3	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8	137.8
肉用牛	繁殖雌牛	2歳以上	471.1	471.1	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8	512.8
		2歳未満、7ヶ月以上	314.9	314.9	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0
		月齢3～6ヶ月	118.4	118.4	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2
	肥育牛	和牛・雄（1歳以上）	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8
		（1歳未満、7ヶ月以上）	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	257.0
		（月齢3～6ヶ月）	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5
		和牛・雌（1歳以上）	382.4	382.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4	456.4
		（1歳未満、7ヶ月以上）	219.8	219.8	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0	266.0
		（月齢3～6ヶ月）	118.4	118.4	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2
		乳用種（月齢7ヶ月以上）	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8
		（月齢3～6ヶ月）	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4
		交雑種（月齢7ヶ月以上）	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8	479.8
		（月齢3～6ヶ月）	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4

表 5-7　牛の増体日量（*DG*）［kg・頭$^{-1}$ 日$^{-1}$］

家畜種			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛		搾乳牛	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		乾乳牛	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		育成牛（2歳未満、7ヶ月以上）	0.60	0.63	0.65	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
		育成牛（月齢3～6ヶ月）	0.70	0.71	0.76	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
肉用牛	繁殖雌牛	2歳以上	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		2歳未満、7ヶ月以上	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
		月齢3～6ヶ月	0.74	0.74	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	肥育牛	和牛・雄（1歳以上）	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
		（1歳未満、7ヶ月以上）	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
		（月齢3～6ヶ月）	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
		和牛・雌（1歳以上）	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
		（1歳未満、7ヶ月以上）	0.71	0.71	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
		（月齢3～6ヶ月）	0.74	0.74	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
		乳用種（月齢7ヶ月以上）	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
		乳用種（月齢3～6ヶ月）	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
		交雑種（月齢7ヶ月以上）	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
		交雑種（月齢3～6ヶ月）	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14

表 5-8　牛の乾物摂取量（*DMI*）［kg・日$^{-1}$］

家畜種			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛		搾乳牛（三産以上）	17.5	18.3	19.1	19.9	20.0	20.1	20.1	20.3	20.6	20.7	20.7	20.7	21.1	21.2	21.4
		搾乳牛（二産）	16.9	17.7	18.4	19.3	19.2	19.4	19.4	19.6	19.8	19.8	19.9	19.9	20.3	20.4	20.6
		搾乳牛（初産）	14.9	15.7	16.4	17.0	17.4	17.6	17.6	17.7	17.9	17.9	18.0	18.0	18.3	18.3	18.5
		乾乳牛	10.2	10.2	10.6	10.5	10.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4
		育成牛（2歳未満、7ヶ月以上）	7.1	7.2	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
		育成牛（月齢3～6ヶ月）	3.2	3.2	3.4	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
肉用牛	繁殖雌牛	2歳以上	7.7	7.7	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
		2歳未満、7ヶ月以上	6.3	6.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
		月齢3～6ヶ月	3.4	3.4	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
	肥育牛	和牛・雄（1歳以上）	8.2	8.2	8.2	8.2	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
		（1歳未満、7ヶ月以上）	6.5	6.5	6.5	6.5	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
		（月齢3～6ヶ月）	3.6	3.6	3.6	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
		和牛・雌（1歳以上）	5.6	5.6	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
		（1歳未満、7ヶ月以上）	4.7	4.7	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
		（月齢3～6ヶ月）	3.0	3.0	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
		乳用種（月齢7ヶ月以上）	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
		（月齢3～6ヶ月）	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
		交雑種（月齢7ヶ月以上）	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
		（月齢3～6ヶ月）	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6

表 5-9　牛の消化管内発酵に関する CH_4 排出係数［kg-CH_4・頭$^{-1}$ 年$^{-1}$］

家畜種			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛		搾乳牛（三産以上）	122.9	125.9	127.7	129.8	129.9	130.3	130.3	130.7	131.6	131.4	131.5	131.5	132.6	132.4	132.8
		搾乳牛（二産）	120.5	123.8	125.8	128.1	128.0	128.4	128.5	128.9	129.9	129.6	129.7	129.7	131.0	130.8	131.3
		搾乳牛（初産）	112.7	116.4	118.9	121.1	122.6	123.0	123.0	123.4	124.4	124.3	124.5	124.3	125.7	125.3	125.9
		乾乳牛	86.3	86.6	89.0	88.2	88.7	88.4	88.4	88.2	88.3	88.0	88.0	88.0	88.0	87.6	87.5
		育成牛（2歳未満、7ヶ月以上）	63.4	64.7	66.9	67.8	68.0	68.0	68.0	68.0	68.1	68.0	68.0	68.0	68.1	68.0	68.0
		育成牛（月齢3～6ヶ月）	29.1	29.3	30.4	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4	34.5	34.4	34.4	34.4	34.5	34.4	34.4
肉用牛	繁殖雌牛	2歳以上	68.3	68.5	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.9	70.7	70.7	70.7	70.9	70.7	70.7
		2歳未満、7ヶ月以上	56.9	57.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.1	66.0	66.0	66.0	66.1	66.0	66.0
		月齢3～6ヶ月	30.3	30.3	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.8	33.7	33.7	33.7	33.8	33.7	33.7
	肥育牛	和牛・雄（1歳以上）	72.1	72.3	72.1	72.1	68.5	68.5	68.5	68.5	68.7	68.5	68.5	68.5	68.7	68.5	68.5
		（1歳未満、7ヶ月以上）	58.8	59.0	58.8	58.8	61.7	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7	61.7
		（月齢3～6ヶ月）	33.0	33.1	33.0	33.0	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
		和牛・雌（1歳以上）	51.0	51.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.3	57.2	57.2	57.2	57.3	57.2	57.2
		（1歳未満、7ヶ月以上）	43.1	43.2	53.7	53.7	53.7	53.7	53.7	53.7	53.8	53.7	53.7	53.7	53.8	53.7	53.7
		（月齢3～6ヶ月）	26.7	26.8	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	31.0	30.9	30.9	30.9	31.0	30.9	30.9
		乳用種（月齢7ヶ月以上）	74.2	74.4	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.4	74.2	74.2	74.2	74.4	74.2	74.2
		（月齢3～6ヶ月）	40.2	40.3	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.3	40.2	40.2	40.2	40.3	40.2	40.2
		交雑種（月齢7ヶ月以上）	73.0	73.2	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.2	73.0	73.0	73.0	73.2	73.0	73.0
		（月齢3～6ヶ月）	42.1	42.2	42.1	42.1	42.1	42.1	42.1	42.1	42.2	42.1	42.1	42.1	42.2	42.1	42.1

■ 活動量

当該カテゴリーの活動量については、「畜産統計」に示された、毎年 2 月 1 日時点の各種牛の飼養頭数を用いた。

表 5-10　牛の飼養頭数［1000 頭］

家畜種			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛		搾乳牛（三産以上）	510	467	447	391	374	347	334	324	317	308	309	309	296	293	297
		搾乳牛（二産）	260	250	241	229	196	203	202	191	194	193	194	190	186	192	194
		搾乳牛（初産）	313	318	283	280	235	248	236	235	241	234	228	231	233	241	245
		乾乳牛	332	299	249	231	195	194	185	184	185	179	176	171	185	184	188
		育成牛（2歳未満、7ヶ月以上）	491	445	379	379	351	323	328	328	306	307	316	323	339	334	335
		育成牛（月齢3～6ヶ月）	109	99	84	84	78	72	73	73	68	68	70	72	75	74	75
		育成牛（月齢3ヶ月未満）	55	49	42	42	39	36	36	36	34	34	35	36	38	37	37
乳用牛合計			**2,068**	**1,927**	**1,725**	**1,636**	**1,467**	**1,423**	**1,395**	**1,371**	**1,345**	**1,323**	**1,328**	**1,332**	**1,352**	**1,356**	**1,371**
肉用牛	繁殖雌牛	2歳以上	612	591	555	536	575	541	520	505	511	511	517	528	528	528	528
		2歳未満、7ヶ月以上	84	69	68	71	78	64	62	61	64	69	75	79	79	79	79
		月齢3～6ヶ月	12	9	8	9	11	9	9	9	9	12	12	13	13	13	13
		月齢3ヶ月未満	6	4	4	5	5	4	5	4	5	6	6	6	6	6	6
	肥育牛	和牛・雄（1歳以上）	368	412	385	374	409	396	381	368	371	374	379	380	384	389	403
		（1歳未満、7ヶ月以上）	125	133	114	119	127	116	115	112	109	110	116	120	135	139	126
		（月齢3～6ヶ月）	83	89	76	80	85	77	77	75	72	73	77	80	90	93	84
		（月齢3ヶ月未満）	42	44	38	40	42	39	38	37	36	37	39	40	45	46	42
		和牛・雌（1歳以上）	197	265	246	290	336	337	328	313	293	310	312	310	306	319	343
		（1歳未満、7ヶ月以上）	102	105	93	89	101	93	91	89	86	81	84	89	103	109	95
		（月齢3～6ヶ月）	68	70	62	59	67	62	60	59	57	54	56	60	69	72	63
		（月齢3ヶ月未満）	34	35	31	30	34	31	30	30	29	27	28	30	34	36	32
		乳用種（月齢7ヶ月以上）	665	541	333	351	309	282	276	259	249	235	221	206	201	188	185
		（月齢3～6ヶ月）	148	120	74	78	69	63	61	58	55	52	49	46	45	42	41
		（月齢3ヶ月未満）	74	60	37	39	34	31	31	29	28	26	25	23	22	21	21
		交雑種（月齢7ヶ月以上）	140	267	511	438	362	373	363	362	379	391	388	371	372	394	416
		（月齢3～6ヶ月）	31	59	114	97	81	83	81	80	84	87	86	82	83	88	93
		（月齢3ヶ月未満）	16	30	57	49	40	41	40	40	42	43	43	41	41	44	46
肉用牛合計			**2,805**	**2,901**	**2,806**	**2,755**	**2,763**	**2,642**	**2,567**	**2,489**	**2,479**	**2,499**	**2,514**	**2,503**	**2,555**	**2,605**	**2,614**

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性は算定式の 95%信頼区間から算出した（乳用牛 : -26%～+32%、肉用牛 : -40%～+49%）。牛の頭数（活動量）は「畜産統計」における全頭調査の結果であり標準誤差が示されていないことから、「畜産統計」の豚の数値（1%）で代用した。その結果、排出量の不確実性は乳用牛で-26%～+32%、肉用牛で-40%～+49%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は上記した方法を使用して、1990 年度から一貫した方法で算定している。活動量は「畜産統計」を使用し、1990 年度から一貫した方法を使用している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

また、2016 年度に開催された QA 活動（QA ワーキンググループ）の実施により、「乳用牛なら 3 か月程度で離乳し、活発に CH_4 を生成する」との指摘を受けたことから、算定方法検討会における議論を経て、月齢 3～4 か月の牛の排出量を算定に含むよう 2017 年提出インベントリで改善が行われた。

加えて、我が国の算定方法と IPCC Tier 2 法による排出量算定結果との比較を行った。その際、Tier2 法には 2006 年 IPCC ガイドラインで示された式（Vol.4、Chapter 10、EQUATION 10.3～10.16）を用い、上記表 5-3 に示した分類でそれぞれ算定を行った。なお、わが国のデータが利用可能なものは利用し（例 : 上記の表 5-4～表 5-8 の値、「日本飼養標準」に示された値

から計算した DE 値など)、利用可能でないものは 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いた（例：Y_m 値、Cf_i 値、$C_{pregnancy}$ 値など)。その結果、肉用牛と乳用牛の両方に関して、CH_4 変換率（Y_m）の誤差範囲を踏まえると（Y_m=6.5%±1.0%)、我が国の算定方法による排出量は IPCC Tier 2 法で算出した排出量が取りうる範囲内にあった。したがって、わが国の方法と IPCC Tier 2 法による排出量に重大な差異はないと考えられる。

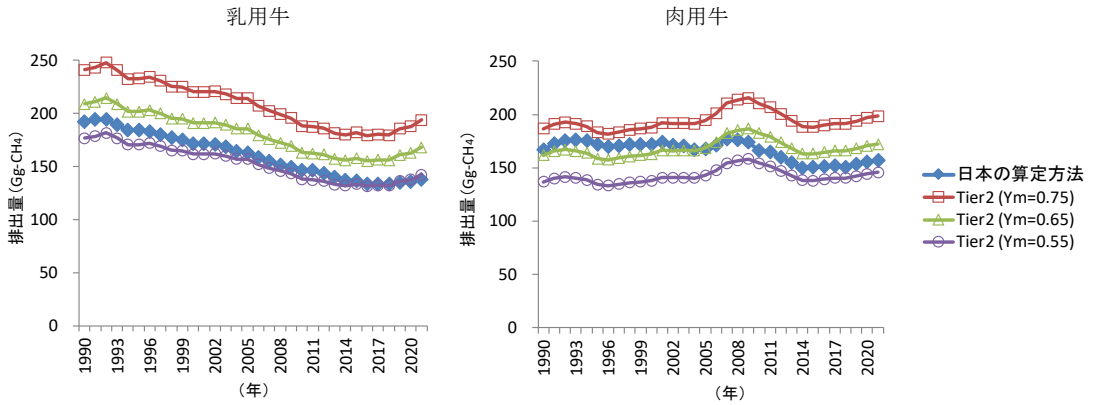


図 5-2　我が国の算定方法と IPCC Tier 2 法の比較

e）再計算

「乳用牛群能力検定成績」における検定牛の産次別頭数が更新されたため、乳用牛の 2020 年度の排出量が更新された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

ルーメン内発酵の制御（飼料への脂肪酸カルシウムの添加等）によるメタン発生抑制技術や混合飼料給与（TMR 給与）による飼料利用効率の向上に伴う排出削減を反映できるような算定方法の構築について検討を行う予定である。

5.2.2. 水牛、めん羊、山羊、馬、豚（3.A.2., 3.A.3., 3.A.4.-）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは水牛、めん羊、山羊、馬、豚の消化管内発酵による CH_4 排出に関する算定、報告を行なう。

b）方法論

■ 算定方法

CH_4 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデシジョンツリーに従い、Tier1 法により算定を行った。

$$E = EF \times A$$

E	：各家畜の消化管内発酵による CH_4 排出量［kg-CH_4］
EF	：各家畜の消化管内発酵に関する CH_4 排出係数［kg-CH_4/頭/年］
A	：各家畜の頭数［頭］

■ 排出係数

豚の CH_4 排出係数については、日本国内の研究成果に基づく値を設定した。

めん羊、山羊、馬、水牛の CH_4 排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いた。

表 5-11　豚、めん羊、山羊、馬、水牛の消化管内発酵に関する CH_4 排出係数

家畜種	CH_4 排出係数［kg-CH_4/頭/年］	参考文献
豚	1.4	斎藤（1988）をもとに算出
めん羊	8	2006 年 IPCC ガイドライン
山羊	5	
馬	18.0	
水牛	55.0	

■ **活動量**

めん羊及び山羊の活動量に関して、2009 年度までは（社）中央畜産会「家畜改良関係資料」、2010 年度からは農林水産省「家畜の飼養に係る衛生管理の状況等」に示されたそれぞれの飼養頭数を用いた。豚の活動量については、「畜産統計」に示された、毎年２月１日時点の豚の飼養頭数を用いた。なお、2004 年度、2009 年度及び 2014 年度は値を内挿した。馬の活動量に関して、2009 年度までは農林水産省「馬関係資料」、2010 年度からは「家畜の飼養に係る衛生管理の状況等」に示された飼養頭数を用いた。水牛の活動量は沖縄県「家畜・家きん等の飼養状況調査結果」に示された飼養頭数を用いた。

表 5-12　水牛、めん羊、山羊、豚、馬の飼養頭数［1000 頭］

家畜種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
めん羊	21	14	12	9	20	16	17	17	18	18	20	20	21	20	20
山羊	26	19	22	16	19	19	20	20	17	16	19	20	20	20	20
豚	11,335	9,900	9,788	9,620	9,768	9,685	9,537	9,424	9,313	9,346	9,189	9,156	9,223	9,290	8,950
馬	116	118	105	87	75	74	74	69	74	75	76	78	78	73	73
水牛	0.21	0.12	0.10	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11

（注）豚の 2009 年度、2014 年度値は内挿値。

c）不確実性と時系列の一貫性

■ **不確実性**

各家畜分類で不確実性の評価を行った。豚の排出係数の不確実性は算定方法検討会で設定した値を採用した。豚以外の家畜の排出係数の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインに示された 50%を採用した。活動量については、豚は「畜産統計」に掲載の標準誤差 1%を採用し、豚以外の家畜の活動量の不確実性は、「畜産統計」に掲載のブロイラーの標準誤差で代替し、9%とした。その結果、排出量の不確実性は豚が-72～+157%、水牛、めん羊、山羊、馬が 51%と評価された。

■ **時系列の一貫性**

排出係数は一定値を使用している。活動量には、「家畜改良関係資料」、「畜産統計」、「馬関係資料」、沖縄県「家畜・家きん等の飼養状況調査結果」、「家畜の飼養に係る衛生管理の状況等」を用いており、それぞれの家畜で 1990 年度から一貫した算定方法を用いている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

5.2.3. その他の家畜（3.A.4.-）

2006 年 IPCC ガイドラインに排出係数のデフォルト値が掲載されていて、上記で報告されていない家畜として、我が国では鹿、アルパカが存在する。しかし、飼育頭数が少なく、いずれも算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000 t-CO_2 換算という閾値を超える排出量とはならないため、重要でない「NE」として報告した（別添 5 参照）。

5.3. 家畜排せつ物の管理（3.B.）

家畜の排せつ物の管理過程において、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって分解される際に CH_4 が生成される。さらに、排せつ物中に消化管内発酵由来の CH_4 が溶けていてそれが通気や攪拌により大気中へ放出される。また、家畜の排せつ物の管理過程において、主に微生物の作用による硝化・脱窒過程で N_2O が発生する。

2021 年度におけるこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量は CH_4 が 2,458 kt-CO_2 換算、N_2O が 3,911 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）のそれぞれ 0.2%、0.3%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると CH_4 は 27.3%の減少、N_2O は 10.0%の減少となっている。この 1990 年度からの CH_4 排出量減少の主な要因は乳用牛の家畜頭数の減少によるものであり、N_2O 排出量減少の主な要因は家畜頭数の減少に伴い大気沈降による間接 N_2O 排出量が減少したことによるものである。

豚の排せつ物中窒素量に関して、1990 年以降減少している傾向がみられるが、これは飼料中の大豆油かすの使用割合が減少するなど、飼料中に含まれる粗蛋白質量の減少が影響していると思われる。

表 5-13　家畜排せつ物管理に伴う CH_4 及び N_2O 排出量（3.B.）

ガス	家畜種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4	3.B.1.- 乳用牛	kt-CH_4	107.0	103.1	96.5	94.5	86.8	84.9	82.7	81.1	81.0	79.3	79.4	79.4	80.7	81.1	82.6
	3.B.1.- 肉用牛		3.7	3.8	3.9	4.3	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	5.8	6.1	6.2	6.3	6.3	6.4
	3.B.2. めん羊		0.006	0.004	0.003	0.002	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	3.B.3. 豚		22.2	19.3	17.7	12.5	8.7	8.4	8.0	7.8	7.6	7.4	7.5	7.3	6.8	6.8	6.5
	3.B.4.- 水牛		0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	3.B.4.- 山羊		0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	3.B.4.- 馬		0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	3.B.4.- 家禽類		2.1	2.0	2.0	2.3	2.5	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6
	3.B.4.- うさぎ		0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	3.B.4.- ミンク		0.1053	0.0073	0.0038	0.0004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
	合計	kt-CH_4	135.3	128.5	120.3	113.7	103.0	101.2	98.7	96.9	96.8	95.3	95.8	95.8	96.6	96.9	98.3
		kt-CO_2換算	3,383	3,213	3,007	2,843	2,576	2,530	2,467	2,424	2,420	2,382	2,395	2,396	2,414	2,424	2,458
N_2O	3.B.1.- 乳用牛	kt-N_2O	2.1	2.1	2.1	2.3	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	3.B.1.- 肉用牛		2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	3.B.2. めん羊		IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	3.B.3. 豚		3.7	3.2	3.2	3.8	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1
	3.B.4.- 水牛		0.00012	0.00007	0.00006	0.00005	0.00004	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00007	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00006
	3.B.4.- 山羊		IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	3.B.4.- 馬		IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	3.B.4.- 家禽類		1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
	3.B.4.- うさぎ		0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	3.B.4.- ミンク		0.0223	0.0016	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	3.B.5. 間接排出		5.2	4.8	4.5	4.1	3.9	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
	合計	kt-N_2O	14.6	13.7	13.3	14.0	14.7	14.2	13.7	13.3	13.2	13.1	13.3	13.1	13.2	13.2	13.1
		kt-CO_2換算	4,346	4,091	3,968	4,163	4,376	4,235	4,070	3,968	3,932	3,907	3,958	3,912	3,926	3,939	3,911
全ガス合計		kt-CO_2換算	7,729	7,304	6,975	7,005	6,951	6,764	6,537	6,391	6,352	6,289	6,353	6,308	6,340	6,362	6,369

5.3.1. 牛、豚、家禽類（採卵鶏、ブロイラー）（3.B.1., 3.B.3., 3.B.4.-）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、牛（乳用牛、肉用牛）、豚、家禽類（採卵鶏、ブロイラー）の家畜排せ

つ物の管理による CH_4、N_2O 排出に関する算定、報告を行う。

なお、放牧家畜の CH_4 に関してはこのカテゴリーで報告し、N_2O に関しては「3.D.a.3.放牧家畜の排せつ物」で報告する。

b） 方法論

■ 算定方法

排せつ物の管理に伴う CH_4 排出については、家畜種ごとの排せつ物中に含まれる有機物量に、排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて算定を行った。

$$E_{CH4} = \sum (EF_{CH4-n} \times A_{CH4-n})$$

E_{CH4}　：牛、豚、家禽の排せつ物管理に伴う CH_4 排出量［kt-CH_4/年］
EF_{CH4-n}　：排せつ物管理区分 n の排出係数［kg-CH_4/kg-有機物］
A_{CH4-n}　：排せつ物管理区分 n の排せつ物に含まれる有機物量［kt-有機物/年］
n　：排せつ物管理区分

N_2O 排出については、家畜種ごとの排せつ物中に含まれる窒素量に、排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて算定を行った。

$$E_{N2O} = \sum (EF_{N2O-n} \times A_{N2O-n}) \times 44/28$$

E_{N2O}　：牛、豚、家禽の排せつ物管理に伴う N_2O 排出量［kt-N_2O/年］
EF_{N2O-n}　：排せつ物管理区分 n の排出係数［g-N_2O-N/g-N］
A_{N2O-n}　：排せつ物管理区分 n の排せつ物に含まれる窒素量［kt-N/年］
n　：排せつ物管理区分

■ 排出係数

家畜排せつ物の管理に伴う、各排せつ物管理区分の CH_4 及び N_2O の排出係数については、我が国における実測の研究成果を踏まえ、図 5-3 のデシジョンツリーに従い妥当性を検討し、家畜種別、我が国の処理方法別に設定し、表 5-16 及び表 5-17 に示した。

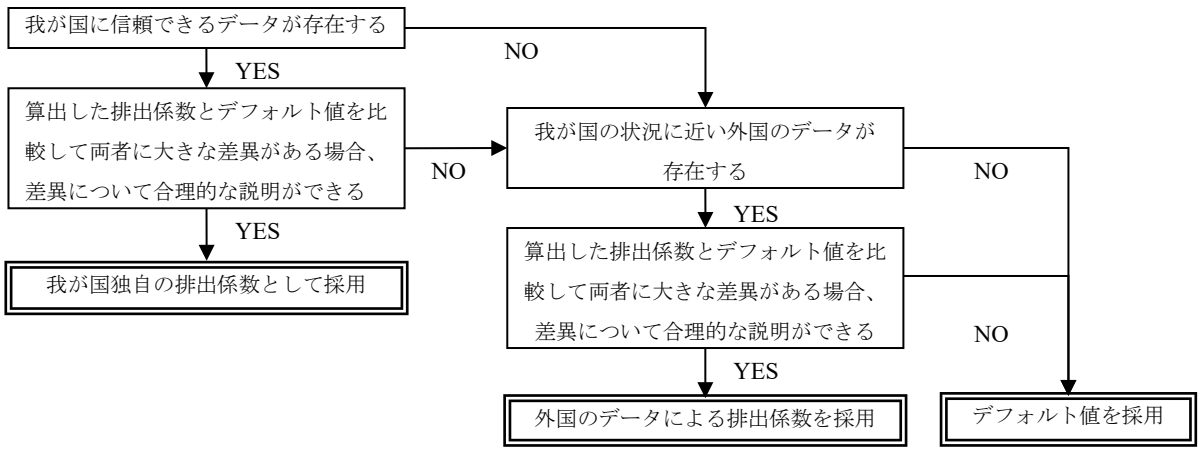


図 5-3　排出係数決定のためのデシジョンツリー

表 5-16 及び表 5-17 において、「D（デフォルト値）」と示されている排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良（以下、2019 年改良 IPCC ガイドライン）に示された値を基にしている。この内、CH_4 排出係数は Other Regions – High productivity systems の *Bo*（最大

CH_4 発生ポテンシャル）（乳用牛：0.24、肉用牛：0.18、豚：0.45）及び MCF（メタン発生係数、表 5-14）を用いて、以下の式で示すように計算した。なお、2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて、強制発酵及び貯留の MCF は気候区分別に掲載されているため、地域別平均気温から設定した MCF 値を地域別家畜頭数で加重平均して算出した。MCF 値の設定に使用した地域別の平均気温は表 5-15 のとおり。各家畜が主に飼養されている市町村の平均気温から設定した。

また、わが国独自の排出係数については、実測結果から直接排出係数を算出しているため、MCF の値は設定していない。

$$EF_{CH4\text{-}n} = Bo \times 0.67 \times MCF$$

$EF_{CH4\text{-}n}$　：排せつ物管理区分 n の排出係数［kg-CH_4/kg-有機物］
Bo　：最大 CH_4 発生ポテンシャル［m^3-CH_4/kg-有機物］
0.67　：体積から重量への換算係数［kg-CH_4/m^3-CH_4］
MCF　：メタン発生係数［%］

表 5-14　デフォルトの排出係数の計算に用いた MCF（メタン発生係数）

処理方法	MCF	2019 年改良 IPCC ガイドラインの分類
開放型強制発酵（乳用牛）	0.7 %	Composting – Intensive windrow をもとに算出
開放型強制発酵（肉用牛）	0.9 %	Composting – Intensive windrow をもとに算出
開放型強制発酵（豚）	1.0 %	Composting – Intensive windrow をもとに算出
開放型強制発酵（尿）	0.0 %	Aerobic treatment をもとに算出
密閉型強制発酵	0.5 %	Composting – In-Vessel をもとに算出
貯留（肉用牛）	28.6 %	Liquid/ Slurry and Pit storage をもとに算出
貯留（肉用牛）（1 ヶ月以内）	11.6%	Liquid/ Slurry and Pit storage – 1 Month をもとに算出
貯留（肉用牛）（1 ヶ月超）	32.9%	Liquid/ Slurry and Pit storage – 3, 4, 6, 12 Month をもとに算出
貯留（豚）	30.6 %	Liquid/ Slurry and Pit storage をもとに算出
貯留（豚）（1 ヶ月以内）	12.5%	Liquid/ Slurry and Pit storage – 1 Month をもとに算出
貯留（豚）（1 ヶ月超）	35.1%	Liquid/ Slurry and Pit storage – 3, 4, 6, 12 Month をもとに算出

（注）上記以外の区分には国独自の排出係数等を用いているため、MCF の値は設定していない。
（出典）2019 年改良 IPCC ガイドライン Vol.4、Table 10.17

表 5-15　MCF 値の設定に使用した地域別の平均気温［℃］

地域	乳用牛	肉用牛	豚
北海道	6.2	6.2	7.4
東北	9.9	11.0	10.1
関東	13.0	12.1	14.4
北陸	15.1	14.0	12.7
東海	17.1	14.3	15.0
近畿	16.9	16.0	13.5
中国	15.3	15.0	14.4
四国	16.5	16.1	15.5
九州沖縄	16.7	16.5	16.3

乳用牛、肉用牛、豚の「天日乾燥」の CH_4 排出係数については、石橋他（2003）を用いた。

採卵鶏・ブロイラーの「天日乾燥」の排出係数については、鶏糞乾燥処理施設（トンネル換気型でベルトコンベアを用いて鶏糞を移動・撹拌しながら乾燥させる施設）で発生する温室効果ガスの排出量を実測した値をもとに設定した（土屋他　2014）。

「火力乾燥」の CH_4 排出については、原理的に排出は起こらないとの仮定により、0%とした。

「炭化処理」については、「火力乾燥」の値を適用した。

豚の「密閉型強制発酵・ふん」及び「密閉型強制発酵・ふん尿混合」は「平成 20 年度環境バイオマス総合対策推進事業のうち農林水産分野における地球温暖化対策調査事業報告書（全国調査事業）」（以下、「平成 20 年度地球温暖化対策調査事業報告書」）を参照した。

処理方法別家畜種別の排出係数は、家畜種による違いよりも処理方法による違いが大きいため、採卵鶏・ブロイラーの「開放型強制発酵・ふん」及び「密閉型強制発酵・ふん」の排出係数については、専門家判断により、排せつ物の含水率等の性状が似通っている豚の同じ処理方法の排出係数を適用した。

わが国で最も一般的に行われている家畜排せつ物処理方法である「堆積発酵」に関して、Osada et al.（2005）は堆肥盤を覆うチャンバーを用いて CH_4 と N_2O 排出を実測した。この値をもとにわが国の乳用牛、肉用牛、豚の排出係数を設定した。採卵鶏・ブロイラーの「堆積発酵」の排出係数については、国内 3 地域の堆肥化処理施設において、堆積物をチャンバーで覆って温室効果ガスの排出量を実測し、その値をもとに設定した。詳細な方法は、農林水産省「平成 25 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書」（2014）（以下、平成 25 年度 調査事業報告書）に記載されている。

「焼却」に関する係数は（社）畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」（2002）に記述されている。

牛の「浄化」について、白石他（2017）は、乳用牛の尿及びふん尿から発生する CH_4 と N_2O 排出を浄化処理施設において実測した。この結果を基に設定された排出係数を、乳用牛及び肉用牛の尿及びふん尿の「浄化」に適用した。

豚の「浄化」は農林水産省「平成 24 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書」（2013）（以下、平成 24 年度 調査事業　報告書）の結果を参照した。

乳用牛の「貯留」及び「メタン発酵」の CH_4 の排出係数について、フロートチャンバー法などを用いて貯留システム及びメタン発酵システムにおいて実測した値から気温を変数として全国 9 地域別の排出係数が構築されており（農林水産省「平成 23 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法の開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書」（2012）（以下、平成 23 年度 調査事業　報告書）、地域別の飼養頭数（「畜産統計」に記載）で加重平均した排出係数（表 5-18）を用いた。排出係数が 1990 年に比べて最新年で小さくなっているのは、気温が低く、排出係数の小さい北海道地域の飼養割合が徐々に増加しているためである（1990 年：42%、2021 年：62%）。

乳用牛及び肉用牛の「放牧」の排出係数は、採取したふん尿を放牧地のチャンバー内に設置し、実測した値をもとに設定した（Mori and Hojito、2015）。

「産業廃棄物処理」については、「貯留」の値を適用した。「その他」については、同処理区分（ふん、尿、ふん尿）内の最大値に基づき設定した。

表 5-16　牛、豚、家禽の処理方法別 CH_4 排出係数［% : kg-CH_4/kg-有機物］

処理方法	乳用牛		肉用牛		豚		採卵鶏		ブロイラー	
天日乾燥	0.20 %	J[2)]	0.20 %	J[2)]	0.20 %	J[2)]	0.14 %			J[10)]
火力乾燥	0 %									Z[3)]
炭化処理	―						0 %			TD
開放型強制発酵（ふん）	0.113 %	D[1)]	0.109 %	D[1)]	0.302 %	D[1)]	0.302 %			Sw
開放型強制発酵（尿）	0.000%	D[1)]	0.000 %	D[1)]	0.000 %	D[1)]	―			
開放型強制発酵（ふん尿混合）	0.113%	D[1)]	0.109%	D[1)]	0.302 %	D[1)]	―			
密閉型強制発酵（ふん）	0.08 %	D[1)]	0.06 %	D[1)]	0.08 %	J[7)]	0.08 %			Sw
密閉型強制発酵（尿）					0.151 %	D[1)]	―			
密閉型強制発酵（ふん尿混合）					0.08 %	J[7)]	―			
堆積発酵	3.8 %	J[4)]	0.13 %	J[4)]	0.16 %	J[4)]	0.13 %	J[12)]	0.02 %	J[12)]
焼却	0.4 %									O[3)]
浄化	0.3 %			J[13)]	0.91 %	J[11)]	―			
貯留	表 5-18	JR[8)]	3.4 %	D[1)]	9.2 %	D[1)]	0.13 %	PI	0.02 %	PI
貯留（1 ヶ月以内）			1.4 %		3.8 %					
貯留（1 ヶ月超）			4.0 %		10.6 %					
メタン発酵（ふん）	3.8%	Pl	0.13 %	Pl	0.16 %	Pl	0.13 %	Pl	0.02 %	Pl
メタン発酵（尿・ふん尿混合）	表 5-18	JR[8)]	3.5 %	JR[8)]	3.6 %	JR[8)]	―			
産業廃棄物処理	表 5-18	JR[8)]	3.4 %	PS	9.2%	PS	0.13 %	PS	0.02 %	PS
放牧	0.076%			J[9)]	―		0.14 %			SD
その他（ふん）	3.8 %	M	0.4 %	M	0.4 %	M	0.4 %			M
その他（尿・ふん尿混合）	3.8 %	M	4.0 %	M	10.6 %	M	―			

（注）表 5-17 の注釈と、出典を参照。

表 5-17　牛、豚、家禽の処理方法別 N_2O 排出係数［% : kg-N_2O-N/kg-N］

処理方法	乳用牛		肉用牛		豚		採卵鶏		ブロイラー	
天日乾燥	2.0 %					D[1)]	0.33 %			J[10)]
火力乾燥	2.0 %									D[1)]
炭化処理	―						2.0%			TD
開放型強制発酵（ふん）	0.5 %					D[1)]	0.5 %			Sw
開放型強制発酵（尿）	1.0 %						―			
開放型強制発酵（ふん尿混合）	0.5 %						―			
密閉型強制発酵（ふん）	0.25 %			J[5)]	0.16 %	J[7)]	0.16 %			Sw
密閉型強制発酵（尿）	0.6%					D[1)]	―			
密閉型強制発酵（ふん尿混合）	0.25 %			J[5)]	0.16 %	J[7)]	―			
堆積発酵	2.4 %	J[4)]	1.6 %	J[4)]	2.5 %	J[4)]	0.54 %	J[12)]	0.08 %	J[12)]
焼却	0.1 %									O[3)]
浄化	2.88 %			J[13)]	2.87 %	J[11)]	―			
貯留	0.02 %	J[8)]	0 %			D[1)]	0.54 %	PI	0.08 %	PI
メタン発酵（ふん）	2.4 %	Pl	1.6 %	Pl	2.5 %	Pl	0.54 %	Pl	0.08 %	Pl
メタン発酵（尿・ふん尿混合）	0.15 %	J[8)]	0.15 %			Dc	―			
産業廃棄物処理	0.02%	PS	0 %			PS	0.54 %	PS	0.08 %	PS
放牧	0.684 %			J[9)]	―		0.33 %			SD
その他（ふん）	2.4 %	M	2.0 %	M	2.5 %	M	2.0 %			M
その他（尿・ふん尿混合）	2.88 %	M	2.88 %	M	2.87 %	M	―			

（注）1）採卵鶏・ブロイラーについては、ふんに近いふん尿混合状態であるため、ふんとして扱う。
2）開放型と密閉型に分割されていない 2018 年以前の強制発酵の排出係数については、開放型・密閉型の管理区分割合を用いた加重平均値を使用する。

D:　ガイドラインのデフォルト値を利用
J :　我が国の観測データより設定
JR:　我が国の乳用牛の地域別排出係数及び各家畜種の地域別飼養頭数をもとに設定
O:　他国のデータより設定

Z:　原理的に排出は起こらないとの仮定により設定
Pl:　堆積発酵の値を適用
SD:　天日乾燥の値を適用
TD:　火力乾燥の値を適用
PS:　貯留の値を適用
Sw:　豚の排出係数を適用
Dc:　乳用牛の排出係数を適用
M:　「ふん」又は「ふん尿混合」に対する処理区分の最大値を適用

（出典）1）2019 年改良 IPCC ガイドライン（2019）
2）石橋他（2003）
3）（社）畜産技術協会（2002）
4）Osada et al. (2005)
5）Osada et al. (2000)
6）Osada (2003)
7）平成 20 年度　地球温暖化対策調査事業報告書（2009）
8）平成 23 年度 調査事業　報告書（2012）
9）Mori and Hojito (2015)
10）土屋他（2014）
11）平成 24 年度 調査事業　報告書（2013）
12）平成 25 年度 調査事業　報告書（2014）
13）白石他（2017）

表 5-18　乳用牛の「貯留」及び「メタン発酵」の各年の CH_4 排出係数［% : kg-CH_4/kg-有機物］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
貯留	2.47%	2.44%	2.42%	2.40%	2.37%	2.37%	2.37%	2.37%	2.36%	2.36%	2.36%	2.35%	2.35%	2.34%	2.34%
メタン発酵	3.22%	3.17%	3.14%	3.11%	3.06%	3.06%	3.06%	3.05%	3.05%	3.04%	3.03%	3.03%	3.02%	3.02%	3.01%

（注）平成 23 年度 調査事業　報告書に記載の乳用牛の地域別排出係数をもとに、各年の地域別の飼養頭数で加重平均している。

■ 活動量

活動量については、年間に排せつ物管理区分ごとに各家畜種からの排せつ物に含まれる有機物量及び窒素量の推計値をそれぞれ用いた。

$$A_{CH4\text{-}n} = P \times Ex \times Day \times Org \times Mix_n \times MS_n / 1000$$

$$A_{N2O\text{-}n} = P \times Nex \times Day \times Mix_n \times MS_n / 1000$$

$A_{CH4\text{-}n}$　：排せつ物管理区分 n に各家畜種からの排せつ物に含まれる有機物量［kt−有機物/年］
$A_{N2O\text{-}n}$　：排せつ物管理区分 n に各家畜種からの排せつ物に含まれる窒素量［kt−N/年］
P　：各家畜の飼養頭数［千頭］
Ex　：各家畜種 1 頭あたり 1 日あたりの排せつ物量［kg/頭/日］
Org　：各家畜種の排せつ物中の有機物含有率［%］
Nex　：各家畜種 1 頭あたり 1 日あたりの 排せつ物中窒素量［kg-N/頭/日］
Day　：年間日数［日］
Mix_n　：各家畜種の排せつ物分離・混合処理の割合［%］
MS_n　：排せつ物管理区分 n の割合［%］
n　：排せつ物管理区分

各家畜種から排せつされる有機物量は、家畜種ごとの飼養頭数に一頭当たりの排せつ物量と有機物含有率を乗じることによって総量を算定し、窒素量は、家畜種ごとの飼養頭数に一頭当たりの排せつ物中窒素量を乗じることによって総量を算定した（表 5-19、表 5-20、表 5-21、表 5-22、表 5-23）。その総量に、排せつ物分離・混合処理割合及び各排せつ物管理区分

割合（表 5-32、表 5-33、表 5-34）を乗じ、各排せつ物管理区分に有機物量及び窒素量を割り振った。

表 5-19　乳用牛の排せつ物量（*Ex*）及び排せつ物中窒素量（*Nex*）

項目				1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛	排せつ物量［kg/頭/日］	ふん量	搾乳牛（三産以上）	41.5	43.1	44.5	46.0	46.1	46.4	46.4	46.8	47.3	47.4	47.5	47.5	48.2	48.4	48.8
			搾乳牛（二産）	40.3	41.8	43.3	44.8	44.7	45.0	45.0	45.3	45.8	45.9	46.0	46.0	46.7	46.8	47.3
			搾乳牛（初産）	36.7	38.2	39.5	40.6	41.4	41.6	41.6	41.8	42.2	42.3	42.5	42.4	42.9	42.9	43.3
			乾乳牛・未経産牛	27.9	27.9	28.7	28.5	28.6	28.5	28.5	28.5	28.4	28.4	28.4	28.4	28.3	28.3	28.3
			育成牛（7-24ヵ月）	22.1	22.4	22.9	23.1	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2
			育成牛（3-6ヵ月）	14.9	14.9	15.1	15.8	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
		尿量	搾乳牛（三産以上）	16.9	16.9	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	17.0
			搾乳牛（二産）	17.1	17.1	17.2	17.2	17.2	17.2	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1
			搾乳牛（初産）	18.8	18.8	18.9	18.9	18.8	18.8	18.8	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
			乾乳牛・未経産牛	15.2	15.2	15.4	15.3	15.4	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
			育成牛（7-24ヵ月）	12.3	12.3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
			育成牛（3-6ヵ月）	4.4	4.4	4.8	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	排せつ物中窒素量［g-N/頭/日］	ふん中窒素量	搾乳牛（三産以上）	155.7	164.4	172.7	181.7	182.1	183.8	184.0	186.0	189.1	189.6	190.1	190.4	194.7	195.5	198.2
			搾乳牛（二産）	148.5	157.4	165.5	174.3	173.9	175.6	175.7	177.6	180.5	180.8	181.3	181.3	185.5	186.3	188.9
			搾乳牛（初産）	128.6	136.7	144.1	150.2	154.7	156.0	156.1	157.4	159.5	160.1	160.9	160.3	163.6	163.7	165.8
			乾乳牛・未経産牛	82.7	83.0	86.8	85.6	86.4	85.9	85.9	85.7	85.5	85.4	85.4	85.3	85.0	84.7	84.6
			育成牛（7-24ヵ月）	53.3	54.5	57.2	58.3	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5
			育成牛（3-6ヵ月）	20.6	20.7	21.6	24.3	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9
		尿中窒素量	搾乳牛（三産以上）	76.1	81.0	83.2	87.9	89.5	90.5	90.8	92.1	93.5	93.9	94.2	94.2	96.4	96.9	98.0
			搾乳牛（二産）	85.8	90.2	92.2	96.6	98.4	99.3	99.6	100.7	102.1	102.3	102.6	102.5	104.5	105.0	106.1
			搾乳牛（初産）	88.8	92.5	94.4	98.7	92.8	93.9	94.2	95.5	97.2	97.9	98.8	98.4	101.0	101.3	103.0
			乾乳牛・未経産牛	98.6	98.8	103.1	101.9	102.8	102.1	102.2	101.9	101.7	101.5	101.6	101.5	101.1	100.8	100.6
			育成牛（7-24ヵ月）	65.1	66.6	69.7	70.9	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1
			育成牛（3-6ヵ月）	27.4	27.6	37.4	43.1	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2	44.2

表 5-20　肉用牛の排せつ物量（*Ex*）及び排せつ物中窒素量（*Nex*）

項目				1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
肉用牛	排せつ物量［kg/頭/日］	ふん量	繁殖雌牛（2歳以上）	17.4	17.4	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
			（7ヵ月～2歳未満）	12.6	12.6	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
			（3ヵ月～6ヵ月）	5.9	5.9	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
			肥育牛・雄（1歳以上）	12.3	12.3	12.3	12.3	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
			（7ヵ月～1歳未満）	8.4	8.4	8.4	8.4	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
			（3ヵ月～6ヵ月）	5.0	5.0	5.0	5.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			肥育牛・雌（1歳以上）	10.0	10.0	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
			（7ヵ月～1歳未満）	7.2	7.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
			（3ヵ月～6ヵ月）	4.5	4.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
			乳用種（7ヵ月以上）	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
			（3ヵ月～6ヵ月）	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
			交雑種（7ヵ月以上）	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
			（3ヵ月～6ヵ月）	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
		尿量	繁殖雌牛（2歳以上）	7.1	7.1	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
			（7ヵ月～2歳未満）	5.8	5.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
			（3ヵ月～6ヵ月）	3.1	3.1	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
			肥育牛・雄（1歳以上）	7.6	7.6	7.6	7.6	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
			（7ヵ月～1歳未満）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
			（3ヵ月～6ヵ月）	3.3	3.3	3.3	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
			肥育牛・雌（1歳以上）	5.2	5.2	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
			（7ヵ月～1歳未満）	4.3	4.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
			（3ヵ月～6ヵ月）	2.7	2.7	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			乳用種（7ヵ月以上）	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
			（3ヵ月～6ヵ月）	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
			交雑種（7ヵ月以上）	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
			（3ヵ月～6ヵ月）	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
	排せつ物中窒素量［kg-N/頭/日］	ふん中窒素量	繁殖雌牛（2歳以上）	58.9	58.9	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8
			（7ヵ月～2歳未満）	46.1	46.1	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2
			（3ヵ月～6ヵ月）	21.5	21.5	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3
			肥育牛・雄（1歳以上）	63.5	63.5	63.5	63.5	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1
			（7ヵ月～1歳未満）	48.1	48.1	48.1	48.1	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3
			（3ヵ月～6ヵ月）	23.7	23.7	23.7	23.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7
			肥育牛・雌（1歳以上）	40.1	40.1	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4
			（7ヵ月～1歳未満）	32.5	32.5	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7
			（3ヵ月～6ヵ月）	18.7	18.7	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
			乳用種（7ヵ月以上）	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3
			（3ヵ月～6ヵ月）	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8
			交雑種（7ヵ月以上）	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2
			（3ヵ月～6ヵ月）	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
		尿中窒素量	繁殖雌牛（2歳以上）	73.9	73.9	76.7	76.7	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9	74.9
			（7ヵ月～2歳未満）	57.5	57.5	69.4	69.4	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6
			（3ヵ月～6ヵ月）	35.5	35.5	43.6	43.6	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3
			肥育牛・雄（1歳以上）	76.9	76.9	76.9	76.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9
			（7ヵ月～1歳未満）	65.1	65.1	65.1	65.1	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6
			（3ヵ月～6ヵ月）	41.0	41.0	41.0	41.0	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2
			肥育牛・雌（1歳以上）	49.8	49.8	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2
			（7ヵ月～1歳未満）	44.8	44.8	57.5	57.5	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4
			（3ヵ月～6ヵ月）	33.9	33.9	42.3	42.3	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6
			乳用種（7ヵ月以上）	84.2	84.2	84.2	84.2	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5
			（3ヵ月～6ヵ月）	57.2	57.2	57.2	57.2	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8
			交雑種（7ヵ月以上）	82.0	82.0	82.0	82.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
			（3ヵ月～6ヵ月）	57.0	57.0	57.0	57.0	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8	65.8

表 5-21　豚の排せつ物量（*Ex*）及び排せつ物中窒素量（*Nex*）

項目				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
豚	排せつ物量	ふん	肥育豚	kg/頭/日	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
			繁殖豚	kg/頭/日	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
		尿	肥育豚	kg/頭/日	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
			繁殖豚	kg/頭/日	5.5	5.5	5.5	5.2	5.1	5.1	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7
	窒素量	ふん	肥育豚	g-N/頭/日	14.0	14.0	13.3	13.3	13.6	13.7	13.7	13.7	13.6	13.5	14.1	14.1	14.3	14.2	14.2
			繁殖豚	g-N/頭/日	20.2	20.2	20.2	19.4	19.7	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7	19.7	19.7	19.8	19.7	19.7
		尿	肥育豚	g-N/頭/日	27.9	27.6	26.8	25.9	25.3	25.2	24.5	24.1	24.0	23.9	25.3	25.2	25.3	25.2	25.2
			繁殖豚	g-N/頭/日	36.0	35.6	35.7	33.8	33.0	33.0	31.8	31.3	31.1	31.1	31.1	30.9	30.7	30.7	30.7

表 5-22　採卵鶏とブロイラーの排せつ物量（*Ex*）及び排せつ物中窒素量（*Nex*）

項目				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
家禽	排せつ物量	採卵鶏	成鶏	kg/羽/日	0.086	0.087	0.088	0.088	0.087	0.094	0.095	0.094	0.091	0.092	0.094	0.092	0.090	0.087	0.088
			雛	kg/羽/日	0.041	0.041	0.039	0.040	0.040	0.042	0.042	0.042	0.041	0.041	0.042	0.042	0.041	0.040	0.040
		ブロイラー		kg/羽/日	0.097	0.098	0.098	0.096	0.101	0.098	0.094	0.092	0.089	0.088	0.087	0.085	0.084	0.083	0.083
	窒素量	採卵鶏	成鶏	g-N/羽/日	2.18	2.16	2.06	1.93	1.86	1.88	1.82	1.79	1.78	1.79	1.80	1.77	1.73	1.71	1.71
			雛	g-N/羽/日	1.04	1.03	0.97	0.98	1.01	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
		ブロイラー		g-N/羽/日	2.06	2.04	1.95	1.75	1.86	1.69	1.56	1.54	1.53	1.52	1.54	1.47	1.45	1.45	1.47

表 5-23　家畜種ごとの排せつ物中の有機物含有率（湿ベース）（*Org*）[1)]

家畜種	有機物含有率	
	ふん	尿
乳用牛	16%	0.5%
肉用牛	18%	2.0%[2)]
豚	20%	1.4%[3)]
採卵鶏	15%	―
ブロイラー	15%	―

（出典）1）畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」（2002）
2）専門家判断
3）畜産環境整備機構「家畜ふん量処理・利用の手引き」（1998）に基づく推計値

乳用牛、肉用牛、豚の飼養頭数は「3.A.消化管内発酵」と同じ出典のものを使用している。

採卵鶏は「畜産統計」に示された羽数を用いた（表 5-24 参照）。ただし、調査のなかった 2004 年度、2009 年度、2014 年度、2019 年度の値は内挿値である。

ブロイラーに関して、1990 年度から 2008 年度までは「畜産物流通統計」の飼養羽数を用いた。2009 年度以降はその統計で飼養羽数が把握されなくなったことから、「畜産物流通統計」の出荷羽数を用いて飼養羽数を推計している（表 5-25 参照）。具体的にはブロイラーの飼養羽数／出荷羽数の 2004～2008 年度の 5 か年平均値（0.170）を毎年度の出荷羽数に乗じ、さらに過去より出荷日齢が短くなっていることから、現在（農林水産省「鶏の改良増殖目標」、2015）と過去（畜産技術協会「ブロイラー飼養実態アンケート調査」、2008）の出荷日齢の比 0.919（＝49 日／53.3 日）を乗じて飼養羽数を算出した。

表 5-24　採卵鶏の羽数［1000 羽］

家畜種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
採卵鶏	188,786	190,634	186,202	180,697	178,546	174,784	174,806	175,270	175,733	178,900	184,350	184,917	184,145	183,373	182,661

（注）調査のなかった 2009 年度、2014 年度、2019 年度の値は内挿値。
（出典）「畜産統計」

表 5-25　ブロイラーの羽数［1000 羽］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
「畜産物流通統計」のブロイラー 飼養羽数	142,740	118,123	106,311	103,687											
ブロイラー 出荷羽数				606,898	633,799	649,629	653,999	661,030	666,859	677,332	685,105	700,571	712,493	725,190	732,901
インベントリで用いたブロイラー 飼養羽数	142,740	118,123	106,311	103,687	98,913	101,384	102,066	103,163	104,073	105,707	106,920	109,334	111,195	113,176	114,380

（注）2008 年度までは統計上の飼養羽数を使用。2009 年度以降の飼養羽数は出荷羽数を用いて推計。
（出典）「畜産物流通統計」

乳用牛の 1 頭あたり 1 日あたりの排せつ物量の内、ふん量は「日本飼養標準 乳牛」に記載の DMI と中性デタージェント繊維割合（%）（NDFom）を説明変数とした重回帰式より算出し、尿量は大谷他（2010）に記載の窒素摂取量（NI）、カリウム摂取量（*KI*）、乳量を説明変数とした重回帰式より算出した。乾物摂取量、乳量は 3.A.1 牛の消化管内発酵と同じものを用いた。中性デタージェント繊維割合（%）（NDFom）は、「日本飼養標準 乳牛」を参考に 35%と設定した。窒素摂取量（NI）は粗タンパク質量（CP）を 6.25 で割って算出した。粗タンパ

ク質量（CP）は、乳量、体重、乳脂肪率、増体日量に 3.A.1 牛の消化管内発酵と同じ値を用いて、「日本飼養標準」の算出式を使用して算出した（表 5-28）。「日本飼養標準」では、ルーメン内での飼料の消化と微生物による発酵を高めるために、飼料乾物中の望ましい CP 含量は 12%以上としている。その指針に沿って、算出式から算出された CP が DMI の 12%を下回る場合は、CP を 12%に補正した。カリウム摂取量（*KI*）は、Kume et al. (2010)を参考に設定した（表 5-26）。

また、乳用牛の 1 頭あたり 1 日あたりの排せつ物中窒素量は、ふん、尿とも長命他（2006）に示された回帰式を使用して算出した（表 5-26）。窒素量の計算に使う DMI と CP はふん、尿共通で使用する。

表 5-26　乳用牛の排せつ物量と排せつ物中窒素量の算定式

	算定式
ふん量 1)	$F = -8.4753 + 1.8657 \times DMI + 0.4948 \times NDFom$　（$NDFom$: 35 %）
尿量 2)	$U = -2.2870 + 0.0231 \times NI + 0.0581 \times KI - 0.3350 \times MILK$　（$NI = CP / 6.25$）
カリウム摂取量 3)	KI　: 380g/日（初産搾乳牛）　: 350g/日（2 産以上）　: 250g/日（乾乳牛） : 220g/日（育成牛 7～24 ヵ月）　: 100g/日（育成牛 3～6 ヵ月）
ふん中窒素量 4)	$N_f = 5.01 \times DMI^{1.2}$　（搾乳牛） $N_f = 4.97 \times DMI^{1.21}$　（乾乳牛・育成牛）
尿中窒素量 4)	$Nu = 16.57 \times (CP / 1000 / DMI) \times 100 - 138.6$　（搾乳牛） $Nu = 0.24 \times (CP / 6.25)^{1.14}$　（乾乳牛・育成牛）

（注）表 5-28 の注釈と、出典を参照

肉用牛の 1 頭あたり 1 日あたりの排せつ物量については、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol. 4、page 10.42）の排せつ物中有機物量を求める算定式（Equation10.24）を基に、GE と DE%の代わりに「日本飼養標準」で用いられている DMI と TDN%を変数に用いて、ふん量と尿量のそれぞれを別々に算出した（表 5-27）。DMI が重量単位であるので、2006 年 IPCC ガイドラインに記載されている熱量から重量への換算係数（1/18.45）は使用していない。なお、TDN%は日本で最も利用されている飼料エネルギー評価値であり、以下により 2006 年 IPCC ガイドラインの DE に相当する値に換算できる。

TDN 1kg = 4.41 Mcal DE　　（「日本飼養標準 肉用牛」より）

令和 2 年度算定方法検討会における専門家判断でふん中含水率は、和牛 雄、和牛 雌、繁殖雌牛は 80%、乳用種、交雑種は 85%とし、尿中有機物含有率は 2.0%とした。

肉用牛の 1 頭あたり 1 日あたり排せつ物中窒素量は、ふん、尿ともに長命他（2006）に示された回帰式を使用して算出した（表 5-27）。ふん中窒素量は DMI を変数とする式より算出し、尿中窒素量は CP を変数とする式より算出した。DMI は、既出の表 5-8 の値を用いた。CP は表 5-28 に記載の式で計算した。また、乳用牛と同様に算出式から算出された CP が DMI の 12%を下回る場合は、CP を 12%に補正した。

表 5-27　肉用牛の排せつ物量と排せつ物中窒素量の算定式

	算定式
ふん量	$F = F_{dry} / (1\text{-}MC)$ $F_{dry} = DMI \times (1 - TDN\%)$ MC : 80%（和牛 雄、和牛 雌、繁殖雌牛）5)、85%（乳用種、交雑種）5)
尿量	$U = VSU / OC$ $VSU = DMI \times UE \times (1 - ASH)$　$OC = 2.0\%$5)、$UE = 2.0\%$5)、$ASH = 8.0\%$6)
ふん中窒素量 4)	$N_f = 7.22 \times DMI^{1.00}$（乳用種） $N_f = 4.97 \times DMI^{1.21}$　（乳用種＋黒毛和牛）
尿中窒素量 4)	$N_u = -14.96 + 0.60 \times NI$（乳用種） $N_u + N_m = 0.24 NI^{1.14}$（乳用種＋黒毛和牛） ただし $N_m = 0$ として計算、$NI = CP / 6.25$

（注）表 5-28 の注釈と、出典を参照

表 5-28　粗タンパク質量（*CP*）の算定式 1)

		算定式
乳用牛	搾乳牛	$CP = (CP1 + CP2) \times CFA$ $CP1 = 2.71 \times W^{0.75} / 0.6$ ×産次補正値（初産:1.3、二産:1.15、三産以上:1） $CP2 = (26.6 + 5.3 \times FAT) \times MILK / 0.65$ $CFA = 1 + MILK / 15 \times 0.04$
	乾乳牛	$CP = 2.71 \times W^{0.75} / 0.6$
	育成牛	$CP = NP / EP$ $NP = FN \times 6.25 + UN \times 6.25 + SP + RP$ $FN = 30 \times DMI / 6.25$　$UN = 2.75 \times W^{0.5} / 6.25$ $SP = 0.2 \times W^{0.6}$　$RP = 10 \times DG \times 23.5505 \times W^{-0.0645}$ EP: 0.51（体重 120kg 以上）　: 0.63（体重 67～119kg）
肉用牛	2007 年度まで	$CP = NP / EP$ $NP = FN \times 6.25 + UN \times 6.25 + SP + RP$ $FN = 4.80 \times DMI$　$UN = 0.44 \times W^{0.5}$　$SP = 0.2 \times W^{0.6}$ $RP = DG \times (235 - 0.195 \times W)$（乳用種） $RP = DG \times (235 - 0.234 \times W)$（交雑種、肥育牛雄） $RP = DG \times (235 - 0.293 \times W)$（肥育牛雌、繁殖雌牛 48 カ月まで） $RP = 0$（成雌牛の維持 49 カ月以上） EP: 0.51（体重 150kg 以上）: 0.56（体重 101～149kg）: 0.66（体重 51～100kg） （繁殖雌牛　妊娠末期維持加算用 CP） $CP = DCPR/0.75$ $DCPR = TP / 38.5 \times 30.0 / 63 / 0.6 \times 1000 + FN \times 6.25$ $TP = TP(t) - TP(t\text{-}63)$ $TP(t) = (1.486 \times 10^{-4} \times t^3 - 4.247 \times 10^{-2} \times t^2 + 3.173 \times t - 0.328) \times$ $(-0.323 \times 10^{-6} \times t^3 + 3.000 \times 10^{-4} \times t^2 - 9.430 \times 10^{-2} \times t + 11.263) \times 6.25$ $FN = 4.80 \times 3.21 / 2.7$ （繁殖雌牛　授乳中維持加算用 CP） $CP = DCPR / 0.65$ $DCPR = 53 \times \mathrm{MILK}$
	2008 年度以降	$CP = (MCP / 0.85 + MPu / 0.80) / 1.15$ $MCP = 100 \times TDN$（繁殖雌牛以外）　$MCP = 130 \times TDN$（繁殖雌牛） $MPu = MPR - MPd$ $MPR = MPm + MPg$ $MPd = 0.8 \times 0.8 \times MCP$ $MPm = (FN \times 6.25 + UN \times 6.25 + SP) / 0.67$ $FN = 4.80 \times DMI - Adj$　$UN = 0.44 \times W^{0.5}$　$SP = 0.2 \times W^{0.6}$ $MPg = RP/0.492$ $RP = DG \times (235 - 0.195 \times W)$（乳用種） $RP = DG \times (235 - 0.234 \times W)$（交雑種、肥育牛雄） $RP = DG \times (235 - 0.293 \times W)$（肥育牛雌、繁殖雌牛 48 カ月まで） $RP = 0$（成雌牛の維持（49 カ月以上）） $Adj = (100 \times TDN \times 0.64 \times 0.25 \times 0.5) / 6.25$（繁殖雌牛以外） $Adj = (130 \times TDN \times 0.64 \times 0.25 \times 0.5) / 6.25$（繁殖雌牛） （体重 200kg 未満の乳用種） $CP = NP / EP$ $NP = FN \times 6.25 + UN \times 6.25 + SP + RP$ $FN = 4.80 \times DMI$　$UN = 0.44 \times W^{0.5}$　$SP = 0.2 \times W^{0.6}$ $RP = DG \times (235 - 0.234 \times W)$ EP: 0.51 （繁殖雌牛　妊娠末期維持加算用） $MPc = PP(t) / 0.65$ $PP(t) = BW / 40 \times TP(t) \times 34.37e^{-0.00262t}$ $TP(t) = 10^{3.707-5.698e\text{^}0.0022t}$ （繁殖雌牛　授乳中維持加算用） $MP\ell = (38 \times MILK) / 0.65$

（注）表 5-26、表 5-27、表 5-28 に共通

F：ふん量（湿重）（kg/日）	*DMI*：乾物摂取量（kg/日）	*NDFom*：中性デタージェント繊維割合（%）
U：尿量（kg/日）	*NI*：窒素摂取量（kg/日）	*KI*：カリウム摂取量（kg/日）
MILK：乳量（kg/日）	N_f：ふん中窒素量	*Nu*：尿中窒素量
CP：粗タンパク質（g）	F_{dry}：ふん量（乾重）（kg/日）	*MC*：ふん中含水率（%）
TDN%：可消化養分総量割合（%）	*VSU*：尿中有機物量（kg/日）	*OC*：尿中有機物含有率（%）
UE：尿割合（%）	*ASH*：灰分（%）	*CFA*：補正係数
W：体重（kg）	*FAT*：乳脂肪率（%）	*NP*：成長時の維持･増体に要する正味の蛋白質量
EP：成長時の粗蛋白質を正味蛋白質にする変換効率	*FN*：離乳後の育成牛（体重 66kg 以上）の代謝性ふん中窒素（g/日）	*UN*：内因性尿中窒素（g/日）
SP：脱落表皮蛋白質（g/日）	*RP*：増体に伴う蛋白質蓄積量（g/日）	*DG*：増体日量（kg/日）
DCPR：可消化粗蛋白質の要求量（g/日）	*TP(t)*：妊娠(t)日までの妊娠子宮の蛋白質総蓄積量（g）	*t*：妊娠期間日数（日）
MCP：微生物蛋白質（g/日）	*MPu*：飼料からの非分解性蛋白質供給量（g/日）	*TDN*：可消化養分総量（kg/日）
MPR：代謝蛋白質要求量（g/日）	*MPd*：微生物によって供給される代謝蛋白質供給量（g/日）	*MPm*：維持における代謝蛋白質の要求量（g/日）
MPg：成長における代謝エネルギー要求量（g/日）	*Adj*：補正値	*MPc*：妊娠に要する代謝蛋白質量（g/日）
PP(t)：妊娠(t)日目における妊娠子宮の蛋白質蓄積量（g/日）	*BW*：生時体重（kg）	*MPℓ*：泌乳に要する代謝蛋白質量（g/日）

（出典）1)「日本飼養標準」（乳牛及び肉用牛）
2）大谷他（2010）
3）Kume et al. (2010)
4）長命他（2006）
5）専門家判断
6）2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4

豚の排せつ物量のうち、ふん量は 2006 年 IPCC ガイドラインの計算式 10.24 を基に、GE と DE%の代わりに DMI と飼料消化率（%）（DR）を用いて算定した。尿量は、以下で求める 1 頭あたり 1 日あたりの排せつ物中窒素量を基に算定した。算定区分は、「肥育豚」及び「繁殖豚」の 2 種類とした。

豚の 1 頭あたりの排せつ物中窒素量は、「日本飼養標準 豚」に示された体重区分ごとに、摂取した窒素量から体内に蓄積された窒素量を控除して求めた。求めた各体重区分の 1 頭あたりの排せつ物中窒素量を飼養日数（（社）日本養豚協会「養豚農業実態調査報告書（全国集計結果)」をもとに算出）の合計値で除することで 1 日当たりの排せつ物中窒素量とした。摂取した窒素量は摂取する飼料の CP 含有率と摂取量から算定した。摂取飼料中の CP 含有率は、各飼料原料の CP 含有率及び各飼料原料の配合割合（農林水産省「飼料月報」をもとに算出）から求めた配合飼料中平均 CP 含有率を用いた（表 5-30）。得られた 1 日当たりの排せつ物中窒素量にふん・尿の配分割合を乗じて、1 日当たりのふん中窒素量及び尿中窒素量を算出した（表 5-29）。ふんの配分割合は、荻野他（2020）をもとにして、飼料中未消化 CP 量、内因性 CP 排出量と脱落皮膚・体毛による CP 消失量の合計値を窒素量に換算し、排せつ物中窒素量で除して算出した。残りは全て尿に配分されると仮定し、尿配分割合を求めた。授乳豚の乳中 CP 含有率および乳量は、丹羽（1994）を使用した。

表 5-29　豚の排せつ物量と排せつ物中窒素量の算定式

	算定式
ふん量	$F = F_{dry} / (1 - MC)$　　MC : 72%[1)] $F_{dry} = DMI \times (1 - DR\%)$
尿量	$U = N_u / (OC \times 0.469)$　　$OC = 1.4\%$[1)]
ふん中窒素量[2)]	$N_f = N_{out} \times f$ $f = (UDCP + ECP + CP_{loss}) / 6.25 / N_{out}$ $UDCP = UD \times F_{intake}$ $UD = 1 - \Sigma n(CPFS\text{-}n \times DCP\text{-}n)$ $ECP = 14.05 \times \Sigma i\ DMIi$　[4)] $CP_{loss} = \Sigma i\ 104.7 \times Day \times AVW^{0.75}$　[4)]
尿中窒素量	$N_u = N_{out} \times u$ $u = (1 - f)$
排せつ物中窒素量	$N_{out} = N_{in} - N_{PR}$ $N_{out} = N_{in} - N_M$（授乳豚） $N_{in} = (CP \times F_{intake}) / 6.25$ $F_{intake} = F_{demand} \times Day$ $N_{PR} = (149.2 \times W^{-0.0154} \times WG) / 6.25$（肥育豚　2004 年まで）[3)] $N_{PR} = (-0.121 \times W + 119.2 \times WG + 25.5) / 6.25$（肥育豚　2005 年以降）[3)] $N_{PR} = ((5.78 \times NWG + 103.87) / 5.56) / 6.25$　（妊娠豚）[3)] $N_M = \Sigma\ (CP_M \times MILK) / 6.25$　（授乳豚）[3)]

（注）

F : ふん量（湿重）（kg/日）
F_{dry} : ふん量（乾重）（kg/日）
MC : ふん中含水率（%）
DMI : 乾物摂取量（kg/日）
$DR\%$: 飼料消化率（%）
U : 尿量（kg/日）
N_u : 尿中窒素量（kg/day）
OC : 尿中有機物含有率（%）
N_f : ふん中窒素量（kg/day）
N_{out} : 排せつ物中窒素量（g）
f : ふん分配割合
$UDCP$: 飼料中未消化 CP 量（g）
ECP : 内因性 CP 排出量（g）
CP_{loss} : 脱落皮膚・体毛による CP 消失量（g）
UD : 未消化割合（%）
F_{intake} : 飼料摂取量（kg）
n : 飼料種類
$CPFS$: 飼料原料中 CP 含有率（%）
DCP : 飼料原料中 CP 消化率（%）
i : 肥育豚の体重区分
Day : 飼養日数（日）
AVW : 平均体重（kg）
u : 尿分配割合
N_{in} : 摂取飼料中窒素量（g）
N_{PR} : 体内蓄積窒素量（g）
N_M : 乳中窒素量（g）
CP : 摂取飼料中 CP 含有率（%）
F_{demand} : 1 日当たりの飼料摂取量（kg/day）
W : 体重（kg）
WG : 増体日量（kg/日）
NWG : 妊娠期間中における受胎産物を含まない母豚のみの増体量（kg）
CP_M : 乳中 CP 含有率（%）
$MILK$: 乳量（g）

（出典）1）「家畜ふん尿処理・利用の手引き」
2）荻野他（2020）
3）「日本飼養標準 豚」4）NRC（2012）

表 5-30　飼料原料の CP 含有率［%］と配合割合

	CP含有率 (%)[1)]			配合割合[2)]								
				豚			採卵鶏			ブロイラー		
飼料原料名	1995	2001	2009	1995	2001	2009	1995	2001	2009	1995	2001	2009
とうもろこし	8.8	8.0	7.6	0.471	0.503	0.541	0.589	0.606	0.581	0.485	0.444	0.427
こうりゃん（マイロ）	9.0	8.8	8.8	0.161	0.136	0.104	0.059	0.034	0.046	0.151	0.189	0.183
小麦	12.1	12.1	12.1	0.005	0.005	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
大裸麦	10.5	10.5	10.5	0.006	0.006	0.013	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000
米	7.9	7.9	7.5	0.011	0.008	0.010	0.010	0.006	0.010	0.017	0.013	0.026
小麦粉	15.5	15.5	15.5	0.010	0.008	0.008	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003
ライ麦	10.9	10.4	10.0	0.029	0.024	0.004	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000
エン麦	9.8	9.8	9.8	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-
その他の穀類	10.1	10.1	10.1	0.008	0.010	0.012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
大豆，きなこ	36.7	36.7	36.7	-	0.004	0.004	-	0.001	0.001	-	0.001	0.001
その他の豆類	25.7	25.7	25.7	-	0.000	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-
ふすま	15.4	15.7	15.7	0.012	0.009	0.009	0.008	0.006	0.005	0.001	0.001	0.000
米ぬか	14.8	14.8	14.8	0.004	0.003	0.001	0.009	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001
米ぬか油かす	17.7	17.5	18.6	0.006	0.007	0.007	0.009	0.008	0.008	0.001	0.001	0.001
グルティンフィード	19.8	19.8	20.9	0.009	0.008	0.008	0.017	0.019	0.015	0.001	0.001	0.001
グルティンミール	51.5	51.5	51.3	0.000	0.000	0.000	0.035	0.033	0.031	0.004	0.002	0.003
ホミニーフィード	9.6	9.6	9.0	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-
スクリーニングペレット	12.3	12.3	12.3	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	-	-	-
ビートパルプ	10.9	10.9	8.5	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
DDGS	30.8	30.8	30.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他の糟糠類	12.2	12.2	12.2	0.002	0.002	0.009	0.005	0.004	0.020	0.001	0.001	0.007
アルファルファミール・ペレット・キューブ	16.7	16.7	16.2	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000
大豆油かす	46.1	46.1	45.0	0.143	0.148	0.142	0.127	0.162	0.162	0.199	0.231	0.221
菜種油かす	37.1	37.1	37.3	0.032	0.035	0.041	0.035	0.039	0.050	0.023	0.025	0.027
綿実油かす	35.4	35.4	35.4	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	-
その他の植物油かす	32.7	32.7	32.7	0.004	0.006	0.005	0.008	0.011	0.011	0.002	0.002	0.002
魚かす・魚粉	59.8	59.8	59.6	0.014	0.010	0.008	0.023	0.014	0.010	0.021	0.011	0.009
フィシュソリュブル吸着飼料	56.1	56.1	56.1	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
脱脂粉乳	35.8	35.8	34.6	0.005	0.004	0.002	0.000	-	-	0.000	0.000	0.000
ホエイパウダー	12.0	12.0	12.0	0.003	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000
肉粉・肉骨粉	60.8	60.8	59.6	0.015	0.005	0.001	0.035	0.015	0.007	0.034	0.018	0.016
フェザーミール	84.5	84.5	83.1	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.004	0.002	0.004
その他の動物性飼料	43.5	43.5	43.3	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.004	0.008
油脂及び油脂吸着飼料(動物性)	0.0	0.0	0.0	0.013	0.013	0.011	0.018	0.024	0.027	0.042	0.046	0.048
油脂及び油脂吸着飼料(その他)	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
糖みつ及び糖みつ吸着飼料	9.4	9.4	9.4	0.005	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
飼料添加物	0.0	0.0	0.0	0.004	0.004	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.006
特殊飼料	0.0	0.0	0.0	0.016	0.019	0.018	-	-	-	-	-	-
その他の飼料	13.1	13.1	13.0	0.005	0.009	0.013	0.001	0.002	0.004	0.001	0.001	0.003
アミノ酸	100.0	100.0	100.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003
合計				1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

（注）日本標準飼料成分表発行年である 1995 年、2001 年、2009 年の値を抜粋して掲載。
（出典）1）農業・食品産業技術総合研究機構 編「日本標準飼料成分表」（社）中央畜産会をもとに算出。
2）農林水産省「飼料月報」をもとに算出。

家禽の排せつ物量は、2006 年 IPCC ガイドラインの計算式 10.24 を参考に、1 羽あたり 1 日あたりの飼料摂取量から求めた。雛は成長のステージごとに摂取する飼料の量が異なるため、成長ステージごとの排せつ物量を羽数割合で加重平均して雛全体の排せつ物量を算定した（表 5-31）。

家禽の 1 羽あたり 1 日あたりの排せつ物中窒素量は、Ogino et al.（2017）における窒素排せつ量の算定方法をベースとし、摂取窒素量から産み出す鶏卵中の窒素量と増体中の窒素量を引き、残りの窒素量が排せつされるとした。摂取した窒素量は、豚と同様、摂取する飼料の CP 含有率と摂取量から算定した（表 5-30）。採卵鶏の雛及びブロイラーは産卵しないため、摂取窒素量から増体中の窒素量を引き、残りの窒素量が排せつされるとした。採卵鶏の雛は成長のステージごとに摂取する飼料の量や成分が異なるため、成長ステージごとの排せつ物中窒素量を羽数割合で加重平均して雛全体の排せつ物中窒素量を算定した。飼料摂取量、増体日量、増体の粗タンパク含有率、および体重はコマーシャル鶏飼養管理ガイド（ゲンコーポレーション）を使用した。

表 5-31　家禽の排せつ物量と排せつ物中窒素量の算定式

	算定式 1)
ふん量	$F_{dry} = Intake \times Dry \times (1\text{-}DR\%)$　Dry：87%[2)] $F_{wet} = F_{dry} / (1 - MC)$　MC：採卵鶏 78%、ブロイラー80% [3)]
排せつ物中窒素量	$N_{out} = N_{in} - N_{egg} - N_{wg}$（成鶏） $N_{in} = F_{intake} \times W_{egg} \times CP_{feed} / 6.25$ $N_{egg} = W_{egg} \times CP_{egg} / 6.25$　CP_{egg}：12%[2)] $N_{wg} = WG \times CP_{wg} / 6.25$　CP_{wg}：19.2% $N_{out} = N_{in} - N_{wg}$（雛） $N_{in} = Intake \times CP_{feed} / 6.25$ $N_{wg} = WG \times CP_{wg} / 6.25$　CP_{wg}：19.2% $N_{out} = N_{in} - N_{pr}$（ブロイラー） $N_{in} = F_{intake} \times WG \times CP_{feed} / 6.25$ $N_{pr} = WG \times CP_{chiken} / 6.25$　$CP_{chicken}$：19.2% $WG = W / 47$

（注）

F_{dry}：ふん量（乾重）（kg/日）　$Intake$：飼料摂取量（g/日）　Dry：風乾飼料乾物率（%）
$DR\%$：飼料消化率（%）　F_{wet}：ふん量（湿重）（kg/日）　MC：含水率（%）
N_{out}：排せつ物中窒素量（gN/日）　N_{in}：摂取飼料中窒素量（gN/日）　N_{egg}：鶏卵中窒素量（gN/日）
N_{wg}：増体中 N 量（gN/日）　F_{intake}：飼料要求率（採卵鶏：g/卵重量 g/日、ブロイラー：g/47 日齢時体重 g）　W_{egg}：日産卵量（g/日）
CP_{feed}：摂取飼料中 CP 含有率（%）　CP_{egg}：鶏卵の粗タンパク含有率（%）　WG：増体日量（kg/日）
CP_{wg}：増体の粗タンパク含有率（%）　N_{PR}：体内蓄積窒素量（g）　W：体重（47 日齢時）（g）
$CP_{chicken}$：鶏肉中の粗タンパク含有率（%）

（出典）1）Ogino et al.（2017）
2）「日本飼料標準 家禽」
3）築城・原田（1997）

さらに、排せつ物分離処理割合及び各排せつ物管理区分割合は、畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」（2002）と「畜産における温室効果ガス発生制御 第四集」（1999）の分離混合処理割合及び処理方法の割合の 1997 年値と、農林水産省「家畜排せつ物処理状況調査結果」（2011）と「家畜排せつ物処理状況等調査結果」（2021）の分離混合処理割合及び処理方法の割合を用いて設定した。1997 年の調査は「家畜排せつ物法」（1999 年施行、不適切な排せつ物管理を禁止する法律で、排せつ物管理区分割合が変わる契機となった）施行以前のデータである。そのため、1997 年の調査結果を 1999 年以前に適用し、2009 年度は 2009 年の調査結果を用い、2019 年度以降は 2019 年の調査結果を用いた。（表 5-32、表 5-33、表 5-34）。2000～2008 年度と、2010～2018 年度は、1997 年、2009 年と 2019 年の調査結果を利用した内挿法を用いて値を算出した。

表 5-32　家畜種ごとの排せつ物分離・混合処理割合（Mix_n）

家畜種	ふん尿分離			ふん尿混合		
	~1999	2009	2019	~1999	2009	2019
乳用牛	60.0 %	45.5 %	30.9 %	40.0 %	54.5 %	69.1 %
肉用牛	7.0 %	4.8 %	2.5 %	93.0 %	95.2 %	97.5 %
豚	70.0 %	73.9 %	76.3 %	30.0 %	26.1 %	23.7 %
採卵鶏	100.0 %	100.0 %	100.0 %	—	—	—
ブロイラー	100.0 %	100.0 %	100.0 %	—	—	—

（注）採卵鶏・ブロイラーについて 2019 年の調査結果では、割合がふん尿混合に記載されているが、インベントリの一貫性を保つため、NIR ではふん尿分離割合で報告している。
（出典）1999 年以前：「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」
2009 年：「家畜排せつ物処理状況調査結果（平成 21 年 12 月 1 日現在）」
2019 年：「家畜排せつ物処理状況等調査結果（平成 31 年 4 月 1 日現在）」

表 5-33　家畜種ごとの排せつ物管理区分割合（乳用牛、肉用牛、豚）（*MSn*）

ふん尿分離状況		処理方法	乳用牛			肉用牛			豚		
			~1999	2009	2019~	~1999	2009	2019~	~1999	2009	2019~
ふん尿分離処理	ふん	天日乾燥	2.8%	2.0%	2.7%	1.5%	0.9%	2.1%	7.0%	0.7%	0.8%
		火力乾燥	0%	0%	0.0%[3)]	0%	0%	0.0%	0.7%	0.1%	0.0%
		炭化処理			—			—			—
		強制発酵	9.0%	6.6%	9.0%	11.0%	8.1%	4.7%	62.0%	48.2%	57.9%
		開放型強制発酵			7.9%			4.5%			26.3%
		密閉型強制発酵			1.0%			0.2%			31.6%
		堆積発酵等	88.0%	90.1%	87.3%	87.0%	89.8%	92.9%	29.6%	49.3%	39.9%
		貯留（1 ヶ月以内）			0.5%			0.1%			0.1%
		貯留（1 ヶ月超）			0.0%			0.1%			—
		焼却	0.2%	0%	0.1%	0.5%	—	—	0.7%	0.6%	0.9%
		メタン発酵		—[2)]	0.3%		—	—		0.1%	0.1%
		公共下水道		0%	0.0%		—	—		—	—
		産業廃棄物処理			0.0%			0.0%			0.1%
		放牧		0%			—			—	
		その他		1.3%			1.2%			1.0%	0.01%
	尿	天日乾燥		0%			0%			0%	
		強制発酵	1.5%	1.7%	8.6%	9.0%	1.2%	19.3%	10.0%	5.4%	7.9%
		開放型強制発酵			6.2%			17.8%			7.1%
		密閉型強制発酵			2.5%			1.5%			0.9%
		浄化	2.5%	5.1%	5.4%	2.0%	4.4%	7.8%	45.0%	76.3%	84.3%
		浄化－放流			3.2%			7.2%			71.1%
		浄化－農業利用			2.1%			0.5%			13.2%
		貯留	96.0%	89.6%	82.1%	89.0%	91.4%	68.2%	45.0%	15.3%	6.0%
		貯留（1 ヶ月以内）			12.4%			10.3%			2.0%
		貯留（1 ヶ月超）			69.7%			58.0%			4.0%
		メタン発酵		1.9%	2.7%		0%	4.5%		0.5%	1.0%
		公共下水道		0.8%	1.1%		0.6%	0.2%		0.4%	0.6%
		産業廃棄物処理			0.0%			—			0.0%
		その他		0.9%	0.1%		2.4%	0.0%		2.1%	0.0%
ふん尿混合処理		天日乾燥	4.4%[1)]	1.1%	1.9%	3.4%[1)]	0.7%	1.3%	6.0%	0.2%	0.2%
		火力乾燥	0%	0%	0.0%	0%	0%	－	0%	0%	－
		炭化処理			－			0.0%			－
		強制発酵	18.7%[1)]	22.9%	12.0%	21.8%[1)]	10.8%	14.5%	29.0%	21.3%	23.2%
		開放型強制発酵			11.2%			13.6%			13.7%
		密閉型強制発酵			0.7%			0.9%			9.5%
		堆積発酵	13.1%[1)]	50.8%	45.1%	73.2%[1)]	85.7%	77.4%	20.0%	51.4%	52.1%
		浄化	0.3%[1)]	0.2%	0.2%	0%	0%	0.0%	22.0%	18.5%	12.9%
		浄化－放流			0.0%			0.0%			11.7%
		浄化－農業利用			0.2%			－			1.1%
		貯留	57.0%[1)]	15.4%	32.2%	0.6%[1)]	0.1%	5.4%	23.0%	4.0%	5.9%
		貯留（1 ヶ月以内）			6.5%			1.8%			3.2%
		貯留（1 ヶ月超）			25.7%			3.6%			2.8%
		焼却		0.1%	0.0%		0%	0.0%		0%	0.1%
		メタン発酵		1.7%	5.9%		0%	0.1%		2.0%	4.4%
		公共下水道		0.1%	0.0%		0%	0.0%		0.7%	0.8%
		産業廃棄物処理			0.1%			0.1%			0.4%
		放牧	6.5%[1)]	6.5%	2.5%	1.1%[1)]	1.1%	1.2%		0%	0.0%
		その他		1.2%	0.0%		1.6%	0.0%		1.9%	0.0%

（出典）1999 年以前：「畜産における温室効果ガスの発生制御　第四集」（1999）
2009 年：「家畜排せつ物処理状況調査結果（平成 21 年 12 月 1 日現在）」
2019 年：「家畜排せつ物処理状況等調査結果（平成 31 年 4 月 1 日現在）」

（注）

1)　乳用牛、肉用牛に関して、畜産技術協会（1999）では放牧の区分割合は記載されていなかったが、2009 年の調査の結果（「家畜排せつ物処理状況調査結果」（2011））では放牧の区分割合が記載されている。算定方法の一貫性を示すため、2008 年以前についても 2009 年と同じ割合を適用し、排せつ物処理方法の割合の合計が 100%になるよう、調整を行った。

2)　事実のないものについては、「－」と表記。

3)　単位に満たないものについては、「0.0%」と表記。

4)　調査項目になかったものは空欄。

表 5-34　家畜種ごとの排せつ物管理区分割合（採卵鶏、ブロイラー）（MS_n）

ふん尿分離状況		処理方法	採卵鶏			ブロイラー		
			~1999	2009	2019~	~1999	2009	2019~
ふん尿分離処理	ふん	天日乾燥	30.0%	8.2%	4.1%	15.0%	2.5%	0.8%
		火力乾燥	3.0%	2.2%	0.9%	0.0%	1.1%	0.3%
		炭化処理			0.2%			0.9%
		強制発酵	42.0%	49.6%	52.0%	5.1%	19.3%	10.8%
		開放型強制発酵			29.0%			9.4%
		密閉型強制発酵			23.0%			1.4%
		堆積発酵等	23.0%	36.8%	35.3%	66.9%	36.6%	27.3%
		貯留（1 ヶ月以内）			1.1%			2.3%
		貯留（1 ヶ月超）			1.1%			1.3%
		焼却	2.0%	1.6%	2.9%	13.0%	30.4%	46.8%
		メタン発酵		－	0.1%		0.1%	0.3%
		公共下水道		－	－		－	－
		産業廃棄物処理			2.0%			5.8%
		放牧		0%	0.0%		0.1%	－
		その他		1.6%	0.2%		9.9%	3.5%

（出典）上記表 5-33 参照

■ 我が国の家畜排せつ物管理の背景情報

欧州においてはスラリー散布（液状処理）が一般的な家畜排せつ物管理である。一方、我が国においては堆肥化（強制発酵、堆積発酵）が一般的な家畜排せつ物管理となっている。堆積発酵の排出係数を実測調査した Osada et al.（2005）は、「単位面積あたりの家畜密度が特に高い地域において、家畜ふん尿からの栄養塩の適切なリサイクルはその地域における循環のみによって完結することはできない。それゆえ、家畜排せつ物は堆肥化プロセスによってより管理しやすくすることができ、その結果得られる生産物を広い範囲に分散させることができる。」と記述している。我が国で堆肥化処理が多く行われている理由としては、①我が国の畜産農家の場合、発生する排せつ物の還元に必要な面積を所有していない場合が多く、経営体外での利用向けに排せつ物を仕向ける必要性が高いため、堆肥化による運搬性、取扱い性の改善が不可欠であること、②我が国は降雨量が多く施肥の流失が生じやすく、水質保全、悪臭防止、衛生管理といった観点からの要請も強いため、様々な作物生産への施肥において、スラリーや液状物に比べ、堆肥に対する需要がはるかに大きいことなどがあげられる。

■ 共通報告様式（CRF）での報告方法について

CRF では、窒素排せつ物管理区分（MMS）ごと（嫌気性ラグーン（Anaerobic lagoons）、汚水処理（Liquid systems）、逐次散布（Daily spread）、固形貯留及び乾燥（Solid storage and dry lot）、放牧（Pasture, range and paddock）、堆肥化（Composting）、消化（Digesers）、燃料及び廃棄物としての焼却（Burned for fuel or as waste）、その他（Other））に当該区分の割合と窒素排せつ物量を報告することとされている。

牛、豚、家禽類については、我が国独自の家畜種ごとの排せつ物処理方法、及び排せつ物処理方法の実施割合を設定している。表 5-35 にその詳細と CRF における排せつ物管理区分（MMS）との対応を示した。

家畜ふん尿を貯留して散布するだけの農地を有する畜産家がほとんど存在せず、農地への散布を行う場合でも、事前に攪拌を行ってから散布しており「嫌気的（anaerobic）」な処理方法は存在しないといえるため、「嫌気性ラグーン」については、「NO」として報告した。

表 5-35　我が国の排せつ物処理方法の区分と CRF における報告区分（MMS）

我が国の区分			CRF における報告区分（MMS）	排せつ物処理方法の概要
排せつ物分離状況		排せつ物処理方法		
ふん尿分離処理	ふん	天日乾燥	Solid storage and dry lot	天日により乾燥し、ふんの取扱性（貯蔵施用、臭気等）を改善する。
		火力乾燥	Other	火力により乾燥し、ふんの取扱性を改善する。
		炭化処理	Other	無酸素あるいは酸素が不足した状況下で、高温で有機物を熱分解することにより炭化物を生産する。
		強制発酵	Composting	堆肥化方法の一つ。開閉式又は密閉式の強制通気攪拌発酵槽で数日～数週間発酵させる。
		開放型強制発酵	Composting	スクープ式堆肥化施設など、開放型で強制通気や攪拌を行い数日～数週間で発酵させる。
		密閉型強制発酵	Composting	密閉縦型施設など、密閉型で強制通気や攪拌を行い数日～数週間で発酵させる。
		堆積発酵	Composting	堆肥化方法の一つ。堆肥盤、堆肥舎等に高さ 1.5-2m 程度で堆積し、時々切り返しながら数ヶ月かけて発酵させる。
		貯留（１ヶ月以内）	Liquid system	貯留槽（スラリーストア等）での貯留期間が１ヶ月以内で、その後、ほ場に散布するなどして農業利用する。
		貯留（１ヶ月超）	Liquid system	貯留槽（スラリーストア等）での貯留期間が１ヶ月を超え、その後、ほ場に散布するなどして農業利用する。
		焼却	Burned for fuel or as waste	ふんの容積減少や廃棄、及びエネルギー利用（鶏ふんボイラー）のため行う。
		メタン発酵	Digesters	スラリー状の家畜排せつ物を嫌気的条件下で発酵させる。発生したメタンガスはエネルギー利用する。
		公共下水道	—	浄化処理や曝気処理等を行わず、公共下水道へ放流する。排出量は廃棄物分野で計上。
		産業廃棄物処理	Other	産業廃棄物として処理。
		放牧	Pasture range and paddock	採食のための植生を有する土地で家畜を飼養する。N_2O は「放牧家畜の排せつ物（3.D.a.3）」で計上。
		その他	Other system	上記以外の処理を行っている。
	尿	強制発酵	Composting	貯留槽において曝気処理する。
		開放型強制発酵（曝気処理）	Composting	開放型施設で曝気処理を行っている。
		密閉型強制発酵（曝気処理）	Composting	密閉型施設で曝気処理を行っている。
		浄化	Other	活性汚泥など、好気性微生物によって、汚濁成分を分離する。
		浄化-放流	Other	活性汚泥中の微生物によって、水質汚濁の原因物質を除去したのち、放流する。
		浄化-農業利用	Other	活性汚泥中の微生物によって、水質汚濁の原因物質を除去したのち、ほ場に散布するなどして農業利用する。
		貯留	Liquid system	貯留槽に貯留する。
		（１ヶ月以内）	Liquid system	上記ふんの貯留（１ヶ月以内）に同じ。
		（１ヶ月超）	Liquid system	上記ふんの貯留（１ヶ月超）に同じ。
		メタン発酵	Digesters	上記ふんのメタン発酵に同じ。
		公共下水道	—	上記ふんの公共下水道に同じ。
		産業廃棄物処理	Other	上記ふんの産業廃棄物処理に同じ。
		その他	Other	上記以外の処理を行っている。

表 5-35　我が国の排せつ物管理区分と CRF における報告区分（続き）

我が国の区分		CRF における報告区分（MMS）	排せつ物管理区分の概要
排せつ物分離状況	排せつ物管理区分		
ふん尿混合処理	天日乾燥	Solid storage and dry lot	天日により乾燥し、ふんの取扱性を改善する。
	火力乾燥	Other	上記火力乾燥に同じ。
	炭化処理	Other	上記炭化処理に同じ。
	強制発酵	Composting	貯留槽において曝気処理する。
	開放型強制発酵	Composting	上記ふんの開放型強制発酵に同じ。
	密閉型強制発酵	Composting	上記ふんの密閉型強制発酵に同じ。
	堆積発酵	Composting	上記堆積発酵に同じ。
	浄化	Other	上記浄化に同じ。
	浄化-放流	Other	上記浄化-放流に同じ。
	浄化-農業利用	Other	上記浄化-農業利用に同じ。
	貯留	Liquid system	貯留槽（スラリーストア等）に貯留する。
	貯留（１ヶ月以内）	Liquid system	上記貯留（１ヶ月以内）に同じ。
	貯留（１ヶ月超）	Liquid system	上記貯留（１ヶ月超）に同じ。
	メタン発酵	Digesters	上記メタン発酵に同じ。
	公共下水道	—	上記公共下水道に同じ。
	産業廃棄物処理	Other	上記産業廃棄物処理に同じ。
	放牧	Pasture range and paddock	上記放牧に同じ。
	その他	Other	上記以外の処理を行っている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CH_4 排出係数の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインの Tier2 の値（20%）を採用した。N_2O 排出係数の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインの各パラメータの不確実性のデフォルト値を使用し、それらを合成して算出した。

活動量の不確実性は、豚は「畜産統計」掲載の標準誤差 1%を採用し、鶏は「畜産統計」掲載のブロイラーの標準誤差 9%を採用した。牛は「消化管内発酵　牛」と同様に 1%を採用した。

その結果、排出量の不確実性は、乳用牛、肉用牛及び豚の CH_4、N_2O でそれぞれ-20%～+20%、-71%～+112%、鶏の CH_4、N_2O でそれぞれ-22%～+22%、-72%～+112%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は 1990 年度値から一貫した方法で算定している。活動量は「畜産統計」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

放牧牛の CH_4、N_2O の排出係数に国独自の排出係数を用いており、これらの値は 2006 年 IPCC ガイドラインに掲載されているデフォルト値から計算した値よりも小さい。我が国の放牧地の土壌は排水性のよい黒ボク土・褐色森林土が大半を占めており、そのため我が国の CH_4、N_2O の排出係数は小さくなっているのではないかと推測される。

乳用牛の貯留の CH_4、N_2O の排出係数に国独自の排出係数を用いており、この値は 2006 年 IPCC ガイドラインに掲載されているデフォルト値から計算した値よりも小さい。CH_4 については、我が国におけるスラリー貯留期間は比較的短期であり、スラリーからの CH_4 発生が盛んになる前に農地や採草地に散布されているためと考えられる。N_2O の排出係数が小さいことについても同様で、長期貯留を行わないため、N_2O 排出源と推定されるスカムが貯留槽を覆うまでに至っていないことが理由として考えられる。

インベントリ審査において、乳用牛の見かけの CH_4 排出係数が他の附属書 I 国と比べてかなり高いと指摘を受けた。これは、我が国において堆積発酵が一般的なふん尿管理方法であり、その堆積発酵の排出係数が大きいためである。なお、乳用牛のふんは含水率が高く嫌気性環境になりやすいことから、ふんの堆積発酵における CH_4 排出係数が大きな数値になっていると考えられる。

鶏の堆積発酵の排出係数に関して、採卵鶏の排出係数がブロイラーよりも大きくなっている。CH_4 については採卵鶏のふんの含水率が高いことが理由として考えられる。また、N_2O の国独自の排出係数がデフォルト値よりも小さいのは、デフォルト値が鶏だけのものではない（牛や豚も含まれている）ことが理由として考えられる（牛、豚より鶏のふんの方が、硝化作用が起きにくい）。

鶏の天日乾燥の国独自の N_2O 排出係数がデフォルト値より小さい。これは鶏の堆積発酵の排出係数と同様、デフォルト値の対象が鶏だけではないことが理由として考えられる。

e）再計算

2020 年度の「乳用牛群能力検定成績」における検定牛の産次別頭数、「養豚農業実態調査」における出荷日齢平均、及び採卵鶏における日産卵量と飼料要求量の値が更新されたため、乳用牛、豚、採卵鶏それぞれの 2020 年度の排出量が更新された。豚の排せつ物量の算定に使用している計算式を修正したため、全年にわたり CH_4 排出量が更新された。強制発酵の排出係数に開放型・密閉型別に国独自の値及び 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用したため、全年にわたり排出量が更新された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

排出実態に関する研究や排出削減対策の情報収集が関係機関により継続して実施されているため、新たな成果が得られた場合には、排出係数及び各種パラメータの見直しを検討する。

5.3.2. 水牛、めん羊、山羊、馬、うさぎ、ミンク（3.B.2., 3.B.4.-）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、水牛、めん羊、山羊、馬、うさぎ、ミンクの家畜排せつ物の管理による CH_4、N_2O 排出に関する算定、報告を行なう。

b）方法論

■ 算定方法

CH_4、N_2O 排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 4、Page 10.36、Fig.10.3 及び Page 10.55、Fig.10.4）に従い Tier 1 法を用いて算定を行った。

$$E_{CH_4} = EF_{CH_4} \times P$$

$$E_{N_2O} = \Sigma \ (EF_{N_2O\text{-}n} \times P \times Nex \times MS_n)$$

E_{CH_4}　：家畜排せつ物管理に伴う CH_4 排出量［kg-CH_4］

E_{N_2O}　：家畜排せつ物管理に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O］
EF_{CH_4}　：CH_4 排出係数［kg-CH_4/頭/年］
$EF_{N_2O\text{-}n}$　：排せつ物管理区分 n の N_2O 排出係数［kg-N_2O /kg-N］
P　：家畜の飼養頭数［頭］
Nex　：1 頭あたりの排せつ物中窒素量［kg-N/頭/年］
MS_n　：排せつ物管理区分割合［%］

■ 排出係数

CH_4 排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された先進国の温帯のデフォルト値を使用した。水牛については「Asia」温帯のデフォルト値を採用した（表 5-36）。

N_2O 排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインと 2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を使用した（表 5-37）。

表 5-36　水牛、めん羊、山羊、馬の CH_4 排出係数

家畜種	CH_4 排出係数［kg-CH_4/頭/年］	出典
めん羊	0.28	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、p10.40、Table10.15
山羊	0.20	
馬	2.34	
水牛	2	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、p10.39、Table10.14
うさぎ	0.08	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、p10.41、Table10.16
ミンク	0.68	

表 5-37　水牛、めん羊、山羊、馬、うさぎ、ミンクの N_2O 排出係数

排せつ物管理区分		N_2O 排出係数［% : kg-N_2O-N/kg-N］
Dry lot	乾燥	2.0 %
Pasture/Range/Paddock（水牛）	放牧地/牧野/牧区	0.6 %
Pasture/Range/Paddock（めん羊、山羊、馬）	放牧地/牧野/牧区	0.3 %
Daily spread	逐次散布	0 %
Burned for fuel	燃料利用	0 %

（出典）Dry lot, Daily spread　：2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、page 10.62、Table 10.21
Pasture/Range/Paddock：2019 年改良 IPCC ガイドライン Vol.4、page 11.11、Table 11.1

■ 活動量

めん羊、山羊、馬、水牛の家畜頭数は「3.A.消化管内発酵」と同じデータを使用した（表 5-12 参照）。うさぎ、ミンクに関しては、農林水産省「小動物及び実験動物等の飼養状況」に示された飼養頭数を用いた（表 5-38 参照）。

N_2O に関して、各家畜の飼養頭数に家畜 1 頭あたりの排せつ物中窒素量（又は体重に体重あたりの排せつ物窒素量を掛け合わせて算出した値）を乗じて総窒素量を算出し、その総窒素量に排せつ物管理区分ごとの割合を掛け合わせ、排せつ物管理区分ごとの窒素量を算出した（表 5-39）。水牛の排せつ物管理区分割合は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用した（排せつ物管理区分割合は「Asia」のデフォルト値）（表 5-40）。

2006 年 IPCC ガイドラインでデフォルト値が示されていないうさぎ、ミンクの排せつ物管理割合に関しては専門家判断により、100%乾燥処理されるとした。2006 年 IPCC ガイドラインでデフォルト値が示されていないめん羊、山羊、馬の排せつ物管理割合については「その他の家畜カテゴリーからのふん尿は概して放牧地で管理される」（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、p10.61）と記述されていることから、これら家畜の排せつ物は放牧により処理されるとみなした。

表 5-38　うさぎ、ミンクの飼養頭数［1000 頭］

家畜種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
うさぎ	15	16	21	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
ミンク	155	11	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

（出典）「小動物及び実験動物等の飼養状況」

表 5-39　水牛、めん羊、山羊、馬、うさぎ、ミンクの体重及び排せつ物中窒素量（*Nex*）

家畜種	体重［kg］	体重あたりの排せつ物中窒素量［kg-N/1000kg-家畜体重/日］	家畜排せつ物中窒素量［kg-N/頭/年］
水牛	380	0.32	(44.4)
めん羊	48.5	1.17	(20.7)
山羊	38.5	1.37	(19.3)
馬	377	0.46	(63.3)
うさぎ	-	-	8.10
ミンク	-	-	4.59

（注）括弧内の数値は、体重と体重あたりの値から計算した値。
（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、page 10.79、Table 10A-6、page 10.82、Table 10A-9、page 10.59、Table 10.19

表 5-40　水牛の排せつ物管理区分割合（MS_n）

排せつ物管理区分		管理区分割合
Lagoons	嫌気性ラグーン	0 %
Liquid /Slurry	汚水処理	0 %
Solid storage	固形貯留	0 %
Dry lot	乾燥	41 %
Pasture/Range/Paddock	放牧地／牧野／牧区	50 %
Daily spread	逐次散布	4 %
Digester	消化処理	0 %
Burned for fuel	燃料利用	5 %
Other	その他	0 %

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4、page 10.79、Table 10A-6

c）不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

家畜ごとに不確実性の評価を行った。CH_4 排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier1 の値（30%）を採用した。N_2O 排出係数の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインの各パラメータの不確実性のデフォルト値を使用し、それらを合成して算出した。活動量の不確実性は、畜産統計のブロイラーの値で代替し、9%とした。その結果、各家畜の CH_4、N_2O の不確実性は、それぞれ、-31%～+31%、-72%～+112%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数はすべての年で一定値を使用している。活動量については、「家畜改良関係資料」、「馬関係資料」、「家畜・家きん等の使用状況調査結果」、「家畜の飼養に係る衛生管理の状況等」を用い、それぞれ 1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

放牧地/牧野/牧区における、めん羊、山羊、馬、水牛の N_2O 排出係数に 2019 年改良 IPCC

ガイドラインの値を適用したため、全年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし。

5.3.3. その他の家畜（3.B.4.-）

上述した家畜以外に、農林水産省「小動物及び実験動物等の飼養状況」においては、鹿、トナカイ、銀ぎつね、その他の家禽類（あひる・あいがも、七面鳥など）が掲載されているが、飼育頭数が少なく、いずれも算定方法検討会で定めた算定対象となる 3,000t-CO_2 換算という閾値を超える排出量とはならないため、排出量を報告していない（別添 5 参照）。

5.3.4. 間接 N_2O 排出量（3.B.5.）

5.3.4.1. 大気沈降（3.B.5.-）

a）**排出源カテゴリーの説明**

本カテゴリーでは、家畜排せつ物処理過程で NH_3 や NO_x として揮発した窒素化合物の大気沈降に伴い発生した N_2O の排出量の算定、報告を行う。

b）**方法論**

■ **算定方法**

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.4、Page 10.79、Fig.10.4）に従い、Tier2 法で N_2O 排出量の算定を行った。

$$E = N_{Volatilization\text{-}MMS} \times EF \times 44/28$$

E	：大気沈降による N_2O 排出量（家畜排せつ物処理過程）［kg-N_2O/年］
$N_{Volatilization\text{-}MMS}$	：家畜排せつ物処理過程で NH_3 や NOx として揮発した窒素量［kg (NH_3-N+NO_X-N)/年］
EF	：排出係数［kg-N_2O-N/kg (NH_3-N+NO_X-N)］

■ **排出係数**

0.014［kg-N_2O-N/kg-NH_3-N & NO_X-N deposited］（2019 年改良 IPCC ガイドライン Vol.4、Page11.26、Table11.3、Wet climate の値）

■ **活動量**

牛、豚、鶏（採卵鶏、ブロイラー）に関して、活動量は以下の式で示したように、家畜のふん尿管理から NH_3 や NOx として揮発した窒素量（$N_{Volatilization\text{-}MMS}$）は、上記 5.3.1.で算出した各処理方式の家畜排せつ物中の窒素量（$A_{N2O\text{-}i}$）と各処理方式の畜舎における家畜排せつ物からの揮散割合（$Frac_{GASM1i}$）と各処理方式の処理時における家畜排せつ物からの揮散割合（$Frac_{GASM2i}$）から算出した。各処理方式の揮散割合は寳示戸他（2003）に示されたデータから設定した（表 5-41）。浄化に関しては処理時に揮散しないと設定した。なお、放牧家畜のふん尿から NH_3 や NO_x として揮発した窒素からの間接 N_2O 排出量は 3.D.b.1.で報告している。

$$N_{Volatilization\text{-}MMS} = \sum \{A_{N2O\text{-}i} \times Frac_{GASM1i} + (A_{N2O\text{-}i} - A_{N2O\text{-}i} \times Frac_{GASM1i}) \times Frac_{GASM2i}\}$$

$N_{Volatilization\text{-}MMS}$	：家畜排せつ物処理過程で NH_3 や NO_X として揮発した窒素量［kg (NH_3-N+NO_X-N)］

$A_{N2O\text{-}i}$　：処理方式 i における家畜排せつ物中の窒素量［kg-N］

$Frac_{GASM1i}$　：処理方式 i の畜舎における家畜排せつ物から NH_3 や NO_X として揮発する割合［(kg-NH_3-N + NO_X-N)/kg-N］

$Frac_{GASM2i}$　：処理方式 i の処理時に家畜排せつ物から NH_3 や NO_X として揮発する割合［(kg-NH_3-N + NO_X-N)/kg-N］

表 5-41　家畜排せつ物からの揮散割合（畜舎・処理時）

家畜種	処理方法		畜舎からの揮散割合 ($Frac_{GASM1}$)	処理時揮散割合 ($Frac_{GASM2}$)
乳用牛	ふん	強制発酵以外	10.3%	13.7%
		強制発酵	10.3%	1.9%
	尿	浄化以外	10.3%	11.0%
		浄化	10.3%	0%
	ふん尿混合	浄化・貯留・メタン発酵以外	4.5%	13.7%
		浄化	10.3%	0%
		貯留・メタン発酵	10.3%	10.8%
肉用牛	ふん	強制発酵以外	6.38%	13.7%
		強制発酵	6.38%	1.9%
	尿	浄化以外	6.38%	11%
		浄化	6.38%	0%
	ふん尿混合	浄化・貯留・メタン発酵以外	6.38%	13.7%
		浄化	6.38%	0%
		貯留・メタン発酵	6.38%	10.8%
豚	ふん	すべての処理	14.7%	19.7%
	尿	浄化以外	14.7%	27.0%
		浄化	14.7%	0%
	ふん尿混合	浄化・貯留・メタン発酵以外	15.8%	24.2%
		浄化	14.7%	0%
		貯留・メタン発酵	14.7%	25.0%
採卵鶏・ブロイラー	ふん	すべての処理	8.4%	51.5%

（出典）寶示戸他（2003）

水牛、うさぎ、ミンクに関しては、ふん尿全量に 2006 年 IPCC ガイドラインで示されたデフォルトの揮散割合（Vol.4、Page10.65、Table10.22、Other-Solid storage：12%）を掛けることにより、NH_3 や NO_X として揮発する量を算出した。

$$N_{Volatilization\text{-}MMS} = (P \times N_{ex} \times MS_n) \times Frac_{GASM}$$

$N_{Volatilization\text{-}MMS}$　：家畜排せつ物処理過程で NH_3 や NO_X として揮発した窒素量［kg (NH_3-N+NO_X-N)］

P　：家畜の飼養頭数［頭］

N_{ex}　：1 頭あたりの排せつ物中窒素量［kg-N/頭/年］

MS_n　：排せつ物管理区分割合［%］

$Frac_{GASM}$　：家畜排せつ物処理時に家畜排せつ物から NH_3 や NO_X として揮発する割合［%］

表 5-42　家畜排せつ物処理過程で NH_3 や NO_X として揮発した窒素量［kt-(NH_3-N+NO_X-N)］

家畜種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
乳用牛	26.6	26.1	24.6	23.4	20.5	20.2	19.7	19.5	19.6	19.2	19.3	19.3	19.7	19.8	20.3
肉用牛	22.3	23.0	23.0	22.5	22.5	21.5	20.8	20.2	20.2	20.3	20.4	20.2	20.5	20.8	21.0
豚	53.1	46.1	43.5	39.2	37.3	36.9	35.6	34.8	34.1	33.9	34.6	34.4	34.8	34.8	33.6
鶏（採卵鶏、ブロイラー）	134.0	124.4	111.5	99.7	98.1	94.4	90.4	89.4	89.7	91.0	93.6	92.5	91.3	91.0	91.1
その他の家畜（水牛、ミンク、うさぎ）	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
合計	236.1	219.5	202.7	184.8	178.4	173.0	166.5	163.8	163.6	164.4	167.9	166.4	166.4	166.5	166.0

c）　不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

後述の「農用地の土壌（大気沈降）」の節で算出した不確実性（-106%～+447%）を用いた。

■ 時系列の一貫性

排出係数はすべての年で一定値（デフォルト値）を使用している。活動量に関して、揮発割合はすべての年で一定値を使用し、家畜排せつ物量は 5.3.1.で算出した値を用いており、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

d）　QA/QC と検証

家畜排せつ物からの NH_3 揮散割合の 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（$Frac_{GasMS}$）は、家畜排せつ物の処理時と散布時の NH_3 等の排出を含んでいるが、日本の設定値（寳示戸他、2003）は農地での NH_3 発生（3.D.b.1.）とのダブルカウントを避けるため、散布時の排出を含んでいない。そのため、散布時の排出を含んだデフォルト値とはバウンダリーが異なっている可能性があり、それが我が国の数値とデフォルト値の差異になっている可能性が考えられる。さらに、乳用牛・肉用牛において排せつ物の処理量が多い「混合処理・堆肥化」区分は、副資材を混ぜて含水率を低く調整するため、処理時に NH_3 が発生しにくい。特にふんの含水率が低い肉用牛では、NH_3 揮散割合がさらにデフォルト値よりも低くなる傾向にある。したがって、これらの日本の設定値は妥当性が高いと考えられる。

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）　再計算

2020 年度の「乳用牛群能力検定成績」における検定牛の産次別頭数、「養豚農業実態調査」における出荷日齢平均、及び採卵鶏における日産卵量と飼料要求量の値が更新され、乳用牛、豚、採卵鶏それぞれの排せつ物中窒素量が見直されたため、2020 年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）　今後の改善計画及び課題

「5.3.1. 牛、豚、家禽類（採卵鶏、ブロイラー）（3.B.1., 3.B.3., 3.B.4.-）」に同じ。

5.3.4.2. 窒素溶脱・流出（3.B.5.-）

「家畜排せつ物法」が制定されており、家畜排せつ物管理の際に施設から汚水が流出しない処置を施すこと（床をコンクリート張りにしたり、防水シートを敷くなど）が義務付けられていることから、家畜排せつ物処理時に地下水等に窒素が溶脱・流出する可能性については極めて低い。そのため、この排出源については「NO」として報告する。

5.4. 稲作（3.C.）

CH_4 は嫌気性条件で微生物の働きによって生成されるため、水田は CH_4 生成に好適な条件が整っていると言える。我が国ではすべての水田が灌漑されており、間断灌漑水田（中干しされる水田）と常時湛水田に分かれ、これらが算定の対象となる。我が国では主に、間断灌漑水田で稲作が営まれている。

2021 年度におけるこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量は 11,942 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 1.0%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 1.5%の減少となっている。

表 5-43　稲作に伴う CH_4 排出量（3.C.）

ガス	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4	3.C.1.- 常時湛水田	kt-CH_4	68.5	74.9	69.1	67.6	68.3	65.0	67.6	67.8	67.0	67.6	67.0	66.3	65.7	65.8	65.5
	3.C.1.- 間断灌漑水田		416.6	448.8	418.0	421.1	419.1	395.5	415.5	416.3	410.6	417.6	416.0	413.7	411.5	412.5	412.2
	合計	kt-CH_4	485.2	523.7	487.0	488.6	487.4	460.4	483.1	484.1	477.6	485.1	483.0	480.0	477.2	478.3	477.7
		kt-CO_2換算	12,129	13,092	12,175	12,216	12,185	11,511	12,078	12,101	11,941	12,128	12,075	12,000	11,931	11,958	11,942

5.4.1. 灌漑水田（間断灌漑水田（中干し）、常時湛水田）（3.C.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、灌漑水田（間断灌漑水田、常時湛水田）からの CH_4 排出の算定、報告を行う。

■ 我が国の水田における水管理について

我が国の一般的な水田農家の間断灌漑（中干し）水田は、2006 年 IPCC ガイドラインの間断灌漑水田（複数落水）とは性質が異なるため、CRF 上では「Intermittently flooded (Single aeration)」で報告する（概要は図 5-4 を参照）。また、メタン削減効果のある中干し延長を実施している水田についても、同項目に含めて報告する。

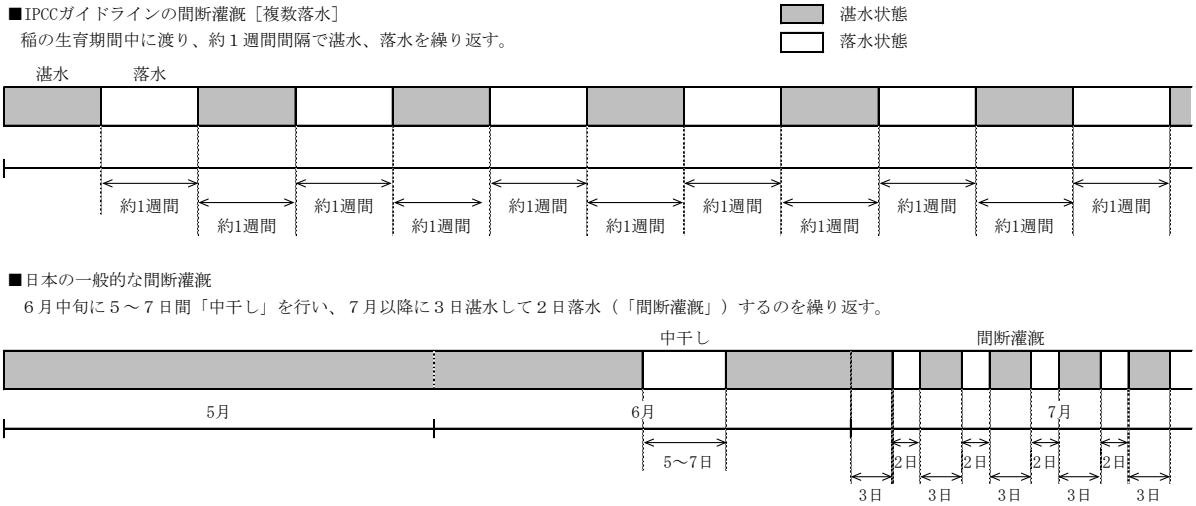


図 5-4　2006 年 IPCC ガイドラインの間断灌漑（複数落水）水田と
我が国の一般的な間断灌漑（中干し）水田

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの算定方法をもとに、水田の有機物施用方法や水管理によるメタン発生量の変化を推定する数理モデルである DeNitrification-DeComposition-Rice モデル（DNDC-Rice モデル（麓他、2010））を基に設定した算定方法（下記式）と、そのモデルから推定された CH_4 排出フラックスの回帰式から算出した排出係数を用いて算定をおこなった。なお、DNDC-Rice モデルは DNDC モデルをベースに我が国における水田からの CH_4 排出量を推定できるよう我が国で改良を加えたモデルである。図 5-5 は DNDC-Rice モデルの概念図である。

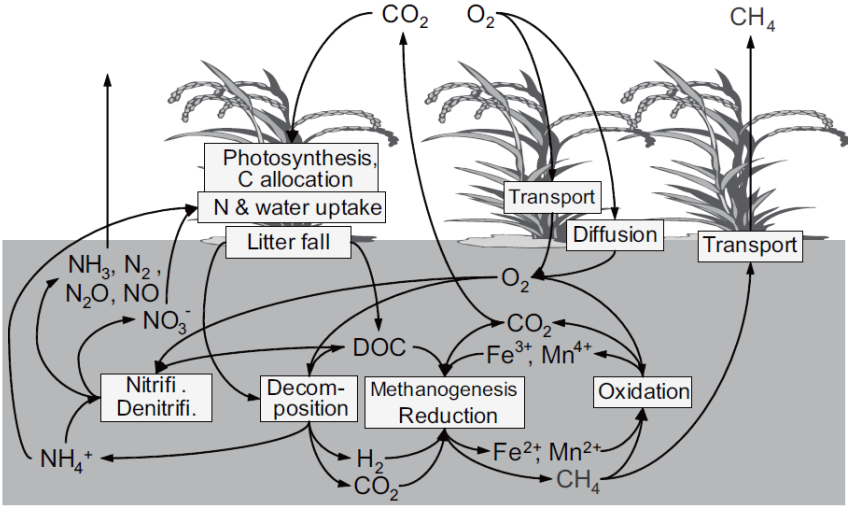


図 5-5　DNDC-Rice モデルの概念図

（出典）麓他（2010）

排出係数の算出には Tier3 法（DNDC-Rice モデル）を用い、排出量の算定には Tier2 法を変形した方法を用いている。中干し期間の延長を実施している水田を特定し、中干し延長実施によるメタン削減率（30%）を排出係数に使用した。なお、ここで用いられている算定方法については Katayanagi et al.（2016）、Katayanagi et al.（2017）及び関連文献に記述されているものをもとに算定方法検討会において検討し、構築している。

$$E = \sum_{i,j,k,l,m} \{(A_{i,m} \times f_{Di,j} \times f_{Wi,k} \times f_{Ol}) \times EF_{i,j,k,l,m}\} \times 16/12$$

$$EF = aX + b$$

E	：水田からの CH_4 の排出量［kg-CH_4/年］
i	：地域（全国 7 地域）
j	：排水性（排水不良、日排除、4 時間排除）
k	：水管理（間断灌漑、常時湛水）
l	：施用有機物（稲わら、堆肥、無施用）
m	：中干し期間の延長（有、無）
A	：地方別水稲作付面積［ha］
f_D	：排水性割合
f_W	：水管理割合
f_O	：施用有機物割合
EF	：地方別・排水性別・水管理別・施用有機物別・中干し延長有無別排出係数　［kg-CH_4-C/ha/年］
X	：有機物施用量［t-C/ha/年］
a	：傾き（有機物施用量と DNDC-Rice モデルによって算出された CH_4 排出量の回帰式より）
b	：切片（有機物施用量と DNDC-Rice モデルによって算出された CH_4 排出量の回帰式より）

■ 排出係数

排出係数の算出には DNDC-Rice モデルを用いている。

今回使用した排出係数は全国 986 地点の水田の情報を基に構築している。入力データには、土壌（土壌有機態炭素量、pH、粘土含量、乾燥密度など）、圃場の排水性（最大排水速度）、気象データ（気温、降水量）、圃場管理情報（移植日、収穫日、耕起日、耕起法、施肥日、施肥量、有機物施用日、有機物施用量、有機物 C/N 比、湛水日、落水日）を用いている。入力データの出典と概要は以下のとおりである。

- 土壌理化学性：農林水産省「土壌環境基礎調査」の 1、 2 巡目のデータのうち、DNDC-Rice モデルで入力する必要がある全てのデータが記載されている 986 地点のデータ。
- 圃場の排水性：農林水産省「第 4 次土地利用基盤整備基本調査」（2006）の「湛水状況」の記載（4 時間排除、日排除、排水不良）に基づき、調査地点の最大排水速度を 15 mm day^{-1}、10 mm day^{-1}、又は 5 mm day^{-1} と設定した。
- 気象データ：調査地点の最寄りの AMeDAS 地点の日最低気温、日最高気温、降水量を用いた。
- 圃場管理情報：日本全体を気象庁の一次細分区域に従って 136 に区分し、各地の JA 等が公表している栽培歴に基づき作成したデータセット（Hayano et al.、2013）を用いた。
- 有機物施用量：Yagasaki and Shirato（2014）の方法により、県別に 1981～2019 年の稲わらすき込み量及び堆肥の施用量を推定した。すなわち、稲わらすき込み量は、水稲の平年収量から推定した稲わら発生量とそのうち土壌にすき込まれた割合をかけあわせたのち、水稲作付面積でその量を除して算出した。堆肥施用量は、農業経営統計調査のうち米生産費の原単位量［10a 当たり］に記載の値を使用した。

DNDC-Rice モデルと上記の入力値を用いて、986 地点の 1981～2010 年（30 年間）のメタン排出フラックスを、水管理 2 シナリオ（間断灌漑及び常時湛水）、有機物施用 4 シナリオ（わらと堆肥[1]、わらのみ、堆肥のみ、施用なし）の計 8 シナリオで推定した。その結果から統計の有意差を考慮し、メタン排出フラックス推定値を 7 地域、排水性（3 段階）及び水管理と有機物施用シナリオで区分し、年別の平均値を求めた。さらに、有機物施用量（区分毎の各年の平均値）から CH_4 排出フラックスを予測する回帰式（1 次関数）を導出した。なお、回帰式の切片（b）は、有機物施用なしで推定した平均メタン排出フラックスに固定した。

地域別の有機物施用総量は Yagasaki and Shirato（2014）の方法で求めた県別の施用量からまとめた。さらに、インベントリの算定には、有機物管理方法別の施用量（有機物施用量）（X）が必要となるため、その総量と有機物管理方法の割合（表 5-49）から求めた。有機物管理方法の割合は「土壌環境基礎調査」、「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」、農林水産省「農地土壌温室効果ガス排出量算定基礎調査事業」と「農地土壌炭素貯留等基礎調査事業」の調査結果を基にした。地域別の各投入区分における有機物施用量及びそれらから算出された各区分の排出係数はそれぞれ以下の表 5-44、表 5-45 に示したとおりである。

また、中干し期間の延長を実施している水田の排出係数については、Itoh et al.（2011）における中干し延長実施によるメタン削減率（30%）を使用し、中干し延長のない水田の排出係数に（1-0.3）を乗じることで設定した。

[1] わらと堆肥を同時に投入したシナリオはモデル上で構築されているが、わらと堆肥を同時に投入している有機物管理割合（f_O）が得られないことから、インベントリ排出量の算定には使用していない。

表 5-44　地域別の各施用区分における有機物投入量（*X*）［t-C/ha/年］

項目		1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
稲わら	北海道	1.73	1.74	1.92	2.03	2.12	1.95	1.96	1.98	2.06	2.09	2.09	2.06	2.04	2.07	2.08
	東北	1.49	1.73	2.02	2.11	2.07	1.88	1.95	1.96	2.05	2.11	2.12	2.13	2.11	2.15	2.15
	北陸	2.69	2.62	2.74	2.82	2.75	2.46	2.45	2.43	2.49	2.53	2.54	2.55	2.53	2.56	2.57
	関東	1.32	1.49	1.77	1.96	1.96	1.76	1.80	1.79	1.85	1.88	1.89	1.90	1.88	1.91	1.91
	東海・近畿	2.01	1.98	2.22	2.33	2.23	1.96	2.01	2.04	2.13	2.23	2.24	2.22	2.19	2.22	2.22
	中国・四国	1.74	1.83	2.10	2.13	2.15	1.92	1.93	1.91	1.98	2.01	2.02	1.94	1.92	1.94	1.94
	九州・沖縄	1.17	1.14	1.26	1.36	1.40	1.18	1.24	1.25	1.30	1.32	1.32	1.32	1.31	1.32	1.32
堆肥	北海道	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04
	東北	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04
	北陸	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04
	関東	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04
	東海・近畿	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04
	中国・四国	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04
	九州・沖縄	1.69	1.86	2.10	2.05	2.18	1.96	1.87	1.98	1.88	2.00	1.93	1.85	2.07	1.91	2.04

表 5-45　各区分の稲作からの CH_4 排出係数（中干し延長なし）［kg-CH_4-C/ha］

項目			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
排水不良・常時湛水	稲わら	北海道	585	588	636	665	690	646	647	652	676	682	682	675	669	677	679
		東北	573	636	714	739	727	678	696	699	722	739	742	745	739	749	751
		北陸	741	725	753	772	754	687	684	679	694	702	705	708	702	710	712
		関東	181	202	237	260	259	235	240	238	246	250	251	252	250	253	253
		東海・近畿	436	429	477	499	478	426	435	441	459	479	482	477	472	477	477
		中国・四国	422	439	491	499	501	455	458	455	468	474	476	460	456	460	460
		九州・沖縄	158	155	169	181	186	159	167	168	174	176	177	177	175	177	177
	堆肥	北海道	574	621	686	670	708	646	621	654	624	657	638	618	678	634	669
		東北	627	673	736	721	758	698	673	705	676	708	689	670	729	686	720
		北陸	507	548	603	590	622	569	548	576	550	579	562	545	596	559	589
		関東	226	248	277	270	287	259	248	263	249	264	255	246	273	254	269
		東海・近畿	372	406	454	443	470	425	407	430	409	433	419	404	448	416	441
		中国・四国	411	445	492	481	508	464	446	469	448	471	457	443	486	455	480
		九州・沖縄	221	242	271	264	281	254	243	257	244	258	250	241	268	248	264
	無施用	北海道	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
		東北	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
		北陸	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
		関東	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
		東海・近畿	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
		中国・四国	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
		九州・沖縄	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
排水不良・間断灌漑	稲わら	北海道	585	588	636	665	690	646	647	652	676	682	682	675	669	677	679
		東北	547	610	687	711	700	651	669	672	694	711	715	717	711	721	723
		北陸	552	539	562	578	563	507	505	501	513	520	522	525	520	526	528
		関東	164	182	213	234	233	212	216	215	221	226	226	227	225	228	228
		東海・近畿	352	346	386	405	388	344	352	357	371	388	391	387	382	387	386
		中国・四国	377	393	441	448	450	408	411	407	419	426	427	412	408	413	413
		九州・沖縄	139	136	148	159	162	139	146	147	152	154	154	155	153	155	155
	堆肥	北海道	574	621	686	670	708	646	621	654	624	657	638	618	678	634	669
		東北	600	646	709	694	730	670	646	678	649	681	662	643	701	659	693
		北陸	359	392	438	427	454	410	393	416	395	418	404	390	433	402	426
		関東	204	223	250	243	259	234	223	237	225	238	230	222	246	229	243
		東海・近畿	300	328	367	358	381	343	328	348	330	350	338	326	362	336	357
		中国・四国	367	399	442	432	457	416	399	421	401	423	410	397	437	408	431
		九州・沖縄	192	210	235	229	243	220	210	223	211	224	216	209	232	215	228
	無施用	北海道	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
		東北	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
		北陸	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
		関東	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
		東海・近畿	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
		中国・四国	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
		九州・沖縄	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

表 5-45　各区分の稲作からの CH_4 排出係数（中干し延長なし）［kg-CH_4-C/ha］（続き）

項目			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
日排除・常時湛水	稲わら	北海道	342	344	375	394	410	381	382	385	400	405	405	400	396	402	403
		東北	423	471	530	549	540	503	516	519	536	549	552	553	549	557	558
		北陸	556	543	566	581	566	512	510	506	517	525	526	529	524	531	532
		関東	122	135	157	172	171	156	159	158	163	166	166	167	165	167	167
		東海・近畿	198	194	217	228	218	193	197	200	209	218	220	218	215	217	217
		中国・四国	166	174	196	199	201	181	182	180	186	189	190	183	181	183	183
		九州・沖縄	131	129	141	151	155	132	139	140	145	147	147	147	146	147	147
	堆肥	北海道	335	365	407	397	421	381	366	386	367	389	376	364	402	374	396
		東北	463	499	547	536	564	517	499	523	501	526	511	497	541	509	535
		北陸	366	399	444	433	459	416	399	422	401	424	411	397	438	408	432
		関東	151	164	183	179	189	171	164	174	165	175	169	163	181	168	178
		東海・近畿	167	184	206	201	214	192	184	195	185	196	189	183	203	188	200
		中国・四国	162	176	197	192	204	184	176	187	177	188	182	176	194	181	191
		九州・沖縄	185	202	227	221	235	212	203	215	204	216	209	202	224	208	221
	無施用	北海道	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
		東北	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119
		北陸	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
		関東	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
		東海・近畿	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		中国・四国	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
		九州・沖縄	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
日排除・間断灌漑	稲わら	北海道	236	237	259	272	284	263	264	266	277	280	280	277	274	278	279
		東北	297	333	378	392	385	357	367	369	382	392	394	395	392	397	398
		北陸	403	393	410	421	410	371	369	366	375	380	381	383	380	384	385
		関東	90	100	116	127	126	115	117	117	120	122	123	123	122	123	123
		東海・近畿	89	87	98	103	98	87	89	90	94	98	99	98	97	98	98
		中国・四国	88	92	105	107	107	96	97	96	99	101	101	98	96	98	98
		九州・沖縄	75	73	80	86	88	75	79	80	82	84	84	84	83	84	84
	堆肥	北海道	231	252	281	275	292	264	252	267	254	269	260	251	278	258	274
		東北	328	354	390	382	403	368	354	372	356	374	363	353	386	362	381
		北陸	264	288	321	313	332	301	289	305	290	307	297	287	317	295	313
		関東	111	121	135	131	139	126	121	128	122	129	125	120	133	124	131
		東海・近畿	75	83	93	90	96	87	83	88	83	88	85	82	92	85	90
		中国・四国	86	94	105	103	109	98	94	100	95	100	97	94	104	96	102
		九州・沖縄	105	115	129	126	134	121	116	123	116	123	119	115	128	118	126
	無施用	北海道	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
		東北	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
		北陸	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
		関東	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		東海・近畿	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		中国・四国	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		九州・沖縄	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
4時間排除・常時湛水	稲わら	北海道	308	310	338	355	369	343	344	347	361	365	365	361	357	362	363
		東北	385	431	488	506	497	462	475	477	493	506	508	510	506	513	514
		北陸	529	516	538	553	539	487	485	481	492	499	501	503	499	505	506
		関東	163	180	209	228	228	207	211	210	216	220	221	222	220	222	223
		東海・近畿	212	208	232	243	233	207	212	215	224	233	235	233	230	233	232
		中国・四国	225	235	266	270	271	245	247	245	252	256	257	248	245	248	248
		九州・沖縄	157	154	169	181	185	158	166	167	173	176	176	176	174	176	176
	堆肥	北海道	302	329	367	358	380	344	329	348	331	350	339	328	362	337	357
		東北	424	458	504	493	520	476	458	481	460	484	470	456	498	467	492
		北陸	348	379	422	412	437	396	380	401	382	403	390	378	417	388	411
		関東	201	218	243	237	251	228	218	231	219	232	225	217	240	223	236
		東海・近畿	180	197	221	215	229	207	198	209	199	211	203	196	218	202	215
		中国・四国	220	239	266	260	275	250	239	253	240	254	246	238	263	245	259
		九州・沖縄	222	243	272	265	282	254	243	258	244	259	250	242	269	249	264
	無施用	北海道	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
		東北	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
		北陸	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
		関東	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
		東海・近畿	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
		中国・四国	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
		九州・沖縄	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

表 5-45　各区分の稲作からの CH_4 排出係数（中干し延長なし）［kg-CH_4-C/ha］（続き）

項目			1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4時間排除・間断灌漑	稲わら	北海道	171	172	188	198	206	191	192	193	201	203	203	201	199	202	203
		東北	268	301	342	355	349	323	333	334	346	355	357	358	355	360	361
		北陸	356	347	362	372	362	327	326	323	331	335	336	338	335	339	340
		関東	111	123	144	157	157	142	145	145	149	151	152	153	151	153	153
		東海・近畿	119	117	130	137	131	116	119	120	125	131	132	131	129	131	130
		中国・四国	156	163	184	187	188	169	170	169	174	177	178	171	169	171	171
		九州・沖縄	93	91	100	107	109	93	98	99	102	104	104	104	103	104	104
	堆肥	北海道	167	183	205	200	212	191	183	194	184	195	189	182	202	188	199
		東北	296	320	354	346	365	333	321	337	322	339	329	319	350	327	345
		北陸	232	253	282	276	293	264	253	268	255	269	261	252	279	259	275
		関東	138	150	167	163	173	157	150	159	151	160	154	149	165	154	163
		東海・近畿	101	111	124	121	129	116	111	117	111	118	114	110	122	113	120
		中国・四国	152	165	184	180	191	173	165	175	166	176	170	164	182	169	179
		九州・沖縄	131	144	161	157	167	151	144	153	145	154	148	143	159	147	157
	無施用	北海道	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		東北	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
		北陸	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
		関東	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		東海・近畿	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		中国・四国	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
		九州・沖縄	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

■　活動量

地域別水稲作付面積（A）は農林水産省「耕地及び作付面積統計」に示された値を用いた。排水性割合（f_D）、水管理割合（f_w）、有機物管理割合（f_O）はそれぞれ以下の表 5-46～表 5-49 に示した農林水産省等の調査データをそれぞれ用いている。

中干し延長実施水田面積は、環境保全型農業直接支払交付金（農林水産省）の実施状況における 14 日以上の中干しである「長期中干し」の実施面積とした。なお、中干し延長の実施に対する同交付金は 2015 年度から開始されており、中干し延長も 2015 年度から開始されたこととする。

表 5-46　地域別水稲作付面積（A）［kha］

項目		1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
中干し延長なし	北海道	146	163	135	119	115	113	113	112	111	108	107	106	106	105	103
	東北	525	539	456	444	429	414	419	419	414	413	412	412	412	408	407
	北陸	258	260	221	218	213	213	215	216	214	213	212	213	213	212	211
	関東	386	390	336	331	322	324	324	323	322	320	318	316	314	312	310
	東海・近畿	261	264	217	208	199	198	198	196	182	179	177	178	177	176	174
	中国・四国	236	232	187	182	178	175	175	173	170	167	165	162	159	157	155
	九州・沖縄	246	251	207	206	201	203	203	201	199	196	195	192	192	190	188
	合計	2,058	2,098	1,758	1,708	1,657	1,640	1,647	1,639	1,609	1,597	1,586	1,579	1,572	1,560	1,549
中干し延長あり	北海道	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0
	東北	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	1	1	3	3
	北陸	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0
	関東	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	1
	東海・近畿	—	—	—	—	—	—	—	—	11	12	13	11	12	11	11
	中国・四国	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0
	九州・沖縄	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0
	合計	—	—	—	—	—	—	—	—	13	14	14	12	13	15	15

（注）算定上では東海と近畿は 1 地域としてまとめられ計算されている
（出典）「耕地及び作付面積統計」及び「環境保全型農業直接支払交付金」

表 5-47　排水性割合（f_D）

地域	4 時間排除割合	日排除程度割合	排水不良割合
北海道	51%	42%	7%
東北	63%	31%	6%
北陸	69%	26%	4%
関東	59%	32%	9%
東海・近畿	69%	23%	8%
中国・四国	65%	27%	8%
九州・沖縄	74%	21%	5%

（出典）「第 4 次土地利用基盤整備基本調査」

表 5-48　水管理割合（f_w）

地域	常時湛水田割合	間断灌漑水田割合
北海道	48 %	52 %
東北	5 %	95 %
北陸	4 %	96 %
関東	14 %	86 %
東海・近畿	11 %	89 %
中国・四国	8 %	92 %
九州・沖縄	7 %	93 %

（出典）「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」

表 5-49　我が国の有機物管理方法の割合（f_O）

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
わら施用	63%	70%	71%	72%	74%	82%	84%	85%	83%	82%	82%	82%	83%	82%	82%
各種堆肥施用	17%	10%	9%	8%	9%	6%	7%	6%	5%	6%	6%	6%	5%	6%	6%
無施用	20%	20%	20%	20%	17%	12%	9%	9%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%

（出典）1990～2007 年値：「土壌環境基礎調査」
2008～2012 年値：「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」
2013～2014 年値：「農地土壌温室効果ガス排出量算定基礎調査事業」
2015 年以降：「農地土壌炭素貯留等基礎調査事業」

c）不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性は、DNDC-Rice モデルから算出した 6%を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」に示された水田面積の標準誤差（1%）を採用した。その結果、排出量の不確実性は 6%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、出典を用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

DNDC-Rice モデルから算出されたメタン排出量の推定値と圃場におけるメタン排出量の実測値の比較は、Minamikawa et al.（2014）、麓他（2010）、Katayanagi et al.（2016）の論文などで実施され、報告されている。下図 5-6 は Katayanagi et al.（2016）に記載されている年間メタン排出量の実測値と DNDC-Rice モデルによる推定値の比較である。論文によると、CH_4 排出量の推定値は地点間の条件の違いによるばらつきを反映し、実測値と高い相関をもってい

た（r=0.861）と報告している。また、DNDC-Rice モデルから算出された排出係数を我が国のインベントリに適用することの妥当性確認については、Katayanagi et.al（2016）の中で行うとともに、算定方法検討会の農業分科会においても検討を行っている。

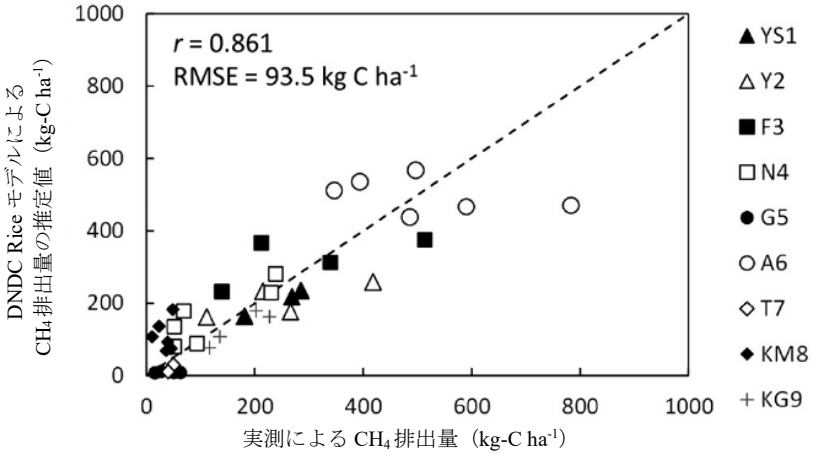


図 5-6　年間メタン排出量の実測値と DNDC-Rice モデルによる推定値の比較

（出典）Katayanagi et al.（2016）　Fig.3 より引用

e）　再計算

中干し延長を実施した水田について、メタン削減率を使用する算定方法に変更したため、2015 年度以降の CH_4 排出量が再計算された。2018 年度以降の DNDC-rice モデルにおける有機物投入量を改定したため、2018 年度以降において排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）　今後の改善計画及び課題

将来的に DNDC-Rice モデルの研究が進み、改良・アップデートされた際には、改良版 DNDC-Rice モデルの適用を検討する。

5.4.2. 天水田、深水田、その他の水田（3.C.2., 3.C.3., 3.C.4.）

天水田、深水田については、International Rice Research Institute（IRRI）の *World Rice STATISTICS 1993-94*（1995）に示されているとおり、我が国には存在しないため、「NO」として報告した。

その他の水田については、*World Rice STATISTICS 1993-94*（1995）に示されているとおり、陸稲の作付が考えられるが、陸稲は湛水しない好気的な畑地で栽培される。CH_4 生成菌は絶対嫌気性菌であり、土壌が嫌気性に保たれなければ CH_4 は排出されない。従って、「NA」として報告した。

5.5. 農用地の土壌（3.D.）

農用地からの N_2O の直接排出（無機質窒素肥料の施肥、有機質窒素肥料の施肥、放牧家畜の排せつ物、作物残渣のすき込み、土壌有機物の損失／獲得による無機化／固定化、有機質土壌の耕起）及び間接排出（大気沈降、窒素溶脱）を対象に算定、報告を行う。

2021 年度におけるこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量は 5,628 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.5%を占めている。また、1990 年度の

排出量と比較すると 23.3%の減少となっている。この 1990 年度からの排出量減少の主な要因は無機質肥料（化学肥料）施用量、家畜ふん尿由来の有機質肥料施用量が減少したことによるものである。その主な理由には我が国の農地の栽培面積が減少していること（表 5-56）と、一部の地域においては、地下水の窒素汚染を緩和するために環境保全農業が推奨されたことによる。

表 5-50　農用地の土壌からの N_2O 排出量（3.D.）

ガス	区分		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N_2O	3.D.a. 直接排出	1.無機質肥料	kt-N_2O	6.2	5.3	5.0	4.8	4.2	4.1	4.2	4.1	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8
		2.有機質肥料		4.9	4.7	4.5	4.0	4.2	4.1	4.1	4.1	4.4	4.4	4.5	4.5	4.3	4.3	4.3
		3.放牧地のふん尿		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		4.作物残渣		1.4	1.4	1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
		5.無機化		1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
		6.有機質土壌の耕起		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	3.D.b. 間接排出	1.大気沈降		3.6	3.4	3.2	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0
		2.窒素溶脱・流出		6.4	6.0	5.7	5.4	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9
	合計		kt-N_2O	24.6	22.7	21.8	20.5	19.5	19.1	19.3	19.1	19.2	19.1	19.3	19.2	18.9	18.9	18.9
			kt-CO_2換算	7,336	6,763	6,496	6,115	5,806	5,692	5,742	5,679	5,730	5,695	5,749	5,715	5,622	5,626	5,628

5.5.1. 直接排出（3.D.a.）

農用地の土壌からは、無機質肥料の施肥、有機質肥料の施肥、放牧家畜の排せつ物、作物残渣のすき込みにより土壌中にアンモニウムイオンが発生し、好気条件下でそのアンモニウムイオンが硝酸態窒素に酸化される過程で N_2O が発生する。また、硝酸態窒素が脱窒する過程で N_2O が発生する。

また、鉱質土壌において有機物が分解することや有機質土壌を耕起することにより、窒素分の硝化・脱窒により N_2O が発生する。

なお、牧草地（飼肥料作物の作付面積内に含まれる、表 5-56 参照）への無機質肥料、有機質肥料の施肥による N_2O 排出量は当該カテゴリーで算定する。

5.5.1.1. 無機質窒素肥料（3.D.a.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、農用地の土壌への無機質窒素肥料（化学肥料）の施肥に伴う N_2O 排出の算定を行う。

b） 方法論

■　算定方法

N_2O 排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.4、p.11.9、Fig.11.2）に従い、我が国独自の排出係数が存在するため、Tier2 法で算定を行った。

また、硝化抑制剤入り化学肥料を投入し、土壌からの N_2O 排出量を抑制する排出削減対策についても算定に組み込んだ。

$$E = \sum_{i,j} \left(F_{SNi,j} \times EF_{1i,j} \right) \times 44/28$$

E　：農用地の土壌への無機質肥料（化学肥料）の施肥に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O/年］
$F_{SNi,j}$　：作物種 i の農用地土壌に投入された化学肥料 j の窒素量［kg-N/年］
$EF_{1i,j}$　：作物種 i の化学肥料 j を投入した場合の N_2O 排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］
i　：作物種
j　：肥料の種類（硝化抑制剤入り又はなし）

■　排出係数

排出係数については、我が国の各地で測定されたデータを解析し、化学肥料の投入窒素量と N_2O 排出量から、我が国独自の排出係数を設定した。また、硝化抑制剤入り化学肥料を投入した場合の排出係数は、我が国独自の排出係数に N_2O の削減率をかけて設定した。

また、作物の種類による排出係数の違いを比較したところ、他の作物に比べ茶が有意に高く、水稲が有意に低いことが判明した。しかし、他の作物については有意な差はなかったため、農用地の土壌への施肥に伴う N_2O の排出係数は、水稲、茶、その他の作物の 3 種類に区分して設定した。なお、我が国には火山灰由来の土壌が広く分布しており、排水性のよいこの土壌からの N_2O 排出量が少ないことが、我が国の排出係数が 2006 年 IPCC ガイドラインに示される排出係数のデフォルト値に比べ低い理由であると考えられる。なお、水稲の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインにデフォルト値の 1 つとして採用されており、国際的に妥当性が認められている数値である。

硝化抑制剤入り化学肥料を投入した際の N_2O の削減率は Akiyama et al.（2010）におけるジシアンジアミド入り肥料による N_2O 削減率（26～36%）の下限値である 26%と設定した。なお、我が国において硝化抑制剤として添加されているのは多くがジシアンジアミドであるが、一部の化学肥料では別の物質が添加されていることから、削減量の過大評価を避けるためジシアンジアミドの削減率の下限値を用いた。また、水稲については湛水され硝化が起きにくいことから、硝化抑制剤入り化学肥料が施用される可能性がほとんどないため、排出係数は設定しない。

表 5-51　農用地の土壌への化学肥料の施肥に伴う N_2O 排出係数

作物種	排出係数（硝化抑制剤なし）［% : kg-N_2O-N/kg-N］	排出係数（硝化抑制剤入り）［% : kg-N_2O-N/kg-N］
水稲	0.31%	―
茶	2.9%	2.1%［=2.9%×(1-0.26)］
その他の作物	0.62%	0.46%［=0.62%×(1-0.26)］

（出典）Akiyama et al. (2006 a)
Akiyama et al. (2006 b)
Akiyama et al. (2010)

■　活動量

化学肥料施用総量は農林統計協会「ポケット肥料要覧」の「窒素質肥料需要量」を用いた。この値から森林への施用量を除いたものを農用地の土壌の化学肥料施用量として用いた（表 5-52）。さらに、作物種別の化学肥料施用量は、各作物種の作付面積（表 5-56）に、各作物種の単位面積当たり化学肥料由来窒素施用量の我が国の調査結果（鶴田、2001）を乗じて作物別の窒素施用量に相当する値を求め、作物別の窒素施肥相当量に応じて化学肥料施用量を各作物別に配分した。

$$F_{SNi} = (F_T - F_{FRST}) \times \frac{(RA_i \times RF_i \times 10)}{\sum (RA_n \times RF_n \times 10)}$$

F_{SNi}　：作物種 i の農用地に投入された化学肥料施用量［t-N/年］
F_T　：化学肥料施用総量［t-N/年］
F_{FRST}　：森林への化学肥料施用量［t-N/年］
RA_i　：作物種 i の作付面積［ha］
RF_i　：作物種 i の単位面積当たり化学肥料施用量［kg-N/10a］
RA_n　：各作物種別作付面積［ha］
RF_n　：各作物種の単位面積当たり化学肥料施用量［kg-N/10a］

作物別の肥料施用量については、2000 年に行われた営農調査（鶴田、2001）により各作物

別の施肥量が化学肥料、有機質肥料別に把握されている。専門家判断によると、水稲、茶を除く作物においては経年的な施肥量の変化が余りないと考えられることから、これらの作物については、鶴田（2001）による単位面積当たり化学肥料施用量のデータ（表 5-54）を全ての年に対して一律に適用した。

茶の施肥量については、自治体の策定する施肥基準等の影響を受け経年的に変化している。野中（2005）がまとめた 1993、1998、2002 年における茶畑に対する窒素施用量（化学肥料と有機質肥料由来窒素量の合計値）と鶴田（2001）における茶の化学肥料と有機質肥料の比を用いて、1993 年、1998 年、2002 年それぞれの化学肥料施用量と有機質肥料施用量を推計した。また、推計した 3 ヵ年の施肥量を用いて 1993 年から 2002 年までは数値を内挿、1993 年以前は 1993 年値を据え置き、2002 年以降は 2002 年値を据え置きし、時系列データを作成した（表 5-55 参照）。

水稲の単位面積当たり化学肥料施用量については、「ポケット肥料要覧」により把握できる各年の施肥量データを用い、陸稲については、水稲の値で代用した。

硝化抑制剤入り化学肥料については、1996 年より出荷量（製品ベース）（「化学肥料施用量（農地）」の内数）に関する農林水産省のデータを使用し、それらに含まれる窒素含有率は主要メーカー製品の平均値である 13%を用いた。この調査は 1996 年に始まり、それ以前のデータがないものの、1996 年以前にも微量の硝化抑制剤の使用があったことが推測される。また、硝化抑制剤入り化学肥料は、水稲及び飼肥料作物に対して施用される可能性がほとんどないため、水稲及び飼肥料作物は施用対象から除いた。

表 5-52　化学肥料施用量［t-N］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
化学肥料施用総量	611,955	527,517	487,406	471,190	409,590	396,783	409,918	394,629	372,339	374,879	374,879	374,879	374,879	374,879	374,879
化学肥料施用量（森林）	288	248	229	222	193	187	193	186	175	176	176	176	176	176	176
化学肥料施用量（農地）	611,667	527,269	487,177	470,968	409,397	396,596	409,725	394,443	372,164	374,703	374,703	374,703	374,703	374,703	374,703

（注）硝化抑制剤入り化学肥料を含む
（出典）化学肥料施用総量：「ポケット肥料要覧」
　　化学肥料施用量（森林）：林野庁調べをもとに算出

表 5-53　硝化抑制剤入り化学肥料の出荷量（窒素量ベース）［t-N］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
硝化抑制剤入り化学肥料出荷量（窒素ベース）	NE	NE	4,030	4,290	4,940	5,070	7,800	4,550	5,070	5,330	5,070	5,590	6,045	5,785	6,084

（注）製品中の窒素含有率を 13%として算出
（出典）農林水産省調査

表 5-54　作物種別単位面積当たり化学肥料施用量（水稲、茶以外）

作物種	施用量［kg-N/10a］
野菜	21.27
果樹	14.70
ばれいしょ	12.70
豆類	3.10
飼肥料作物	10.00
かんしょ	6.20
麦	10.00
雑穀（そばを含む）	4.12
桑	16.20
工芸作物	22.90
たばこ	15.40

（出典）鶴田（2001）

表 5-55　単位面積当たり化学肥料施用量（水稲、茶）［kg-N/10a］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
化学肥料施用量（水稲）	9.65	8.71	7.34	6.62	5.95	6.04	6.10	5.97	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85
化学肥料施用量（茶）	57.23	54.88	48.06	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76	44.76

（出典）水稲：「ポケット肥料要覧」　茶：野中（2005）、鶴田（2001）

表 5-56　作物種別作付面積［kha］

作物種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
野菜	620.1	564.4	524.9	476.3	465.4	457.9	453.4	452.1	448.9	444.1	441.7	437.3	432.5	424.9	419.8
水稲（子実用）	2,055.0	2,106.0	1,763.0	1,702.0	1,625.0	1,579.0	1,597.0	1,573.0	1,505.0	1,478.0	1,465.0	1,470.0	1,469.0	1,462.0	1,403.0
果樹	346.3	314.9	286.2	265.4	246.9	240.3	237.0	233.8	230.2	226.7	222.7	218.4	214.9	211.2	207.8
茶	58.5	53.7	50.4	48.7	46.8	45.9	45.4	44.8	44.0	43.1	42.4	41.5	40.6	39.1	38.0
ばれいしょ	115.8	104.4	94.6	86.9	82.5	81.2	79.7	78.3	77.4	77.2	77.2	76.5	74.4	71.9	70.9
豆類	256.6	155.5	191.8	193.9	189.0	180.2	178.5	181.0	187.6	187.7	187.9	185.4	183.6	183.3	184.0
飼肥料作物	1,096.0	1,013.0	1,026.0	1,030.0	1,012.0	1,029.0	1,012.0	1,019.0	1,072.0	1,082.0	1,084.9	1,068.6	1,059.1	1,052.6	1,102.5
うち、牧草地	646.7	660.7	644.7	630.6	616.7	613.4	611.1	607.7	606.5	603.4	601.1	598.8	596.9	595.2	593.5
かんしょ	60.6	49.4	43.4	40.8	39.7	38.8	38.6	38.0	36.6	36.0	35.6	35.7	34.3	33.1	32.4
麦	366.4	210.2	236.6	268.3	265.7	269.5	269.5	272.7	274.4	275.9	273.7	272.9	273.0	276.2	283.0
雑穀(そばを含む)	29.6	23.4	38.4	45.9	49.7	62.6	62.9	61.4	59.7	62.2	64.5	65.5	67.1	68.3	67.2
桑	59.5	26.3	5.9	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
工芸作物	142.9	124.5	116.3	110.3	104.8	100.2	98.5	97.8	98.8	99.3	100.3	98.2	97.3	97.9	106.0
たばこ	30.0	26.4	24.0	19.1	15.0	9.0	8.9	8.6	8.3	8.0	7.6	7.1	6.5	6.1	5.7
陸稲	18.9	11.6	7.1	4.5	2.9	2.1	1.7	1.4	1.2	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6
合計	5,256.2	4,783.7	4,408.5	4,295.1	4,147.4	4,097.7	4,085.0	4,063.9	4,046.1	4,023.2	4,006.3	3,979.9	3,954.9	3,929.1	3,922.7

（出典）ばれいしょ：「野菜生産出荷統計」、たばこ：日本たばこ産業株式会社資料
桑：農林水産省生産局調べ、それ以外の作物：「耕地及び作付面積統計」
（ただし、「工芸作物」については茶、なたね、てんさい、さとうきびの合計から推計した面積からたばこの面積を差し引いた値である。2016 年度値までの「野菜」については、ばれいしょの面積を差し引いた値である。また、2017 年度の野菜・果樹・豆類・飼肥料作物・雑穀については、作物分類合計の作付面積調査が廃止されたため、それらの作物分類に対象として含まれる作物の作付面積の合計から過去 5 年間のカバー率を算出して推計した。）

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、排出係数の出典である Akiyama et al.（2006 b）に示されている不確実性（31%）を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」に示された水田面積の標準誤差（1%）で代替した。その結果、排出量の不確実性は 31%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

なお、我が国の排出係数と IPCC ガイドラインのデフォルト値が大きく異なる理由については上記「排出係数」に記載している。

e）再計算

LULUCF 分野における 2018 年度以降の総果樹栽培面積の変更に伴い、2018 年以降の排出量が再計算された。2020 年度の硝化抑制剤入り肥料施用量が見直されたので、2020 年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

5.5.1.2. 有機質窒素肥料（3.D.a.2.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、農用地土壌への有機質肥料（家畜排せつ物由来及びその他有機質肥料）の施用に伴う N_2O 排出の算定を行う。

b） 方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.4、p.11.9、Fig.11.2）に従い、Tier2 法で N_2O 排出量の算定を行った。

$$E = \sum_i (F_{ONi} \times EF_{1i}) \times 44/28$$

E	：農用地の土壌への有機質肥料の施用に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O/年］
F_{ONi}	：作物種 i の農用地に投入された有機質肥料に含まれる窒素量［kg-N/年］
EF_{1i}	：作物種 i の有機質肥料を投入した場合の N_2O 排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］
i	：作物種

■　排出係数

化学肥料と有機質肥料の投入窒素量と N_2O 排出量の関係を調査したところ、排出係数に有意差がなかったため、無機質窒素肥料（3.D.a.1）の排出係数（硝化抑制剤無し）を使用した。

■　活動量

活動量（有機質肥料に含まれる総窒素量）については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された式（Vol.4、p11.12、Equation 11.3）をもとに、以下の窒素量を対象とした。

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{FU} + F_{COMPsub} + F_{OOA}$$

F_{ON}	：農用地土壌に施用される有機質肥料に含まれる窒素量［kg-N/年］
F_{AM}	：農用地土壌に施用される家畜排せつ物に含まれる窒素量［kg-N/年］
F_{SEW}	：農用地土壌に施用される下水汚泥に含まれる窒素量［kg-N/年］
F_{FU}	：農用地土壌に施用されるし尿に含まれる窒素量［kg-N/年］
$F_{COMPsub}$	：農用地土壌に施用される堆肥副資材（稲わら、もみ殻、麦わら）に含まれる窒素量［kg-N/年］
F_{OOA}	：農用地土壌に施用されるその他有機質肥料（魚かす、大豆粕、なたね油粕など）に含まれる窒素量［kg-N/年］

○　農用地土壌に施用される家畜排せつ物に含まれる窒素量（F_{AM}）

農用地土壌に施用された家畜排せつ物に含まれる窒素量（F_{AM}）は以下の式で示したように、家畜排せつ物中の総窒素量（$F_{Total\text{-}AW}$）から、放牧家畜の排せつ物中に含まれる窒素量（F_{PRP}）、公共下水道に放流される窒素量（F_{PSW}）、大気中に N_2O として揮発する窒素量（放牧家畜を除く）（F_{N2O}）、大気中に NH_3＋NOx として揮発する窒素量（放牧家畜を除く）（$F_{NH3+NOx}$）、産業廃棄物として処分したり浄化処理した後で河川に放流するなどの理由で、農地に還元しない窒素量（$F_{disposal}$）を除いた量を使用した。

$$F_{AM} = F_{Total\text{-}AW} - F_{PRP} - F_{PSW} - F_{N2O} - F_{NH3+NOx} - F_{disposal}$$

F_{AM}	：農用地に施用される家畜排せつ物中の窒素量［kg-N/年］
$F_{Total\text{-}AW}$	：家畜から排せつされる窒素総量［kg-N/年］
F_{PRP}	：放牧家畜の排せつ物中に含まれる窒素量［kg-N/年］
F_{PSW}	：公共下水道に放流される窒素量［kg-N/年］

F_{N_2O}　：家畜排せつ物から N_2O として大気中に揮発した窒素量（放牧家畜を除く）［kg-N/年］

F_{NH_3+NOx}　：家畜排せつ物から NH_3 や NOx として揮発した窒素量（放牧家畜を除く）［kg-NH_3-N+NOx-N/年］

$F_{disposal}$　：産業廃棄物としての処分や浄化処理後に放流するなどの理由で農地に還元しない窒素量［kg-N/年］

放牧家畜の排せつ物中に含まれる窒素量（F_{PRP}）、公共下水道に放流される窒素量（F_{PSW}）、大気中に N_2O として揮発する窒素量（放牧家畜を除く）（F_{N_2O}）は「3.B.家畜排せつ物の管理」で計算された結果を用いた。

農地に還元しない窒素量（$F_{disposal}$）は、2019 年の家畜排せつ物処理状況等調査結果に記された処理方法ごとの農業外利用割合を用いて計算した。

表 5-57　農用地土壌に施用された家畜排せつ物に含まれる窒素量（F_{AM}）［t-N］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ふん尿中の窒素総量（$F_{Total\text{-}AW}$）	683,190	642,484	604,830	569,646	554,199	540,003	521,676	511,887	511,179	511,532	520,651	517,390	521,113	522,494	521,246
放牧家畜のふん尿と公共下水道に放流される家畜ふん尿中の窒素総量（$F_{PRP}+F_{PSW}$）	12,987	12,836	12,024	11,653	11,365	10,881	10,592	10,025	10,118	9,907	9,890	9,851	9,693	9,425	9,459
大気中にN_2Oとして排出される窒素量（放牧・公共下水道分を除く）（F_{N2O}）	5,977	5,663	5,636	6,302	6,847	6,621	6,360	6,179	6,106	6,042	6,101	6,024	6,054	6,080	6,028
大気中にNH_3、NOxとして排出される窒素量（放牧・公共下水道分を除く）（$F_{NH3}+F_{NOx}$）	236,054	219,528	202,664	184,778	178,364	173,008	166,498	163,830	163,571	164,382	167,874	166,418	166,375	166,491	165,967
農地に還元しない窒素量（$F_{disposal}$）	40,698	35,271	36,112	46,106	55,675	54,876	52,428	51,253	50,666	50,658	52,275	51,904	52,532	52,666	51,176
農用地に施用される家畜排せつ物に含まれる窒素量（F_{AM}）	387,474	369,185	348,394	320,806	301,948	294,616	285,798	280,600	280,717	280,543	284,510	283,193	286,459	287,833	288,616

○　農用地土壌に施用された下水汚泥に含まれる窒素量（F_{SEW}）

農用地土壌に施用される下水汚泥（F_{SEW}）は、「ポケット肥料要覧」に記載された汚泥肥料の流通量に日本下水道協会のデータから設定した窒素含有率を掛けることによって算出した。

○　農用地土壌に施用された人間のし尿に含まれる窒素量（F_{FU}）

し尿に含まれる窒素量（F_{FU}）は、環境省環境再生・資源循環局「日本の廃棄物処理」等から算出した人間のし尿由来の窒素量を用いた。

○　農用地土壌に施用される堆肥副資材（稲わら、もみ殻、麦わら）に含まれる窒素量（$F_{COMPsub}$）

堆肥副資材量については、稲わら、もみ殻、麦わらの用途別データ（都道府県において把握しているデータより算出）の「堆肥」、「畜舎敷料」の値を使用した。稲わら、もみ殻、麦わらの窒素含有率に関しては、後述の 5.5.1.4. 作物残渣で記述している値（表 5-65）を用いた。

○　農用地土壌に施用されたその他有機質肥料に含まれる窒素量（F_{OOA}）

農用地土壌に施用されるその他有機質肥料（魚かす、大豆粕、なたね油粕など）に含まれる窒素量（F_{OOA}）は、「ポケット肥料要覧」に記載された有機質肥料の流通量に「ポケット肥料要覧」から設定した窒素含有率を掛けることによって算出した。

表 5-58　有機質肥料（汚泥肥料、その他有機質肥料）の流通量［kt］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
動物質肥料	384.1	389.4	341.0	262.7	268.3	302.6	298.3	268.2	300.6	310.0	285.4	287.5	277.2	268.2	220.7
魚かす	111.5	88.6	89.0	73.9	62.2	55.4	60.0	51.7	52.9	54.7	53.3	61.8	53.2	51.4	37.1
蒸製骨粉	113.1	134.2	112.8	11.4	16.7	19.4	16.2	18.5	20.0	22.3	20.0	18.4	22.5	15.5	13.7
その他の動物質肥料	159.5	166.6	139.2	177.5	189.4	227.7	222.1	198.1	227.7	233.0	212.1	207.4	201.6	201.3	169.9
植物質肥料	635.9	725.7	982.4	494.8	1,064.3	1,079.2	1,203.7	1,455.4	1,852.7	1,810.9	2,012.0	1,981.9	1,569.6	1,712.6	1,753.2
大豆油粕	3.5	4.7	28.9	1.1	209.5	134.4	167.7	265.0	477.0	494.5	491.3	484.8	494.6	488.4	492.4
なたね油粕	451.0	437.2	620.7	241.0	221.4	347.9	288.4	399.5	474.8	486.8	449.3	420.1	414.6	403.4	440.1
その他の植物質肥料	181.4	283.8	332.8	252.7	633.5	596.9	747.6	790.9	900.9	829.6	1,071.4	1,077.0	660.4	820.7	820.8
汚泥	787.3	935.2	817.7	1,287.4	1,395.6	1,329.3	1,355.5	1,292.9	1,395.7	1,351.7	1,377.8	1,358.0	1,345.9	1,261.5	1,259.8

（出典）「ポケット肥料要覧」

表 5-59　各有機質肥料の窒素含有率

有機質肥料	窒素含有割合
魚かす	8.0%
蒸製骨粉	4.1%
その他の動物質肥料	7.5%
大豆油粕	7.5%
なたね油粕	5.1%
その他の植物質肥料	4.6%
汚泥	2.7%

（出典）汚泥以外：「ポケット肥料要覧」
汚泥：日本下水道協会データより設定

表 5-60　農用地土壌に施用される有機質肥料に含まれる窒素量［t-N］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
家畜ふん尿由来（F_{AM}）	387,474	369,185	348,394	320,806	301,948	294,616	285,798	280,600	280,717	280,543	284,510	283,193	286,459	287,833	288,616
下水汚泥由来（F_{SEW}）	21,257	25,250	22,078	34,760	37,682	35,892	36,599	34,907	37,685	36,497	37,202	36,666	36,339	34,059	34,016
し尿由来（F_{FU}）	10,394	4,747	2,116	874	427	351	286	273	231	204	223	260	234	197	197
堆肥副資材由来（$F_{COMPsub}$）	18,316	15,514	11,485	11,217	8,864	8,803	8,879	7,700	6,816	6,774	6,480	6,578	6,471	6,589	7,974
その他有機質肥料由来（F_{OOA}）	57,128	60,790	71,314	43,685	76,006	77,593	83,796	96,378	123,560	122,844	130,034	128,575	108,916	114,802	113,401
合計（農用地土壌に施用される有機質肥料に含まれる窒素量）（F_{ON}）	494,569	475,485	455,387	411,343	424,928	417,256	415,358	419,857	449,009	446,861	458,449	455,272	438,418	443,480	444,204

○　作物種 *i* の農用地に投入された有機質肥料に含まれる窒素量の推計

作物種 *i* の農用地に投入された有機質肥料に含まれる窒素量（F_{ONi}）は、上記の農用地土壌に施用された有機質肥料に含まれる総窒素量（F_{ON}）に、作物種 *i* に施用されるべき窒素量が総窒素量（F_{ON}）に占める割合（施肥量割合）を乗じて推計した。施肥量割合は、作物種 *i* の単位面積当たり有機質肥料由来窒素施用量と各作物 *i* の作付面積の積を、全作物種の積の総和で除して求めた。

$$F_{ONi} = F_{ON} \times \frac{(RA_i \times RF_i / 10)}{\sum (RA_n \times RF_n / 10)}$$

F_{ONi}　：作物種 *i* の農用地に投入された有機質肥料に含まれる窒素量［t-N/年］
F_{ON}　：農用地土壌に施用された有機質肥料に含まれる総窒素量［t-N/年］
RA_i　：作物種 *i* の作付面積［ha］
RF_i　：作物種 *i* の単位面積当たり有機質肥料施用量［kg-N/10a］
RA_n　：各作物種別作付面積［ha］
RF_n　：各作物種の単位面積当たり有機質肥料施用量［kg-N/10a］

茶の単位面積当たりの有機質肥料に含まれる窒素施用量に関して、化学肥料同様に、野中（2005）がまとめた 1993、1998、2002 年における茶畑に対する窒素施用量（化学肥料、有機質肥料の合計値）と鶴田（2001）における茶の化学肥料と有機質肥料の比を用いて、有機質肥料別の施肥量を推計し、時系列データを作成した（表 5-61 参照）。

茶以外の作物種別の単位面積当たりの有機質肥料施用量は、化学肥料と同様に鶴田（2001）のデータを使用した。陸稲については、水稲の値で代用した。なお、作物種別の作付面積は化学肥料の算定に用いたものと同様である。

表 5-61　単位面積当たり有機質肥料施用量（茶）［kg-N/10a］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
有機質肥料施用量（茶）	20.77	19.92	17.44	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24

（出典）野中（2005）、鶴田（2001）

表 5-62　作物種別単位面積当たり有機質肥料として施用された窒素量（茶以外）

作物種	施用量［kg-N/10a］
野菜	23.62
水稲	3.2
果樹	10.90
ばれいしょ	7.94
豆類	6.24
飼肥料作物	10.00
かんしょ	8.85
麦	5.70
雑穀（そばを含む）	1.81
桑	0.00
工芸作物	3.96
たばこ	11.41

（出典）鶴田（2001）

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、Akiyama et al.（2006 b）に示されている不確実性（31%）を用いた。活動量の不確実性に関して、家畜ふん尿由来は、「畜産統計」に示されたブロイラーの頭数の標準誤差（9%）を採用し、それ以外は、「耕地及び作付面積統計」に示された水田面積の標準誤差（1%）で代替した。その結果、排出量の不確実性は 23%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

LULUCF 分野における 2018 年度以降の総果樹栽培面積の変更に伴い、2018 年以降の排出量が再計算された。2020 年度の「乳用牛群能力検定成績」における検定牛の産次別頭数、「養豚農業実態調査」における出荷日齢平均、採卵鶏における日産卵量と飼料要求量、堆肥副資材量、及び有機質肥料流通量が更新・修正されたため、2020 年度の家畜排せつ物由来、堆肥副資材由来及びその他有機質肥料由来の排出量がそれぞれ再計算された。家畜排せつ物の管理における排出係数の見直しにより、家畜排せつ物由来の全年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

現在、無機質窒素（化学肥料）・有機質肥料について同一の排出係数を使用していることから、別々に設定できるよう検討している。

5.5.1.3. 放牧家畜の排せつ物（3.D.a.3.）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、放牧家畜の排せつ物からの N_2O 排出の算定を行う。

b） 方法論

放牧家畜の排せつ物からの CH_4、N_2O 排出量の算定方法は「5.3.1.節　家畜排せつ物の管理」の「牛、豚、家禽類（採卵鶏、ブロイラー）（3.B.1., 3.B.3., 3.B.4.）」及び「水牛、めん羊、山羊、馬、うさぎ、ミンク（3.B.2., 3.B.4.-）」でまとめて記述している。

5.5.1.4. 作物残渣（3.D.a.4.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、作物残渣の農用地の土壌へのすき込みに伴う N_2O 排出の算定を行う。

b） 方法論

■　算定方法

N_2O 排出量は 2006 年 IPCC ガイドラインをもとにして算出している。排出係数には 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いた。ただし、活動量の算定において、2006 年 IPCC ガイドラインの方法よりも正確に排出量を算定できると考えられるいくつかの作物（稲、茶、野菜類、さとうきび、てんさい）についてはわが国独自の方法を用いた。

$$E = EF \times A \times 44/28$$

E	: N_2O 排出量［kg-N_2O/年］
EF	: 残渣のすき込みの N_2O 排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］
A	: 土壌にすき込まれる作物残渣中の窒素量［kg-N/年］

■　排出係数

0.006［kg-N_2O-N/kg-N］（2019 年改良 IPCC ガイドライン、Disaggregated (Wet climates)）

■　活動量

【稲】

稲の地上部の作物残渣のすき込み量は、都道府県において把握しているデータより算出した稲わら・もみ殻の残渣すき込み量のデータを使用した。地上部の作物残渣中の窒素量は、すき込み量に伊達昇（1988）から設定した窒素含有率（稲わら・もみ殻）を乗じ推計した。また、地下部の作物残渣中の窒素量は、米の生産量、生産量に対する乾物割合、生産量に対する地下部残渣割合、地下部残渣の窒素含有率から推計した。生産量に対する地下部残渣割合（$Frac_{BGR\text{-}P}$）は小川他（1988）で示されている 27%を用いた。生産量に対する乾物割合（DRY）は 2019 年改良 IPCC ガイドラインで示されているデフォルト値の 0.89 を用いた。

$$A_{Rice} = Residue \times N_{AG} + Y \times DRY \times Frac_{BGR\text{-}Y} \times N_{BG}$$

A_{Rice}	: 土壌にすき込まれる作物残渣中の窒素量［t-N］（稲）
$Residue$	: 稲の地上部の作物残渣すき込み量（稲わら・もみ殻）［t］
N_{AG}	: 稲の地上部残渣の窒素含有率（稲わら・もみ殻）［% : kg-N/kg］
Y	: 米の生産量［t］
DRY	: 生産量に対する乾物割合［%］
$Frac_{BGR\text{-}Y}$	: 生産量に対する地下部残渣割合［%］
N_{BG}	: 稲の地下部残渣の窒素含有率［% : kg-N/kg］

【茶】

茶に関しては、毎年土中に還る残渣として「落葉」分と「秋整枝」分を対象とし、加えて数

年に一度土中に還る残渣として、5 年に 1 度程度実施される「中切り」（地面から約 30～50cm 上の部分を剪枝）分を対象とした。「中切り」に関しては、茶の総面積のうち 1/5 で毎年実施され、5 年ですべての茶園の更新が行われると仮定した。「落葉」、「秋整枝」、「中切り」の単位栽培面積当たり残渣中窒素量に栽培面積を乗じ、残渣中の窒素量を推計した。栽培面積は農林水産省「耕地及び作付面積統計」のデータを用いた。

$$A_{Tea} = (A_{AP} + A_{LF} + A_{MP}/5) \times 10 \times Area$$

A_{Tea}　：土壌にすき込まれる作物残渣中の窒素量［kg-N］（茶）
A_{AP}　：秋整枝による残渣量［kg-N/10a］
A_{LF}　：落葉による残渣量［kg-N/10a］
A_{MP}　：中切りによる残渣量［kg-N/10a］
$Area$　：茶作付面積［ha］

表 5-63　剪枝された残渣部の窒素含有量

剪枝の種類		窒素含有量［kg-N/10a］	出典
秋整枝	毎年	7.7	保科他（1982）、木下・辻（2005）、橘他（1996）
中切り	5 年に一度	19.4	太田他（1996）
落葉	毎年	11.5	保科他（1982）

【野菜類、さとうきび、てんさい】

各作物の農地にすき込まれた作物残渣に含まれる窒素量は、松本（2000）から設定した「作物生産量当たりの残渣中に含まれる窒素量」に、年間作物収穫量（「作物統計」又は「野菜出荷統計」）を乗じ、それに持ち出し割合、野焼きされる割合（燃焼係数を考慮後）を除いた割合を乗じて推計した。

なお、「作物生産量当たりの残渣中に含まれる窒素量」について、さとうきびには鹿児島県農業総合開発センター提供値を、てんさい、だいこん、たまねぎには北海道農政部「北海道施肥ガイド 2010」のデータを、はくさい、レタスには尾和（1996）のデータを用いた。

「作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率」のデータがない作物については、種類が近い作物の数値を用いた。また、全ての年度について同一の数値を使用した。

$$A_{Vegetable} = Y \times (1 - Frac_{Remove} - Frac_{burnt} \times CF) \times N_R$$

$A_{Vegetable}$　：土壌にすき込まれる作物残渣中の窒素量［t-N］（野菜類、さとうきび、てんさい）
Y　：生産量［t］
$Frac_{Remove}$　：作物 T の持ち出し割合［%］
$Frac_{burnt}$　：作物 T の焼却割合（面積）［%］
CF　：燃焼係数
N_R　：残渣の窒素含有率（作物生産量当たりの残渣中に含まれる窒素量）［% : kg-N/kg］

表 5-64　主な作物の地上部残渣の持ち出し割合（$Frac_{Remove}$）、残渣の焼却割合（$Frac_{burnt}$）、燃焼係数（CF）、地上部バイオマスに対する地下部残渣の割合（$RS_{(T)}$）

作物	地上部残渣の持ち出し割合（$Frac_{Remove}$）	残渣の焼却割合（$Frac_{burnt}$）	燃焼係数（CF）	地下部残渣割合（$RS_{(T)}$）
野菜類	47%	7%	0.80 [4)]	-
てんさい	47% [1)]	7% [1)]	0.80 [4)]	-
さとうきび	47% [1)]	7% [1)]	0.80 [4)]	-
飼肥料作物（緑肥用）	0% [2)]	0% [2)]	-	牧草　：0.80 ソルガム：0.24 [8)]
飼肥料作物（飼料用）	100% [3)]	0% [3)]	-	
麦類（小麦、大麦、ライ麦、オート麦）	表 5-66 参照	表 5-66 参照	0.90 [5)]	小麦 ：0.24 [5)] 大麦 ：0.22 ライ麦 ：0.25 [9)] オート麦: 0.25
豆類	13%	12%	0.80 [4)]	0.19 [6)]
とうもろこし、いも類、その他作物（そば、たばこ等）	47% [1)]	7% [1)]	0.80 [4)]	とうもろこし: 0.22 いも類　：0.20 その他作物 ：0.22 [7)]

（出典）麦類以外の $Frac_{Remove}$、$Frac_{burnt}$：「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」
CF、$RS_{(T)}$：2019 年改良 IPCC ガイドライン
（注）1）野菜の値で代用、　2）すべて土壌にすき込まれると設定、
3）地上部すべてが飼料用として持ち出されると設定、　4）とうもろこし・さとうきびの値、
5）2006 年 IPCC ガイドラインの小麦の値、　6）大豆の値、　7）穀物類の値、
8）とうもろこしとオート麦の平均値、　9）オート麦の値で代用

表 5-65　主な作物の地上部残渣の窒素含有率（N_{AG}）、地下部残渣の窒素含有率（N_{BG}）

作物	地上部残渣の窒素含有率（N_{AG}）	地下部残渣の窒素含有率（N_{BG}）	備考
稲（地上部）	稲わら：0.541% [a)] もみ殻：0.423% [a)]	－	現物重比
稲（地下部）	－	0.9% [1)]	乾物重比
野菜類	だいこん：0.093% [b) c)] はくさい：0.071% [c)] キャベツ：0.183% [e)] レタス　：0.164% [c)] たまねぎ：0.019% [b) c)]		現物重比
てんさい	0.095% [b) c)]		
さとうきび	0.548% [d)]		乾物重比
飼肥料作物	牧草　：1.5% [z)] ソルガム：0.7% [z)]	牧草　：1.2% [z)] ソルガム：0.6% [z)]	
小麦	0.43% [e)]	0.9% [2)]	
大麦	二条大麦：2.14% [e)] 六条大麦：0.31% [e)]	1.4% [z)]	
ライ麦	0.50% [z)]	1.1% [z)]	
オート麦	0.70% [z)]	0.8% [z)]	
とうもろこし	1.64% [e)]	0.7% [z)]	
大豆	0.65% [e)]	0.8% [z)]	
小豆	0.84% [e)]	1.0% [3)]	
ばれいしょ	2.42% [e)]	1.4% [z)]	

（出典）a）伊達（1988）
b）北海道農政部（2010）
c）尾和（1996）
d）鹿児島県農業総合開発センター資料
e）松本（2000）
z）2019 年改良 IPCC ガイドライン
（注）1）2006 年 IPCC ガイドラインの小麦の値で代用
2）2006 年 IPCC ガイドラインの小麦の値
3）2006 年 IPCC ガイドラインの Dry bean の値で代用

【飼肥料作物、麦類、とうもろこし、豆類、いも類、その他の作物（そば、たばこ等）】

活動量は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、以下の式で示した方法で算出した。なお、パラメータに関しては表 5-64～表 5-65 に示した値を用いた。麦類の野焼きされる割合及び残渣の持ち出し割合については、農林水産省が調査した麦稈の処理方法別作付面積から表 5-66 に示すように設定した。なお、2006 年度以前は調査データがないため、2007 年度値を適用している。更新割合（$Frac_{Renew}$）は、飼肥料作物（飼料用）のみ、各種調査結果を踏まえた専門家判断により 3%と設定しているが、それ以外の作物は 100%更新されるとして計算している。

$$A = \Sigma_T \left\{ \begin{array}{c} \left(Area_{(T)} - Area_{burnt(T)} \times CF\right) \times Frac_{Renew(T)} \times \\ \left[AG_{DM(T)} \times N_{AG(T)} \times \left(1 - Frac_{Remove(T)}\right) + \left(AG_{DM(T)} \times 1000 + Crop_{(T)}\right) \times R_{BG-BIO(T)} \times N_{BG(T)}\right] \end{array} \right\}$$

$$Areaburnt_{(T)} = Area_{(T)} \times Frac_{burnt(T)}$$

A	：土壌にすき込まれる作物残渣中の窒素量［t-N］
$Area_{(T)}$	：作物 T の作付面積［ha］
$Areaburnt_{(T)}$	：作物 T の焼却面積［ha］
CF	：燃焼係数
$Frac_{Renew(T)}$	：作物 T の更新割合［%］
$AG_{DM(T)}$	：作物 T の地上部残渣の乾物重量［Mg/ha］
$N_{AG(T)}$	：作物 T の地上部残渣の窒素含有率［%］
$Frac_{Remove(T)}$	：作物 T の持ち出し割合［%］
$Crop_{(T)}$	：作物 T の生産物の乾物重量［kg/ha］
$R_{BG-BIO(T)}$	：作物 T の地上部バイオマスに対する地下部残渣の割合
$N_{BG(T)}$	：作物 T の地下部残渣の窒素含有率［%］
$Frac_{burnt(T)}$	：作物 T の焼却割合［%］

表 5-66　麦類の残渣持ち出し割合、焼却割合［%］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
残渣の持ち出し割合	32.1	32.1	32.1	32.1	37.8	40.2	41.0	41.0	37.9	40.2	38.5	39.5	37.2	37.2	37.0
焼却割合	13.5	13.5	13.5	13.5	10.6	9.2	8.8	8.3	8.0	7.7	7.7	6.9	7.5	7.6	8.4

（注）都道府県において把握しているデータより算出

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（-70%～+200%）を採用した。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」で示された水田面積の標準誤差 1%で代替した。その結果、排出量の不確実性は、-70%～+200%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

2012 年度の算定方法検討会農業分科会において、稲の窒素含有率の精査が実施された。その結果、稲わらともみ殻の窒素含有率を分け、日本各地の数値の中で中間的な数値であり、

日本全体の値として使用するのが最も適切であると考えられる伊達（1988）の値を用いることとした。

e）再計算

2020 年度の稲わら・もみ殻の残渣すき込み量が更新されたので、2020 年度の排出量が再計算された。排出係数に 2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用したので、全年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

排出係数について我が国独自の排出係数が使用できるよう検討している。

5.5.1.5. 土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの N_2O 排出（3.D.a.5.）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、鉱質土壌における土壌有機物中の有機物が酸化され炭素が失われる際に無機化された窒素由来の N_2O の算定を行う。なお、牧草地における鉱質土壌の無機化からの N_2O 排出量の算定と報告は、LULUCF 分野で行っている。NIR6 章 14 節を参照されたい。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、11.2.1.に記載されている式 11.1 及び式 11.8 をもとに、単位面積当たりの N_2O 排出係数（$EF_{N2O\text{-}Ni,j}$）［kg-N_2O-N］を設定し、算定を行った。N_2O 排出係数はわが国独自の地目別地域別の値、活動量は鉱質土壌の転用のない耕地面積を用いた。

$$N_2O - N_{direct_N_{Minerarl_i}} = F_{SOM_i} \times EF_i$$ （2006 年 IPCC ガイドライン、式 11.1）

$$F_{SOM_i} = \sum_k \left(\Delta C_{Mineral_{i,k}} \times \frac{1}{R_{i,k}} \right)$$ （2006 年 IPCC ガイドライン、式 11.8）

$$N_2O - N_{direct_N_{Minerarl_{i,j}}} = EF_{N2O_N_{i,j}} \times A_{i,j}$$

$N_2O_{direct\text{-}NMineral}$	：鉱質土壌の有機物の損失に伴う無機化された窒素からの N_2O 直接排出量［kg N_2O-N］
EF	：無機化された窒素量当たり N_2O 排出量［kg N_2O−N/kg−N］
A	：土壌有機物の損失に伴い土壌炭素を損失した鉱質土壌面積［ha］
i	：土地利用・地目タイプ（水田、普通畑、樹園地）
j	：地域（北海道、東北、関東、北陸、東海・近畿、中国・四国、九州・沖縄）
k	：土壌タイプ（Yagasaki and Shirato (2014) の分類に基づく土壌タイプ）

■　排出係数

排出係数は Shirato et al.（2021）により設定されたものを使用した。設定の概要については土地利用、土地利用変化及び林業分野（6.14. b)）を参照のこと。

表 5-67 水田及び普通畑の地域別 N_2O の排出係数［kg N_2O-N/ha/年］

地域	水田	普通畑
北海道	0.244	0.210
東北	0.269	0.189
関東	0.291	0.166
北陸	0.265	0.167
東海・近畿	0.284	0.172
中国・四国	0.307	0.200
九州・沖縄	0.310	0.197

（出典）　Shirato et al.（2021）

■　活動量

鉱質土壌の面積は、「耕地及び作付面積統計」から把握した地域別の水田及び普通畑の作付面積から我が国の水田及び普通畑における有機質土壌（泥炭土及び黒泥土）面積を減じることにより設定する。また、鉱質土壌のうち転用された水田・普通畑については、土地利用、土地利用変化及び林業分野で計上する。詳細については土地利用、土地利用変化及び林業分野の算定（後述 6.6.1 b) 2)の「活動量」の項目）を参照のこと。

表 5-68　農業分野で対象となる鉱質土壌面積［kha］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
対象となる水田	2,638	2,577	2,498	2,418	2,360	2,331	2,324	2,315	2,304	2,288	2,272	2,256	2,242	2,226	2,209
北海道	191	190	187	180	179	178	178	178	178	178	177	177	177	176	176
東北	578	582	577	564	557	542	541	540	537	534	530	527	525	522	519
関東	488	477	464	445	429	424	422	420	418	415	413	410	407	403	399
北陸	318	305	296	288	282	280	280	279	278	277	276	275	274	273	272
東海近畿	365	351	336	325	313	311	309	307	305	303	301	298	295	293	291
中国四国	338	323	303	291	282	279	277	276	274	272	270	267	266	263	259
九州沖縄	360	349	335	325	318	316	315	315	313	309	306	302	299	296	293
対象となる畑地	1,171	1,126	1,104	1,119	1,138	1,136	1,134	1,129	1,125	1,122	1,115	1,109	1,103	1,096	1,091
北海道	389	368	369	382	396	398	398	398	399	401	401	402	402	403	403
東北	135	132	128	129	132	130	130	129	129	128	127	126	125	125	124
関東	293	287	287	288	285	283	281	279	276	274	271	268	265	262	261
北陸	24	23	22	23	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
東海近畿	58	57	57	60	61	62	62	62	61	61	61	60	60	60	59
中国四国	60	57	51	51	54	54	54	54	53	53	52	52	51	50	49
九州沖縄	212	202	191	187	184	184	182	182	180	180	178	176	174	172	171

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、Shirato et al.（2021）に示されている標準偏差から求めた不確実性（水田 2.4%、畑地 2.9%）を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」で示された水田面積の標準誤差 1%を用いた。その結果、排出量の不確実性は、2.4%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

LULUCF 分野における鉱質土壌耕地面積が変更されたことにより、全年にわたり排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

5.5.1.6. 有機質土壌の耕起（3.D.a.6.）

a）排出源カテゴリーの説明

我が国では、北海道を中心に有機質土壌が存在している。本カテゴリーでは「黒泥土」と「泥炭土」の２種類の土壌区分を有機質土壌として取り扱っている。我が国では有機質土壌における農地造成は1970年代までにほぼ終了しており、一般的に客土が行われた土地が耕作に利用されている。

b）方法論

■　算定方法

2006年IPCCガイドラインに従い、耕起された有機質土壌の水田面積、普通畑面積及び草地面積にそれぞれの排出係数を乗じて有機質土壌の耕起によるN_2O排出量を算定する。

$$E = EF \times A \times 44/28$$

E	：有機質土壌の耕起に伴うN_2O排出量［kg-N_2O/年］
EF	：有機質土壌の耕起の際のN_2O排出係数［kg-N_2O-N/ha/年］
A	：耕起された有機質土壌の面積［ha］

■　排出係数

有機質土壌の水田耕作においては､畑作に比べN_2O排出量が低くなることが知られている。我が国では北海道の有機質土壌耕作地で行われたN_2O排出の観測事例（永田・鮫島、2006）が存在するが、窒素施用分の排出も含めた観測結果であることから、施肥による排出分（上記表 5-51で示した排出係数（0.31%［%：kg-N_2O-N/kg-N］）を用いて算出）を控除して我が国独自の排出係数0.30［kg-N_2O-N/ha/年］を設定した。

畑地と牧草地については、それぞれ13［kg-N_2O-N/kg-N］、8.2［kg-N_2O-N/kg-N］の2019年改良IPCCガイドラインのデフォルト値を使用する。

■　活動量

有機質土壌面積は、LULUCF分野で計算された値を用いた。土壌群別土壌面積データが得られる1992年、2001年、2010年には、都道府県別地目別の土壌群別土壌面積データより有機質に分類される土壌の割合を算出し、それを都道府県別の各地目の面積に乗じることで算出した。それ以外の年度においては、1992年、2001年、2010年の各時点の有機質土壌面積を起点に、拡張・かい廃面積の一定割合を有機質土壌とみなして加減することで各年の各地目の有機質土壌面積を計算した。

耕起された有機質土壌の面積は、農地の内の水田と普通畑における有機質土壌のすべてと更新した牧草地の有機質土壌面積とし、樹園地、更新されていない牧草地、採草放牧地、原野の面積を含んでいない。これは、樹園地、採草放牧地及び原野は、耕起されないためである。（6.7.1.転用のない草地）

牧草地の更新とは、再耕耘と新しい種まきを伴った、数年に一度行われる牧草地管理の作業である。毎年の牧草地の有機質土壌の耕起面積は牧草地の更新割合と当該域の牧草地の有機質土壌面積を乗じて算出した。牧草地の更新割合は、波多野（2017）の調査結果を使用した。波多野の結果は、2006年から2015年に渡り、北海道と他の都府県の2つに地域を区分

した更新割合からなる。2005 年度以前と 2016 年度以降については、2006 年度～2010 年度の平均値（北海道：3.0%、都府県：1.3%）を使用した。

表 5-69　牧草地の更新割合

年度	2005 年度以前	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 年度以降
北海道	3.0%	2.5%	2.8%	3.0%	3.7%	2.9%	3.5%	3.6%	3.3%	3.9%	4.1%	3.0%
都府県	1.3%	1.0%	1.2%	1.0%	1.4%	2.1%	3.8%	15.7%	9.6%	5.2%	3.5%	1.3%

（出典）波多野（2017）

表 5-70　農業分野で対象となる有機質土壌面積［kha］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
対象となる水田	131.6	129.8	129.1	127.3	125.3	124.9	125.0	125.1	125.0	124.8	124.9	124.9	124.9	124.9	124.8
対象となる畑地	16.7	16.7	17.0	16.9	16.8	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	16.0	16.0	16.0	15.9
対象となる牧草地 (北海道)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.4	1.3	1.5	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
対象となる牧草地 (都府県)	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.029	0.018	0.010	0.006	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインで示されている不確実性（-75%～+200%）を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」に示された水田面積の標準誤差（1%）を採用した。その結果、排出量の不確実性は-75%～+200%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

我が国独自の有機質土壌の水田の排出係数 0.30［kg-N_2O-N/ha/年］は、北海道の泥炭土の水田で行われた N_2O 排出の実測値（永田・鮫島、2006）を基にして設定している。泥炭土の水田からの N_2O は 8 つの観測点で測定され、排出量実測値は-0.28～1.27［kg-N_2O-N/ha/年］であった。永田・鮫島（2006）が行った観測では施肥が行なわれているため、排出係数設定の際には、施肥に伴う排出量を控除している。水田への施肥に伴う N_2O の排出推測値は 0.11～0.29［kg-N_2O-N/ha/年］であり、泥炭土の水田における N_2O の排出係数は 0.30［kg-N_2O-N/ha/年］となった。

なお、畑地のデフォルトの排出係数 13［kg-N_2O-N/ha/年］（2019 年改良 IPCC ガイドライン Vol. 11、p. 11.11）は、永田・鮫島（2006）が泥炭土の畑地（9 つの観測点）で N_2O 排出の観測を行った際の排出量実測値 2.87～13.60［kg-N_2O-N/ha/年］の範囲に有った。

e）再計算

LULUCF 分野における有機質土壌耕地面積が変更されたことにより、1990 年度、1991 年度、2011 年度以降の排出量が更新された。畑地と牧草地の排出係数に 2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用したので、全年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

5.5.2. 間接排出（3.D.b.）

農用地土壌へ施用された無機質肥料及び有機質肥料、放牧家畜のふん尿から揮発したアンモニアなどの窒素化合物が乱流拡散、分子拡散、静電力効果、化学反応、植物呼吸、降雨洗浄などの作用によって大気から土壌に沈着して微生物活動を受けて N_2O が発生する。

農用地土壌へ施用された無機質肥料、有機質肥料などの窒素が硝酸として溶脱・流出したものから、微生物の作用により N_2O が発生する。

5.5.2.1. 大気沈降（3.D.b.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは無機質肥料、有機質肥料、放牧家畜のふん尿から NH_3 や NOx として揮散した窒素化合物による大気沈降に伴い発生した N_2O の排出量の算定、報告を行う。

b） 方法論

■　算定方法

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.4、Page 11.23、Fig.11.3）に従い、N_2O 排出量の算定を行った。

$$E = EF \times A \times 44/28$$

E	：大気沈降による N_2O 排出量［kg N_2O/年］
EF	：大気沈降による N_2O 排出量に関する排出係数［kg-N_2O-N/ kg-NH_3-N+NO_X-N volatilized］
A	：無機質肥料、有機質肥料、放牧家畜のふん尿から NH_3 や NO_X として揮発した窒素量［kg-NH_3-N+NO_X-N/年］

■　排出係数

0.014［kg-N_2O-N/kg-NH_3-N+NO_X-N volatilized］（2019 年改良 IPCC ガイドライン Vol.4、Table11.3）

■　活動量

活動量は以下の式で示したように、無機質窒素肥料（肥料種別）、有機質肥料、放牧家畜のふん尿から NH_3 や NOx として揮発した窒素量で構成されている。なお、家畜排せつ物処理過程で NH_3 や NO_x として揮発した窒素量は 3.B.5.で報告している。

$$A = \sum_t (F_{SNt} \times Frac_{GASFt}) + [\,(F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM3}]$$

A	：無機質肥料、有機質肥料、放牧家畜のふん尿から NH_3 や NO_X として揮発した窒素量［kg-NH_3-N+NO_X-N/年］
F_{SNt}	：農用地に施用された無機質窒素肥料 t 中の窒素量［kg-N/年］
$Frac_{GASFt}$	：農用地に施用された無機質窒素肥料 t から NH_3 や NO_X として揮発する割合［kg-NH_3-N + NO_X-N/kg-N］
F_{ON}	：農用地に施用された有機質肥料中の窒素量［kg-N/年］
F_{PRP}	：放牧家畜の排せつ物に含まれる窒素量［kg-N/年］
$Frac_{GASM3}$	：農用地に施用された有機質肥料中の窒素（F_{ON}）及び放牧家畜の排せつ物中の窒素（F_{PRP}）から NH_3 や NO_X として揮発する割合［kg-NH_3-N + NO_X-N/kg-N］

○　農用地土壌に施用された無機質窒素肥料から NH_3 や NOx として揮発した窒素量（$F_{SN} \times Frac_{GASF}$）

農用地に施用された肥料種別の無機質窒素施用量（F_{SNt}）は「ポケット肥料要覧」の「窒素質肥料需要量」を用いた。この値から森林への施用量を除いたものを農用地の土壌の化学肥

料施用量として用いた（表 5-71）。揮散割合（$Frac_{GASFt}$）は、以下の表 5-72 に示した 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いた。2006 年 IPCC ガイドラインでは分けられていなかった肥料種別の窒素揮発割合が、2019 年改良 IPCC ガイドラインで提供されており、これらの割合を使用することで、国独自の肥料構成が算定に反映されると考えられる。

表 5-71　肥料種別無機質窒素肥料の農用地への施用量 [t-N]

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
尿素	115,620	107,917	106,712	125,170	117,267	109,403	136,391	129,924	136,622	132,424	132,424	132,424	132,424	132,424	132,424
アンモニア	465,738	393,888	363,180	286,181	245,364	249,294	239,123	228,585	208,505	224,393	224,393	224,393	224,393	224,393	224,393
硝安	8,010	7,090	3,947	2,207	989	877	1,105	889	713	3,160	3,160	3,160	3,160	3,160	3,160
その他	22,300	18,374	13,338	57,410	45,778	37,022	33,105	35,045	26,325	14,726	14,726	14,726	14,726	14,726	14,726

（出典）「ポケット肥料要覧」

表 5-72　無機質窒素肥料及び有機質窒素肥料中の窒素から NH_3 や NO_X として揮発する割合 [kg-NH_3-N + NO_X-N/kg-N]

	種類	値
$Frac_{GASF}$	尿素	0.15
	アンモニアベース	0.08
	硝安ベース	0.05
	その他（化学肥料一般の値を使用）	0.11
$Frac_{GASM}$	有機質窒素肥料	0.21

（出典）2019 年改良 IPCC ガイドライン（Vol.4、Table11.3）

○　農用地土壌に施用された有機質肥料及び放牧家畜の排せつ物から NH_3 や NOx として揮発した窒素量（(F_{ON} + F_{PRP}) × $Frac_{GASM3}$）

農用地土壌に施用された家畜排せつ物に含まれる窒素量（F_{ON}）は有機質窒素肥料（3.D.a.2.）で記述した値を用いた。放牧家畜の排せつ物に含まれる窒素量（F_{PRP}）は、3.B で計算された値を用いた。NH_3＋NOx 揮発割合（$Frac_{GASM3}$）は上記の表 5-72 に示した 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値（$Frac_{GASM}$ ＝ 0.21）を用いた。

表 5-73　無機質窒素肥料、有機質窒素肥料、放牧家畜のふん尿から NH_3 や NOx として揮発した窒素量［t（NH_3-N+NO_X-N）］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
無機質肥料由来（F_{SN}×$Frac_{GASF}$）	57,455	50,074	46,726	48,095	42,304	40,470	43,285	41,675	40,105	39,593	39,593	39,593	39,593	39,593	39,593
有機質肥料由来（F_{ON}×$Frac_{GASM3}$）	103,859	99,852	95,631	86,382	89,235	87,624	87,225	88,170	94,292	93,841	96,274	95,607	92,068	93,131	93,283
放牧家畜由来（F_{PRP}×$Frac_{GASM4}$）	2,727	2,696	2,506	2,342	2,220	2,115	2,058	1,940	1,959	1,913	1,904	1,894	1,856	1,800	1,811
合計（NH_3+NOxとして揮散した窒素量）(A)	164,042	152,622	144,863	136,819	133,759	130,208	132,568	131,784	136,356	135,347	137,771	137,094	133,517	134,523	134,687

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている各パラメータの不確実性から合成して算出した値（-106%～+447%）を用いた。活動量の不確実性は、家畜の中で最も大きいブロイラーの値（9%）で代替した。その結果、排出量の不確実性は-106%～+447%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施して

いる。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e） 再計算

2020 年度の「乳用牛群能力検定成績」における検定牛の産次別頭数、「養豚農業実態調査」における出荷日齢平均、採卵鶏における日産卵量と飼料要求量、堆肥副資材量が更新され、有機質肥料流通量が修正されたため、2020 年度の有機質肥料由来、及び放牧家畜由来の排出量が再計算された。家畜排せつ物の管理における排出係数の見直しにより、有機質肥料由来の全年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

排出係数や投入した窒素の揮発率などについて、我が国独自の数値が設定出来るよう、検討している。

5.5.2.2. 窒素溶脱・流出（3.D.b.2.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、農用地の土壌からの窒素溶脱・流出に伴う N_2O 排出の算定を行う。

b） 方法論

■ 算定方法

N_2O 排出量は、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 4、11.23、Fig11.3）に従い、デフォルトの排出係数に、溶脱・流出した窒素量を乗じて算定を行なった。

$$E = EF \times A \times 44/28$$

E	：窒素溶脱・流出に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O］
EF	：窒素の溶脱及び流出に伴う排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］
A	：化学肥料、有機質肥料などから溶脱・流出した窒素量［kg-N］

■ 排出係数

0.011 [kg-N_2O-N/kg-N]（2019 年改良 IPCC ガイドラインデフォルト値、Table11.3）

■ 活動量

活動量は以下の式で示したように、無機質窒素肥料、有機質窒素肥料、放牧家畜のふん尿、作物残さ、炭素消失による無機化からそれぞれ溶脱・流出する窒素量で構成されている。上述の 3.D.a.1～.3.D.a.5.でそれぞれ算定した窒素量に、2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されたデフォルトの溶脱・流出割合（$Frac_{LEACH}$ ＝0.24）を乗じて算定した。2019 年改良 IPCC ガイドラインの値は、より幅広い気候帯や作物種、家畜種、投入肥料を網羅したデータセットを使って得られた、より正確な値であると考えている。

$$A = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{LEACH}$$

A	：無機質窒素肥料、有機質肥料などから流出した窒素量［kg-N］
F_{SN}	：農用地に施用された無機質窒素肥料に含まれる窒素量［kg-N］
F_{ON}	：農用地に施用された有機質窒素肥料中の窒素量［kg-N］
F_{PRP}	：放牧家畜の排せつ物に含まれる窒素量［kg-N］

F_{CR}　：作物残さのすき込みによる窒素投入量［kg-N］
F_{SOM}　：鉱質土壌の炭素消失時に無機化された窒素量［kg-N］
$Frac_{LEACH}$　：それぞれの活動で溶脱・流出する窒素割合［%］

表 5-74　無機質肥料、有機質肥料などから溶脱・流出した窒素量［t (NH_3-N+NO_X-N)］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
無機質肥料由来（F_{SN}×$Frac_{LEACH}$）	146,800	126,545	116,922	113,032	98,255	95,183	98,334	94,666	89,319	89,929	89,929	89,929	89,929	89,929	89,929
有機質肥料由来（F_{ON}×$Frac_{LEACH}$）	118,697	114,116	109,293	98,722	101,983	100,141	99,686	100,766	107,762	107,247	110,028	109,265	105,220	106,435	106,610
放牧家畜由来（F_{PRP}×$Frac_{LEACH}$）	3,117	3,081	2,864	2,676	2,537	2,417	2,351	2,217	2,239	2,187	2,175	2,165	2,121	2,057	2,070
作物残さのすきこみ由来（F_{CR}×$Frac_{LEACH}$）	36,239	35,824	38,175	35,164	30,200	30,631	30,620	29,862	29,533	28,265	28,125	27,916	28,518	27,955	28,125
無機化された窒素由来（F_{SOM}×$Frac_{LEACH}$）	66,516	64,788	62,844	61,213	60,057	59,412	59,236	59,023	58,742	58,375	57,963	57,556	57,204	56,810	56,383
合計（溶脱流出した窒素量）(A)	371,369	344,353	330,098	310,808	293,033	287,785	290,228	286,534	287,595	286,002	288,220	286,831	282,992	283,185	283,116

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている各パラメータの不確実性から合成して算出した値（-115%～+287%）を用いた。活動量の不確実性は、上記「大気沈降」同様に 9%を採用した。その結果、排出量の不確実性は-115%～+287%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

2020 年度の「乳用牛群能力検定成績」における検定牛の産次別頭数、「養豚農業実態調査」における出荷日齢平均、採卵鶏における日産卵量と飼料要求量、堆肥副資材量、稲わらともみ殻のすきこみ量が更新され、有機質肥料流通量が修正されたため、2020 年度の有機質肥料由来、放牧家畜由来、及び、作物残さのすきこみ由来、それぞれの排出量が再計算された。家畜排せつ物の管理における排出係数の見直しにより、有機質肥料由来の全年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

排出係数や窒素の溶脱・流出割合などについて、我が国独自の数値が設定出来るよう、検討している。

5.6. サバンナを計画的に焼くこと（3.E.）

当該排出区分では、2006 年 IPCC ガイドラインにおいて「亜熱帯における草地の管理のために･･･」と記されているが、我が国では該当する活動が存在しないため、「NO」として報告する。

5.7. 農作物残さの野焼き（3.F.）

a） 排出源カテゴリーの説明

野外における作物残渣の不完全な燃焼により、CH_4、N_2O が大気中に放出される。本カテゴリーでは、これらの CH_4、N_2O 排出に関する算定、報告を行なう。

2021 年度におけるこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量は CH_4 が 64kt-CO_2 換算、N_2O が 20kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）のそれぞれ 0.005%、0.002%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較するとそれぞれ 49.7%、49.7%の減少となっている。

表 5-75　野外で農作物の残留物を焼くことによる CH_4 及び N_2O 排出量（3.F.）

ガス	区分		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4	3.F.1. 穀物	小麦	kt-CH_4	0.38	0.22	0.27	0.31	0.24	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.16	0.17	0.18	0.20
		大麦		0.15	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
		とうもろこし		0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
		稲		1.96	2.05	1.38	1.03	0.70	0.66	0.75	0.68	0.56	0.57	0.47	0.53	0.51	0.50	0.48
		その他穀物類		0.06	0.05	0.08	0.09	0.09	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
	3.F.2. 豆類	大豆		0.47	0.22	0.40	0.43	0.45	0.42	0.42	0.43	0.46	0.49	0.49	0.47	0.46	0.46	0.47
		その他豆類		0.35	0.27	0.22	0.19	0.16	0.15	0.16	0.16	0.14	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12
	3.F.3. 根菜類	ばれいしょ		0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14
		てんさい		0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
		その他根菜類（野菜類除く）		0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10
	3.F.4.	さとうきび		0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
	3.F.5. その他	野菜類		0.95	0.87	0.81	0.74	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66	0.65
		その他作物		0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	合計		kt-CH_4	5.1	4.4	3.8	3.4	2.9	2.8	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
			kt-CO_2換算	127	111	96	86	74	71	72	70	67	67	64	65	64	64	64
N_2O	3.F.1. 穀物	小麦	kt-N_2O	0.010	0.006	0.007	0.008	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005
		大麦		0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		とうもろこし		0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		稲		0.051	0.053	0.036	0.027	0.018	0.017	0.019	0.018	0.015	0.015	0.012	0.014	0.013	0.013	0.012
		その他穀物類		0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	3.F.2. 豆類	大豆		0.012	0.006	0.010	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.012	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012
		その他豆類		0.009	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	3.F.3. 根菜類	ばれいしょ		0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		てんさい		0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		その他根菜類（野菜類除く）		0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	3.F.4.	さとうきび		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	3.F.5. その他	野菜類		0.025	0.023	0.021	0.019	0.019	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017
		その他作物		0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004
	合計		kt-N_2O	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
			kt-CO_2換算	39	34	30	26	23	22	22	22	21	21	20	20	20	20	20
全ガス合計			kt-CO_2換算	166	145	126	112	96	93	94	92	88	88	84	85	84	84	84

b） 方法論

■　算定方法

CH_4、N_2O の排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された方法を用いて算定した。

$$E = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

E　：農作物残渣の野焼きによる温室効果ガス排出量［t-CH_4 or t-N_2O］
A　：野焼き対象の面積［ha］
M_B　：単位面積当たり燃焼重量［t/ha］
C_f　：燃焼係数
G_{ef}　：排出係数［g-CH_4/kg or g-N_2O/kg］

■　排出係数

CH_4: 2.7［g-CH_4/kg（乾物）］（2006 年 IPCC ガイドライン、Table 2.5）
N_2O: 0.07［g-N_2O/kg（乾物）］（2006 年 IPCC ガイドライン、Table 2.5）

■　活動量

算定に使用したパラメータは表 5-76 に記載している。残渣の焼却割合と燃焼係数は、作物残渣のすき込み（3.D.a.4.）と共通のものを使用している。稲については、焼却処理される稲わら及びもみ殻量のデータ（表 5-77）が得られるため、単位面積当たり燃焼重量（M_B）は乗じないこととする。なお、麦類の野焼きされる割合については、表 5-66 で示した焼却割合を用いている。

表 5-76　残さの焼却割合、単位当たり燃焼重量×燃焼係数（$M_B \times C_f$ ）、稲の燃焼係数

作物	残渣の焼却割合	$M_B \times C_f$	燃焼係数(C_f)
稲	－	－	0.80
豆類	12% 1)	10 3)	－
野菜類、てんさい、とうもろこし、いも類、そば、なたね、い、葉たばこ	7% 2)	10 3)	－
さとうきび	7% 2)	6.5	－
麦類	表 5-66 参照	4 4)	－

（出典）残さの焼却割合：「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」
$M_B \times C_f$ ：2006 年 IPCC ガイドライン
（注）1）豆類の値、2）野菜の値、3）とうもろこしの値、4）小麦の値

稲の野焼きされる作物残渣量は、都道府県において把握しているデータより算出した稲わら・もみ殻のうち焼却処理される量のデータを使用した（表 5-77）。その他の作物については「作物統計」及び「野菜生産出荷統計」に掲載されている面積データから推計した。湿重量から乾燥重量への換算には、2006 年 IPCC ガイドラインの乾物率（0.89）を使用した。

表 5-77　焼却処理される稲わら及びもみ殻量（湿重量）［kt］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
稲わら	438.2	536.9	429.1	276.6	149.3	149.4	183.4	161.7	144.2	152.8	129.3	136.1	123.3	129.7	115.6
もみ殻	581.3	528.3	291.3	260.3	212.9	195.6	206.6	193.9	147.5	142.6	114.2	140.7	140.7	132.8	134.3
計	1,019.5	1,065.2	720.4	536.9	362.2	345.0	390.0	355.6	291.7	295.4	243.5	276.8	264.0	262.5	249.9

（出典）都道府県において把握しているデータより算出

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている各パラメータの不確実性から合成して算出した値（CH_4 : 296%、N_2O : 300%）を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」に記載されている水田面積の標準誤差（1%）で代替した。その結果、CH_4、N_2O 排出量の不確実性はそれぞれ、296%、300%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e） 再計算

稲わら及びもみ殻の 2020 年度の焼却処理量が更新されたため、2020 年度の排出量が更新された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

5.8. 石灰施用（3.G.）

a） 排出源カテゴリーの説明

炭酸カルシウム（$CaCO_3$）肥料やドロマイト（$CaMg(CO_3)_2$）肥料の土壌への施用により、土壌水中で炭酸水素イオン（HCO_3^-）が遊離され、さらに CO_2 となり大気中に放出される。本カテゴリーではそれらの農地土壌への石灰施用に伴う CO_2 排出量を取り扱う。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 225kt-CO_2 であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.02%を占めている。1990 年度比 59.0%の減少となっている。

表 5-78　石灰施用に伴う CO_2 排出量（3.G.）

ガス	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	3.G.- 炭酸カルシウム	kt-CO_2	550	303	332	231	242	369	379	362	258	252	293	241	241	232	223
	3.G.- ドロマイト		0.3	0.5	0.5	0.6	1.0	0.6	1.1	1.0	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	2.0
	合計	kt-CO_2	550	304	333	231	243	370	380	363	259	253	294	242	242	233	225

b） 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、11.27、Figure11.4）のデシジョンツリーに従い、Tier 1 法を用いて算定方法を行った。

$$E = (M_{Limestone} \times EF_{Limestone} + M_{Dolomite} \times EF_{Dolomite}) \times 44/12$$

E ：農地土壌への石灰施用に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
$M_{Limestone}$ ：炭酸カルシウムの施用量［t］
$EF_{Limestone}$ ：炭酸カルシウムの排出係数［t-C/t］
$M_{Dolomite}$ ：ドロマイトの施用量［t］
$EF_{Dolomite}$ ：ドロマイトの排出係数［t-C/t］

■ 排出係数

炭酸カルシウム（$CaCO_3$）　：0.12［t-C/t］（2006 年 IPCC ガイドライン、p.11.29）
ドロマイト（$CaMg(CO_3)_2$）　：0.13［t-C/t］（2006 年 IPCC ガイドライン、p.11.29）

■ 活動量

活動量は、「ポケット肥料要覧」に示される肥料の種類別生産量及び輸入量を積算して求めた。なお専門家判断に基づき、同統計に示される肥料のうち「炭酸カルシウム肥料」の全量、「貝化石肥料」、「粗砕石灰石」、「貝殻肥料」の 70%を炭酸カルシウム、また、「炭酸苦土肥料」の全量及び「混合苦土肥料」の 74%をドロマイトと想定した。

表 5-79　炭酸カルシウムとドロマイトの施用量［kt］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
炭酸カルシウム施用量	1,250	689	755	524	550	839	860	822	586	573	665	548	549	527	508
ドロマイト施用量	0.7	1.1	1.1	1.4	2.0	1.3	2.2	2.0	1.7	1.7	2.0	1.9	1.9	1.8	4.3

（出典）「ポケット肥料要覧」のデータより算出

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている 50%を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」に記載されている水田面積の標準誤差（1%）で代替した。その結果、排出量の不確実性は 50%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e） 再計算

特になし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

5.9. 尿素施用（3.H.）

a） カテゴリーの説明

尿素（$(NH_3)_2CO$）の施肥により、土壌水中で炭酸水素イオン（HCO_3^-）が遊離され、さらに CO_2 となり大気中に放出される。本カテゴリーでは、この CO_2 排出に関する算定、報告を行う。

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 208 kt-CO_2 であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.02%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 14.5%の増加となっている。

表 5-80　尿素施用に伴う CO_2 排出量（3.H.）

ガス	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	3.H. 尿素施用	kt-CO_2	182	170	168	197	184	172	214	204	215	208	208	208	208	208	208

b） 方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、11.33、Figure11.5）のデシジョンツリーに従い、Tier 1 法を用いて算定方法を行った。

$$E = (M \times EF) \times 44/12$$

E　：農地土壌への尿素肥料に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
M　：尿素の施用量［t］
EF　：尿素肥料の排出係数［t-C/t］

■　排出係数

0.20 t-C/t（2006 年 IPCC ガイドラインデフォルト値、p.11.34）

■　活動量

尿素の施用量として「ポケット肥料要覧」に示されている「尿素肥料需要量」を用いた。

表 5-81　尿素肥料需要量［kt］

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
尿素肥料需要量	248	231	229	268	251	235	292	279	293	284	284	284	284	284	284

（出典）「ポケット肥料要覧」のデータより算出

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている 50%を用いた。活動量の不確実性は、「耕地及び作付面積統計」に記載されている水田面積の標準誤差（1%）で代替した。その結果、排出量の不確実性は 50%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて算定されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、1 章に詳述している。

e）再計算

輸入分のみを計上対象としていた尿素肥料からの CO_2 排出量について、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、国内生産分も含めた全量を計上対象としたことにより、全年にわたり排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

5.10. その他の炭素を含む肥料（3.I.）

当該排出区分に該当する活動が存在しないため、「NO」として報告する。

5.11. その他（3.J.）

その他として考えられる排出源がないため、「NO」として報告する。

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」(2006)
2. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良」(2019)
3. International Rice Research Institute (IRRI), "*World Rice STATISTICS 1993-94*"
4. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 1 部（平成 12 年 9 月)」(2000)
5. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 3 部（平成 14 年 8 月)」(2002)
6. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（平成 18 年 2 月)」(2006)
7. 環境省環境再生・資源循環局「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編)」
8. 環境省環境再生・資源循環局「日本の廃棄物処理」
9. 気象庁「日本気候表」
10. 農林水産省生産局畜産部畜産企画課「家畜排せつ物処理状況調査結果（平成 21 年 12 月 1 日現在)」(2011)
11. 農林水産省生産局畜産部畜産振興課「家畜排せつ物処理状況等調査結果（平成 31 年 4 月 1 日現在)」(2021)
12. 農林水産省「平成 23 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法の開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書」(2012)
13. 農林水産省「平成 24 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書」(2013)
14. 農林水産省「平成 25 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書」(2014)
15. 農林水産省「土壌環境基礎調査」(1990)
16. 農林水産省「第 4 次土地利用基盤整備基本調査」(2006)
17. 農林水産省「鶏の改良増殖目標」(2015)
18. 農林水産省「食料・農業・農村基本計画（平成 27 年 3 月)」(2015)
19. 農林水産省「農地土壌温室効果ガス排出量算定基礎調査事業　報告書」(2014)
20. 農林水産省「農地土壌炭素貯留等基礎調査事業　報告書」(2018)
21. 農林水産省「作物統計」
22. 農林水産省「畜産統計」
23. 農林水産省「小動物及び実験動物等の飼養状況」
24. 農林水産省「耕地及び作付面積統計」
25. 農林水産省「農業経営統計調査」
26. 農林水産省「畜産物生産費統計」
27. 農林水産省「畜産物流通統計」
28. 農林水産省「牛乳乳製品統計」
29. 農林水産省「家畜の飼養に係る衛生管理の状況等」
30. 農林水産省「飼料月報」
31. 農林水産省「野菜生産出荷統計」
32. 農林水産省生産局畜産部畜産振興課「馬関係資料」
33. 農林水産省「環境保全型農業直接支払交付金」
34. 平成 20 年度環境バイオマス総合対策推進事業のうち農林水産分野における地球温暖化対策調査事業報告書（全国調査事業）　事業課題名　我が国の気候条件等を踏まえた家畜排せつ物管理に伴う温室効果ガス排出量算定方法の検討（2009）

35. 北海道農政部「北海道施肥ガイド 2010」（2010）
36. 沖縄県「家畜・家きん等の飼養状況調査結果」
37. （株）ゲン・コーポレーション「コマーシャル鶏飼養管理ガイド」
38. （財）農林統計協会「ポケット肥料要覧」
39. 農業・食品産業技術総合研究機構 編「日本飼養標準」（社）中央畜産会
40. 農業・食品産業技術総合研究機構 編「日本標準飼料成分表」（社）中央畜産会
41. （社）中央畜産会「家畜改良関係資料」
42. （社）家畜改良事業団「乳用牛群能力検定成績」
43. （社）日本養豚協会「養豚農業実態調査報告書（全国集計結果）」
44. （財）畜産環境整備機構 編「家畜ふん量処理・利用の手引き：畜産現場に役立つ家畜ふん尿処理・利用のマニュアル」畜産環境整備機構（1998）
45. （社）畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 第四集」（1999）
46. （社）畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」（2002）
47. （社）畜産技術協会「ブロイラー飼養実態アンケート調査」（2008）
48. （社）日本下水道協会 資料
49. 日本たばこ産業株式会社 資料
50. 温暖化対策土壌機能調査協議会「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」
51. Akiyama, H., Yagi, K., and Yan, X., *"Direct N_2O emissions and estimate of N_2O emission factors from Japanese agricultural soils"*, In program and Abstracts of the International Workshop on Monsoon Asia Agricultural Greenhouse Gas Emissions, March 7-9, 2006, Tsukuba, Japan, 27 (2006 a)
52. Akiyama, H., Yan X. and Yagi, K., *"Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N_2O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data"*, Soil Science and Plant Nutrition, 52, 774-787 (2006 b)
53. Akiyama, H., Yan X. and Yagi, K., *"Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N_2O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis"*, Global Change Biology, 16(6), 1837-1846 (2010)
54. 長命洋佑、寺田文典、広岡博之「乳牛と肉牛における窒素排せつ量の予測と比較」畜産学会報、77（4）, 485-494（2006）
55. 伊達昇「便覧　有機質肥料と微生物資材」、農山漁村文化協会、pp. 116-117、（1988）
56. 麓　多門、柳原哲司、齋藤　隆、八木一行「農地からの温室効果ガス発生量の推定 −プロセスモデルによるアプローチ−」、土壌の物理性 114、49-52、（2010）
57. 波多野隆介「草地飼料畑の管理実態調査事業」平成 28 年度日本中央競馬会畜産振興事業の報告書（2017）
58. Hayano, M., Fumoto, T., Yagi, K. and Shirato, Y., *"National-scale estimation of methane emission from paddy fields in Japan: Database construction and upscaling using a process-based biogeochemistry model"* Soil Science Plant Nutrition, 59(5), 812–823 (2013)
59. 寳示戸雅之、池口厚男、神山和則、島田和宏、荻野暁史、三島慎一郎、賀来康一「わが国農耕地における窒素負荷の都道府県別評価と改善シナリオ」日本土壌肥料学雑誌、74（4）, 467-474（2003）
60. 保科次雄、香西修治、本荘吉男「土壌中におけるチャ有機物の分解と茶樹による窒素の再吸収」、茶業研究報告 55 号、30-36（1982）
61. 石橋誠、橋口純也、古閑護博「畜産業における温室効果ガス排出削減技術の開発（第 2 報）」　畜産環境保全に関する試験研究　平成 15 年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所（2003）

62. Katayanagi, N., Fumoto, T., Hayano, M., Takata, Y., Kuwagata, T., Shirato, Y., Sawano, S., Kajiura, M., Sudo, S., Ishigooka, Y. and Yagi, K., *"Development of a method for estimating total CH_4 emission from rice paddies in Japan using the DNDC-Rice model"*, Science of the Total Environment, 547, 429–440 (2016)
63. Katayanagi, N., Fumoto, T., Hayano, M., Shirato, Y., Takata, Y., Leon, A. and Yagi, K., *"Estimation of total CH_4 emission from Japanese rice paddies using a new estimation method based on the DNDC-Rice simulation model"*, Science of the Total Environment, 601–602, 346–355 (2017)
64. 木下忠孝、辻正樹「てん茶園の窒素収支」、茶業研究報告 100 号、52-54（2005）
65. Kume, S., Nonaka, K., Oshita, T. and Kozakai T., *"Evaluation of drinking water intake, feed water intake and total water intake in dry and lactating cows fed silages"*, Livestock Science, 128(1-3), 46-51 (2010)
66. 松本成夫「地域における窒素フローの推定方法の確立とこれによる環境負荷の評価」、農業環境技術研究所報告 18 号、81-152（2000）
67. Minamikawa, K., Fumoto, T., Itoh, M., Hayano, M., Sudo, S. and Yagi, K., *"Potential of prolonged midseason drainage for reducing methane emission from rice paddies in Japan: a long-term simulation using the DNDC-Rice model"*, Biology and Fertility of Soils, 50(6), 879-889 (2014)
68. Mori, A. and Hojito, M., *"Methane and nitrous oxide emissions due to excreta returns from graizing cattle in Nasu, Japan"*, Grassland Science, 61(2), 109-120 (2015)
69. 丹羽太左衛門「養豚ハンドブック」養賢堂（1994）
70. 野中邦彦「茶園における窒素環境負荷とその低減のための施肥技術」、茶業研究報告 100 号、29-41（2005）
71. 永田修、鮫島良次「石狩川泥炭地の土地利用と温室効果ガス―湿原、水田、転換畑の比較―」、新しい研究成果：北海道地域、115-121（2006）
72. 小川和夫、竹内豊、片山雅弘「北海道の耕草地におけるバイオマス生産量及び作物による無機成分吸収量」北海道農業試験場研究報告、149、57-91（1988）
73. Ogino, A., Murakami, H., Yamashita, T., Furuya, M., Kawahara, H., Ohkubo, T. and Osada, T., *"Estimation of nutrient excretion factors of broiler and layer chickens in Japan"*, Animal Science Journal 88(4), 659-668 (2017)
74. 荻野 暁史, 大森 英之, 井上 寛暁, 山下 恭広, 長田 隆「肥育豚における窒素，リン，カリウム排せつ量原単位の推定」畜産学会報、91(3), 281-288（2020）
75. 太田充、岩橋光育、森田明雄「一番茶後の更新茶園における整せん枝有機物の分解と窒素の消長」茶業研究報告 84 号別冊、130-131（1996）
76. 大谷文博、甘利雅拡、田鎖真澄、久米新一「泌乳牛の尿量は窒素およびカリウム摂取量と乳量から推定できる」畜産草地研究所成果情報（2010）
77. Osada, T., Kuroda, K. and Yonaga, M., *"Determination of nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from a swine waste composting process"*, Journal of Material Cycles and Waste Management, 2(1),51-56 (2000)
78. Osada, T., *"Nitrous Oxide Emission from Purification of Liquid Portion of Swine Wastewater"*, Greenhouse Gas Control Technologies - 6 International Conference, Volume I, J. Gale and Y. Kaya (Eds.), 1299-1304 (2003)
79. Osada, T., Fukumoto, Y., Tamura, T., Shiraihi, M. and Ishibashi, M., *"Greenhouse gas generation from livestock waste composting"*, Proceedings of the Fourth International Symposium on Non-CO_2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Science, Control, Policy and Implementation, Millpress, Rotterdam, 105-111 (2005)
80. 尾和尚人「我が国の農作物の栄養収支」（「平成 8 年度関東東海農業環境調和型農業生産

における土壌管理技術に関する第 6 回研究会「養分の効率的利用技術の新たな動向」）（1996）
81. 斎藤守「肥育豚及び妊娠豚におけるメタンの排泄量」日本畜産学会報 59（9）、773-778（1988）
82. 柴田正貴、寺田文典、栗原光規、西田武弘、岩崎和雄「反芻家畜におけるメタン発生量の推定」、日本畜産学会報、64（8）, 790-796（1993）
83. 白石 誠、長田 隆、水木 剛、高取 健治「牛舎排水浄化処理施設から発生する温室効果ガス」日本畜産学会報、88（4）、479-490（2017）
84. 橘尚明、池田敏久、池田勝彦「茶樹における樹齢の進行および多肥条件下での窒素吸収特性」、日本作物学会紀事 65（1）、8-15（1996）
85. 土屋いづみ、悦永秀雄、堂岸宏、坂本卓馬、石田三佳、長谷川三喜、長田隆「鶏糞乾燥処理施設における温室効果ガス発生量の測定」　日本畜産学会報、85（1）、61-69（2014）
86. 築城幹典、原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」、システム農学（J、JASS）、l3（1）、17-23（1997）
87. 鶴田治雄「温室効果ガス削減農法モデルの構築 －亜酸化窒素について－」「平成 12 年度温室効果ガス排出量削減定量化法調査報告書」、（財）農業技術協会、p.42（2001）
88. Yagasaki, Y., and Shirato, Y., "*Assessment on the rates and potentials of soil organic carbon sequestration in agricultural lands in Japan using a process-based model and spatially explicit land-use change inventories – Part 1: Historical trend and validation based on nation-wide soil monitoring*" Biogeosciences, 11(16), 4429–4442 (2014)
89. Shirato, Y., Kishimoto-Mo, W. A. and Takata, Y., "*A modeling approach to estimating N_2O emission derived from loss of soil organic matter for the Japanese greenhouse gas inventory*" Soil Science and Plant Nutrition, 67(3), 347-352 (2021)
90. Itoh, M., Sudo, S., Mori, S., Saito, H., Yoshida, T., Shiratori, Y., Suga, S., Yoshikawa, N., Suzue, Y., Mizukami, H., Mochida, T. and Yagi, K., "*Mitigation of methane emissions from paddy fields by prolonging midseason drainage*", Agriculture, Ecosystems and Environment, 141, 359–372, (2011)
91. National Research Council of the National Academies (NRC), "*Nutrient Requirements of Swine – Animal Nutrition Series–*" (2012)

第 6 章　土地利用、土地利用変化及び林業分野

6.1. 土地利用、土地利用変化及び林業分野の概要

土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）分野では、森林等の土地利用及び土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収を取り扱う。本分野における温室効果ガスの排出・吸収量の算定対象は、2006 年 IPCC ガイドラインに従って区分した森林（4.A.）、農地（4.B.）、草地（4.C.）、湿地（4.D.）、開発地（4.E.）、及びその他の土地（4.F.）のそれぞれの土地利用カテゴリーにおける 5 つの炭素プール（地上バイオマス、地下バイオマス、枯死木、リター、土壌）及び森林から伐採され搬出された木材製品（HWP）（4.G.）プールの炭素蓄積変化量、及び、それぞれの土地利用カテゴリーにおける窒素肥料施用に伴う N_2O 排出量（4.(I)）、有機質土壌排水等に伴う CH_4、N_2O 排出量（4.(II)）、土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出量（4.(III)）、土壌からの N_2O 間接排出量（4.(IV)）、バイオマスの燃焼に伴う CH_4、N_2O 等の排出量（4.(V)）である（ただし、農地、草地における 4.(I)、4.(II)の N_2O 排出量及び 4.(III)、4.(IV)の転用の無い農地における N_2O 排出量は農業分野で報告）。用いている方法論の Tier は、それぞれ表 6-1 に示すとおりである。本章では、地上・地下バイオマスを併せて「生体バイオマス」、枯死木・リターを併せて「枯死有機物」と記述する。

本分野には排出源及び吸収源の両方が含まれるが、我が国では 1990 年度以降継続して純吸収となっている。2021 年度における当該分野の温室効果ガス純吸収量は 51,695 kt-CO_2 換算であり、我が国の総排出量（LULUCF を除く）の 4.4%に相当し、1990 年度比 18.3%の減少、前年度比 0.2%の増加となっている。我が国の純吸収量の年変動の特徴としては、1990 年度以降 2003 年度までは増加傾向であったが、2004 年度以降減少傾向となっている。2003 年度までの純吸収量の増加は、森林の吸収量の増加及び農地土壌における炭素蓄積減少量の減少、森林からの土地転用面積の減少による森林減少由来の排出量の減少等が要因としてあげられる。また、2004 年度以降の長期的な純吸収量の減少は、森林における吸収量の減少が主な要因としてあげられる。

表 6-1　土地利用、土地利用変化及び林業分野で用いている方法論の Tier

温室効果ガスの種類 カテゴリー	CO_2		CH_4		N_2O	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
A. 森林	T1,T2,T3	CS,D	T1	D	T1,T2	CS,D
B. 農地	T1,T2,T3	CS,D	T1	D	T1,T2	CS,D
C. 草地	T1,T2,T3	CS,D	T1	D	T1,T2	CS
D. 湿地	T1,T2	CS,D	-	-	-	-
E. 開発地	T1,T2	CS,D	T1	CS,D	T1	CS,D
F. その他の土地	T2	CS,D	-	-	T1	D
G. 伐採木材製品	T2,T3	CS,D				

（注）D: IPCC デフォルト値、T1: IPCC Tier 1、T2: IPCC Tier 2、T3: IPCC Tier 3、CS: 国独自の方法又は排出係数

なお、我が国の国土概況について簡単に述べると、北海道、本州、四国、九州及びその他の島嶼から構成される列島であり、ユーラシア大陸の東方に位置している。列島は北東から南西に渡って弧状に延びており、最北端は北緯約 45 度、最南端は北緯約 20 度に位置する（国土地理院）。国土の大部分は温帯湿潤気候に属しているが、南方の諸島は亜熱帯気候、北方は冷帯気候に属する。

6.2. 土地利用カテゴリーの設定方法及び面積把握方法

6.2.1. 各土地利用カテゴリーの面積把握方法

我が国のすべての土地は、既存統計等の定義に従い、2006 年 IPCC ガイドラインの 6 つの土地利用カテゴリーのいずれかに割り当てている。割り当て基準と該当する既存統計を用いた面積の把握方法は表 6-2 に示すとおりである。ただし「その他の土地」の全面積は他の 5 つの土地利用カテゴリーのいずれにも該当しない土地とした上で、国土総面積から 5 つの土地利用カテゴリーの合計面積を減じて求めている。2022 年審査（ARR2022　L.15）で ERT より、すべての土地利用区分の合計として総面積を報告するアプローチを適用しなかった理由について NIR に情報を提供するよう指摘を受けたが、理由は「その他の土地」を部分的に把握するいくつかの統計等の情報源は存在するが、全範囲をカバーできず全量把握が困難なためである。

表 6-2　IPCC 土地利用カテゴリーへの割り当て基準と面積把握方法

IPCC 土地利用カテゴリー	土地利用区分の割り当ての基準	面積把握のためのデータ及び把握方法
森林	森林法第 5 条及び 7 条の 2 に基づく森林計画対象森林とする。農業的樹林地や都市林は含まない。	2004 年度以前は林野庁「森林資源現況調査」、2005 年度以降は林野庁「国家森林資源データベース [1]」の森林計画対象森林の立木地（人工林、天然林）、無立木地、竹林とする。
農地	田、普通畑、樹園地、荒廃農地とする。	農林水産省「耕地及び作付面積統計」の田、普通畑、樹園地、農林水産省「農林業センサス」及び「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」における荒廃農地等とする。
草地	牧草地、採草放牧地、原野 [2]（牧草地及び採草放牧地以外の草生地）とする。	「耕地及び作付面積統計」の牧草地、「農林業センサス」における採草放牧地、及び国土交通省「土地利用現況把握調査」における原野等とする。
湿地	湿地のうち湛水地に該当する、水面（ダム等）、河川、水路とする。森林に該当しないマングローブを含む。	「土地利用現況把握調査」の水面、河川、水路とする。この面積から、マングローブについては、別途実施の調査や統計データを使用して把握する（6.7.1. b）2）参照）。ただし、本面積は国土面積に含まれていないため、国土外土地面積として扱う。
開発地	森林、農地、草地、湿地に該当しない都市地域とする。このうち都市林を含む都市緑地は、地域制緑地と施設緑地とする。	「土地利用現況把握調査」の道路及び宅地。ならびにその他各種データより把握した学校教育施設用地、公園・緑地等、交通施設用地、環境衛生施設用地、ゴルフ場、スキー場及びレクリエーション用施設、を開発地に含める。また、内数である都市緑地に関しては、国土交通省が管轄する都市緑地に関係する統計や調査にて把握する（詳細は表 6-50 に掲載）。
その他の土地	上記の土地利用区分のいずれにも該当しない土地とする。	国土地理院「全国都道府県市町村別面積調」の国土面積から他の土地利用区分の合計面積を差し引いて把握する。

表 6-2 に示す方法で得られた 2021 年度の各土地利用カテゴリーの面積は、森林が約 2,497 万 ha、農地が約 404 万 ha、草地が約 90 万 ha、湿地が約 135 万 ha、開発地が約 390 万 ha、その他の土地が約 264 万 ha となっている。

[1] 森林資源現況調査及び国家森林資源データベースは、同様の森林の定義及び調査方法を適用しており、これら 2 つのデータは時系列的一貫性を有している。

[2] 現況は主に野草地（永年牧草地、退化牧草地、耕作放棄した土地で野草地化した土地を含む）である。2011 年より採草放牧地を含む「原野等」という項目に変更されたため、「農林業センサス」の採草放牧地を除いた土地の面積を原野としている。

なお、各土地利用カテゴリーにおいては下位区分を設定している。下位区分とその定義については各土地利用カテゴリー節下の説明を参照のこと。

使用した統計の調査頻度等については表 6-3 に示すとおりである。

表 6-3　面積算定に用いた統計

統計 / 調査名	調査方法	調査期日	調査頻度	所管
森林資源現況調査	全数調査	3 月 31 日	5 年	林野庁
国家森林資源データベース [3]	全数調査	4 月 1 日	毎年	林野庁
耕地及び作付面積統計：耕地面積調査	対地標本実測調査	7 月 15 日	毎年	農林水産省
農林業センサス	全数調査	2 月 1 日	5 年	農林水産省
荒廃農地の発生・解消状況に関する調査	全数調査	12 月 31 日	毎年	農林水産省
土地利用現況把握調査	全数調査	10 月 1 日	毎年	国土交通省
全国都道府県市町村別面積調	全数調査	10 月 1 日	毎年	国土地理院

国土地理院「全国都道府県市町村別面積調」により把握された 2021 年度の国土総面積は約 3,780 万 ha であり、1990 年度比で 0.06%（約 24 万 ha）増となっている。この国土面積の変化は海面の干拓及び埋立に起因するものである。2022 年審査（ARR2022　L.15）で ERT からも指摘を受けたが、2006 年 IPCC ガイドライン第 6 巻 3 章 3.3 節において、「国土面積の時系列において一貫していること（Ensure that the national land area is consistent across the inventory time-series; ）」が推奨されているが、我が国では国土面積自体が年変動するため全時系列で同じ総面積を保つと不正確な情報を報告することになることから、これには従わず、各年のすべての土地利用の合計が統計で得られる各年の国土総面積に一致するよう報告することで我が国の実際の総面積変動を正確に反映することとしている。ガイドラインでは、続けて「一定に保たれていなければ、蓄積変化の排出量推定法を使用する際に計上される土地総面積の変化による誤った炭素の増減を反映することになる（otherwise stock changes will reflect false C increases or decreases due to a change in total land area accounted for when using a stock change emissions estimation method）」と記述されている。実際の処理としては、埋立等による面積の当該年の増加分は「森林」などの土地利用面積に直接配分されるわけではなく、「その他の土地」に含められ、翌年度以降の転用状況に応じて炭素蓄積量が算定される。また、埋立等により増加した「その他の土地」の算定においては、海面からその他の土地に転用する際に炭素損失は発生せず、蓄積も起こらないと仮定し、炭素蓄積変化は報告されない。従って、我が国のように国土総面積の時系列一貫性が保持されない場合でも、国土の拡張を直接活動量としている蓄積変化法の計算は行っていないため排出・吸収量の過大または過小推計は生じていない。

このほか、今次提出より、潮間帯に位置するマングローブ林からの排出・吸収量を算定対象に加え、湿地カテゴリー下で報告する。ただし、この場所は国土の定義（水涯線内の面積）上、上述の国土面積には含んでいないことから、湿地カテゴリー面積や土地転用マトリクスからは除外している。

6.2.2. 他の土地利用からの転用面積の推計方法

それぞれの土地利用カテゴリーは、更に、過去からの土地転用の有無に応じて「転用のない土地」と「転用された土地」とに区分される。土地転用の有無を区分する際には、2006 年

[3] 国家森林資源データベースは、森林簿、森林計画図などの行政情報、位置情報としてオルソフォト及びランドサット TM、SPOT 等の衛星情報を保持・管理するものである。

IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値である 20 年を適用している。森林と草地・農地間の転用により変化する鉱質土壌炭素プールにおける土壌炭素の変化の計算においては遷移期間を 40 年間と設定したため、40 年間の土地転用状況を推計している。なお転用後 21 年を経過した土地においては、排出・吸収量を転用のない土地利用下で報告する。それぞれの面積は、いずれも既存統計をもとに推計している。各土地転用面積の把握に使用した主な統計や調査は表 6-4 のとおりである。

表 6-4　土地転用推計に用いた統計

統計 / 調査名	調査内容	調査期日	調査頻度	所管
画像判読による土地利用変化状況調査	画像判読により非森林からの森林化または森林からの非森林化の把握	12 月 31 日	毎年 （2 年で一巡）	林野庁
耕地及び作付面積統計：拡張・かい廃面積調査	循環調査（関係機関資料、空中写真を利用）により、地目ごとの移動理由と面積を把握	7 月 15 日	毎年	農林水産省
農地の移動と転用	用途別農地・草地の転用面積を届け出面積から把握	12 月 31 日	毎年	農林水産省
農用地建設業務統計	調査対象事業の農地・草地の造成面積を把握	3 月 31 日	毎年 （1971 年～2002 年において実施）	農林水産省

6.2.2.1. 森林、非森林間の 1990～直近年の転用面積の把握について

6.2.2.1.a. 方法論と手順

a） 判読の設計と判読の手順

1. **判読点の設定**：全国に 500 m 間隔で格子状に約 150 万プロットを設定した。

2. **判読に用いた画像情報**：1989 年末空中写真オルソ画像（以下、1989 年空中写真）、及び SPOT の衛星画像（以下、衛星画像）（2005 年以降、約 2 年間隔で撮影されたすべての画像）。使用した画像の詳細は表 6-5 のとおり。

3. **判読の対象**：全国を 2 分し、毎年交互に総プロットの半分の判読を実施。日本全国の判読は 2 年で一巡する。

4. **判読の方法**：

① 1989 年空中写真と直近年の衛星画像の比較判読により、森林の被覆変化が発生したプロットを把握する。非森林から森林への変化のうち、人為的な植林活動と判読されたものを「他の土地利用から森林へ転用された土地（または AR 活動対象地）」、森林から非森林への変化を「森林から他の土地利用へ転用された土地（または D 活動対象地）」として判読する（林ら、2008）。判読の際には、森林の数値定義（表 6-16）を考慮した土地ユニットの空間評価単位（面積 0.3 ha、幅 20m）で評価を行い、プロット毎の転用前または転用後の土地利用状況についても判読している。

② ①で判読された変化がいつの期間に発生したかを、1989 年空中写真及び 2005 年以降におよそ 2 年間隔で撮影された衛星画像を用いて画像間ごとの発生地点数を把握した。この手順により前回把握された過去の判読結果が毎回修正される。

③ 何らかの理由で判読が難しかったプロットについては有効判読プロットから除外した。

b） 森林、非森林間の転用発生率の算定手順

1. 1990 年から 2005 年の間の変化と特定された地点については、全国土における発生地点数を全国土における有効判読点数で除して 1990 年から 2005 年までの累積発生率を求めた。

「他の土地利用から森林へ転用された土地（または AR 活動対象地）」の推計においては、1990 年から 2005 年までの発生は直線的に生じたと仮定して、累積発生率を 16 で除して 1990 年から 2005 年までの単年の発生率とした。「森林から他の土地利用へ転用された土地（または D 活動対象地）」の推計においては、「林地転用面積」統計の転用発生率に応じて 1990 年から 2005 年までの累積の発生率を各年に按分した。2006 年の発生率は、それぞれの 2005 年の発生率を代用した。

2. 2007 年以降の発生については、2 年間隔で撮影された画像を用いているため各画像間の発生数は 2 年分の発生数となるため 2 で除した値を 1 年分の発生とみなした。さらに、1 巡の判読が 1 セットとなるため、発生数はこの 1 巡の判読結果を合計し、総有効判読点数で除して、単年の発生率を求めた。前述のとおり判読が一巡するのに 2 年を要するため、直近の判読年が判読の前半年に当たる場合は、前回判読の後半年の判読結果との合計で、国土全域を網羅する発生地点数が推計される。

c） **森林、非森林間の転用面積の算定**

各単年の森林、非森林間の転用発生率に国土面積を乗じることにより、森林、非森林間の転用面積を算定した。以上により把握した各年の面積変化を、各年度の活動量として利用した。

我が国の国土面積は 6.2.1. 節で示したとおり、埋立等により漸増傾向にあるが、海岸部分の埋立地で植林や森林減少活動はほとんど生じていないと考えられることから、本土地利用変化状況調査に、新たに拡張された国土面積を含めていない。したがって、国土面積に各転用発生率を乗じる計算では、各年度の国土面積ではなく本土地利用変化状況調査を開始した 2005 年度の国土面積を時系列全体で固定することとした。

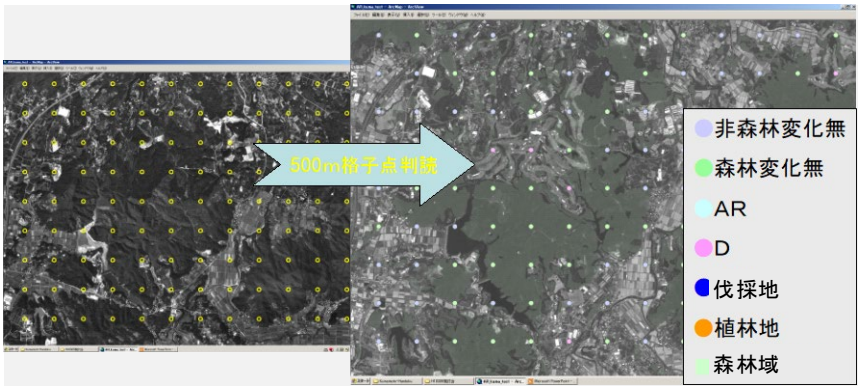


図 6-1 画像判読による森林、非森林間の転用の把握

なお、我が国では、森林計画対象森林の報告の基礎データとして森林簿を用いているが、森林、非森林間の転用の把握を森林簿ではなく空中写真オルソ画像・衛星画像の判読により把握しているのは、森林簿では 1990～2005 年度の転用を伴う森林状況の再現が困難であること、及び森林簿上で人為的転用に伴う増加とそれ以外の原因による森林増加の区分が困難であることによる。

6.2.2.1.b. 使用データ

森林、非森林間の転用を把握する際に使用したデータは以下のとおりである。

表 6-5　森林、非森林間の転用を把握する際に使用したデータ

使用画像データ	解像度［m］	データフォーマット
Orthophoto aerial photograph（1989 年）	1	ラスター
SPOT5/HRV-P（2005 年、2007 年、2009 年－2014 年）	2.5	ラスター
SPOT6/7/HRV-P（2015 年－2021 年）	1.5	ラスター

6.2.3. 土地利用転用マトリクス

6.2. 節及び 6.3. の前小節の説明に従って面積の把握を行った 6 つの土地利用カテゴリー間で、その年度内に生じた土地転用を 1990 年から現在に至るまで毎年マトリクスを作成している。次の各表において、1990 年度に生じた土地転用（表 6-6）と 2021 年度に生じた土地転用（表 6-7）のマトリクスを示す。また、1990～2021 年度の間に起こった各土地カテゴリー間の転用面積を累計して作成した土地転用マトリクスを表 6-8 に示す。

表 6-6　我が国の土地利用転用マトリクス（1990 年度）［kha］

期末 / 期首	森林	農地	草地	湿地	開発地	その他の土地	合計
森林	24,945.70	3.98	2.02	0.31	14.54	3.60	24,970.16
農地	3.14	4,758.92	1.13	0.03	23.33	2.38	4,788.92
草地	0.24	0.01	1,028.24	0.00	1.22	0.14	1,029.84
湿地	NO	0.31	0.15	1,309.57	IE	IE	1,310.03
開発地	0.59	IE	NO	0.00	3,160.15	IE	3,160.75
その他の土地	0.59	0.21	0.01	0.09	0.76	2,512.35	2,514.02
合計	24,950.27	4,763.42	1,031.55	1,310.00	3,200.00	2,518.47	37,773.71

表 6-7　我が国の土地利用転用マトリクス（2021 年度）［kha］

期末 / 期首	森林	農地	草地	湿地	開発地	その他の土地	合計
森林	24,971.02	1.34	0.86	0.11	1.79	0.04	24,975.16
農地	NO	4,031.20	0.62	0.01	14.53	0.91	4,047.26
草地	NO	0.01	901.19	0.00	2.06	0.51	903.77
湿地	NO	NO	NO	1,349.85	IE	IE	1,349.85
開発地	NO	IE	NO	0.00	3,878.51	IE	3,878.51
その他の土地	NO	4.48	0.74	0.03	0.12	2,637.56	2,642.92
合計	24,971.02	4,037.03	903.40	1,350.00	3,897.00	2,639.01	37,797.46

表 6-8　我が国の土地利用転用マトリクス（1990-2021 年度）［kha］

2021年度期末 / 1990年度期首	森林	農地	草地	湿地	開発地	その他の土地	合計
森林	24,869.65	25.48	18.42	16.51	219.04	51.63	25,200.73
農地	39.99	3,953.59	24.06	1.43	433.96	61.46	4,514.48
草地	10.97	1.15	853.78	0.22	44.81	8.63	919.56
湿地	0.14	1.05	0.45	1,327.18	IE	IE	1,328.83
開発地	26.93	IE	NO	0.08	3,173.38	IE	3,200.39
その他の土地	23.34	55.76	6.69	4.57	25.82	2,517.29	2,633.47
合計	24,971.02	4,037.03	903.40	1,350.00	3,897.00	2,639.01	37,797.46
各土地利用下でのネットの変化量（1990−2021年度）	-229.71	-477.45	-16.16	21.17	696.61	5.54	-

（注）「IE」で示されている面積は、国土総面積の調整項としての「転用のないその他の土地」に含まれている。

6.3. 土地転用に伴う炭素ストック変化量の算定に用いるパラメータ

土地転用は土地利用カテゴリーで横断的に行われるため、土地利用カテゴリー毎の方法論の詳細を示す各節に先立ち、土地転用に伴う炭素ストック変化量の算定に用いる一般的なパラメータを表 6-9 から表 6-14 に示す。

表 6-9 土地転用前及び直後の生体バイオマスのバイオマスストック量又は炭素ストック量

土地利用カテゴリー			バイオマスストック量又は炭素ストック量	設定方法、使用したデータソース
転用前	森林		146.4［t-d.m./ha］（2021 年度値）	転用前の森林のバイオマスストック量は、立木地の期首の単位面積当たりの平均炭素ストック量を用いた。1990-2007 年度は 2008-2012 年度の平均値を用いた。（時系列の各年度の値は表 6-10 を参照）
	農地	田畑平均	1.7［t-C/ha］	以下の田・普通畑の 1990-2017 年度の平均値（各年度値は田・普通畑面積で加重平均した値）。各作物の残渣のすき込み乾物量は農業分野（3.D.a.4）で使用している活動量データを利用して設定。
		田	2.0［t-C/ha］	水田にすき込まれた作物残さ中炭素量の 1990-2017 年度の平均値
		普通畑	1.3［t-C/ha］	普通畑にすき込まれた作物残さ中炭素量の 1990-2017 年度の平均値（各年度値は作物作付面積で加重平均した値）
		樹園地	-	転用のない樹園地の算定で一括して算定しているため設定していない。転用のない樹園地の生体バイオマスの炭素ストック量算定のパラメータについては 6.5.1. b）1）参照。
	草地		13.5［t-d.m./ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 Table6.4 温帯湿潤気候の値）
	湿地、開発地、その他の土地		0［t-d.m./ha］	0 と仮定
転用直後	すべての土地		0［t-d.m./ha］	0 と仮定

表 6-10　土地転用前の森林におけるバイオマスストック量

土地利用カテゴリー	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用前　森林	t-d.m./ha	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.4	93.9	94.0	94.0	94.0	94.0	93.5	152.7	153.7	154.9

表 6-11 土地転用後の生体バイオマスの年間成長量

土地利用カテゴリー			年間成長量	設定方法、使用したデータソース
転用後	森林		3.0［t-C/ha/yr］	転用後 20 年以内の森林の平均的な年間成長量を推計するために、京都議定書第 3 条 3 の新規植林・再植林の活動開始後 20 年にあたる 2009 年度と前後を含む 3 年間（2008-2010 年度）の単位面積当たりの平均成長量から設定。
	農地	田畑平均	1.7［t-C/ha/yr］	表 6-9 の炭素ストック量まで 1 年で到達するとして設定。
		田	2.0［t-C/ha/yr］	表 6-9 の炭素ストック量まで 1 年で到達するとして設定。
		普通畑	1.3［t-C/ha/yr］	表 6-9 の炭素ストック量まで 1 年で到達するとして設定。
		樹園地	-	転用のない樹園地の算定で一括して算定しているため設定していない。
	草地		2.7［t-d.m./ha/yr］	デフォルト値 13.5 t-d.m/ha（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 Table 6.4 温帯湿潤気候の値）に 5 年で到達するとして設定。
	湿地、開発地、その他の土地		0［t-C/ha/yr］	0 と仮定

表 6-12　土地転用前、直後及び後の枯死木の炭素ストック量

土地利用カテゴリー		炭素ストック量	設定方法、使用したデータソース
転用前	森林	10.0［t-C/ha］	森林土壌インベントリ調査の結果（Ugawa et al.（2012））を用いて算出された平均値。枯死木は倒木のみで 4.2 t-C/ha。倒木：根株：立枯木＝42:33:25。したがって、枯死木全体は 4.2×(100/42)＝10 t-C/ha　と計算。
	農地、草地、湿地、開発地、その他の土地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.3.2 節等、Tier 1）。
転用直後	すべての土地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.3.2 節等、Tier 1）。
転用後	森林	6.5［t-C/ha］	転用後新規植林地（0 年時に蓄積量 0 から枯死木蓄積が始まる場合）の枯死木量の国内調査結果を使用した回帰式による 40 年後の蓄積量予測値。年間炭素ストック変化量は 0.16 t-C/ha/yr。
	農地、草地、湿地、その他の土地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.3.2 節等、Tier 1）。
	開発地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、8.3.2 節等、Tier 1）。※施設緑地に転用した場合は、生体バイオマスの変化量に含んで算定されるため設定されない。

表 6-13　土地転用前、直後及び後のリターの炭素ストック量

土地利用カテゴリー		炭素ストック量又は年間変化量	設定方法、使用したデータソース
転用前	森林	4.9［t-C/ha］	森林土壌インベントリ調査の結果（Ugawa et al.（2012））を用いて算出された森林全体の平均値。
	農地、草地、湿地、開発地、その他の土地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.3.2 節等、Tier 1）。
転用直後	すべての土地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.3.2 節等、Tier 1）。
転用後	森林	6.67［t-C/ha］	新規植林地（転用後 0 年時に蓄積量 0 からリター蓄積が始まる場合）のリター量の国内調査結果より設定。蓄積量が安定する転用後 21 年以上の平均値。
	農地、草地、湿地、開発地、その他の土地	0［t-C/ha］	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.3.2 節等、Tier 1）。

表 6-14　土地転用前及び後の鉱質土壌の炭素ストック量

土地利用カテゴリー			炭素ストック量又は年間変化量	遷移期間（年）	土地転用係数	設定方法、使用したデータソース
転用前	森林		76.0［t-C/ha］			Yamashita et al.（2022）の日本の森林全体の平均土壌炭素量。
	農地	田	70.5［t-C/ha］			日本の各地目の平均土壌炭素量 Matsui et al.（2021）の取りまとめに利用された 2015～2018 年の土壌調査を基にした土壌群データを使用し、対象地目の有機質土壌を除いた総炭素量を 2018 年の対象地目の面積で除して土壌炭素量を設定。
		普通畑	90.8［t-C/ha］			
		樹園地	79.1［t-C/ha］			
		農地(平均)	77.2［t-C/ha］			
	草地（牧草地）		120.7［t-C/ha］			
	農地・草地平均		83.0［t-C/ha］			
転用後	森林（農地、草地から）		0.44［t-C/ha/yr］	40	1.21	国内の研究プロジェクトより農地・草地から森林に転用された場合の Tier 2 係数として国独自の遷移期間（40 年）と土地変化係数 1.21 を設定。年変化量は初期値の農地・草地の平均土壌炭素量を踏まえて、(83×1.21-83) / 40 =0.44 t-C/ha/yr と年変化量を算出。
	森林（農地、草地以外から）		1.5［t-C/ha/yr］	40	-	上述の研究プロジェクトの成果を踏まえて令和 4 年度算定方法検討会で設定
	水田		1.33［t-C/ha/yr］	20	1.35	2019 年改良 IPCC ガイドラインデフォルト値、1.35 を使用。年変化量は初期値の森林の平均炭素量を踏まえて算出した値
	普通畑・樹園地		-0.44［t-C/ha/yr］	40	0.77	上述の研究プロジェクトにより、森林から農地に転用された場合の Tier 2 係数として遷移期間（40 年）と土地転用係数 0.77 を設定。年変化量は初期値の森林の平均炭素量を用いて算出した値
	草地（牧草地）		-0.54［t-C/ha/yr］	20	0.858	上述の研究プロジェクトにより、森林から草地に転用された場合の Tier 2 係数として Koga et al. 2020 による、遷移期間 20 年と土地転用係数 0.858 を設定。年変化量は初期値の森林の平均炭素量を用いて算出した値
	開発地		28.1［t-C/ha］	20		外崎ほか（2022）で設定した、土地転用後 20 年時点の開発地の平均土壌炭素量。
	その他の土地（自然災害除く）		20.1［t-C/ha］	20		外崎ほか（2022）で言及されている、土地造成直後の土壌炭素量サンプル調査結果の単純平均値から、算定方法検討会で設定

（注）環境研究総合推進費プロジェクト【2-1601】森林と農地間の土地利用変化に伴う土壌炭素変動量評価と GHG インベントリへの適用研究。【2-1909】土地利用変化による土壌炭素の変動量評価と国家インベントリへの適用に関する研究

6.4. 森林（4.A.）

条約インベントリの当該カテゴリー下の算定対象となるのは、表 6-2 で示したとおり、森林法第 5 条及び第 7 条の 2 に規定された森林計画対象森林であり、我が国が FAO に提出している世界森林資源評価（FRA）の報告対象森林と同様の範囲である。算定対象となるすべての森林は森林法の下、森林計画の対象となっているため、「管理森林」として扱う。「管理森林」は管理主体で分類すると森林法第 7 条の 2 で規定される「国有林」と、第 5 条で規定される「民有林（国有林以外の森林）」に大別される。当該カテゴリーの報告では、表 6-15 に示される人工林、天然林、竹林及び無立木地の 4 つの下位区分で報告する。人工林、天然林は併せて「立木地」と呼称される。2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンスの記載に基づく我が国の森林の定義は、表 6-16 のとおり数値的に規定されており、立木地は表中の最小値を満たしている。さらに、森林の管理方法の観点から立木地は育成林と天然生林に区分される。当該カテゴリーの下位区分との対応関係を表 6-17 に示す。森林の施業別には育成林の人工林、育成林の天然林、天然生林と大別するが、条約報告下では育成林の人工林を「人工林」、育成林の天然林と天然生林を「天然林」とする。なお森林計画対象森林以外の森林もわずかながら存在するが、これらの森林は「管理森林」外となり、報告上は主に「4.F.他の土地利用」面積に含まれており、炭素蓄積変化は報告していない。

表 6-15　森林における下位区分の定義

下位区分		定義
立木地		無立木地以外の森林のうち、立木の樹冠の占有面積歩合が 0.3 以上の林分（幼齢林にあっては、同歩合が 0.3 未満であっても、立木度 3 以上の林分を含む。）をいう。ただし、立木の樹冠の占有面積歩合が 0.3 未満であって、立木及び竹の占有面積歩合の合計が 0.3 以上の森林のうち、立木の樹冠の占有面積歩合が竹のそれと等しいか又は上回るものを含む。
	人工林	植栽又は人工下種により成立した林分で、植栽樹種又は人工下種の対象樹種の立木材積（又は本数）の割合が 50%以上を占めるものをいう。
	天然林	立木地のうち、人工林以外の森林をいう。
無立木地		立木及び竹の樹冠の占有面積歩合の合計が 0.3 未満の林分をいう。
竹林		立木地以外の森林のうち、竹（笹類を除く）の樹冠の占有面積歩合が 0.3 以上の林分をいう。ただし、竹の樹冠の占有面積歩合が 0.3 未満であって、立木及び竹の樹冠の占有面積歩合の合計が 0.3 以上の森林のうち、竹の樹冠の占有面積歩合が立木のそれを上回るものを含む。

（出典）林野庁「森林資源現況調査」（平成 19 年 3 月 31 日）を一部改変
（注）立木度とは、当該林分における期待材積に対する実際の材積の比を十分率で表したものである。

表 6-16　我が国の数値的森林定義

森林の定義要素	我が国の数値的森林定義
最小面積	0.3［ha］
最小樹冠被覆率	30［%］
最低樹高	5［m］
最小の森林幅	20［m］

表 6-17　報告の下位区分と管理方法による下位区分の対応関係及び定義

報告の下位区分	管理方法による下位区分	
人工林	育成林	森林を構成する林木を皆伐により伐採し、単一の樹冠層を構成する森林として人為により成立させ維持する森林（育成単層林）、及び森林を構成する林木を択伐等により伐採し、複数の樹冠層を構成する森林として人為により成立させ維持する森林（育成複層林）。
天然林	育成林	森林を構成する林木を皆伐により伐採し、単一の樹冠層を構成する森林として人為により成立させ維持する森林（育成単層林）、及び森林を構成する林木を択伐等により伐採し、複数の樹冠層を構成する森林として人為により成立させ維持する森林（育成複層林）。
	天然生林	主として天然力を活用することにより成立させ維持する森林。

2021 年度における我が国の森林面積は、国土面積の約 66.1%に相当する約 2,497 万 ha である。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 純吸収量は 58,343 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない。）であり、前年度比 3.3%の減少、1990 年度比 32.4%の減少となっており、長期的には減少傾向となっている。

表 6-18　森林における炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー	炭素プール	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.A. 森林	合計	kt-CO_2	-86,265	-95,436	-97,953	-99,808	-82,608	-84,056	-76,311	-73,363	-66,884	-62,341	-64,398	-62,890	-58,686	-60,357	-58,343
	生体バイオマス	kt-CO_2	-79,912	-87,199	-90,624	-94,576	-80,325	-82,859	-75,437	-72,667	-66,279	-61,779	-63,797	-62,204	-57,968	-59,579	-57,613
	枯死木	kt-CO_2	-3,017	-4,026	-2,930	-958	1,123	1,898	2,081	2,131	2,119	2,057	1,935	1,756	1,604	1,460	1,406
	リター	kt-CO_2	-2,936	-2,570	-1,938	-1,174	-583	-462	-423	-393	-380	-363	-357	-336	-298	-273	-237
	鉱質土壌	kt-CO_2	-400	-1,641	-2,461	-3,101	-2,823	-2,633	-2,532	-2,434	-2,343	-2,256	-2,179	-2,106	-2,023	-1,965	-1,899
	有機質土壌	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.A.1. 転用のない森林	合計	kt-CO_2	-76,686	-91,253	-95,254	-97,824	-81,192	-82,709	-75,007	-72,120	-65,709	-61,229	-63,351	-61,918	-57,791	-59,540	-57,604
	生体バイオマス	kt-CO_2	-73,836	-84,529	-88,891	-93,303	-79,394	-81,971	-74,569	-71,838	-65,494	-61,033	-63,088	-61,544	-57,357	-59,018	-57,101
	枯死木	kt-CO_2	-2,687	-3,881	-2,836	-887	1,175	1,948	2,128	2,177	2,162	2,098	1,973	1,792	1,637	1,490	1,434
	リター	kt-CO_2	-2,259	-2,272	-1,744	-1,029	-476	-360	-326	-300	-291	-279	-278	-263	-230	-210	-180
	鉱質土壌	kt-CO_2	2,096	-571	-1,784	-2,605	-2,497	-2,326	-2,240	-2,159	-2,086	-2,016	-1,958	-1,904	-1,841	-1,802	-1,757
	有機質土壌	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.A.2. 他の土地から転用された森林	合計	kt-CO_2	-9,579	-4,183	-2,699	-1,984	-1,416	-1,346	-1,304	-1,243	-1,175	-1,112	-1,048	-972	-894	-817	-739
	生体バイオマス	kt-CO_2	-6,076	-2,670	-1,733	-1,272	-932	-888	-868	-829	-786	-746	-709	-660	-611	-561	-512
	枯死木	kt-CO_2	-330	-145	-94	-71	-52	-50	-48	-45	-43	-41	-38	-36	-33	-30	-28
	リター	kt-CO_2	-677	-298	-194	-145	-106	-102	-98	-93	-89	-84	-79	-74	-68	-63	-57
	鉱質土壌	kt-CO_2	-2,496	-1,070	-677	-496	-326	-307	-291	-275	-258	-241	-221	-202	-183	-163	-142
	有機質土壌	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

6.4.1. 転用のない森林（4.A.1.）

a）カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、転用のない森林（過去 20 年間継続して森林であった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。2021 年度における当該カテゴリーの CO_2 純吸収量は 57,604 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない。）であり、1990 年度比 24.9%の減少、前年度比 3.3%の減少となっている。転用のない森林における純吸収量は、1990 年度以降 2004 年度までは増加傾向にあったが、2005 年度以降は減少傾向にある。期間前半の純吸収量の増加は主に人工林の成長によるものであり、後半の純吸収量の減少は、主に人工林の成熟化の進行によるものである。

森林の成長の変化に影響を与える要因として、我が国において林齢 50 年以上の林分では蓄積量の増加が緩やかになることが挙げられる。我が国では 1960 年代に大規模な植林が実施されたが、それ以降植林面積は減少した。そのため、この大規模な植林地が 2004 年度ごろまでは吸収量の増加に貢献してきたが、森林の成熟化が進行し、2005 年度ごろから吸収量は減少し始めた。その後も人工林の齢級構成の分布は、更に高齢側にシフトし、2017 年度においては林齢 51 年以上の人工林が全人工林面積の 50%を占めるまでとなった（図 6-2）。

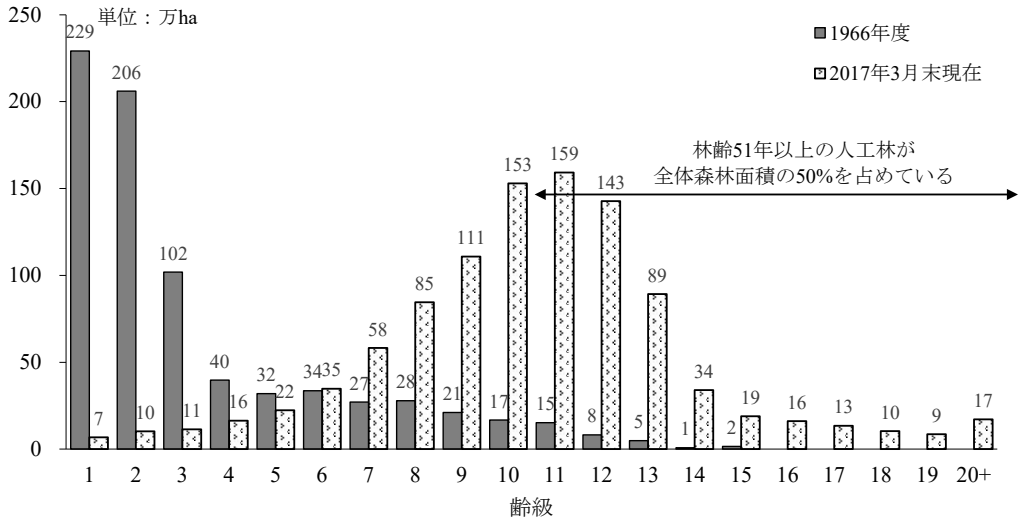


図 6-2 人工林の齢級構成の変化

（出典）林野庁「森林資源の現況」（2017 年 3 月 31 日現在）、林野庁「日本の森林資源」（1968 年 4 月）

（注）齢級は、林齢を 5 年毎に括約した単位。植栽した年を 1 年生として、1～5 年生を「1 齢級」と数える。

また、国産材の供給量は近年増加傾向にある。国内で生産された木材の用途別供給量の 1990 年からの推移を示す（図 6-3）。国内産木材の供給量は 1990 年以降 2002 年度までは減少傾向にあったが、それ以降は増加傾向に転じ増加を続けている。これは森林の蓄積量の推移で触れたように、1960 年代に植林した林分が 2000 年ごろから伐期を迎えはじめ、国内の森林資源が充実したため、用材用途等の木材需要に対応できるようになったこと、また近年の発電施設での木質バイオマスとしての利用が増加したこと等が影響を与えている。

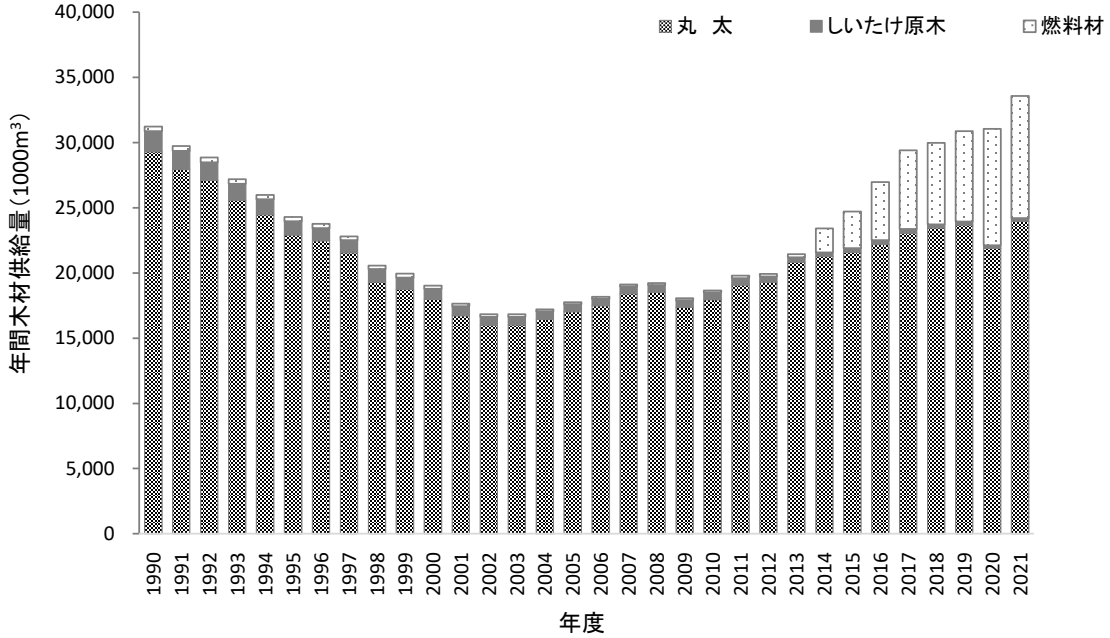


図 6-3 国内産木材の供給量（林地残材を除く）の推移

（出典）林野庁「木材需給表」（2021 年度）から作成

b） 方法論

1） 転用のない森林における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

○　人工林、天然林、無立木地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

当該サブカテゴリーの算定には Tier 2 の蓄積変化法を用いた。国家森林資源データベースでは、「転用のない森林」と「他の土地利用から転用された森林」における転用後の生体バイオマス炭素ストック変化を一括して扱っており、「転用のない森林」の吸収量のみを切り分けるのは困難であるため、森林全体の炭素ストック変化量（ΔC_{F_LB}）を算定した後、推計により算出した「他の土地利用から転用された森林」の変化量（ΔC_{LF_LB}）を減じて「転用のない森林」の生体バイオマスの炭素ストック変化量（ΔC_{FF_LB}）とした。「他の土地利用から転用された森林」の変化量の推計方法は、6.4.2. b）1）節を参照のこと。

$$\Delta C_{FF_LB} = \Delta C_{F_LB} - \Delta C_{LF_LB}$$

$$\Delta C_{F_LB} = \sum_k \{(C_{t2} - C_{t1})/(t_2 - t_1)\}_k$$

ΔC_{FF_LB}	: 転用のない森林の生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］
ΔC_{F_LB}	: 森林全体の生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］
ΔC_{LF_LB}	: 他の土地利用から転用された森林の生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］
t_1, t_2	: 炭素ストック量を調査した時点
C_{t1}	: 調査時点 t_1 における炭素ストック量［t-C］
C_{t2}	: 調査時点 t_2 における炭素ストック量［t-C］
k	: 立木地の森林施業タイプ、又は無立木地

$$C_{F_LB} = \sum_j \left\{V_j \times D_j \times BEF_j \times \left(1 + R_j\right) \times CF\right\}$$

C_{F_LB}	: 森林全体の生体バイオマスの炭素ストック量［t-C］
V	: 材積［m^3］
D	: 容積密度［t-d.m./m^3］
BEF	: バイオマス拡大係数
R	: 地上部に対する地下部の比率
CF	: 乾物重当たりの炭素含有率［t-C/t-d.m.］
j	: 樹種（無立木地においては民有林・国有林別）

$$V_j = \sum_m \left(A_{m,j} \times v_{m,j}\right)$$

V	: 材積［m^3］
A	: 面積［ha］
v	: 単位面積当たり材積［m^3/ha］
m	: 齢級又は林齢
j	: 樹種

○　竹林における生体バイオマスの炭素ストック変化量

成林している竹林における竹幹の毎年の成長量と枯死量が均衡していると見なし、「NA」として報告した。これは、竹には形成層がないため、発生した最初の年で成長の極限に達す

るがその後は二次肥大成長せず、一定の密度に達した竹林においては、竹が発生する量と枯死する量が同程度であると言われているためである。FAO（2007）の、アジア、アフリカの数カ国における 2000 年及び 2005 年の竹の資源状況の調査結果を見ても、2000 年～2005 年の 5 年間の各国の単位面積当たりのストック量は、ほぼ横ばいとなっていた。

■　各種パラメータ

○　単位面積当たりの材積

単位面積当たりの材積については、表 6-19 に示すとおり民有林・国有林別の樹種別に作成された「収穫表」を基に設定した。「収穫表」は一定の地域・樹種・地位ごとに標準的な施業を行ったときの林分の成長経過を示しており、林齢に対する単位面積当たりの材積の推計値を得ることができる。2023 年提出データの算定から、それまで民有林の人工林に使用していた 2006 年作成の「新収穫表」を見直し、より森林の現況が反映された「2021 収穫表」（林野庁）を使用した。「新収穫表」は、2003～2005 年度の現地調査結果をもとに作成されたが、「2021 収穫表」は「新収穫表」作成に使用されたデータに加え、2014～2016 年度の現地調査データ及び 2014～2018 年度の森林生態系多様性基礎調査データが使用された。

人工林の代表的な樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツの民有林の材積の算定については、この「2021 収穫表」の推計値を適用した。

この３樹種による民有林人工林のカバー率は 82％である。スギについては７地域別、ヒノキは４地域別、カラマツは２地域別に作成され、地域の違いも考慮されている。

2013～2020 年度の全森林吸収量について、「2021 収穫表」を適用して再計算を行ったところ、「2021 収穫表」適用前の 2022 年提出値から約 1.08 倍の増となった。

表 6-19　材積の算定に用いる樹種別収穫表

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">樹種</th><th colspan="2">使用する収穫表</th></tr>
<tr><th>民有林</th><th>国有林</th></tr>
<tr><td rowspan="3">人工林</td><td rowspan="2">針葉樹</td><td>スギ、ヒノキ、カラマツ</td><td>2021 収穫表（2023 年提出より）</td><td rowspan="4">森林管理局
作成の収穫表</td></tr>
<tr><td>その他の針葉樹</td><td rowspan="3">都道府県作成
の収穫表</td></tr>
<tr><td colspan="2">広葉樹</td></tr>
<tr><td colspan="3">天然林</td></tr>
</table>

○　生体バイオマスの炭素ストック算定のためのパラメータ（バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、容積密度、炭素含有率）

森林総合研究所による主要樹種のバイオマス量データの現地調査結果と既存文献データの収集結果に基づき、樹種別にバイオマス拡大係数（*BEF*）［地上部バイオマス／幹バイオマス］、地上部に対する地下部の比率（*R*）、及び、容積密度（*D*）を設定した（表 6-20）。

バイオマス拡大係数については、若齢林と壮齢林以上とで差異があることが認められたことから、樹種別に林齢 20 年生以下と 21 年生以上の２区分に分けて設定したが、地上部に対する地下部の比率（*R*）、容積密度（*D*）については、林齢との相関が認められなかったため、樹種別のみで設定した。無立木地については、樹種構成及び林齢構成の情報を得ることができないため、民有林・国有林別に、各パラメータを全立木地の樹種及び面積構成で加重平均した値を使用した。

乾物重当たりの炭素含有率（*CF*）については、我が国の研究結果に基づいて針葉樹、広葉樹別に設定し、無立木地についてはその平均値である 0.50 を用いた。

表 6-20　樹種別の生体バイオマス算定パラメータ

		BEF［-］		R	D	CF	備考
		≦20	＞20	［-］	［t-d.m./m^3］	［t-C./t-d.m］	
立木地（針葉樹）	スギ	1.57	1.23	0.25	0.31	0.51	
	ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.41		
	サワラ	1.55	1.24	0.26	0.29		
	アカマツ	1.63	1.23	0.26	0.45		
	クロマツ	1.39	1.36	0.34	0.46		
	ヒバ	2.38	1.41	0.20	0.41		
	カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.40		
	モミ	1.40	1.40	0.40	0.42		
	トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.32		
	ツガ	1.40	1.40	0.40	0.46		
	エゾマツ	2.18	1.48	0.23	0.36		
	アカエゾマツ	2.17	1.67	0.21	0.36		
	マキ	1.39	1.23	0.20	0.46		
	イチイ	1.39	1.23	0.20	0.45		
	イチョウ	1.50	1.15	0.20	0.45		
	外来針葉樹	1.41	1.41	0.17	0.32		
	その他針葉樹	2.55	1.32	0.34	0.35		北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、栃木、群馬、埼玉、新潟、富山、山梨、長野、岐阜、静岡に適用
	〃	1.39	1.36	0.34	0.46		沖縄に適用
	〃	1.40	1.40	0.40	0.42		上記以外の都道府県に適用
立木地（広葉樹）	ブナ	1.58	1.32	0.26	0.57	0.48	
	カシ	1.52	1.33	0.26	0.65		
	クリ	1.33	1.18	0.26	0.42		
	クヌギ	1.36	1.32	0.26	0.67		
	ナラ	1.40	1.26	0.26	0.62		
	ドロノキ	1.33	1.18	0.26	0.29		
	ハンノキ	1.33	1.25	0.26	0.45		
	ニレ	1.33	1.18	0.26	0.49		
	ケヤキ	1.58	1.28	0.26	0.61		
	カツラ	1.33	1.18	0.26	0.45		
	ホオノキ	1.33	1.18	0.26	0.39		
	カエデ	1.33	1.18	0.26	0.52		
	キハダ	1.33	1.18	0.26	0.34		
	シナノキ	1.33	1.18	0.26	0.37		
	センノキ	1.33	1.18	0.26	0.40		
	キリ	1.33	1.18	0.26	0.23		
	外来広葉樹	1.41	1.41	0.16	0.66		
	カンバ	1.31	1.20	0.26	0.47		
	その他広葉樹	1.37	1.37	0.26	0.47		千葉、東京、高知、福岡、長崎、鹿児島、沖縄に適用
	〃	1.52	1.33	0.26	0.65		三重、和歌山、大分、熊本、宮崎、佐賀に適用
	〃	1.40	1.26	0.26	0.62		上記以外の都道府県に適用
無立木地	民有林	1.27		0.26	0.48	0.50	
	国有林	1.30		0.26	0.47		

（注）BEF：バイオマス拡大係数（「20」は林齢）、R：地上部に対する地下部の比率、D：容積密度、CF：炭素含有率

■　活動量

○　森林面積の把握

2004 年度以前は林野庁「森林資源現況調査」、2005 年度以降は林野庁が森林簿情報等を基に整備する「国家森林資源データベース」のデータを用い、人工林、天然林、無立木地、竹林の樹種別・林齢別面積を把握した。データが存在しない 1991～1994 年度、1996～2001 年度、2003～2004 年度の値は、一次式による内挿により推計した。また、1990 年度以前のトドマツ、エゾマツ、クヌギ、ナラ類の面積データは個別に存在しないため、「その他の針葉

樹」又は「その他の広葉樹」の面積を 1995 年度の面積比率で按分することにより各樹種の面積を推計した。森林簿は図 6-4 の手順で作成され、民有林では都道府県、国有林では森林管理局が更新を行っている。森林簿更新の際には、複数年分の森林簿情報の変更がまとめて反映される場合がある。

表 6-21　森林資源現況調査及び国家森林資源データベースの樹種区分

<table>
<tr><th colspan="2">針葉樹</th><th colspan="2">広葉樹</th></tr>
<tr><th>2004 年度以前</th><th>2005 年度以降</th><th>2004 年度以前</th><th>2005 年度以降</th></tr>
<tr><td>スギ</td><td>スギ</td><td>クヌギ</td><td>クヌギ</td></tr>
<tr><td>ヒノキ</td><td>ヒノキ</td><td>ナラ類</td><td>ナラ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">マツ類</td><td>アカマツ</td><td rowspan="15">その他の広葉樹</td><td>ブナ</td></tr>
<tr><td>クロマツ</td><td>カシ</td></tr>
<tr><td>カラマツ</td><td>カラマツ</td><td>クリ</td></tr>
<tr><td>トドマツ</td><td>トドマツ</td><td>ドロノキ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">エゾマツ</td><td>エゾマツ</td><td>ハンノキ</td></tr>
<tr><td>アカエゾマツ</td><td>ニレ</td></tr>
<tr><td rowspan="9">その他の針葉樹</td><td>サワラ</td><td>ケヤキ</td></tr>
<tr><td>ヒバ</td><td>カツラ</td></tr>
<tr><td>モミ</td><td>ホオノキ</td></tr>
<tr><td>ツガ</td><td>カエデ</td></tr>
<tr><td>マキ</td><td>キハダ</td></tr>
<tr><td>イチイ</td><td>シナノキ</td></tr>
<tr><td>イチョウ</td><td>センノキ</td></tr>
<tr><td>外来針葉樹</td><td>キリ</td></tr>
<tr><td>その他針葉樹</td><td>カンバ</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>外来広葉樹</td></tr>
<tr><td>その他広葉樹</td></tr>
</table>

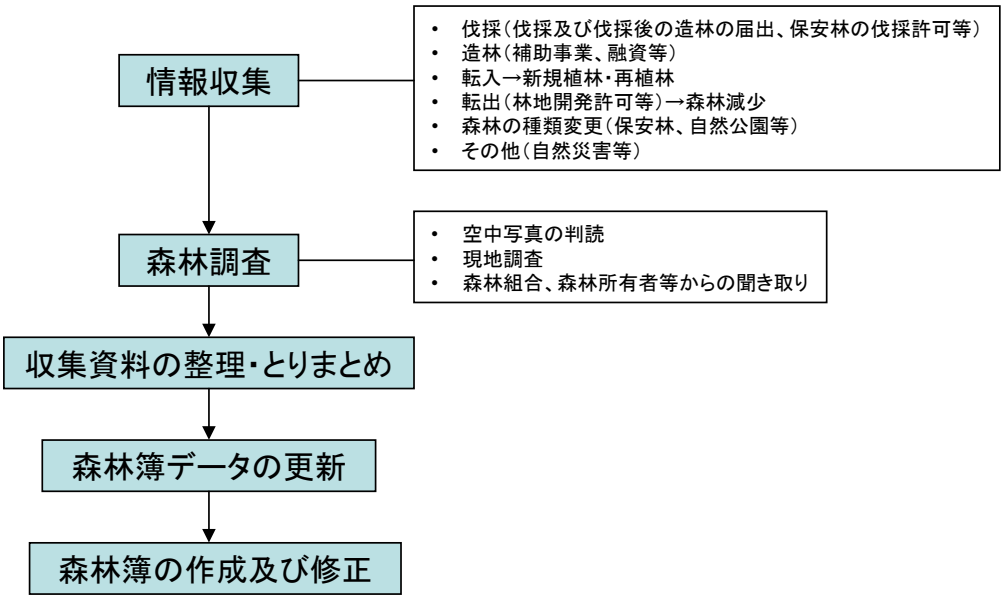


図 6-4 森林簿の作成・更新手順

○　転用のない森林の面積の把握

当該年度の全森林面積から「他の土地利用から転用された森林」面積の 20 年間の累計値を差し引くことにより算定した。その際、「他の土地利用から転用された森林」は全て人工林であると仮定した。「他の土地利用から転用された森林」の活動量の説明は、6.5.2. b）1）を参照のこと。

表 6-22　転用のない森林面積（20 年間転用のない面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用のない森林		kha	24,396.3	24,653.2	24,717.7	24,873.6	24,879.1	24,876.2	25,093.2	25,037.6	24,833.5	24,739.8	24,811.9	24,854.8	24,870.8	24,933.8	24,924.5
	人工林	kha	9,733.8	10,111.9	10,172.2	10,217.9	10,198.0	10,188.4	10,161.0	10,149.0	10,129.2	10,056.9	10,075.8	10,079.5	10,059.3	10,048.4	10,029.0
	天然林	kha	13,354.5	13,220.3	13,195.2	13,315.7	13,360.8	13,355.2	13,369.3	13,380.7	13,401.4	13,389.2	13,426.2	13,441.2	13,457.9	13,465.1	13,473.6
	無立木地	kha	1,159.0	1,171.0	1,197.4	1,186.0	1,161.7	1,170.8	1,400.6	1,355.6	1,150.0	1,146.9	1,155.2	1,167.0	1,185.4	1,251.2	1,248.3
	竹林	kha	149.0	150.0	152.9	154.0	158.6	161.7	162.3	152.4	153.0	146.8	154.8	167.0	168.2	169.1	173.5

（出典）林野庁「森林資源現況調査」、林野庁「国家森林資源データベース」

2）転用のない森林における枯死有機物、土壌の炭素ストック変化量

■　算定方法

○　立木地の枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い、Tier 3 のモデル法を用いて算定した。立木地の単位面積当たりの平均枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量は、CENTURY-jfos モデルを用いて森林タイプ別、森林施業タイプ別、齢級又は林齢別に計算した。

立木地全体の枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量は、計算されたそれぞれの単位面積当たり平均炭素ストック変化量に樹種・森林施業タイプ・齢級又は林齢別面積を乗じてプール毎に合算した。以上により計算された立木地全体の値（ΔC_{F_dls}）から「他の土地利用から転用された森林（立木地）」の変化量（ΔC_{LF_dls}）を減じて「転用のない森林（立木地）」の枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量（ΔC_{FF_dls}）を求めた。「他の土地利用から転用された森林」の変化量の推計方法は、6.4.2. b）2）節を参照のこと。

$$\Delta C_{FF_dls} = \Delta C_{F_dls} - \Delta C_{LF_dls}$$

$$\Delta C_{F_dls} = \sum_{k,m,j} \left\{ A_{k,m,j} \times \left(d_{k,m,j} + l_{k,m,j} + S_{k,m,j} \right) \right\}$$

ΔC_{FF_dls}　：転用のない森林（立木地）の枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/yr］
ΔC_{F_dls}　：森林（立木地）全体の枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/yr］
ΔC_{LF_dls}　：他の土地利用から転用された森林（立木地）の枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/yr］
A　：面積［ha］
d　：単位面積当たり平均枯死木炭素ストック変化量［t-C/ha/yr］
l　：単位面積当たり平均リター炭素ストック変化量［t-C/ha/yr］
s　：単位面積当たり平均鉱質土壌炭素ストック変化量［t-C/ha/yr］
k　：森林施業タイプ
m　：齢級又は林齢
j　：樹種

○　無立木地、竹林における枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量

無立木地、竹林の枯死有機物及び鉱質土壌の炭素ストック量は、増加と損失が長期的に均衡しているため（FRA 、2010-Country Report, Japan）「NA」として報告した。

○　有機質土壌の耕起・排水に伴う CO_2 排出量

我が国では林業用樹種の育成に適さない有機質土壌において、排水処理をした上で植林することは考えられないため、人工林、育成天然林、無立木地及び竹林には有機質土壌は存在せず、天然生林にのみに存在するとした。更に森林専門家にヒアリングした結果、森林での排水活動の事例は承知していないとの回答があった。また、有機質土壌の存在する場所は貴重な自然環境を有する場合が多いため、法律等により土地の形質の変更が規制されている。以上のことから、我が国では、森林の有機質土壌において排水は実施されていないと考えた[4]。2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1、Tier 2 法では、有機質土壌からの排出は排水が実施された際にのみ算定を行うことから、これらの活動のない場所において排出は生じないものとし、当該排出量は「NO」として報告した。

■　各種パラメータ

○　枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量算定のための CENTURY-jfos の主な仮定とモデルの調整及び使用について

CENTURY-jfos は CENTURY モデル（米国コロラド州立大学）を日本の森林に適用できるように調整したものである。モデルの調整にあたっては、現在の森林が、利用されつつも継続的に存在し、土壌炭素量が定常に近い状態になっていると仮定している。そして、都道府県ごとに森林タイプ別の土壌炭素動態を予測するため、以下のようにモデルの純生産量と枯死量の調整を行った。なお、森林の成長量は純生産量から枯死量を差し引いた量として定義される。

森林は、スギ、ヒノキ、マツ類、カラマツ、トドマツ、アカエゾマツ、広葉樹、その他針葉樹の８タイプに区分した。モデルの調整に必要な気象条件、土壌炭素レベルの算出については、次の３つのデータを使用した：国家森林資源データベース（森林分布）、メッシュ気候値（1971～2000 年の気温・降水量の平均値）（気象庁、2002）、及び土壌タイプ別土壌炭素蓄積量（Morisada et al.2004 a, Morisada 2004 b）。

収穫表は林齢と収量の関係であり、間伐等の施業による影響を含んでいることに注意する必要がある。モデルによる人工林のシミュレーションでは標準的な間伐条件（林齢 25 年 - 間伐率 20% - 残材率 80%、林齢 40 年 - 間伐率 20%　- 残材率 20%）を組み込むため、モデルの成長量は間伐を行わない状態のものに調整する必要がある。そのため、モデルの成長量の調整には、収穫表そのものではなく、収穫表の調整に使用した林分データのうち、間伐影響の小さい収量比数 0.85 以上の森林のみから推定した成長量を使用することにした。

枯死量のうち、リターフォール量については、文献情報を参考に、林齢 60 年までの平均が針葉樹林では 2.2～2.3 t-C/ha/yr、広葉樹林では 2.5 t-C/ha/yr 程度になるように調整した。一方、幹・根の枯死量については、参考となる情報が無く、モデルのデフォルト値の枯死率（幹 0.96%/年、根 1.2%/年）を用いることとした。

本シミュレーションを行う前に、広葉樹の伐期 60 年の設定で 3000 年間のスピンアップ

[4] 森林の有機質土壌における排水については、2012 年度及び 2013 年度の算定方法検討会森林等吸収源分科会で議論され、結論付けられた。
2012 年度の課題 6：https://www.env.go.jp/content/900444857.pdf
2013 年度の課題 2：https://www.env.go.jp/content/900444882.pdf

（spinup）を行い、その時の土壌炭素蓄積量のレベルが、上述の都道府県ごと、森林タイプ毎の基準土壌炭素蓄積量（30cm 深）に合うように土壌有機物分解モデルの分解過程において難分解性有機物に移行する量を決める係数を変更した。係数の選択については CENTURY のマニュアルに従った（Metherell et al. 1993）。

調整後のモデルを用い、間伐が行われる人工林と、間伐などの施業が行われる場合と行われない場合の天然生林の森林施業タイプ別に、枯死木、リター、土壌プール毎に、1～19 齢級（100 年間）について単位面積あたりの年平均炭素変化量を計算した。

なお、審査（ARR2020 L.2（L.4. 2018）（L.11. 2016））において、日本の森林の枯死木の炭素ストック量が、生体バイオマスの蓄積量に比べて、高い値であると指摘を受けている。現在の生体バイオマス量と枯死木量の比率はバイオマスの地下部比率を若干上回る程度であり、伐採時に現場に残される根株が枯死木となること、人工林において間伐等の施業に伴い枯死木の供給量が多く発生することを考慮すると、大きく実態から乖離した値ではないと考えられる。こうした枯死木供給量の検討も含め、現在、森林土壌インベントリ調査結果を踏まえたモデルの改定作業を進めている。

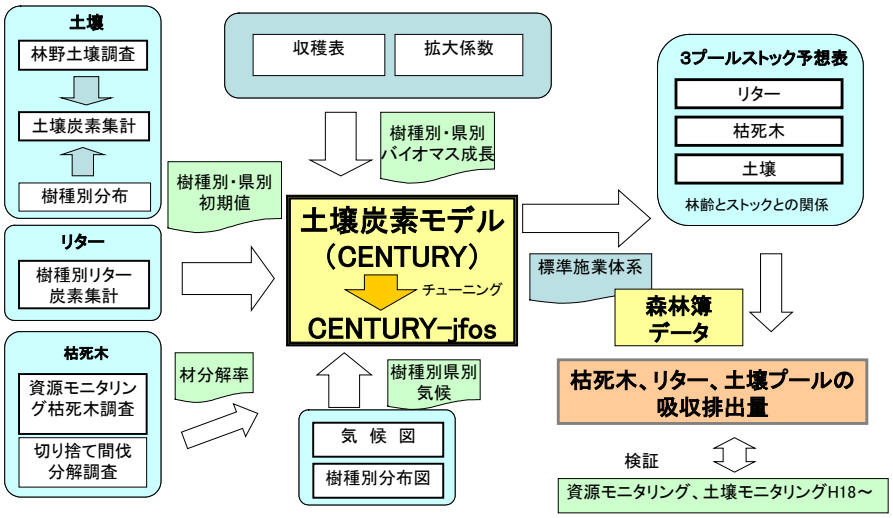


図 6-5　枯死木、リター、土壌プールの排出・吸収量の算定

■　活動量

○　鉱質土壌面積

CENTURY-jfos モデルにより算出された単位面積当たりのストック量を乗ずる活動量として、国家森林資源データベースの森林施業タイプ別・樹種別・林齢別の森林面積を使用した。

○　有機質土壌面積

土壌図及び有機質土壌の県別分布状況より森林の有機質土壌面積を推計した。有機質土壌の土地は天然林のみに存在することから、全ての有機質土壌面積を天然林で報告し、人工林、無立木地、竹林の有機質土壌面積は「NO」として報告した。

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

生体バイオマスに関するパラメータ及び活動量の不確実性については、現地調査データ、専門家判断、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。枯死有機物及び土壌に関しては、CENTURY-jfos モデル出力値の分散を求めることにより不確実性を評価した。その結果、転用のない森林による吸収量全体の不確実性は 9%と評価された。主な

個別のパラメータに対する不確実性の推計値を表 6-23 に示す。

表 6-23　森林カテゴリーの主なパラメータに対する不確実性の推計値

			不確実性［%］	我が国独自の値（CS）又はデフォルト値（D）	備考
森林面積			5.9	CS	国家森林資源データベースの土地面積に関する不確実性を元に推計 樹種を区別せずに 5.9%を使用
単位面積当たり材積			12.3	CS	森林簿の収穫表と現地調査結果の比較を元にした分析より推計
バイオマス拡大係数	スギ	≦20	3.5	CS	測定値を元に推計
		＞20	1.1	CS	
	ヒノキ	≦20	3.2	CS	
		＞20	1.6	CS	
	ナラ	≦20	8.6	CS	
		＞20	2.1	CS	
容積密度	スギ		2.5	CS	
	ヒノキ		1.7	CS	
	ナラ		1.6	CS	
炭素含有率	全樹種		6.0	D	2006 年 IPCC ガイドラインで示された数値幅を踏まえて設定値を使用
枯死木	全森林		22.1	CS	CENTURY-jfos モデルの不確実性分析の結果
リター			51.0		
土壌			19.9		

■　時系列の一貫性

活動量である森林面積は、1991～1994 年度、1996～2001 年度、2003～2004 年度のデータが存在しないため、当該年度の森林面積は内挿により推計し、時系列の一貫性を確保している。

本報告においては、2008～2020 年の人工林民有林の生体バイオマス、枯死木、リター、鉱質土壌それぞれの炭素蓄積変化量について、「2021 収穫表」を用いた再計算を行ったが、それ以前の年度の値の再計算については次回報告以降での対応を予定している。従って、算定値における時系列の断絶を回避するため、1990～2007 年度の値については、2022 年提出の 2008～2020 年の値とそれらを「2021 収穫表」で再計算した値の平均増加率（1.08 倍）を用いて調整を行った。具体的には、再計算を行った民有林人工林を 1.12 倍し、森林全体の平均増加率が 1.08 倍となる様に処理を行っている。

d）　QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）　再計算

■　収穫表の改定に伴う再計算

単位面積当たりの材積の推計に用いている民有林人工林の収穫表の改定により、全年度の生体バイオマス、枯死木、リター、鉱質土壌の炭素蓄積変化量が再計算された。

■　他の土地から転用された森林面積の修正に伴う再計算

転用のない森林における人工林の面積推計の元データとして用いている「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、転用のない森林における人工林の面積を再計算した。この面積の再計算に伴い、全年度の転用のない森林の人工林における生体バイオマス、枯死有機物、及び鉱質土壌の炭素ストック変化量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

CENTURY-jfos に用いるインプットデータの精緻化に向けて継続的に取り組んでいる。

6.4.2. 他の土地利用から転用された森林（4.A.2.）

a）カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、他の土地利用から転用された森林（20 年以内に他の土地利用から転用されて森林になった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。2021 年度における当該カテゴリーの CO_2 純吸収量は 739 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 92.3%の減少、前年度比 9.6%の減少となっている。1990 年度以降の当該吸収量は植林面積の減少により一貫して減少傾向にある。

b）方法論

1）他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

他の土地利用から転用された森林における炭素ストック変化量（ΔC_{LF_LB}）については、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、2.3.1.2 節）に示される式 2.16 を用いて転用に伴い失われる炭素ストック量（$\Delta C_{LB_conversion_to_F}$）と転用後に蓄積される年間炭素ストック変化量（$\Delta C_{LF_LB_SC}$）を合算して算定する Tier 2 法を用いた。なお、すべての転用は人工林への転用とし、転用前の土地利用区分毎（農地はサブカテゴリー区分毎）に報告した。

$$\Delta C_{LF_LB} = \Delta C_{LB_conversion_to_F} + \Delta C_{LF_LB_SC}$$

$$\Delta C_{LB_conversion_to_F} = \sum_i \left\{ \Delta A_i \times \left(B_a \times CF_a - B_{b_i} \times CF_{bi} \right) \right\}$$

$$\Delta C_{LF_LB_SC} = \Delta A_{LF} \times IEF_{AR}$$

ΔC_{LF_LB}	: 他の土地利用から転用された森林における炭素ストック変化量［t-C/yr］
$\Delta C_{LB_conversion_to_F}$	: 他の土地利用から転用された際の炭素ストック変化量（損失）［t-C/yr］
$\Delta C_{LF_LB_SC}$	: 転用後 20 年以内の森林の成長に伴い獲得する炭素ストック変化量［t-C/yr］
i	: 転用前の土地利用カテゴリー
ΔA_i	: 当該年に土地利用カテゴリーi から森林に転用された面積［ha/yr］
B_a	: 森林に転用された直後の単位面積当たり乾物重［t-d.m./ha］、デフォルト値＝0
$B_{b\,i}$	: 森林に転用される前の土地利用カテゴリーi における単位面積当たり乾物重［t-d.m./ha］
CFa	: 転用後の土地利用カテゴリーの炭素含有率（森林）［t-C/t-d.m.］
CF_{bi}	: 転用前の土地利用カテゴリーの炭素含有率［t-C/t-d.m.］
ΔA_{LF}	: 過去 20 年に転用された森林面積［ha］
IEF_{AR}	: AR 活動における単位面積当たり吸収量（見かけの吸収係数に相当）［t-C/ha/yr］※表 6-9 を参照

■　各種パラメータ

○　生体バイオマスストック量算定のパラメータ

【転用後の推計に用いる単位面積あたりの吸収量（IEF_{AR}）】

「他の土地利用から転用された森林」が転用後に獲得する年間の成長量は、別途推計を行っている京都議定書第 3 条 3 における新規植林・再植林（AR）活動の対象森林と性質が大きく変わらないと考えられることから、AR 活動の単位面積当たり吸収量（表 6-9）を用いた。

【土地転用前の生体バイオマスストック量・炭素ストック量（B_a）】

表 6-9 の転用前の農地（田、普通畑）及び草地のパラメータを用いた。湿地、開発地、及びその他の土地からの転用に伴う損失はゼロと仮定し「NA」と報告した。

【炭素含有率（CF）】

森林の炭素含有率は我が国の針葉樹と広葉樹の平均値（0.50 t-C/t-d.m.）を用いた。草地の炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値 0.47 t-C/t-d.m.を用いた。

■　活動量

他の土地利用から転用された森林の単年度面積の過去 20 年間分の積算値を、過去 20 年以内に他の土地利用から森林に転用された土地面積とした。他の土地利用から転用された合計の森林面積、及び各土地利用カテゴリーからの単年度転用面積の把握方法を以下に示す。土壌炭素蓄積変化の算定における遷移期間を 40 年と設定していることから、森林に転用された面積は 1951 年度からの値を推計している。

○　他の土地利用から転用された森林の面積

他の土地利用から転用された森林の面積には、論理的には、新規植林・再植林面積のほか、荒廃地等において自然遷移により森林が回復した土地や、その他の理由により土地利用カテゴリーが「森林」に変更された土地の面積が含まれると考えられる。しかしながら、我が国の場合、自然遷移により森林化した場所が、表 6-2 にある森林法第５条及び第７条２に基づく森林計画対象森林と行政的に整理されることは一般的にはなく、森林以外の土地のままで区分されている。

このため、「他の土地利用から転用された森林」の面積は新規植林・再植林面積に近い値を取るとみなし、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.1 5.3.3.1 節に時系列一貫性と再計算のアプローチとして記載されている「重複」手法の概念に準拠し、「耕地及び作付面積統計」における農地への植林面積と 6.2.2.1. 節に記述された方法を用いて推計された森林化面積を用いた。

衛星画像判読による情報の得られない 2005 年度以前の他の土地から転用された森林面積については、以下の方法により推計した。

【1990 年度から 2004 年度まで】

1989 年末の空中写真オルソ画像と 2005 年撮影の衛星画像判読により把握した 2005 年における AR 総面積を各年度に平均的に配分し、他の土地利用から転用された森林の単年度面積とした。

【1971 年度から 1989 年度まで】

「農林業センサス」から得られる森林面積及び森林減少面積の統計値を用いて推計した。算出方法の具体的手順は下記のとおりである。

① 1970 年、1980 年、1990 年の森林面積統計値及び森林減少面積統計値を用い、1970～1980 年、1980～1990 年にかけての 10 年間の累積の森林面積変化面積（A_{t2}-A_{t1}）及び 10 年間の森林の減少面積（ΔA_{D10}）を計算した。

② 10 年間累積の転用面積（ΔA_{LF10}）は①の合計値（$\Delta A_{LF10}=(A_{t2}+\Delta A_{D10})-A_{t1}=(A_{t2}-A_{t1})+\Delta$

A_{D10}）により得ることができるので、これにより 10 年間に森林に転用された面積を計算した。

③　②を統計値による農用地の植林面積（「耕地及び作付面積統計」）の面積に応じて各年に配分した。

【1951 年度から 1969 年度まで】

「農林業センサス」「農林省統計表」から得られる森林面積（1951、1954、1957、1965、1970 年）と、「耕地及び作付面積統計」の開墾面積から推計した森林減少面積を用いて、1971～1989 年度と同様に、森林面積の推移と森林減少面積の間で整合性が取れるように、森林への転用面積を推計した。

○　うち、農地及び草地から転用された森林の面積

【2005 年度以降】

2005 年度以降の農地及び草地から転用された森林の面積は、各年度の AR 面積に、各年度の AR 判読プロット総数のうち農地及び草地から転用されたと判読されたプロット数の割合を乗じてそれぞれの面積を算定した。農地の内訳として、2005~2016 年度までは以下の【1951 年度から 2004 年度まで】と同様の方法で求めた、“田から転用された森林”、“普通畑から転用された森林”、及び“樹園地から転用された森林”面積で AR 面積より求めた農地から転用された森林面積を按分した。2017 年度以降は統計データの「耕地及び作付面積統計」からかい廃の内訳面積が取得できなくなってしまったことから、「農地の移動と転用」における田及び畑からの植林面積の割合を用いて田畑に区分したのち、現状面積を用いて普通畑と樹園地に按分した。

【1951 年度から 2004 年度まで】

農地から転用された森林面積は、「耕地及び作付面積統計」における田畑への植林面積を用いた。その内訳として、農地から転用された森林面積は田から転用された森林、普通畑から転用された森林、及び樹園地から転用された森林に分類される。田から転用された森林面積は「耕地及び作付面積統計」における田への植林面積を用いた。普通畑、果樹園から転用された森林面積は、植林された総耕作地の面積を普通畑、果樹園、牧草地の使用した３つの農地サブカテゴリーの面積割合で除して算定された。1971 年から 2002 年については、「農用地建設業務統計」から得られた土地利用のサブカテゴリーレベルの年次農用地造成面積値が土地利用のサブカテゴリーの面積割合に考慮された。それ以外の年については、「耕地及び作付面積統計」の普通畑、樹園地、牧草地の現状面積で按分した。

また、草地から転用された森林面積は、「耕地及び作付面積統計」から推計した牧草地への植林面積と農林水産省「農地の移動と転用」における採草放牧地での植林面積を合計することで算定した。

○　うち、湿地、開発地及びその他の土地から転用された森林の面積

【2005 年度以降】

各年度の AR 面積に、各年度の AR 判読プロット総数のうち湿地、開発地及びその他の土地から転用されたと判読されたプロット数の割合を乗じてそれぞれ面積を算定した。

【1951 年度から 2004 年度まで】

統計からデータを直接入手できないため、「他の土地利用から転用された森林の総面積」から、「農地から転用された森林」及び「草地から転用された森林」の面積を差し引き、差分の面積に AR 判読結果の 2007 年度の判読結果から得られた湿地、開発地、その他の土地から森林に転用された面積の割合を乗じることで算定した。配分割合は、湿地：開発地：その他の土地＝0:1:1 で固定した。

表 6-24　他の土地利用から転用された森林の面積（1 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された森林	kha	4.57	4.57	4.57	4.57	3.09	2.69	1.02	1.02	0.96	0.96	0.14	0.14	0.05	0.05	NO
農地から転用された森林	kha	3.14	1.33	1.19	2.75	1.75	1.40	0.59	0.59	0.33	0.33	0.08	0.08	NO	NO	NO
田	kha	0.92	0.47	0.41	0.82	0.75	0.51	0.21	0.20	0.11	0.11	0.03	0.03	NO	NO	NO
普通畑	kha	1.23	0.57	0.34	1.50	0.80	0.71	0.30	0.31	0.18	0.17	0.04	0.04	NO	NO	NO
樹園地	kha	0.99	0.30	0.44	0.42	0.21	0.18	0.08	0.08	0.04	0.04	0.01	0.01	NO	NO	NO
草地から転用された森林	kha	0.24	0.20	0.16	0.82	0.72	0.92	0.27	0.27	0.50	0.50	0.04	0.04	0.05	0.05	NO
湿地から転用された森林	kha	NO	NO	NO	0.00	NO	0.03	0.03	0.03	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
開発地から転用された森林	kha	0.59	1.52	1.61	0.81	0.50	0.28	0.09	0.09	0.10	0.10	0.01	0.01	NO	NO	NO
その他の土地から転用された森林	kha	0.59	1.52	1.61	0.18	0.11	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.01	0.01	NO	NO	NO

（出典）：林野庁「森林資源現況調査」、林野庁「国家森林資源データベース」

表 6-25　他の土地利用から転用された森林の面積（20 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された森林	kha	554.0	243.7	158.3	118.6	87.1	83.3	79.8	76.2	72.6	69.0	64.6	60.2	55.6	51.1	46.5
農地から転用された森林	kha	123.9	60.6	43.9	35.1	32.1	30.3	29.2	28.3	27.3	26.3	25.2	24.1	22.8	21.6	20.7
田	kha	53.8	23.7	15.9	11.7	11.8	11.2	10.9	10.5	10.2	9.8	9.4	8.9	8.5	8.1	7.8
普通畑	kha	44.3	21.2	14.6	12.5	13.5	13.1	12.7	12.5	12.1	11.8	11.4	11.0	10.7	10.3	10.2
樹園地	kha	25.8	15.7	13.4	10.9	6.8	5.9	5.6	5.3	5.1	4.8	4.4	4.1	3.6	3.2	2.7
草地から転用された森林	kha	17.4	8.7	5.7	5.0	7.2	8.5	8.6	8.7	9.0	9.3	9.1	8.9	8.8	8.7	8.6
湿地から転用された森林	kha	NO	NO	NO	NO	0.03	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
開発地から転用された森林	kha	206.4	87.2	54.3	39.6	25.4	23.9	22.6	21.3	19.8	18.4	16.9	15.3	13.7	12.1	10.4
その他の土地から転用された森林	kha	206.4	87.2	54.3	38.9	22.4	20.6	19.2	17.8	16.3	14.8	13.3	11.7	10.1	8.5	6.8

（出典）：林野庁「森林資源現況調査」、林野庁「国家森林資源データベース」

2）他の土地利用から転用された森林における枯死有機物、土壌の炭素ストック変化量

■　算定方法

○　立木地の枯死有機物の炭素ストック変化量

枯死木及びリターの炭素ストック変化量は、森林以外の土地利用の炭素ストック量（0 t-C/ha）から森林の炭素ストック量にそれぞれの遷移期間で直線的に変化するものとして、以下の式のとおり 1 年あたりの変化率（t-C/ha/yr）を算出し活動面積に乗じることで算出した。枯死木の遷移期間は 40 年であるが、当該カテゴリー下では転用後 20 年までの土地を報告の対象としているため、活動面積は過去 20 年間の転用面積を使用する。転用後 21 年以上 40 年までの土地については、「転用のない森林」カテゴリー下で報告する。

$$\Delta C_{LF_dl} = \sum_i \left\{ \Delta A_{LF_i} \times \left(C_{F20_{dl}} - C_{i_{dl}} \right) / T_{dl} \right\}$$

ΔC_{LF_dl}　: 他の土地利用 i から転用された森林（立木地）における枯死木、リター又は鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C /yr］

ΔA_{LFi}　: 過去 20 年間に他の土地利用 i から森林（立木地）に転用された面積［ha］

C_{F20_dl}　: CENTURY-jfos モデルで得られた 20 年生の森林における枯死木、リター又は鉱質土壌の平均炭素ストック量［t-C /ha］

C_{i_dls}　: 転用前の土地利用 i における枯死木、リター又は鉱質土壌の平均炭素ストック量［t-C /ha］

T_{dl}　: 遷移期間（枯死木は 40 年、リターは 20 年）

i　: 転用前の土地利用

○　**立木地の鉱質土壌の炭素ストック変化量**

鉱質土壌の炭素ストック変化量は、表 6-14 で示した方法で算出した年間変化量を過去 20 年間に他の土地利用から転用された森林面積に乗じて算出した。年間変化量は転用前の土地利用によって異なる。

○　**有機質土壌の耕起・排水に伴う CO_2 排出量**

当該カテゴリーの有機質土壌からの排出量は、転用のない森林と同様に「NO」として報告した。

■　**各種パラメータ**

○　**枯死有機物、土壌炭素ストック変化量**

表 6-12（枯死木）、表 6-13（リター）表 6-14（鉱質土壌）の転用後の森林のパラメータを用いた。

■　**活動量**

他の土地利用から転用された森林の面積は生体バイオマスの算定に用いたものと同じ面積を用いた。実際の面積値については表 6-22 を参照のこと。

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性評価**

生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌に関する不確実性は、各パラメータ及び活動量ごとに、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、他の土地利用から転用された森林による吸収量全体の不確実性は 9%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d）QA/QC **と検証**

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）**再計算**

■　**他の土地利用から転用された森林面積の修正に伴う再計算**

6.4.1. e）節で詳述したとおり、他の土地利用から転用された森林面積の修正に伴い他の土地利用から転用された森林面積の再計算を行った。これに伴い全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌の炭素ストック変化量を再計算した。

■　**枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック量の算定方法の改訂に伴う再計算**

枯死有機物、鉱質土壌の転用前後の炭素ストック量、土地転用係数、及び遷移期間の見直しにより、炭素ストック量の年間変化量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの枯死有機物、及び土壌の炭素ストック変化量を再計算した。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）**今後の改善計画及び課題**

特になし

6.5. 農地（4.B.）

農地に該当する土地は、一年生及び多年生の作物を生産している土地であり、一時的に休耕地になっている土地も含む。我が国のインベントリにおける農地は田、普通畑、樹園地、荒廃農地によって構成されている。

2021 年度における我が国の農地面積は約 404 万 ha であり、国土面積の約 10.7%を占めている。そのうち有機質土壌面積は 17 万 ha である。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 4,666 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない。）であり、1990 年度比 44.0%の減少、前年度比 0.3%の増加となっている。

表 6-26　農地における炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー	炭素プール	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.B. 農地	合計	kt-CO_2	8,331	3,827	4,002	3,912	5,846	6,508	5,472	6,193	5,698	5,443	4,552	3,968	4,681	4,650	4,666
	生体バイオマス	kt-CO_2	930	389	198	211	282	226	199	200	251	252	172	201	239	290	541
	枯死木	kt-CO_2	146	34	11	20	28	28	18	18	18	18	8	8	13	13	49
	リター	kt-CO_2	72	17	6	10	14	14	9	9	9	9	4	4	7	7	24
	鉱質土壌	kt-CO_2	5,933	2,159	2,572	2,473	4,342	5,068	4,073	4,795	4,253	4,001	3,206	2,592	3,260	3,178	2,892
	有機質土壌	kt-CO_2	1,250	1,228	1,214	1,197	1,180	1,173	1,172	1,170	1,167	1,163	1,162	1,162	1,163	1,163	1,160
4.B.1. 転用のない農地	合計	kt-CO_2	7,407	3,591	3,911	3,760	5,646	6,336	5,358	6,073	5,572	5,315	4,508	3,931	4,571	4,532	4,212
	生体バイオマス	kt-CO_2	280	245	157	121	154	127	144	137	179	175	165	207	182	229	198
	枯死木	kt-CO_2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	リター	kt-CO_2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	鉱質土壌	kt-CO_2	5,933	2,159	2,572	2,473	4,342	5,068	4,073	4,795	4,253	4,001	3,206	2,592	3,260	3,178	2,892
	有機質土壌	kt-CO_2	1,194	1,187	1,181	1,166	1,149	1,141	1,141	1,141	1,140	1,139	1,136	1,132	1,129	1,126	1,122
4.B.2. 他の土地から転用された農地	合計	kt-CO_2	924	236	91	152	201	173	114	119	126	128	45	36	110	118	454
	生体バイオマス	kt-CO_2	651	144	41	90	128	99	55	62	72	77	6	-6	56	61	342
	枯死木	kt-CO_2	146	34	11	20	28	28	18	18	18	18	8	8	13	13	49
	リター	kt-CO_2	72	17	6	10	14	14	9	9	9	9	4	4	7	7	24
	鉱質土壌	kt-CO_2	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	有機質土壌	kt-CO_2	56	41	33	32	31	32	31	29	27	25	26	30	34	37	39

6.5.1. 転用のない農地（4.B.1.）

a）カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、転用のない農地（過去 20 年間継続して農地であった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 4,212 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 43.1%の減少、前年度比 7.1%の減少となっている。本カテゴリーの排出・吸収量の時系列における変動に寄与しているのが、鉱質土壌における炭素ストック変化量の増減である。2021 年度における鉱質土壌プールからの CO_2 排出量は 2,892 kt-CO_2 であり、1990 年度比 51.3%の減少、前年度比 9.0%の減少となっている。

排出量の時系列データの増減の概況を述べると、1990 年から 2003 年度までは排出は減少傾向にあったが、2004 年度以降は 2008 年度の排出のピークに向けて増加傾向、その後は再び排出減少傾向となっている。この変動は、農地土壌への炭素投入量（特に、たい肥施用量）と分解に影響を与える気温の年次変動によるものである。鉱質土壌の炭素ストック変化の算定は、後述のとおり地目別にモデル算定により実施されており、各都道府県の総和で国の値が算出される。地目別に結果を見ていくと、農地の 3 つの地目のうち、普通畑による年次変

動が、全体の変動に大きく影響している。普通畑の変動の状況を都道府県別に見ていくと、我が国の普通畑の 1/4 以上の面積を占める北海道における変動が日本全体の変化に大きな影響を与えることが分かった。この要因は炭素変化係数を都道府県の面積データに乗じて排出量を算定するため、炭素変化係数の変動が少量でも、面積の大きい県で変動があると増幅されてしまうため北海道などの状況を反映して、このような変動状況がみられる結果となったと考察された。

2020 年報告より、土壌炭素プールの算定に、バイオ炭の農地施用における炭素貯留量の算定を追加した。2021 年度のバイオ炭の炭素貯留効果による排出削減量は 3.03 kt-CO_2 である。過去 20 年間転用のない農地の面積を表 6-27 に示した。本表面積には、鉱質及び有機質土壌の両方の面積を含んでいる。

表 6-27　転用のない農地の面積（20 年間転用のない面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用のない農地		kha	4,563	4,442	4,340	4,283	4,238	4,179	4,166	4,151	4,140	4,116	4,088	4,057	4,035	4,005	3,977
	水田	kha	2,765	2,704	2,626	2,545	2,484	2,454	2,447	2,439	2,427	2,413	2,395	2,378	2,364	2,348	2,332
	普通畑	kha	1,186	1,141	1,120	1,135	1,153	1,152	1,149	1,145	1,141	1,138	1,130	1,124	1,118	1,111	1,106
	樹園地	kha	445	393	350	330	309	301	297	293	289	285	280	274	269	263	258
	荒廃農地	kha	167	204	244	272	292	272	273	273	283	281	283	280	284	282	282

b）方法論

1）転用のない農地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

○　田、普通畑、荒廃農地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.2.1.1 節に従い、生体バイオマスについては木本性永年作物のみ算定対象となる。単年生作物を栽培している田、普通畑は成長により増加したバイオマスは短期間で収穫・分解により失われることから経年的な炭素ストック貯留には寄与せず炭素ストック変化の算定対象外であり、また、荒廃農地では直接人為的な管理によりバイオマス炭素ストックを変化させているものではないため、いずれも年間の炭素蓄積変化はゼロとして「NA」として報告した。

○　樹園地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 5.2.1.1 節に記載されている Tier 2 の蓄積変化法を用いて樹園地の生体バイオマスの炭素ストック変化量を算定した。

生体バイオマスの炭素ストック量は、果樹別の栽培面積に、国内の文献調査から得られた各果樹 1 本当たりの乾物重、標準的な植栽密度、乾物重当たりの炭素含有率を乗じて算定した。地上バイオマスと地下バイオマスの配分は、地上部に対する地下部の比率を用いて算出した。

$$\Delta C_{C_LB} = C_{t+1} - C_t$$

$$C_t = \sum_j \left(A_{t,j} \times D_j \times W_j\right) \times \frac{10}{1000} \times CF$$

（注）10/1000 を乗じているのは、単位変換のため

ΔC_{C_LB}　：樹園地の生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］

C_t　：t 年における樹園地の生体バイオマスの炭素ストック量［t-C］

A_t　：t 年における果樹栽培面積［ha］

D　　: 植栽密度［本/10a］
W　　: バイオマス乾物重［kg/本］
CF　　: 乾物重当たりの炭素含有率［t-C/t-d.m.］
j　　: 果樹種類

■　各種パラメータ

○　果樹の生体バイオマスのパラメータ

果樹別の植栽密度、バイオマス乾物重量、地上部に対する地下部の比率は、国内文献情報を元に、主要な果樹に対して独自の値を設定した。茶のバイオマス乾物重は 48 t-d.m./ha、果樹のバイオマス乾物重は 8～24 t-d.m./ha、地上部：地下部比率は 7:3～5:4 である。炭素含有率は我が国の森林（広葉樹）の炭素含有率 0.48 t-C/t-d.m.を適用した。

■　活動量

○　樹園地栽培面積

「耕地及び作付面積統計」より把握した主要果樹 15 品目の都道府県別栽培面積、及び「特産果樹生産出荷実績調査」より把握した主要果樹以外の果樹の栽培面積を用いた。ただし、都道府県別の調査が主産県しか実施されない年については、統計調査の全国値を推計する方法や内挿を用いてすべての都道府県の栽培面積を求めた。なお、新植、廃園などの移動の数値を種別に把握できないため、本値は他の土地から転用された樹園地の面積も含んでいる。

2）　転用のない農地における枯死有機物の炭素ストック変化量

■　算定方法

枯死有機物の炭素ストック変化については、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.2.2.1 節の記載に従い、当該炭素ストック量が変化しないと想定している Tier 1 を適用し、ゼロと推計した。したがって当該炭素ストック変化量は「NA」として報告した。

3）　転用のない農地における土壌の炭素ストック変化量

鉱質土壌については農耕地と農耕地以外に区分される荒廃農地とに分けて算定を行い、農耕地土壌においては通常の営農活動による炭素蓄積変化、及びバイオ炭の施用に伴う炭素貯留量の算定を行う。有機質土壌については、農耕地の田・普通畑における有機質土壌の耕起に伴う排出（on-site）及び排水された有機質土壌からの水溶性炭素損失による排出（off-site）を算定対象とした。

■　算定方法

○　鉱質土壌の炭素ストック変化量

【農耕地（田、普通畑、樹園地）における鉱質土壌の炭素ストック変化量】

日本全国の農耕地における土壌有機炭素量の経年変化を Tier 3 法、土壌炭素動態モデル Rothamsted Carbon Model（以下、Roth C）を用いて計算した。

図 6-6 に示すとおり、Roth C モデルは、気象データ（月別平均気温、降水量及び水面蒸発量）、土壌特性データ（土壌粘土含量、作土深、初期の炭素含有率、仮比重）、土地利用データ及び作物残さ・堆肥からの炭素投入量を入力データとして、土壌炭素の分解率の異なる 5 つのコンパートメント毎に土壌炭素量［(t-C/ha（100m×100m のメッシュ毎))］が月毎に計算される。月毎の全コンパートメント合計データの年間の合計を求め、前年度との差を取ることでメッシュ毎の年間の土壌炭素変化量［t-C/ha/yr］を求めた。GHG インベントリの報告区分に合わせるため、メッシュ毎の地目を特定し、メッシュデータに都道府県行政界を重ねあわせることにより、都道府県別地目別の単位面積あたりの平均土壌炭素変化量［t-C/ha/yr］

を求めた。

これを都道府県別地目別の鉱質土壌面積に掛け合わせて、炭素蓄積変化量［t-C/yr］を算出した。

$$\Delta C_{C_ms} = \sum_{i,j} \left(\Delta SOC_{i,j} \times A_{i,j} \right)$$

ΔC_{C_ms} ：農耕地における鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/yr］
$\Delta SOC_{i,j}$ ：都道府県 i の地目 j における単位面積当たり鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/ha/yr］、Roth C より計算
$A_{i,j}$ ：統計値で把握される都道府県 i の地目 j の農地面積（鉱質土壌）［ha］
i ：都道府県
j ：地目（田、普通畑、樹園地）

このモデル算定では、土地転用の履歴も含み、1970 年以降に一度でも農耕地になった土地をすべて計算の地理的範囲に含めているため、算出された結果は、転用の有無にかかわらず全ての農地を含むことになる。したがって、転用の有無で区別することなく報告することとし、他の土地利用から転用された農耕地における鉱質土壌の炭素ストック変化量を含んで本算定で報告している。

【バイオ炭の農地施用に伴う土壌の炭素ストック変化量】

バイオ炭の農地への施用に伴う土壌炭素ストック量の変化については、2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良（以下、2019 年改良 IPCC ガイドライン）で示される Tier 1 の方法論を用いて算定した。

算定対象としたバイオ炭はデータの入手可能な、国内で製造されている白炭、黒炭、竹炭、粉炭、オガ炭とした。なお、地目別のバイオ炭施用量の情報は入手できないため、転用のない農地の鉱質土壌に一括して報告した。算定式は以下のとおりである。

$$\Delta BC_{C_ms} = \sum_{p} \left(BC_{TOT_p} \times F_{C_p} \times F_{perm_p} \right)$$

ΔBC_{C_ms} ：バイオ炭の農地施用に伴う鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/yr］
BC_{TOTp} ：当該年に鉱質土壌耕地に施用されたバイオ炭 p の量［t-d.m./yr］
F_{Cp} ：バイオ炭 p の炭素含有率［t-C/t-d.m.］
F_{perm_p} ：バイオ炭 p の 100 年後残存率［t-C/t-C］
p ：バイオ炭の種類 （白炭、黒炭、竹炭、粉炭、オガ炭）

【荒廃農地における鉱質土壌の炭素ストック変化量】

生体バイオマスプール同様、荒廃農地では直接人為的な管理の影響による炭素ストック変化はゼロとみなし「NA」として報告した。

○　有機質土壌の耕起・排水に伴う CO_2 排出量

【田、普通畑における有機質土壌の耕起に伴う CO_2 排出量（on-site）の算定】

水田、普通畑における有機質土壌の耕起に伴う CO_2 排出量は、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、5.2.3.1 節に示される Tier 1、及び Tier 2 の算定方法を用いて算定した。また我が国独自の排出係数が適用できる土地利用区分においては Tier 2 を用いた。

$$L_{C_os} = \sum_{j,z} \left(A_{j,z} \times EF_{j,z} \right)$$

L_{C_os} : 有機質土壌の炭素損失量［t-C/yr］
$A_{j,z}$: 気候帯 z において耕起された地目 j の有機質土壌面積［ha］
$EF_{j,z}$: 気候帯 z の地目 j の炭素排出係数［t-C/ha/yr］
j : 地目（田、普通畑）
z : 気候帯（冷温帯、暖温帯）

【田、普通畑における排水された有機質土壌からの水溶性炭素損失による CO_2 排出量（off-site）の算定】

水田、普通畑における排水された有機質土壌における水溶性炭素損失による CO_2 排出量は湿地ガイドライン 2.2.1.2 節に示される Tier 1 の算定方法を用いて算出した。算定式は以下のとおりである。なお、CH_4 排出の方法論は 6.12. b） 節を参照のこと。

$$CO_2{-}C_{DOC_{C_os}} = \sum_{j} \left(A_j \times EF_{DOC} \right)$$

$$EF_{DOC} = DOC_{FLUX_NATURAL} \times (1 + \Delta DOC_{DRAINAGE}) \times F_{rac_{DOC-CO_2}}$$

$CO_2\text{-}C_{DOCc_os}$: 排水された有機質土壌からの水溶性炭素損失による CO_2-C 排出量［t-C/yr］
A_j : 地目 j の排水された有機質土壌面積［ha］
j : 地目（田、普通畑）
EF_{DOC} : DOC 由来の排出係数［t-C/ha］
$DOC_{FLUX_NATURAL}$: 排水を行っていない状態のバックグラウンドの排出［t-C/ha/yr］
$\Delta DOC_{DRAINAGE}$: 排水を行っていない状態から排水された状態に変化した場合のフラックス増加割合
$Frac_{DOC_CO2}$: 対象地から移送される水溶性炭素のうち、CO_2 として排出される割合

【樹園地、荒廃農地における有機質土壌の耕起・排水に伴う排出量】

樹園地において有機質土壌は存在せず、清耕栽培か草生栽培を行うのが一般的な営農方法であるため、また、荒廃農地については、耕起及び排水は実施されないため、2006 年 IPCC ガイドラインの方法論に従って、これらの活動のない場所において排出は生じないとし、当該排出は「NO」として報告した。

■　各種パラメータ

○　農耕地（田、普通畑、樹園地）における鉱質土壌の炭素ストック変化量算定のための Roth C モデルの主な仮定とパラメータ

【Roth C モデルの日本の農耕地への適用】

Roth C モデルは土壌炭素の長期的な動態を予測するために英国で開発された土壌炭素動態モデルであり（Coleman and Jenkinson, 1996）、日本の農耕地への適用に当たり、我が国の農耕地における長期連用試験データを用いて検証し、改良を行ったものである。非火山灰土の農耕地については元々のモデルが特段の修正やキャリブレーションなく適用できることが分かったが（Shirato and Taniyama, 2003）、黒ボク土については、アルミニウム-腐植複合体の存在により土壌有機物が安定で分解が生じにくくなる特性があることから、Roth C の腐植（humified organic matter, HUM）プールの分解率を小さく設定した（Shirato et al. , 2004）。また、水田については、水稲成長期に水を張ることから、普通畑とは土壌有機物の分解率が異

なるため、すべてのプールの分解率を小さく設定した（Shirato and Yokozawa, 2005）。

【Roth C モデル算定のインプットデータ】

気象データは 1km メッシュデータ、土壌特性データ及び土地利用データは 100m メッシュデータを利用した。作物残さ及び堆肥からの投入量については都道府県毎の統計データ及びアンケート調査データを使用した。

作物残さの投入量は、収穫量に対して残さの発生比率とすき込み割合を乗じて作物別に算定した。作物残さの発生量は、収穫量よりは作物体の量に関係することから、収穫量の年次変動をそのまま算定に反映することは必ずしも正確な算定にはつながらないと考えられるため、収穫量は平均的な収穫量（水稲は毎年農林水産省が設定している平年収量、普通畑・樹園地は 1970~2017 年の実績収穫量の平均値）を各年で用いることにした。残さの発生比率は国内文献値から各作物別に全国一律の値で設定した。すき込み比率は、アンケート調査の結果等から、「すき込み」処理を行った割合とし、水稲は地域別の毎年の値を、水稲以外の作物は全国一律の値を全期間において用いた。

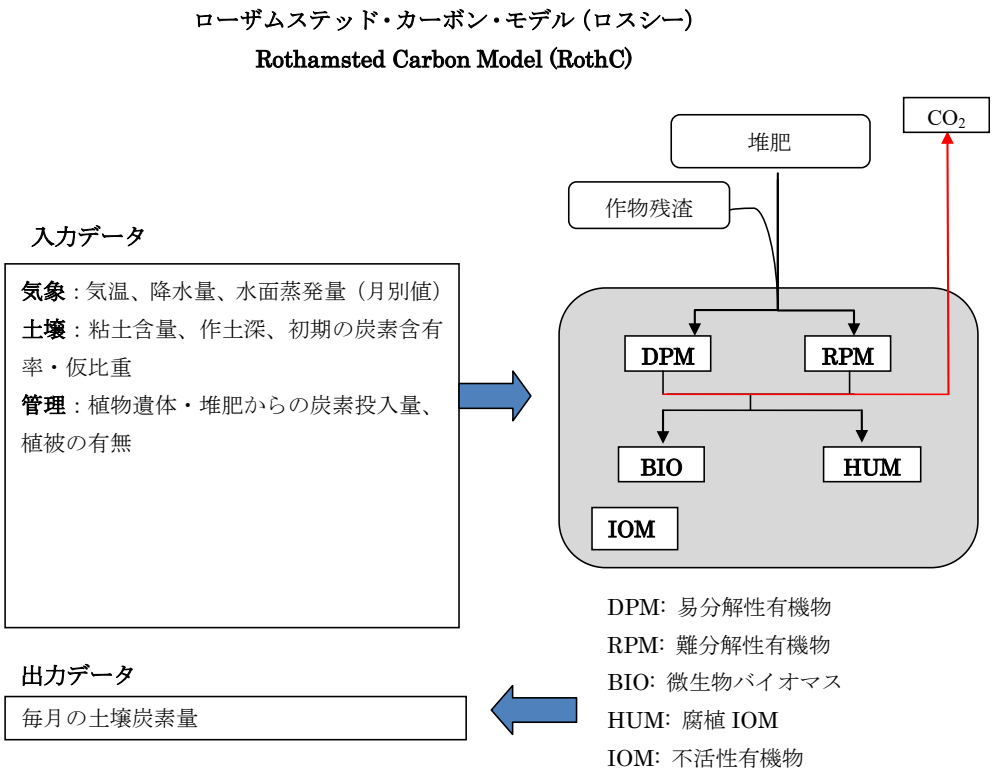


図 6-6 Roth C モデルの概要

堆肥投入量については、水稲については、農業経営統計調査のうち米生産費の堆肥施用量を、水稲以外の作物については、アンケート調査により推計した作物別（畑作物、野菜、果樹、茶、飼料作、牧草）堆肥施用量（全国共通値）を用いて算出した。ただし、水稲以外は数年かけて全調査対象を把握することとしているため、調査結果が未集計の年の値は内挿もしくは外挿で処理し、標本数が少なく代表性が担保できない場合は使用データから除外する等の統計的な処理を行って利用した。

○　バイオ炭のパラメータ（炭素含有率、100 年後の炭素残存率）

バイオ炭の炭素含有率は、竹炭については国内調査（Kurimoto et al.（2020））に基づく焼

成温度が 350-450℃の有機炭素含有率（0.778 t-C/t-d.m.）[5]を利用した。竹炭以外は、2019 年改良 IPCC ガイドライン Table 4A p.1 で提示されている木材の熱分解プロセスのデフォルト値（0.77 t-C/t-d.m.）を適用した。100 年後の炭素残存率は、我が国のそれぞれのバイオ炭の焼成温度を踏まえ、2019 年改良 IPCC ガイドライン Table 4A p.2 のデフォルト値から、白炭、黒炭、オガ炭は焼成温度 600℃以上に対応する値（0.89 t-C/t-C）、粉炭は焼成温度 450-600℃に対応する値（0.80 t-C/t-C）、竹炭は 350-450℃に対する値（0.65 t-C/t-C）を適用した。

○　**有機質土壌からの on-site CO_2 排出係数（EF）**

水田、普通畑における有機質土壌からの CO_2 排出係数については以下の表の値を適用した。

表 6-28　有機質土壌の耕起に伴う炭素排出係数

地目	気候帯	排出係数［t-C/ha/yr］	出典
水田	冷温帯	1.55	実測データ 1)
	暖温帯	1.55	冷温帯での実測データを使用 2)
普通畑	冷温帯	4.18	実測データ
	暖温帯	10.0	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、Table 5.6、デフォルト値

（注）

1）水田の実測データは湛水時期の排出は 0 と見なして作成した排出係数。

2）2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数は Paddy field は除外されているため、我が国の実測結果にて代用。

3）日本の一部地域は亜熱帯の気候帯に属するが、算定に用いているデータではそれらの地域の有機質土壌の耕起面積が NO であるため、亜熱帯域の炭素排出係数は計算に用いていない。

○　**有機質土壌からの off-site CO_2 排出量算定のためのパラメータ**

湿地ガイドラインに提示されている Tier 1 のデフォルトパラメータを適用した。

表 6-29　有機質土壌からの off-site CO_2 排出量算定のためのパラメータ

気候帯	$DOC_{FLUX_NATURAL}$［t-C/ha/yr］	$DOC_{DRAINAGE}$	$Frac_{DOC\text{-}CO2}$	EF_{DOC} [t-C/ha/yr]
温帯	0.21	0.60	0.9	0.31

（出典）湿地ガイドライン Table 2.2

■　**活動量**

○　**鉱質土壌面積**

Roth C モデルにより算出された単位面積当たりの炭素ストック変化量を乗じるために用いる面積は「耕地及び作付面積統計」に掲載されている田（水稲作付田のみ）、普通畑（水稲以外作物作付田、不作付水田含む）及び、樹園地から、地目ごとの有機質土壌面積（表 6-30）」を減じた面積とした。モデル算定には、他の土地利用から転用された農地も計算に含んでいるため、活動量も、他の土地利用から転用された農地（鉱質土壌）の面積も含んでいる。

○　**農地へのバイオ炭の施用量**

活動量となる鉱質土壌農地へのバイオ炭の施用量は、農業用途の木炭の生産量に、農地土壌への施用割合及び鉱質土壌面積の割合を乗じて算出した。

農業用途の木炭の生産量については、農林水産省「特用林産物生産統計調査」に掲載され

[5] 竹炭生産量について、焼成温度別の情報が得られないことから、最も有機炭素含有率が低い焼成温度が 350～450℃のデータを採用した。

ている種類別木炭の生産量のうち、用途区分が「農業用」の値を使用した。一部年次では、データが欠損していることから、内挿又は按分（合計しかない場合に、ある年の炭種の割合を用いて配分）により補完した。また、一部の木炭は飼料等の用途向けに利用されているため、農業用途の木炭生産量から飼料等の用途分を控除した。専門家ヒアリングに基づき、確実に農地へ施用されている割合を 95%と想定した。また、農地土壌に施用されたバイオ炭については、鉱質土壌、有機質土壌に分けた施用量の把握は困難であるため、我が国では全国の農地にバイオ炭が一律の割合（単位面積当たりの施用量）で投入されると仮定した上で、インベントリで報告されている鉱質土壌と有機質土壌の面積比に基づき、土壌タイプ別の施用量を把握した。なお、2019 年改良 IPCC ガイドラインでは有機質土壌におけるバイオ炭の 100 年後残存率が提示されておらず、我が国においても知見が十分でないことから、現時点では有機質土壌へのバイオ炭施用による炭素貯留は算定対象外とした。

なお、我が国では農業用途の木炭の輸出入実績がほとんどないため、輸出入に伴うバイオ炭施用量の加減は考慮していない。

○　有機質土壌面積

農耕地土壌の各地目における有機質土壌面積は、土壌群別土壌面積データが得られる年には、都道府県別地目別の土壌群別土壌面積データより有機質に分類される土壌の割合を算出し、それを都道府県別の各地目の面積に乗じることで算出した（1992 年、2001 年、2010 年）。それ以外の年度においては、1992 年、2001 年、2010 年の各時点の有機質土壌面積を起点に、拡張・かい廃面積の一定割合を有機質土壌とみなして加減することで各年の各地目の有機質土壌面積を計算した。

農耕地の拡張により他の土地利用より転用された場合には、基本的には転用前の土地利用区分における有機質土壌割合を用いている。ただし、湿地からの転用については、この活動に該当する干拓地において、干拓地周辺の土壌図において有機質土壌が存在していなかったことから、有機質土壌割合は 0%とした（「NO」で報告）。

農耕地からの転用の場合には、基本的には各調査年の間（1992～2001 年、又は、2001~2010 年）に生じた変化面積に対する有機質土壌面積の変化面積の割合を用いている。ただし 1992 年以前の転用においては、1992 年調査時点の各地目の有機質土壌率を用い、1992 年以降の転用においては 1992～2001 年の値を、2001 年以降の転用には、2001～2010 年の値を用いた。

この方法によって算定された我が国の地目別の有機質土壌面積（転用のない農地と転用された農地の合計）は表 6-30 のとおりである。LULUCF 分野の CRF Table では耕起・排水等の活動の有無にかかわらず表 6-30 に示される総有機質土壌面積の報告を求められているが、有機質土壌由来の排出量の計算においては、実際に活動が生じた面積のみを使用している。農業分野の当該面積値の報告については、農耕地の有機質土壌のうち、実際に耕起を行った活動量面積を報告しているため本表で示される面積値とは異なる（5.5.1.6 節参照）。

表 6-30　農地における有機質土壌面積

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用のない農地	kha	170.7	168.4	168.5	167.4	166.0	165.7	165.9	166.1	166.3	166.1	166.6	167.1	167.5	167.8	168.0
水田	kha	131.6	129.8	129.1	127.3	125.3	124.9	125.0	125.1	125.0	124.8	124.9	124.9	124.9	124.9	124.8
普通畑	kha	16.7	16.7	17.0	16.9	16.8	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	16.0	16.0	16.0	15.9
樹園地	kha	1.3	1.0	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
荒廃農地	kha	21.1	21.0	21.9	22.8	23.6	23.9	24.1	24.4	24.7	24.9	25.4	25.7	26.0	26.4	26.7

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性の評価

果樹バイオマスに関する活動量及びパラメータの不確実性については、統計データの不確実性及び 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト不確実性を利用する。RothC モデルによる鉱質土壌における炭素ストック変化に関する不確実性は、モデルの構造に起因する不確実性については、入力値及び土壌炭素の実測値がそろっている圃場試験におけるモデルと実測の比較により、約 10%程度の不確実性があることが明らかになっている。モデルの入力値に起因する不確実性については、まだ定量化されておらず、今後の課題である。バイオ炭の農地への施用に伴う土壌における炭素ストック貯留量に関する不確実性は、統計データの不確実性、及び 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値の不確実性を利用した。有機質土壌に関する不確実性については、統計データの不確実性、及び 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト不確実性を利用する。その結果、転用のない農地における排出量全体の不確実性は 25%と評価された。

■ 時系列の一貫性

当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

なお、Roth C では特段キャリブレーションは実施していないが、地目と土壌タイプの違いにより 3 つの改良バージョン（水田、黒ボク、非黒ボク）を使い分けることにより、実測データと精度よく一致することが確かめられており、長期の圃場における実測データを用いたプロットスケールの検証及び改良を行っている。

圃場は、土壌の性質で水田、非水田黒ボク、非水田黒ボクで分類している。よってこの 3 種ですべての土壌種を網羅していると考えている。検証と改良についての詳細は、白戸（2006）、Shirato & Taniyama（2003）、Shirato et al.（2004）、Shirato & Yokozawa（2005）、Takata et al.（2011）、Shirato（2011）を参照。

e） 再計算

■ 森林からの転用面積の修正に伴う再計算

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された農地面積が再計算されたため、転用のない農地の面積も全年にわたり再計算された。この面積の再計算に伴い、鉱質土壌の炭素ストック変化量及び有機質土壌からの CO_2 排出量が全年にわたり再計算された。

■ Roth C 係数の更新に伴う再計算

Roth C モデル算定に用いる炭素投入量データ（稲わら）の地方別すき込み率は 5 年移動平均を用いている。2020 年のデータを更新したことにより 2018 年度以降の残さ投入量が修正された。このデータの変更により、2018~2020 年度の地目別の単位面積当たりの土壌炭素ストック変化量が再計算された。

■ 樹園地面積の修正に伴う再計算

2017 年度以降、樹園地の生体バイオマスの炭素ストック変化量の算定に用いている樹園地面積において一部の都道府県で毎年の調査が行われなくなってしまったため、推計で求める

ことになった。この推計方法を修正したため、2017 年度~2019 年度の樹園地面積及び、生体バイオマスの炭素ストック変化量が再計算された。

■　鉱質土壌面積、有機質土壌面積の修正に伴う再計算

農耕地への転用面積の推計方法を 1983 年～2002 年にかけて見直したため、各地目の他の土地から転用された面積が修正された。この再計算に伴い、有機質土壌と鉱質土壌面積を用いた炭素蓄積変化量及び有機質土壌からの排出量が全年にわたり再計算された。

■　竹炭のパラメータの更新に伴う再計算

竹炭の有機炭素含有率と 100 年後の炭素残存率のパラメータの見直しに伴い、土壌炭素ストック変化量が全年にわたり再計算された。

再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

6.5.2. 他の土地利用から転用された農地（4.B.2.）

a）カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、他の土地利用から転用された農地（過去 20 年間において他の土地利用から転用されて農地になった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。2021 年度までの過去 20 年間において他の土地利用から転用された農地は 59.7 kha であり、国土総面積の 0.2%に相当する。

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 454 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 50.8%の減少、前年度比 285.8%の増加となっている。他の土地から転用された農地からの排出量は、1990 年度から 1993 年度にかけては大きくは減少したが、それ以降は大きな変動はない。この 1990 年代初期の減少は、炭素ストック量の高い森林から農地への転用面積の減少が主な要因である。

b）方法論

1）他の土地利用から転用された農地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

他の土地利用から転用された農地における炭素ストック変化量（ΔC_{LC_LB}）については、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、2.3.1.2 節）に示される式 2.16 を用いて転用に伴い失われる炭素ストック量（$\Delta C_{LB_conversion_to_C}$）と転用後に蓄積される炭素ストック変化量（$\Delta C_{LC_LB_SC}$）を合算して算定する Tier 2 法を用いた。森林から農地への転用については、国独自のバイオマス蓄積量を用いた。森林以外の土地利用から農地への転用については、デフォルト値を使った Tier 1 の算定方法を用いた。

$$\Delta C_{LC_LB} = \Delta C_{LB_conversion_to_C} + \Delta C_{LC_LB_SC}$$

$$\Delta C_{LB_conversion_to_C} = \sum_i \left\{ \Delta A_i \times \left(B_a \times CF_a - B_{b_i} \times CF_{b_i} \right) \right\}$$

$$\Delta C_{LC_LB_SC} = \sum_j \left(\Delta A_j \times C_j \right)$$

ΔC_{LC_LB}　：他の土地利用から転用された農地における炭素ストック変化量［t-C/yr］

$\Delta C_{LB_conversion_to_c}$　：他の土地利用から転用された際の炭素ストック変化量［t-C/yr］

$\Delta C_{LC_LB_SC}$	: 転用後の成長に伴い獲得する炭素ストック変化量［t-C/yr］
i	: 転用前の土地利用カテゴリー
ΔA_i	: 当該年に土地カテゴリーi から農地に転用された面積［ha/yr］
B_a	: 農地に転用された直後の単位面積当たりの乾物重［t-d.m./ha］、デフォルト値＝0
B_{bi}	: 農地に転用される前の土地利用カテゴリーi における単位面積当たりの乾物重［t-d.m./ha］
CF_a	: 転用直後の土地利用カテゴリーの炭素含有率［t-C/t-d.m.］
CF_bi	: 転用前の土地利用カテゴリーi の炭素含有率［t-C/t-d.m.］
ΔA_j	: 当該年に農地サブカテゴリーj に転用された面積［ha/yr］
C_j	: 農地サブカテゴリーj における単位面積当たりの成長により獲得する炭素蓄積量［t-C./ha/yr］※表 6-9 を参照
j	: 転用後の農地のサブカテゴリー（田、普通畑） 樹園地に転用後に獲得する炭素ストック変化量については、転用のない農地の算定において一括で計算されている。

■　各種パラメータ

○　土地利用毎の生体バイオマスストック量

転用に伴い失われるバイオマスストック量の算定には表 6-9、転用後の成長に伴い獲得する炭素ストック変化量の算定には、表 6-11 を用いた。

田、普通畑における転用後の成長に伴い獲得する炭素ストック変化量は、転用後 1 年間で獲得する炭素ストック量（表 6-11）であり、表 6-9 で設定している単年生作物の炭素ストック量に一年間で達するとして、同じ値を用いた。この表 6-9 の田、普通畑の炭素ストック量の値には、農業分野（3.D.a.4）の農作物残さのすき込みに伴う N_2O 排出の算定に使用している、収穫後に農地に残される作物残さ量の値を使用した。すき込まれる作物残さ量は作物の種類で異なるため、毎年の栽培面積に応じて面積当たりのすき込み残さ中炭素量を加重平均した上で、1990-2017 年の平均値を全年度に一律に適用することとした。

○　炭素含有率（CF）

森林の炭素含有率は我が国の針葉樹と広葉樹の平均値（0.50 t-C/t-d.m.）を用いた。森林以外の炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値（草地は 0.47 t-C/t-d.m.、それ以外は 0.5 t-C/t-d.m.）を用いた。

■　活動量

他の土地利用から転用された農地の生体バイオマスの炭素ストック変化量の算定については、毎年の農地への転用面積を用いた。

○　森林から他の土地利用区分への転用面積

森林から他の土地利用（農地、草地、湿地、開発地、その他の土地）に転用された面積は、これまで京都議定書第 3 条 3 の下で報告して来た森林減少面積の報告と整合しているものと捉え、森林減少面積の内訳を推計することにより、森林から転用された農地の面積を把握した。衛星画像判読を用いた森林減少面積の調査（D 面積把握調査）が 2005 年度より実施されていることから、森林減少面積の把握とその内訳の推計は、1971～1989 年度、1990～2004 年度、2005 年度以降とでそれぞれ以下の方法で行った。

【2005 年度以降】

AR 面積同様 D 面積についても、1989 年末の空中写真オルソ画像及び 2005 年度以降撮影の衛星画像を用いて詳細に把握されているため、森林から農地、草地、湿地、開発地、その他の土地へ転用された土地の面積は、D 面積に、D 調査の判読結果より把握した森林からそれぞれの土地に転用された面積の比率を乗じて推計した。なお、農地への転用については、統計的な面積データを用いて更に、田、普通畑、樹園地への転用面積を推計した。

【1990 年度から 2004 年度まで】

1990～2004 年度の森林から他の土地利用に転用された各年度の土地面積は、1989 年度末の空中写真オルソ画像と 2005 年撮影の衛星画像判読により把握した 1990～2005 年度における D 総面積を、林野庁業務資料の民有林における林地開発に係る林地転用の発生面積に応じて各年度に配分した。森林から各土地利用への転用面積は、同データにおける民有林の転用先面積から転用比率を設定し、森林からの総転用面積に転用比率を乗ずることで推計した。森林からの土地転用は民有林における転用が全体の 9 割を占めていることから、全森林に適用する転用比率と想定した。

【1971 年度から 1989 年度まで】

D 面積調査データを得られないため、1990 年度以降の D 面積と「農林業センサス」及び林野庁業務資料から得られた森林からの転用面積との比率から調整係数を設定し、「農林業センサス」及び林野庁業務資料から得られる 1970 年度以降の森林からの転用面積に当該調整係数を乗じて推計した。

【1951 年度から 1970 年度まで】

森林から農地への転用時の転用面積について「耕地及び作付面積統計」における田、畑の開墾面積の一定割合（時系列的な平均割合から設定）を森林からの転用とみなして推計した。

○　森林以外からの転用面積

森林以外の土地利用から農地に転用された土地の面積は、「耕地及び作付面積統計」の田畑拡張面積を用いて把握した。このうち畑の転用面積を現状の普通畑、樹園地、牧草地の面積割合を用いて按分した。田、普通畑、樹園地の面積を農地の面積として割り当て、牧草地の面積を草地に割り当てた。なお、開発地から転用された農地は転用のないその他の土地に含まれるとして「IE」として報告している。

なお、CRF の「Table 4.B SECTORAL BACKGROUND DATA FOR LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY－Cropland」に示されている面積は、単年の転用面積ではなく、過去 20 年間の積算値であることに留意されたい。

表 6-31　他の土地利用から転用された農地面積（1 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された農地	kha	4.50	2.07	1.76	0.97	0.82	4.56	4.53	3.57	1.98	1.23	5.03	7.45	7.63	6.83	5.83
森林から転用された農地	kha	3.98	0.93	0.31	0.55	0.78	0.76	0.50	0.50	0.49	0.49	0.22	0.22	0.36	0.36	1.34
田	kha	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.09	0.01	0.20	0.13	0.10	0.16	0.17	0.71
普通畑	kha	3.83	0.89	0.30	0.43	0.61	0.60	0.38	0.33	0.38	0.23	0.07	0.10	0.16	0.16	0.51
樹園地	kha	0.15	0.02	0.01	0.12	0.16	0.16	0.10	0.09	0.10	0.06	0.02	0.02	0.04	0.04	0.12
草地から転用された農地	kha	0.01	0.04	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
湿地から転用された農地	kha	0.31	0.03	0.09	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
開発地から転用された農地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	kha	0.21	1.08	1.35	0.36	0.04	3.79	4.03	3.06	1.48	0.74	4.80	7.23	7.26	6.46	4.48
田	kha	0.19	1.04	1.32	0.26	0.03	3.67	3.67	2.73	1.18	0.47	3.19	3.87	3.87	3.54	2.75
普通畑	kha	0.02	0.04	0.03	0.08	0.01	0.10	0.28	0.26	0.24	0.21	1.29	2.70	2.73	2.36	1.40
樹園地	kha	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.07	0.07	0.06	0.05	0.32	0.66	0.66	0.56	0.33

2）他の土地利用から転用された農地における枯死有機物の炭素ストック変化量

■　算定方法

「森林から転用された農地」における枯死有機物の炭素ストック変化量は、森林土壌インベントリ調査の結果（Ugawa et al.（2012））を用いて算出された森林全体の平均値を用いて Tier 2 の方法で算定した。なお、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、5.3.2.1 節）に従い、当

該サブカテゴリーの枯死有機物の炭素ストックは、転用が行われた年に全て酸化し CO_2 として排出されると想定した。なお、後述のパラメータでの説明のとおり、我が国での農地における枯死有機物炭素ストック量はゼロと想定している。

$$\Delta C_{DOM} = \sum_i \left\{ \left(C_{after,i} - C_{before,i} \right) \times \Delta A \right\}$$

ΔC_{DOM}　：転用された土地における枯死有機物の炭素ストック変化量［t-C/yr］
$C_{after,i}$　：転用後の枯死木又はリターの平均炭素ストック量［t-C/ha］
　※転用後の炭素ストック量はゼロと想定
$C_{before,i}$　：転用前の枯死木又はリターの平均炭素ストック量［t-C/ha］
ΔA　：当該年に転用された面積［ha/yr］
i　：枯死有機物のタイプ（枯死木、リター）

■　各種パラメータ

転用前の森林における枯死木及びリターの平均炭素ストック量は表 6-12 及び表 6-13 のとおりである。「草地から転用された農地」については、草地における枯死有機物プールは、存在はするものの炭素ストック量は微量であり、土地利用変化に伴う炭素ストック変化量も無視できるとしてゼロと設定した。「湿地、開発地から転用された農地」については、我が国では湿地から農地への転用は干拓による農地化を対象としており、干拓前の土地には基本的に枯死有機物プールは存在しないこと、開発地については転用前の土地に存在する枯死有機物プールは無視できると見なせることを踏まえ、炭素ストック変化はゼロからゼロへの変化とした。「その他の土地から転用された農地」については、我が国では農地の復旧を対象としているが、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 では非森林地の枯死有機物量はゼロと設定していることを踏まえ、ゼロとした。

また、転用直後は枯死有機物の蓄積がゼロになり、その後の蓄積はないという想定の下で算定を行っている。

■　活動量

他の土地利用から転用された農地の枯死有機物の炭素ストック変化量の算定には、森林から農地への毎年の転用面積を利用した。

3）他の土地利用から転用された農地における土壌の炭素ストック変化量

■　算定方法

○　鉱質土壌における炭素ストック変化量

鉱質土壌の算定については 6.5.1. b）2）節で記述したとおり、転用の有無で区別することなく転用のない農地における鉱質土壌の下で一括報告されるため、他の土地利用から転用された農地における鉱質土壌の炭素ストック変化量は「IE」とした。

○　有機質土壌の耕起・排水に伴う CO_2 排出量

有機質土壌からの CO_2 排出量の算定について、他の土地から転用された水田及び普通畑における有機質土壌の耕起に伴う排出（on-site）及び排水された有機質土壌からの水溶性炭素損失による排出（off-site）を算定対象とした。算定方法の詳細については 6.5.1. 節を参照のこと。なお、本報告においては、便宜的に転用前の土地利用の区別はせず、「草地から転用された農地」において一括で報告を行った。

■　活動量

他の土地利用から転用された農地面積（鉱質土壌面積と有機質土壌面積の合計）を表 6-32 に示す。

○　鉱質土壌面積

他の土地利用から農地に転用された鉱質土壌の面積の推計方法は、生体バイオマスの算定で用いた単年の転用面積の 20 年間の累計で推計した。なお、森林から転用された農地の土壌炭素蓄積変化の遷移期間は 40 年であり、その対象面積も推計しているが、上記の通り炭素蓄積変化は転用のない農地におけるモデル計算に内包されている。

○　有機質土壌面積

他の土地利用から農地に転用された有機質土壌の面積の推計方法は、6.5.1. b）3）節、「転用のない農地（4.B.1.）」の有機質土壌の推計方法において説明したとおりである。

表 6-32　他の土地利用から転用された農地面積（20 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された農地	kha	200.1	139.4	89.9	50.7	29.4	29.1	32.0	32.6	32.5	32.9	37.3	44.0	49.1	54.2	59.7
森林から転用された農地	kha	107.8	96.7	75.0	37.7	15.5	12.3	12.0	11.6	11.2	11.1	10.7	10.3	10.1	10.2	11.3
田	kha	13.8	9.6	3.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.6
普通畑	kha	74.7	75.4	65.6	35.8	13.8	10.6	10.1	9.7	9.2	8.8	8.4	7.9	7.5	7.4	7.7
樹園地	kha	19.2	11.7	6.2	1.6	1.4	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0
草地から転用された農地	kha	33.8	16.0	1.4	1.1	1.1	1.0	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
湿地から転用された農地	kha	10.9	3.0	1.6	1.1	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
開発地から転用された農地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	kha	47.6	23.6	11.9	10.7	12.1	15.2	18.7	19.9	20.3	20.9	25.6	32.7	38.1	43.2	47.6
田	kha	24.0	13.7	10.7	9.4	10.8	13.8	17.1	18.2	18.4	18.7	21.8	25.6	27.6	29.8	32.4
普通畑	kha	12.8	7.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	3.1	5.7	8.4	10.8	12.2
樹園地	kha	10.8	2.9	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.8	1.4	2.1	2.6	3.0

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

生体バイオマス、枯死有機物に関する不確実性は、各パラメータ及び活動量毎に、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、他の土地利用から転用された農地による排出量全体の不確実性は 20%と評価された。

■　時系列の一貫性

6.5.2.b)1) 節で説明したとおり、森林からの転用面積の把握方法が 1990 年以降とそれより前で異なっているものの、1989 年以前の算定に使用している統計と 1990 年度以降に使用している方法論で算定した面積の比率を用いて 1989 年以前の値を補正しているため当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d）　QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）　再計算

■　森林からの転用面積の修正に伴う再計算

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された農地面積が再計算されたため、当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック変化量、及び有機質土壌からの CO_2 排出量を全年にわたり再計算した。再計算の影響の程

度については 10 章参照。

■ **転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック量の改訂に伴う再計算**

転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック量の見直しにより損失する炭素ストック量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌の炭素ストック変化量を再計算した。

f） 今後の改善計画及び課題

■ **堆肥施用量集計方法の変更**

土壌モデルの炭素投入データとして利用している作物別堆肥施用量について、集計に用いてきた統計項目の改変があったことから、新たな調査体系に対応した堆肥施用量の集計方法の検討を進めている。

6.6. 草地（4.C.）

草地は一般的に多年生牧草の植生で覆われており、主に牧草採取や放牧が行われる。我が国における 2021 年度の草地面積は約 90 万 ha であり、国土面積の約 2.4%を占めている。そのうち有機質土壌面積は 5.3 万 ha である。2021 年度の当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化からの排出は、488 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 42.9%の減少、前年度比 12.4%の減少となっている。

表 6-33　草地における炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー	炭素プール	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.C. 草地	合計	kt-CO_2	855	65	-896	-312	131	753	1,069	1,680	1,349	1,055	813	574	694	557	488
	生体バイオマス	kt-CO_2	252	15	-5	60	165	55	116	119	82	82	35	30	15	13	199
	枯死木	kt-CO_2	74	10	3	17	45	19	32	32	23	23	13	13	7	7	31
	リター	kt-CO_2	36	5	1	8	22	10	16	16	11	11	7	7	3	3	15
	鉱質土壌	kt-CO_2	465	7	-923	-426	-128	636	874	1,477	1,195	911	731	497	641	507	214
	有機質土壌	kt-CO_2	27	28	29	28	27	34	31	36	38	28	28	28	28	28	28
4.C.1. 転用のない草地	合計	kt-CO_2	485	31	-897	-401	-103	666	903	1,511	1,231	937	757	524	668	533	241
	生体バイオマス	kt-CO_2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	枯死木	kt-CO_2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	リター	kt-CO_2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	鉱質土壌	kt-CO_2	465	7	-923	-426	-128	636	874	1,477	1,195	911	731	497	641	507	214
	有機質土壌	kt-CO_2	20	24	26	26	25	31	28	34	35	26	26	26	26	27	27
4.C.2. 他の土地から転用された草地	合計	kt-CO_2	370	35	2	89	235	87	166	169	118	118	56	51	26	24	247
	生体バイオマス	kt-CO_2	252	15	-5	60	165	55	116	119	82	82	35	30	15	13	199
	枯死木	kt-CO_2	74	10	3	17	45	19	32	32	23	23	13	13	7	7	31
	リター	kt-CO_2	36	5	1	8	22	10	16	16	11	11	7	7	3	3	15
	鉱質土壌	kt-CO_2	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
	有機質土壌	kt-CO_2	7.2	3.7	2.9	2.8	2.5	3.2	2.7	2.8	2.6	1.7	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9

6.6.1. 転用のない草地（4.C.1.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、過去 20 年間において転用のない草地における炭素ストック変化量を、「牧草地」、「採草放牧地」及び「原野」の 3 つのサブカテゴリーに分けて報告する。

2021 年度の当該カテゴリーにおける炭素ストック変化からの排出は、241 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 50.4%の減少、

前年度比 54.9%の減少となっている。1999 年度に吸収のピークを迎えて以降、吸収量は減少傾向にあり、2014 年度には排出のピークを迎えたが、その後排出量は減少傾向にある。

本変動は、農地の鉱質土壌プールの算定においても説明したとおり、炭素投入量と気温の年次変動の影響を受けていると考えられる。堆肥施用量は、1990 年代に増加傾向にあり、2000 年以降減少傾向となっている。気温は、近年は寒い年が無いことが特徴で、有機物分解が進んでいる状況となっている。これらが、変動に影響を与える主な要因となっていると考えられる。

生体バイオマスに関しては、「牧草地」及び「採草放牧地」は 2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、6.2.1.1 節）の Tier 1 の算定方法に従いバイオマスの炭素ストック量が一定で変化しないと仮定し、「NA」として報告した。

枯死有機物の炭素ストック変化量については、「牧草地」及び「採草放牧地」においては 2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、6.2.2.1 節）に従い、当該炭素ストック変化量が変化しないと想定している Tier 1 を適用し、ゼロと推計した。したがって、当該炭素ストック変化量は「NA」として報告した。

土壌の炭素ストック変化量については、鉱質土壌における炭素ストック変化量については、「牧草地」は転用のない農地と同様に Roth C モデルを用いた Tier 3 の方法で算定を行った。「採草放牧地」は、劣化しておらず持続的に管理されているが大きな管理改善も行われていない草地である。そのため、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 の Table 6.2 における「Nominally managed (non-degraded)」の炭素ストック変化係数のデフォルト値「1.0」を適用する。この場合、土壌炭素ストック量は経年的に変化しないため、当該炭素ストック変化量は「NA」として報告した。有機質土壌からの CO_2 排出量については、「牧草地」における有機質土壌の耕起に伴う排出（on-site）及び排水された有機質土壌からの水溶性炭素損失による排出（off-site）を Tier 1 法で算定した。「採草放牧地」における有機質土壌からの CO_2 排出量については、更新や排水といった営農活動を行っていないと考えられることから「NO」として報告した。

「原野」については人為的な管理が一般的に実施されていないため、全ての炭素プールにおけるストック変化量を「NA」として報告した。

表 6-34　転用のない草地面積（20 年間転用のない面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用のない草地		kha	679.2	826.0	923.0	966.9	963.8	926.4	924.2	930.8	929.1	915.5	922.6	918.8	916.3	873.3	870.2
	牧草地	kha	294.3	465.1	556.2	590.4	587.4	586.4	584.2	580.8	579.1	575.5	572.6	568.8	566.3	563.3	560.2
	採草放牧地	kha	105.0	100.9	96.8	96.5	96.4	96.4	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.2	96.2	96.2	96.2
	原野	kha	280.0	260.0	270.0	280.0	280.0	243.6	243.7	253.7	253.7	243.7	253.7	253.8	253.8	213.8	213.8

b）方法論

1）転用のない草地における土壌の炭素ストック変化量

■　算定方法

○　鉱質土壌の炭素ストック変化量の算定

牧草地について、Tier 3 のモデル法を用いて算定した。方法は、6.5.1. 節の転用のない農地（4.B.1.）における記述と同様であるため、省略する。

○　有機質土壌の耕起に伴う CO_2 排出量（on-site）の算定

牧草地における有機質土壌の耕起・排水に伴う CO_2 排出量は、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、6.2.3.1 節）に示される Tier 1 の算定方法を用いて算定した。算定式は 6.5.1. 節の転用のない農地（4.B.1.）の記述と同様であるため、省略する。

○　排水された有機質土壌の水溶性炭素損失による CO_2 排出量（off-site）の算定

排水された有機質土壌における水溶性炭素損失による CO_2 排出量は湿地ガイドライン（2.2.1.2 節）に記述されている Tier 1 算定方法を用いて算出した。方法は、6.5.1. 節の転用のない農地（4.B.1.）における記述と同様であるため、省略する。

■　各種パラメータ

○　鉱質土壌の算定に用いた Roth C モデルの主な仮定とパラメータ

方法は、6.5.1. 節の転用のない農地（4.B.1.）における記述と同様であるため、省略する。

○　有機質土壌からの CO_2 排出量算定のためのパラメータ

我が国の牧草地に適用できる CO_2 排出係数に関する調査データがほとんどないため、on-site 排出の排出係数は、我が国の牧草地の分布及び管理状況等を勘案し、最も我が国の状況に適合すると考えられる湿地ガイドラインのデフォルト値（6.1 t-C/ha/year、 湿地ガイドライン、Table 2.1、Grassland, deep-drained, nutrient-rich）を適用した。Off-site 排出については、6.5.1. 節の転用のない農地（4.B.1.）と同じパラメータを用いたため、省略する。

■　活動量

○　鉱質土壌面積

「耕地及び作付面積統計」に掲載されている、牧草地面積値から下表の牧草地における有機質土壌面積を減じた面積を用いる。

○　有機質土壌面積

牧草地については 6.5.1. b）3）節に記載された農地における有機質土壌面積の推計方法と同様の方法で、転用のない牧草地、転用された牧草地における有機質土壌面積を推計した。牧草地における有機質土壌面積を推計したのちその推計値に牧草地更新率を乗じて活動量（実際に耕起及び排水などの活動が生じた面積）とした。牧草地更新率は牧草地の管理実態を調査した報告書（波多野、2017）に掲載された、北海道及び北海道以外の都府県における牧草地の更新割合の調査結果を使用した（第 5 章 5.5.1.6. 節を参照のこと）。なお、2005 年度以前については単年度の更新割合が調査されていないことから、2006 年度～2010 年度の平均値（北海道：3.0%、北海道以外：1.3%）を使用する。また、2016 年度以降についてもまだ調査値がないことから、同様に 2006 年度～2010 年度の平均値を使用した。

採草放牧地及び原野における有機質土壌面積については、2009 年時点の採草放牧地（「農林業センサス」）、原野（「土地利用現況把握調査」）の有機質土壌面積割合を地理情報システム（Geographic information system, GIS）データ解析により求め、この値を 2009 年の各土地利用面積に乗じて 2009 年の有機質土壌面積を求めた。2009 年以前、及び 2009 年以降の各年度の有機質土壌面積については、他の土地利用から採草放牧地・原野に転用された有機質土壌面積を加算し、採草放牧地・原野から他の土地利用に転用した有機質土壌面積を減算することにより求めた。なお、6.5.1. 節に記述しているとおり、農業分野では報告されている牧草地における耕起有機質土壌の面積には採草牧草地、原野の有機質土壌面積が含まれていないため、LULUCF 分野と農業分野で報告された値が異なる。

表 6-35　転用のない草地における有機質土壌面積（20 年間転用のない面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用の無い草地		kha	46.4	51.0	53.7	54.1	53.7	52.0	52.3	53.0	53.3	53.1	53.8	54.0	54.1	52.4	52.6
	牧草地	kha	28.7	34.2	36.5	36.4	36.0	36.0	36.3	36.6	36.9	37.1	37.4	37.6	37.7	37.9	38.0
	採草放牧地	kha	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	原野	kha	13.2	12.2	12.7	13.2	13.2	11.4	11.4	11.9	11.9	11.4	11.9	11.9	11.9	10.0	10.0

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

鉱質土壌に関する不確実性は、転用のない農地（4.B.1.）における記述と同様であるため、省略する。有機質土壌に関する活動量及びパラメータの不確実性は、統計データの不確実性、及び湿地ガイドラインのデフォルト不確実性を利用した。その結果、転用のない草地における排出量全体の不確実性は 9%と評価された。

■　時系列の一貫性

当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d）　QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）　再計算

■　森林からの転用面積の修正に伴う再計算

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された草地面積が再計算されたため転用のない草地面積が再計算された。この面積の再計算に伴い、鉱質土壌の炭素ストック変化量及び有機質土壌からの CO_2 排出量が全年にわたり再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）　今後の改善計画及び課題

特になし。

6.6.2. 他の土地利用から転用された草地（4.C.2.）

a）　カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、他の土地利用から転用された草地（過去 20 年間において他の土地利用から転用されて草地になった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。2021 年度の当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化からの排出は、247.2 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 33.1%の減少、前年度比 942.1%の増加となっている。

生体バイオマスに関しては、他の土地利用から草地に転用される際の炭素ストック変化量を算定対象とした。当該炭素ストック変化量は、当該地における転用前後の生体バイオマスの一時的な損失量及び後続する増加量を含む。

枯死有機物に関しては、森林から転用された場合には CENTURY-jfos モデルを用いて転用前の森林の枯死有機物の炭素ストック量を把握し、森林から転用された草地の炭素ストック変化量を算定した。森林以外の土地利用カテゴリーから転用された草地の枯死有機物の炭素ストック変化量は、炭素ストックの変化が発生しないと見なし「NA」、もしくは「NO」と報告した。

土壌に関しては、他の土地利用から草地に転用される際に変化する土壌炭素ストック量を取り扱う。鉱質土壌における炭素ストック変化量については、森林、農地、湿地及びその他の土地から転用された草地の炭素ストック変化量は Tier 3 モデルを適用して転用のない草地

で一括して算定し報告しているため「IE」として報告した。有機質土壌からの CO_2 排出量については、農地から転用された牧草地における有機質土壌を算定した。我が国では有機質土壌の森林の草地への転用は実施されないため、森林から転用された草地における有機質土壌からの CO_2 排出量については「NO」として報告した。湿地及びその他の土地利用から転用された草地の有機質土壌における炭素ストック変化量については、転用のない草地に含まれるため「IE」として報告した。

開発地から転用された草地は、当該土地転用が日本では一般的に実施されないため、各炭素プールにおける炭素ストック変化量は「NO」として報告した。

b）方法論

1）他の土地利用から転用された草地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

森林及び農地（田）から草地（牧草地）への転用については、他の土地利用から転用された農地同様、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、2.3.1.2 節）に示される式 2.16 を用いて国独自のバイオマス蓄積量を使った Tier 2 の算定方法を用いた。それ以外の土地利用からの転用については、デフォルト値を使った Tier 1 の算定方法を用いた。算定式は 6.5.2. b）1）節にあるとおりである。なお、転用に伴う生体バイオマスの損失の算定には単年の転用面積を用いた一方で、転用後の草地のバイオマスの成長は、転用後 5 年かけて一定の割合で定常状態に達すると想定し、直近 5 年間の転用面積の積算値を用いて算定を行った。

■　各種パラメータ

○　土地利用毎の生体バイオマスストック量

転用に伴うバイオマスストック変化量及び転用地におけるバイオマス成長によるストック変化量の推定には表 6-9、表 6-10 及び表 6-11 のパラメータを用いた。

○　炭素含有率（*CF*）

森林の炭素含有率は我が国の針葉樹と広葉樹の平均値（0.50 t-C/t-d.m.）を用いた。森林以外の炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値（草地は 0.47 t-C/t-d.m.、それ以外は 0.5 t-C/t-d.m.）を用いた。

■　活動量（面積）

他の土地利用から転用された草地の生体バイオマスの炭素ストック変化量の算定は、転用前後の生体バイオマスの一時的な損失については毎年の草地への転用面積（表 6-36）、後続する増加については直近年 5 年間の転用面積の積算値（表 6-37）を用いた。

○　森林からの転用面積

6.5.1. b）1）節「○森林から他の土地利用区分への転用面積」で詳述している方法を用いて把握している。

○　森林以外からの転用面積

表 6-2 に示したとおり、草地は日本の統計において農地の一部として取り扱われている。そのため、森林以外の土地利用から転用された草地（牧草地）は、6.5.2.b)1) 節に記述した他の土地利用から転用された農地（4.B.2.）と同様の方法で把握した。ただし、開発地から草地への転用は発生しないため、開発地から転用された草地の面積は「NO」として報告した。

なお、CRF の Table 4.C に示されている面積は、2021 年度の 1 年間の転用面積ではなく、過去 20 年間の積算値であることに留意されたい。

表 6-36　他の土地利用から転用された草地面積（1 年間の転用面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された草地		kha	3.3	0.8	0.7	2.2	1.9	0.9	1.3	1.3	1.1	1.3	1.6	2.2	2.0	2.0	2.2
	森林から転用された草地	kha	2.0	0.3	0.1	0.5	1.2	0.5	0.9	0.9	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.9
	農地から転用された草地	kha	1.1	0.5	0.6	1.7	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6
	湿地から転用された草地	kha	0.2	0.0	0.0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	開発地から転用された草地	kha	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他の土地から転用された草地	kha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	1.4	1.4	1.2	0.7

表 6-37　他の土地利用から転用された草地面積（5 年間の転用面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された草地		kha	21.1	7.7	4.6	6.8	10.3	8.2	7.2	6.6	5.8	6.0	6.6	7.4	8.1	9.0	9.9
	森林から転用された草地	kha	12.6	3.5	0.9	0.7	5.4	4.7	4.4	4.0	3.4	3.5	3.3	2.8	2.1	1.7	1.9
	農地から転用された草地	kha	8.1	3.9	3.6	5.8	4.6	3.2	2.6	2.2	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.4
	湿地から転用された草地	kha	0.4	0.1	0.0	NO	0.2	0.2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	開発地から転用された草地	kha	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他の土地から転用された草地	kha	0.1	0.2	0.0	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	1.2	2.5	3.8	4.9	5.5

2）他の土地利用から転用された草地における枯死有機物の炭素ストック変化量

■　算定方法

本カテゴリーでは「森林から転用された草地」における枯死有機物の炭素ストック変化量を算定した。算定方法は、「他の土地利用から転用された農地（4.B.2）」の算定方法と同様に、Tier 2 の方法を用い、転用前のストック量と転用後のストック量（ゼロ）の比較により算定した。なお、草地については、一般的に土地表層に幾分か炭素ストックが存在するものの、その規模は極微量で現時点では定量化できるデータがないため、転用後の草地での枯死有機物ストックの増加はゼロと見なしている（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、6.3.2、Tier 1）。「農地から転用された草地」については、6.5.2.b)2) 節に記載しているとおり、枯死有機物ストック量をゼロと想定しているため、炭素ストック変化が発生しないものと見なし「NA」として報告した。「湿地、その他の土地から転用された草地」については、農地への転用と同様、それぞれ干拓、復旧を対象としているため、6.5.2. b）2）節と同様の理由により、「NA」で報告した [6]。

■　各種パラメータ

転用前の森林における枯死木及びリターの平均炭素ストック量は表 6-12 及び表 6-13 のとおりである。1990 年度から 2004 年度にかけて平均炭素ストック量は求められていないため、それらの年には 2005 年度値を代用している。また、転用直後は枯死有機物の蓄積がゼロになり、その後の蓄積はないという想定の下で算定を行っている。なお、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol. 4、6.3.2.2 節）に従い、当該サブカテゴリーの枯死有機物の炭素ストックは、転用が行われた年に全て酸化し CO_2 として排出されると想定した。

■　活動量

過去 20 年間の各年に生じた転用面積を積算した値を、20 年間以内に草地へ転用された面積とした。当該面積を表 6-38 に示す。

[6] 我が国で使用する統計では、農地化された土地の一部は牧草地（草地）である。

表 6-38　他の土地利用から転用された草地面積（20 年間の転用面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された草地		kha	352.3	195.6	88.5	40.2	29.3	26.9	26.9	27.0	27.4	27.9	28.4	29.8	30.5	31.8	33.2
	森林から転用された草地	kha	204.8	130.6	59.8	17.6	10.4	9.1	9.6	10.0	10.3	10.7	10.9	11.1	11.1	11.2	12.0
	農地から転用された草地	kha	74.0	42.4	26.9	21.5	18.0	16.9	16.5	16.1	16.0	16.0	15.7	15.4	14.8	14.8	14.6
	湿地から転用された草地	kha	1.9	1.7	1.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	開発地から転用された草地	kha	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他の土地から転用された草地	kha	71.7	20.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.6	3.0	4.4	5.7	6.4

3）他の土地利用から転用された草地における土壌の炭素ストック変化量

■　算定方法

6.5.1. b）3）節の転用のない農地（4.B.1.）と同様、草地の中の牧草地について、鉱質土壌の炭素ストック変化量については Tier 3 モデルを用いて算定を行った。このモデル算定では、土地転用の履歴も含め、1970 年以降に一度でも牧草地になった土地をすべて計算の地理的範囲に含めているため、算出された結果は、転用の有無にかかわらず全ての牧草地を含むことになる。したがって、鉱質土壌プールについては転用の有無で区別することなく報告することとし、他の土地利用から転用された牧草地における鉱質土壌の炭素ストック変化量は、転用のない牧草地における鉱質土壌の炭素ストック変化量に含まれるために「IE」とした。有機質土壌の耕起に伴う CO_2 排出量については他の土地から転用された牧草地を算定対象とし、他の土地から転用された農地と同様な方法を用いて算定している。詳細については 6.5.1. b）3）節の記述を参照のこと。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌に関する不確実性は、各パラメータ及び活動量ごとに、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、他の土地利用から転用された草地による吸収量全体の不確実性は 22%と評価された。

■　時系列の一貫性

6.5.1.b)1) 節で説明したとおり、森林からの転用面積の把握方法が 1990～2004 年度までと 2005 年度以降とで異なっているものの、当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

■　森林からの転用面積の修正に伴う再計算

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された草地面積が再計算されたため、当該カテゴリーの生体バイオマス及び、枯死有機物の炭素ストック変化量、及び有機質土壌からの CO_2 排出量を全年にわたり再計算した。

■　転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック量の改訂に伴う再計算

転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック量の見直しにより損失する炭素ストック量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌の炭素ストック変化量を再計算した。

■　鉱質土壌面積、有機質土壌面積の修正に伴う再計算

農耕地への転用面積の推計方法を 1983 年～2002 年にかけて見直したため、各地目の他の土地から転用された面積が修正された。この再計算に伴い、有機質土壌と鉱質土壌面積を用いた炭素蓄積変化量及び有機質土壌からの排出量が全年にわたり再計算された。

再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

■　他の土地利用カテゴリーから草地へ転用された面積に関するデータの取得方法

他の土地利用カテゴリーから転用された草地の面積データ取得に用いている方法を改善する必要がある。例えば、森林から草地への転用に関する面積把握方法については、現在は森林から農地及び草地へ転用された面積の合計に農地及び牧草地の面積比率を乗じることによって各転用面積を算定しているが、実態を反映していない可能性があるため、算定の妥当性や面積把握方法について現在検討を行っている。

■　農地から草地への転用に関する面積把握方法

農地から草地への転用に関する面積把握方法については、現在、農地（田）－草地（牧草地）間以外の転用面積が統計より把握できないため、当該土地利用カテゴリーにおける炭素ストック変化量の算定が実態を完全には反映していないと考えられる。そのため、以下の転用面積の把握方法について現在検討を行っている。

・普通畑→牧草地、樹園地→牧草地、
・田→採草放牧地、普通畑→採草放牧地、樹園地→採草放牧地

■　その他の土地から草地への転用に伴う土壌炭素ストック変化量の算定方法

新たな知見等が入手できた際には、算定方法に関する検討を行う。

6.7. 湿地（4.D.）

湿地は通年に渡って水に覆われている、又は水に浸されている土地であり、かつ森林、農地、草地、又は開発地に該当しない土地を指す。2006 年 IPCC ガイドライン及び湿地ガイドラインにおいては、湿地は泥炭地、湛水地、その他の湿地に大きく区分される。

我が国における湿地面積は約 135 万 ha であり、国土面積の約 3.6%を占めている。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 35 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 48.4%の減少、前年度比 49.4%の増加となっている。

表 6-39　湿地における炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー	炭素プール	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.D. 湿地	合計	kt-CO_2	68.5	276.8	329.1	33.8	94.0	50.6	18.2	18.3	62.8	62.4	24.4	23.9	23.6	23.7	35.4
	生体バイオマス	kt-CO_2	52.7	210.3	249.9	26.6	72.2	39.4	14.8	15.0	48.8	48.4	19.6	19.2	21.0	21.1	30.9
	枯死木	kt-CO_2	11.4	45.5	54.1	5.8	15.6	8.5	3.2	3.2	10.4	10.4	4.2	4.2	2.7	2.7	4.0
	リター	kt-CO_2	5.6	22.3	26.5	2.9	7.7	4.2	1.6	1.6	5.1	5.1	2.1	2.1	1.4	1.4	2.0
	鉱質土壌	kt-CO_2	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.6
	有機質土壌	kt-CO_2	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
4.D.1. 転用のない湿地	合計	kt-CO_2	-1.8	-2.0	-2.1	-2.3	-1.7	-1.8	-2.3	-2.2	-1.5	-1.8	-1.8	-2.3	-2.2	-2.3	-2.3
	生体バイオマス	kt-CO_2	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.2	-0.2	-0.7	-0.5	-0.003	-0.3	-0.3	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6
	枯死木	kt-CO_2	-0.08	-0.09	-0.10	-0.12	-0.03	-0.04	-0.11	-0.09	-0.0005	-0.05	-0.04	-0.11	-0.10	-0.10	-0.10
	リター	kt-CO_2	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.002	-0.003	-0.01	-0.01	-0.00003	-0.003	-0.003	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	鉱質土壌	kt-CO_2	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.6
	有機質土壌	kt-CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2. 他の土地から転用された湿地	合計	kt-CO_2	70.3	278.7	331.3	36.1	95.7	52.4	20.4	20.5	64.3	64.3	26.2	26.2	25.8	25.9	37.6
	生体バイオマス	kt-CO_2	53.2	210.8	250.6	27.3	72.4	39.7	15.5	15.5	48.8	48.7	19.9	19.8	21.6	21.7	31.5
	枯死木	kt-CO_2	11.5	45.6	54.2	5.9	15.6	8.5	3.3	3.3	10.4	10.4	4.3	4.3	2.8	2.8	4.1
	リター	kt-CO_2	5.6	22.3	26.5	2.9	7.7	4.2	1.6	1.6	5.1	5.1	2.1	2.1	1.4	1.4	2.0
	鉱質土壌	kt-CO_2	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
	有機質土壌	kt-CO_2	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO

6.7.1. 転用のない湿地（4.D.1.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、転用のない湿地（過去 20 年間において転用されず、継続して湿地であった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。

泥炭地では、泥炭採掘のために管理された有機質土壌の炭素ストック変化量については、国内調査を行った結果、我が国で少量の泥炭採掘の実態はあるものの、信頼のある精度での排出量算定は難しい状況であり、想定される排出計算量の規模を踏まえ、改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドラインの微小排出量基準を適用した「NE」で報告した。

転用のない湛水地の炭素ストック変化量（4.D.1.）は、2006 年 IPCC ガイドラインでは、Appendix 扱いのため現時点では算定をしておらず「NE」として報告した。

我が国では沖縄県と鹿児島県に合計で 900ha 弱のマングローブ林が存在しており、この一部は「4.A 森林」の対象となる森林計画対象森林に含まれていないマングローブ林となっている。転用のないその他の湿地で、森林計画対象森林に含まれていない沿岸湿地のマングローブ林における炭素ストック変化量を取り扱う。このマングローブ林は、国土面積の定義上、国土外土地面積となり当該カテゴリーの面積には含んでいない。

表 6-40　転用のない湿地面積（20 年間転用のない面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用のない湿地		kha	1,281.5	1,295.3	1,323.0	1,318.5	1,310.0	1,320.9	1,321.5	1,321.9	1,323.3	1,315.9	1,336.3	1,338.5	1,340.6	1,342.5	1,344.2
	泥炭地	kha	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	湛水池	kha	1,281.5	1,295.3	1,323.0	1,318.5	1,310.0	1,320.9	1,321.5	1,321.9	1,323.3	1,315.9	1,336.3	1,338.5	1,340.6	1,342.5	1,344.2
	その他の湿地	kha	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

b） 方法論

1） 泥炭採掘からの排出

微小排出基準の適用においては、以下の様な推計を実施した。採掘される現場（on-site）及び、採掘後持ち出しされた泥炭（off-site）の両方について、いずれも 2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、Chp.7）の Tier 1 の方法論に則った試算を行った。泥炭採掘は基本的に我が国で最も北方に位置する北海道地方で行われており、専門家判断により、気候・土壌条件は Boreal and Temperate、Nutrient-Poor に当てはまるとした。

採掘現場（on-site）における CO_2 排出量については、我が国において泥炭採掘の行われている面積は、民間事業者へのヒアリングより約 150 ha、排出係数（泥炭の炭素含有量）はデフォルト係数 0.2 t-C/ha（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、Chp.7、Table 7.4、Boreal and Temperate、Nutrient- Poor）を用いた。この結果の概算値はおよそ 0.1 ktCO_2 であった。

採掘後持ち出された泥炭（off-site）の CO_2 排出量については、2003 年以降、土壌改良資材

の生産量及び輸入量調査（農林水産省）に、およそ 17～34 kt-d.m.の泥炭生産量が報告されている。排出係数（泥炭の炭素含有量）はデフォルト係数 0.45 t-C/t-d.m.（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、Chp.7、Table 7.5、Boreal and Temperate、Nutrient-Poor）を用いた。この結果の概算値はおよそ 30～50 kt-CO_2 であった。

N_2O の排出については、Tier 1 では Nutrient-Rich の場合のみが対象となることから、試算には含めていない。

以上の結果より、泥炭採掘による GHG 排出量は 24/CP.19 の閾値に加え、我が国で独自に設定した基準値（2005 年の LULUCF 吸収量の 0.1%に相当する 90 kt-CO_2）を下回るレベルにあると想定され、「重要でない NE」とした。詳細は別添 5 を参照のこと。

2） マングローブ林における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■ 算定方法

Tier 1 のゲイン - ロス法を用いて算定した。マングローブ林の材積量、伐採量のデータは得られないことから、転用のないマングローブ林の炭素ストック量は一定状態にあると想定し、湿地ガイドラインのデフォルト値を用いてのマングローブ林の平均生体バイオマスストック量を設定した。その上で、(a)マングローブの面積増加に伴う生体バイオマスの炭素ストック増加量と、(b)面積減少に伴う全生体バイオマスストックの炭素損失量を計算した。マングローブ生息面積増減はそれぞれの群落レベルで判断した。

■ 各種パラメータ

○ 平均生体バイオマスストック量、成長量

湿地ガイドラインのデフォルト値の地上バイオマスストック量、地上部地下部比率（R）、炭素含有率（CF）を使用する（表 6-41）。マングローブ林の新規増加時の成長に伴う地上バイオマス成長量については、湿地ガイドラインに提示されているデフォルト値を用いると、成長期間が 4 年で定常状態に達してしまい明らかに短いため、成長量は IPCC ガイドラインで一般的に用いられる土地転用期間の 20 年間で線形に平均蓄積まで到達すると仮定した。

表 6-41　マングローブ林生体バイオマスの算定パラメータ

パラメータ	数値	参考文献
地上バイオマスストック量	75 t-d.m./ha	湿地ガイドライン、Table 4.3, subtropical
地上バイオマス成長量	3.75 t-d.m./ha/yr	上記の地上バイオマス量に 20 年間で到達すると想定した年間変化量
地上部地下部比率（R）	0.96	湿地ガイドライン、Table 4.5, subtropical
炭素含有率（CF）	0.451t-C/t-d.m.	湿地ガイドライン、Table 4.2

■ 活動量

生体バイオマス増加量の算定は、過去 20 年間のマングローブ増加面積、生体バイオマス損失量の算定は、当該年のマングローブ減少面積を用いた。これらの面積は、それぞれマングローブ群落別でデータによるグロスの面積増減から把握した。

マングローブ林の増減面積は、下記に示すような、国内各種調査のデータを組み合わせて使用した（表 6-42）。調査結果の中間年は群落レベルで線形に増減しているものとした。

表 6-42　マングローブ林の面積

年度	出典
1961 年、2007 年	「マングローブ林の変遷」（沖縄県）
1973 年	「マングローブに関する研究　I. 日本におけるマングローブの分布」（中須賀ほか、日本生態学会誌 24(4),1974）
1977 年、1993-1995 年、2001 年	「沿岸生態系と海面上昇モニタリングを目的とした沖縄県内のマングローブ分布状況調査」（国際マングローブ生態系協会, 2003）
2019 年	「鹿児島＆沖縄マングローブ探検」（マングローバル）

3）マングローブ林における枯死有機物の炭素ストック変化量

■　算定方法

マングローブ林の観測では、枯死有機物は飽和せずに蓄積が進んでいると考えられるが、蓄積速度のデータが現状、得られないため、転用のないマングローブ林の枯死有機物量は一定状態にあると想定し、マングローブ林の平均枯死有機物量を設定した。その上で、(a) マングローブの面積増加時の枯死有機物の増加（※生体バイオマスと同様に 20 年間で平均蓄積量まで増加すると想定）、(b)面積減少時の枯死有機物の炭素損失（マングローブ林がなくなる際は、減少年に元々存在していた枯死有機物が全量損失すると想定）を計算する。

■　各種パラメータ

湿地ガイドライン（Table 4.7）の枯死木量（10.7 t-C/ha）、リター量（0.7 t-C/ha）を使用する。

■　活動量

増減面積には、2）マングローブ林における生体バイオマスの炭素ストック変化量と同様の面積を使用した。

4）マングローブ林における土壌炭素の炭素ストック変化量

■　算定方法

湿地ガイドラインでは、マングローブの再植林、植林時の土壌炭素蓄積増加を示す年間吸収係数をデフォルト値として与え、土壌炭素蓄積は、マングローブ植生の自然状態、または排水していない土壌炭素蓄積と同等のストックまで続くと説明されている。通常、マングローブ林では土壌部へのインプットがアウトプットより卓越していると考えられるため、デフォルトの土壌の吸収係数を適用可能と仮定し、1960 年以降のデータが明らかな新規増加面積のみならず、全マングローブ面積を対象として、土壌炭素蓄積増加が継続的に生じているとみなし、マングローブ全面積に吸収係数を乗じて土壌炭素増加量を計算する。

マングローブの面積減少については、我が国ではマングローブは基本的に保護区に設定されており 1990 年以降宅地化や畑地化といった土地利用変化は基本的に発生していないものの、直接もしくは間接的な人為的要因により必要以上に増えすぎたマングローブを伐採する場合と、土砂堆積等の環境悪化、自然かく乱と言った要因で面積が減少する場合がある。土壌炭素の損失については、マングローブ地域の減少において土壌の掘削が行われた場合のみ、マングローブ群落造成時から蓄積された土壌中の炭素損失量を計算する。面積減少がバイオマス部分の伐採、土砂堆積等の環境変化、自然かく乱による倒木裸地化などでは、土壌炭素損失量の計算は行わない。

■　各種パラメータ

土壌吸収係数は、我が国ではマングローブの生育地としては北方に位置し、世界的なマングローブ生育地の中では比較的寒い地域に入ることから吸収係数が比較的小さいと考えられ

ることから、湿地ガイドライン（Table 4.12）デフォルト吸収係数（下限値）の 1.3 t-C/ha/yr を使用する。

土壌損失算定に用いる土壌炭素蓄積量は、1990 年以降に土壌浚渫が実施され、面積推計が可能な群落において、それぞれにおける植林開始年から浚渫実行年までの期間の土壌炭素蓄積量を上記の吸収係数を乗じて推計した。

■　活動量

全マングローブ面積は、2） マングローブ林における生体バイオマスの炭素ストック変化量に示した総面積のデータを用いた。

浚渫対象となったマングローブは、増野ら（2012）から石川川、内閣府沖縄総合事務所から比屋根湿地の浚渫が行われた面積を推計して計算に用いた。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌に関する不確実性は、パラメータごとに湿地ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。活動量は一般的な全数検査の不確実性 10%とした。その結果、転用のない湿地による排出量全体の不確実性は-64%～+38%と評価された。

■　時系列の一貫性

マングローブ林面積の把握方法に複数の統計を使用しているが、データの連続性を確認しており当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

マングローブ林の炭素ストック変化量を算定したため、全年について再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

6.7.2. 他の土地利用から転用された湿地（4.D.2.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、他の土地利用から転用された湿地（過去 20 年間において他の土地利用から転用されて湿地（湛水地）になった土地）における炭素ストック変化量を取り扱う。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 38 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 46.4%の減少、前年度比 45.1%の増加となっている。

生体バイオマスに関しては、他の土地利用から湿地（湛水地）に転用される際の炭素ストック変化量（転用前の土地に存在していた生体バイオマスの損失）を算定対象とした。

枯死有機物に関しては、森林から転用された湿地の炭素ストック変化量を算定した。森林

以外の土地利用カテゴリーから転用された湿地の枯死有機物の炭素ストック変化量は、炭素ストックの変化が発生しないと見なし「NA」と報告した。

森林から転用された湿地における土壌の炭素ストック変化量は、転用後は貯水池（ダム）となり土壌が嫌気状態になると想定され、有機物の分解に伴う CO_2 排出は極めて少ないとみなされるため、「NA」として報告した。森林以外の他の土地利用から転用された湿地（湛水地）における土壌炭素ストック変化量は、2006 年 IPCC ガイドラインに方法論が提示されておらず、現在データ不足のため算定を行っていない。したがって当該炭素プールの炭素ストック変化量は「NE」として報告した。

b）方法論

1）他の土地利用から転用された湿地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

他の土地利用から転用された湿地（湛水地）における炭素ストック変化量の算定には、他の土地利用から転用された農地同様、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、2.3.1.2 節）に示される式 2.16 を用いて国独自のバイオマス蓄積量を使った Tier 2 の算定方法を用いた。算定式は 6.5.2.b)1) 節にあるとおりである。

■　各種パラメータ

○　土地利用毎の生体バイオマスストック量

土地利用の転用に伴うバイオマスストック変化量の推定には表 6-9、表 6-10、及び表 6-11 に示すとおりである。

○　炭素含有率（CF）

森林の炭素含有率は我が国の針葉樹と広葉樹の平均値（0.50 t-C/t-d.m.）を用いた。森林以外の炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値（草地は 0.47 t-C/t-d.m.、それ以外は 0.5 t-C/t-d.m.）を用いた。

■　活動量（面積）

○　他の土地利用から転用された湿地（ダム）面積

森林から転用されたダム面積と、転用前の土地利用毎の面積割合のうち森林に該当する割合を基に推計した。森林から転用された面積は、6.5.2.b)1) 節に記述した方法で把握した。ダム転換前の土地の種類別面積については、一部の大規模ダムにおける水没農地面積、水没戸数の情報より、農用地（農地及び草地）、開発地、それ以外の土地利用からダムに転用された割合を推計した。農用地から転用された湿地面積の内訳は、他のカテゴリーと同様に、現況土地利用の面積割合を用いて農地と草地に按分して把握した。他の土地利用から転用された湿地の総面積から、森林、農地、草地、開発地からの転用面積を差し引いた剰余分は、その他の土地からの転用面積とした。

なお、CRF の「Table 4.D SECTORAL BACKGROUND DATA FOR LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY－Wetlands」に示されている面積は、2021 年度単年の転用面積ではなく、過去 20 年間の積算値であることに留意されたい。

表 6-43　他の土地利用から転用された湿地面積（1 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された湿地	kha	0.43	1.72	2.04	0.22	0.59	0.32	0.13	0.13	0.39	0.39	0.16	0.16	0.11	0.11	0.15
森林から転用された湿地	kha	0.31	1.24	1.48	0.16	0.43	0.23	0.09	0.09	0.28	0.28	0.12	0.12	0.08	0.08	0.11
農地から転用された湿地	kha	0.029	0.106	0.135	0.014	0.035	0.018	0.007	0.007	0.024	0.025	NO	0.010	0.006	0.006	0.009
田	kha	0.007	0.023	0.068	0.008	0.016	0.004	0.002	0.003	0.013	0.017	NO	0.005	0.003	0.003	0.005
普通畑	kha	0.012	0.054	0.029	0.004	0.015	0.011	0.004	0.003	0.009	0.006	NO	0.004	0.003	0.003	0.004
樹園地	kha	0.010	0.029	0.038	0.001	0.004	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	NO	0.001	0.001	0.001	0.001
草地から転用された湿地	kha	0.002	0.019	0.014	0.002	0.008	0.006	0.002	0.002	0.005	0.003	NO	0.002	0.001	0.001	0.002
開発地から転用された湿地	kha	0.0015	0.0061	0.0072	0.0008	0.0021	0.0011	0.0004	0.0004	0.0014	0.0014	0.0006	0.0006	0.0004	0.0004	0.0005
その他の土地から転用された湿地	kha	0.09	0.34	0.41	0.04	0.12	0.06	0.03	0.03	0.08	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03

2） 他の土地利用から転用された湿地における枯死有機物の炭素ストック変化量

本カテゴリーにおいては、森林から転用された開発地における枯死木及びリターの炭素ストック変化量を算定する。

■ 算定方法

6.5.1. b）2）節の算定方法と同様に、Tier 2 の算定方法を適用して算定した。

■ 各種パラメータ

○ 森林の枯死有機物炭素ストック量

転用前の森林における枯死木及びリターの平均炭素ストック量は表 6-12 及び表 6-13 のとおりである。転用直後は枯死有機物の蓄積がゼロになり、その後の蓄積はないという想定の下で算定を行っている。

■ 活動量（面積）

○ 森林から転用された湿地地面積

1 年間に森林から転用された湿地の面積を用いた。当該面積は表 6-43 に示されている。

表 6-44　他の土地利用から転用された湿地面積（20 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された湿地	kha	28.5	24.7	27.0	21.5	20.0	19.1	18.5	18.1	16.7	14.1	13.7	11.5	9.4	7.5	5.8
森林から転用された湿地	kha	20.6	17.9	19.6	15.6	14.5	13.8	13.4	13.1	12.1	10.2	9.9	8.3	6.8	5.4	4.2
農地から転用された湿地	kha	1.8	1.5	1.7	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3
田	kha	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
普通畑	kha	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
樹園地	kha	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0
草地から転用された湿地	kha	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
開発地から転用された湿地	kha	0.10	0.09	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
その他の土地から転用された湿地	kha	5.7	4.9	5.4	4.3	4.0	3.8	3.7	3.6	3.3	2.8	2.7	2.3	1.9	1.5	1.2

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性の評価

生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌に関する不確実性は、各パラメータ及び活動量ごとに、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、排出量が計算されている年については、他の土地利用から転用された湿地による排出量全体の不確実性は 23%と評価された。

■ 時系列の一貫性

6.5.2. b）1）節で説明したとおり、森林からの転用面積の把握方法が 1990～2004 年度までと 2005 年度以降とで異なっているものの、当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

■ 森林からの転用面積の修正に伴う再計算

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された開発地面積が再計算されたため、当該カテゴリーの 2005 年度以降の生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック変化量を再計算した。

■　**転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック量の改訂に伴う再計算**

転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック量の見直しにより損失する炭素ストック量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス及び枯死有機物の炭素ストック変化量を再計算した。

再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）**今後の改善計画及び課題**

■　**湿地面積把握の想定の妥当性**

現在の算定では、湿地を国土利用区分における「水面」、「河川」、「水路」と想定した上で面積を把握しているが、把握漏れがある可能性がある。したがって、面積把握の想定の妥当性について現在検討を行っている。

■　**貯水池の算定方法**

2019 年改良 IPCC ガイドラインで提示された貯水池からの GHG 排出に関する方法論が適用できる様に作業を始めている。

6.8. 開発地（4.E.）

開発地は、森林（4.A.）、農地（4.B.）、草地（4.C.）、湿地（4.D.）に該当しない、交通基盤や居住地を含んだ全ての開発された土地と定義される。開発地では、特別緑地保全地区や都市公園等の都市緑地において生育している樹木が炭素を固定している。我が国では都市緑地を、保全措置が講じられ永続性が担保される「地域制緑地 [7]」と、都市公園等が造成される「施設緑地 [8]」に分類して、緑地ごとに炭素ストック変化量の算定を行う。また開発地の面積区分方法と、報告の下位区分は以下のとおりとする。

開発地は、他の土地利用区分と同様に、「転用のない開発地」及び「転用された開発地」に区分し、IPCC ガイドラインのデフォルト設定による、過去 20 年間に他の土地利用から転用された開発地の累積面積を「転用された開発地」とし、「転用のない開発地」は全開発地から「転用された開発地」を差し引いた土地として報告する。

「転用のない開発地」下では、炭素ストック変化の算定状況に対応して「地域制緑地」「施設緑地」「その他の開発地」の 3 つの下位区分を設ける。「その他の開発地」は、「地域制緑地」及び「施設緑地」に該当しない土地すべてが含まれている。なお、いずれの都市緑地も実成長期間（AGP：Active growing period）下にあり、炭素ストック変化の計算対象となっている活動面積をそのまま当該区分の面積として利用している。そのため、都市緑地であっても AGP を超過しており炭素ストック変化が生じていない土地は「その他の開発地」に含まれている。

ごく一部の「施設緑地」は他の土地利用から転用された開発地において造成されていることから、「転用のない開発地下の施設緑地」には「他の土地利用から転用された施設緑地」の面積が含まれうるため、厳密には「施設緑地」面積と「転用された開発地」面積の間で 2

[7] 地域制緑地は、緑地の所有権はそのままに土地利用の規制により保全する緑地である。このうち、特別緑地保全地区は、都市緑地法第 12 条に規定されており、都市計画区域内において、樹林地、草地、水沼地などの地区が単独もしくは周囲と一体になって、良好な自然環境を形成している緑地が指定の対象となる。このうち水辺地を除外した地域が本下位区分の対象となる。

[8] 施設緑地は、緑地の権原を取得して管理する緑地である。具体的には「都市公園」、「道路緑地」、「港湾緑地」、「下水道処理施設における外構緑地」、「河川・砂防緑地」、「官庁施設外構緑地」、「公的賃貸住宅地内緑地」のことである。

重計上が生じている。ただし、全開発地の面積は出典となる統計値の問題で万 ha 単位以下の値が丸められているため、不確実性を考慮すればこのレベルの二重計上が全体の面積精度には影響を与えておらず、排出・吸収量の計算上は「転用された開発地」に存在している「施設緑地」は IE 扱いとなっており、排出・吸収量の計算には、実質的な問題は生じていない。なお、「転用された開発地」においては、元の土地利用における損失に伴う炭素ストック損失量のみを計上し、施設緑地に転用した分の成長に伴う炭素ストック増加量については、「転用のない開発地」下で、一括算定した。各下位区分の面積は表 6-45 のとおりである。

我が国における開発地面積は約 390 万 ha であり、国土面積の約 10.3 %を占めている。2021 年度の当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化からの排出は、2,197 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない。）であり、1990 年度比 79.4%の減少、前年度比 26.3 %の減少となっている。

表 6-45　開発地下位区分の各面積

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全開発地(a)	kha	3200.0	3428.0	3594.0	3698.0	3779.0	3800.0	3808.0	3827.0	3835.0	3843.0	3862.0	3870.0	3889.0	3899.0	3897.0
転用のない開発地(a−b)	kha	2,288.3	2,637.5	2,874.1	3,072.6	3,284.6	3,372.5	3,408.2	3,446.3	3,469.7	3,492.3	3,523.5	3,536.8	3,559.9	3,571.7	3,571.7
地域制緑地(活動面積)(c)	kha	1.8	3.6	3.6	4.1	4.1	4.4	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7
施設緑地(活動面積)(d)	kha	82.7	106.2	123.6	134.1	136.6	133.6	131.6	127.7	124.0	121.5	119.3	116.5	112.7	109.1	106.0
転用のないその他の開発地(a−b−c−d)	kha	2,203.8	2,527.7	2,746.9	2,934.4	3,143.9	3,234.6	3,272.2	3,314.1	3,341.1	3,366.2	3,399.6	3,415.7	3,442.4	3,457.9	3,461.1
他の土地利用から転用された開発地(b)	kha	911.7	790.5	719.9	625.4	494.4	427.5	399.8	380.7	365.3	350.7	338.5	333.2	329.1	327.3	325.3

表 6-46　開発地における炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー	炭素プール	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.E. 開発地	合計	kt-CO_2	10,646	8,155	6,180	4,888	4,156	3,182	3,226	3,095	3,213	3,095	2,785	2,815	2,927	2,980	2,197
	生体バイオマス	kt-CO_2	1,860	832	-297	-669	-327	-601	-394	-354	-146	-135	-280	-212	3	56	-591
	枯死木	kt-CO_2	533	371	187	148	235	173	208	208	248	248	210	210	156	156	66
	リター	kt-CO_2	249	166	74	53	95	65	82	82	102	102	83	83	57	57	13
	鉱質土壌	kt-CO_2	7,861	6,678	6,127	5,277	4,080	3,480	3,265	3,096	2,947	2,818	2,710	2,671	2,647	2,646	2,643
	有機質土壌	kt-CO_2	144	108	89	79	74	65	64	63	62	61	61	63	64	65	66
4.E.1. 転用のない開発地	合計	kt-CO_2	-1,015	-1,358	-1,644	-1,815	-1,852	-1,828	-1,805	-1,776	-1,747	-1,728	-1,704	-1,667	-1,640	-1,593	-1,551
	生体バイオマス	kt-CO_2	-749	-1,039	-1,273	-1,416	-1,460	-1,447	-1,432	-1,407	-1,382	-1,368	-1,351	-1,321	-1,303	-1,265	-1,230
	枯死木	kt-CO_2	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA
	リター	kt-CO_2	-12	-15	-18	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-19	-19	-19	-19
	鉱質土壌	kt-CO_2	-253	-305	-354	-379	-372	-361	-353	-349	-345	-340	-334	-327	-318	-310	-302
	有機質土壌	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.E.2. 他の土地から転用された開発地	合計	kt-CO_2	11,661	9,513	7,825	6,703	6,008	5,010	5,031	4,871	4,960	4,822	4,489	4,482	4,568	4,573	3,747
	生体バイオマス	kt-CO_2	2,609	1,871	975	747	1,132	846	1,038	1,054	1,236	1,234	1,071	1,109	1,306	1,321	639
	枯死木	kt-CO_2	533	371	187	148	235	173	208	208	248	248	210	210	156	156	66
	リター	kt-CO_2	261	182	92	73	115	85	102	102	121	121	103	103	76	76	32
	鉱質土壌	kt-CO_2	8,114	6,982	6,481	5,656	4,453	3,841	3,619	3,445	3,292	3,158	3,044	2,998	2,966	2,955	2,944
	有機質土壌	kt-CO_2	144	108	89	79	74	65	64	63	62	61	61	63	64	65	66

6.8.1. 転用のない開発地（4.E.1.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、全都市緑地における炭素ストック変化量を算定対象とする。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 純吸収量は 1,551 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 52.8 %の増加、前年度比 2.7 %の減少となっている。

なお、「転用のないその他の開発地」には個人住宅の庭に生育する樹木などが含まれているが、Tier 1 を用いて変化しないと仮定し「NA」として報告した。

b） 方法論

1） 転用のない開発地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

都市緑地の生体バイオマスの炭素ストック変化量の算定は、高木 [9]の樹木のみを対象とし、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、2.3.1.1 節に記載されている算定式 2.7 のゲイン - ロス法を用いた。成長に伴う炭素ストック増加量（$\Delta C_{S_LB_G}$）の算定については、Vol.4、8.2.1.1 節の記述に従い、緑地の特性や入手可能な活動量を踏まえて、地域制緑地には Tier 2a 樹冠被覆面積法、施設緑地には Tier 2b 単木成長法を適用した。また、2006 年 IPCC ガイドライン、Vol.4、8.2.1.2 節の記述に従い、我が国での実測調査の結果を踏まえ、実成長期間（AGP：Active growing period）を設定した。AGP を超える樹齢の樹木については保守的に成長量と損失量を同一として炭素固定量を算定しないとし、一方、AGP までは成長量のみを算定し、損失量（$\Delta C_{S_LB_L}$）はゼロと仮定した。

○　地域制緑地（Tier 2a）

$$\Delta C_{Sa_LB} = \Delta C_{Sa_LB_G} - \Delta C_{Sa_LB_L}$$

$$\Delta C_{Sa_LB_G} = A_{Sa_AGP} \times PW \times CRW$$

ΔC_{Sa_LB}　: 地域制緑地における生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］
$\Delta C_{Sa_LB_G}$　: 地域制緑地における生体バイオマス成長に伴う炭素ストック増加量［t-C/yr］
$\Delta C_{Sa_LB_L}$　: 地域制緑地における生体バイオマス損失に伴う炭素ストック損失量［t-C/yr］
※AGP を設定しているため「0」と想定
A_{Sa_AGP}　: 指定後 AGP 年以下の地域制緑地面積（活動面積）［ha］
PW　: 樹林面積率（地域制緑地面積当りの樹林率）（100%と仮定）
CRW　: 単位樹林面積当りの年間生体バイオマス成長量［t-C/ ha crown cover/yr］

○　施設緑地（Tier 2b）

$$\Delta C_{Sb_LB} = \sum_i \left(\Delta C_{Sb_LB_G_i} - \Delta C_{Sb_LB_L_i}\right)$$

$$\Delta C_{Sb_LB_G_i} = \sum_j NT_{Sb_AGP_{i,j}} \times C_{Rate_{i,j}}$$

ΔC_{Sb_LB}　: 施設緑地における生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］
$\Delta C_{Sb_LB_Gi}$　: 施設緑地 i における生体バイオマス成長に伴う炭素ストック増加量［t-C/yr］
$\Delta C_{Sb_LB_Li}$　: 施設緑地 i における生体バイオマス損失に伴う炭素ストック損失量［t-C/yr］
※AGP を設定しているため「0」と想定
$C_{Ratei,j}$　: 気候区分 j の施設緑地 i における樹木個体当たりの年間生体バイオマス成長量［t-C/本/yr］※表 6-47 参照
$NT_{Sb_AGPi,j}$　: 気候区分 j の施設緑地 i における AGP 年以下の高木本数
i　: 施設緑地の種類（都市公園、道路緑地、港湾緑地、下水道処理施設における外構緑地、河川・砂防緑地、官庁施設外構緑地、公的賃貸住宅地内緑地）
j　: 気候区分（北海道、北海道以外）

■　各種パラメータ

○　地域制緑地（Tier 2a）

【単位樹林面積当たりの年間生体バイオマス成長量】

地域制緑緑地における単位樹林面積当たりの年間生体バイオマス成長量は、2006 年 IPCC

[9] 高木の定義は、公共用緑化樹木品質寸法規格基準（案）に基づく高木とする。公共用緑化樹木品質寸法規格基準（案）は、公共施設等の緑化事業のより適切な執行の推進のため、都市緑化のための公共用緑化樹木等の品質寸法規格基準を国土交通省が定めたものであり、高木は3～5 m以上の樹高になる樹木をさすと定義されている。

ガイドライン、Vol.4、Table 8.1 のグローバルデフォルトの値（2.9 t-C/ha crown cover/yr）を用いた。

【樹林率】

地域制緑地面積当りの樹林率は緑地の植栽状況から 100%と仮定した。

○　**施設緑地**（Tier 2b）

【樹木個体当りの年間生体バイオマス成長量】

施設緑地の種類ごとの高木樹木個体当たりの年間バイオマス成長量はそれぞれ以下の手順で算出し、時系列にて固定で使用した。各値は表 6-47 のとおりである。

ア) 都市公園

1. 北海道と北海道以外に分けてサンプル調査（北海道 176 箇所、北海道以外 321 箇所、計 497 箇所）を実施し、樹木台帳や植栽平面図等から樹種構成比を把握した。
2. 日本の主な植栽木であるケヤキ、イチョウ、シラカシ、クスノキの年間生体バイオマス成長量を算出した。実測結果に基づいて作成した各樹木の生体バイオマスの成長曲線から、胸高直径に対する年間の炭素固定予測式を作成した（松江他、2009）。これに現地調査に基づく都市公園の樹種毎の平均胸高直径（国土交通省公園緑地課、2005）を適用し、樹種ごとの年間バイオマス成長量を算出した。炭素含有率は Vol.4、8.2.1.2 節に示されるデフォルト値の 0.5 を用いた。
3. 都市公園における樹木の年間生体バイオマス成長量は、2006 年 IPCC ガイドライン、Vol.4、Table 8.2 に示されるデフォルト値 0.0033～0.0142 t-C/本/yr と、2.で算出した日本の樹種別の年間生体バイオマス成長量（ケヤキ 0.0204、イチョウ 0.0103、シラカシ 0.0095、クスノキ 0.0122 t-C/本/yr）を用いて、1.で取得したサンプル都市公園の樹種構成比により我が国独自の樹木 1 本当たりの年間生体バイオマス成長量を北海道と北海道以外に分けて合成した。

イ) 道路緑地

1. 道路緑地の樹種構成比を、全国の道路緑地を対象とした「国土技術政策総合研究所資料　No.506　わが国の街路樹 VI」（国土交通省国土技術政策総合研究所、平成 21 年 1 月）から把握した。
2. 道路緑地における樹木の年間生体バイオマス成長量は、都市公園で用いたものと同じ 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値及び、日本の樹種別の年間生体バイオマス成長量（4 種類）を、1.で算定した樹種構成比で加重平均し、我が国独自の樹木 1 本当たりの年間生体バイオマス成長量を北海道と北海道以外に分けて合成した。

ウ) 港湾緑地、下水道処理施設における外構緑地、河川・砂防緑地、官庁施設外構緑地、公的賃貸住宅地内緑地

当該緑地における樹木の年間生体バイオマス成長量は、植栽時の樹木の規格や植栽樹種、植栽の配置等、都市公園と同様の考え方が採用されていることが多いことから、都市公園と同様の値を適用した。

表 6-47　施設緑地における樹木の年間生体バイオマス成長量

気候区分	高木 1 本当たりの年間生体バイオマス成長量 ［t-C/本/yr］
北海道	（道路緑地以外）0.0098 （道路緑地）0.0103
北海道以外	（道路緑地以外）0.0105 （道路緑地）0.0108

■　活動量

○　地域制緑地

地域制緑地の活動面積で、AGP は地域制緑地指定後 30 年とし、毎年の国土交通省調査 [10] により得られる特別緑地保全地区及び近郊緑地特別保全地区のうち指定後 30 年以下の面積から水辺地を除外して抽出した。

表 6-48　地域制緑地活動面積（指定後 30 年以下の面積）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
地域制緑地（活動面積）　合計		kha	1.9	3.7	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8
	特別緑地保全地区（活動面積）	kha	0.6	0.9	1.4	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	近郊緑地特別保全地区（活動面積）	kha	1.2	2.7	2.4	2.2	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

○　施設緑地

施設緑地の AGP は、現地調査に基づき、基本的に緑地造成後 30 年、都市公園のうち大規模な都市公園の無剪定樹林地 [11]については 50 年に設定した。

活動面積の算定にあたり使用したデータは以下のとおりである。

表 6-49　活動面積把握のための調査

施設緑地の種類	データの種類	調査名と実施年
都市公園	供用面積	都市公園等整備現況調査（1960 年以降）
道路緑地	高木本数	道路緑化樹木に関する現況調査（2007 年度以降毎年実施）
	高木 1 本当たりの活動面積	道路の植栽高木に関する基礎データ収集調査（2007 年 2 月実施）
	道路延長及び緑化率	道路統計年報（道路延長）、我が国の街路樹（緑化率）
港湾緑地	個別施設ごとの供用面積	全数調査（2008 年度以降毎年実施）
下水道処理施設における外構緑地	個別施設ごとの緑化面積	下水処理場・ポンプ場における吸収源対策に関する実態調査（2009 年度以降毎年実施）
河川・砂防緑地	個別施設ごとの植栽面積	河川における二酸化炭素吸収源調査（2008 年度以降毎年実施）
官庁施設外構緑地	個別施設ごとの敷地面積と建築面積	全数調査（2008 年度以降毎年実施）

【施設緑地活動面積】

ア）都市公園、港湾緑地、下水道処理施設における外構緑地、河川・砂防緑地、官庁施設外構緑地、公的賃貸住宅地内緑地

表 6-49 に記載した調査により報告年から AGP 年内の各年の整備面積を集計し取得した。施設緑地の AGP は基本的に 30 年、都市公園のうち無剪定樹林地については 50 年に設定した。調査開始年度以前の活動面積については、既存の統計情報から内挿で算出した。

都市公園のうち整備後 31 年以上 50 年以下の無剪定樹林地の活動面積については、都市公園のうち都市基幹公園及び大規模公園など比較的規模が大きい都市公園のみを対象とし、該当する都市公園面積に、無剪定比率を乗じて算定した。無剪定比率は、サンプル調査の結果から得られた 55%を用いた。

[10] 調査による実績値が以下の国土交通省 web サイトに掲載されている。
https://www.mlit.go.jp/toshi/park/toshi_parkgreen_tk_000081.html（特別緑地保全地区・近郊緑地特別保全地区）

[11] 無剪定樹林地は「定期的な剪定等の影響を受ける樹林地外周からの内側 5m の範囲を除外した樹林地」と定義した。

河川・砂防緑地については、植栽面積を下表のとおり定義した。

表 6-50　河川・砂防緑地における緑化事業と植栽面積の定義

河川・砂防における緑化事業	植栽面積の定義
(1) 掘込河道の河川管理用通路における植樹	堤防法肩から一般民地との境界までの面積
(2) 掘込河道の河岸法面における植樹	堤防法肩から一般民地との境界までの面積
(3) 堤防裏小段における植樹	盛土部の面積
(4) 堤防側帯における植樹（第 2 種及び第 3 種側帯）	緑化事業を実施した側帯部面積
(5) 高水敷における植樹	低水路法肩から堤防法尻までの面積
(6) 遊水池における植樹	遊水池面積
(7) 湖沼の前浜における植樹	低水路法肩から堤防法尻までの面積
(8) 高規格堤防における植樹	堀込河道における植樹と同じ考え方。
(9) 砂防事業における緑化事業	山腹工を行った面積
(10) 地すべり対策事業における緑化事業	山腹工を行った面積
(11) 急傾斜地崩壊対策等事業における緑化事業	山腹工を行った面積

【単位面積当たりの高木本数】

単位面積当たりの高木本数の算出については、以下のとおりサンプル調査を実施し取得したデータにより北海道と北海道以外で分けて算出し、これを時系列にて固定で用いた。

ア）都市公園

都市公園の単位面積当たりの高木本数は、有意水準 95%を満たすサンプル数を設定（全国の都市公園より、北海道 176 箇所、北海道以外 321 箇所をランダムに抽出）し、サンプル公園の樹木台帳や植栽平面図等から高木本数及び敷地面積を取得し算定した。

イ）港湾緑地

港湾緑地の単位面積当たりの高木本数は、植栽時の樹木の植栽樹種、植栽の配置等、都市公園と同様の考え方が採用されていることが多いことから、都市公園と同様とした。

ウ）下水道処理施設における外構緑地

下水道処理施設の外構緑地における単位面積当たりの高木本数は、データを得ることが出来た 59 施設の高木本数及び緑化面積から設定した。

エ）河川・砂防緑地

河川・砂防緑地においては、対象施設の約 95%で高木本数の実数を把握している。全施設の高木本数を簡便に算定するため、この 95%の施設のデータから単位面積当たりの植栽本数を算出した。

オ）官庁施設外交緑地

官庁施設外構緑地の単位面積当たりの高木本数は、植栽平面図を入手できた 30 施設を対象に、高木本数を「敷地面積－建築面積」で除して設定した。なお、北海道と北海道以外に分けてモデル値を設定するには、サンプル数が不十分と判断し、全国共通とした。

カ）公的賃貸住宅地内緑地

公的賃貸住宅地内緑地の単位面積当たりの高木本数は、植栽平面図を入手できた 33 施設を対象に、高木本数を「敷地面積－建築面積」で除して設定した。なお、北海道と北海道以外に分けてモデル値を設定するには、サンプル数が不十分であると判断し、全国共通とした。

以上の算出により設定した単位面積当たりの高木本数は以下の表のとおりである。

表 6-51　単位面積当たりの高木本数

項目	単位	単位面積当たりの高木本数	
		北海道	北海道以外
都市公園	本/ha	329.5	222.3
港湾緑地	本/ha	329.5	222.3
下水道処理施設における外構緑地	本/ha	129.8	429.2
河川･砂防緑地	本/ha	1470.8	339.0
官庁施設外構緑地	本/ha	108.8	108.8
公的賃貸住宅地内緑地	本/ha	219.9	219.9

イ）道路緑地

表 6-49 のとおり、道路緑化樹木に関する現況調査データより、整備後 30 年以内の道路緑地の高木本数を把握した。取得可能なデータは、1987 年度、1992 年度、及び 2007 年度以降毎年のデータである。なお、当該緑地活動面積については、2007 年に実施したサンプル調査（有意水準 95%）により設定したモデル値（一般道路：0.006237ha/本、高速道路：0.000830ha/本）を用いて取得した。モデル値は道路緑地をランダムに抽出し、その土地の面積をその土地に植栽された高木本数で除した値とした。1961 年以降 1887 年以前のデータが得られない年度については道路延長と道路緑化率をもとに推計した。

また、以上を用いて、活動面積は以下のとおり推計された。

表 6-52　各施設緑地の活動量

区分	活動量	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
施設緑地　合計	活動面積	kha	82.7	106.2	123.6	134.1	136.6	133.6	131.6	127.7	124.0	121.5	119.3	116.5	112.7	109.1	106.0
都市公園	活動面積	kha	54.0	65.7	77.2	85.2	87.3	86.0	85.3	84.9	84.6	84.2	83.5	83.0	81.8	80.6	80.2
造成後30年以内	活動面積	kha	52.9	63.1	72.8	77.5	75.5	73.0	71.4	70.4	69.4	68.4	67.0	65.5	63.6	61.9	60.3
造成後31～50年の都市基幹公園、大規模公園	活動面積	kha	1.1	2.6	4.3	7.7	11.7	13.0	13.9	14.5	15.1	15.8	16.5	17.5	18.1	18.7	19.9
	高木本数	本	12,604,365	15,306,142	18,029,868	19,941,056	20,476,510	20,180,954	20,015,002	19,934,189	19,844,628	19,750,642	19,584,146	19,446,332	19,154,839	18,892,804	18,788,559
道路緑地	活動面積	kha	23.7	34.1	38.3	39.9	40.2	38.6	37.6	34.1	30.8	28.8	27.3	25.2	22.9	20.7	18.3
	高木本数	本	4,979,363	8,843,605	11,623,444	13,011,342	13,499,777	13,461,867	13,265,959	12,726,010	12,170,742	11,918,033	11,669,755	11,085,378	10,943,572	10,301,861	9,607,941
港湾緑地	活動面積	kha	0.4	0.8	1.1	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7
	高木本数	本	101,284	178,275	246,452	331,776	406,421	420,859	422,275	429,353	428,114	434,147	430,930	429,318	435,241	408,713	385,551
下水道処理施設における外構緑地	活動面積	kha	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
	高木本数	本	154,353	201,105	265,191	325,819	317,766	303,173	297,353	293,332	287,449	282,459	273,091	265,649	258,544	253,163	236,976
河川緑地	活動面積	kha	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6
	高木本数	本	445,857	541,929	782,801	919,020	1,032,977	1,017,824	1,009,572	995,316	980,966	964,605	955,175	934,799	895,888	881,346	885,998
官公庁施設外構緑地	活動面積	kha	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	高木本数	本	27,397	35,072	42,375	45,324	44,642	43,523	42,391	41,711	40,799	39,838	39,858	38,838	40,887	39,906	39,245
公的賃貸住宅地内緑地	活動面積	kha	3.1	3.9	4.7	4.7	4.3	4.1	4.0	3.9	3.9	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5	3.3
	高木本数	本	682,319	857,878	1,023,223	1,032,938	947,416	900,681	870,779	861,260	856,239	847,143	837,243	815,468	790,958	766,429	724,761

2）転用のない開発地における枯死木・リターの炭素ストック変化量

■　算定方法

○　地域制緑地

2006 年 IPCC ガイドライン、Vol.4、8.2.2.1 節、Tier1 の仮定に従い、地域制緑地の枯死木及びリターの炭素ストック変化量は変化しないと仮定し「NA」と報告した。

○　施設緑地

リターについては、高木からの自然落下による落葉・落枝のみを対象とした。施設緑地のうち都市公園及び港湾緑地のみを対象とした。都市公園及び港湾緑地以外の各施設緑地においては、清掃管理等により敷地外に持ち出される落葉・落枝等の量を正確に算定することが困難であるため、Tier 1 を適用して NA としている。

枯死木については、生体バイオマスの活動量データ算定に用いている単位面積当たりの高木本数は、公園開設時のデータではなく、開設後の枯死及び補植の結果が含まれたある時点のデータを用いていることから、枯死木の炭素ストック変化量は生体バイオマスの炭素ストック変化量に

含まれるものとして、「IE」として報告した。

リターの炭素ストック変化量の算定には、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているデシジョンツリーに従い、我が国独自の算定方法を用いた。算定式は以下のとおりである。

$$\Delta C_{Sb_Lit} = \sum_{i,j} \left(A_{Sb_AGP_{i,j}} \times Lit_{i,j} \right)$$

ΔC_{Sb_Lit} : 施設緑地おけるリターの炭素ストック変化量［t-C/yr］

A_{Sb_AGPi} : 気候区分 j の施設緑地 i における活動面積［ha］

$L_{it\ i,j}$: 気候区分 j の施設緑地 i における単位面積当たりのリターの炭素ストック変化量［t-C/ha/yr］

i : 施設緑地の種類（都市公園又は港湾緑地）

j : 気候区分（北海道、北海道以外）

■　各種パラメータ

○　施設緑地（都市公園及び港湾緑地）

【単位面積当たりのリターの炭素ストック変化量】

都市公園における単位面積当たりのリターの炭素ストック変化量は、以下の手順で算出した。

1．気候区分の違いを考慮して、北海道で 1 か所、北海道以外で 1 か所サンプル調査地を選定し、複数樹種にシードトラップを設置し、自然落下による 1 年間のリターの発生量（g/本/yr）を測定した。測定の際には、地表に落下したもののみをリターとして扱った。リター発生量（g/本/yr）は 2006 年 IPCC ガイドラインの table 8.2 の表に示された樹種クラス別に集計後、都市公園の樹種クラス構成比により高木一本当たりの発生量を北海道と北海道以外に分けて合成した。その結果、北海道で 1,469.36 g/本/yr、北海道以外で 1,466.41 g/本/yr と算出され、炭素換算後の値は、北海道、北海道以外共通で、0.0006 t-C/本/yr と推計された（リターにおける炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、page 8.21）に示されているデフォルト値（0.4 t-C/t-d.m.）を使用）。

2．清掃等による敷地外への持ち出し率（54.4%）を考慮した。また、表 6-49 で示したとおり、北海道と、北海道以外で単位面積当たりの高木本数が異なることから、単位面積当たりのリターの炭素ストック変化量は、北海道 0.0882 t-C/ha/yr、北海道以外 0.0594 t-C/ha/yr と算出された。

3．港湾緑地は植栽時の樹木の規格や植栽樹種、植栽の配置等、都市公園と同様の考え方が採用されていることが多いことから、都市公園と同様の値を適用した。

■　活動量

○　施設緑地（都市公園及び港湾緑地）

【活動面積】

6.8.1. b)1)で使用したものと同様の、都市公園及び港湾緑地の活動面積とした。

3）転用のない開発地における土壌の炭素ストック変化量

■　算定方法

○　地域制緑地

2006 年 IPCC ガイドライン、Vol.4、8.2.3.1 節、Tier1 の仮定に従い、地域制緑地の土壌の炭素ストック変化量は、土地利用形態に変化がないため炭素ストック変化は生じていないとみなし「NA」と報告した。

○　施設緑地

施設緑地のうち、単位面積当たりの土壌の炭素ストック変化量の設定が可能であった都市

公園及び都市公園と整備方法が類似している港湾緑地のみを対象とした。都市公園、港湾緑地以外の施設緑地については、植栽、造成、管理について、都市公園と類似しており、土壌における炭素ストックの変化量も同様の傾向を示すものと考えられる。また、植栽の方法が異なる高速道路ののり面についても、現地調査の結果、少なくとも整備後 20 年間以上は炭素ストックが増加し続けることが明らかになったため、「吸収源」として取り扱う。

ただし、当該緑地については、土壌の炭素ストック変化量を算定するための充分なデータが得られていないことから、安全側の対応として、排出源ではないため報告対象としないこととした。

施設緑地の土壌は、一般的に有機質土壌（泥炭土及び黒泥土）に該当しないため、有機質土壌は「NO」として報告した。

都市公園又は港湾緑地が新たに整備された場合の開発地に関する土壌の炭素ストック変化量については Tier 2（我が国独自のデータを使用）の算定方法に基づき算定を行った。

$$\Delta C_{Sb_so} = \sum_i \left(A_{Sb_AGP_i} \times So_i \right)$$

ΔC_{Sb_so} : 施設緑地における鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/yr］
$A_{Sb_AGP\,i}$: 施設緑地 i における活動面積［ha］
So_i : 施設緑地 i における単位面積当たりの鉱質土壌の炭素ストック変化量［t-C/ha/yr］
i : 施設緑地の種類（都市公園又は港湾緑地）

■　各種パラメータ

○　施設緑地（都市公園及び港湾緑地）

【単位面積当たりの鉱質土壌の炭素ストック変化量】

都市公園における単位面積当たりの鉱質土壌の炭素ストック変化量は、以下の手順で算出した。

1．整備後経過年の異なる東京都の都市公園について、土地被覆別（植栽地 31 地点、芝生地 29 地点、無植生地（植物からの炭素供給量が無い土地）21 地点）の炭素含有量（深さ 30 cm まで）を調査した。
2．無植生地の土壌の炭素ストック量を造成当時の土壌の炭素ストック量とみなし、整備後経過年の異なる都市公園で土地被覆別（植栽地、芝生地、無植生地）の土壌炭素ストック量を用いて、「植栽地の炭素蓄積速度」及び「芝生地の炭素蓄積速度」を次の通り設定した。
・植栽地の炭素蓄積速度＝「植栽地と無植生地の土壌炭素ストック量の差／植栽地調査地点の平均整備後経過年」
・芝生地の炭素蓄積速度＝「芝生地と無植生地の土壌炭素ストック量の差／芝生地調査地点の平均整備後経過年」
なお、都市公園は敷地全体を一体的に造成することが多く、敷地造成直後は、従前の土地被覆の形態に関係なく土壌炭素ストック量は敷地全体で同一と言える。無植生地の土壌炭素ストック量は、サンプルデータから換算すると 38 t-C/ha 程度であった。
3．都市公園の平均的な植栽地、芝生地、無植生地の面積割合を用いて加重平均を行い、単位面積当たりの土壌の炭素ストック変化量を設定した。その結果、整備後 0～20 年の統合年変化量は 1.28 t-C/ha/yr、整備後 21～30 年の統合年変化量は 1.38 t-C/ha/yr と設定された（Tonosaki et al., 2013、国土交通省公園緑地・景観課、2015）。
4．当該パラメータを造成後（整備後）30 年以内の都市公園及び港湾緑地に適用する。

■　活動量

○　施設緑地（都市公園及び港湾緑地）

【活動面積】

6.8.1. b)1)で使用したものと同様の、都市公園及び港湾緑地の AGP 面積とした。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

地域制緑地における樹木の年間炭素ストック変化量については、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、page 8.10）に示されるデフォルト値を採用している。したがって、排出・吸収係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、page 8.12）に示された不確実性の標準値を採用し、±50%とする。また、地域制緑地の生体バイオマスにおける活動量の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従い、専門家判断による値を採用した。

一方、都市公園、道路緑地、港湾緑地、下水道処理施設における外構緑地、河川・砂防緑地、官庁施設外構緑地、公的賃貸住宅地内緑地におけるバイオマス、リター、土壌に関する不確実性は 41% 、61%、38%であった。

その結果、転用のない開発地による吸収量全体の不確実性は 34%と評価された。

■　時系列の一貫性

6.5.2.b)1) 節で説明したとおり、森林からの転用面積の把握方法が 1990～2004 年度までと 2005 年度以降とで異なっているものの、当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

■　活動面積値の修正に伴う再計算

施設緑地の面積データが 1990 年から全年にわたって微修正された。これに伴い、当該カテゴリーにおける生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量が全年にわたり再計算された。

都市公園については、造成後 50 年までの大規模都市公園における無剪定樹林地を活動面積値に新規に追加した。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

■　地域制緑地における単位緑化面積あたりの生体バイオマス成長量

地域制緑地における単位緑化面積あたりの生体バイオマス成長量は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いているが、最終的に適用するパラメータについて、更なる精査を進める必要がある。そのため対象活動の性質を踏まえ、我が国の実情に最適なパラメータの精査を進める。

■　開発地の面積把握方法の妥当性

現在は、国土利用カテゴリーにおける「道路」、「宅地」、及びその他の土地の内訳として

把握できる「学校教育施設用地」、「公園・緑地等」、「交通施設用地」、「環境衛生施設用地」、「ゴルフ場、スキー場」及び「レクリエーション施設その他」をまとめて開発地と想定した上で面積を把握しているが、把握漏れがある可能性がある。そのため想定の妥当性について検討を行う。

6.8.2. 他の土地利用から転用された開発地（4.E.2.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、過去 20 年以内に他の土地利用から転用されて開発地になった土地における炭素ストック変化量を取り扱う。ただし、「湿地から転用された開発地」については、現在の土地利用面積の推計方法では検出されてないため、当該サブカテゴリーの炭素ストック変化量を「NO」と報告した。2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 3,747 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 67.9%の減少、前年度比 18.1%の減少となっている。本カテゴリー下の排出量は、森林から開発地への土地転用面積の減少により 1993 年度以降減少傾向にある。

b） 方法論

1） 他の土地利用から転用された開発地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

他の土地利用から転用された開発地における炭素ストック変化量は、他の土地利用から転用された農地同様、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、2.3.1.2 節）に示される式 2.16 を用いて国独自のバイオマス蓄積量を使った Tier 2 の算定方法を用いた。算定式は 6.5.2. b）1）節にあるとおりである。開発への転用後の生体バイオマス成長に伴う炭素ストック変化は、ゼロと想定している。

■　各種パラメータ

○　土地利用毎の生体バイオマスストック量

転用前後の生体バイオマスストック量については表 6-9、表 6-10、及び表 6-11 に示すとおりである。

○　炭素含有率（CF）

森林の炭素含有率は我が国の針葉樹と広葉樹の平均値（0.50 t-C/t-d.m.）を用いた。森林以外の炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値（草地は 0.47 t-C/t-d.m.、それ以外は 0.5 t-C/t-d.m.）を用いた。

■　活動量

○　他の土地利用から開発地への転用面積

森林、農地及び草地から開発地への転用面積を把握した。湿地及びその他の土地から開発地へ転用された土地の面積は、データの入手が不可能なため、当該土地利用区分において計上は行わず、「IE」として報告し、「転用のないその他の土地」において計上することとした。なお、CRF の「Table 4.E SECTORAL BACKGROUND DATA FOR LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY－Settlement」に示されている面積は、単年の転用面積ではなく、過去 20 年間の積算値であることに留意されたい。

【森林からの転用】

6.5.2. b）1）節に記述したのと同様の方法で把握した。

【農地からの転用】

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積における工場用地、道路・鉄道用地、宅地等、農林道等への転用面積のうちの田、普通畑、樹園地面積を用いた。

【草地からの転用】

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積における工場用地、道路・鉄道用地、宅地等、農林道等、への転用面積のうちの牧草地面積、「農地の移動と転用」の採草放牧地における開発地転用面積を用いた。

表 6-53　他の土地利用から転用された開発地の面積（1 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された開発地	kha	39.8	33.4	22.7	12.9	13.2	11.2	14.7	16.0	18.1	16.8	17.7	23.3	20.8	20.8	18.5
森林から転用された開発地	kha	14.5	10.1	5.1	4.0	6.4	4.7	5.7	5.7	6.8	6.8	5.7	5.7	4.3	4.3	1.8
農地から転用された開発地	kha	23.3	20.6	15.4	7.4	5.8	5.6	7.3	8.6	9.0	8.9	10.5	15.4	14.9	14.6	14.5
田から転用された開発地	kha	13.0	12.1	9.5	5.6	3.5	3.6	4.2	4.9	5.1	5.3	5.7	9.1	9.0	9.2	8.9
普通畑から転用された開発地	kha	5.7	5.6	2.6	1.4	1.8	1.6	2.4	2.9	3.1	2.9	3.9	5.0	4.8	4.3	4.5
樹園地から転用された開発地	kha	4.6	2.9	3.3	0.4	0.5	0.4	0.6	0.8	0.8	0.7	1.0	1.2	1.1	1.0	1.1
草地から転用された開発地	kha	1.2	2.0	1.3	0.7	0.7	0.4	1.2	1.5	1.3	1.2	1.4	1.9	1.6	1.9	2.1
湿地から転用された開発地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された開発地	kha	0.8	0.7	0.9	0.8	0.3	0.5	0.5	0.2	1.1	NO	0.1	0.2	0.03	0.1	0.1

2）他の土地利用から転用された開発地における枯死有機物の炭素ストック変化量

本カテゴリーにおいては、森林から転用された開発地における枯死木及びリターの炭素ストック変化量を算定する。

■　算定方法

6.5.2. b）2）節の「他の土地利用から転用された農地（4.B.2）」の算定方法と同様、Tier 2 の算定方法を用いた。

■　各種パラメータ

○　森林の枯死有機物炭素ストック量

転用前の森林における枯死木及びリターの平均炭素ストック量は表 6-12 及び表 6-13 のとおりである。また、一般的な開発地への転用については、転用直後は枯死有機物の蓄積がゼロになり、その後の蓄積はないという想定の下で算定を行っている。

■　活動量（面積）

○　森林から転用された開発地面積

1 年間に森林から転用された開発地面積を用いた。面積については表 6-53 を参照のこと。

3）他の土地利用から転用された開発地における鉱質土壌の炭素ストック変化量

本カテゴリーにおいては、森林、農地、草地から転用された開発地の土壌炭素ストック変化量の算定を算定する。

■　算定方法

森林、農地、草地から転用された開発地の土壌炭素ストック変化量の算定は Tier 2（我が国独自のデータを使用）の算定方法に基づき算定を行った。具体的には、表 6-14 で示した方法で算出した年間変化量を過去 20 年間に他の土地利用から転用された開発地面積（表 6-54）に乗じて算出した。

表 6-54　他の土地利用から転用された開発地の面積（20 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用された開発地	kha	911.7	790.5	719.9	625.4	494.4	427.5	399.8	380.7	365.3	350.7	338.5	333.2	329.1	327.3	325.3
森林から転用された開発地	kha	283.8	279.2	258.1	214.6	148.4	122.6	114.9	110.0	106.7	105.4	103.9	102.5	100.7	99.9	97.1
農地から転用された開発地	kha	528.6	424.1	395.8	354.7	295.6	258.9	243.6	230.9	219.2	207.7	198.6	195.5	193.4	192.6	193.3
田から転用された開発地	kha	320.9	252.1	236.6	214.8	184.8	164.0	155.0	147.5	140.4	132.8	125.8	122.8	121.6	121.3	121.5
普通畑から転用された開発地	kha	127.3	100.0	85.9	76.5	67.6	58.8	55.4	52.9	50.4	48.9	49.2	50.3	52.4	54.2	57.4
樹園地から転用された開発地	kha	80.5	72.0	73.3	63.4	43.2	36.0	33.2	30.5	28.4	26.1	23.7	22.3	19.3	17.1	14.4
草地から転用された開発地	kha	51.3	42.2	36.3	31.9	28.4	25.5	25.3	24.8	24.1	23.3	22.3	22.3	22.9	23.6	24.4
湿地から転用された開発地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された開発地	kha	48.0	45.1	29.7	24.2	21.9	20.5	15.9	15.0	15.3	14.3	13.6	12.9	12.1	11.3	10.5

4）開発地への転用時の有機質土壌からの CO_2 排出量

■　算定方法

有機質土壌地が開発地に転用された場合は、土地利用目的に応じて地盤改良がおこなわれるのが一般的であるが、例えば道路工事などではある程度沈み込みを前提とした設計をしており、有機質土壌の分解に伴う排出が起ることが想定される。

したがって、湿地ガイドラインの有機質土壌の排水に関する方法論を用い、開発地に転用された有機質土壌地の排水等に伴う排出（on-site）及び排水された有機質土壌からの水溶性炭素損失による排出（off-site）を算定した。算定式については、6.5.1. 節の転用のない農地（4.B.1.）と同様の算定式を用いたため、省略する。

■　各種パラメータ

他の土地から転用された開発地における有機質土壌からの CO_2 排出量の算定について、2006 年 IPCC ガイドライン及び湿地ガイドラインでは開発地特有のデフォルト係数は提示されておらず、我が国の実態に即した係数は検討中であるため、我が国は主に開発地への転用が水田地域で生ずることから、水田に適用している値を代用した（6.5.1. 節を参照）。

■　活動量データ

活動量は、転用後 20 年以内の開発地の有機質土壌面積とした。他の土地から転用された開発地有機質土壌面積は、6.5.1. 節に記述した方法と同様で把握した。この面積は、CRF 4(II)で報告している CH_4 及び N_2O 排出量の算定にも使われている。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌に関する不確実性は、各種パラメータ及び活動量ごとに、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、他の土地利用から転用された開発地による排出量全体の不確実性は 49%と評価された。

■　時系列の一貫性

6.5.2.b)1) 節で説明したとおり、森林からの転用面積の把握方法が 1990～2004 年度までと 2005 年度以降とで異なっているものの、当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

■ **森林からの転用面積の修正に伴う再計算**

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された開発地面積が再計算されたため、当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量、及び有機質土壌からの CO_2 排出量を全年にわたり再計算した。

■ **転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック量の改訂に伴う再計算**

転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック量の見直しにより損失する炭素ストック量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス及び枯死有機物の炭素ストック変化量を再計算した。

■ **土壌炭素ストック量の見直しによる再計算**

森林、農地、草地、開発地の土壌炭素ストック量の見直しにより、森林及び農地から開発地へ転用した際の炭素ストック変化量を全年にわたり再計算した。

再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

6.9. その他の土地（4.F.）

その他の土地とは、他の 5 つの土地利用カテゴリーに該当しない土地を指す。その他の土地の具体例として、2006 年 IPCC ガイドラインは裸地、岩石地帯、氷床、他の 5 つの区分に分類されない土地を挙げている。2021 年度における我が国におけるその他の土地の面積は約 264 万 ha であり、国土面積の約 7.0%を占め、以下の表 6-55 に示されているように細分化される [12]。

表 6-55　「その他の土地」の内訳

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
その他の土地		kha	2,518.5	2,535.0	2,526.0	2,420.7	2,459.1	2,535.0	2,325.6	2,374.5	2,586.9	2,722.7	2,632.3	2,613.3	2,601.7	2,599.7	2,639.0
	防衛施設用地	kha	139.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	139.0	139.0	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0	136.0
	海浜	kha	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
	北方領土	kha	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6	503.6
	荒地	kha	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他	kha	1,829.9	1,845.4	1,836.4	1,731.1	1,769.5	1,845.4	1,636.0	1,685.9	1,898.3	2,038.1	1,947.7	1,928.7	1,917.1	1,915.1	1,953.4

[12] 防衛施設用地は防衛省「防衛白書」、海浜は国土交通省「国土数値情報」、北方領土は「全国都道府県市町村別面積調」に基づく。

表 6-56　その他の土地の炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー	炭素プール	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.F. その他の土地	合計	kt-CO_2	2,287	2,022	1,659	1,056	852	758	686	655	638	624	567	555	506	476	374
	生体バイオマス	kt-CO_2	624	512	359	77	125	119	98	104	115	128	110	116	104	92	28
	枯死木	kt-CO_2	132	106	75	12	26	23	19	19	23	23	19	19	10	10	1
	リター	kt-CO_2	65	52	37	6	13	11	10	10	11	11	10	10	5	5	1
	鉱質土壌	kt-CO_2	1,466	1,351	1,188	961	688	605	560	522	489	462	428	410	387	369	344
	有機質土壌	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.F.1. 転用のないその他の土地	合計	kt-CO_2															
	生体バイオマス	kt-CO_2															
	枯死木	kt-CO_2															
	リター	kt-CO_2															
	鉱質土壌	kt-CO_2															
	有機質土壌	kt-CO_2															
4.F.2. 他の土地から転用されたその他の土地	合計	kt-CO_2	2,287	2,022	1,659	1,056	852	758	686	655	638	624	567	555	506	476	374
	生体バイオマス	kt-CO_2	624	512	359	77	125	119	98	104	115	128	110	116	104	92	28
	枯死木	kt-CO_2	132	106	75	12	26	23	19	19	23	23	19	19	10	10	1
	リター	kt-CO_2	65	52	37	6	13	11	10	10	11	11	10	10	5	5	1
	鉱質土壌	kt-CO_2	1466	1351	1188	961	688	605	560	522	489	462	428	410	387	369	344
	有機質土壌	kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 374 kt-CO_2（炭素ストック変化以外の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 83.6%の減少、前年度比 21.4%の減少となっている。

6.9.1. 転用のないその他の土地（4.F.1.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーにおける炭素ストック変化量は、2006 年 IPCC ガイドラインの記述に従い考慮していない。

表 6-57　転用のないその他の土地の面積（20 年間転用のない面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
転用のないその他の土地	kha	2,304.7	2,349.4	2,370.4	2,292.3	2,360.0	2,432.2	2,229.7	2,282.9	2,500.5	2,638.1	2,551.6	2,534.8	2,528.3	2,529.5	2,571.7

b） 再計算

特になし。

c） 今後の改善計画及び課題

特になし。

6.9.2. 他の土地利用から転用されたその他の土地（4.F.2.）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、過去 20 年間において他の土地利用から転用されてその他の土地になった土地における炭素ストック変化量を取り扱う。本カテゴリーの土地面積は土石採掘用に転用された土地、及び自然災害の被災地を含む。土石採掘地は人為的に岩山などが切り崩され裸地化した土地であるが、表層土壌炭素が存在しないためその他の土地に区分している。統計区分との一貫性という観点からも、我が国ではそのような判断となっており、衛星画像を用いた判読による土地転用の把握においても、土石採掘地は「その他の土地」に区分され、それ以外の「その他の土地」と分離できない。

2021 年度における当該カテゴリーからの CO_2 排出量は 374 kt-CO_2（炭素ストック変化以外

の GHG 排出分は本値に含んでいない）であり、1990 年度比 83.6%の減少、前年度比 21.4%の減少となっている。

生体バイオマスに関しては、森林、農地、草地からその他の土地に転用される際の炭素ストック変化量を算定対象とした。

枯死有機物に関しては、森林から転用されたその他の土地の炭素ストック変化量を算定した。農地及び草地から転用されたその他の土地における枯死有機物の炭素ストック変化量は、6.5.2. b）2）節、6.6.2. b）2）節のとおり、転用前後の枯死有機物プールをゼロと想定していることから「NA」で報告した。

土壌炭素ストック量に関しては、森林、農地、草地から転用される際の土壌炭素ストック変化量を算定した。

なお、「湿地から転用されたその他の土地」及び「開発地から転用されたその他の土地」については、現在の土地利用面積の推計方法では検出されてないため、それぞれの当該サブカテゴリーの炭素ストック変化量を「NO」と報告した。

b） 方法論

1） 他の土地利用から転用されたその他の土地における生体バイオマスの炭素ストック変化量

■　算定方法

他の土地利用から転用されたその他の土地における炭素ストック変化量は、他の土地利用から転用された農地同様、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、2.3.1.2 節）に示される式 2.16 を用いて国独自のバイオマス蓄積量を使った Tier 2 の算定方法を用いた。算定式は 6.5.1. b）1）節にあるとおりである。その他の土地への転用後の生体バイオマス成長に伴う炭素ストック変化は、ゼロと想定している。

■　各種パラメータ

○　土地利用毎の生体バイオマスストック量

転用前後の生体バイオマスストック量については表 6-9、表 6-10、及び表 6-11 に示すとおりである。

○　炭素含有率（CF）

森林の炭素含有率は我が国の針葉樹と広葉樹の平均値（0.50 t-C/t-d.m.）を用いた。森林以外の炭素含有率は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、デフォルト値（草地は 0.47 t-C/t-d.m.、それ以外は 0.5 t-C/t-d.m.）を用いた。

■　活動量

○　他の土地利用からその他の土地への転用面積

森林、農地及び草地からその他の土地への 1 年間の転用面積を把握した。

なお、CRF の「Table 4.F SECTORAL BACKGROUND DATA FOR LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY－Other land」に示されている面積は、2021 年度単年の転用面積ではなく、過去 20 年間の積算値であることに留意されたい。

【森林からの転用】

6.5.2. b）1） 節に記述したのと同様の方法で把握した。

【農地からの転用】

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積におけるその他、自然災害面積のうちの田、普通畑、樹園地面積を用いた。

【草地からの転用】

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積におけるその他、自然災害面積のうちの牧草地面積、及び「農地の移動と転用」の採草放牧地におけるその他分類不明の面積を用いた。

表 6-58　他の土地利用から転用されたその他の土地の面積（1 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用されたその他の土地	kha	7.1	7.1	4.9	4.1	1.7	3.0	1.5	3.1	1.8	3.5	2.0	2.4	2.3	1.8	1.5
森林から転用されたその他の土地	kha	3.6	2.9	2.0	0.3	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.04
農地から転用されたその他の土地	kha	2.4	2.8	1.8	2.9	0.6	1.8	0.6	1.3	1.0	2.7	0.5	0.9	0.8	0.9	0.9
田	kha	1.2	1.5	1.3	2.7	0.4	1.3	0.2	0.7	0.6	2.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.5
普通畑	kha	0.6	0.9	0.2	0.1	0.2	0.4	0.3	0.5	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3
樹園地	kha	0.5	0.5	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
草地から転用されたその他の土地	kha	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.7	0.9	1.0	0.5	0.5
湿地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
埋立地から転用されたその他の土地	kha	1.0	1.1	0.9	0.8	0.4	0.5	0.2	1.1	NO	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	NO

2）他の土地利用から転用されたその他の土地における枯死有機物の炭素ストック変化量

■　算定方法

6.5.2.b)2)節の「他の土地利用から転用された農地（4.B.2）」と同様に、Tier 2 の方法に従って算定した。

■　各種パラメータ

○　森林の枯死有機物の炭素ストック量

転用前の森林における枯死木及びリターの平均炭素ストック量は表 6-12 及び表 6-13 のとおりである。また、転用直後は枯死有機物の蓄積がゼロになり、その後の蓄積はないという想定の元で算定を行っている。

■　活動量

○　森林から転用されたその他の土地面積

1 年間に森林から転用されたその他の土地の面積を用いた。面積については表 6-58 を参照のこと。

3）他の土地利用から転用されたその他の土地における土壌の炭素ストック変化量

本カテゴリーにおいては、森林、農地及び草地から転用されたその他の土地の鉱質土壌の炭素ストック変化量を算定した。

■　算定方法

森林、農地、草地から転用されたその他の土地の土壌炭素ストック変化量の算定は Tier 2（我が国独自のデータを使用）の算定方法に基づき算定を行った。具体的には、表 6-14 で示した方法で算出した年間変化量を過去 20 年間に他の土地利用から転用された開発地面積（表 6-59 に乗じて算出した。なお、算定に用いるその他の土地の鉱質土壌炭素量は、造成等により土壌の人為的改変が大きく行われた場合の代表値であることから、自然災害によるその他の土地への転用は、当該算定対象からは除外している。

表 6-59　他の土地利用から転用されたその他の土地の面積（20 年間の転用面積）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
他の土地利用から転用されたその他の土地	kha	213.7	185.6	155.6	128.3	99.1	102.8	95.9	91.6	86.4	84.6	80.7	78.5	73.4	70.2	67.3
森林から転用されたその他の土地	kha	102.3	96.6	85.2	64.1	42.8	36.9	33.4	30.5	28.2	26.2	23.0	20.9	18.3	16.5	14.4
農地から転用されたその他の土地	kha	56.9	43.0	38.4	37.3	31.4	46.2	44.0	42.3	40.6	41.5	41.0	40.9	38.2	37.3	36.9
田	kha	32.4	20.9	19.5	19.7	18.0	32.7	31.5	30.6	29.8	31.5	31.2	31.0	28.6	27.8	27.8
普通畑	kha	14.8	12.8	10.2	9.6	8.3	8.8	8.2	7.8	7.3	6.9	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3
樹園地	kha	9.7	9.3	8.8	7.9	5.1	4.8	4.3	3.9	3.5	3.1	2.9	2.8	2.6	2.4	1.8
草地から転用されたその他の土地	kha	5.5	5.0	3.9	4.0	3.5	3.8	3.6	3.5	3.4	3.2	3.8	4.6	5.5	5.9	6.2
湿地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
埋立地から転用されたその他の土地	kha	49.0	41.0	28.0	22.9	21.3	15.9	15.0	15.3	14.3	13.6	12.9	12.1	11.3	10.5	9.8

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性の評価

生体バイオマス及び枯死有機物に関する不確実性は、各パラメータ及び活動量ごとに、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、他の土地利用から転用されたその他の土地による排出量全体の不確実性は 82%と評価された。

■　時系列の一貫性

6.5.2. b）1）節で説明したとおり、森林からの転用面積の把握方法が 1990～2004 年度までと 2005 年度以降とで異なっているものの、当該カテゴリーの時系列の一貫性は基本的に確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

■　森林からの転用面積の修正に伴う再計算

「衛星画像判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から転用された開発地面積が再計算されたため、当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量、及び有機質土壌からの CO_2 排出量を全年にわたり再計算した。

■　転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック量の改訂に伴う再計算

転用前の（森林の）生体バイオマス、枯死有機物の炭素ストック量の見直しにより損失する炭素ストック量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス及び枯死有機物の炭素ストック変化量を再計算した。

■　土壌炭素ストック量の見直しによる再計算

森林、農地、草地、その他の土地の土壌炭素ストック量の見直しにより、森林及び農地から開発地へ転用した際の炭素ストック変化量を全年にわたり再計算した。

f） 今後の改善計画及び課題

■　その他の土地の面積の内訳の特定と土地の再分類

その他の土地の内訳の再分類において特定できない土地利用があったため、今後も引き続き検討を行う必要がある。

■　他の土地利用から転用されたその他の土地の生体バイオマスの炭素ストック変化量

生体バイオマスの炭素ストック変化量に関し、その他の土地については文献不足のためバイオマスストックをゼロと仮定しているが、実態と乖離している可能性がある。そのため、この点につき現在検討を行っている。

6.10. 伐採木材製品（HWP）による炭素蓄積変化（4.G.）

森林から伐採され、搬出された木材（伐採木材製品（HWP））は、木材が建築資材や家具などに利用されている間は木材中に炭素を固定し、一定期間蓄積する。最終的に焼却、腐朽などにより廃棄されたときに CO_2 を排出する。

本カテゴリーは、HWP による炭素蓄積変化を取り扱う。算定アプローチは生産法を採用しており、国産材由来の伐採木材製品（製材、木質パネル（木質ボード・合板）、紙製品）の利用又は廃棄に伴う炭素蓄積の変化量を算定する。輸入材の炭素蓄積変化量は算定対象に含まない。当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化量は、2021 年度では 1,596 kt-CO_2 の吸収であり、1990 年度比 504.0%の増加、前年度比 298.7%の増加となっている。当該カテゴリーの純吸収量は、2014 年度以降、国産材率の増加に伴い増加傾向にある。2020 年度の純吸収量は新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け 2019 年度と比べて減少したが、2021 年度は住宅着工数が回復したこと等により、建築用木材等が増加したため、純吸収量が前年度と比べて増加した。

本節では、伐採木材製品を「建築物」、「その他木材利用」及び「紙製品」の３つのカテゴリーに区分し、それぞれ報告する。

表 6-60　HWP の炭素ストック変化量に起因する排出・吸収量

カテゴリー		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合計		kt-CO_2	-264	1,597	1,732	623	42	338	638	-563	-725	-719	-1,098	-1,337	-1,327	-400	-1,596
建築物	合計	kt-CO_2	-318	-751	-70	-791	-1,304	-1,378	-610	-1,225	-1,351	-1,349	-1,347	-1,569	-1,614	-1,541	-1,829
	製材	kt-CO_2	-105	-428	409	-253	-688	-491	356	-285	-380	-235	-204	-399	-267	-239	-488
	木質ボード	kt-CO_2	-254	-371	-523	-459	-379	-484	-479	-530	-506	-578	-566	-553	-636	-614	-639
	合板	kt-CO_2	41	48	43	-80	-238	-402	-487	-410	-465	-535	-578	-617	-711	-688	-702
その他木材利用	合計	kt-CO_2	589	1,194	1,390	1,228	699	1,059	893	624	442	339	173	104	140	361	101
	製材	kt-CO_2	954	1,295	1,478	1,485	1,421	1,313	1,235	1,171	1,095	1,089	1,055	960	877	1,005	808
	木質ボード	kt-CO_2	-405	-215	-235	-182	25	22	-7	9	33	35	49	69	190	209	193
	合板	kt-CO_2	40	114	147	-74	-747	-276	-335	-555	-687	-785	-931	-925	-927	-853	-901
紙製品		kt-CO_2	-535	1,154	412	186	647	658	356	38	184	291	76	128	148	780	133

6.10.1. 建築物

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、建築物において使用される製材、木質ボード、合板ごとの炭素蓄積変化量を取り扱う。当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化量は 2021 年度では 1,829 kt-CO_2 の吸収であり、1990 年度比 474.7%の増加、前年度比 18.7%の増加となっている。

なお、建築物に利用される製材、木質ボード、合板は、CRF の「Solid wood」の下の「Sawnwood」「Wood panels」にて報告している。

b） 方法論

■　算定方法

製材、木質ボード、合板については、我が国では建築物への利用が大部分を占めており、また、建築物に係わる統計類は一定の精度で取りまとめられていることから、建築物に含まれている炭素量の変化を直接把握する、我が国独自のストック・インベントリ法（Tier 3）により算定した。

建築物に利用される製材、木質ボード、合板の炭素蓄積量の変化は、建築着工時に投入される製材、木質ボード、合板の炭素量をインフロー、建築解体時において排出される炭素量をアウトフローとして算定し、別々に計算したインフローとアウトフローを合算して推計した。建物に使用されたすべての炭素は、その建物が解体されたときに即時に排出されるとした。算定式は以下のとおりである。

$$\Delta C_{j,i} = Inflow_{j,i} - Outflow_{j,i}$$

j ：サブカテゴリー（製材、木質ボード、合板）
i ：算定対象年
$\Delta C_{j,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物 HWP プールの i 年の炭素蓄積変化量［t-C/年］
$Inflow_{j,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物 HWP プールに i 年に投入された炭素量［t-C/年］
$Outflow_{j,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物 HWP プールから i 年に排出された炭素量［t-C/年］

$$Inflow_{j,i} = S_{P_{st,i}} \times v_{DP_{j,st,i}} \times f_{DP_{j,i}} \times D_j \times CF_j$$

j ：サブカテゴリー（製材、木質ボード、合板）
i ：算定対象年
st ：建築物の使用用途（住宅又は非住宅）及び構造
$Inflow_{j,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物 HWP プールに i 年に投入された炭素量［t-C/年］
$S_{P\,st,i}$ ：住宅・非住宅別、構造別（st）の i 年の着工床面積（新築・増築面積）［m^2/年］
$v_{DP\,j,st,i}$ ：サブカテゴリーj の住宅・非住宅別、構造別（st）の i 年の着工原単位（着工床面あたりの木材使用量）［m^3/m^2］
$f_{DP\,j,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物に投入された木材の i 年の国産材率［%］
D_j ：サブカテゴリーj の容積密度（全乾重量／気乾材積）［t-d.m./m^3］
CF_j ：サブカテゴリーj の炭素含有率［t-C/t-d.m.］

$$Outflow_{j,i} = S_{W_{st,i}} \times v_{DW_{j,st,i}} \times f_{DW_{j,i}} \times D_j \times CF_j$$

j ：サブカテゴリー（製材、木質ボード、合板）
i ：算定対象年
st ：建築物の使用用途（住宅又は非住宅）及び構造
$Outflow_{j,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物 HWP プールから i 年に排出された炭素量［t-C/年］
$S_{W\,st,i}$ ：住宅・非住宅別、構造別（st）の i 年の解体床面積［m^2］
$v_{DWj,st,i}$ ：サブカテゴリーj の住宅・非住宅別、構造別（st）の i 年の解体原単位（解体された建築物の建築年の単位床面積あたりの木材使用量）［m^3/m^2］
$f_{DWj,i}$ ：建築物の解体材におけるサブカテゴリーj の i 年の国産材率［%］
D_j ：サブカテゴリーj の容積密度（全乾重量／気乾材積）［t-d.m./m^3］
CF_j ：サブカテゴリーj の炭素含有率［t-C/t-d.m.］

■　各種パラメータ

○　着工原単位（$v_{DP\,j,st,i}$）

【製材】

木造建築物においては国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」の建築着工統計区分の値を用いた。非木造建築物においては 1991 年までしか上記調査の値が得られないため、林野庁が独自に調査を行ない 2013 年の値を取得した。2014 年以降は 2013 年の値を用い、1992 年～2012 年の値は内挿により算出した。そのほか、データが欠落している年について

も内挿により求めた。

【木質ボード】

経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」の木質ボードの種類別（パーティクルボード、硬質繊維板、中質繊維板、軟質繊維板）の販売・消費量に、日本繊維板工業会「木質ボード用途別出荷量」から推定した建築用途の割合を乗じて木質ボードの種類別・用途別木材投入量を算出した。算出された木質ボードの種類別・用途別木材投入量を着工床面積で除することにより、床面積あたりの木質ボード投入量を算出した。

【合板】

国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」の建築着工統計区分の値を用いた。データが欠落している年は内挿により求めた。

○　建築物に投入された木材の国産材率（$f_{DP\,j,i}$）

【製材】

針葉樹・広葉樹別に、建築用製材出荷量のうち国産材の出荷量を「建築用製材品出荷量と建築用輸入製材製品の合計量」で除することにより建築用製材の国産材率を算出した。

【木質ボード】

建築用木質ボードの販売・消費量にパーティクルボード、繊維板のそれぞれにおける各原材料（①素材、②工場残材、③林地残材、④解体材・廃材）の割合及び各原材料の国産材率を乗じて原材料別の建築用木質ボード（国産材）販売・消費量を算出した。各原材料の国産材率は、①素材については国産チップ生産量、輸入チップ量、チップ用素材入荷量（国産材・輸入材）から求め、②工場残材については製材品出荷量（国産材・輸入材）から求め、③林地残材については 100%とし、④解体材・廃材については後述する解体材国産材率の値を使用した。算出された原材料別の建築用木質ボード（国産材）販売・消費量を建築用木質ボード販売・消費量で除することにより、種類別の木質ボードの国産材率を算出した。

【合板】

国産材由来の合板生産量を合板使用量（合板生産量と輸入生産量の合計）で除することにより、着工建築物に使用される合板の国産材率を算出した。

○　解体原単位（$v_{DP\,j,st,i}$）及び解体材国産材率（$f_{DW\,j,i}$）

解体原単位（$v_{DW\,j,st,i}$）及び解体国産材率（$f_{DW\,j,i}$）については、サブカテゴリーjにおいて建築時の着工原単位（$v_{DP\,j,st,i}$）や国産材率（$f_{DP\,j,i}$）が反映されるよう、下式のとおり、それぞれ i 年に解体された面積（$S_{W\,st,i}$）のうち、n 年に建築された床面積（$S_{W\,st,I\,(n)}$）が占める割合で加重平均して算出した。

$$v_{DW\,j,st,i} = \sum_n \left(\frac{S_{w\,,st,i\,(n)}}{S_{w\,st,i}} \times v_{DP\,j,st,i\,(n)} \right)$$

$$f_{DW\,j,i} = \sum_n \left(\frac{S_{w\,st,i\,(n)}}{S_{w\,st,i}} \times f_{DP\,j,i\,(n)} \right)$$

○　容積密度、炭素含有率

2019 年改良 IPCC ガイドラインに提示されているデフォルト値を使用した。

なお 6.11. 節で使われる容積密度は、全乾重量を気乾体積で除した密度として取り扱う。

表 6-61　カテゴリー別の容積密度・炭素含有率

HWP カテゴリー		容積密度［Mg-d.m./m³］	炭素含有率［Mg -C/Mg-d.m.］
製材	針葉樹	0.45	0.5
	広葉樹	0.56	0.5
木質ボード	パーティクルボード（PB）	0.596	0.451
	硬質繊維板（HB）	0.788	0.425
	中質繊維板（MDF）	0.691	0.427
	軟質繊維板（IB）	0.159	0.474
合板		0.542	0.493

（出典）：2019 年改良 IPCC ガイドライン、Table 12.1

表 6-62　各種パラメータに用いるデータ（建築物）

No	変数等	出典	備考
1	製材品出荷量（建築用材）国産材	農林水産省「木材需給報告書」	
2	製材品出荷量（建築用材）輸入材	農林水産省「木材需給報告書」	
3	製材用素材入荷量	農林水産省「木材需給報告書」	
4	輸入製材製品（針葉樹）	財務省「貿易統計」	※建築用途の輸入量が不明のため、針葉樹製材及び集成材を建築用途と仮定
5	木質ボード販売・消費量	経済産業省「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」	※自家消費分含む
6	木質ボード輸入量	財務省「貿易統計」	
7	輸入チップ	財務省「貿易統計」	
8	国産チップ生産量	農林水産省「木材需給報告書」	
9	チップ用素材入荷量（国産材）	農林水産省「木材需給報告書」	
10	チップ用素材入荷量（輸入材）	農林水産省「木材需給報告書」	
11	木質ボード用途別出荷量	日本繊維板工業会「木質ボード用途別出荷量」	
12	合板国内生産量	農林水産省「木材需給報告書」	
13	合板用単板輸入量	財務省「貿易統計」	
14	合板輸入量	財務省「貿易統計」	※「貿易統計」の合板内の竹製のもの及び集成材を除いた値。
15	合板用素材入荷量（国産材）	農林水産省「木材需給報告書」	
16	合板用素材入荷量（輸入材）	農林水産省「木材需給報告書」	

■　活動量

○　着工床面積（$S_{P\ st,i}$）

国土交通省「建築物着工統計」より得られる住宅・非住宅別、構造別の新築・増築分の着工面積を用いた。

○　解体床面積（$S_{W\ st,\ i}$）

解体床面積は、総務省「固定資産の価格等の概要調書（家屋）」から得られる家屋の総床面積と、上述の着工床面積を用いて推計した。i 年の住宅・非住宅別、構造別の建築物の解体床面積（$S_{W\ st,\ i}$）は、i-1 年の建築物床面積（$S_{S\ st,\ i-1}$）に i 年の建築物着工床面積（$S_{P\ st,\ i}$）を加えた面積から、i 年の建築物床面積（$S_{S\ st,\ i}$）を差し引くことで算出した。

$$S_{W_{St,i}} = S_{S_{st,i\text{-}1}} + S_{P_{st,i}} - S_{S_{st,i}}$$

建築床面積及び建築物着工床面積には増築面積が含まれているため、増築後に解体された建築物の床面積も解体面積に反映されていることになる。ただし、改築については、着工原単位に改築が考慮されていないため、着工床面積から改築分を控除した。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

統計データの不確実性及び 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト不確実性を利用し、全体で 30%と評価された。

■　時系列の一貫性

面積原単位に用いる「建設資材・労働力需要実態調査」は 2 年毎の調査であるためデータが欠落している年は内挿により推計し、時系列の一貫性を確保している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

データの誤入力値の修正及び木質ボード関係データの更新に伴い、全年度の炭素蓄積変化量を再計算した。誤入力値については、建築物着工床面積のうち改築の割合、製材・合板の着工原単位、建築用製材品出荷量、合板の国産材率、解体床面積、解体材の国産材率、解体材の量、アウトフロー（合板）の密度において修正した。経済産業省「生産動態統計年報資源・窯業・建材統計編」の木質ボードの販売・消費量、m^3/m^2 比、原材料の利用割合、原料となる原木由来チップの国産材率、日本繊維板工業会の「木質ボード用途別出荷量」を更新した。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

建築物における国産材利用の増加などにより、今後、着工原単位が変動する可能性がある。

非木造建築物の製材の着工原単位は 1991 年以降、国土交通省「建築資材・労働力需要実態調査」の対象外となったため、林野庁の独自調査により 2013 年の値を取得して以降、当該原単位は更新されていない。国土交通省統計が更新されれば更新された最新値を用いる予定である。

針葉樹製材の容積密度については、現在は 2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（0.450）を使用しているが、国内で整備されている統計等の実態を踏まえて、容積密度の適当な算定方法と運用方法について検討する。

6.10.2. その他木材利用

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーは建築物以外に利用される製材、木質ボード、合板の炭素蓄積変化量を取り扱う。当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化量は、2021 年度では 101 kt-CO_2 の排出であり、1990 年度比 82.9%の減少、また、前年度比 72.2%の減少となっている。

なお、その他木材利用（製材、木質ボード、合板）については、CRF の「Other (please specify)」の下の「Sawnwood for non-buildings」「Wooden board for non-buildings」、「Plywood for

non-buildings」にて報告している。

b） 方法論

■　算定方法

その他木材利用の炭素蓄積変化量は、2006 年 IPCC ガイドラインに記載の一次減衰関数による推計方法（FOD 法）（Tier 2）を用い、当該年と前年の当該カテゴリーの HWP プールの炭素量の差分から算定した。1 年間に当該 HWP プールに投入される炭素量は、建築以外に利用される木材の量に国産材率、及び炭素変換係数を乗じて算出した。算定式は以下のとおりである。

$$\Delta C_{j,i} = C_{j,i} - C_{j,i-1}$$

$$C_{j,i} = e^{-k_j} \times C_{j,i-1} + \left[\frac{\left(1 - e^{-k_j}\right)}{k_j}\right] \times Inflow_{j,i}$$

j ：サブカテゴリー（製材、木質ボード、合板）
i ：算定対象年
$\Delta C_{j,i}$ ：サブカテゴリーj のその他木材利用 HWP プールの i 年の炭素蓄積変化量［t-C/年］
$C_{j,i}$ ：サブカテゴリーj のその他木材利用 HWP プールにストックされている i 年終わりの炭素量［t-C］※$C_{j,(1900)}$=0 とみなした。
k_j ：k_j＝ln(2)／HLj
HLj：サブカテゴリーj のその他の木材利用 HWP プールの半減期
$Inflow_{j,i}$ ：サブカテゴリーj のその他木材利用 HWP プールに i 年に投入された炭素量［t-C/年］

$$Inflow_{j,i} = V_{p\ j,i} \times f_{DP\ j,i} \times D_j \times CF_j$$

j ：サブカテゴリー（製材、木質ボード、合板）
i ：算定対象年
$Inflow_{j,i}$ ：サブカテゴリーj のその他木材利用 HWP プール HWP プールに i 年に投入された炭素量［t-C/年］
$V_{Pj,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物以外に利用される i 年の木材の量［m^3/年］
$f_{DPj,i}$ ：サブカテゴリーj の建築物以外に利用される木材の i 年の国産材率［%］
D_j ：サブカテゴリーj の容積密度（全乾重量／気乾材積）［t-d.m./m^3］
CF_j ：炭素含有率［t-C/t-d.m.］

■　各種パラメータ

○　国産材率

【製材】

建築物以外に利用される製材の国産材率は、樹種別の国産材製材品出荷量を製材品出荷量で除して算出した。

【木質ボード】

建築物以外に利用される木質ボード販売・消費量に、パーティクルボード、繊維板のそれぞれにおける各原材料（素材、工場残材、林地残材、解体材・廃材）の割合及び各原材料の国産材率を乗じて、原料別の建築物以外に利用される木質ボード（国産材）販売・消費量を算出した。各原材料の国産材率については、建築物に利用される木質ボードの国産材率と同様に算出した（6.10.1 節参照）。算出された原材料別の建築物以外に利用される木質ボード（国産材）販売・消費量を建築物以外に利用される木質ボード販売・消費量で除することにより、種類別の木質ボードの国産材率を算出した。

【合板】

国産材由来の合板用素材入荷量を合板用素材入荷量と合板用単板輸入量（丸太換算）の合

計量で除して合板の国材率として算出した。

○　**半減期**

2019 年改良 IPCC ガイドライン（Vol.4 Table 12.3）に提示されているデフォルト値（製材：35 年、木質ボード・合板：25 年）を使用した。

○　**容積密度、炭素含有率**

建築物（6.10.1. 節）と同じデフォルト値を使用した（表 6-61 を参照のこと）。

表 6-63　各種パラメータに用いるデータ（その他木材利用）

No	変数等	出典	備考
1	製材品出荷量（国産材、建築用材以外）	農林水産省「木材需給報告書」	
2	木質ボード販売・消費量	経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計」	※自家消費分含む
3	輸入チップ	財務省「貿易統計」	
4	国産チップ生産量	農林水産省「木材需給報告書」	
5	国産チップ（パルプ用）	日本製紙連合会「パルプ材集荷実績」	
6	チップ用素材入荷量（国産材）	農林水産省「木材需給報告書」	
7	チップ用素材入荷量（輸入材）	農林水産省「木材需給報告書」	
8	合板用単板輸入量	財務省「貿易統計」	
9	合板用素材入荷量（国産材）	農林水産省「木材需給報告書」	
10	合板用素材入荷量（輸入材）	農林水産省「木材需給報告書」	

■　**活動量**

活動量は、製材品出荷量、木質ボード販売・消費量、合板生産量を用いた。製材品出荷量は、農林水産省「木材需給報告書」の製材品出荷量から建築用材を除いた出荷量とした。木質ボード販売・消費量は、経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」の PB、HB、MDF、IB それぞれの販売・消費量に、日本繊維版工業会「木質ボード用途別出荷量」から算出される建築用以外の木質ボードの割合を乗じた量とした。合板生産量は、農林水産省「木材需給報告書」の合板生産量から建築用合板を除いた値を用いた。建築物の着工床面積から控除した改築分の木材使用量は本カテゴリーの活動量として考慮されている。

○　**1900 年までのデータ遡及方法**

2006 年 IPCC ガイドライン（Equation 12.6）に提示されている方法を用いて推計した。また、産業用丸太消費量の推定連続率（U）については、アジア 1900~1961 年のデフォルト値 0.0217（Table 12.3）を適用した。

$$V_t = V_{1961} \times e^{[U \times (t-1961)]}$$

V_t　：その他木材に使用される製材、木質ボード、合板の生産量［kt C/年］
t　：年（1900~1961 年）
V_{1961}　：1961 年その他木材に使用される製材、木質ボード、合板の生産量［kt C/年］
U　：1900～1961 年、報告国を含む地域の産業用丸太消費量変化の推定連続率

c）　**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性評価**

統計データの不確実性及び 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト不確実性を利用し、全体で 30%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

1961 年以前のデータは、2006 年 IPCC ガイドライン（Equation 12.6）に提示されている方

法を用いて、1900 年までデータを遡及しており、時系列の一貫性は保たれている。

1962 年以後のデータは、活動量、パラメータともに、一貫した統計を使用している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

建築物カテゴリーでの再計算（6.10.1 節参照）に加えて、合板の木材投入量、木質ボードの木材投入量におけるデータの誤入力値を修正したため、全年度における炭素蓄積変化量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

主に土木分野において丸太形態で利用されている木材については、現在算定の対象とはなっていない。

6.10.3. 紙製品

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーは、紙製品（紙・板紙（古紙含む））の炭素蓄積変化量を取り扱う。当該カテゴリーにおける炭素蓄積変化量は、1990 年度に 535 kt-CO_2 の吸収、2020 年度に 780 kt-CO_2 の排出、2021 年度では 133 kt-CO_2 の排出となった。

b） 方法論

■ 算定方法

その他木材利用と同様に紙製品の炭素蓄積変化量についても、2006 年 IPCC ガイドラインに記載の FOD 法（Tier 2）を用い、当該年と前年の HWP プールの炭素量の差分から、算定した。1 年間に HWP プールに投入される炭素量は、紙製品生産量に国産材率、及び炭素変換係数を乗じて算出した。算定式は以下のとおりである。

$$\Delta C_i = C_i - C_{i-1}$$

$$C_i = e^{-k} \times C_{i-1} + \left[\frac{(1-e^{-k})}{k}\right] \times Inflow_i$$

ΔC_i ：紙製品 HWP プールの i 年の炭素蓄積変化量［t-C/年］

C_i ：紙製品 HWP プールにストックされている i 年終わりの炭素量［t-C］

※$C_{(1900)}$=0 とみなした。

$Inflow_i$ ：紙製品 HWP プールに投入された i 年の炭素量［t-C/年］

k ：k=ln（2）／HL

HL：紙製品 HWP プールの半減期（2 年）

i ：算定対象年

$$Inflow_i = PP_{p\,i} \times f_{DP\,i} \times C_{cf}$$

$Inflow_i$ ：紙製品 HWP プールに投入された i 年の炭素量［t-C/年］

$PP_{Pj,i}$ ：i 年の紙製品生産量［t］

$f_{DPj,i}$ ：i 年の紙製品の国産材率［%］

C_{cf} ：炭素換算係数［t-C/t］

i ：算定対象年

■　各種パラメータ

○　国産材率

紙製品全体の国産材率は、国産材由来の製紙用パルプと古紙及び古紙パルプの生産量をそれぞれ推計し、紙製品の国内生産量で除することにより算出した。

製紙用パルプは、経済産業省「生産動態統計年報　紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計編」において、全原材料消費量と原木由来、チップ由来別の国産材・輸入材由来消費量を把握できることから、それらのデータを用いて国産材率を推計した。ただし、同統計の国産材チップは、輸入材由来の木材を国内の事業所でチップ化した量も含まれていることから、国産材率の推計においては、チップ用素材の国産材・輸入材入荷量や、建築物の推計で利用した国産材率のデータも用いて、輸入材由来の国内生産チップを控除して算定した。

古紙・古紙パルプは、経済産業省「生産動態統計年報　紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編」の古紙生産量と「貿易統計」の古紙の輸出入量から国内供給量を推計することで国産材率を推計した。

表 6-64　各種パラメータに用いるデータ（紙製品）

No	変数等	出典	備考
1	パルプの原材料消費量（m^3） 国産材由来 原木 チップ 輸入材由来（すべてチップ）	経済産業省「生産動態統計年報紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編」	パルプの国産材率の算定に利用
2	古紙生産量	経済産業省「生産動態統計年報紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編」	FAOSTAT（Recovered paper）
3	古紙輸出入量	財務省「貿易統計」	FAOSTAT（Recovered paper）
4	紙、板紙の輸出入量	財務省「貿易統計」	FAOSTAT（Paper and Paperboard）
5	入手区分別チップ生産量の比率	農林水産省「木材需給報告書」	パルプ生産用チップの国産材比率の推計に利用
6	チップ用素材入荷量（国産材）	農林水産省「木材需給報告書」	
7	チップ用素材入荷量（輸入材）	農林水産省「木材需給報告書」	

○　半減期

2019 年改良 IPCC ガイドライン（Table 12.3）に提示されているデフォルト値（2 年）を使用した。

○　含水率補正値、炭素含有率

2019 年改良 IPCC ガイドライン（Table 12.1）に提示されているデフォルト値（炭素換算係数：0.386 t-C/t）を使用した。

■　活動量

○　1961 年以降のデータ

活動量となる紙製品（紙・板紙）の国内生産量は、経済産業省「生産動態統計年報　紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計編」の紙生産量、板紙生産量の合計値で、これは FAOSTAT の Paper and Paperboard の Production データと同一の値である。

○　1900 年までのデータ遡及方法

紙製品の、1900年までのデータ遡及方法は「その他木材」と同様である（詳細は6.10.2. 節を参照のこと）。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

統計データの不確実性及び 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト不確実性を利用し、全体で 30%と評価された。

■　時系列の一貫性

1961 年以前のデータは、2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、式 12.6）に提示されている方法を用いて、1900 年までデータを遡及しており、時系列の一貫性は保たれている。

1962 年以後のデータは、活動量、パラメータともに、一貫した統計を使用している。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

古紙生産量、炭素換算係数における統計データの誤入力を修正したため、全年度における炭素蓄積変化量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

6.11. 施肥に伴う N_2O 排出（4.(I)）

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、農用地以外の土壌への窒素肥料施用に伴う N_2O の直接排出量の算定を行う。森林土壌への窒素肥料施用については、林野庁調査から、森林土壌に施用された窒素肥料は大部分が無機質窒素肥料（化学肥料）であったことから、すべての窒素肥料は化学肥料であるとみなして算定した。湿地、開発地土壌へ施用している窒素肥料施用量は個別に把握されていないが、森林への施用量を除いた我が国のすべての窒素肥料施用からの N_2O の直接排出量は農業分野の報告に含んでいることから「IE」、その他の土地では窒素肥料施用を伴う活動は活動の実態がないとして「NO」として報告した。森林土壌への施肥については転用の有無を区分できないことから、転用のない森林で一括して報告した。2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 0.51 kt-CO_2 換算であり、1990 年度比 38.7%の減少となっている。

表 6-65　窒素肥料施用に伴う N_2O の直接排出量

カテゴリー			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合計			kt-N_2O	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			kt-CO_2換算	0.84	0.72	0.67	0.64	0.56	0.54	0.56	0.54	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
	森林		kt-N_2O	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		転用のない森林	kt-N_2O	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		他の土地利用から転用された森林	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	湿地		kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		転用のない湿地	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		他の土地利用から転用された湿地	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	開発地		kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		転用のない湿地	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		他の土地利用から転用された開発地	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	その他		kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

b）方法論

■　算定方法

森林土壌への化学窒素肥料の施肥に伴う N_2O 排出量は 2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い、我が国独自の排出係数が存在するため、Tier 2 法を用いて算定した。算定式は農業分野で適用しているものと同様とした。

■　各種パラメータ

農用地土壌（その他の作物）への化学窒素肥料（硝化抑制剤なし）の施用に伴う N_2O 排出量の算定に適用している排出係数（0.62% ［kg-N_2O-N/kg-N］[13]）を、森林土壌への化学窒素肥料施用に伴う N_2O 排出量の算定にも適用した。本排出係数の詳細な情報については、第 5 章 5.5.1.1.b) 節を参照のこと。

■　活動量

2006～2008 年度値は、林野庁による森林への施肥実績の調査結果を用いた。実績値が存在しない年次の森林土壌に施用される化学肥料施用量は、「ポケット肥料要覧」の「窒素質肥料需要量」に、森林土壌への施用分の割合（2006～2008 年の平均値）を乗じて算出した。当該割合は化学肥料施用総量の 0.047%である。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

施肥に伴う N_2O 直接排出量の不確実性は、農業分野の当該算定と同じ値を用いて、31%と評価した。

■　時系列の一貫性

パラメータは、一定値を使用しており、活動量は、同一の統計から同じ割合を乗じて算出しており、当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

[13] Akiyama et al. (2006)

e） 再計算

なし。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

6.12. 有機質土壌排水等に伴う CH_4 及び N_2O 排出（4.(II)）

a） カテゴリーの説明

カテゴリー4.(II) の「土壌排水・再湛水やその他の有機質・鉱質土壌管理に伴う排出・吸収」について、我が国では有機質・鉱質土壌再湛水による吸収については算定の対象とせず、有機質土壌の排水や耕起等の活動が実際に起こった場合にのみ排出が生じるとし、活動に伴う CH_4 及び N_2O 排出のみを算定対象とした。それぞれの土地利用カテゴリーの算定状況については以下に示すとおりである。森林においては、排水活動は実施されないため「NO」として報告した。農地及び草地のうち牧草地における有機質土壌の耕起に伴う N_2O 排出、及び水田における稲作からの CH_4 排出は農業分野で報告している。その他の農地及び草地における当カテゴリーからの CH_4 排出の算定については、樹園地や荒廃農地では排水等は実施されないことから「NO」とし、普通畑のみを算定対象とした。草地においては、牧草地以外の草地（採草放牧地、原野）では営農活動を行っていないため、牧草地のみ当カテゴリーからの CH_4 排出の算定対象とした。湿地においては、泥炭地については、6.7.1. a）節で説明をしたとおり、微少排出源と考えられる事から「NE」、湛水地、その他の湿地については、我が国では 2006 年 IPCC ガイドライン及び湿地ガイドラインで方法論が提示されている当該算定方法を適用していないため、「NA」として報告した。沿岸湿地区分に存在する当該排出・吸収についても、同様に「NA」として報告した。また、開発地においては、有機質土壌地が開発地に転用された場合、転用後の排水等の活動に伴う CH_4 及び N_2O 排出について算定を行った。CRF Table において「開発地」のサブカテゴリーが用意されていないため、「H.その他」に報告欄を設けて報告した。2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 40.9 kt-CO_2 換算であり、1990 年度比 31.9%の減少、前年度比 0.7%の減少となっている。

表 6-66　有機質土壌排水に伴う CH_4 及び N_2O の排出量

カテゴリー		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合計		kt-CO_2換算	60.2	51.9	47.9	45.5	43.9	42.0	41.4	41.3	41.1	40.0	39.9	40.2	40.4	40.6	40.9
CH_4	合計	kt-CH_4	2.29	1.99	1.84	1.76	1.70	1.63	1.61	1.60	1.59	1.55	1.55	1.56	1.56	1.57	1.58
		kt-CO_2換算	57.2	49.7	46.0	43.9	42.4	40.7	40.1	40.1	39.8	38.7	38.6	38.9	39.1	39.3	39.6
	森林	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	農地	kt-CH_4	0.97	0.97	0.99	0.99	0.98	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	草地	kt-CH_4	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.11	0.10	0.11	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	湿地	kt-CH_4	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA
	泥炭地	kt-CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	湛水地	kt-CH_4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	その他の湿地	kt-CH_4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	その他（開発地への転用時の有機質土壌）	kt-CH_4	1.23	0.93	0.76	0.68	0.63	0.56	0.55	0.54	0.53	0.53	0.53	0.54	0.55	0.55	0.57
N_2O	合計	kt-N_2O	0.010	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005
		kt-CO_2換算	2.94	2.22	1.82	1.62	1.52	1.33	1.31	1.28	1.26	1.26	1.26	1.28	1.30	1.32	1.36
	森林	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	湿地	kt-N_2O	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA
	泥炭地	kt-N_2O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	湛水地	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	その他の湿地	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	その他（開発地への転用時の有機質土壌）	kt-N_2O	0.010	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005

b）方法論

■　算定方法

農地、草地及び転用された開発地について、有機質土壌の排水に伴う CH_4 排出量は湿地ガイドライン 2.2.2.1 節に記述されている Tier 1 法（式 2.6）を用いて算出した。

$$CH_{4_{os}} = A_{os} \times \left[(1 - Frac_{ditch}) \times EF_{CH4_land} + Frac_{ditch} \times EF_{CH4_ditch}\right]$$

CH_{4os}　：有機質土壌の排水に伴う CH_4 の排出量［kg-CH_4］
A_{os}　：有機質土壌面積［ha］
EF_{CH4_land}　：地表からの CH_4 排出係数［kg-CH_4/ha］
EF_{CH4_ditch}　：排水路からの CH_4 排出係数［kg-CH_4/ha］
$Frac_{ditch}$　：排水対象地のうち排水路が占める割合

開発地に転用された有機質土壌地からの N_2O 排出量は、湿地ガイドライン 2.2.2.2 節に記述されている Tier 2 法（式 2.7）を用いて算出した。

$$N_2O\text{-}N_{os} = A_{os} \times EF_{os}$$

$N_2O\text{-}N_{os}$　：有機質土壌の排水に伴う N_2O-N の排出量［kg-N_2O-N/yr］
A_{os}　：開発地に転用された有機質土壌地面積［ha］
EF_{os}　：有機質土壌の排水に伴う N_2O 排出係数［kg-N_2O-N/ha/yr］

■　各種パラメータ

農地、草地及び他の土地から転用された開発地について、CH_4 排出の排出係数、排水路からの CH_4 排出係数及び排水対象地のうち排水路が占める割合は、湿地ガイドライン Table 2.3、Table 2.4 に提示されている Tier 1 のデフォルト排出係数を適用した。他の土地から転用された開発地の N_2O の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドライン及び湿地ガイドラインでは開発地のデフォルト係数が提示されていないため、我が国は主に開発地への転用が水田地域で生ずるという状況を踏まえ、我が国の独自の水田における排出係数を適用した。

表 6-67　地表からの CH_4 及び N_2O 排出に関する排出係数

土地利用	排出係数	単位	適用した値
農地／転用された開発地	0	$kgCH_4/ha/yr$	Cropland, drained, Boreal and Temperate（湿地ガイドライン Table 2.3）
牧草地	16	$kgCH_4/ha/yr$	Grassland, deep-drained, nutrient-rich, Temperate（湿地ガイドライン Table 2.3）
転用された開発地	0.297	kgN_2O-N/ha/yr	国独自の排出係数（北海道水田での実測値）

表 6-68　排水路からの CH_4 排出に関する排出係数

土地利用	排出係数	単位	排水路の割合	適用した値
農地／牧草地／転用された開発地	1165	$kgCH_4/ha/yr$	0.05	Boreal/Temperate, Deep-drained Grassland, Cropland（湿地ガイドライン Table 2.4）

■　**活動量**

普通畑、牧草地、転用された開発地における有機質土壌面積の把握方法は 6.5.1.節、6.6.1.節を参照のこと。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　**不確実性評価**

湿地ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。その結果、有機質土壌の排水に伴う非 CO_2 排出量の不確実性は 65%と評価された。

■　**時系列の一貫性**

パラメータは、一定値を使用しており、活動量は、同一の統計から算出しており、当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

有機質土壌面積が再計算されたことから、有機質土壌からの当該カテゴリーからの CH_4 及び N_2O 排出量は全年にわたり再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

6.13. 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出（4.(III)）

a）カテゴリーの説明

カテゴリー4.(III) の「鉱質土壌の土地利用変化・管理による土壌有機物の損失／増加に伴う窒素無機化／窒素固定による直接 N_2O 排出」については、我が国では 2006 年 IPCC ガイドラインの記述に従い、土壌有機物の増加が生じている場合の窒素固定は算定対象とせず、土壌有機物が損失した場合の窒素の無機化に伴う排出のみを算定対象とした。

森林においては、他の土地利用から転用された森林では土壌有機物が増加するため、転用のない森林における通常の森林管理による土壌有機物の損失に伴い無機化された窒素からの N_2O 排出を算定の対象とした。農地においては、転用のない農地については農業分野にて算定を行っているため、本カテゴリーでは他の土地から転用された農地からの当該排出のみを算定の対象とした。草地においては、土壌有機物の変化が起こるのは 3 つのサブカテゴリーのうち牧草地のみであるため、牧草地のみを算定対象とした。また、土壌有機物の変化は土地利用変化によるものと管理によるものを区別していないことから、転用のない草地で一括して報告した。転用のない湿地、転用のない開発地、転用のないその他の土地については、土壌炭素ストックの減少が生じていないため「NA」で報告した。他の土地利用から転用された湿地については、方法論が存在しないため「NE」として報告した。また、他の土地利用から転用された開発地、他の土地利用から転用されたその他の土地においては、土地利用変化に伴い土壌有機物が消失するため、他の土地利用から転用されたその他の土地を算定の対象とした。2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 266.5 kt-CO_2 換算であり、1990 年度比 59.0%の減少、前年度比 0.3%の減少となっている。

表 6-69　無機化された窒素からの N_2O の直接排出量

カテゴリー		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合計		kt-N_2O	2.18	1.89	1.74	1.53	1.24	1.11	1.05	1.01	0.97	0.94	0.91	0.91	0.90	0.90	0.89
		kt-CO_2換算	649.3	563.4	519.9	456.4	369.3	329.6	313.7	301.4	290.5	280.7	272.5	270.1	268.2	267.3	266.5
森林		kt-N_2O	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20
	転用のない森林	kt-N_2O	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20
	他の土地から転用された森林	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
農地		kt-N_2O	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
	他の土地から転用された農地	kt-N_2O	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
草地		kt-N_2O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	転用のない草地	kt-N_2O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	他の土地から転用された草地	kt-N_2O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
湿地		kt-N_2O	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA
	転用のない湿地	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	他の土地から転用された湿地	kt-N_2O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
開発地		kt-N_2O	1.66	1.41	1.31	1.15	0.91	0.79	0.74	0.71	0.68	0.65	0.62	0.61	0.60	0.60	0.60
	転用のない開発地	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	他の土地から転用された開発地	kt-N_2O	1.66	1.41	1.31	1.15	0.91	0.79	0.74	0.71	0.68	0.65	0.62	0.61	0.60	0.60	0.60
その他の土地		kt-N_2O	0.27	0.25	0.22	0.18	0.13	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
	転用のないその他の土地	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	他の土地から転用されたその他の土地	kt-N_2O	0.27	0.25	0.22	0.18	0.13	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 11.2.1 節に記載されている式 11.1 及び式 11.8 を用いて算定した。

$$N_2O\text{-}N_{direct_N_{Minerarl_i}} = F_{SOM_i} \times EF_i$$ （2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、式 11.1）

$$F_{SOM_i} = \sum_k \left(\Delta C_{Mineral_{i,k}} \times \frac{1}{R_{i,k}} \right)$$ （2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、式 11.8）

$$\Delta C_{Mineral_{i,k}} = \sum_j \left(c_{ms-loss_{i,j,k}} \times A_{i,j,k} \right)$$

$N_2O\text{-}N_{direct\text{-}N_{Mineral}}$: 鉱質土壌の有機物の損失に伴う無機化された窒素からの N_2O 直接排出量［kg-N_2O-N］

F_{SOM} : 鉱質土壌の有機物の損失に伴う無機化された窒素の年間放出量［kg-N］

EF : 無機化された窒素量当たり N_2O 排出量［kg-N_2O-N/kg-N］

$\Delta C_{Mineral}$: 鉱質土壌の有機物の損失に伴う土壌炭素の損失量［kg-C］

R : 土壌有機物の C:N 比

$c_{ms\text{-}loss}$: 鉱質土壌の有機物の損失に伴う単位面積当たりの土壌炭素損失量［kg-C/ha］

A	: 土壌有機物の損失に伴い土壌炭素を損失した鉱質土壌面積［ha］
i	: 土地利用・地目タイプ（転用のない森林、農地（水田、普通畑、樹園地（果樹園、茶園））、草地（牧草地）、他の土地利用から転用したその他の土地）
j	: 地域（北海道、東北、関東、北陸、東海・近畿、中国・四国、九州・沖縄）
k	: 土壌タイプ（Yagasaki and Shirato (2014) の分類に基づく土壌タイプ）※農地・草地のみで考慮されている

農地、草地については、上式を以下のようにまとめ、単位面積当たりの N_2O 排出係数（$EF_{N2O\text{-}Ni,j}$）［kg-N_2O-N］として設定した。

$$N_2O\text{-}N_{direct_N_{Minerarl_{i,j}}} = c_{ms-loss_{i,j,k}} \times A_{i,j,k} \times \frac{1}{R_{i,k}} \times EF_i$$

$$= \left\{ EF_i \times \sum_k \left(c_{ms-loss_{i,j,k}} \times \frac{1}{R_{i,k}} \right) \right\} \times \sum_k \left(A_{i,j,k} \right)$$

$$= EF_{N2O_N_{i,j}} \times A_{i,j}$$

■　各種パラメータ

○　転用のない森林、他の土地利用から転用された開発地、他の土地利用から転用されたその他の土地に使用したパラメータ

【転用のない森林における鉱質土壌の有機物の損失に伴う土壌炭素の損失量（$\Delta C_{Mineral}$）】

6.5.1. b)2 節で示した CENTURY-jfos モデルによって得られた単位面積当たりの土壌炭素蓄積変化量のうち土壌炭素の減少が生じた箇所を抽出し、当該箇所の面積を乗じて算出した。

【他の土地利用から転用された開発地、他の土地利用から転用されたその他の土地における鉱質土壌の有機物の損失に伴う土壌炭素の損失量（$\Delta C_{Mineral}$）】

他の土地利用から転用された開発地、他の土地利用から転用されたその他の土地における鉱質土壌の有機物の損失に伴う土壌炭素の損失量は、6.8.2b)3 節、6.9.2b)3 節で得られた土地利用変化により生じた鉱質土壌炭素蓄積減少量を使用した。

【無機化された窒素量あたり N_2O の排出量（EF_i）】

2019 年改良 IPCC ガイドラインに記載されているデフォルト値［0.006 kg- N_2O-N/kg-N］を使用した。

【土壌中の C:N 比（R_i）】

森林の C:N 比は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値、他の土地利用については Matsui et al.（2021）の土壌調査から得られた数値（表 6-70）を適用した。

表 6-70　土地利用別の土壌中 C:N 比

土地利用	C:N 比 （kg-C/kg-N）	引用文献
森林	15.0	2006 年 IPCC ガイドライン、Vol.4, chp.11, p11-16
農地･草地全体	12.0	Matsui et al.（2021）の取りまとめに利用された 2015-2018 年の定点調査を基にした土壌群データから、対象地目の有機質土を除いた総炭素量と総窒素量から設定。
水田	11.5	
普通畑	12.3	
樹園地	11.6	
牧草地	13.1	

○　農地（他の土地利用から転用された農地）、草地に使用したパラメータ

以下のパラメータは Shirato et al. (2021) により設定されたものである。設定の概要については以下のとおりである。なお、農業分野で使用したパラメータと同様のものを使用している。第 5 章 5.5.1.5.b）節を参照のこと。

【鉱質土壌の有機物の損失に伴う単位面積当たりの土壌炭素損失量（$c_{ms\text{-}loss\ i,j,k}$）】

6.5.1.b)3) で示した Roth C モデルを用いて、過去の年度については長期間通常の土壌炭素量の変化を計算した後、直近年 1 年分のみ土壌への有機物投入量をゼロとして計算を行い、投入された有機物由来ではない土壌炭素の単位面積当たりの分解量を計算した。計算は年次変動を考慮して 2014 年度～2018 年度の 5 年分に対して行い、地目、地域、土壌タイプごとに 5 年間の平均値を算出し、時系列全てにおいて固定で用いた。

【土壌中の C:N 比（$R_{i,k}$）】

2015～2018 年に農用地の地目ごと土壌タイプ別に実施された現地調査によって得られた 0~30 ㎝深のデータを用いた。土壌タイプを 3 つの群に整理し、地目別に平均値を算出した結果をに示した。

表 6-71　農地・草地各地目土壌タイプ群別の C:N 比

土壌タイプ群	水田	普通畑	樹園地	牧草地
低地土	10.9	11.4	11.0	11.6
黒ボク土	13.5	12.8	13.0	13.9
その他の土壌タイプ	10.8	10.3	10.5	11.4

【単位面積当たりの N_2O の排出係量数（$EF_{N2O_Ni,j}$）】

土地利用・地目 i、地域 j における単位面積当たりの N_2O の排出量（$EF_{N2O\text{-}Ni,j}$）は次式で示される Mu et al. (2009) の N_2O 統計モデルを用いて算出された。

$$EF_{N2O_N_{i,j}} = 0.0801 \times e^{0.00722 \times c_{ms-loss_{i,j,k}} \times \frac{1}{R_{i,k}}}$$

ただし、前述の統計モデルでは水田のデータが考慮されていないため、水田については 2019 年改良 IPCC ガイドライン 11.2.1.2 の Table11 に記載されている水田の無機化された窒素当たりの N_2O のデフォルト排出係数（$EF_{1FR}=0.004$）を用いて算出した。

Shirato et.al. (2021) で実施された算出結果については表 6-72 のとおり。

表 6-72　農地・草地地目別、地域別、単位面積当たりの N_2O の排出係数（$EF_{N2O\text{-}Ni,j}$）

地域	水田	普通畑	樹園地		牧草地
			果樹園	茶園	
北海道	0.244	0.210	0.246	－	0.206
東北	0.269	0.189	0.197	－	0.187
関東	0.291	0.166	0.181	0.178	0.178
北陸	0.265	0.167	0.192	0.177	0.199
東海・近畿	0.284	0.172	0.194	0.179	0.195
中国・四国	0.307	0.200	0.190	0.199	0.191
九州・沖縄	0.310	0.197	0.181	0.178	0.173

■　活動量

○　農地・草地の土壌有機物の損失に伴い土壌炭素を損失した鉱質土壌面積（A）

農地・草地においては土地利用変化や通常の農業活動による土壌攪乱により鉱質土壌中

の有機物が酸化し炭素が失われるため、農地及び草地（牧草地）の鉱質土壌面積を本活動量とした。牧草地においては、更新が実施された箇所が実際に土壌攪乱を伴う活動がある場所と考えられるため、鉱質土壌面積に 6.7.1b) 節で使用した更新率を乗じた値を活動量面積とした。

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

森林、開発地、その他の土地における土壌炭素排出・吸収量の不確実性については、土壌炭素ストック変化、C:N 比の不確実性を合成して活動量の不確実性を設定した。排出係数の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を利用した。他の土地利用から転用された農地及び草地における土壌炭素排出・吸収量の不確実性は、農業分野の当該排出の不確実性の評価同様、排出係数の不確実性は Shirato et al.（2021）に示されている標準偏差からもとめた不確実性、及び活動量の不確実性には「耕地及び作付面積統計」で示された標準誤差を使用して求めた。その結果、土壌有機質の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出量の不確実性は-54%～+145%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は一定値を使用しており、活動量は一貫した統計から算定しているため、当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e） 再計算

他の土地利用から転用された開発地の無機化を算定したこと、土壌中の C:N 比、無機化された窒素量あたり N_2O の排出量を更新したこと、鉱質土壌面積の更新を行ったことから、全年にわたり土壌有機物の無機化に伴う排出量が全年にわたり再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

6.14. 土壌からの N_2O 間接排出 (4.(IV))

a） カテゴリーの説明

本カテゴリーでは土壌からの N_2O 間接排出量を取り扱う。土壌からの N_2O 間接排出については、NH_3 や NO_X として揮散した窒素化合物による大気沈降に伴う N_2O 排出、及び窒素が硝酸として溶脱・流出したものから微生物の作用による N_2O 排出を含む。我が国では、森林土壌への化学肥料施肥に伴う間接排出（大気沈降・溶脱・流出）と、土壌有機物の無機化に伴う間接排出（溶脱・流出）を算定対象とする。

2021 年度における当該カテゴリーからの N_2O 排出量は 119.3 kt-CO_2 換算であり、1990 年度比 58.9 %の減少、前年度比 0.1%の減少となっている。

表 6-73　土壌からの N_2O 間接排出量

カテゴリー		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N_2O合計		kt-N_2O	0.97	0.84	0.77	0.68	0.55	0.49	0.47	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40
		kt-CO_2換算	290.3	250.3	229.9	201.7	163.4	146.1	139.3	133.9	129.1	124.8	121.4	120.5	119.8	119.5	119.3
	大気沈降	kt-N_2O	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
	溶脱・流出	kt-N_2O	0.97	0.84	0.77	0.68	0.55	0.49	0.47	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40

b）方法論

1）大気沈降に伴う N_2O 排出量

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドライン（vol.4 11.2.2.1 節）に示される Tier 1 法を用いて算定した。算定式は以下のとおりである。

$$N_2O\text{-}N_{ATD} = (F_{SN} \times Frac_{GASF}) \times EF_4$$

$N_2O\text{-}N_{ATD}$　：大気沈降による N_2O 排出量［kg N_2O-N］
F_{SN}　：森林土壌へ施用される化学肥料に含まれる窒素量［kg-N］
$Frac_{GASF}$　：化学窒素肥料から NH_3 や NO_X として揮発する割合［kg-NH_3-N + NO_X-N/kg-N］
EF_4　：大気沈降による N_2O 排出係数［kg-N_2O-N/kg-NH_3-N+NO_X-N］

■　各種パラメータ

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いた。

○　化学肥料から NH_3 や NOx として揮発する割合

0.11［kg NH3-N +NOx-N/kg N applied］（Vol.4 Table 11.3、aggregated）

○　大気沈降による間接 N_2O 排出係数

0.014［kg N_2O-N/kg NH_3-N +NOx-N volatilised］（Vol.4、Table 11.3、disaggregated、wet climate）

■　活動量

森林への化学窒素肥料施用量（6.11. 節を参照のこと）。

2）溶脱・流出に伴う N_2O 排出

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドライン（Vol.4、11.2.2.1 節）に示される Tier 1 の算定方法を用いて算定した。

$$N_2O\text{-}N_{leach} = (F_{SN}+F_{SOM}) \times Frac_{LEACH-H} \times EF_5$$

$N_2O\text{-}N_{leach}$　：窒素溶脱・流出に伴う N_2O 排出量［kg N_2O-N］
F_{SN}　：森林土壌へ施用される化学肥料に含まれる窒素量［kg-N］
F_{SOM}　：土壌の有機物無機化による年間窒素放出量［kg-N］
$Frac_{LEACH-H}$　：施用される窒素のうち溶脱・流出する割合［kg-N/kg-N］
EF_5　：溶脱・流出に伴う N_2O の排出係数［kg-N_2O-N］

■　各種パラメータ

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いた。

○　窒素のうち溶脱・流出する割合

0.24［kg N/kg N］（Vol.4 Table 11.3、aggregated）

○　溶脱・流出の N_2O 間接排出係数

0.011［kg N_2O–N /(kg N leaching/runoff)］（Vol.4 Table 11.3、aggregated）

■　活動量

窒素施用量については、6.11. 節を参照のこと。土壌有機質の無機化に伴う窒素の損失量については、6.12. 節を参照のこと。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

窒素施肥に伴う N_2O 間接排出量の算定に用いられる排出係数の不確実性（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4、page 11.24）及び窒素施肥活動量の不確実性に基づき評価を行った。土壌有機質の無機化に伴う N_2O 間接排出量の不確実性は、土壌有機質の無機化に伴う N_2O 直接排出量の不確実性と同様な値 288%を利用した。その結果、土壌からの N_2O 間接排出量の不確実性は－92%～＋276%と評価された。

■　時系列の一貫性

排出係数は一定値を使用しており、活動量は一貫した統計から算定しているため、当該カテゴリーの時系列の一貫性は確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

■　土壌の有機物無機化による N_2O 放出量の算定方法の改訂に伴う変更

6.13. 節で示したとおり、土壌有機物の無機化による窒素放出量の算定方法を改訂したことに伴い、排出量が全年にわたり再計算された。

■　土地面積算定の修正に伴う再計算

鉱質土壌面積の再計算に伴い、土地利用変化・管理変化に伴う無機化された窒素からの間接 N_2O 排出が全年にわたり再計算された（6.13. 節参照）。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

6.15. バイオマスの燃焼（4.(V)）

a）カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、バイオマスの燃焼に伴い排出される CH_4、CO、N_2O、NOx の排出量を取り扱う。CO、NOx の排出については、別添３を参照。

転用のない森林及び他の土地利用から転用された森林における野火に起因する排出量につ

いては、森林火災の統計データが両方のカテゴリーで生じた野火を含むため、転用のない森林の野火において一括して報告する。また、我が国においては、森林における計画的な焼却活動及び森林以外の土地利用区分から森林への転用に伴う計画的な焼却活動は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」及び「消防法」によって厳しく制限されているため実施されない。そのため、計画的な焼却活動からの排出量は生じず「NO」として報告する。

農地における計画的な焼却活動からの CH_4、N_2O 排出については、果樹剪定枝等の木本性バイオマスの焼却に伴う排出を算定する。我が国の農地は集約的な管理を特徴としており、この管理形態の下での農地において野火が起こることはほぼ皆無と考えられるため、農地における野火に伴う CH_4、N_2O、排出については「NO」として報告する。また、草地の野焼きに伴う CH_4、N_2O 排出について算定する。草地の野火に伴う排出について農地と同様な理由で「NO」として報告する。

森林及び農地、草地以外における野火に伴う CH_4、N_2O 排出については、当該野火に関する情報が十分把握されていないため「NE」として報告する。このうち、湿地における火災については、重要でない「NE」に該当する。なお、CO_2 排出については既に炭素ストック変化算定において計上済みのため、本区分には含めていない。

2021 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 56.0 kt-CO_2 換算であり、1990 年度比 19.3%の減少、前年度比 14.3%の増加となっている。これらのトレンド変動は、長期的には主に果樹残さ焼却量の減少を反映しているが、短期的には森林における野火の発生量が一定していないことが影響している。

表 6-74　バイオマスの燃焼に伴う CH_4 及び N_2O の排出量

カテゴリー		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合計		kt-CO_2換算	69.4	66.8	63.0	62.9	54.9	51.0	53.0	73.1	54.7	49.2	72.6	49.5	52.1	49.0	56.0
CH_4 合計		kt-CH_4	1.9	1.8	1.7	1.7	1.4	1.3	1.3	2.1	1.4	1.2	2.1	1.2	1.3	1.2	1.5
		kt-CO_2換算	47.2	45.3	42.2	42.4	35.3	31.8	33.7	52.3	35.3	30.3	52.0	30.8	33.1	30.3	36.9
	森林	kt-CH_4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2	0.9	0.2	0.1	0.9	0.1	0.2	0.1	0.4
	農地	kt-CH_4	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	草地	kt-CH_4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	湿地	kt-CH_4	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
	開発地	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他の土地	kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他	kt-CH_4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
N_2O 合計		kt-N_2O	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
		kt-CO_2換算	22.1	21.5	20.8	20.5	19.6	19.2	19.3	20.8	19.4	18.9	20.6	18.8	18.9	18.6	19.1
	森林	kt-N_2O	0.0028	0.0028	0.0025	0.0030	0.0013	0.0005	0.0011	0.0063	0.0017	0.0004	0.0064	0.0007	0.0014	0.0007	0.0026
	農地	kt-N_2O	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	草地	kt-N_2O	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	湿地	kt-N_2O	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
	開発地	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他の土地	kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	その他	kt-N_2O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

b）方法論

1）森林火災に伴う CH_4 及び N_2O の排出

■　**算定方法**

GPG-LULUCF に示された Tier 1 の算定方法を用いた。

○　**森林**

【CH_4】

$$bbGHG_f = L_{forest\ fires} \times ER$$

【N_2O】

$$bbGHG_f = L_{forest\ fires} \times ER \times NC_{ratio}$$

$bbGHG_f$　：森林におけるバイオマス燃焼に伴う温室効果ガス排出量
$L_{forest\ fires}$　：森林火災に伴う炭素ストック損失量［t-C/yr］
ER　：排出比（CH_4：0.012、N_2O：0.007）
NC_{ratio}　：バイオマス中の窒素炭素比

■　各種パラメータ

○　排出比

バイオマスの燃焼に伴う非 CO_2 ガスの排出比には以下のパラメータを用いた。
CH_4：0.012、N_2O：0.007（GPG-LULUCF Table3A.1.15、デフォルト値）

○　NC 比

バイオマスの燃焼に伴う非 CO_2 ガスの NC 比には、以下のパラメータを用いた。
NC 比：0.01（GPG-LULUCF page 3.50、デフォルト値）

■　活動量

○　森林

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 3 の算定方法を用いて、森林火災による炭素ストック損失量を、国有林と民有林それぞれの火災被害材積に容積密度、バイオマス拡大係数、及び乾物重における炭素含有率を乗じて算定した。

$$L_{forest\ fires} = \Delta C_n + \Delta C_p$$

$L_{forest\ fires}$　：森林火災に伴う炭素ストック損失量［t-C/yr］
ΔC_n　：国有林の火災による炭素ストック損失量［t-C/yr］
ΔC_P　：民有林の火災による炭素ストック損失量［t-C/yr］

被害材積の把握は、国有林については、林野庁「森林・林業統計要覧」に示された火災立木被害材積を用いた。民有林については、齢級別の実損面積及び被害材積（林野庁調べ）に一部推計を加えて、火災被害材積を求めた。すなわち、4 齢級以下の被害材積については、森林資源現況調査及び国家森林資源データベースより推計された 4 齢級以下の単位面積当り蓄積量に、5 齢級以上の民有林における損傷比率（蓄積量に対する被害材積の割合）を乗ずることにより推計した。ここで、損傷比率は齢級に関わらず一定であると仮定した。

$$\Delta C_{n,p} = Vf_{n,p} \times D_{n,p} \times BET_{n,p} \times CF_{n,p}$$

$\Delta C_{n,p}$　：国有林、民有林の火災による炭素ストック損失量［t-C/yr］
$Vf_{n,p}$　：国有林、民有林の火災被害材積［m^3/yr］
$D_{n,p}$　：国有林、民有林の容積密度［t-d.m./m^3］
$BEF_{n,p}$　：国有林、民有林のバイオマス拡大係数
$CF_{n,p}$　：乾物重当たりの炭素含有率［t-C/t-d.m.］

国有林及び民有林における容積密度、バイオマス拡大係数の値は、人工林、天然林の面積比を用いた加重平均により求めた。

表 6-75　国有林、民有林の容積密度とバイオマス拡大係数

種類	容積密度［t-d.m./m³］	バイオマス拡大係数
国有林	0.49	1.61
民有林	0.46	1.61

（出典）林野庁調べより推計

表 6-76　野火による被害材積

カテゴリー			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
国有林における火災被害材積			m³	3,688	1,014	1,599	359	16,091	360	279	5,326	2,472	916	75	112	49	275	498
民有林における火災被害材積			m³	63,602	68,361	60,228	72,575	15,810	12,269	26,620	147,989	38,571	8,151	157,051	16,309	34,245	17,235	62,763
	≧5	実損面積	kha	0.29	0.94	0.48	0.35	0.07	0.10	0.18	0.53	0.22	0.04	0.35	0.09	0.15	0.07	0.30
		被害材積	m³	47,390	58,129	54,487	59,235	12,780	11,566	25,204	137,078	36,693	7,370	153,412	15,148	33,276	15,914	61,583
	≦4	実損面積	kha	0.27	0.51	0.16	0.27	0.06	0.03	0.04	0.18	0.05	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03
		被害材積	m³	16,212	10,232	5,741	13,340	3,030	703	1,416	10,911	1,878	781	3,639	1,161	969	1,321	1,180

（出典）国有林の被害材積は「森林・林業統計要覧」より。民有林の実損面積、被害材積は林野庁提供値。

■　**留意事項**

我が国では、森林火災情報を報告する手続きが国有林と民有林で個別に規定されているため、国有林と民有林で別々にバイオマスの燃焼に伴う排出量を算定している。しかしながら、我が国の森林火災は国有林及び民有林の両データセットにより把握されており、算定された排出量に適切に反映されている。

2）　果樹剪定枝の焼却に伴う CH_4 及び N_2O の排出

■　**算定方法**

果樹剪定枝の焼却に伴う CH_4 及び N_2O の排出は 2006 年 IPCC ガイドラインに示される式（Vol.4 page 2.42 式 2.27）を適用して計算を行った。算定式は以下のとおりである。

$$L_{fire} = W_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-6}$$

L_{fire}　: 焼却に伴う炭素ストック損失量［kt- GHG］
W_B　: 焼却量［t-d.m.］
C_f　: 燃焼率
G_{ef}　: 排出係数［t/kt-d.m.］

■　**各種パラメータ**

燃焼率については我が国の農業分野の農作物残さの野焼きで一般的に利用されている値（0.90）を利用することとする。排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数のうち「Agricultural residue」の値を適用することとする。

表 6-77　焼却に伴うデフォルト排出係数（t/kt-d.m.）

区分	CH_4	N_2O
Agricultural residue	2.7	0.07

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 chp.2 Table 2.5

■　**活動量（焼却量）**

4.B の炭素ストック変化の算定に用いているのと同じ果樹別の栽培面積に、単位面積あたり乾物残さ発生量（400kg/10a：科学技術庁資源調査所、1982）及び果樹園の茎葉処理における残さ焼却率（25％：土壌モニタリング調査結果、2008）を乗じて、果樹剪定枝（残さ）の焼却量を算定した。

$$W_B = \sum_i (A_i \times E \times 10) \times R$$

W_B　：果樹剪定枝（残さ）の焼却量［kg-d.m.］
A　：栽培面積［ha］
E　：面積あたり乾物残さ発生量［kg-d.m./10a］
R　：果樹残さ焼却率
i　：果樹種類

3） 草地の燃焼に伴う CH_4 及び N_2O の排出

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1、Tier 2 に適用されるバイオマス燃焼の算定式（Vol.4 page 2.42 式 2.27）に従い、草地の燃焼に伴う排出量の算出を行った。算定式は以下のとおりである。

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-6}$$

L_{fire}　：焼却に伴う炭素ストック損失量［kt- GHG］
A　：燃焼面積［ha］
M_B　：単位面積あたり焼却量［t-d.m./ha］
C_f　：燃焼率
G_{ef}　：排出係数［t/kt-d.m.］

■ 各種パラメータ

燃焼率については我が国における調査データも鑑み、専門家判断により 90%を利用した。排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト排出係数のうち「Savanna and grassland」のデフォルト値を適用した。

表 6-78　焼却に伴うデフォルト排出係数（t/kt-d.m.）

区分	CH_4	N_2O
Savanna and grassland	2.3	0.21

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 chp.2 Table 2.5

■ 活動量（焼却量）

草地の燃焼面積（野焼きの実施面積）に、単位面積あたりの平均焼却量を乗じて、活動量として草地の焼却量を算定した。草地の燃焼面積については網羅的な統計情報がとられておらず、公式データが存在していない。ただし、我が国の GHG 排出に影響するような大規模な野焼きが実施されている場所は限られており、阿蘇、東富士演習場、北富士演習場、渡良瀬遊水地、秋吉台の 5 か所（実施予定面積が 1,000ha を超える場所を抽出）の野焼き実施予定面積の合計を用い全年次一律で燃焼面積（24,400ha）を設定した。また、単位面積あたりの平均燃焼量について我が国における調査データも鑑み、専門家判断により 10t-d.m./ha を利用した。

4） 湿地におけるバイオマス焼却に伴う CH_4 及び N_2O の排出

我が国の湿地では、河川敷における野焼き活動や野火が生じている。

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1 の方法論を用いて、河川敷におけるバイオマス燃焼からの排出量の試算を行った。CH_4 と N_2O の排出係数は 2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 Table 2.5 の All savanna and grassland の値を用い、‘MB・Cf ’については、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 Table 2.4 の All savanna grasslands (mid/late dry season burns)の 10.0t-d.m./ha パラメータを用いた（この場合、CO_2 換算の面積当たり排出係数は 1.2 t-CO_2eq./ha となる）。

統計情報から把握できる火災の発生件数のうち、河川敷火災を含む「その他の火災」という区分については、毎年 5,500～8,000 件の火災発生している。この火災をすべて河川敷での火災と仮定して、我が国の算定方法検討会で設定した LULUCF 分野の「significant」の基準に到達するまでの GHG 排出となる場合は、1 件当たりの焼損面積が 11ha 必要となる。

我が国の林野火災の年次発生面積が多い年で数百 ha であること、また 10ha を超える火災は我が国の状況ではかなりの大火に匹敵する規模であることを踏まえ、試算に適用したパラメータの不確実性を踏まえても NE 基準に該当すると判断し、重要でない「NE」として報告した。なお、河川敷火災の個別データが入手できる荒川下流部の火災発生状況の焼損面積の事例を踏まえて年間排出量を推計すると約 300 t-CO_2 程度であり、この値を NE 基準適用区分の積算に用いた。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性評価

森林火災に関する各種パラメータ及び活動量の不確実性については、現地調査データ、専門家判断、又は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った。果樹園剪定枝の焼却に関するパラメータ及び活動量の不確実性について、農業分野の農作物残さ焼却の不確実性（CH_4：296%、N_2O：300%）で代用した。草地の野焼きに関するパラメータ及び活動量の不確実性について、実測データ、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき評価を行った（CH_4：56%、N_2O：63%）。その結果、バイオマスの燃焼に伴う排出量の不確実性は CH_4 で 71%、N_2O で 46%と評価された。

■　時系列の一貫性

転用のない森林におけるバイオマス燃焼の時系列の一貫性は、同じデータ源（「森林・林業統計要覧」及び林野庁提供データ）並びに 1990 年度から 2021 年度まで同一の方法論を使用することにより確保されている。果樹剪定枝の焼却及び草地の焼却の時系列の一貫性は、同じデータ源（「耕地及び作付面積統計」）を使用することにより確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

2017 年度以降の面積データの推計方法の修正により、2017 年度以降の果樹剪定枝の焼却に伴う CH_4、N_2O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. IPCC「2006 年 IPCC ガイドラインに対する 2013 年追補：湿地」（2014）
3. IPCC「2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンス」（2014）
4. IPCC「2006 年 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」（2019）
5. FAO「WORLD BAMBOO RESOURCES　A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005」（2007）
6. FAO「Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database」
7. FRA「Global Forest Resources Assessment 2010, Country Reports, Japan」（2010）
8. UNFCCC「改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」（FCCC/SBSTA/2013/10/Add.3）（2014）
9. UNFCCC「土地利用、土地利用変化及び林業における共通報告様式の表について」（FCCC/SBSTA/2013/L.29、FCCC/SBSTA/L.29/Add.1）（2013）
10. 科学技術庁資源調査所「バイオマス資源のエネルギー的総合利用に関する調査」（1982）
11. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第１部」（平成 12 年 9 月）（2000）
12. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第３部」（平成 14 年 8 月）（2002）
13. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第５部」（平成 18 年 8 月）（2006）
14. 経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」
15. 経済産業省「生産動態統計年報　紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計編」
16. 国土交通省「土地利用現況把握調査」
17. 国土交通省「都市公園等整備現況調査」
18. 国土交通省「道路緑化樹木現況調査」
19. 国土交通省「下水道処理場・ポンプ場における吸収源対策に関する実態調査」
20. 国土交通省「都市緑化施策の実績調査」
21. 国土交通省「河川における二酸化炭素吸収源調査」
22. 国土交通省「公的賃貸住宅緑地整備現況調査」
23. 国土交通省公園緑地課「平成 16 年度　地球温暖化防止に資する都市緑地効果把握技術に関する調査」（2005）
24. 国土交通省都市局公園緑地・景観課「平成 25 年度 都市緑化等による温室効果ガス吸収源対策等の次期枠組への対応方針等検討調査」（2014）
25. 国土交通省都市局公園緑地・景観課「平成 26 年度 都市緑化等による温室効果ガス吸収源対策の推進等に関する調査」（2015）
26. 国土交通省国土技術政策総合研究所「国土技術政策総合研究所資料　No.506　わが国の街路樹 VI」（2009）
27. 国土交通省「国土数値情報」
28. 国土交通省「建築着工統計」
29. 国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」
30. 国土庁計画・調整局、国土政策研究グループ「国土プランナー必携」（平成 8 年 11 月）
31. 国土地理院「日本の東西南北端点の緯度経度」（http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/center.htm）
32. 国土地理院「全国都道府県市町村別面積調」（http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO-title.htm）
33. 財務省「貿易統計」
34. 総務省「住宅・土地統計調査」
35. 総務省「固定資産概要調書」

36. 農林水産省「農林業センサス」
37. 農林水産省「耕地及び作付面積統計」
38. 農林水産省「農地の移動と転用」
39. 農林水産省「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」
40. 農林水産省「木材統計調査（木材需給報告書）」
41. 農林水産省「特用林産物生産統計調査」
42. 防衛省「防衛白書」
43. 林野庁「森林・林業統計要覧」
44. 林野庁「森林資源現況調査」
45. 林野庁「国家森林資源データベース」
46. 林野庁「森林・林業白書」
47. 気象庁、*Mesh climatic data of Japan for the 1970-2000*［CD-ROM］, Japan Meteorogical Business Support-Center, Tokyo（2002）
48. （財）日本ダム協会「ダム年鑑」（2004）
49. 自然科学研究機構国立天文台編「理科年表　平成 31 年」p.184-185、p.196-197（2019）
50. 日本繊維板工業会「木質ボード用途別出荷量」
51. 日本製紙連合会「パルプ材集荷実績推移」
52. 農業環境技術研究所「日本の水田と黒ボク土畑に適合する改良 Roth C モデル」研究成果情報 27、p. 56-57（2011）
53. 農業環境技術研究所「リン酸吸収係数を用いた汎用的な黒ボク土用改良 Roth C（Roth C-26.3_vPAC）」研究成果情報 28、p. 18-19（2012）
54. Coleman, K. & Jenkinson, D. S. *"Roth C-26.3 - A model for the turnover of carbon in soil. In Evaluation of Soil Organic Matter Models: Using Existing Long-Term Datasets"*, Ed. D. S. Powlson, P. Smith and J. U. Smith, p. 237-246, Springer, Berlin, (1996)
55. 清野豁「アメダスデータのメッシュ化について」農業気象、48(4)、p. 379-383（1993）
56. Mu, Z., Huang, A., Kimura, D. S., Jin, T., Wei, S. and Hatano, R., *Linking N_2O emission to soil mineral N as estimated by CO_2 emission and soil C/N ratio*, Soil Biology & Biochemistry, 41, p.2593-2597（2009）
57. 白戸康人「日本およびタイの農耕地における土壌有機物動態モデルの検証と改良」農業環境技術研究所報告 24 号、p.23-94（2006）
58. Shirato, Y., Kishimoto-Mo, W. A. and Takata, Y., "A modeling approach to estimating N_2O emission derived from loss of soil organic matter for the Japanese greenhouse gas inventory" Soil Science and Plant Nutrition, 67(3), p.347-352, (2021)
59. Shirato, Y. & Taniyama, I., *"Testing the suitability of the Rothamsted Carbon model for long-term experiments on Japanese non-volcanic upland soils"*, Soil Science and Plant Nutrition, 49(6). p.921-925, (2003)
60. Shirato, Y., Hakamata, T. & Taniyama, I., *"Modified rothamsted carbon model for andosols and its validation: changing humus decomposition rate constant with pyrophosphate-extractable Al"*, Soil Science and Plant Nutrition, 50(1). p.149-158, (2004)
61. Shirato, Y. & Yokozawa, M., *"Applying the Rothamsted Carbon Model for Long-Term Experiments on Japanese Pddy Soils and Modifying It by Simple Tuning of the Decomposition Rate"*, Soil Science and Plant Nutrition, 51(3). p.405-415, (2005)
62. Shirato, Y., Yagasaki, Y. & Nishida, M., *"Using different versions of the Rothamsted Carbon Model to simulate soil carbon in long-term experimental plots subjected to paddy-upland rotation in Japan"*, Soil Science and Plant Nutrition, 57, p.597-606, (2011)

63. Takata, Y., Ito, T., Ohkura, T., Obara, H., Kohyama, K. & Shirato, Y., *"Phosphate adsorption coefficient can improve the validity of Roth C model for Andosols"*, Soil Science and Plant Nutrition, 57, p.421-428, (2011)
64. Tonosaki, K., Murayama, K., Imai, K. & Nagino, Y., *"Estimation of Soil Carbon Accumulation Rate in Urban Parks"*, Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology, Vol. 38 (3), p.373-380, (2013)
65. 外崎公知、今井一隆、手代木純、木田仁廣、石塚成宏「森林および農地から開発地への土地利用変化に伴う土壌炭素蓄積 変化に関する研究」日本緑化工学会誌 48(2), 374-385（2022）
66. 中井信「土壌管理による土壌への炭素蓄積」（財）農業技術協会「平成 12 年度温室効果ガス排出削減定量化法調査」
67. 半田真理子、外崎公知、今井一隆、後藤伸一「植生回復地における土壌及びリターに関する炭素固定量の把握に向けた研究について」都市緑化技術 69、p.18-22（2008）
68. 波多野隆介「草地飼料畑の管理実態調査事業」「平成 28 年度日本中央競馬会畜産振興事業報告書」（2017）
69. Metherell, A.K., Harding, L.A., Cole, C.V. and Parton, W.J., "CENTURY Soil Organic Matter Model Environment", Colorado State University: Fort Collins, Colorado, USA, (1993)
70. Morisada, K., Ono, K. & Kanomata, H., "*Organic carbon stock in forest soil in Japan"*, Geoderma, 119, p.21-32 (2004 a)
71. Morisada, K., "*The organic carbon stock of topsoil and its geographical distribution in Japan*", Journal of Environmental Information Science, 32 (5), p.25-32, (2004 b)
72. 松江正彦、長濱庸介、飯塚康雄、村田みゆき、藤原宣夫「日本における都市樹木の CO_2 固定量算定式」日本緑化工学会誌 35（2）、p. 318-324（2009）
73. Yagasaki, Y. & Shirato, Y., *"Assessment on the rates and potentials of soil organic carbon sequestration in agricultural lands in Japan using a process-based model and spatially explicit land-use change inventories –Part 1: Historical trend and validation based on nation-wide soil monitoring"*, Biogeosciences, 11, 4429-4442, doi:10.5194/bg-11-4429-2014, (2014)
74. Nagumo, T., Ando, M. & Mori C., *Bamboo biochar characterized by nutrient composition as soil amendment,* Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition, 85(1), 37-42, (2014).
75. 沖縄県「マングローブ林の変遷」
76. 中須賀常雄、大山保表、春木雅寛「マングローブに関する研究　I. 日本におけるマングローブの分布」日本生態学会誌 24(4), (1974)
77. 国際マングローブ生態系協会「沿岸生態系と海面上昇モニタリングを目的とした沖縄県内のマングローブ分布状況調査」（2003）
78. マングローバル「鹿児島＆沖縄マングローブ探検」
79. 増野高司、中須賀常雄、岸本司「マングローブと河川管理－ 石川川（うるま市）の事例－」（2012）
80. 内閣府沖縄総合事務所「比屋根湿地のマングローブ調査」
81. Ugawa, S., Takahashi, M., Morisada, K., Takeuchi, M., Matsuura, Y., Yoshinaga, S., Araki, M., Tanaka, N., Ikeda, S., Miura, S., Ishizuka, S., Kobayashi, M., Inagaki, M., Imaya, A., Nanko, K., Hashimoto, S., Aizawa, S., Hirai, K., Okamoto, T., Mizoguchi, T., Torii, A., Sakai, H., Ohnuki, Y. & Kaneko, S., "*Carbon stocks of dead wood, litter, and soil in the forest sector of Japan : general description of the National Forest Soil Carbon Inventory*", Bulletin of FFPRI Vol.11 No.4 (No.425) 207 – 221, December,

(2012)

82. Yamashita, N., Ishizuka, S.,Hashimoto, S., Ugawa, S., Nanko, K., Osone, Y., Iwahashi, J., Sakai, Y., Inatomi, M., Kawanishi, A., Morisada, K., Tanaka, N., Aizawa, S., Imaya, A., Takahashi, M., Kaneko, S., Miura, S., & Hirai, K., "*National-scale 3D mapping of soil organic carbon in a Japanese forest considering microtopography and tephra deposition*", Geoderma Volume 406, 15 January, (2022), 115534

83. Matsui, K., Takata, Y., Maejima, Y., Kubotera, H., Obara, H., & Shirato, Y., "Soil carbon and nitrogen stock of the Japanese agricultural land estimated by the national soil monitoring database (2015–2018)", Soil Science and Plant Nutrition, Volume 67, (2021)

第 7 章　廃棄物分野

7.1. 廃棄物分野の概要

7.1.1. 廃棄物処理及び算定カテゴリーの概要

廃棄物分野では、廃棄物の処理に伴い発生する温室効果ガスを処理方式に応じ、固形廃棄物の処分（5.A.）、固形廃棄物の生物処理（5.B.）、廃棄物の焼却と野焼き（5.C.）、排水の処理と放出（5.D.）及びその他（5.E.）の区分で排出量の算定を行う[1]。我が国における廃棄物・排水処理方式及び区分別の温室効果ガス算定カテゴリーを図 7-1 及び図 7-2 に記す。

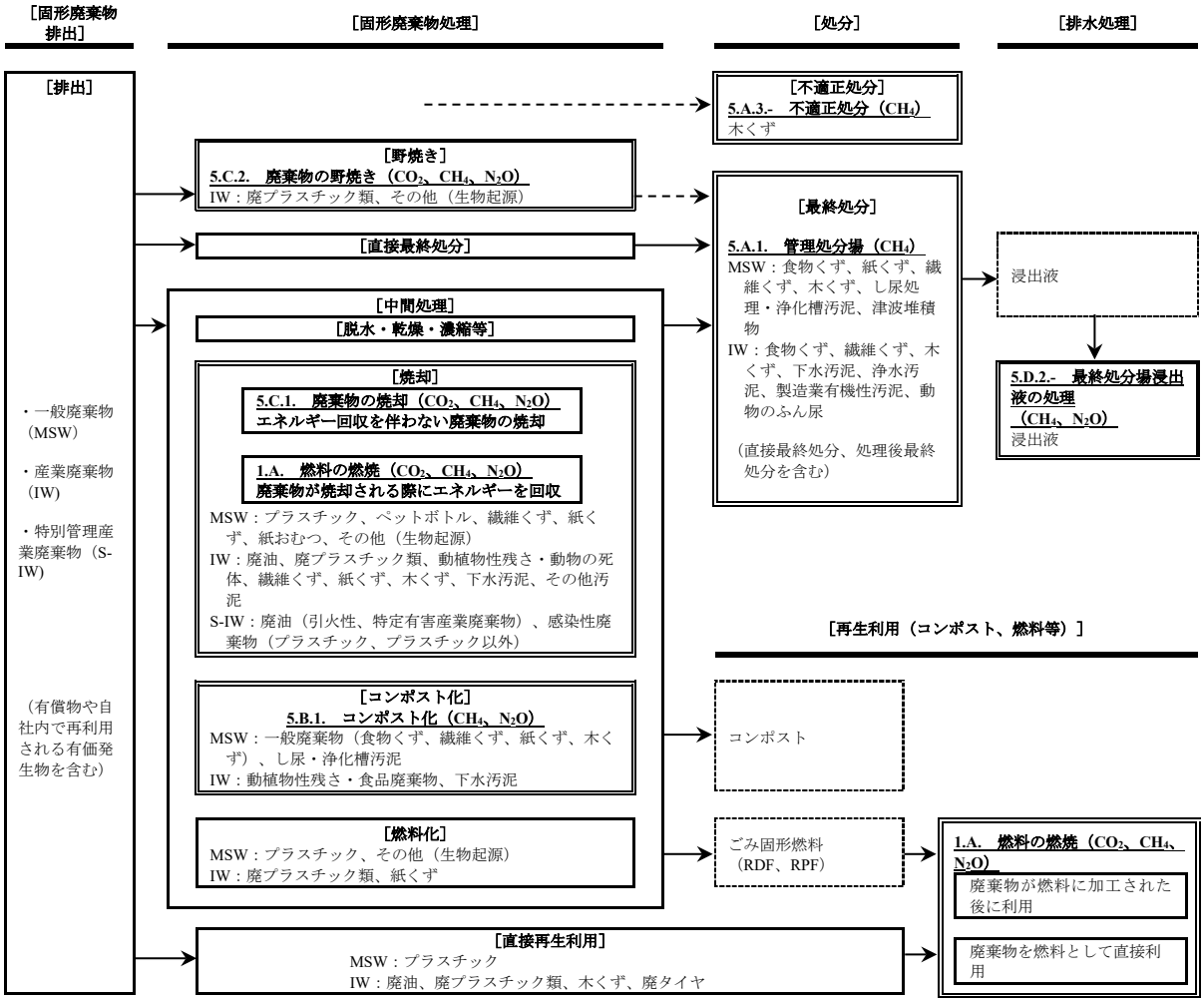


図 7-1　温室効果ガス排出量の算定対象となる固形廃棄物、その処理方式及び算定カテゴリーのフロー

[1] 廃棄物分野のいくつかの排出源では、過去の年度の統計データや関連データ等を入手できない場合、推計により値の補完を行っているが、本章では、これらの推計方法の内容については割愛している。推計方法の詳細については環境省のホームページ「温室効果ガス排出量算定方法検討会」（http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/committee/）を参照のこと。

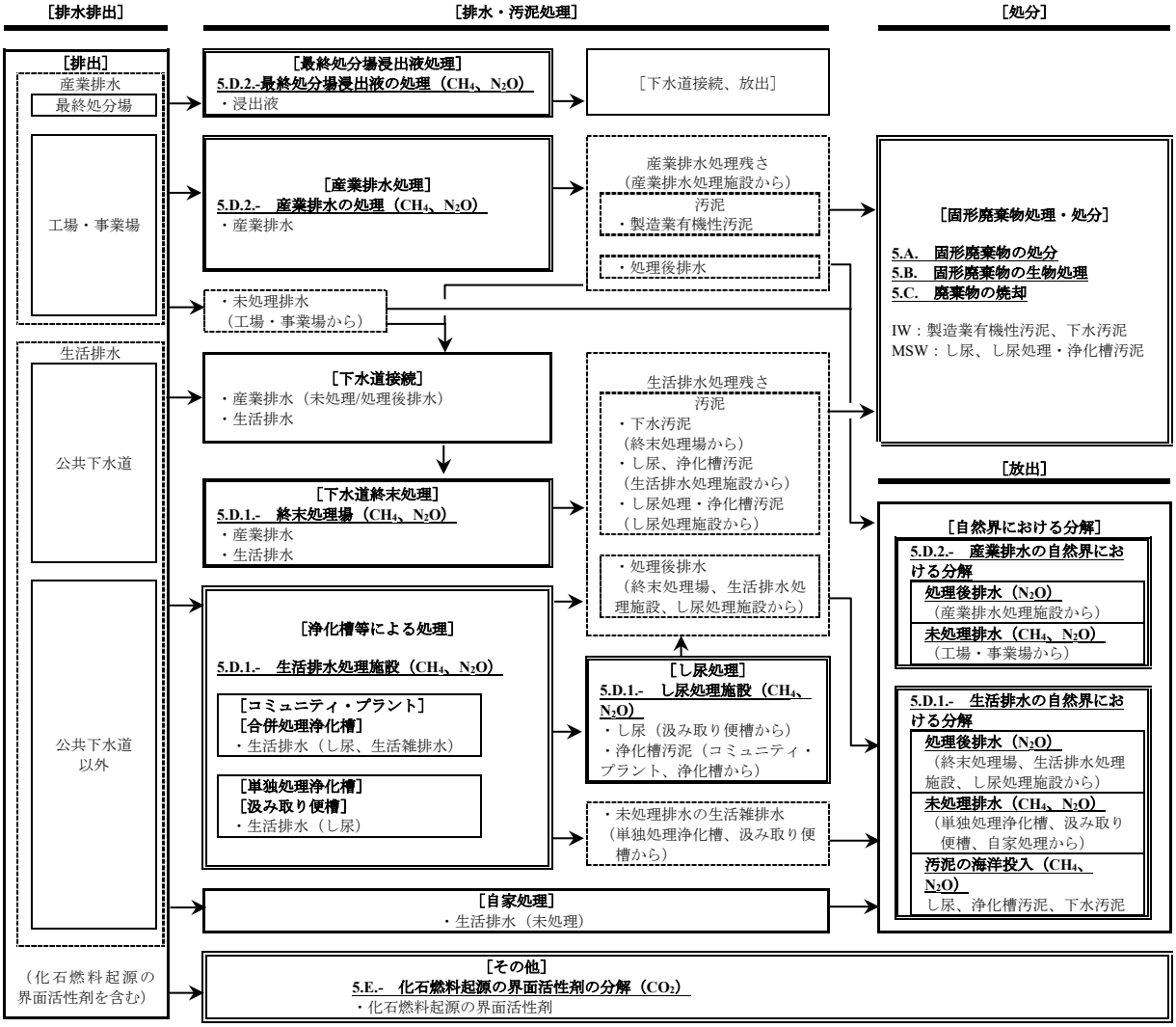


図 7-2　温室効果ガス排出量の算定対象となる排水・汚泥、その処理方式及び算定カテゴリーのフロー

廃棄物分野で算定対象とする「廃棄物」とは、2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に基づく廃棄物であり、我が国の場合、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（以下、廃掃法という。）の定義に基づく一般廃棄物及び産業廃棄物のほか、有償物や自社内で再利用される有価発生物等も算定対象に含まれる（具体的には「7.3.1.コンポスト化（5.B.1.）」「7.4.3.2.廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）」、「7.4.3.3.廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合（1.A.）」で報告）。我が国における廃棄物関連の統計データは、一般廃棄物と産業廃棄物に分かれて取りまとめられていることから、廃棄物分野の多くの排出源では、一般廃棄物と産業廃棄物に分けて算定方法等の検討を行っている。なお、2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴い発生した災害廃棄物の処理に伴う温室効果ガスの排出量は当該分野で算定されている。

7.1.2. 廃棄物分野における温室効果ガス排出量の概要

2021 年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は 17,712 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 1.5%を占め、1990 年度比においては 40.9%の減少、前年度比においては 1.4%の減少となっている。廃棄物分野の総排出量に対するカテゴリー別排出量の割合は、廃棄物の焼却と野焼き（5.C.）（エネルギー分野で報告する廃棄物の

焼却等を除く）が 65.5%（1990 年度比 15.8%の減少）と最も多く、次いで排水の処理と放出（5.D.）が 20.0%（1990 年度比 33.6%の減少）、固形廃棄物の処分（5.A.）が 8.9%（1990 年度比 84.2%の減少）、その他（5.E.）が 3.8%（1990 年度比 3.4%の減少）、固形廃棄物の生物処理（5.B.）が 1.8%（1990 年度比 35.9%の増加）の結果となっている。ガス別の排出量割合は、主に廃プラスチックや廃油等の化石燃料起源の廃棄物の焼却及び野焼きに伴う CO_2 排出量が最も多く（58%）、次いで排水の処理と放出に伴う N_2O の排出（11%）、固形廃棄物の埋立処分に伴う CH_4 の排出（9%）の結果となっている。

1990 年度以降の廃棄物分野の温室効果ガス排出量推移の傾向の特徴として、循環型社会形成推進基本法及び個別リサイクル法等の制定によりリサイクル率が向上し、生分解可能廃棄物最終処分量の減少に伴う最終処分場からの CH_4 排出量が減少したことが挙げられる。具体的には、廃棄物のリサイクル率は 1990 年度の 7.4%から 2019 年度には 15.7%に増加し、また一方では廃棄物の最終処分量が 1990 年度の 109 Mt から 2019 年度には 13 Mt に減少している（環境省、2022）。ただし、エネルギー分野で排出量が計上される原燃料利用及びエネルギー回収を伴う化石燃料起源の廃棄物の焼却に伴う排出量は、リサイクル率の増加に伴い増加している（1990 年度比 73.3%の増加）。

7.1.3. 廃棄物分野における一般的な方法論

■　算定方法、排出係数

廃棄物分野からの温室効果ガス排出量の算定には、主に国独自の算定方法及び排出係数を用いる。国内研究の十分でないカテゴリーについて、部分的に 2006 年 IPCC ガイドラインにおけるデフォルトの方法論や排出係数を用いる。カテゴリーごとの詳細は各節に記す。

表 7-1　廃棄物分野で用いる算定方法と排出係数の概要

温室効果ガス排出・吸収カテゴリー	CO_2		CH_4		N_2O	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
5. 廃棄物分野	CS	CS	CS, D, T2, T3	CS, D	CS, D, T2	CS, D
A. 固形廃棄物の処分	NA	NA	T3	CS		
B. 固形廃棄物の生物処理			T2	CS	T2	CS
C. 廃棄物の焼却と野焼き	CS	CS	CS, T2	CS, D	CS, T2	CS, D
D. 排水の処理と放出			CS, D	CS, D	CS, D	CS, D
E. その他	CS	CS	NA	NA	NA	NA

（注）D: IPCC デフォルト値、T1: IPCC Tier 1、T2: IPCC Tier 2、T3: IPCC Tier 3、CS: 国独自の方法又は排出係数

■　活動量

廃棄物分野からの温室効果ガス排出量の算定では、活動量として主に環境省環境再生・資源循環局「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」（以下、「循環利用量調査報告書」。）や環境省環境再生・資源循環局「日本の廃棄物処理」、（公社）日本下水道協会「下水道統計（行政編）、」（以下、「下水道統計」。）等の値を用いる。その他、各種廃棄物に関する統計及び関係省庁・団体からの提供データを用いるが、詳細は各カテゴリーの該当節を参照のこと。

なお、東日本大震災の発生した 2011 年以降の災害廃棄物の処理・処分量については環境省環境再生・資源循環局により調査され、温室効果ガス排出量の推計の活動量に考慮されている。

7.1.4. 廃棄物分野における一般的な不確実性評価

廃棄物分野からの温室効果ガス排出量の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドライン及び環境

省（2013a）に基づき評価されている。一般的な不確実性評価の方法論を以下に記す。カテゴリーごとの不確実性評価の詳細は各節に記す。

■　排出係数

各排出源に係る変量や排出係数については、実測データから計算される 95%信頼区間もしくは専門家判断により評価する。様々な変量をもとに計算式により排出係数を求める場合、各変量の不確実性を誤差伝搬式で合成して排出係数の不確実性を評価する。

■　活動量

活動量の不確実性については、統計の誤差に関する情報が無く、具体的な根拠に基づく不確実性の設定が困難なため、表 7-2 のように専門家判断に基づく不確実性を適用する。

表 7-2　廃棄物分野の活動量に用いられる統計データの不確実性

活動量に用いられる統計値	設定する不確実性		不確実性の設定根拠
	(-)	(+)	
一般廃棄物（下水を除く生活排水）	-10%	+10%	2006 年 IPCC ガイドラインがデフォルト値として設定する不確実性のうち「トラックスケールにより廃棄物重量を測定している場合」の値（±10%）を専門家判断により設定する。
産業廃棄物（産業排水）	-30%	+30%	2006 年 IPCC ガイドラインがデフォルト値として設定する不確実性のうち「定期的に廃棄物発生量データを収集している場合」の値（±30%）を専門家判断により設定する。
特別管理産業廃棄物	-60%	+60%	産業廃棄物統計の 2 倍の不確実性を専門家判断により設定する。
有価発生物	-30%	+30%	2006 年 IPCC ガイドラインがデフォルト値として設定する不確実性のうち「定期的に廃棄物発生量データを収集している場合」の値（±30%）を専門家判断により設定する。
下水道	-5%	+5%	全国の終末処理場に対する悉皆調査であり、データの把握精度は高いと考えられることから、専門家判断により 5%と設定する。
上水道	-5%	+10%	統計値の誤差（標本誤差）は下水道統計と同様に専門家判断により 5%と設定する。なお、水道統計の調査対象は、認可を得ている計画給水人口が 5,001 人以上の水道事業及び水道用水供給事業であり、簡易水道事業等の小規模浄水場から発生する汚泥は未把握となっている。簡易水道事業の人口割合は約 5%であることから、上限側の不確実性に 5%を追加する。

■　排出量

排出係数・活動量をもとに計算式により排出量を求めるため、各量の不確実性を誤差伝搬式で合成して排出量の不確実性を評価する。

7.1.5. 廃棄物分野における一般的な再計算

■　統計データの更新

我が国における多くの統計は日本の会計年度（4 月 1 日～翌年 3 月 31 日）に基づき作成されている。そのため廃棄物分野の活動量の出典として用いるいくつかの統計は、インベントリ取りまとめの時期までに最新年度の統計値の集計が完了しない。

この場合、一般的には 2006 年 IPCC ガイドラインに従い最新年度の活動量は前年データを据え置くこととなるが、主要な活動量についてはより適切な推計値の適用が望まれる。適切な活動量を得る取り組みとして、主要な出典である環境省「循環利用量調査報告書」から引用する固形廃棄物データについては、環境省環境再生・資源循環局「循環利用量調査改善検討会」において各種経済指標（廃棄物等となる製品の出荷量や出荷額等）に基づき最新年度値の速報値として毎年推計している（環境省環境再生・資源循環局「廃棄物統計の精度向上及び迅速化のための検討調査報告書」）。廃棄物分野における最新年度の温室効果ガス排出量の推計にはこの速報値による活動量を用いている。翌年のインベントリ提出の際、これらの速報値を確定値に更新しているため、当該年度の GHG 排出量については、例年、再計算を行っている。

■　算定方法の改訂

温室効果ガス排出量算定方法検討会廃棄物分科会では、我が国の廃棄物分野における温室効果ガスの排出実態をより適切に反映するよう、算定方法、活動量、排出係数及び各種パラメータの選択について検討を行っている。これら検討結果に基づく方法論の変更は、毎年の提出インベントリに反映され、方法論の変更のあったカテゴリーの排出量は再計算される。方法論変更の詳細は、カテゴリー別の再計算の節、及び第 10 章の表 10-9 を参照のこと。

7.2. 固形廃棄物の処分（5.A.）

本カテゴリーでは、最終処理場に埋め立てられた廃棄物から発生する CH_4 の排出量を算定する。なお、本排出源では我が国における廃棄物区分に準じ、一般廃棄物と産業廃棄物に分けて算定方法の検討を行い、表 7-3 に示す算定区分で排出量を推定する。

表 7-3　固形廃棄物の陸上における処分（5.A.）で排出量の算定を行う区分

<table>
<tr><th>区分</th><th colspan="4">算定対象</th><th colspan="2">処分方式</th><th>CO_2</th><th>CH_4</th></tr>
<tr><td rowspan="22">5.A.1. (7.2.1)</td><td rowspan="6">一般廃棄物</td><td colspan="3">食物くず</td><td rowspan="22">管理処分場</td><td rowspan="5">a. 嫌気性埋立

b. 準好気性埋立
・管理された
・管理が不十分な</td><td rowspan="5">NO</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="3">紙くず</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="3">木くず</td><td>○</td></tr>
<tr><td>繊維くず</td><td colspan="2">天然繊維くず 1)</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="2">汚泥</td><td colspan="2">し尿処理・浄化槽汚泥</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">津波堆積物 2)</td><td colspan="2">a. 嫌気性埋立 7)</td><td>NO</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="16">産業廃棄物</td><td colspan="3">食物くず 3)［動植物性残さ・動物の死体］</td><td rowspan="11">a. 嫌気性埋立

b. 準好気性埋立
・管理された
・管理が不十分な</td><td rowspan="11">NO</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="3">紙くず</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="3">木くず</td><td>○</td></tr>
<tr><td>繊維くず</td><td colspan="2">天然繊維くず 1)</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="7">汚泥</td><td rowspan="2">下水汚泥</td><td>消化汚泥由来の汚泥 4)</td><td>○</td></tr>
<tr><td>その他下水汚泥</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">浄水汚泥</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">製造業有機性汚泥</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">動物のふん尿 5)</td><td>○</td></tr>
<tr><td>5.A.2. (7.2.2)</td><td colspan="4">－</td><td colspan="2">非管理処分場</td><td>NO</td><td>NO</td></tr>
<tr><td>5.A.3. (7.2.3)</td><td colspan="2">産業廃棄物</td><td colspan="2">木くず</td><td colspan="2">不適正処分 6)
（嫌気性埋立）</td><td>NE</td><td>○</td></tr>
</table>

（注）

1）繊維くずのうち、合成繊維くずは埋立処分場内で生物分解されないと見なし、天然繊維くずのみを算定対象とする。

2）2011 年 3 月 11 日の東日本大震災に伴い発生した津波堆積物の一部を最終処分している。処分される津波堆積物には有機物が含まれており、専門家判断により、木くずの排出係数を適用して CH_4 排出量を算定している。

3）産業廃棄物の国内での区分「動植物性残さ」及び「動物の死体」をまとめて「食物くず」としている。

4）消化された後に脱水された下水汚泥の埋立を指す。汚泥の消化により、汚泥中の生物分解される炭素量が減少するため、消化後の下水汚泥の埋立と、未消化の下水汚泥の埋立を分けてメタン排出量を算定する。

5）動物のふん尿は我が国の法律上の区分は汚泥ではないが、性状が類似する汚泥のカテゴリーで算定を行う。

6）生分解可能な炭素を含む不適正処分廃棄物として、現時点で実態が把握されている木くずからの排出を算定対象としている。

7）津波堆積物を最終処分した処分方式を特定できないことから、排出量が大きくなる嫌気性埋立（MCF=1.0）と保守的に仮定している。

表 7-4　固形廃棄物の処分（5.A.）から発生する温室効果ガス排出量

ガス	区分			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	5.A.1. 管理処分場	a. 嫌気性埋立		kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		b. 準好気性埋立		kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	5.A.2. 非管理処分場			kt-CO_2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	5.A.3. その他の廃棄物処分場	不適正処分		kt-CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	合計			kt-CO_2	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE
CH_4	5.A.1. 管理処分場	a. 嫌気性埋立	一廃	kt-CH_4	220.9	184.5	136.8	98.6	66.1	56.3	51.9	48.1	44.1	40.4	37.4	34.5	31.8	29.2	26.9
			産廃	kt-CH_4	154.2	140.2	108.1	70.7	40.7	33.8	30.6	27.5	25.0	22.9	21.1	19.4	17.9	16.5	15.5
		b. 準好気性埋立	一廃	kt-CH_4	17.7	25.9	28.7	30.6	24.9	22.6	21.7	20.3	19.4	18.0	17.0	15.9	14.9	13.9	12.9
			産廃	kt-CH_4	4.7	8.3	12.2	13.7	10.6	10.0	9.9	9.3	8.7	8.2	7.8	7.5	7.4	7.3	7.2
	5.A.2. 非管理処分場			kt-CH_4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	5.A.3. その他の廃棄物処分場	不適正処分		kt-CH_4	0.1	0.2	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
	合計			kt-CH_4	397.6	359.1	286.4	214.1	142.7	123.0	114.5	105.5	97.6	89.9	83.7	77.6	72.3	67.3	62.8
				kt-CO_2 換算	9,940	8,977	7,160	5,353	3,568	3,076	2,861	2,639	2,440	2,248	2,092	1,939	1,807	1,682	1,569
合計				kt-CO_2 換算	9,940	8,977	7,160	5,353	3,568	3,076	2,861	2,639	2,440	2,248	2,092	1,939	1,807	1,682	1,569

推計した固形廃棄物の処分からの温室効果ガス排出量を表 7-4 に示す。2021 年度における当該排出源カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 1,569 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.1%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 84.2%の減少となっている。排出量の減少は、廃棄物の減容化のための焼却の増加による生分解可能廃棄物の最終処分量の減少にともない、最終処分場からのメタンの発生が減少した結果である。

管理処分場における生分解性廃棄物の最終処分量は 1990 年以降経年的に減少しているが、廃棄物の分解に伴う CH_4 発生量は FOD 法に基づき半減期（例えば紙くずは 7 年）を考慮して算定されるため比較的緩やかな減少となり、1990 年度以降の見かけの排出係数（IEF）は上昇傾向にある。また、その他処分場（不適正処分）では発覚している処分量のみ考慮するため、処分量の経年変化は不規則になる一方、CH_4 排出量は FOD 法に基づき緩やかに経年変化するため、IEF の経年変化が不規則になりやすい。

7.2.1. 管理処分場（5.A.1.）

a） 排出源カテゴリーの説明

我が国では一般廃棄物及び産業廃棄物中の食物くず、紙くず、繊維くず、木くず、汚泥の一部は焼却されずに埋立処分されており、処分場内における有機成分の生物分解に伴い CH_4 が発生している。我が国における埋立処分場は廃掃法に基づき適正な管理が行われているため、放出される CH_4 量は「管理処分場（5.A.1.）」に報告する。我が国では管理処分場での廃棄物の焼却は行われていないため、管理処分場での廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出は「NO」として報告する。

b） 方法論

■　算定方法

国独自のパラメータを用いた 2006 年 IPCC ガイドラインの FOD 法を適用し排出量の算定を行う（Tier 3）。ここでは国内の算定報告公表制度における方法論との整合性を考慮し、排出係数を「生物分解された廃棄物から発生する CH_4 量」、活動量を「算定対象年度内に生物分解された廃棄物量」と定義する。なお、これら国独自の排出係数及び活動量は 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたパラメータについて、その関連性を維持する形で組み合わせて定義していることから、我が国の方法論（次式）と 2006 年 IPCC ガイドラインの FOD 法（vol. 5, chap. 3, equation 3.1）との間には実質的な相違点はない。

$$E = \left\{ \sum_{i,j} \left(EF_{i,j} \times A_{i,j} \right) - R \right\} \times (1 - OX)$$

E　：管理処分場からの CH_4 排出量［kg-CH_4］
$EF_{i,j}$　：構造 j の埋立処分場に焼却されずに埋め立てられた生分解性廃棄物 i の排出係数（乾燥ベース）［kg-CH_4/t］
$A_{i,j}$　：構造 j の埋立処分場に焼却されずに埋め立てられた生分解性廃棄物 i のうち算定対象年度内に分解した量（乾燥ベース）［t］
R　：埋立処分場における CH_4 回収量［kg-CH_4］
OX　：埋立処分場の覆土による CH_4 酸化率

■　排出係数

焼却されずに埋め立てられた生分解性廃棄物 1t（乾燥ベース）が分解した際に排出される CH_4 の量［kg］を対象とし、生分解性廃棄物の種類（食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くず、下水汚泥、し尿・浄水汚泥、製造業有機性汚泥、動物のふん尿）及び埋立処分場（嫌気性埋立、好気性埋立）別に設定する。排出係数は以下の式で求める。

$$EF_{i,j} = DOC_i \times DOCf_i \times MCF_j \times F \times 1000 \times \frac{16}{12}$$

DOC_i　：生分解性廃棄物 i の炭素含有率
$DOCf_i$　：廃棄物 i の生分解性炭素分のガス化率
MCF_j　：構造 j（嫌気性、管理された準好気性、管理が不十分な準好気性）の埋立処分場における好気分解補正係数
F　：生ガス CH_4 比率

○　炭素含有率（*DOC*：乾燥ベース）

環境省（2006b）及び環境省（2010）等を基に、表 7-5 のように設定する。各廃棄物とも経年的に性状が大きく変化しないと考えられるため毎年度一律の値を用いる。

表 7-5　管理処分場に埋め立てられる廃棄物中の炭素含有率（乾燥ベース）

項目		炭素含有率	出典
一般廃棄物	食物くず	43.4 %	東京都、横浜市、川崎市、神戸市、福岡市提供データ（1990～2004 年度）を単純平均する（環境省、2006b）。
	木くず	45.2 %	
	紙くず	40.8 %	国内 14 都市の実測調査結果を単純平均する（環境省、2020b）。
	天然繊維くず	45.0 %	天然繊維の種類（綿糸、毛糸、絹糸、麻糸、再生繊維）ごとに構成成分から推定した炭素含有率を、天然繊維内需量（1990～2004 年度）で加重平均する（環境省、2006b）。
	し尿処理・浄化槽汚泥	40.0 %	その他下水汚泥の値を代用する。
	津波堆積物	4.5 %	津波堆積物中の有機成分割合に有機成分中の炭素含有率を乗じて推計する。専門家判断により、最終処分される津波堆積物の有機成分割合を 10%、津波堆積物中に含まれる有機成分の炭素含有率を 45.2%（木くずの値）と設定する。
産業廃棄物	食物くず	43.4 %	性状が同様である一般廃棄物のデータを代用する。
	木くず	45.2 %	
	紙くず	40.8 %	
	消化汚泥由来の汚泥	30.0 %	藤本（2002）、藤島他（2004）、大嶋他（1986）、田中他（1980）を基に専門家判断。
	その他下水汚泥	40.0 %	国内の研究事例をもとに専門家判断（環境省、2006b）。
	浄水汚泥	6.0 %	23 ヶ所の浄水施設における調査結果の平均値（環境省、2010）。
	製造業有機性汚泥	45.0 %	最終処分量が最も多い製紙業からの有機性汚泥の値を用いる。この主成分はペーパースラッジであるため、セルロース中の炭素含有率を基に設定する（環境省、2006b）。
	動物のふん尿	40.0 %	その他下水汚泥の値を代用する。

○　廃棄物のガス化率（*DOCf*）

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき、廃棄物に含まれる生分解性炭素分のガス化率（*DOCf*）を表 7-6 のように設定する。

表 7-6　管理処分場に埋め立てられる廃棄物に含まれる生分解性炭素分のガス化率

項目		炭素のガス化率（DOCf）	廃棄物の分解性	出典
一般廃棄物	食物くず	0.7	易生分解性	2019 年改良 IPCC ガイドライン
	木くず	0.1	難生分解性	
	紙くず	0.5	準易生分解性	
	天然繊維くず	0.5	準易生分解性	
	し尿処理・浄化槽汚泥	0.7	易生分解性	
	津波堆積物	0.1	難生分解性	
産業廃棄物	食物くず	0.7	易生分解性	
	木くず	0.1	難生分解性	
	紙くず	0.5	準易生分解性	
	消化汚泥由来の汚泥	0.7	易生分解性	
	その他下水汚泥	0.7	易生分解性	
	浄水汚泥	0.7	易生分解性	
	製造業有機性汚泥	0.7	易生分解性	
	動物のふん尿	0.7	易生分解性	

○　好気分解補正係数（*MCF*）

2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値に基づき、埋立処分場の構造別の好気分解補正係数を表 7-7 のように設定する。

表 7-7　埋立処分場構造別の好気分解補正係数

埋立処分場の構造	好気分解補正係数（MCF）	出典
嫌気性埋立処分場	1.0	2019 年改良 IPCC ガイドライン
管理された準好気性埋立処分場	0.5	
管理が不十分な準好気性埋立処分場	0.7	

○　**発生ガス中の CH4 比率（*F*）**

2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値を用い 50%と設定する。

○　**排出係数（*EF*）**

以上の計算より得られた排出係数を表 7-8 に記す。

表 7-8　生分解性廃棄物の種類及び埋立処分場構造別の排出係数

項目		嫌気性埋立［kg-CH_4/ t (dry)］	管理された準好気性埋立［kg-CH_4/ t (dry)］	管理が不十分な準好気性埋立［kg-CH_4/ t (dry)］
一般廃棄物	食物くず	203	101	142
	紙くず	136	68	95
	天然繊維くず	150	75	105
	木くず	30	15	21
	し尿処理・浄化槽汚泥	187	93	131
	津波堆積物	3	NA	NA
産業廃棄物	食物くず	203	101	142
	紙くず	136	68	95
	天然繊維くず	150	75	105
	木くず	30	15	21
	消化汚泥由来の汚泥	140	70	98
	その他下水汚泥	187	93	131
	浄水汚泥	28	14	20
	製造業有機性汚泥	210	105	147
	動物のふん尿	187	93	131

■　**活動量**

焼却されずに埋め立てられた生分解性廃棄物のうち、算定対象年度内に分解した量（乾燥ベース）は、算定対象前年度末までに残存する生分解性廃棄物量に埋立廃棄物の分解率を乗じて算定する。

一般廃棄物、産業廃棄物別の生分解性廃棄物量は、廃棄物の種類及び埋立処分場の構造別に把握する。各年度の最終処分量は生分解可能最終処分量（排出ベース）に、埋立処分場の構造別最終処分量割合（排出ベース）を乗じた上で、廃棄物の種類ごとの含水量を差し引いて乾燥ベースの値を求める。

$$A_{i,j}(T) = W_{i,j}(T-1) \times (1 - e^{-k_i})$$
$$W_{i,j}(T) = W_{i,j}(T-1) \times e^{-k_i} + w_{i,j}(T)$$

$A_{i,j}(T)$　：構造 j（嫌気性、準好気性）の埋立処分場で算定対象年度（T 年度）に分解する廃棄物 i の量（活動量：乾燥ベース）［t（dry）］

$W_{i,j}(T)$　：T 年度に構造 j の埋立処分場内に残存する廃棄物 i の量（乾燥ベース）［t（dry）］

$w_{i,j}(T)$　：T 年度に構造 j の埋立処分場内に埋め立てられた廃棄物 i の量（乾燥ベース）［t（dry）］

k_i　：廃棄物 i の分解速度定数［年$^{-1}$］

ここで、

$$w_{i,j}(T) = w_{i,wet}(T) \times S_j \times (1 - u_i)$$
$$k_i = ln(2)/H_i$$

$w_{i,wet}(T)$　: T 年度に埋め立てられた廃棄物 i の量（排出ベース）［t（wet）］
S_j　: 埋立処理構造 j（嫌気性、準好気性）の埋立処分場割合［%］
u_i　: 廃棄物 i の含水率［%］
H_i　: 廃棄物 i の半減期（埋め立てられた廃棄物 i の量が半分になるまでの時間）［年］

準好気性埋立処分場については、管理状態に応じて更に 2 区分に分割する。国内の準好気性埋立処分場では、浸出液集排水管の出口が水没する、集排水管が満水で管理される、集排水管内に保有水の内部貯留がある、集排水管・ガス抜き管の延伸工事が適切に行われていない等、管理が十分に行われていない場合がある。このような集排水管の管理状態を考慮して国独自の変量「集排水管末端開放率」を定義し、一般廃棄物及び産業廃棄物の活動量を「管理が不十分な準好気性埋立処分場」及び「管理された準好気性埋立処分場」別に以下のように推計する。

$$A_{i,\ semiaerobic\text{-}well}(T) = A_{i,\ semiaerobic}(T) \times P$$
$$A_{i,\ semiaerobic\text{-}poorly}(T) = A_{i,\ semiaerobic}(T) \times (1 - P)$$

$A_{i,semiaerobic}(T)$　: 準好気性埋立処分場で算定対象年度（T 年度）に分解する廃棄物 i の量（活動量：乾燥ベース）［t（dry）］
$A_{i,semiaerobic\text{-}well}(T)$　: 管理された準好気性埋立処分場で算定対象年度（T 年度）に分解する廃棄物 i の量（活動量：乾燥ベース）［t（dry）］
$A_{i,semiaerobic\text{-}poorly}(T)$　: 管理が不十分な埋立処分場で算定対象年度（T 年度）に分解する廃棄物 i の量（活動量：乾燥ベース）［t（dry）］

ここで、

$$P = W'/W$$

P　: 集排水管末端開放率［%］
W'　: 浸出液集排水管の末端を開放された状態で管理されている準好気性埋立最終処分場における算定対象年度の最終処分量（一般廃棄物：t、産業廃棄物：m^3）
W　: 準好気性埋立構造の最終処分場における算定対象年度の総最終処分量（一般廃棄物：t、産業廃棄物：m^3）

○　生分解可能最終処分量

最終処分される生分解可能廃棄物の年間最終処分量（乾燥ベース）を表 7-9 に示す。

表 7-9　生分解可能廃棄物の年間最終処分量（嫌気性埋立及び準好気性埋立の合計値）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般廃棄物																
食物くず	kt (dry)	424	272	196	78	30	22	21	18	16	13	13	13	10	9	8
紙くず	kt (dry)	1,140	859	698	492	311	260	226	182	142	125	97	102	63	58	54
天然繊維くず	kt (dry)	59	46	34	67	3	4	3	3	3	2	1	1	1	1	1
木くず	kt (dry)	363	200	155	81	40	31	65	27	22	21	18	19	13	10	9
し尿処理・浄化槽汚泥	kt (dry)	78	51	46	47	20	15	10	8	7	8	9	12	12	11	13
津波堆積物[1)]	kt (dry)	NO	NO	NO	NO	NO	10	29	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
産業廃棄物																
食物くず	kt (dry)	65	177	109	45	22	30	11	15	12	13	14	14	18	18	17
紙くず	kt (dry)	102	125	137	89	31	32	16	17	12	15	11	29	24	28	28
天然繊維くず	kt (dry)	4	16	15	17	7	7	6	10	11	11	9	7	10	10	9
木くず	kt (dry)	465	490	235	230	145	106	111	116	124	110	129	129	126	125	117
消化汚泥由来の汚泥	kt (dry)	59	50	31	11	3	5	4	5	3	3	3	4	3	4	3
その他下水汚泥	kt (dry)	219	185	114	42	17	22	11	12	12	12	10	10	7	5	7
浄水汚泥	kt (dry)	199	166	146	66	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
製造業有機性汚泥	kt (dry)	347	157	69	48	31	27	17	14	13	11	12	12	12	12	13
動物のふん尿	kt (dry)	12	12	11	11	11	9	12	13	13	13	12	13	13	13	13

（注）

1）　2011 年の東日本大震災により大量発生した津波堆積物は、処理後の復興資材の活用先が動き出したことにより、処理が本格化した 2013 年に処分量が増えている。この津波堆積物の最終処分は 2013 年で終了したため、2014 年度以降は最終処分量が 0 kt/年となった。

生分解可能廃棄物の種類別最終処分量の把握方法の概要を表 7-10 に示す。算定の起点年は、旧清掃法（現、廃掃法）施行時点の 1954 年度とし、把握できない過去の最終処分量データ（主に 1980 年度以前）については、得られる直近年度の値（主に 1980 年度のデータ）を代用する。最終処分量の統計調査の開始（1980 年代）以降においてもデータが得られない期間については、内挿により推計する。

表 7-10　生分解可能廃棄物の最終処分量把握方法の概要

算定対象			出典	詳細	時系列
一般廃棄物	食物くず		環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データ	・ 直接最終処分量 ・ 中間処理後最終処分量 ※繊維くず中の天然繊維くずの割合は、経済産業省「繊維・生活用品統計年報」及び日本化学繊維協会「繊維ハンドブック」から把握した各年の天然繊維内需量と全繊維製品内需量の比を用いて設定。	・ 一部の年度は内挿値 ・ 1980 年度以前は 1980 年度値を代用
	紙くず				
	木くず				
	繊維くず（天然繊維くず）※				
	し尿処理・浄化槽汚泥	（直接最終処分）	環境省「日本の廃棄物処理」	し尿のその他処理量（体積ベース）を重量に換算（1.0 kg/L）して用いる。	1978 年度以前は 1978 年度値を代用
		（処理後最終処分）	環境省「循環利用量調査報告書」、及び同調査データ	処理後最終処分量 （焼却灰を除いた量）	1998 年度以前は、し尿処理・浄化槽汚泥（直接最終処分）データをもとに推計
	津波堆積物		環境省「日本の廃棄物処理」	津波堆積物の最終処分量	2011 年度より最終処分開始
産業廃棄物	食物くず（動植物性残さ、動物の死体）		環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データ	・ 直接最終処分量 ・ 中間処理後最終処分量（出典データを用い焼却灰を除く量を推計） ※繊維くずは廃掃法の規定により、全量を天然繊維くずと見なす	・ 一部の年度は内挿値 ・ 1980 年度以前は 1980 年度値を代用
	紙くず				
	木くず				
	繊維くず（天然繊維くず）※				
	消化汚泥由来の汚泥		国土交通省提供データ	国土交通省により別途集計された値を使用	・ 一部の年度は内挿値 ・ 1985 年度以前は 1985 年度値を代用
	その他下水汚泥		（公社）日本下水道協会「下水道統計」	下水汚泥総量より消化汚泥由来の汚泥を差し引いた量	
	浄水汚泥		（公社）日本水道協会「水道統計」	各浄水場の「処分土量合計」及び「最終処分割合」より推計	1980 年度以前は 1980 年度値を代用。
	製造業有機性汚泥	製紙業	日本製紙連合会・紙パルプ技術協会提供データ	製紙業の有機性汚泥最終処分量	1989 年度以前は 1989 年度値を代用。
		化学工業	経済産業省「産業分類別の副産物（産業廃棄物・有価発生物）発生状況等に関する調査」等	食品製造業及び化学工業における有機性汚泥最終処分量	・ 一部の年度は内挿値 ・ 2015 年度以降は（一社）日本経済団体連合会『環境自主行動計画（廃棄物対策編）フォローアップ結果』及び環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」データを用いて推計 ・ 1998 年度以前は（社）日本経済団体連合会『環境自主行動計画（廃棄物対策編）フォローアップ結果』より推計 ・ 1990 年度以前は 1990 年度値を代用
		食品製造業			
	動物のふん尿		環境省調査	－	1980 年度以前は 1980 年度値を代用

○　廃棄物中の含水率

わが国では、廃棄物中の炭素量をより精度よく推計可能な乾燥ベースで活動量を定義している。乾燥ベースの活動量を求める際に使用する各廃棄物中の含水率の値と出典は表 7-11 のとおりである。本カテゴリーの他、「7.4. 廃棄物の焼却と野焼き（5.C.）」における CO_2 排出量の算定においても同様の理由で乾燥ベースの活動量を用いる。

表 7-11　管理処分場に埋め立てられる廃棄物中の含水率

算定対象			中間処理	含水率	出典
一般廃棄物	食物くず		無し	75%	環境省「循環利用量調査報告書」における食物くずの含水率
			有り	30%	マテリアルフローを考慮して設定
	紙くず		（区別無し）	20%	専門家判断
	木くず		（区別無し）	45%	専門家判断
	天然繊維くず		（区別無し）	20%	専門家判断
	し尿処理・浄化槽汚泥		無し	85%	廃掃法施行令で規定された埋立基準（汚泥）の含水率基準
			有り	70%	専門家判断
	津波堆積物		（区別無し）	45%	専門家判断により木くずの含水率を代用
産業廃棄物	食物くず		無し	75%	環境省「循環利用量調査報告書」における食物くずの含水率
			有り	年度ごとに設定	マテリアルフローを考慮して設定
	紙くず		（区別無し）	15%	専門家判断
	木くず		（区別無し）	45%	専門家判断
	天然繊維くず		（区別無し）	15%	専門家判断
	下水汚泥	消化汚泥由来の汚泥	（区別無し）	処理場ごとに設定	（公社）日本下水道協会「下水道統計」の「引き渡し又は最終処分汚泥」の平均含水率
		その他下水汚泥	（区別無し）		
	浄水汚泥		（区別無し）	設定なし	乾燥ベースで埋立量のデータが提供されるため、含水率を設定しない。
	製造業有機性汚泥	製紙業	（区別無し）	設定なし	
		化学工業	（区別無し）	57%	（財）クリーン・ジャパン・センター参考値
		食品製造業	（区別無し）	77%	
	動物のふん尿		無し	83.1%	（社）畜産技術協会（2002）
			有り	70%	専門家判断

○　構造別の埋立処分場割合

【一般廃棄物処理場の埋立処理構造別埋立処分場割合】

各年度の環境省環境再生・資源循環局「一般廃棄物処理実態調査結果」の施設別整備状況（最終処分場）に示される我が国の一般廃棄物埋立処分場において、浸出水処理施設を有すると共に遮水工が行われている処分場を準好気性埋立処分場と見なし、埋立容量［m^3］の合計値の割合を準好気性埋立処分量割合とする。

ただし、1996 年度までの準好気埋立の比率に関する情報は得られていないため、以下の推計を行う。

- 1997 年度以降は実データに基づき設定する。
- 1977 年の共同命令以前に埋立が開始された処分場及び全ての海面・水面埋立処分場は嫌気性埋立処分場と扱う。
- 準好気性埋立が始まった 1977 年度から 1996 年度については、専門家判断により、統計データが得られる 1997 年度のデータを用いて線形内挿を行い設定する。

【産業廃棄物処理場の埋立処理構造別埋立処分場割合】

産業廃棄物処理場の埋立処理構造別埋立処分場割合は以下とする。

- 2008 年度以降の最終処分量ベースの準好気性埋立構造（準好気性埋立処分量）の割合は、環境省「産業廃棄物処理施設状況調査」に基づき設定する。
- 1977 年の共同命令以前に埋立が開始された処分場及び全ての海面・水面埋立処分場は嫌気性埋立処分場と扱う。
- 1990～2007 年度の同割合は、最終処分量及び現時点で準好気性埋立構造であることが

確認できる各施設での 2008 年度の最終処分量のデータをもとに推計する。

・ 準好気性埋立が始まった 1977 年度から 1989 年度については、専門家判断により、統計データが得られる 1990 年度のデータを用いて線形内挿を行い設定する。

表 7-12　埋立処分場構造別の埋立処分量割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般廃棄物																
嫌気性埋立割合	%	74.2	64.2	54.4	43.5	36.1	33.1	39.9	28.4	28.8	29.1	35.4	30.6	31.8	30.0	30.0
準好気性埋立割合	%	25.8	35.8	45.6	56.5	63.9	66.9	60.1	71.6	71.2	70.9	64.6	69.4	68.2	70.0	70.0
産業廃棄物																
嫌気性埋立割合	%	90.2	81.1	66.4	48.3	47.0	28.5	30.0	35.0	37.7	33.4	29.5	24.3	23.1	26.5	26.5
準好気性埋立割合	%	9.8	18.9	33.6	51.7	53.0	71.5	70.0	65.0	62.3	66.6	70.5	75.7	76.9	73.5	73.5

○　半減期

半減期とは、ある年度に埋め立てられた廃棄物の 50%が分解されるまでの経過年数である。伊藤（1992）は、当時我が国で最大だった東京都の一般廃棄物最終処分場である中央防波堤内側処分場における実測調査に基づき半減期を設定している。これを温暖/寒冷湿潤気候にある我が国の代表的な管理処分場についての研究事例と見做し、食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くずについて国独自の半減期を設定する（それぞれ 3 年、7 年、7 年、36 年）。汚泥については国独自の半減期を設定するための研究成果が得られないため、2006 年 IPCC ガイドライン付属のスプレッドシートに記述されたデフォルト値を用いて 3.7 年と設定する。津波堆積物については、専門家判断により木くずの半減期を適用する。

表 7-13　生分解性廃棄物の埋立処分場における半減期

項目		半減期［年］	出典
食物くず 1)		3	伊藤（1992）
紙くず		7	
天然繊維くず		7	
木くず 2)		36	
汚泥	津波堆積物	36	専門家判断により木くずの半減期を適用
	し尿処理・浄化槽汚泥	3.7	2006 年 IPCC ガイドライン
	消化汚泥由来の汚泥		
	その他下水汚泥		
	し尿汚泥		
	浄水汚泥		
	製造業有機性汚泥		
	動物のふん尿 3)		

（注）

1)　伊藤（1992）が示す食物くずの半減期は 2006 年 IPCC ガイドラインの温帯湿潤気候におけるデフォルト値（4 年）よりも短い。これはデフォルト値で想定される埋立条件と比べて我が国の気候が温暖かつ湿潤であるため、分解が比較的速く進むことが理由と考えられる（環境省、2006b）。

2)　伊藤（1992）が示す木くずの半減期は 2006 年 IPCC ガイドラインの温帯湿潤気候におけるデフォルト値（23 年）よりも長い。これは IPCC デフォルト値が木くず／藁くずを対象としているのに対し、伊藤（1992）の値は木くずのみを対象としていることが理由と考えられる（環境省、2006b）。

3)　「動物のふん尿」は廃掃法上における汚泥ではないが、性状は比較的汚泥に類似すると考えられることから、汚泥の半減期デフォルト値を用いる。

○　集排水管末端開放率

準好気性埋立処分場について、浸出液集排水管の末端が開放された状態で管理されている処分場を「管理された準好気性埋立処分場」と見なし、これら処分場における算定年度の最終処分量に対する全ての準好気性埋立最終処分場での総最終処分量の割合を集排水管末端開放率とする。一般廃棄物の各最終処分場における浸出液集排水管の末端の開放状態及び最終処分量は、環境省「一般廃棄物処理実態調査」を参照する。産業廃棄物の各最終処分場にお

ける浸出液集排水管の末端の開放状態及び最終処分量は、環境省の廃棄物規制課アンケート調査データを参照する。

表 7-14　一般廃棄物及び産業廃棄物の準好気性埋立処分場における集排水管末端開放率

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般廃棄物	%	64.7	64.7	64.7	64.7	69.1	71.2	69.7	71.9	70.3	73.2	71.2	70.5	71.8	71.2	71.2
産業廃棄物	%	84.3	84.3	84.3	84.3	88.2	85.6	85.6	85.6	85.6	85.6	85.6	85.6	85.6	85.6	85.6

○　**分解遅延時間**（delay time）

分解遅延時間（delay time）は、算定対象廃棄物が埋め立てられた時点から分解が起こるまでのタイムラグのことであり、我が国の場合、独自の分解遅延時間を設定するための知見等が得られていないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値を用い 6 ヶ月と設定する。

表 7-15　算定対象年度内に分解した生分解性廃棄物量（活動量）

項目			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
a. 嫌気性埋立	一般廃棄物	食物くず	kt (dry)	358	278	172	99	44	32	27	23	19	16	14	12	10	9	7
		紙くず	kt (dry)	1,042	913	724	545	393	343	319	297	274	252	232	213	196	179	164
		天然繊維くず	kt (dry)	54	48	38	31	23	19	18	16	15	13	12	11	10	9	8
		木くず	kt (dry)	186	186	179	167	155	149	147	144	142	139	137	134	132	129	127
		し尿処理・浄化槽汚泥	kt (dry)	96	66	44	29	17	14	12	11	10	8	7	7	6	6	5
		津波堆積物	kt (dry)	NO	NO	NO	NO	NO	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	産業廃棄物	食物くず	kt (dry)	69	102	117	74	32	24	21	17	15	12	11	9	8	7	7
		紙くず	kt (dry)	137	138	121	99	74	63	58	53	49	44	41	37	34	32	29
		天然繊維くず	kt (dry)	22	16	15	12	10	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5
		木くず	kt (dry)	224	261	258	247	232	225	221	218	214	211	208	205	201	198	195
		消化汚泥由来の汚泥	kt (dry)	59	52	38	22	10	8	7	6	5	4	4	3	3	3	2
		その他下水汚泥	kt (dry)	221	196	144	83	39	30	26	22	19	17	15	13	11	9	8
		浄水汚泥	kt (dry)	180	165	127	85	51	44	40	36	34	33	31	29	27	25	24
		製造業有機性汚泥	kt (dry)	343	265	155	88	43	34	30	26	22	19	17	14	12	11	10
		動物のふん尿	kt (dry)	11	11	9	7	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
b. 準好気性埋立（管理された）	一般廃棄物	食物くず	kt (dry)	45	61	58	53	31	25	21	19	17	16	13	12	11	10	8
		紙くず	kt (dry)	77	124	150	170	171	169	161	160	150	149	137	127	122	112	104
		天然繊維くず	kt (dry)	4	7	8	11	11	10	9	8	8	7	6	6	5	5	5
		木くず	kt (dry)	6	10	14	16	18	19	18	19	19	19	18	18	18	18	18
		し尿処理・浄化槽汚泥	kt (dry)	9	12	13	14	12	11	10	9	8	8	7	6	6	6	6
	産業廃棄物	食物くず	kt (dry)	4	13	30	33	20	17	17	15	13	12	11	11	10	11	11
		紙くず	kt (dry)	5	10	17	26	31	27	27	25	24	22	21	19	19	19	19
		天然繊維くず	kt (dry)	1	1	2	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
		木くず	kt (dry)	5	12	17	23	30	31	31	32	33	33	34	35	36	36	37
		消化汚泥由来の汚泥	kt (dry)	3	5	7	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
		その他下水汚泥	kt (dry)	11	19	27	27	18	16	16	14	13	12	11	10	10	9	8
		浄水汚泥	kt (dry)	10	17	25	30	32	32	34	35	35	35	36	37	38	39	40
		製造業有機性汚泥	kt (dry)	18	24	24	26	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	10
		動物のふん尿	kt (dry)	1	1	2	3	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
b. 準好気性埋立（管理が不十分な）	一般廃棄物	食物くず	kt (dry)	25	33	32	29	14	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3
		紙くず	kt (dry)	42	68	82	93	77	68	70	62	63	54	55	53	48	45	42
		天然繊維くず	kt (dry)	2	4	4	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2
		木くず	kt (dry)	3	6	7	9	8	8	8	7	8	7	7	8	7	7	7
		し尿処理・浄化槽汚泥	kt (dry)	5	6	7	8	5	4	4	4	3	3	3	3	2	3	2
	産業廃棄物	食物くず	kt (dry)	1	2	6	6	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
		紙くず	kt (dry)	1	2	3	5	4	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3
		天然繊維くず	kt (dry)	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		木くず	kt (dry)	1	2	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
		消化汚泥由来の汚泥	kt (dry)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
		その他下水汚泥	kt (dry)	2	4	5	5	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1
		浄水汚泥	kt (dry)	2	3	5	6	4	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7
		製造業有機性汚泥	kt (dry)	3	4	4	5	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
		動物のふん尿	kt (dry)	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

（注）ごみ減量処理率の向上に伴う直接最終処分量の減少が、生分解性廃棄物分解量全般の減少傾向に大きな影響を与えている。

○　埋立処分場における CH_4 回収量

我が国の廃棄物処理では、埋立前に有機物含有量を減らし、埋立後に CH_4 排出が少なくなるような中間処理ならびに埋立工法が採用されているため、埋立処分場における CH_4 回収はあまり一般的には行われていない。我が国において一般廃棄物の埋立処分場からの CH_4 回収は、東京都中央防波堤処分場における発電利用事例のみである。産業廃棄物については、メタンの回収が行われていない。なお、回収された CH_4 の焼却に伴い排出される CO_2 はバイオマス起源であるため、排出量合計値には集計されない。埋立処分場におけるエネルギー回収のための CH_4 回収量は以下のように推計する。

$$R = r \times f \times 16/22.4/1000$$

R　：埋立処分場における CH_4 回収量［g］
r　：回収された埋立ガスの発電利用量［m^3 N］
f　：回収された埋立ガス中の CH_4 比率

【中央防波堤処分場において回収された埋立ガスの発電利用量】

東京都廃棄物埋立管理事務所の発電用埋立ガス使用量データより把握する。

【回収された埋立ガス中の CH_4 比率】

中央防波堤処分場において回収された埋立ガス中の CH_4 比率は 2005 年度以降、東京都廃棄物埋立管理事務所より毎年データの提供を受けている。それ以前の値は東京都廃棄物埋立管理事務所ヒアリング結果を参考に、埋立ガス回収が開始された 1987 年度の CH_4 比率を 60%、1996 年度を 40%と設定し、1988～95 年度は線形内挿により設定する。また、1997～2004 年度の CH_4 比率は 1996 年度データを代用して設定する。

表 7-16　我が国の埋立処分場における CH_4 使用量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
埋立ガス使用量	km^3 N	1,985	2,375	2,372	140	1,266	1,681	1,734	1,612	1,565	1,488	NO	NO	NO	NO	32
メタン濃度	%	53.3	42.2	40.0	48.5	43.8	49.5	44.9	41.0	39.2	40.2	NA	NA	NA	NA	68.8
メタン使用量	km^3 N	1,059	1,003	949	68	555	832	779	661	613	598	NO	NO	NO	NO	22
メタン重量換算	Gg-CH_4	0.76	0.72	0.68	0.05	0.40	0.59	0.56	0.47	0.44	0.43	NO	NO	NO	NO	0.02

（注）埋立ガス使用量は中央防波堤処分場に一つしかない発電施設の運転状況に大きく依存している。

○　埋立処分場の覆土による CH_4 酸化率

我が国の一般廃棄物及び産業廃棄物管理型最終処分場は、廃掃法施行令や自治体条例に基づき即日覆土、中間覆土及び最終覆土が実施されていることから、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、管理された埋立処分場のデフォルト酸化率である 0.1 を採用する。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性については、一般廃棄物及び産業廃棄物とも、炭素含有率実測データ・ガス化率・メタン比率・好気分解補正係数（*MCF*）・酸化率の不確実性を実測データから計算される 95%信頼区間もしくは専門家判断により設定し、それぞれの不確実性を合成して評価する。

活動量の不確実性については、統計の誤差に関する情報が無く、具体的な根拠に基づく不確実性の設定が困難なため、表 7-2 のように専門家判断により不確実性を評価する。

廃棄物の種類別の不確実性評価の詳細は表 7-17 に記す。

表 7-17　管理処分場（5.A.1.）における廃棄物種類別の不確実性評価

項目		GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
			(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
一般廃棄物	食物くず	CH_4	-47%	+47%	-10%	+10%	-48%	+48%	炭素含有率実測データの 95%信頼区間、専門家判断によるガス化率・メタン比率の不確実性、2006 年 IPCC ガイドラインデフォルト値を用いる MCF・酸化率の不確実性を誤差伝播式により合成して排出係数の不確実性を算定（方法 1）。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	紙くず	CH_4	-47%	+47%	-10%	+10%	-48%	+48%			
	天然繊維くず	CH_4	-47%	+47%	-10%	+10%	-48%	+48%			
	木くず	CH_4	-47%	+47%	-10%	+10%	-48%	+48%			
	し尿処理・浄化槽汚泥	CH_4	-49%	+49%	-10%	+10%	-50%	+50%			
	津波堆積物	CH_4	-47%	+47%	-10%	+10%	-48%	+48%	算定対象は木くずを想定していることから、木くずの排出係数の不確実性を代用。		
産業廃棄物	食物くず	CH_4	-47%	+47%	-30%	+30%	-56%	+56%	方法 1 と同様。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	紙くず	CH_4	-47%	+47%	-30%	+30%	-56%	+56%			
	天然繊維くず	CH_4	-47%	+47%	-30%	+30%	-56%	+56%			
	木くず	CH_4	-47%	+47%	-30%	+30%	-56%	+56%			
	下水汚泥	CH_4	-49%	+49%	-5%	+5%	-49%	+49%	方法 1 と同様。炭素含有率の不確実性は専門家判断により設定。	専門家判断により設定した下水道統計の不確実性を適用。	
	浄水汚泥	CH_4	-51%	+51%	-5%	+10%	-51%	+52%	方法 1 と同様。	専門家判断により設定した水道統計の不確実性を適用。	
	製造業有機性汚泥	CH_4	-58%	+58%	-30%	+30%	-65%	+65%	方法 1 と同様。炭素含有率の不確実性は専門家判断により設定。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	
	動物のふん尿	CH_4	-51%	+51%	-30%	+30%	-59%	+59%	方法 1 と同様。炭素含有率の不確実性は 2006 年 IPCC ガイドラインの不確実性デフォルト値より設定。		
メタン回収量		CH_4	-10%	+10%	-10%	+10%	-14%	+14%	回収ガス中のメタン濃度を専門家判断により設定。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。

■　**時系列の一貫性**

排出量算定において一貫した方法を適用している。ただし一部の活動量について、1990～直近年度まで全ての年のデータが揃っていないものがあるため、活動量の記載で説明した方法を用い時系列的に一貫性を持つデータの構築を行っている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

生分解性炭素分のガス化率（*DOCf*）と好気分解補正係数（*MCF*）について、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を適用したため、時系列全体にわたって CH_4 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い、時系列全体にわたって排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

我が国独自のパラメータ設定等（例えば生分解性廃棄物の種類別のガス化率の設定、最終処分場における国独自の汚泥の半減期、など。）については長期的な改善を図ることとし、技術的観点から更なる検討を行う。

7.2.2. 非管理処分場（5.A.2.）

a）排出源カテゴリーの説明

我が国における埋立処分場は廃掃法に基づき適正な管理が行われているため、非管理処分場は存在しない。従って、当該排出源からの排出は「NO」と報告する。

7.2.3. その他の廃棄物処分場（5.A.3.）

7.2.3.1. 不適正処分（5.A.3.-）

a）排出源カテゴリーの説明

我が国では、廃掃法の規定に違反した廃棄物の処分を（具体的には、最終処分場ではない場所への廃棄物の投棄行為）を「不適正処分」と定義する。当該カテゴリーでは不適正処分として、不定期な事象である１）不法投棄、かつ２）発覚した事案を扱う。法律に基づく処理量と比べると、不適正処分された量の割合は非常に小さい。多くの不適正処分地は、2006年 IPCC ガイドラインに定義される管理処分場の条件を実態としておおむね満たしているが、法に基づく適正な管理が行われているわけではないことから、不適正処分に伴う CH_4 排出量は「その他（5.A.3.）」に報告する。

なお、不適正処分地では件数は非常に少ないながらも火災が発生しており、化石燃料起源の CO_2 が排出されている可能性があるが、実態は不明であることから、不適正処分地での火災に伴う排出量は「NE」として報告する。

b）方法論

■　算定方法

焼却されずに不適正処分された生分解可能な炭素分を含む廃棄物としては「木くず」及び「紙くず」があるが、紙くずの残存量は微量であることから、「木くず」のみを算定対象とする。

算定は「7.2.1. 管理処分場（5.A.1.）」と同様に国独自のパラメータを用いた FOD 法による算定を行う。焼却されずに不適正処分された木くずのうち、算定対象年度内に分解した量（乾燥ベース）に排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

表 7-8 に示す嫌気性埋立における産業廃棄物の木くずの排出係数（30 kg-CH_4/t）を用いる。

■　活動量

当該カテゴリーの活動量は、「7.2.1. 管理処分場（5.A.1.）」と同様の方法で、算定対象年度の不適正処分された木くずの分解量（乾燥ベース）を推計する。当該カテゴリーにおける活動量の推計に用いるパラメータは以下のとおり。

○　不適正処分量

1980 年度以降に不適正処分され処分場から除去されずに残っている廃棄物の量が、処分年度別の残存量（排出ベース）のデータとして、2003 年度以降、環境省環境再生・資源循環局

「不法投棄等産業廃棄物残量調査結果」により報告されている。なお、不適正処分された廃棄物の残存量の報告値は、不適正処分の新規発覚及び発覚後の除去等により、修正される場合がある。当該調査の「廃棄物の種類別残存件数と残存量」における木くず（建設系）の残存量に基づき、不適正処分場における廃棄物の残存量変化を考慮し、不適正処分された廃棄物の当初の量を表 7-18 のように復元する。

表 7-18　不適正処分された廃棄物の量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
木くず	kt (dry)	48.8	51.9	144.9	21.1	19.0	4.2	5.1	3.2	25.3	6.9	4.5	4.9	2.5	3.9	3.6

注）処分後に除去された木くず量を含む。ただし、現時点で未発覚の不適正処分された木くずの量は含まない。値は含水率を考慮し、乾燥ベースの量で表している。

○　**廃棄物中の含水率**

表 7-11 に示す管理処分場に埋め立てられる産業廃棄物の木くず中の含水率（45%）を適用する。

○　**埋立処分場の構造**

不適正処分された廃棄物からの CH_4 発生状況は不明のため、保守的にすべて嫌気性埋立と同様と見なす。

○　**半減期**

表 7-13 に示す埋立処分場における木くずの半減期（36 年）を適用する。

○　**分解遅延時間**

管理処分場（5.A.1.）と同様、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値（6 ヶ月）を適用する。

○　**算定対象年度の分解量（活動量）**

各算定対象年度中に分解された不適正処分の木くずの推計量を表 7-19 に示す。なお、分解量の推計では、不適正処分された木くずの除去があった場合、該当する量の分解は除去のあった年度以降は起こらないことを考慮している。

表 7-19　算定対象年度内に分解された不適正処分廃棄物の量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
木くず	kt (dry)	2.3	5.6	16.3	16.3	14.7	14.5	13.7	12.8	12.3	12.4	12.1	11.7	11.6	11.4	9.9

○　**埋立処分場における CH_4 回収量**

不適正処分地ではフレアリングや CH_4 回収が観察されないことから、当該カテゴリーでのフレアリング及び CH_4 回収量を「NO」と報告する。

○　**埋立処分場の覆土による CH_4 酸化率**

不適正処分の覆土による CH4 酸化率については、我が国の不適正処分事案における覆土の状況に関する資料等が得られないことから、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（0）を適用する。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　**不確実性**

排出係数、活動量共に 5.A.1 管理処分場と同様の方法を用いて不確実性評価を行う。不確実性評価の詳細は表 7-20 に記す。

表 7-20　不適正処分（5.A.3.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
不適正処分廃棄物	CH_4	-42%	+41%	-60%	+60%	-74%	+73%	算定対象は木くずを想定していることから、木くずの排出係数の不確実性を代用。	専門家判断により産業廃棄物統計の不確実性の 2 倍の値を設定。	誤差伝播式で合成。

■　**時系列の一貫性**

不適正処分に関する統計データが 2002 年以降しか入手できないことから、2001 年以前の活動量は推計により求めている。算定方法自体の一貫性は確保されている。

d）　QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e）　再計算

生分解性炭素分のガス化率（*DOCf*）について、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を適用したため、時系列全体にわたって CH_4 排出量の再計算を行った。また、不適正処分された廃棄物の除去、過去に処分された不適正処分廃棄物の発覚などに伴い、把握済みの過去の不適正処分残存量のデータが毎年更新される。過去の不適正処分廃棄物の残存量の変化に伴い、時系列全体にわたって排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）　今後の改善計画及び課題

我が国独自のパラメータ設定等については長期的な改善を図ることとし、技術的観点から更なる検討を行う。

7.3. 固形廃棄物の生物処理（5.B.）

本カテゴリーでは、固形廃棄物の生物処理に伴う CH_4 と N_2O を算定する。本排出源では我が国における廃棄物区分に準じ、表 7-21 に示す算定区分で排出量を推定する。

表 7-21　固形廃棄物の生物処理（5.B.）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象		処理方式	CH_4	N_2O
5.B.1. (7.3.1)	一般廃棄物	食物くず	コンポスト化	○	○
		紙くず			
		繊維くず			
		木くず（剪定枝）		○	○
	し尿、浄化槽汚泥			○	○
	産業廃棄物	食物くず（動植物性残さ、その他の食品廃棄物）		○	○
		下水汚泥		○	○
5.B.2. (7.3.2)	－		嫌気性消化	NE	NO

推計したこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量を表 7-22 に示す。2021 年度における当該排出源カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 319 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.03%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 35.9%の増加となっている。本カテゴリーの排出量の増加には、廃棄物の資源としての有効利用が増加したことが大きく寄与している。なお、本カテゴリーでは国独自の排出係数（排出ベース）を用いているが、コンポスト化される廃棄物の組成変化が乏しく、全体での IEF（乾燥ベース）には大きな経年変化が見られない（約 2.8 kg-CH_4/t［dry］及び約 0.78-0.79 kg-N_2O/t［dry］）。

表 7-22　固形廃棄物の生物処理（5.B.）から発生する温室効果ガス排出量

ガス	区分		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4	5.B.1. コンポスト化	一般廃棄物	kt-CH_4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
		し尿・浄化槽汚泥	kt-CH_4	NO	NO	NO	0.004	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		産業廃棄物	kt-CH_4	2.1	2.1	2.1	3.7	3.6	3.9	3.9	3.8	3.9	3.9	3.4	3.4	3.1	2.8	2.8
	5.B.2. バイオガス施設における嫌気性消化		kt-CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	合計		kt-CH_4	2.2	2.1	2.2	3.8	3.7	4.1	4.0	4.0	4.1	4.1	3.6	3.6	3.3	3.0	3.0
			kt-CO_2 換算	54	53	54	95	93	101	100	100	102	103	90	89	82	74	74
N_2O	5.B.1. コンポスト化	一般廃棄物	kt-N_2O	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
		し尿・浄化槽汚泥	kt-N_2O	NO	NO	NO	0.001	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		産業廃棄物	kt-N_2O	0.59	0.59	0.59	1.05	1.00	1.10	1.09	1.08	1.10	1.11	0.96	0.95	0.88	0.79	0.79
	5.B.2. バイオガス施設における嫌気性消化		kt-N_2O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計		kt-N_2O	0.61	0.60	0.61	1.07	1.04	1.14	1.12	1.12	1.14	1.15	1.00	0.99	0.92	0.83	0.82
			kt-CO_2 換算	181	179	181	319	309	338	335	333	340	343	298	296	274	247	245
合計			kt-CO_2 換算	235	233	235	414	402	440	435	433	441	446	388	385	356	321	319

7.3.1. コンポスト化（5.B.1）

a） 排出源カテゴリーの説明

我が国で発生する一般廃棄物及び産業廃棄物の一部はコンポスト化されており、その過程で発生する CH_4、N_2O がコンポスト化設備から排出されている。なお、動物のふん尿のコンポスト化からの排出は農業分野の「5.3. 家畜排せつ物の管理（3.B）」において報告している。

b） 方法論

■　算定方法

我が国の統計情報から把握したコンポスト化された有機性廃棄物の量に、国独自の排出係数を乗じて算定する。算定方法は CH_4、N_2O で同様である。

$$E = \sum_i EF_i \times A_i$$

E　：有機性廃棄物のコンポスト化に伴う CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］
EF_i　：有機性廃棄物 i の排出係数（排出ベース）［kg-CH_4/t］、［kg-N_2O/t］
A_i　：有機性廃棄物 i のコンポスト化量（排出ベース）［t］

■　排出係数

環境省（2018a）により得られた実測調査（9 施設における夏季及び冬季調査）に基づく国独自の排出係数を適用する（環境省、2018b）。

表 7-23　コンポスト化（5.B.1）で適用する排出係数（排出ベース）

算定対象		CH_4 排出係数［kg-CH_4/t］	N_2O 排出係数［kg-N_2O/t］	備考
一般廃棄物	木くず（剪定枝）	0.35	0.0015	堆肥化されにくい有機物
	食物くず	0.96	0.27	堆肥化されやすい有機物
	紙くず			
	繊維くず			
し尿、浄化槽汚泥				
産業廃棄物	食物くず（動植物性残さ、その他の食品廃棄物）			
	下水汚泥			

（注）実測調査を行ったコンポスト化施設では、それぞれ処理対象とする主要な廃棄物種類が異なっている。施設別に排出係数を比較した場合、厨芥類やし尿・浄化槽汚泥、下水汚泥を主要な処理対象とする施設と比較して剪定枝のみを処理対象とする施設の排出係数が低く観測された。剪定枝のみを処理対象とする施設での調査は 1 施設ではあるが、汚泥や生ごみ等よりも明らかに低い剪定枝の分解性を考慮し、専門家判断により剪定枝のみの処理過程で発生する CH_4 及び N_2O 排出量の低さを有意なものとみなした。環境省（2018b）はこれら実測調査の結果に基づき表 7-23 のようにコンポスト化（5.B.1）で適用する排出係数を堆肥化されにくい有機物と堆肥化されやすい有機物に分けて CH_4 及び N_2O 排出係数を設定した。

我が国のコンポスト化施設では、好気性に保つように定期的に発酵廃棄物の切り替えしや発酵槽の下部からの通気を行っていることから、CH_4 の排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値よりも小さな値となっている。

■　活動量

コンポスト化にかかる活動量の出典を表 7-24 に示す。

表 7-24　コンポスト化（5.B.1）で用いる活動量の出典

算定対象		活動量の出典	備考
一般廃棄物	食物くず	環境省「日本の廃棄物処理」 環境省「循環利用量調査報告書」	環境省「日本の廃棄物処理」に示されるごみ堆肥化施設に投入される一般廃棄物量に、環境省「循環利用量調査報告書」に示される高速堆肥化施設に投入される一般廃棄物のごみ組成割合を乗じて廃棄物組成別に活動量を求める。
	紙くず		
	繊維くず		
	木くず（剪定枝）		
し尿、浄化槽汚泥		環境省「日本の廃棄物処理」	－
産業廃棄物	食物くず（動植物性残さ、その他の食品廃棄物）	環境省「廃棄物統計の精度向上及び迅速化のための検討調査報告書」	以下のものを含む。 ・食品・飲料製造業起源の動植物性残さ。 ・上記以外の食品廃棄物（有償分含む）。この区分は廃掃法上産業廃棄物に該当しないが、発生源・性状を考慮し、産業廃棄物に含めて報告する。
	副資材（木くず等）	専門家判断	食品廃棄物に対して 30%の添加割合を乗じて推計。添加割合は環境省「循環利用量調査報告書」を参考に専門家判断。
	下水汚泥	（公社）日本下水道協会「下水道統計」	－
	副資材（木くず等）	国交省提供データ	

得られた活動量（排出ベース）を表 7-25 に示す。

表 7-25　コンポスト化される廃棄物の量（活動量：排出ベース）

項目		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般廃棄物	食物くず	kt (wet)	35	20	29	66	117	120	121	115	122	134	141	133	131	122	115
	紙くず	kt (wet)	28	16	23	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	繊維くず	kt (wet)	3	2	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	木くず	kt (wet)	8	5	4	33	48	40	45	60	60	85	84	83	75	73	69
	合計	kt (wet)	74	42	58	99	165	160	166	175	182	219	225	216	206	195	184
し尿・浄化槽汚泥		kt (wet)	NO	NO	NO	4	17	21	19	25	35	30	21	21	23	22	23
産業廃棄物	食物くず	kt (wet)	2,063	2,063	2,063	3,747	3,564	3,920	3,883	3,861	3,923	3,973	3,439	3,417	3,164	2,849	2,834
	下水汚泥	kt (wet)	118	126	135	147	144	145	136	139	140	129	105	103	84	77	77
	合計	kt (wet)	2,180	2,189	2,198	3,894	3,708	4,065	4,019	4,000	4,063	4,102	3,543	3,520	3,249	2,925	2,911

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は排出係数調査(環境省、2018a)に基づき設定する。活動量の不確実性については、活動量の多くを有価発生物が占めることから、専門家判断により、表 7-2 に示される有価発生物データの不確実性を適用する。不確実性評価の詳細は表 7-26 に記す。

表 7-26　コンポスト化（5.B.1）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
コンポスト化	CH_4	-79%	+79%	-30%	+30%	-84%	+84%	環境省（2018a)に基づき不確実性を設定。	専門家判断により設定した活動量の多くを有価発生物が占めることから、有価発生物データの不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-167%	+167%	-30%	+30%	-170%	+170%			

■　時系列の一貫性

産業廃棄物の動植物性残さ及び食品廃棄物のコンポスト量（有償分含む）の 1990～2000 年度データが得られないため、2001 年度データを代用する。下水汚泥コンポスト化施設で下水汚泥に添加される木くず等の副資材量の 1990～1995 年度データが得られないため、1996 年度の当該副資材の添加比率を 1990～1995 年度の下水汚泥投入量に乗じて推計する。このため、算定方法自体の一貫性は確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

統計データの更新に伴い 2020 年度の排出量の再計算を行った。詳細は「7.1.5. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

業務用・家庭用の生ゴミ処理機からの排出（短期間での排出把握は困難なため、中長期的な取り組み課題として整理）を検討する。

7.3.2. バイオガス施設における嫌気性消化（5.B.2.）

a） 排出源カテゴリーの説明

■　我が国におけるバイオガス施設

我が国では、有機性廃棄物のバイオガス化施設として、「終末処理場における下水汚泥の嫌気性消化設備」、「一般廃棄物のメタンガス化施設」、「産業廃棄物のメタンガス化施設」がある。

○　終末処理場における下水汚泥の嫌気性消化設備

（社）日本下水道協会（2009）によると終末処理場の汚泥消化タンクでは、ガス漏れによる爆発の危険及び臭気の発生を防ぐため気密な構造とすることとされている。また、未利用の消化ガスについては、安全及び地球温暖化防止の観点から必ず燃焼させることとされている。加えて、「7.5.1.1. 終末処理場（5.D.1.-）」では、汚泥処理プロセスにおける汚泥濃縮タンク及び脱水機室から大気中に放出される CH_4・N_2O 排出量を排出係数に含める形で算定しており、2006 年 IPCC ガイドラインで想定されるバイオガス化に伴い大気中に放出される CH_4 量を既に算定していることとなる。

○　一般廃棄物のメタンガス化施設

環境省（2008）によると終末処理場と同様、一般廃棄物のメタンガス化施設においても、メタン発酵設備は気密構造にすることとされている。また、非常時やメンテナンス等によりバイオガス設備にガスを供給できない場合は、余剰ガス燃焼装置によりバイオガスを燃焼して安全に放出することとされている。

○　産業廃棄物のメタンガス化施設

産業廃棄物のメタンガス化施設については、一般廃棄物のようなマニュアル・ガイドラインは無いが、事業者が施設を設置する際は、安全対策として気密構造が取られると考えられる。

■　排出量

我が国の一般廃棄物及び産業廃棄物のメタンガス化施設から CH_4 がわずかながら漏出している。製造されるバイオガスの漏洩率を 2%（排出実態を考慮）、バイオガス中の CH_4 濃度を 60%（（一社）地域資源循環技術センター「バイオマス利活用技術情報データベース」）として漏出 CH_4 排出量を試算したところ、多い年でも 1.4kt-CO_2 換算であった。以上より、当該排出源からの CH_4 排出は別添 5 の図 A5-2 のデシジョンツリーに記される重要でないという意味での注釈記号「NE」と報告する。

当該排出源からの N_2O 排出量は 2006 年 IPCC ガイドラインに従い無視しうるとみなし、「NO」と報告する。

7.4. 廃棄物の焼却と野焼き（5.C.）

我が国では廃棄物の多くが焼却により減量化されている。廃棄物の焼却に伴う排出は表 7-27 のように分類され、このうち本カテゴリーでは「7.4.1. 廃棄物の焼却（エネルギー回収を伴わない）（5.C.1.）」及び「7.4.2. 廃棄物の野焼き（5.C.2.）」からの CO_2、CH_4、N_2O 排出量を報告する。

表 7-27　廃棄物の焼却及び野焼き（5.C）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象			CRF に報告する区分	処理方式		CO_2	CH_4	N_2O
5.C.1 (7.4.1)	一般廃棄物（7.4.1.1）	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	Non-biogenic/MSW	エネルギー回収を伴わない焼却	・焼却炉 -全連続燃焼式 -准連続燃焼式 -バッチ燃焼式 ・ガス化溶融炉	○	○2)	○2)
			バイオマスプラスチック	Biogenic/MSW			NA1)		
		ペットボトル	化石燃料起源ペットボトル	Non-biogenic/MSW			○		
			バイオ PET ボトル	Biogenic/MSW			NA1)		
		紙くず	化石燃料起源成分	Non-biogenic/MSW			○		
			生物起源成分	Biogenic/MSW			NA1)		
		紙おむつ	化石燃料起源成分	Non-biogenic/MSW			○		
			生物起源成分	Biogenic/MSW			NA1)		
		繊維くず	合成繊維くず	Non-biogenic/MSW			○		
			天然繊維くず	Biogenic/MSW			NA1)		
		その他（生物起源）		Biogenic/MSW			NA1)		
	産業廃棄物（7.4.1.2）	廃油	化石燃料起源の廃油	Non-biogenic/Fossil liquid waste		焼却炉	○	○	○
			動植物性廃油	Biogenic/Non-fossil liquid waste			NA1)	○	○
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Non-biogenic/ISW			○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biogenic/ISW			NA1)	IE3)	IE3)
		食物くず［動植物性残さ・動物の死体］		Biogenic/ISW			NA1)	○	○
		紙くず	化石燃料起源成分	Non-biogenic/ISW			○	IE4)	IE4)
			生物起源成分	Biogenic/ISW			NA1)	○	○
		木くず		Biogenic/ISW			NA1)	○	○
		繊維くず	合成繊維くず	-			IE3)	IE3)	IE3)
			天然繊維くず	Biogenic/ISW			NA1)	○	○
		汚泥	下水汚泥	Biogenic/Sludge		各種焼却方式 5)	NA1)	○	○
			下水汚泥以外	Biogenic/Sludge		焼却炉	NA1)	○	○
	産業廃棄物（7.4.1.3）特別管理	廃油	廃油（引火性）	Non-biogenic/Hazardous waste			○	○	○
			廃油（特定有害産業廃棄物）	Non-biogenic/Hazardous waste			○	○	○
		感染性廃棄物	プラスチック（化石燃料起源）	Non-biogenic/Clinical waste			○	○	○
			その他（プラスチック以外）	Biogenic/Clinical waste			NA1)	○	○
5.C.2 (7.4.2)	一般廃棄物（7.4.2.1）			-	野焼き		NO	NO	NO
	産業廃棄物（7.4.2.2）	廃プラスチック類（化石燃料起源）		Non-biogenic/ISW			○	○	○
		その他（生物起源）		Biogenic/ISW			NA1)	IE6)	IE6)

（注）

1)　2006 年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源の廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF の「Table 5.C」の「Biogenic」に報告する。

2)　対象の算定区分をまとめて焼却方式別に算定し、CRF の「Table 5.C」の「Non-biogenic/MSW」に報告する。

3)　産業廃棄物（ISW）の化石燃料起源プラスチックに含まれる。

4)　紙くず（生物起源成分）に含まれる。

5)　下水汚泥の焼却方式については 7.4.1.2. 節を参照のこと。

6)　産業廃棄物の野焼きに伴う CH_4 及び N_2O 排出量は「Non-biogenic/ISW」に全てまとめて報告する。

その他、廃棄物の焼却には、以下のような方法で廃棄物が原料あるいは燃料として使用される場合がある。

- 廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合（1.A.）（7.4.3.1. 節を参照のこと。）
- 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）（7.4.3.2. 節を参照のこと。）
- 廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合（1.A.）（7.4.3.3. 節を参照のこと）

これらに該当する排出源からの排出量は「7.4.3. 廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A.）」として、2006 年 IPCC ガイドラインに従いエネルギー分野（カテゴリー1）で報告する。エネルギー分野での報告カテゴリーの詳細は表 7-29 を参照のこと。

表 7-27、表 7-28 及び表 7-29 に記されたすべての算定区分は、重複計上・報告漏れを防ぐ目的でエネルギー利用の有無に関わらず一元的に排出量の算定を行い、NIR ではこれらの算定方法について本カテゴリーで説明する。

表 7-28　廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A.）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象			エネルギー分野での燃料種区分	処理方式		CO_2	CH_4	N_2O
1.A.4. (7.4.3.1)[7]	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels	焼却される際にエネルギーを回収	・焼却炉 -全連続燃焼式 -准連続燃焼式 -バッチ燃焼式 ・ガス化溶融炉	○	○[2]	○[2]
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]		
		ペットボトル	化石燃料起源ペットボトル	Other fossil fuels			○		
			バイオ PET ボトル	Biomass[8]			NA[1]		
		紙くず	化石燃料起源成分	Other fossil fuels[9]			○		
			生物起源成分	Biomass			NA[1]		
		紙おむつ	化石燃料起源成分	Other fossil fuels			○		
			生物起源成分	Biomass			NA[1]		
		繊維くず	合成繊維くず	Other fossil fuels			○		
			天然繊維くず	Biomass			NA[1]		
		その他（生物起源）		Biomass			NA[1]		
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	Other fossil fuels		焼却炉	○	○	○
			動植物性廃油	Biomass			NA[1]	○	○
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]	IE[3]	IE[3]
		食物くず［動植物性残さ・動物の死体］		Biomass			NA[1]	○	○
		紙くず	化石燃料起源成分	Other fossil fuels[9]			○	IE[4]	IE[4]
			生物起源成分	Biomass			NA[1]	○	○
		木くず（生物起源）		Biomass			NA[1]	○	○
		繊維くず	合成繊維くず	-			IE[3]	IE[3]	IE[3]
			天然繊維くず	Biomass			NA[1]	○	○
		汚泥	下水汚泥	-			NO	NO	NO
			下水汚泥以外	Biomass			NA[1]	○	○
	特別管理産業廃棄物			-			IE[5]	IE[5]	IE[5]
1.A.1./ 1.A.2./ 1.A.4. (7.4.3.2)[7]	一廃	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels	原燃料として直接利用		○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]	IE[3]	IE[3]
		ペットボトル		-			NO	NO	NO
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	Other fossil fuels			○	○	○
			動植物性廃油	Biomass			NA[1]	○	○
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass[8]			NA[1]	IE[3]	IE[3]
		木くず		Biomass			NA[1]	○	○
	廃タイヤ		化石燃料起源成分	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマス起源成分	Biomass[8]			NA[1]	IE[6]	IE[6]
1.A.1./ 1.A.2. (7.4.3.3)[7]	ごみ固形燃料（RDF）		化石燃料起源成分	Other fossil fuels	燃料に加工された後に利用		○	○	○
			生物起源成分	Biomass[8]			NA[1]	IE[6]	IE[6]
	ごみ固形燃料（RPF）		化石燃料起源成分	Other fossil fuels			○	○	○
			生物起源成分	Biomass[8]			NA[1]	IE[6]	IE[6]

（注）

1）　2006 年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源の廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF には燃料種「Biomass」として報告する。

2）　対象の算定区分をまとめて焼却方式別に算定し、CRF には燃料種「Other fossil fuels」として報告する。

3）　化石燃料起源プラスチックに含まれる。

4）　紙くず（生物起源成分）に含まれる。

5）　エネルギー回収を伴わない特別管理産業廃棄物の焼却に含まれる。

6）　化石燃料起源成分に含まれる。

7）　報告カテゴリーの詳細は表 7-29 を参照のこと。

8）　固形廃棄物等（プラスチック、廃タイヤ、RDF、RPF）に含まれる生物起源成分について、混合された固形廃棄物の熱量データを分離する妥当な方法がなく、エネルギー分野で報告する熱量ベースでの活動量は化石燃料起源成分から分離が困難なことから、「Other fossil fuels」に含めて IE として報告する。

9）　紙くずに含まれる化石燃料起源成分について、エネルギー分野で報告する熱量ベースでの活動量は生物起源成分から分離が困難なことから、「Biomass」に含めて IE として報告する。

表 7-29　廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A.）の排出量報告区分

処理方式	算定対象		原燃料利用の内訳	主な用途	エネルギー分野報告区分	CO_2 [2]	CH_4	N_2O
廃棄物が焼却される際にエネルギーを回収	一般廃棄物		（区分無し）	エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却	1.A.4.a. 業務	○	○	○
	産業廃棄物					○	○	○
廃棄物を原燃料として直接利用	一廃	プラスチック	油化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO[3]	NO[3]
			コークス炉化学原料	コークス原料利用	1.A.1.c. 固体燃料製造等	○	IE[4]	NO[5]
			ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE[6]	NE[6]
	産業廃棄物	廃油	（区分無し）	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
		廃プラスチック類	高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO[3]	NO[3]
			化学工業	ボイラー燃料	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			製紙業	ボイラー燃料	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○
			自動車製造業	ボイラー燃料	1.A.2.g. その他	○	○	○
			油化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE[6]	NE[6]
		木くず	（区分無し）	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	NA	○	○
	廃タイヤ		セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○
			ボイラー	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			製鉄	製鉄原燃料利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO[3]	NO[3]
			ガス化	製鉄所燃料	1.A.2.a. 鉄鋼	○	○	○
			金属精錬	金属精錬燃料利用	1.A.2.b. 非鉄金属	○	○	○
			タイヤメーカー	タイヤメーカー燃料利用	1.A.2c. 化学	○	○	○
			製紙	製紙工場燃料利用	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			発電	発電利用	1.A.4.a. 業務	○	○	○
廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料（RDF）		（区分無し）	一般燃料利用（発電含む）	1.A.2.g. その他 [1]	○	○	○
	ごみ固形燃料（RPF）		石油製品業	ボイラー燃料	1.A.1.b. 石油精製	○	○	○
			化学工業	ボイラー燃料	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			製紙業	製紙工場燃料利用	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			セメント製造業	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○

（注）

1）　自家利用以外の発電・熱供給分は 1.A.4.a.で報告すべきだが、現時点では実態を把握できていないため、1.A.2.g.に含めて報告する。

2）　2006 年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源成分の焼却に伴う CO_2 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF には燃料種「Biomass」として報告する。表 7-28 を参照のこと。

3）　鉄鋼業から発生する高炉ガスは全量回収される。

4）　同じ報告区分（1.A.1.c）における固体燃料に含まれる。

5）　コークス炉内は通常 1,000 度以上の還元雰囲気であり、N_2O は発生しない。

6）　主にアンモニア合成原料等を得る目的で使用されており、燃料として燃焼される割合は少ないと考えられるため、算定は行わない。

推定した廃棄物の焼却からの温室効果ガス排出量を表 7-30 に示す。2021 年度における廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）からの温室効果ガス排出量は 11,606 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 1.0%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 15.8%の減少となっている。

1990~1997 年度には、最終処分量の削減のために焼却による中間処理が増え、CO_2 排出量が増加した。2001 年度以降は、化石由来廃棄物の焼却による中間処理が廃棄物を原料あるいは燃料として利用することで代替され、当該排出源からの CO_2 排出量がエネルギー分野に移行し、廃棄物分野で報告する CO_2 排出量は減少した。（当該カテゴリーの CO_2 の IEFs はトレンドに大きな変化はなく、2.59～2.70［t-CO_2/t-廃棄物（排出ベース）］の範囲で推移する。）

一方、下水汚泥の焼却が 1990～1997 年度で増加したことに伴い、N_2O 排出量は当該期間に

増加している。2005 年度以降は、下水汚泥の高温焼却が普及し、N_2O 排出量は減少している。

表 7-30　廃棄物の焼却及び野焼き（5.C.）に伴う温室効果ガス排出量

ガス	区分			単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	5.C.1. 廃棄物の焼却	一般廃棄物	プラスチック[1]	kt-CO_2	3,981	3,973	4,067	2,385	1,638	2,038	2,122	1,753	1,927	1,283	1,267	1,548	1,606	1,677	1,613
			ペットボトル[1]	kt-CO_2	289	289	366	202	131	142	161	178	184	118	116	178	192	194	181
			紙くず[1]	kt-CO_2	590	610	588	488	426	449	451	420	436	287	253	320	311	336	331
			紙おむつ[1]	kt-CO_2	153	180	162	171	195	199	211	206	224	153	145	185	181	189	191
			合成繊維くず[1]	kt-CO_2	540	568	440	446	591	431	451	410	521	319	307	331	350	351	358
		産廃	廃油[1]	kt-CO_2	3,670	4,366	4,799	4,270	4,128	4,430	3,652	3,990	3,324	3,856	3,699	3,740	3,400	3,224	3,272
			廃プラスチック類[1]	kt-CO_2	2,131	4,539	4,380	4,332	3,785	3,447	3,942	3,391	3,770	3,708	3,884	3,960	3,754	2,994	2,960
			紙くず[1]	kt-CO_2	41	86	87	39	34	37	17	14	12	12	13	12	1	2	2
		特管産廃	廃油（引火性）[1]	kt-CO_2	698	1,036	1,526	1,402	1,143	784	796	782	692	816	652	772	930	912	909
			廃油（特定有害産業廃棄物）[1]	kt-CO_2	19	28	41	38	42	25	55	124	149	131	95	101	102	77	78
			感染性廃棄物（プラスチック）[1]	kt-CO_2	199	328	428	435	395	336	341	452	426	411	395	480	531	467	465
	5.C.2. 野焼き（産廃 廃プラスチック類）[1]			kt-CO_2	6.3	6.3	1.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
	合計			kt-CO_2	12,319	16,010	16,884	14,209	12,509	12,319	12,200	11,721	11,666	11,095	10,826	11,628	11,358	10,424	10,359
CH_4	5.C.1. 廃棄物の焼却	一般廃棄物[2]		kt-CH_4	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		産業廃棄物	廃油[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			廃プラスチック類[2]	kt-CH_4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			動植物性残さ・動物の死体[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			紙くず[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			木くず[3]	kt-CH_4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
			天然繊維くず[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			汚泥（下水汚泥・下水汚泥以外）[3]	kt-CH_4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		特管産廃	廃油（引火性）[1]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			廃油（特定有害産業廃棄物）[1]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			感染性廃棄物（プラスチック）[1]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			感染性廃棄物（プラスチック以外）[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.C.2. 野焼き（産業廃棄物）[2]			kt-CH_4	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計			kt-CH_4	1.1	1.2	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
				kt-CO_2 換算	28	29	21	18	12	11	12	10	10	9	10	11	10	9	9
N_2O	5.C.1. 廃棄物の焼却	一般廃棄物[2]		kt-N_2O	1.03	1.05	0.98	0.52	0.46	0.46	0.47	0.43	0.47	0.30	0.28	0.34	0.34	0.34	0.34
		産業廃棄物	廃油[2]	kt-N_2O	0.02	0.02	0.02	0.10	0.09	0.10	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.07	0.08
			廃プラスチック類[2]	kt-N_2O	0.15	0.32	0.31	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
			動植物性残さ・動物の死体[3]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
			紙くず[2]	kt-N_2O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
			木くず[3]	kt-N_2O	0.06	0.10	0.06	0.14	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07
			天然繊維くず[3]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			下水汚泥[3]	kt-N_2O	2.65	3.94	4.86	5.48	4.16	4.22	4.25	3.92	4.16	3.69	4.07	4.11	4.20	3.97	3.46
			下水汚泥以外の汚泥[3]	kt-N_2O	0.89	0.92	0.94	0.22	0.19	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16	0.18	0.17	0.17	0.15	0.15
		特管産廃	廃油（引火性）[1]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
			廃油（特定有害産業廃棄物）[1]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
			感染性廃棄物（プラスチック）[1]	kt-N_2O	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			感染性廃棄物（プラスチック以外）[3]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	5.C.2. 野焼き（産業廃棄物）[2]			kt-N_2O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	合計			kt-N_2O	4.83	6.40	7.23	6.59	5.08	5.11	5.15	4.77	5.03	4.40	4.78	4.88	4.94	4.68	4.16
				kt-CO_2 換算	1,438	1,908	2,156	1,963	1,515	1,523	1,535	1,423	1,498	1,312	1,423	1,453	1,473	1,395	1,239
合計				kt-CO_2 換算	13,785	17,947	19,061	16,190	14,035	13,853	13,747	13,154	13,174	12,416	12,259	13,091	12,841	11,828	11,606

（注）

1）化石燃料起源成分のみを含む

2）化石燃料起源成分及び生物起源成分を含む。

3）生物起源成分のみ含む。

生物起源の廃棄物（バイオマスプラスチック、動植物性廃油を含む）の焼却に伴う CO_2 排出量は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い総排出量には含めず参考値として算定し、CRF の「Table 5.C」の「Biogenic」に報告する。

参考情報として、エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量を含めた廃棄物の焼却からの温室効果ガス排出量を表 7-31 に示す。2021 年度におけるこの排出量は 30,925 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 2.6%を占める。1990 年度の排出量と比較すると 24.0%の増加となっている。

表 7-31　【参考値】廃棄物の焼却に伴い発生する全ての温室効果ガス排出量
エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う
廃棄物焼却からの排出量を含めた場合の排出量

ガス	区分				単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	5.C. 廃棄物の焼却及び野焼き（エネルギー回収を伴わない）[1]				kt-CO_2	12,319	16,010	16,884	14,209	12,509	12,319	12,200	11,721	11,666	11,095	10,826	11,628	11,358	10,424	10,359
	1.A. 燃料の燃焼	廃棄物が焼却される際にエネルギーを回収	一廃	プラスチック[1]	kt-CO_2	4,625	4,982	6,376	5,151	3,314	4,276	4,203	3,690	3,575	4,196	4,562	4,144	4,495	4,395	4,227
				ペットボトル[1]	kt-CO_2	336	363	573	436	264	298	318	375	342	386	418	476	537	509	475
				紙くず[1]	kt-CO_2	686	765	922	1,055	861	941	893	885	808	939	911	857	870	880	866
				紙おむつ[1]	kt-CO_2	178	226	253	369	395	417	417	434	415	502	522	494	507	496	500
				合成繊維くず[1]	kt-CO_2	627	713	689	964	1,196	905	894	862	967	1,045	1,106	887	980	920	938
			産廃	廃油[1]	kt-CO_2	21	30	28	109	176	105	152	175	169	176	117	123	134	133	135
				廃プラスチック類[1]	kt-CO_2	31	66	188	307	581	731	607	677	898	837	830	817	983	1,042	1,030
				紙くず[1]	kt-CO_2	0.1	0.7	1.0	0.6	2.1	5.6	1.6	1.7	1.4	1.3	1.2	1.0	0.0	0.2	0.2
		廃棄物を原燃料として直接利用	一廃	プラスチック[1]	kt-CO_2	NO	NO	94	522	465	476	239	233	270	259	273	224	228	219	206
			産廃	廃油[1]	kt-CO_2	3,592	4,193	4,150	5,215	4,778	4,952	4,796	4,592	5,015	4,678	4,680	5,079	5,328	4,996	5,059
				廃プラスチック類[1]	kt-CO_2	55	59	450	1,238	1,835	1,818	1,890	2,180	2,094	2,240	2,366	2,485	2,571	2,519	2,660
			廃タイヤ[1]		kt-CO_2	527	845	1,044	869	1,008	951	958	1,014	1,037	997	1,036	1,064	973	946	940
		廃棄物が燃料に加工された後に利用	RDF[1]		kt-CO_2	34	40	151	423	387	391	393	394	366	365	364	367	322	312	311
			RPF[1]		kt-CO_2	NO	11	46	684	1,171	1,274	1,342	1,317	1,354	1,445	1,461	1,478	1,451	1,410	1,501
	合計				kt-CO_2	23,031	28,304	31,850	31,550	28,942	29,860	29,304	28,552	28,977	29,161	29,474	30,125	30,739	29,202	29,206
CH_4	5.C. 廃棄物の焼却及び野焼き（エネルギー回収を伴わない）[2]				kt-CH_4	1.1	1.2	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
	1.A. 燃料の燃焼	廃棄物が焼却される際にエネルギーを回収	一般廃棄物[2]		kt-CH_4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
			産廃	廃油[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				廃プラスチック類[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				食物くず[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				紙くず[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				木くず[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				天然繊維くず[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				下水汚泥以外の汚泥[3]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		廃棄物を原燃料として直接利用	一廃	プラスチック[2]	kt-CH_4	NO	NO	0.0	0.0	0.0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
			産廃	廃油[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				廃プラスチック類[2]	kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
				木くず[3]	kt-CH_4	1.8	1.8	2.2	2.9	4.2	4.5	4.8	5.2	5.0	4.9	5.2	5.0	5.5	5.4	5.1
			廃タイヤ[2]		kt-CH_4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		廃棄物が燃料に加工された後に利用	RDF[2]		kt-CH_4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			RPF[2]		kt-CH_4	NO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計				kt-CH_4	3.5	3.6	3.8	4.0	5.0	5.3	5.6	6.1	5.8	5.7	6.1	5.9	6.4	6.2	5.9
					kt-CO_2 換算	86	89	95	99	126	133	141	152	145	143	152	149	159	156	149
N_2O	5.C. 廃棄物の焼却及び野焼き（エネルギー回収を伴わない）[2]				kt-N_2O	4.83	6.40	7.23	6.59	5.08	5.11	5.15	4.77	5.03	4.40	4.78	4.88	4.94	4.68	4.16
	1.A. 燃料の燃焼	廃棄物が焼却される際にエネルギーを回収	一般廃棄物[2]		kt-N_2O	1.19	1.32	1.53	1.13	0.93	0.97	0.93	0.91	0.86	0.99	1.00	0.92	0.94	0.89	0.88
			産廃	廃油[2]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				廃プラスチック類[2]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
				食物くず[3]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				紙くず[2]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				木くず[3]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
				天然繊維くず[3]	kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				下水汚泥以外の汚泥[3]	kt-N_2O	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
		廃棄物を原燃料として直接利用	一廃	プラスチック[2]	kt-N_2O	NO	NO	0.00	0.00	0.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
			産廃	廃油[2]	kt-N_2O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
				廃プラスチック類[2]	kt-N_2O	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
				木くず[3]	kt-N_2O	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
			廃タイヤ[2]		kt-N_2O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		廃棄物が燃料に加工された後に利用	RDF[2]		kt-N_2O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
			RPF[2]		kt-N_2O	NO	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	合計				kt-N_2O	6.10	7.80	8.87	7.84	6.18	6.26	6.27	5.90	6.10	5.60	5.99	6.02	6.11	5.80	5.27
					kt-CO_2 換算	1,817	2,323	2,644	2,336	1,842	1,866	1,869	1,758	1,817	1,669	1,786	1,793	1,820	1,729	1,570
合計					kt-CO_2 換算	24,934	30,716	34,589	33,985	30,910	31,859	31,314	30,462	30,940	30,973	31,412	32,066	32,718	31,086	30,925

（注）

1）化石燃料起源成分のみを含む。

2）化石燃料起源成分及び生物起源成分を含む。

3）生物起源成分のみ含む。

7.4.1. 廃棄物の焼却（エネルギー回収を伴わない）（5.C.1.）

7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、施設外に電気もしくは熱を供給しない一般廃棄物の焼却に伴う排出の算定・報告を行う。CO_2 排出量は表 7-27 のように廃棄物の種類に応じて「Biogenic, Municipal solid waste (MSW)」、「Non-biogenic, Municipal solid waste」に報告する。CH_4 排出量、N_2O 排出量は焼却される炉種ごとに排出量を計算するが、この際用いる一般廃棄物の焼却データでは生物起源廃棄物と非生物起源廃棄物を区分できないことから、生物起源分も含めた全排出量を「Non-biogenic, Municipal solid waste」にまとめて報告する。

b） 方法論

1） CO_2

■　算定方法

当該排出源から排出される CO_2 については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Volume 5, Page 5.9, Fig 5.1）に従い、我が国独自のデータを用いた排出係数と焼却量（乾燥ベース）及びエネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合を用いて排出量を算定する。ここでは化石燃料起源の廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出量を算定するため、一般廃棄物中のペットボトル、ペットボトル以外のプラスチック（以下、「プラスチック」。）、合成繊維くず、紙くず、紙おむつの化石燃料起源成分を算定対象とする [2]。

$$E = \sum_i EF_i \times A_i \times (1 - R)$$

E　：一般廃棄物 i の焼却に伴う CO_2 排出量［kg-CO_2］
EF_i　：廃棄物 i の焼却に伴う排出係数（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
A_i　：廃棄物 i の焼却量（乾燥ベース）［t］
R　：エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

■　排出係数

○　計算式

2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に従い、以下のように算定する。

$$EF_i = CF_i \times FCF_i \times OF \times 44/12$$

EF_i　：廃棄物 i の焼却に伴う排出係数（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
CF_i　：廃棄物 i 中の炭素含有率（乾燥ベース）［%］
FCF_i　：廃棄物 i 中の炭素の化石燃料起源割合［%］
OF　：酸化率［%］

○　炭素含有率（*CF*）

一般廃棄物の廃棄物種類別の炭素含有率は、下表の値を用いる。

[2] 食物くず、紙くずの生物起源成分、天然繊維くず、木くず、バイオマスプラスチック類の焼却による CO_2 排出量は、「Biogenic Municipal solid waste」に参考値として報告している。排出量の算定方法は化石燃料起源廃棄物の焼却に伴う排出と同様である。

表 7-32　一般廃棄物組成別の炭素含有率（*CF*：乾燥ベース）

項目	炭素含有率	出典
プラスチック	76.8 %	国内 14 都市における一般廃棄物中のプラスチック素材組成及び素材別炭素含有率の調査に基づく（環境省、2020b）
ペットボトル	62.1 %	国内 10 都市の実測調査結果の平均値（環境省、2020b）
合成繊維くず	63.0 %	合成繊維種類ごとの炭素含有率を消費量で加重平均（環境省、2006b）
紙くず	40.8 %	国内 14 都市の実測調査結果の平均（環境省、2020b）
紙おむつ	56.0 %	（一社）日本衛生材料工業連合会ヒアリング結果に基づき推計（環境省、2021）

○　廃棄物中の炭素の化石燃料起源割合（*FCF*）

【合成繊維くず、紙くず、紙おむつ】

一般廃棄物中の合成繊維くず及び紙くず、紙おむつ中の炭素の化石燃料起源割合は、下表の値を用いる。

表 7-33 一般廃棄物中の合成繊維くず、紙くず及び紙おむつ中の炭素の化石燃料起源割合（*FCF*）

項目	炭素の化石燃料起源割合	出典
合成繊維くず	100%	専門家判断によりすべて化石燃料起源とみなす。
紙くず	9.6%	加速器質量分析を用いた ^{14}C 法による現有炭素濃度（pMC）の測定（ASTM D6866）に基づく（環境省、2020b）。
紙おむつ	59%	（一社）日本衛生材料工業連合会ヒアリング結果に基づき推計（環境省、2021）。

（注）焼却される紙くず中の化石燃料起源炭素は、紙の製造時に添加される填料・顔料・紙力増強剤等の添加剤や紙を二次加工する際に付加される接着剤・インク・ラミネート等の付加物質に由来する。

【プラスチック及びペットボトル】

プラスチック及びペットボトルの化石燃料起源割合は、これらに含まれるバイオマスプラスチック類の含有量を基に推計する。なおバイオマスプラスチック類とは、バイオマスを原料とするプラスチックの総称で、複合プラスチック、プラスチック様素材などを含んでいる。一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル及び産業廃棄物廃プラスチック類の化石燃料起源割合は以下の式で求める。

$$FCF_i(T) = 1 - \frac{BPW_i(T)}{PW_i(T)}$$

$FCF_i(T)$　：*T* 年度のプラスチック *i*（一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル、産業廃棄物廃プラスチック類）の化石燃料起源割合［%］

$BPW_i(T)$　：*T* 年度のプラスチック *i*（一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル、産業廃棄物廃プラスチック類）中のバイオマス起源成分量［ t（dry）］

$PW_i(T)$　：*T* 年度のプラスチック *i*（一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル、産業廃棄物廃プラスチック類）の排出量（付着物を除く）［ t（dry）］

T 年度の一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル及び産業廃棄物廃プラスチック類の排出量（$PW_i(T)$）は環境省「循環利用量調査報告書」の値を用いる。*T* 年度に廃棄される一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル及び産業廃棄物廃プラスチック類のバイオマス起源成分量（$BPW_i(T)$）はそれぞれ以下の式で求める。

$$BPW_i(T) = \sum_t^T \sum_j (BP_{j,t} \times DP_{j,t} \times B_j \times W_{i,j,t}(T) \times DW_i(T))$$

$BP_{j,t}$　：*t* 年度におけるバイオマスプラスチック類製品 *j* の生産量［t（dry）］

$DP_{j,t}$　：t 年度におけるバイオマスプラスチック類製品 j の国内出荷割合［%］
B_j　：バイオマスプラスチック類製品 j のバイオマス起源成分重量割合［%］
$W_{i,j,t}(T)$　：t 年度に生産されたバイオマスプラスチック類製品 j が製品の使用に伴い T 年度にプラスチック i（一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル、産業廃棄物廃プラスチック類）として廃棄される割合［%］
$DW_i(T)$　：プラスチック i（一般廃棄物プラスチック、一般廃棄物ペットボトル、産業廃棄物廃プラスチック類）が T 年度に国内処理される割合［%］

バイオマスプラスチック類製品の生産量（$BP_{j,t}$）、国内出荷割合（$DP_{j,t}$）、バイオマス成分重量割合（B_i）は、日本バイオマス製品推進協議会及び日本バイオプラスチック協会による調査より把握する。なお、当該調査では、最終商品としてのバイオマスプラスチック類製品をバイオマスプラスチック類の種類別（バイオ PE、バイオ PET、ポリ乳酸、等）・用途別（包装資材、容器、日用品、液晶機器、等）に分類している。

同調査では中間製品としてのバイオマスプラスチック類樹脂（バイオ PE、バイオ PET、ポリ乳酸）の供給量も把握している。このバイオマスプラスチック類樹脂の供給量から樹脂別に上述の把握済み最終製品に含まれるバイオマスプラスチック類樹脂量を減じ、同調査では未把握となっている最終製品量（BP）を樹脂量として推計する。未把握の最終製品の国内出荷割合（DP）及びバイオマス起源成分重量割合（B）は専門家判断により設定する。

なお、我が国で普及するバイオマスプラスチック類樹脂のうちペットボトル用途に含まれるバイオ PET 樹脂の一部は、最終製品の使用後に回収・マテリアルリサイクルされ、再び最終商品（ボトル、日用品）となった後に廃棄・焼却されている。このような状況を踏まえ、一般廃棄物ペットボトルのバイオマス起源成分量（$BPW_{MSW\ PET\ bottles}(T)$）については、一次利用された後のバイオ PET 廃棄量に加え、マテリアルリサイクルされた後に廃棄されるバイオ PET 樹脂量も考慮し設定する。マテリアルリサイクル由来のバイオ PET 樹脂量は PET ボトルリサイクル推進協議会「PET ボトル年次報告書」にあるペットボトルのマテリアルリサイクルデータを考慮して推計する。

一般廃棄物として廃棄される割合 $W_{i,j,t}(T)$は専門家判断に基づき推計する。

一般廃棄物プラスチック及び産業廃棄物廃プラスチック類が T 年度に国内処理される割合（$DW_i(T)$）は、ペットボトル以外の製品については輸出する割合が不明なため、100%とする。ペットボトルについては、PET ボトルリサイクル推進協議会「PET ボトル年次報告書」より求める（表 7-34）。

表 7-34　廃プラスチック類が国内処理される割合（DW）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
プラスチック（一般廃棄物）	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ペットボトル（一般廃棄物）	%	48.6	48.6	48.6	48.6	47.5	50.9	51.6	57.1	52.0	54.4	59.6	61.7	62.8	69.0	74.6
廃プラスチック類（産業廃棄物）	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

以上より得られるプラスチックの化石燃料起源割合を表 7-35 に記す。

表 7-35　廃プラスチック類の化石燃料起源割合（FCF）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
プラスチック（一般廃棄物）	%	100.0	100.0	100.0	99.6	99.4	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	99.0	99.0	98.6	98.1	97.5
ペットボトル（一般廃棄物）	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.8	99.8	99.7	99.7	99.7	99.7	99.6	99.6
廃プラスチック類（産業廃棄物）	%	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.7	99.7	99.6	99.6	99.6	99.8	99.9	99.9	99.9	99.8

○　酸化率

我が国の実態を考慮し、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値の 100%を採用する。

○　排出係数

以上の計算より得られた排出係数を表 7-36 に記す。

表 7-36　一般廃棄物の焼却に関する化石燃料起源の CO_2 排出係数（乾燥ベース）

項目	単位	排出係数	備考
プラスチック	kg-CO_2/t	2,816	*FCF*=1 の場合
ペットボトル	kg-CO_2/t	2,277	
合成繊維くず	kg-CO_2/t	2,310	－
紙くず	kg-CO_2/t	144	－
紙おむつ	kg-CO_2/t	1,220	－

■　活動量

活動量推計の基本情報として、環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示されたプラスチック、プラスチックから区別されたペットボトル、繊維くず及び紙くずの焼却量の値を用いる。ここで報告されるプラスチック及びペットボトルの焼却量には、潜在的にバイオマスプラスチックが含まれている。活動量推計の詳細は以下のとおり。

○　プラスチック、ペットボトル

一般廃棄物のプラスチック及びペットボトルの焼却に伴う CO_2 排出の活動量（乾燥ベース）は、次式で求める。

$$A_i = MSW_i \times (1 - u_i) \times (1 - F_{impurity,i})$$

A_i　：一般廃棄物プラスチック又はペットボトル焼却の活動量（乾燥ベース）［t（dry）］
MSW_i　：一般廃棄物プラスチック又はペットボトルの焼却量（排出ベース）［t（wet）］
u_i　：一般廃棄物プラスチック又はペットボトルの含水率［%］
$F_{impurity,\ i}$　：一般廃棄物プラスチック又はペットボトルに付着する異物の割合（付着物割合）［%］

【含水率（u）】

ペットボトル（一般廃棄物）及びペットボトル以外のプラスチック（一般廃棄物）中のプラスチックの含水率は下表の値を用いる。

表 7-37　一般廃棄物プラスチック及びペットボトルの含水率

項目	含水率	出典
プラスチック	26.1%	13 都市での測定結果に基づく（環境省、2020b）
ペットボトル	8.4%	9 都市での測定結果に基づく（環境省、2020b）

【付着物割合（$F_{impurity}$）】

一般廃棄物組成調査時にプラスチックとして分類されるものに、異物（食品などの生物由来廃棄物）が残留し付着している場合が多い。この付着した異物をプラスチック焼却量から除いたものを活動量とする。プラスチックの付着物割合は下表の値を用いる。

表 7-38　一般廃棄物プラスチック及びペットボトルの付着物割合

項目	付着物割合	出典
プラスチック	11.9%	国内 14 都市での測定結果に基づく（環境省、2020b）
ペットボトル	0%	専門家判断（環境省、2020b）

○　合成繊維くず

一般廃棄物の合成繊維くずの活動量は、一般廃棄物の繊維くず焼却量（排出ベース）に、繊維くず中の合成繊維くず割合を乗じ、繊維くずの含水量（含水率 20%。表 7-11 を参照のこと。）を差し引いて乾燥ベースの焼却量に変換して求める。

$$A_{textiles} = MSW_{textiles} \times (1 - u_{textiles}) \times F_{synthetic}$$

$A_{textiles}$　：合成繊維くず焼却の活動量（乾燥ベース）［t（dry）］
$MSW_{textiles}$　：一般廃棄物の繊維くず焼却量（排出ベース）［t（wet）］
$u_{textiles}$　：繊維くずの含水率［%］
$F_{synthetic}$　：繊維くず中の合成繊維割合［%］

【繊維くず中の合成繊維くず割合（$F_{synthetic}$）】

一般廃棄物中の繊維くず中の合成繊維くず割合は、繊維別のファイバーベース最終消費量（日本化学繊維協会提供データ）を用いて設定する。

$$F_{synthetic} = (C_{synthetic} + 0.4 \times C_{semisynthetic}) / C_{total\ fiber}$$

$C_{synthetic}$　：合成繊維最終消費量（乾燥ベース）［t（dry）］
$C_{semiynthetic}$　：半合成繊維最終消費量（乾燥ベース）［t（dry）］
$C_{total\ fiber}$　：繊維最終消費量（乾燥ベース）［t（dry）］

（注）国内市場における半合成繊維の大半は酢酸セルロースを材料とするアセテート繊維であり、半合成繊維における合成繊維重量割合は専門家判断により 40%とする。

表 7-39　繊維くず中の合成繊維くずの割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合成繊維くず割合	%	52.2	52.9	55.3	54.4	59.4	62.0	62.2	62.9	65.3	63.9	65.6	64.5	63.6	61.3	63.3

○　紙くず

一般廃棄物の紙くずの活動量は、一般廃棄物の紙くず焼却量（排出ベース）に、紙くずの含水量（含水率 20%。表 7-11 を参照のこと。）を差し引いて乾燥ベースの焼却量に変換して求める。なお、環境省「循環利用量調査報告書」における紙くずの項目には紙おむつが含まれているため、紙おむつの活動量を一般廃棄物の紙くず焼却量から控除することで、紙くずの活動量とする。

$$A_{paper} = MSW_{paper} \times (1 - u_{paper}) - A_{nappy}$$

A_{paper}　：紙くず焼却の活動量（乾燥ベース）［t（dry）］
MSW_{paper}　：紙くず焼却量（排出ベース）［t（wet）］
u_{paper}　：紙くずの含水率［%］
A_{nappy}　：紙おむつ焼却の活動量（乾燥ベース）［t（dry）］

○　紙おむつ

紙おむつは一般廃棄物において紙くずあるいは繊維くずの一部として分類されるが、その焼却量は不明である。

【2004 年度以前】

2004 年度以前については、専門家判断に基づき紙おむつの焼却量は排出年度における国内生産量の全量とみなす。

紙おむつの国内生産量は、（一社）日本衛生材料工業連合会「日衛連 NEWS」に掲載される紙おむつの生産量（大人用、乳幼児用の合計値：乾燥ベース）より求める。

【2005 年度以降】

2005 年度以降については、紙おむつの焼却の活動量は紙おむつ消費量として、環境省（2020a）に基づき以下の式で推計する。

$$A_{nappy} = \sum_i WT_i \times N_i \times PN_i \times 365/10^6$$

A_{nappy}　：紙おむつ焼却の活動量（紙おむつの消費量：乾燥ベース）［t（dry）］
WT_i　：1 枚あたりの紙おむつ i（大人用、子供用）の重量（乾燥ベース）［g（dry）］
N_i　：1 人 1 日あたりの紙おむつ i（大人用、子供用）の消費量［枚／人・日］
PN_i　：紙おむつ i（大人用、子供用）の消費者数［人］

各パラメータの詳細を次表に示す。

表 7-40　紙おむつ消費量の推計に用いるパラメータ

項目	用途	数量	出典
1 枚あたりの紙おむつの重量（*WT*）	大人用	292g （アウター84g×1、パッド 52g×4）	環境省（2020）
	子供用	30g	
1 人 1 日あたりの紙おむつの消費量（*N*）	大人用	1 枚（アウター1 枚、パッド 4 枚）／人・日	
	子供用	5 枚／人・日	
紙おむつの利用者数（*PN*）	大人用	$PN_{adult} = \sum_a P_a \times (PS_{\frac{1}{2},a} \times 0.2 + PC_{\frac{1}{2},a} \times 0.64)$ P_a　：年齢層 a の人口 $PS_{1/2、a}$　：年齢層 a における要支援 1~2 認定者割合 $PC_{1/2、a}$　：年齢層 a における要介護 1~2 認定者割合	推計式：環境省（2020a） P_a ：総務省「人口推計」 $PS_{1/2,a}$、$PC_{1/2,a}$：厚生労働省「介護保険事業状況報告」
	子供用	$PN_{child} = P_{0-3} \times 0.9$ P_{0-3}　：0~3 歳の人口	

○　**活動量**

以上の計算より得られる活動量を表 7-41 に記す。

表 7-41　CO_2 排出量の計算に使用する一般廃棄物の活動量（乾燥ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
プラスチック	kt (dry)	3,056	3,180	3,708	2,686	1,769	2,254	2,261	1,949	1,971	1,964	2,091	2,042	2,197	2,198	2,127
ペットボトル	kt (dry)	275	286	412	280	173	193	211	244	232	222	236	288	321	310	290
合成繊維くず	kt (dry)	505	555	489	610	774	579	582	551	644	591	612	528	576	550	561
紙くず	kt (dry)	8,885	9,583	10,523	10,751	8,964	9,682	9,366	9,092	8,662	8,541	8,106	8,204	8,224	8,471	8,335
紙おむつ	kt (dry)	272	333	340	442	483	505	515	525	524	537	546	556	564	562	566

■　**エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合**

エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合とは、施設外に電気もしくは熱を供給する一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合であり、「一般廃棄物処理実態調査」より把握する。

表 7-42　エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
場外での発電・熱利用あり	%	53.7	55.6	61.1	68.4	66.9	67.7	66.4	67.8	65.0	76.6	78.3	72.8	73.7	72.4	72.4
場外での発電・熱利用なし	%	46.3	44.4	38.9	31.6	33.1	32.3	33.6	32.2	35.0	23.4	21.7	27.2	26.3	27.6	27.6

2）CH_4

■　**算定方法**

該当排出源である焼却炉とガス化溶融炉からの CH_4 排出量について算定する。

焼却炉からの CH_4 排出量は、燃焼方式別の一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、各々定めた排出係数を乗じ算定する。ガス化溶融炉からの CH_4 排出量は、ガス化溶融炉での一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、排出係数を乗じ算定する。

これら算定した排出量について、エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設からの排出量

を差し引いて、廃棄物分野で計上する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i) \times (1 - R)$$

E　：一般廃棄物の焼却に伴う CH_4 排出量［kg-CH_4］
EF_i　：燃焼方式 i（あるいは炉種 i）の排出係数（排出ベース）［kg-CH_4/t］
A_i　：燃焼方式 i（あるいは炉種 i）の焼却量（排出ベース）［t］
R　：エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

■　排出係数

○　焼却炉

我が国の焼却炉は 1990 年後半から 2000 年代前半にかけてダイオキシン類削減対策のため施設の更新・改修が行われたため、2000 年度以降に対策が施された施設は、それ以前の施設に比べ CH_4 排出係数の改善が認められる（環境省、2010）との専門家判断により、焼却炉の炉種別（ストーカ炉、流動床炉）・燃焼方式別（全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式）の CH_4 排出係数は、2001 年度以前（環境省、2006b）と、2002 年度以降（環境省、2010）において設定した値を用いる。採用した排出係数はいずれも実測調査に基づいている。

活動量は燃焼方式ごとの焼却量を使用するため、排出係数は環境省「日本の廃棄物処理」から算出した各年度の炉種別焼却量の比率で加重平均をおこない、燃焼方式（全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式）ごとに推計する。これら CH_4 排出係数は大気中の CH_4 濃度を考慮した補正は行っていない。

○　ガス化溶融炉

炉種（シャフト式、流動床式、ロータリー式）ごとに設定した排出係数を用いる（環境省、2010）。ただし、活動量はガス化溶融炉での総焼却量を使用するため、排出係数は各年度の炉種別焼却量の比率で加重平均を行い、推計する。

表 7-43　燃焼方式別 CH_4 排出係数（一般廃棄物）

焼却方式	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全連続燃焼式焼却炉	g-CH_4/t	8.2	8.2	8.3	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
准連続燃焼式焼却炉	g-CH_4/t	69.6	69.6	75.1	19.9	20.9	21.1	20.9	21.1	20.7	20.4	20.5	20.9	20.5	20.9	20.9
バッチ燃焼式焼却炉	g-CH_4/t	80.5	80.5	84.1	13.2	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0
ガス化溶融炉	g-CH_4/t	NA	NA	5.6	6.9	7.0	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8

（出典）環境省（2000）、環境省（2010）、環境省「日本の廃棄物処理」、石川県他（1991-1997）、大気環境学会（1996）、上野他（1992）

■　活動量

焼却炉及びガス化溶融炉における CH_4 排出の活動量は、環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示された一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、環境省「日本の廃棄物処理」から算出した焼却炉の各燃焼方式あるいはガス化溶融炉の焼却比率を乗じて推計する。

表 7-44　燃焼方式別の一般廃棄物焼却量（活動量）

焼却方式	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全連続燃焼式焼却炉	kt (wet)	26,215	29,716	32,749	32,246	27,603	28,702	28,246	27,360	27,364	26,961	26,883	26,877	27,266	26,344	25,931
准連続燃焼式焼却炉	kt (wet)	4,810	5,455	5,882	4,047	2,968	2,849	2,827	2,524	2,349	2,164	2,072	1,894	1,849	1,760	1,732
バッチ燃焼式焼却炉	kt (wet)	5,643	4,328	3,131	1,562	1,078	1,061	970	867	842	744	693	660	625	589	580
ガス化溶融炉	kt (wet)	NO	NO	370	2,397	3,605	4,122	4,098	4,161	4,328	4,423	4,599	4,739	4,889	4,875	4,799

3）　N_2O

■　算定方法

CH_4 排出量と同様に、該当排出源である焼却炉及びガス化溶融炉からの N_2O 排出について

算定する。

焼却炉からの N_2O 排出量は、燃焼方式別の一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、各々定めた排出係数を乗じ算定する。ガス化溶融炉からの N_2O 排出量は、ガス化溶融炉での一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、排出係数を乗じ算定する。

これら算定した排出量について、エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設からの排出量を差し引いて、廃棄物分野で計上する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i) \times (1 - R)$$

E　：一般廃棄物の焼却に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O］
EF_i　：燃焼方式 i（あるいは炉種 i）の排出係数（排出ベース）［kg-N_2O/t］
A_i　：燃焼方式 i（あるいは炉種 i）の焼却量（排出ベース）［t］
R　：エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

■　排出係数

○　焼却炉

CH_4 排出係数と同様に、焼却炉の炉種別・燃焼方式別の排出係数は 2001 年度以前（環境省、2006b）と 2002 年度以降（環境省、2010）で異なる値を用いる。活動量は燃焼方式ごとの焼却量を使用するため、排出係数は環境省「日本の廃棄物処理」から算出した各年度の炉種別焼却量の比率で加重平均をおこない、燃焼方式（全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式）ごとに推計する。

○　ガス化溶融炉

炉種（シャフト式、流動床式、ロータリー式）ごとに設定した排出係数を用いる（環境省、2010）。ただし、活動量はガス化溶融炉での総焼却量を使用するため、排出係数は環境省「日本の廃棄物処理」から算出した各年度の炉種別焼却量の比率で加重平均を行い、推計する。

表 7-45　燃焼方式別 N_2O 排出係数（一般廃棄物）

焼却方式	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全連続燃焼式焼却炉	g-N_2O/t	58.8	58.8	59.1	37.9	38.0	38.0	38.0	38.1	38.1	38.1	37.9	37.8	37.9	37.9	37.9
准連続燃焼式焼却炉	g-N_2O/t	56.8	56.8	57.3	71.5	73.2	73.4	73.1	73.5	72.8	72.3	72.5	73.2	72.5	73.2	73.2
バッチ燃焼式焼却炉	g-N_2O/t	71.4	71.4	74.8	76.0	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.3	76.3	76.3	76.3	76.3
ガス化溶融炉	g-N_2O/t	NA	NA	16.9	12.0	11.5	11.7	11.7	12.0	12.2	12.5	12.1	12.4	12.3	12.7	12.7

（出典）環境省（2006b）、環境省（2010）、環境省「日本の廃棄物処理」、石川県他（1991-1997）、大気環境学会（1996）、上野他（1992）

■　活動量

焼却炉及びガス化溶融炉ともに、CH_4 排出量算定に用いた活動量を用いる。

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

CO_2 排出係数については、化石燃料起源廃棄物の炭素含有率データから計算される 95%信頼区間より不確実性を算定する。CH_4 及び N_2O 排出係数については、排出係数算定に用いられた実測データから計算される 95%信頼区間より不確実性を評価する。活動量の不確実性については、表 7-2 に基づき一般廃棄物データの不確実性を適用する。不確実性評価の詳細は表 7-46 及び表 7-47 に記す。

表 7-46　一般廃棄物のエネルギー回収を伴わない焼却（5.C.1.-）における不確実性評価（CO_2）

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
プラスチック	CO_2	-1%	+1%	-10%	+10%	-10%	+10%	排出係数の出典である環境省（2020b）より引用。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
ペットボトル	CO_2	-0.4%	+0.4%	-10%	+10%	-10%	+10%	排出係数の出典である環境省（2020b）より引用。		
合成繊維くず	CO_2	-2%	+2%	-10%	+10%	-10%	+10%	繊維くずの炭素含有率実測データの95%信頼区間より設定。		
紙くず	CO_2	-13%	+13%	-10%	+10%	-16%	+16%	炭素含有率及び化石燃料起源割合の実測データの 95%信頼区間を合成。		
紙おむつ	CO_2	-13%	+13%	-10%	+10%	-16%	+16%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により紙くずの不確実性を代用。		

表 7-47　一般廃棄物のエネルギー回収を伴わない焼却（5.C.1.-）における不確実性評価（CH_4 及び N_2O）

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
連続燃焼式・ストーカー式	CH_4	-39%	+39%	-10%	+10%	-40%	+40%	排出係数出典の環境省(2010)より引用。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-34%	+34%	-10%	-10%	-35%	+35%			
連続燃焼式・流動床式	CH_4	-100%	+719%	-10%	-10%	-100%	+719%			
	N_2O	-98%	+98%	-10%	-10%	-98%	+98%			
准連続燃焼式・ストーカー式	CH_4	-82%	+82%	-10%	-10%	-83%	+83%			
	N_2O	-82%	+82%	-10%	-10%	-82%	+82%			
准連続燃焼式・流動床式	CH_4	-100%	+162%	-10%	-10%	-100%	+162%			
	N_2O	-64%	+64%	-10%	-10%	-64%	+64%			
バッチ燃焼式・ストーカー式	CH_4	-75%	+75%	-10%	-10%	-76%	+76%			
	N_2O	-100%	+111%	-10%	-10%	-100%	+111%			
バッチ燃焼式・流動床式	CH_4	-100%	+394%	-10%	-10%	-100%	+394%			
	N_2O	-100%	+133%	-10%	-10%	-100%	+134%			
ガス化溶融炉・シャフト式	CH_4	-100%	+203%	-10%	-10%	-100%	+203%			
	N_2O	-45%	+45%	-10%	-10%	-46%	+46%			
ガス化溶融炉・流動床式	CH_4	-100%	+133%	-10%	-10%	-100%	+134%			
	N_2O	-100%	+252%	-10%	-10%	-100%	+252%			
ガス化溶融炉・回転式	CH_4	-54%	+54%	-10%	-10%	-55%	+55%			
	N_2O	-87%	+87%	-10%	-10%	-88%	+88%			

■　時系列の一貫性

1997 年度以前はごみ種別の焼却量データが無いことから、各年の一般廃棄物焼却全量と 1998 年度のごみ種別焼却量の割合を用いて、データの推計を行っている。排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

バイオマスプラスチック製品データの改訂に伴い、2005 年度以降の CO_2 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い 2018 年度以降の排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは施設外に電気もしくは熱を供給しない産業廃棄物の焼却に伴う CO_2、CH_4、N_2O の排出量を産業廃棄物の種類ごとに算定し、それぞれ該当する「Biogenic, Industrial solid waste (ISW)」、「Biogenic, Non-fossil liquid waste」「Biogenic, Sludge」「Non-biogenic, Industrial solid waste」「Non-biogenic, Fossil liquid waste」のカテゴリーで報告する（表 7-27 を参照のこと。）。

b）方法論

1）CO_2

■　算定方法

産業廃棄物の化石燃料起源の廃油、廃プラスチック類、紙くずの焼却に伴い排出される化石燃料起源の CO_2 について、国独自の排出係数と焼却量及びエネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合を用いて排出量を算定する。ここで、含水率の推計が困難な産業廃棄物の廃油及び廃プラスチック類については、排出ベースでの排出係数を適用する。なお、産業廃棄物の繊維くずには廃掃法の規定では合成繊維くずが含まれないため、全て天然繊維くずと見なし、生物起源の CO_2 排出として我が国の総排出量には含めない。

$$E_i = EF_i \times A_i \times (1 - R_i)$$

E_i　：産業廃棄物 i の焼却に伴う CO_2 排出量［kg-CO_2］
EF_i　：産業廃棄物 i の焼却に伴う排出係数［kg-CO_2/t］
（廃油、廃プラスチック類は排出ベース、紙くずは乾燥ベース）
A_i　：廃棄物中 i の焼却量［t］
（廃油、廃プラスチック類は排出ベース、紙くずは乾燥ベース）
R_i　：エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 i の割合

■　排出係数

○　計算式

2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に従い、以下のように算定する。

$$EF_i = CF_i \times FCF_i \times OF \times 44/12$$

EF_i　：産業廃棄物 i の焼却に伴う排出係数［kg-CO_2/t］
CF_i　：産業廃棄物 i の炭素含有率［%］
FCF_i　：産業廃棄物 i の炭素の化石燃料起源割合［%］
OF　：酸化率［%］

○　炭素含有率（*CF*）

産業廃棄物の炭素含有率は、下表の値を適用する。

表 7-48 産業廃棄物中の炭素含有率（*CF*）

項目	炭素含有率	備考	出典
化石燃料起源の廃油	80%	排出ベース	環境庁（1992）
廃プラスチック類	70%	排出ベース	環境庁（1992）
紙くず	40.8%	乾燥ベース	性状が同様である一般廃棄物のデータ（環境省、2020b）を代用

○　**化石燃料起源割合**（*FCF*）

産業廃棄物中の化石燃料起源割合は、下表の値を適用する。

表 7-49　産業廃棄物中の化石燃料起源割合（*FCF*）

項目	化石燃料起源割合	出典
化石燃料起源の廃油	100%	専門家判断
廃プラスチック類	可変	表 7-35 を参照のこと
紙くず	9.6%	性状が同様である一般廃棄物のデータ（環境省、2020b）を代用

○　**酸化率**（*OF*）

2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値の 100%を採用する。

○　**排出係数**（*EF*）

以上の計算より得られた排出係数を表 7-50 に記す。

表 7-50 産業廃棄物中の廃油、廃プラスチック類及び紙くずの化石燃料起源成分の排出係数（*EF*）

項目	単位	排出係数	備考
化石燃料起源の廃油	kg-CO_2/t (wet)	2,933	－
廃プラスチック類	kg-CO_2/t (wet)	2,567	*FCF*=1 の場合
紙くず	kg-CO_2/t (dry)	144	－

■　**活動量**

産業廃棄物の廃油、廃プラスチック類及び紙くずの焼却に伴う CO_2 排出の活動量は、環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示された当該区分の焼却量を用いる。この統計では、当該焼却量について特別管理産業廃棄物を包含して報告しているため、重複計上を防ぐ目的で特別管理産業廃棄物の焼却の計上分（「7.4.1.3. 特別管理産業廃棄物（5.C.1.-）」節を参照のこと。）を差し引いている。活動量推計の詳細は以下のとおり。

$$A_{oil} = IW_{oil} \times (1 - F_{bio}) - SIW_{oil}$$

A_{oil}　：化石燃料起源の廃油の活動量（排出ベース）［t（wet）］
IW_{oil}　：産業廃棄物廃油焼却量（排出ベース）［t（wet）］
SIW_{oil}　：特別管理産業廃棄物の廃油焼却量（排出ベース）[1)]［t（wet）］
F_{bio}　：動植物性廃油割合 [2)]［%］

（注）1）特別管理産業廃棄物の廃油は全量が化石燃料起源の廃油とする。
2）環境省調査より

表 7-51　動植物性廃油割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
動植物性廃油割合	%	2.6	3.5	4.5	5.4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

$$A_{plastics} = IW_{plastics} - A_{inf.\,plastics}$$

$A_{plastics}$　：廃プラスチック類焼却の活動量（排出ベース）［t（wet）］
$IW_{plastics}$　：産業廃棄物廃プラスチック類焼却量（排出ベース）［t（wet）］
$A_{inf.\,plastics}$　：特別管理産業廃棄物のうち感染性廃棄物（プラスチック）焼却量（排出ベース）［t（wet）］

（注）産業廃棄物廃プラスチックの化石燃料起源割合は、「7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）b）1）CO_2」の活動量と同様に求める（表 7-35）。なお、産業廃棄物廃プラスチックでは、一般廃棄物と異なりペットボトルは含まないものとする。

$$A_{paper} = (IW_{paper} - A_{inf.\ exc.\ plastics}) \times (1 - u_{paper})$$

A_{paper}　：紙くず焼却の活動量（乾燥ベース）［t（dry）］
IW_{paper}　：産業廃棄物紙くず焼却量（排出ベース）［t（wet）］
$A_{inf.\ exc.\ plastics}$　：特別管理産業廃棄物のうち感染性廃棄物（プラスチック類以外）焼却量（排出ベース）［t（wet）］
u_{paper}　：産業廃棄物紙くずの含水率［%］

（注）特別管理産業廃棄物のうち感染性廃棄物（プラスチック類以外）を紙くずとみなしている。産業廃棄物紙くずの含水率は「固形廃棄物の処分（5.A.）」と同様に 15%とする。表 7-11 を参照のこと。

推計した活動量の詳細は表 7-54 を参照のこと。

■　エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合（種類別）

エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合とは、施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合であり、環境省 環境再生・資源循環局「産業廃棄物処理施設状況調査」より把握する。

我が国の場合、産業廃棄物焼却施設は主に民間の廃棄物処理業者によって設置されており、主に自治体が設置する一般廃棄物焼却施設と比べて、エネルギー回収（発電・熱利用）は普及途上にあるため、本割合は産業廃棄物の方が小さくなっている。

表 7-52　エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
廃油 1)	%	0.6	0.7	0.6	2.5	4.1	2.3	4.0	4.2	4.8	4.4	3.1	3.2	3.8	4.0	4.0
廃プラスチック類	%	1.4	1.4	4.1	6.6	13.3	17.5	13.3	16.7	19.2	18.4	17.6	17.1	20.8	25.8	25.8
木くず 2)	%	0.2	0.8	1.1	1.5	5.9	13.1	8.5	10.5	10.2	9.7	8.5	7.6	7.9	9.5	9.5
汚泥 3)	%	0.9	0.8	1.0	1.1	2.2	3.4	8.3	12.5	12.2	12.0	10.6	11.5	11.2	14.5	14.5
その他 4)	%	0.2	0.8	1.1	1.5	1.5	1.8	1.9	2.6	4.2	5.0	3.3	3.6	3.3	11.4	11.4

（注）

1)　「化石燃料起源の廃油」及び「動植物性廃油」に適用する。
2)　「紙くず」及び「木くず」に適用する。
3)　「下水汚泥」には適用しない。
4)　「天然繊維くず」及び「動植物性残渣・動物の死体」に適用する。

2）CH_4

■　算定方法

産業廃棄物の焼却に伴い排出される CH_4 は、ごみ種類別の廃棄物焼却量に国独自の排出係数を乗じ、更にエネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合を用いて排出量を算定する。

$$E = \sum_j \{EF_j \times A_j \times (1 - R_j)\}$$

E　：産業廃棄物の焼却に伴う CH_4 排出量［kg-CH_4］
EF_j　：産業廃棄物 j の排出係数（排出ベース）［kg-CH_4/t］
A_j　：産業廃棄物 j の焼却量（排出ベース）［t］
R_j　：エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

■　排出係数

廃棄物の種類別の排出係数については、専門家判断により、焼却炉のダイオキシン類対策を考慮して 2001 年度以前（環境省、2006b）と 2002 年度以降（環境省、2010）で異なる値を用いる。これら排出係数は実測調査により設定されており、また、大気中 CH_4 濃度による排出係数の補正は行っていない。「天然繊維くず」「動植物性残さ・動物の死体」の排出係数は環境省（2006b）及び環境省（2010）にある「紙くず又は木くず」の値を代用している。

表 7-53　産業廃棄物の種類別の CH_4 排出係数

項目	単位	1990-2001 年度	2002 年度以降
廃油（化石燃料起源及び動植物性）	g-CH_4 /t	4.8	4.0
廃プラスチック類	g-CH_4 /t	30	8.0
紙くず	g-CH_4 /t	22	225
木くず	g-CH_4 /t	22	225
天然繊維くず	g-CH_4 /t	22	225
動植物性残さ・動物の死体	g-CH_4 /t	22	225
下水汚泥	g-CH_4 /t	14	1.5
下水汚泥以外の汚泥	g-CH_4 /t	14	1.5

（出典）環境庁（2000）、環境省（2006b）、環境省（2010）、石川県他（1991-1999）、大気環境学会（1996）

■　活動量

産業廃棄物の焼却に伴う CH_4 排出の活動量については、廃棄物の種類ごとの焼却量（排出ベース）を用いる。

○　紙くず、木くず、天然繊維くず、動植物性残渣・動物の死体

環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示された種類ごとの焼却量を用いる。動植物性残さ・動物の死体は文献中にある「動植物性残さ」及び「動物の死体」の焼却量の合計値である。

○　汚泥

環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示された「その他有機性汚泥焼却量」及び国土交通省調査の「下水汚泥焼却量」の合計値を活動量とする。

○　廃油、廃プラスチック類

環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示された当該区分の焼却量を用いる。この統計では当該焼却量について特別管理産業廃棄物を包含して報告しているため、重複計上を防ぐ目的で特別管理産業廃棄物の焼却（5.C.1.-）の計上分を差し引いている。廃油については CO_2 排出量の活動量と異なり、化石燃料起源の廃油に加え動植物性廃油も算定対象に含める。また、廃プラスチック類の活動量にはバイオマスプラスチックを含めている。

表 7-54　産業廃棄物の種類別焼却量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
化石燃料起源の廃油	kt (wet)	1,258	1,498	1,646	1,493	1,467	1,546	1,297	1,420	1,191	1,375	1,301	1,317	1,205	1,145	1,161
動植物性廃油	kt (wet)	40	69	103	115	121	117	103	115	100	113	103	107	103	97	99
廃プラスチック類	kt (wet)	842	1,794	1,780	1,808	1,703	1,632	1,778	1,591	1,826	1,777	1,840	1,864	1,848	1,574	1,557
紙くず	kt (wet)	335	712	718	323	292	349	152	130	114	109	116	103	5	18	15
木くず	kt (wet)	2,679	4,744	3,114	1,865	1,101	1,181	1,388	1,137	1,120	1,062	1,263	1,247	1,161	1,055	1,008
天然繊維くず	kt (wet)	31	49	50	43	24	24	35	39	27	36	29	21	23	30	30
動植物性残さ･動物の死体	kt (wet)	77	125	272	167	190	153	151	153	168	154	133	159	204	170	170
下水汚泥	kt (wet)	3,060	3,827	4,300	4,988	4,694	4,817	4,934	4,753	4,550	4,452	4,684	4,709	4,602	4,445	4,938
下水汚泥以外の汚泥	kt (wet)	1,972	2,023	2,071	2,288	2,010	1,713	1,954	2,021	1,880	1,884	2,003	1,938	1,962	1,790	1,796

3）N_2O

■　算定方法

当該排出源から排出される N_2O については、主要な排出源である下水汚泥とそれ以外に分けて排出量を算定する。下水汚泥については、凝集剤別・炉種別に排出係数をそれぞれ設定し、高分子系凝集剤・流動床炉については、更に燃焼温度別に排出係数を設定して排出量を算定する。下水汚泥以外の産業廃棄物については、焼却量に国独自の排出係数を乗じ排出量を算定する。算定した排出量についてエネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合を用いて廃棄物分野で報告する排出量を算定する。

$$E = \sum \{EF_j \times A_j \times (1 - R_j)\}$$

E　：産業廃棄物の焼却に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O］
EF_j　：産業廃棄物 j の排出係数（排出ベース）［kg-N_2O/t］
A_j　：産業廃棄物 j の焼却量（排出ベース）［t］
R_j　：エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

■　排出係数

○　下水汚泥

下水汚泥の焼却の N_2O 排出係数は、国土交通省による実測調査が行われた各焼却施設の N_2O 排出係数を当該施設の下水汚泥焼却量で加重平均して排出係数を算定する。下水汚泥凝集剤の種類、焼却炉の種類、炉内温度別によって排出係数は異なることから、表 7-55 に示す区分ごとの排出係数を設定する。

表 7-55　下水汚泥の焼却における N_2O 排出係数（排出ベース）

凝集剤の種類	炉の形式	焼却温度	排出係数 1)　［g-N_2O/t］
高分子凝集剤	流動床炉	通常燃焼 （燃焼温度約 800 度）	1,508
高分子凝集剤	流動床炉 2)	高温燃焼 （燃焼温度約 850 度）	645
高分子凝集剤	多段炉	－	882
その他	－	－	
石灰系	－	－	294
－	多段吹込燃焼式流動床炉 二段燃焼式循環流動床炉 ストーカー炉	高温燃焼 （燃焼温度約 850 度）	263
－	炭化固形燃料化炉	－	31.2

（出典）兵庫県（1994）、神奈川県（1994）、国土技術政策総合研究所（2001）、国土技術政策総合研究所（2002）、中村他（1998）、松原他（1994）、竹石他（1994）、竹石他（1996）、環境省（2006b）、環境省（2013b）、環境省（2015）

（注）

1）　排出係数は各年度で同じ値とする。

2)　多段吹込燃焼式流動床炉、二段燃焼式循環流動床炉を除く。

○　下水汚泥以外

廃棄物の種類別の排出係数について、専門家判断により、焼却炉のダイオキシン類対策を考慮して 2001 年度以前（環境省、2006b）と 2002 年度以降（環境省、2010）で異なる値を用いる。これら排出係数は実測調査により設定されており、また、大気中 N_2O 濃度による排出係数の補正は行っていない。「天然繊維くず」「食物くず」の排出係数は環境省（2006b）及び環境省（2010）にある「紙くず又は木くず」の値を代用する。

表 7-56　産業廃棄物の種類別の N_2O 排出係数（排出ベース）

項目	単位	1990-2001 年度	2002 年度以降
廃油（化石燃料起源及び動植物性）	g-N_2O /t	12	62
廃プラスチック類	g-N_2O /t	180	15
紙くず	g-N_2O /t	21	77
木くず	g-N_2O /t	21	77
天然繊維くず	g-N_2O /t	21	77
動植物性残さ・動物の死体	g-N_2O /t	21	77
汚泥（下水汚泥を除く）	g-N_2O /t	457	99

（出典）環境省（2000）、環境省（2010）、石川県他（1991-1997）、大気環境学会（1996）、中村他（1998）、松原他（1994）、鈴木他（2001）、竹石他（1994）、竹石他（1996）、上野他（1995）、安田他（1994）

■　活動量

○　下水汚泥

国土交通省調査の「凝集剤別・炉種別・燃焼温度別の下水汚泥焼却量」を活動量（排出ベース）とする。

表 7-57　下水汚泥の焼却量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
高分子・流動床・通常	kt (wet)	1,112	1,869	2,397	2,839	1,535	1,552	1,549	1,318	1,695	1,218	1,531	1,551	1,715	1,581	878
高分子・流動床・高温	kt (wet)	128	219	723	1,469	2,581	2,641	2,644	2,644	2,283	2,665	2,503	2,522	2,257	2,275	2,840
高分子・多段炉	kt (wet)	560	656	572	102	61	43	40	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1
石灰系	kt (wet)	1,010	663	272	289	109	74	22	1	1	1	1	1	1	0	NO
その他	kt (wet)	55	161	175	8	1	0	12	70	27	27	27	27	63	35	69
多段吹込燃焼式流動床炉 二段燃焼式循環流動床炉 ストーカ炉	kt (wet)	195	259	161	280	338	444	565	604	411	412	465	431	346	306	880
炭化固形燃料化炉	kt (wet)	NO	NO	NO	NO	70	63	103	116	133	128	156	177	220	248	272

○　下水汚泥以外の産業廃棄物

産業廃棄物からの CH_4 排出と同様に活動量（排出ベース）を把握する。但し汚泥（下水汚泥を除く）については、「その他有機性汚泥焼却量」を活動量とする。

c)　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

CO_2 排出係数については、化石燃料起源廃棄物の炭素含有率データから計算される 95%信頼区間より不確実性を算定する。CH_4 及び N_2O 排出係数については、排出係数算定に用いられた実測データから計算される 95%信頼区間より不確実性を算定する。活動量の不確実性については、表 7-2 に基づき産業廃棄物データの不確実性を適用する。不確実性評価の詳細は表 7-58 に記す。

表 7-58　産業廃棄物のエネルギー回収を伴わない焼却（5.C.1.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
廃油	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により一般廃棄物のプラスチックの 2 倍の不確実性を代用。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+181%	-30%	+30%	-104%	+184%	排出係数の不確実性は環境省（2010）より引用。		
	N_2O	-76%	+76%	-30%	+30%	-81%	+81%			
廃プラスチック類	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により一般廃棄物のプラスチックの 2 倍の不確実性を代用。		誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+216%	-30%	+30%	-104%	+218%	排出係数出典の環境省（2010）より引用。		
	N_2O	-44%	+44%	-30%	+30%	-53%	+53%			
紙くず	CO_2	-13%	+13%	-30%	+30%	-104%	+401%	炭素含有率及び化石燃料起源割合の実測データの 95%信頼区間を合成。		誤差伝播式で合成。
紙くず又は木くず	CH_4	-100%	+412%	-30%	+30%	-104%	+413%	排出係数出典の環境省（2010）より引用。		誤差伝播式で合成。
	N_2O	-64%	+64%	-30%	+30%	-71%	+71%			
汚泥	CH_4	-100%	+201%	-30%	+30%	-104%	+203%			誤差伝播式で合成。
	N_2O	-84%	+84%	-30%	+30%	-89%	+89%			
天然繊維くず	CH_4	-100%	+412%	-30%	+30%	-104%	+413%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により紙くず又は木くずの不確実性を代用。		誤差伝播式で合成。
	N_2O	-64%	+64%	-30%	+30%	-71%	+71%			
動植物性残渣、動物の死体	CH_4	-100%	+412%	-30%	+30%	-104%	+413%			誤差伝播式で合成。
	N_2O	-64%	+64%	-30%	+30%	-71%	+71%			

■　**時系列の一貫性**

算定方法、排出係数、活動量のいずれにおいても時系列の一貫性が確保されている。

d）　**QA/QC と検証**

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章を参照のこと。

e）　**再計算**

バイオマスプラスチック製品データの改訂に伴い、2005 年度以降の CO_2 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い 2020 年度の排出量の再計算を行った。詳細は「7.1.5. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

7.4.1.3. 特別管理産業廃棄物（5.C.1.-）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

特別管理産業廃棄物とは産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性など人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものである。算定対象となる廃棄物を表 7-59 に記す。

表 7-59　特別管理産業廃棄物の焼却での算定対象

項目	主な対象物質
廃油（引火性）	揮発油類、灯油類、軽油類
廃油（特定有害産業廃棄物）	トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエタン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、1,3-ジクロロプロペン、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、ベンゼン、セレン、1,4-ジオキサン
感染性廃棄物（プラスチック）	プラスチック
感染性廃棄物（プラスチック以外）	ガラス類、繊維類、紙

特別管理産業廃棄物の焼却に伴い排出される CO_2、CH_4、N_2O の排出量を廃棄物の種類ごとに算定し、「Non-biogenic, Hazardous waste」、「Non-biogenic, Clinical waste」、「Biogenic, Clinical waste」のカテゴリーで報告する。表 7-27 を参照のこと。

なお、特別管理産業廃棄物焼却時のエネルギー回収については、実態を十分に把握できていないことから、特別管理産業廃棄物の焼却に伴う排出量の全量を廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）で報告する。

b） 方法論

1） CO_2

■　算定方法

特別管理産業廃棄物中の廃油（引火性、特定有害産業廃棄物）及び感染性廃棄物中の廃プラスチック類の焼却に伴い排出される CO_2 について、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Page 5.9, Fig. 5.1）に従い、国独自の排出係数と焼却量を用いて排出量を算定する。

■　排出係数

【廃油（引火性）】

産業廃棄物中の廃油の炭素含有率と酸化率に大きな違いはないと考えられるため、この排出係数を代用する。

【廃油（特定有害産業廃棄物）】

2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に従い、以下のように算定する。

$$EF = CF \times FCF \times OF \times (1 - u) \times 44/12$$

EF　：廃油（特定有害産業廃棄物）の焼却に伴う排出係数（排出ベース）［kg-CO_2/t］
CF　：廃油（特定有害産業廃棄物）中の炭素含有率（乾燥ベース）［%］
FCF　：廃油（特定有害産業廃棄物）中の炭素の化石燃料起源割合［%］
OF　：酸化率［%］
u　：廃油（特定有害産業廃棄物）中の含水率［%］

当該排出源の平均炭素含有率（乾燥重量ベース）を、対象物質（表 7-59）の炭素含有率及び環境省（2010-2011）に基づく対象物質の 2009～2010 年度の廃棄量を用いて加重平均して求める。当該排出源中の炭素の化石燃料起源割合は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（100%）を用いる。酸化率は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（100%）を用いる。当該排出源の含水率は専門家判断により、5%とする。

【感染性廃棄物（プラスチック）】

産業廃棄物中の廃プラスチック類の炭素含有率と酸化率に大きな違いはないと考えられる

ため、この排出係数を代用する。

表 7-60　特別管理産業廃棄物中の廃油、感染性廃棄物（プラスチック）の CO_2 排出係数

項目	単位	排出係数
廃油（引火性）	kg-CO_2/t (wet)	2,933
廃油（特定有害産業廃棄物）	kg-CO_2/t (wet)	1,024
感染性廃棄物（プラスチック）	kg-CO_2/t (wet)	2,567

■　活動量

2008 年以降については環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示される特別管理産業廃棄物の焼却量を用いる。同調査データの無い過去の焼却量については、特別管理産業廃棄物の排出が全量焼却されるとの仮定の下、厚生省生活衛生局水道環境部「産業廃棄物行政組織等調査報告書」に掲載された特別管理産業廃棄物の排出量を用いる。

【廃油（引火性）】

環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示される特別管理産業廃棄物の廃油の焼却量を用いる。当該焼却量には引火性及び特定有害産業廃棄物の廃油が含まれるため、廃油（引火性）の焼却量は以下の式で求める。なお、当該廃油はすべて化石燃料起源の廃油である。

$$A_{flam.oil} = SIW_{oil} - A_{s-hazard.oil}$$

$A_{flam.\ oil}$　：廃油（引火性）の焼却量（排出ベース）［t］
SIW_{oil}　：特別管理産業廃棄物の廃油の総焼却量（排出ベース）［t］
$A_{s\text{-}hazard.\ oil}$　：特定有害産業廃棄物の廃油の焼却量（排出ベース）［t］

【廃油（特定有害産業廃棄物）】

環境省 環境再生・資源循環局「特別管理産業廃棄物に係る温室効果ガス排出量推計調査」に示される特定有害産業廃棄物の廃油の減量化量及び環境省「循環利用量調査報告書」に示される廃油の焼却処理残渣率を用いて、以下の式で求める。

$$A_{s-hazard.oil} = R_{s-hazard.oil} \times (1 + r)$$

$A_{s\text{-}hazard\ oil}$　：特定有害産業廃棄物の廃油の焼却量（排出ベース）［t］
$R_{s\text{-}hazard.\ oil}$　：特定有害産業廃棄物の廃油の減量化量（排出ベース）［t］
r　：焼却処理残さ率［%］

【感染性廃棄物（プラスチック）】

環境省「循環利用量調査報告書」及び同調査データに示される感染性廃棄物の焼却量及び、廃棄物学会（1997）に掲載された感染性廃棄物の組成分析結果より求めたプラスチック類組成割合を用いて、以下の式で求める。なお、感染性廃棄物中のプラスチックはすべて化石燃料起源と見なしている。

$$A_{inf.plastics} = ISW_{inf.} \times C_{inf.\ plastics}$$

$A_{inf.\ plastics}$　：感染性廃棄物（プラスチック）の焼却量（排出ベース）［t］
$ISW_{inf.}$　：感染性廃棄物の総焼却量（排出ベース）［t］
$C_{inf.\ plastics}$　：感染性廃棄物のプラスチック類組成割合［%］

2）CH_4

■　算定方法

特別管理産業廃棄物中の「廃油」「感染性廃棄物」の焼却に伴い排出される CH_4 は、ごみ種

類別廃棄物焼却量（排出ベース）に国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

実測結果が得られないことから、いずれも産業廃棄物の焼却に伴う排出係数を代用して、特別管理産業廃棄物種類別の排出係数を設定する。化石燃料起源の廃油（引火性、特定有害産業廃棄物）は産業廃棄物の化石燃料起源の廃油、感染性廃棄物中のプラスチック類は産業廃棄物の廃プラスチック類、感染性廃棄物中のその他（プラスチック以外）は産業廃棄物の紙くず・木くずの排出係数を用いる。

■　活動量

【感染性廃棄物（プラスチック）】

CO_2 排出量の算定に用いる活動量と同一の値を用いる。

【廃油（特定有害産業廃棄物）】

CO_2 排出量の算定に用いる活動量と同一の値を用いる。

【感染性廃棄物（プラスチック）】

CO_2 排出量の算定に用いる活動量と同一の値を用いる。

【感染性廃棄物（プラスチック以外）】

感染性廃棄物（プラスチック）の焼却量と同様に、以下の式で求める。

$$A_{inf.exc.\ plastics} = ISW_{inf.} \times \left(1 - C_{inf.plastics}\right)$$

$A_{inf.\ exc.\ plastics}$　：感染性廃棄物（プラスチック以外）の焼却量（排出ベース）［t］
$ISW_{inf.}$　：感染性廃棄物の総焼却量（排出ベース）［t］
$C_{inf.\ plastics}$　：感染性廃棄物のプラスチック類組成割合［%］

3）　N_2O

■　算定方法

特別管理産業廃棄物の「廃油」「感染性廃棄物」の焼却に伴い排出される N_2O は、ごみ種類別廃棄物焼却量（排出ベース）に国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　排出係数

実測結果が得られないことから、いずれも産業廃棄物の焼却に伴う排出係数を代用して、特別管理産業廃棄物種類別の排出係数を設定する。廃油（引火性、特定有害産業廃棄物）は産業廃棄物の廃油、感染性廃棄物（プラスチック）は産業廃棄物の廃プラスチック類、感染性廃棄物中のその他（プラスチック以外）は産業廃棄物の紙くず・木くずの排出係数を用いる。

■　活動量

CH_4 排出量の算定に用いた活動量と同一の値を用いる。

表 7-61　特別管理産業廃棄物の焼却量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
廃油（引火性）	kt (wet)	238	353	520	478	390	267	271	266	236	278	222	263	317	311	310
廃油（特定有害産業廃棄物）	kt (wet)	18	27	40	37	41	25	54	122	145	128	93	99	100	75	76
感染性廃棄物（プラスチック）	kt (wet)	78	128	167	169	154	131	133	176	166	160	154	187	207	182	181
感染性廃棄物（プラスチック以外）	kt (wet)	105	172	225	228	106	90	92	121	114	110	106	129	142	125	125

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

産業廃棄物の焼却に係る不確実性と同様の評価を行う。活動量の不確実性については、表

7-2 に基づき産業廃棄物データの不確実性を適用する。不確実性評価の詳細は表 7-62 に記す。

表 7-62　特別管理産業廃棄物の焼却（5.C.1.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出･吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出･吸収量の不確実性		排出･吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出･吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
特別管理産業廃棄物	CO_2	-2%	+2%	-60%	+60%	-60%	+60%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により産業廃棄物の廃プラスチック類の不確実性を代用。	専門家判断により設定した特別管理産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+216%	-60%	+60%	-117%	+224%			
	N_2O	-44%	+44%	-60%	+60%	-74%	+74%			

■　**時系列の一貫性**

活動量の元データが一部期間でしか入手できない事から、推計により時系列的に一貫した活動量を構築している。排出量算定における時系列の一貫性は担保されている。

d）　**QA/QC と検証**

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）　**再計算**

統計データの更新に伴い、2020 年度の排出量を再計算した。詳細は「7.1.5. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

7.4.2. 廃棄物の野焼き（5.C.2.）

7.4.2.1. 一般廃棄物（5.C.2.-）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

我が国では廃掃法により廃棄物の野焼きは禁止されているため、一般廃棄物の野焼きに伴う排出は「NO」と報告する。

7.4.2.2. 産業廃棄物（5.C.2.-）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

本カテゴリーでは産業廃棄物（木くず、建設混合廃棄物、廃プラスチック、その他／不明）の違法な野焼きに伴い排出される CO_2、CH_4、N_2O の排出量を算定し、「Non-biogenic, Industrial solid waste」のカテゴリーで報告する。

b）　**方法論**

1）　CO_2

■　**算定方法**

産業廃棄物の廃プラスチック類の野焼きに伴い排出される CO_2 について、2006 年 IPCC ガ

イドラインのデシジョンツリーに従い、国独自の排出係数と焼却量を用いて排出量を算定する。

■　排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に従い、以下のように算定する。

$$EF = CF \times FCF \times OF \times 44/12$$

EF　：産業廃棄物（廃プラスチック類）の焼却に伴う CO_2 排出係数（排出ベース）［kg-CO_2/t］
CF　：産業廃棄物（廃プラスチック類）中の炭素含有率（排出ベース）［%］
FCF　：産業廃棄物（廃プラスチック類）中の炭素の化石燃料起源割合［%］
OF　：酸化率［%］

表 7-63　産業廃棄物廃プラスチック類の野焼きに伴う CO_2 排出係数及び推計用パラメータ

項目	値	出典	備考
EF	1,822 ［kg-CO_2/t (wet)］	－	国独自の排出係数
CF	70%	環境庁（1992）	「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）」を参照のこと
FCF	100%	2006 年 IPCC ガイドライン	デフォルト値
OF	71%	2019 年改訂 IPCC ガイドライン	デフォルト値

■　活動量

1996 年度以降については，環境省環境再生・資源循環局「産業廃棄物行政組織等調査報告書」に示される、野外焼却される産業廃棄物廃プラスチック類の量を用いる。1995 年度以前の産業廃棄物の野外焼却量は同報告書から把握できないが、適切な推計方法を想定することが困難なため、1996 年度データを 1990～1995 年度にも代用する。なお、野外焼却される廃プラスチック類はバイオマスプラスチックの含有が不明なため、すべて化石燃料起源と見做している。

表 7-64　化石燃料起源の産業廃棄物の野外焼却量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
廃プラスチック類	kt (wet)	3.4	3.4	0.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

2）CH_4、N_2O

■　算定方法

産業廃棄物の野焼きに伴い排出される CH_4 及び N_2O について、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い、IPCC デフォルト排出係数と国独自の焼却量を用いて排出量を算定する。

■　排出係数

我が国独自の知見が無いことから、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 7-65　産業廃棄物の野焼きに伴う CH_4・N_2O 排出係数

ガス種類	単位	排出係数	出典
CH_4	kg-CH_4/t（wet）	6.5	2006 年 IPCC ガイドライン
N_2O	kg-N_2O/t（dry）	0.15	2006 年 IPCC ガイドライン

■　活動量

CH_4 排出量推計の活動量は、環境省環境再生・資源循環局「産業廃棄物行政組織等調査報告書」に記載される野外焼却されるすべての産業廃棄物を合計した焼却量（排出ベース）を用いる。N_2O 排出量推計の活動量については、上述の焼却量（排出ベース）を廃棄物種類別の含水率を用いて乾燥ベースに換算する。適用する IPCC デフォルト排出係数との整合性を考慮し、含水率には 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を適用する（木くず：15%、

廃プラスチック類：0%、建設混合廃棄物：0%、その他／不明：10%）。1995 年度以前の産業廃棄物の野外焼却量は同報告書から把握できないが、適切な推計方法を想定することが困難なため、1996 年度データを 1990～1995 年度にも代用する。

表 7-66　産業廃棄物の野外焼却量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
総重量（排出ベース）	kt (wet)	72.2	72.2	28.9	3.5	1.3	0.9	1.3	0.6	1.0	0.5	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
総重量（乾燥ベース）	kt (dry)	62.4	62.4	25.5	3.1	1.1	0.8	1.2	0.5	0.8	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

不確実性評価の詳細を表 7-67 に記す。

表 7-67　廃棄物の野焼き（5.C.2.）における不確実性評価

項目		GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
			(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
産業廃棄物	廃プラスチック類	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により産業廃棄物の廃プラスチック類の不確実性を代用。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
産業廃棄物		CH_4	-100%	+100%	-30%	+30%	-104%	+104%	2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数の不確実性を適用。		
産業廃棄物		N_2O	-100%	+100%	-30%	+30%	-104%	+104%			

■　時系列の一貫性

調査に基づく活動量データが 1996 年度以降しか入手できないことから、推計により時系列的に一貫した活動量を構築している。排出量算定における時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

産業廃棄物の CO_2 排出係数の推計に用いる酸化率（*OF*）について、2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用したため、時系列全体にわたって CO_2 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い 2019 年度及び 2020 年度の排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.4.3. 廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A.）

7.4.3.1. 廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合（1.A.）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、一般廃棄物及び産業廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合の CO_2、CH_4、N_2O 排出量の算定・報告を行う。排出量の報告カテゴリーは「その他部門（カテゴリー1.A.4.）」とし、燃料種を表 7-28 に従い「Other fossil fuels」あるいは「Biomass」とする。

b） 方法論

「7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）」及び「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）」と同様の方法論を用いる。排出量算定式は以下のとおり設定する。

1） CO_2

■　算定方法

○　一般廃棄物

$$E = EF \times A \times R$$

E　：各廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出量［kg-CO_2］
EF　：各廃棄物の焼却に伴う排出係数（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
A　：各廃棄物中の焼却量（乾燥ベース）［t］
R　：エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

○　産業廃棄物

$$E = EF \times A \times R$$

E　：各廃棄物の焼却に伴う CO_2 排出量［kg-CO_2］
EF　：各廃棄物の焼却に伴う排出係数（排出ベース）［kg-CO_2/t］
A　：各廃棄物中の焼却量（排出ベース）［t］
R　：エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合（種類別）

2） CH_4、N_2O

■　算定方法

○　一般廃棄物

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i) \times R$$

E　：一般廃棄物の焼却に伴う CH_4 又は N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］
EF_i　：一般廃棄物の焼却方式 i の排出係数（排出ベース）［kg-CH_4/t］、［kg-N_2O/t］
A_i　：一般廃棄物の焼却方式 i の焼却量（排出ベース）［t］
R　：エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

○　産業廃棄物

$$E = \sum_j \left(EF_j \times A_j \times R_j\right)$$

E　：産業廃棄物の焼却に伴う CH_4 又は N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］
EF_j　：産業廃棄物 j の排出係数（排出ベース）［kg-CH_4/t］、［kg-N_2O/t］
A_j　：産業廃棄物 j の焼却量（排出ベース）［t］
R_j　：エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

■　熱量に換算した活動量（参考値）

CRF で報告する熱量に換算した活動量は、以下の式で計算する。

○　一般廃棄物

$$A_E = A \times GCV \times R / 10^6$$

A_E　：一般廃棄物の熱量に換算した活動量［TJ］
A　：一般廃棄物の総焼却量［kg (wet)］
GCV　：一般廃棄物の発熱量［MJ/kg］
R　：エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

一般廃棄物の発熱量は、自治体での測定事例を参考に 9.9［MJ/kg］を用いる。

○　産業廃棄物

$$A_E = \sum_j A_j \times GCV_j \times R / 10^6$$

A_E　：産業廃棄物の熱量に換算した活動量［TJ］
A_j　：産業廃棄物 j の焼却量［kg (wet)］
GCV_j　：産業廃棄物 j の発熱量［MJ/kg］
R　：エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

産業廃棄物の発熱量は表 7-72 の値を用いる（後述）。

c）不確実性と時系列の一貫性

「7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）」及び「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）」と同様である。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

廃棄物の焼却と同じ理由で再計算を行った。詳細は「7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）」及び「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）」節を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.4.3.2. 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、廃棄物が燃料として直接利用される場合の CO_2、CH_4、N_2O 排出量の算定・報告を行う。排出量の報告カテゴリーは、廃棄物ごとに、原燃料としての利用用途に応じて、表 7-29 のように「エネルギー産業（1.A.1.）」、「製造業及び建設業（1.A.2.）」もしくは「その他部門（1.A.4.）」に含まれる。報告する際の燃料種は表 7-28 に従い「Other fossil fuels」あるいは「Biomass」とする。

なお、プラスチックの高炉還元剤利用やコークス炉化学原料利用のように、廃棄物を原料として直接利用する過程もしくは廃棄物を原料として製造した中間製品を利用する際に温室効果ガスが排出される場合は、本カテゴリーにおいて排出量を算定する。これらの原料利用と燃料利用を合わせて、本章では「原燃料利用」と表記する。

b）方法論

1）CO_2

■　**算定方法**

原燃料として利用された各廃棄物の量に国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。算定対象は一般廃棄物のプラスチック、産業廃棄物の廃プラスチック類及び化石燃料起源の廃油、廃タイヤの原燃料利用分である。

■　**排出係数**

一般廃棄物プラスチックのコークス炉化学原料利用、廃タイヤの排出係数を本カテゴリー独自に設定する。残りの排出源については、「7.4.1. 廃棄物の焼却（エネルギー回収を伴わない）（5.C.1.）」で用いた排出係数をそのまま利用する。

表 7-68　本カテゴリーで独自に設定する CO_2 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般廃棄物-コークス炉	kg-CO_2/t (dry)	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467
廃タイヤ	kg-CO_2/t (dry)	1,867	1,794	1,799	1,746	1,759	1,743	1,744	1,736	1,698	1,677	1,673	1,661	1,645	1,641	1,562

■　**活動量**

原燃料として利用された廃棄物量の把握方法の詳細は7.4.3.2.a～7.4.3.2.c の各節を参照のこと。

表 7-69　廃棄物の原燃料利用量（活動量：排出ベース）

算定対象		原燃料利用の内訳	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般廃棄物	プラスチック	油化	kt (wet)	NO	NO	3	7	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		高炉還元剤	kt (wet)	NO	NO	25	37	27	26	30	27	31	29	28	28	28	29	30
		コークス炉化学原料	kt (wet)	NO	NO	11	175	177	171	NO	17	29	25	32	17	25	24	24
		ガス化	kt (wet)	NO	NO	1	59	53	62	58	51	55	55	57	46	45	42	35
産業廃棄物	廃油	（区分無し）	kt (wet)	1,243	1,461	1,452	1,848	1,701	1,764	1,707	1,633	1,786	1,664	1,664	1,809	1,900	1,780	1,802
	廃プラスチック類	高炉還元剤	kt (wet)	NO	NO	57	160	134	134	107	149	144	156	168	132	148	115	148
		化学産業	kt (wet)	5	4	5	2	1	1	1	0.4	0.4	0.2	3	3	4	5	5
		製紙業	kt (wet)	NO	NO	3	3	18	15	14	18	16	17	18	18	18	17	19
		セメント焼成	kt (wet)	NO	9	102	302	445	479	518	595	576	623	643	718	746	746	774
		自動車製造業	kt (wet)	16	10	8	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		油化	kt (wet)	NO	NO	1	1	1	1	1	1	1	0.1	NO	1	1	1	1
		ガス化	kt (wet)	NO	NO	NO	11	117	79	97	90	81	79	91	97	86	99	92
	木くず	（区分無し）	kt (wet)	1,635	1,635	2,061	2,683	3,900	4,151	4,425	4,878	4,628	4,555	4,832	4,690	5,097	4,996	4,745
廃タイヤ		セメント焼成	kt (wet)	111	275	361	181	95	66	62	53	59	63	70	64	70	69	73
		ボイラー	kt (wet)	119	126	75	12	8	6	6	2	2	5	3	3	2	2	3
		製鉄	kt (wet)	NO	NO	57	51	30	30	27	27	20	19	17	14	18	16	17
		ガス化	kt (wet)	NO	NO	NO	27	49	45	44	50	49	51	58	61	56	10	1
		金属精錬	kt (wet)	67	37	30	10	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		タイヤメーカー	kt (wet)	NO	32	39	24	23	27	27	22	23	23	21	20	9	2	2
		製紙	kt (wet)	NO	26	42	210	388	363	372	415	439	407	436	446	402	412	425
		発電	kt (wet)	NO	NO	7	9	9	37	40	46	51	58	47	66	66	96	112
ごみ固形燃料(RDF)		（区分無し）	kt (wet)	34	39	148	415	380	384	386	388	361	360	359	362	318	310	310
ごみ固形燃料(RPF)		石油製品業	kt (wet)	NO	NO	0.4	5	4	4	3	4	4	3	4	0.2	0.1	0.4	NO
		化学工業	kt (wet)	NO	NO	7	15	22	27	26	20	22	19	18	17	17	9	3
		製紙業	kt (wet)	NO	8	25	465	803	877	926	912	940	1,014	1,022	1,036	1,013	992	1,070
		セメント製造業	kt (wet)	NO	NO	0.2	8	15	14	16	17	14	11	13	15	18	16	12

（注）

・　CO_2 排出量の算定に用いる活動量には、生物起源（バイオマスプラスチック、動植物性廃油、木くず）の利用量は含めない。

- CO_2 排出量の算定に用いる活動量は、産業廃棄物の廃油及び廃プラスチック類を除き、含水率を用いて乾燥ベース重量に換算する。
- 廃油には「使用済み潤滑油」及び「使用済み溶剤」を含む。

2） CH_4、N_2O

■　**算定方法**

原燃料として利用された各廃棄物の量に我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

■　**排出係数**

廃棄物の原燃料利用の排出係数は、該当するエネルギー分野の CH_4 及び N_2O 排出係数に、廃棄物別の発熱量を乗じて重量ベースの排出係数に換算して設定する。利用したデータは表 7-70 のとおりである。

$$EF_i = EF_{E,i} \times GCV_i / 1000$$

EF_i　：廃棄物 i の排出係数［kg-CH_4 / t（wet)］、［kg-N_2O/ t（wet）］
$EF_{E,i}$　：廃棄物 i の熱量ベースの排出係数［kg-CH_4/TJ］、［kg-N_2O/TJ］
GCV_i　：廃棄物 i の高位発熱量［MJ/kg］

表 7-70　廃棄物の原燃料利用に伴う CH_4 及び N_2O 排出係数の設定に用いるデータ一覧

算定対象		原燃料利用の内訳	エネルギー分野の排出係数		発熱量
			CH_4	N_2O	
一般廃棄物	プラスチック	油化	ボイラー（A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料）		廃プラスチック類発熱量
		高炉還元剤	NA		NA
		コークス炉化学原料	NA		NA
		ガス化	NA		NA
産業廃棄物	廃油	（区分無し）	ボイラー（A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料）		再生油発熱量／廃油比重 1)
	廃プラスチック類	高炉還元剤	NA		NA
		化学工業	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）	常圧流動床ボイラー（固体燃料）	廃プラスチック類発熱量
		製紙業			
		自動車製造業			
		セメント焼成	その他の工業炉（固体燃料）		
		油化	ボイラー（A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料）		
		ガス化	NA		NA
	木くず	（区分無し）	ボイラー（木材、木炭）	ボイラー（流動床炉以外）（固体燃料）	木材の発熱量 2)
廃タイヤ		製鉄	NA		NA
		セメント焼成	その他の工業炉（固体燃料）		廃タイヤ発熱量
		ガス化	その他工業炉（気体燃料）及びその他の工業炉（液体燃料）3)		
		金属精錬（乾留用）	ボイラー（気体燃料）		
		ボイラー	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）、	ボイラー（流動床炉以外）（固体燃料）	
		タイヤメーカー			
		製紙			
		発電			
ごみ固形燃料（RDF）		（区分無し）	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）	ボイラー（流動床炉以外）（固体燃料）	RDF 発熱量
ごみ固形燃料（RPF）		石油製品業	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）	ボイラー（流動床炉以外）（固体燃料）	RPF 発熱量
		化学工業			
		製紙業			
		セメント製造業	その他の工業炉（固体燃料）		

（注）

1）　廃棄物学会（1997）より把握した廃油比重(0.9 kg/l)で除して体積あたりの発熱量を設定。
2）　環境庁（1995）より。
3）　廃タイヤのガス化に伴い回収される物質割合（兵庫県、2003）におけるガス、油の割合（0.22、0.43）を用いて加重平均を行う。

表 7-71　エネルギー分野において適用されている排出係数

炉種・燃料種	CH_4 排出係数［kg-CH_4/TJ］	N_2O 排出係数［kg-N_2O/TJ］
ボイラー（A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料）	0.26	0.19
ボイラー（気体燃料）	0.23	0.17
ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）	0.13	－
ボイラー（木材、木炭）	74.9	－
ボイラー（流動床炉以外）（固体燃料）	－	0.85
常圧流動床ボイラー（固体燃料）	－	54.39
その他の工業炉（液体燃料）	0.83	1.8
その他の工業炉（固体燃料）	13.1	1.1
その他の工業炉（気体燃料）	2.3	1.2

（出典）環境省（2006a）

表 7-72　廃棄物の焼却及び原燃料利用に伴う発熱量

項目		単位	発熱量	出典
廃油（再生油を含む）		TJ/L	40.2	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」; 0.9［kg/L］（廃棄物学会、1997）として計算
廃プラスチック類		MJ/kg	29.3	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
紙くず		MJ/kg	15.1	廃棄物学会（1997）（乾燥ベース）; 含水率を基に排出ベースに換算する
木くず（木材を含む）		MJ/kg	14.4	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
繊維くず		MJ/kg	17.9	廃棄物学会（1997）（乾燥ベース）; 含水率を基に排出ベースに換算する
食物くず		MJ/kg	4.4	廃棄物学会（1997）（乾燥ベース）; 含水率を基に排出ベースに換算する
汚泥（下水汚泥を含む）		MJ/kg	4.7	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」（乾燥ベース）; 含水率を基に排出ベースに換算する
廃タイヤ	2004 年度以前	MJ/kg	20.9	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
	2005 年度以降	MJ/kg	33.2	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
ごみ固形燃料（RDF）		MJ/kg	18.0	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
ごみ固形燃料（RPF）		MJ/kg	29.3	資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

■　活動量

○　原燃料利用量

活動量はいずれも排出ベースで把握する（表 7-69）。把握方法の詳細は各節を参照のこと。

○　熱量に換算した活動量（参考値）

CRF で報告する熱量に換算した活動量は以下の式で計算する。

$$A_{E,i} = N_i \times GCV_i / 10^6$$

$A_{E,i}$　：熱量に換算した廃棄物 i の活動量［TJ］
N_i　：廃棄物 i の原燃料利用量［kg（wet）］
GCV_i　：廃棄物 i の高位発熱量［MJ/kg］

c）不確実性と時系列の一貫性

各節にて詳述する。

d）QA/QC と検証

各節にて詳述する。

e） 再計算

各節にて詳述する。

f） 今後の改善計画及び課題

各節にて詳述する。

7.4.3.2.a. 一般廃棄物（プラスチック）の原燃料利用に伴う焼却（1.A.1 及び 1.A.2）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、一般廃棄物（プラスチック）の原燃料利用に伴う排出を報告する。容器包装リサイクル法（以下、容リ法。）に基づき回収された一般廃棄物のプラスチックは原燃料利用のため処理（油化、高炉還元剤化、コークス炉化学原料化、ガス化）される。なお、ペットボトルは当該排出源の一般廃棄物に含まれていない。

b） 方法論

1） CO_2

■ 算定方法

一般廃棄物の化石燃料起源プラスチックの利用用途別（油化、高炉還元剤、コークス炉化学原料、ガス化）の原燃料利用量に、それぞれ国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

■ 排出係数

一般廃棄物プラスチックの油化・高炉還元剤・ガス化利用の排出係数は、「7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）」と同じ値を利用する。プラスチックのコークス炉化学原料利用の排出係数には、一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う排出係数から、プラスチック中炭素の炭化水素油への炭素ベース移行割合（47.9%）を控除し、化学原料として製品利用され、大気中への CO_2 排出を伴わない炭化水素油分を除いた排出係数を設定する。

$$EF_{coke} = EF_{plastics} \times (1 - M) \times FCF_{MSW\ plastics}$$

EF_{coke} ：プラスチックのコークス炉化学原料利用に伴う CO_2 排出係数（乾燥ベース）
$EF_{plastics}$ ：一般廃棄物中のプラスチックの燃焼に伴う排出係数（乾燥ベース）
M ：コークス炉化学原料プラスチックのうち炭化水素油に移行する割合
$FCF_{MSW\ plastics}$:一般廃棄物プラスチックの化石燃料起源割合［%］

■ 活動量

一般廃棄物のプラスチックのうち利用用途別の原燃料利用量（排出ベース）は、指定法人ルート及び市町村独自処理ルートで処理された利用用途別の原燃料利用量（排出ベース）を合わせた値とする。当該排出源における活動量を推計する方法は 7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）と同様である。

$$A_i = WP_i \times (1 - u_{plastics})$$

A_i ：利用用途 i の化石燃料起源プラスチック原燃料利用量の活動量［t（dry）］
WP_i ：利用用途 i のプラスチック原燃料利用量［t（wet）］
$u_{plastics}$ ：プラスチックの含水率［%］

○ 一般廃棄物プラスチック利用用途別の原燃料利用量（排出ベース）

【指定法人ルートにおける一般廃棄物プラスチック原燃料利用の処理量】

（公財）日本容器包装リサイクル協会「再商品化（リサイクル）実績」に示される「プラスチック製容器包装（その他プラスチック、食品用トレイ）」の再商品化方法別の再商品化製品量（熱分解油：油化・高炉還元剤・コークス炉化学原料及び合成ガス：ガス化）から把握する。ただし CO_2 を排出しない製品原料としての利用量は控除する。

【市町村独自ルートにおける一般廃棄物プラスチック原燃料利用の処理量】

市町村独自ルートにおける一般廃棄物プラスチックの原燃料利用量を以下のように計算する。

$$P_{LG} = \sum (PR - P_{JCPRA}) \times F_i \times R_i$$

P_{LG}　：市町村独自ルートにおける一般廃棄物プラスチック原燃料利用の処理量［t（wet）］
PR　：容リ法に基づき再商品化されたプラスチック量（排出ベース）[1]［t（wet）］
P_{JCPRA}　：指定法人ルートにて再商品化されたプラスチック量（排出ベース）[2]［t（wet）］
F_i　：再商品化方法 i のプラスチック量割合 [3]［%］
R_i　：再商品化方法 i の再商品化製品量割合 [4]［%］（指定法人ルートの値を求め市町村独自ルートの値に適用）

（注）
1）環境省環境再生・資源循環局「容器包装リサイクル法に基づく市町村の分別収集及び再商品化の実績について」に示される「年度別年間再商品化量」。
2）（公財）日本容器包装リサイクル協会「再商品化（リサイクル）実績」に示される「プラスチック製容器包装引き取り実績量」。
3）（社）プラスチック処理促進協会「平成 13 年度 廃プラスチック処理に関する自治体アンケート調査報告書」に示される市町村独自処理ルートにおける再商品化方法の割合。
4）環境省「容器包装リサイクル法に基づく市町村の分別収集及び再商品化の実績について」及び（公財）日本容器包装リサイクル協会「再商品化（リサイクル）実績」のデータを基に算出。

○　含水率

（財）日本容器包装リサイクル協会提供値より、4%と設定する（環境省、2006b）。

○　一般廃棄物プラスチックの化石燃料由来割合

7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-）の表 7-35 を参照のこと。

2）CH_4、N_2O

算定方法と排出係数については「7.4.3.2. 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）」節を参照のこと。活動量の利用用途別の原燃料利用量（排出ベース）は、指定法人ルート及び市町村独自処理ルートで処理された利用用途別の原燃料利用量（排出ベース）を合わせた値とする。ここにはバイオマスプラスチック使用量も含まれる。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

一般廃棄物の焼却に係る不確実性と同様の評価を行う。詳細を表 7-73 に記す。

表 7-73　一般廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.1 及び 1.A.2）の不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
プラスチック	CO_2	-1%	+1%	-10%	+10%	-10%	+10%	「5.C 焼却」の一般廃棄物のプラスチックの不確実性と同値。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-39%	+39%	-10%	+10%	-40%	+40%	「5.C 焼却」の一般廃棄物の不確実性と同値。		
	N_2O	-34%	+34%	-10%	+10%	-35%	+35%			

■　時系列の一貫性

排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。なお、2000 年度以前において廃棄物の原燃料利用は一般的でなかったため、統計情報として活動量が報告されるのは 2000 年度以降である。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e）再計算

バイオマスプラスチック製品データの改訂に伴い、2005 年度以降の CO_2 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い 2017 年度、2018 年度及び 2020 年度の排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.4.3.2.b. 産業廃棄物（廃プラスチック類、廃油、木くず）の原燃料利用に伴う焼却（1.A.2）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、産業廃棄物（廃プラスチック類、廃油、木くず）の原燃料利用に伴う排出を報告する。

b）方法論

1）CO_2

■　算定方法、排出係数

原燃料として利用された廃プラスチック類及び化石燃料起源の廃油の焼却量に産業廃棄物の焼却で用いた排出係数（7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）を参照のこと。）を乗じて算定する。

■　活動量

○　廃プラスチック類

鉄鋼業、化学工業、製紙業、セメント製造業、自動車製造業及びその他業務における産業廃棄物中の廃プラスチック類の原燃料利用量（排出ベース）を算定対象とする。鉄鋼業における原燃料利用量は（一社）日本鉄鋼連盟「廃プラ等利用の現状と今後の課題」から把握する。セメント製造業における原燃料利用量は（一社）セメント協会「セメントハンドブック」から把握する。化学工業、製紙業及び自動車製造業における原燃料利用量は、それぞれ（一社）日本化学工業協会、日本製紙連合会及び（一社）日本自動車工業会から提供されたボイラーにおける廃プラスチック類使用量のデータより把握する。その他業務における原燃料利用量は、油化・ガス化された製品化量を区別して環境省環境再生・資源循環局「廃棄物統計の精度向上及び迅速化のための検討調査報告書」より把握する。

○　廃油（化石燃料起源の廃油）

廃油の活動量は、主に環境省「循環利用量報告書」から把握する。環境省「循環利用量報告書」に含まれない有価発生物については、「使用済み潤滑油」及び「使用済み溶剤」として

別途、活動量を把握する。

【廃油】

環境省「循環利用量報告書」に示される、産業廃棄物の「直接循環利用」の「燃料化」及び「処理後循環利用」の「燃料化」に示される廃油の量から把握する。これには生物起源の廃油も含まれている。よって CO_2 排出量算定では、この量から「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）b）1）CO_2」節で示される方法と同様に生物起源の「動植物性廃油」量を差し引き化石燃料起源の量を求める。1997 年度以前のデータは、産業廃棄物の廃油焼却量の推移を用いて推計する。

【使用済み潤滑油】

（一社）潤滑油協会「潤滑油リサイクルハンドブック」に示される、使用済み潤滑油由来の再生重油の製造量から把握する。この項目はすべて化石燃料起源と見なす。2001 年度以前のデータは、産業廃棄物の廃油焼却量の推移を用いて推計する。

【使用済み溶剤】

日本溶剤リサイクル工業会調べによる、使用済み溶剤の燃料利用量データのうち有価物由来の量から把握する。この項目はすべて化石燃料起源と見なす。

2）CH_4、N_2O

■　**算定方法、排出係数**

算定方法と排出係数については「7.4.3.2. 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）」節を参照のこと。

■　**活動量**

○　**廃プラスチック類**

当該排出源の CO_2 排出量の算定の際に求めた活動量を用いる。ただし、高炉還元剤として用いられる廃プラスチック類及びガス化された廃プラスチック類は、活動量に含めない。表 7-29 を参照のこと。

○　**廃油（化石燃料起源の廃油・動植物性廃油）**

当該排出源の CO_2 排出量の算定の際に求めた原燃料利用量を用いる。ただし、CO_2 排出量の活動量と異なり、動植物性廃油も算定対象に含める。

○　**木くず**

環境省「循環利用量報告書」に示される、産業廃棄物の「直接循環利用」の「燃料化」及び「処理後循環利用」の「燃料化」に示される木くずの量から把握する。1997 年度以前のデータは、1998～2002 年度の平均値を適用する。

c）**不確実性と時系列の一貫性**

■　**不確実性**

産業廃棄物の焼却に係る不確実性と同様の評価を行う。不確実性評価の詳細は表 7-74 に記す。

表 7-74　産業廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.2）における不確実性評価

項目	GHGs	排出･吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出･吸収量の不確実性		排出･吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出･吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
廃プラスチック類	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	「5.C 焼却」の産業廃棄物の廃プラスチック類の不確実性と同値。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+216%	-30%	+30%	-104%	+218%			
	N_2O	-44%	+44%	-30%	+30%	-53%	+53%			
廃油	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	「5.C 焼却」の産業廃棄物の廃油の不確実性と同値。		誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+181%	-30%	+30%	-104%	+184%			
	N_2O	-76%	+76%	-30%	+30%	-81%	+81%			
木くず	CH_4	-100%	+412%	-30%	+30%	-104%	+413%	「5.C 焼却」の産業廃棄物の紙くず又は木くずの不確実性と同値。		誤差伝播式で合成。
	N_2O	-64%	+64%	-30%	+30%	-71%	+71%			

■　**時系列の一貫性**

廃油と木くずの燃料利用に関するデータが 1998 年以降しかデータが存在しない。廃油は燃料利用を伴わない廃油全体の焼却量の推移を用いて、木くずは 1998～2002 年度 5 ヵ年のデータの平均値を用いて、過去量の推計を行い活動量の構築を行っている。算定方法自体の時系列の一貫性は確保されている。

d）　**QA/QC と検証**

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e）　**再計算**

バイオマスプラスチック製品データの改訂に伴い、2005 年度以降の CO_2 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い 2020 年度の排出量の再計算を行った。詳細は「7.1.5. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

7.4.3.2.c. 廃タイヤの原燃料利用に伴う焼却（1.A.1 及び 1.A.2）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

本カテゴリーでは、原燃料として利用された廃タイヤの焼却に伴う排出を報告する。

b）　**方法論**

1）　CO_2

■　**算定方法**

原燃料利用された廃タイヤの焼却量に国独自の排出係数を乗じて算定を行う。

■　**排出係数**

廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率、廃タイヤの燃料利用施設における廃タイヤの酸化率を乗じて算定する。廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率は、新品タイヤ中の原材料

構成を用いて求める。廃タイヤの酸化率は 2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値の 100%を採用する。

$$EF = CF \times OF \times 1000 \times 44/12$$

EF　：廃タイヤの燃料利用に伴う CO_2 排出係数（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
CF　：廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率
OF　：廃タイヤの酸化率

■　活動量

（一社）日本自動車タイヤ協会「日本のタイヤ産業」で把握した原燃料利用された廃タイヤ量（排出ベース）に、（財）日本環境衛生センター（2001）に示された分割タイヤの三成分分析例を用いて設定した廃タイヤ中の含水量を差し引いて廃タイヤ焼却量（乾燥ベース）を求める。

2）CH_4、N_2O

■　算定方法、排出係数

算定方法については「7.4.3.2. 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）」節を参照のこと。

■　活動量

CO_2 排出量の算定の際に把握した「用途別廃タイヤ原燃料利用量」を用いる。セメント焼成用は「セメント焼成用」、ボイラー用は「中・小ボイラー」「タイヤメーカー工場用」「製紙」「発電」、乾留用は「金属精錬」、ガス化は「ガス化」にそれぞれ計上されている廃タイヤの量を活動量とする。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

産業廃棄物の焼却に係る不確実性と同様の評価を行う。詳細を表 7-75 に記す。

表 7-75　廃タイヤが原燃料として直接利用される場合（1.A.1 及び 1.A.2）の不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
廃タイヤ	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により産業廃棄物の廃プラスチック類の不確実性を代用。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+216%	-30%	+30%	-104%	+218%			
	N_2O	-44%	+44%	-30%	+30%	-53%	+53%			

■　時系列の一貫性

排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.4.3.3. 廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合（1.A.）

7.4.3.3.a. ごみ固形燃料（RDF、RPF）の燃料利用（1.A.1 及び 1.A.2）

a）排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合の CO_2、CH_4、N_2O 排出量の算定・報告を行う。廃棄物から加工された燃料として、ごみ固形燃料（RDF : Refuse Derived Fuel、RPF：Refuse Paper and Plastic Fuel）を算定対象とする。排出量の報告カテゴリーは、燃料の利用用途に応じて、表 7-29 のとおり「エネルギー産業（1.A.1）」及び「製造業及び建設業（1.A.2）」の各業種とする。報告する際の燃料種は表 7-28 に従い「Other fossil fuels」あるいは「Biomass」とする。

b）方法論

1）CO_2

■　算定方法

RDF、RPF の各焼却量に国独自の排出係数を乗じて求める。

$$E_{RDF} = EF_{RDF} \times AD_{RDF}$$

E_{RDF}　：廃棄物の RDF 利用に伴う CO_2 排出量［kg-CO_2］
EF_{RDF}　：RDF の利用に伴う排出係数（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
AD_{RDF}　：RDF の利用に伴う活動量（乾燥ベース）［t］

$$E_{RPF} = EF_{RPF} \times AD_{RPF}$$

E_{RPF}　：廃棄物の RPF 利用に伴う CO_2 排出量［kg-CO_2］
EF_{RPF}　：RPF の利用に伴う排出係数（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
AD_{RPF}　：RPF の利用に伴う活動量（乾燥ベース）［t］

■　排出係数

ごみ固形燃料（RDF・RPF）の燃料利用に伴う排出係数は、RDF、RPF 別に以下に示す式で求める。

○　RDF

RDF の利用に伴う排出係数は、RDF に含まれる一般廃棄物（紙くず、合成繊維くず、プラスチック）の化石燃料起源成分を考慮し、次式で推計する。

$$EF_{RDF} = 1000 \times \sum_i \left(F_{RDF,i} \times CF_i \times FCF_i\right) \times OF_{RDF} \times 44/12$$

$F_{RDF,i}$　：RDF における廃棄物 i の組成比（乾燥ベース）
CF_i　：廃棄物 i の炭素含有率（乾燥ベース）
FCF_i　：廃棄物 i の化石燃料起源割合
OF_{RDF}　：RDF 利用施設における RDF の酸化率

【RDF における廃棄物組成比（F_{RDF}：乾燥ベース）】

RDF における排出ベースでの廃棄物組成比は、環境省（2003）に示される各施設の「ごみ組成分析結果」の平均値を元に、環境省（2020b）及び日本化学繊維協会「繊維ハンドブック」の情報を補足的に用い推計する。なお、乾燥ベースへの換算に用いる含水率は、「管理処分場（5.A.1.）CH_4」及び「一般廃棄物の焼却に伴う排出（5.C.1.）CO_2」において設定した一般廃棄物組成別の含水率を用いる（紙くず : 20%、合成繊維くず : 20%、プラスチック : 26.1%）。RDF における乾燥ベースでのこれら廃棄物の組成比の推計値はそれぞれ、紙くずが 38.2%、合成繊維くずが 10.3%、プラスチックが 28.0%である。なお、RDF には、ペットボトルがほとんど含まれていないものと考えられる。

【炭素含有率（CF：乾燥ベース）】

RDF は一般廃棄物由来であることから、廃棄物 i の炭素含有率（乾燥ベース）は「管理処分場（5.A.1.）CH_4」及び「一般廃棄物の焼却に伴う排出（5.C.1.）CO_2」において設定した一般廃棄物組成別の炭素含有率を用いる（紙くず : 40.8%、合成繊維くず : 63.0%、プラスチック : 76.8%）。

【化石燃料起源割合（FCF）】

RDF は一般廃棄物由来であることから、「一般廃棄物の焼却に伴う排出（5.C.1.）CO_2」において設定した一般廃棄物組成別の化石燃料起源割合を用いる（紙くず : 9.6%、合成繊維くず : 100%、プラスチック。表 7-35 を参照のこと。）。

【RDF 利用施設における酸化率（OF_{RDF}）】

2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（100%）を適用する。

○　RPF

RPF の品質には「石炭相当品」と「コークス相当品」があることから（日本 RPF 工業会、2004）、石炭相当品及びコークス相当品に分けて RPF の排出係数を設定する。ただし、活動量を算定する際に、それぞれの燃料利用量を把握できない場合には、石炭相当品及びコークス相当品の排出係数を両者の平均的な燃料利用量割合を用いて加重平均し設定した排出係数を適用する（「RPF の利用に伴う排出係数（加重平均排出係数）（乾燥ベース）」を参照のこと）。

<u>*石炭相当品*</u>

$$
\begin{aligned}
EF_{RPF,coal} &= 1000 \times P_{RPF,coal} \times C \times OF_{RPF} \times 44 / 12 \times FCF_{plastics} \\
&= 1000 \times 0.528 \times 0.737 \times 1.0 \times 44 / 12 \times FCF_{plastics} \\
&= 1426\ [\mathrm{kg\text{-}CO_2/t}] \times FCF_{plastics}
\end{aligned}
$$

<u>*コークス相当品*</u>

$$
\begin{aligned}
EF_{RPF,coke} &= 1000 \times P_{RPF,coke} \times C \times OF_{RPF} \times 44 / 12 \times FCF_{plastics} \\
&= 1000 \times 0.910 \times 0.737 \times 1.0 \times 44 / 12 \times FCF_{plastics} \\
&= 2457\ [\mathrm{kg\text{-}CO_2/t}] \times FCF_{plastics}
\end{aligned}
$$

$EF_{RPF,coal}$　: RPF（石炭相当品）の利用に伴う排出係数（乾燥ベース）[kg-CO_2/t]
$EF_{RPF,coke}$　: RPF（コークス相当品）の利用に伴う排出係数（乾燥ベース）[kg-CO_2/t]
$P_{RPF,coal}$　: RPF（石炭相当品）中の廃プラスチック類由来成分割合（乾燥ベース）
$P_{RPF,coke}$　: RPF（コークス相当品）中廃プラスチック類由来成分割合（乾燥ベース）
C　: 廃プラスチック類中の炭素含有率（乾燥ベース）
OF_{RPF}　: RPF 利用施設における RPF の酸化率
$FCF_{plastics}$　: RPF 中のプラスチックにおける化石燃料起源割合

【RPF 中の廃プラスチック類由来成分割合（乾燥ベース）（$P_{RPF,coal/coke}$）】

RPF 中の廃プラスチック類由来成分割合（乾燥ベース）は、RPF 中の廃プラスチック類由来成分割合（排出ベース）を乾燥ベースに換算して設定する。RPF 中の廃プラスチック類由来成分割合（排出ベース）は、（社）日本 RPF 工業会ヒアリング結果に基づき、石炭相当品 50%、コークス相当品 90%と設定する（環境省、2006b）。

RPF 中の含水率は、RPF 製造に用いられる産業廃棄物中の廃プラスチック類の平均的な含水率とし、専門家判断により 5%と設定する。

【廃プラスチック類中の炭素含有率（乾燥ベース）（C）】

RPF の製造原材料に用いられる廃プラスチック類の大部分は産業廃棄物由来であることから（関、2004）、「産業廃棄物（廃プラスチック類）の焼却に伴う排出（5.C.）CO_2）」において設定した産業廃棄物中の廃プラスチック類の炭素含有率（排出ベース）（70%）を、RPF 製造に用いられる産業廃棄物中の廃プラスチック類の含水率（5%）で乾燥ベースに換算して算定する（73.7%）。

【RPF の利用施設における RPF 酸化率（OF_{RPF}）】

RPF 利用施設における RPF 酸化率は、「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-）」と同様に、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値である 100%と設定する。

【RPF 中のプラスチックにおける化石燃料起源割合（$FCF_{plastics}$）】

産業廃棄物廃プラスチックの物と同値を用いる（表 7-35 を参照のこと）。

【RPF の利用に伴う排出係数（加重平均排出係数）（乾燥ベース）（$EF_{RPF,av}$）】

石炭相当品及びコークス相当品の各燃料利用量を把握できない場合には、石炭相当品及びコークス相当品の排出係数を両者の平均的な燃料利用量割合を用いて加重平均し、設定した排出係数を適用する。

日本 RPF 工業会ヒアリング結果に基づいた RPF の石炭相当品及びコークス相当品の製造量割合（排出ベース）を乾燥ベースに換算した割合を当該燃料利用量割合（乾燥ベース）として代用する。

乾燥ベースへの換算に用いる RPF 中の含水率は、日本 RPF 工業会制定の RPF 品質基準に示される石炭相当品及びコークス相当品の水分品質を用い、それぞれ 3%及び 1%と設定する。なお、算定した乾燥ベース製造量割合は変動の状況を把握できる統計等が得られないことから、設定した割合を各年度一律に用いる。

$$
\begin{aligned}
EF_{RPF,av} &= EF_{RPF,coal} \times P_{coal} + EF_{RPF,coke} \times P_{coke} \\
&= (1426 \times FCF_{plastics}) \times 0.797 + (2457 \times FCF_{plastics}) \times 0.203 \\
&= 1636\ [\mathrm{kg\text{-}CO_2/t}] \times FCF_{plastics}
\end{aligned}
$$

$EF_{RPF,av}$　：RPF の利用に伴う排出係数（加重平均排出係数）（乾燥ベース）［kg-CO_2/t］
P_{coal}　：RPF（石炭相当品）の利用量割合（乾燥ベース）
P_{coke}　：RPF（コークス相当品）の利用量割合（乾燥ベース）
$FCF_{plastics}$　：RPF 中のプラスチックにおける化石燃料起源割合

表 7-76　ごみ固形燃料（RDF、RPF）の燃料利用に伴う CO_2 排出係数

項目	排出係数［kg-CO_2/t（dry）］
RDF	1,081
RPF（石炭相当品）	1,426
RPF（コークス相当品）	2,457
RPF（加重平均値）	1,636

（注）いずれもプラスチック中の化石燃料起源割合（$FCF_{plastics}$）が 100%の場合。

■　活動量

○　RDF

RDF の燃料利用量は RDF 燃料製造量の値を代用する。「一般廃棄物処理実態調査結果」に示されたごみ燃料化施設での燃料製造量（排出ベース）と RDF の含水率から RDF 燃料製造量（乾燥ベース）を求める。データの入手できない年度は、ごみ処理能力の値を用いて推計を行っている。

$$A_{RDF} = a_{RDF} \times (1 - u_{RDF})$$

A_{RDF}　：RDF の利用に伴う活動量（乾燥ベース）
a_{RDF}　：ごみ燃料化施設における RDF 製造量（排出ベース）［t］
u_{RDF}　：RDF の含水率

○　RPF

RPF の燃料利用量は化学工業、製紙業、セメント製造業及び石油製品業を対象として把握する（表 7-69 を参照のこと）。製紙業における RPF 燃料利用量（乾燥ベース）は日本製紙連合会の取りまとめ結果を用いる。化学工業、セメント製造業及び石油製品業における RPF 燃料利用量（乾燥ベース）はそれぞれ（一社）日本化学工業協会、（一社）セメント協会及び石油連盟による取りまとめ結果（排出ベース）と RPF の平均的な含水率から把握する。

2）　CH_4、N_2O

■　算定方法、排出係数

算定方法と排出係数については「7.4.3.2. 廃棄物が原燃料として直接利用される場合（1.A.）」を参照のこと。

■　活動量

○　RDF

RDF は CO_2 排出量算定の際に把握した RDF の製造量（排出ベース）の全量を RDF のボイラーにおける利用量と設定する。

○　RPF

RPF は CO_2 排出量算定の際に把握した燃料利用量のうち、化学工業、製紙業及び石油製品業で利用された量をボイラーにおける燃料利用量（排出ベース）とする。また、セメント製造業で利用された量をセメント焼成炉における燃料利用量（排出ベース）とした。製紙業における RPF 燃料利用量は乾燥ベースのため、RPF の平均的な含水量を加算して排出ベースの重量に換算する。

○　熱量に換算した活動量（参考値）

CRF で報告する熱量に換算した活動量は以下の式で計算する。

$$A_{E,i} = A_i \times GCV_i / 10^6$$

$A_{E,i}$　：熱量に換算した燃料種 i の活動量［TJ］
A_i　：燃料種 i（RDF、RPF）の消費量［kg (wet)］
GCV_i　：燃料種 i の高位発熱量［MJ/kg］

c） 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

一般廃棄物及び産業廃棄物の焼却に係る不確実性と同様の評価を行う。詳細を表 7-77 に記す。

表 7-77　ごみ固形燃料（RDF、RPF）の燃料利用（1.A.1 及び 1.A.2）における不確実性評価

項目	GHGs	排出･吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出･吸収量の不確実性		排出･吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出･吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
RDF	CO_2	-1%	+1%	-10%	+10%	-10%	+10%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により一般廃棄物のプラスチックの不確実性を代用。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-39%	+39%	-10%	+10%	-40%	+40%			
	N_2O	-34%	+34%	-10%	+10%	-35%	+35%			
RPF	CO_2	-2%	+2%	-30%	+30%	-30%	+30%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により産業廃棄物の廃プラスチック類の不確実性を代用。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	CH_4	-100%	+216%	-30%	+30%	-104%	+218%			
	N_2O	-44%	+44%	-30%	+30%	-53%	+53%			

■ 時系列の一貫性

RDF 製造量について、1997 年度以前のデータが存在しないことから、ごみ燃料化施設の処理能力の推移を用いて RDF 製造量を推計し、時系列データを構築する。算定方法自体の一貫性は確保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e） 再計算

バイオマスプラスチック製品データの改訂に伴い、2005 年度以降の CO_2 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い 2020 年度の排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5. 排水の処理と放出（5.D.）

排水の処理と放出(5.D.)では、生活排水及び産業排水の処理及び放出に伴い発生する CH_4、N_2O の排出量を報告する。我が国における算定区分は表 7-78 のとおりである。

なお、我が国では、排水処理プロセスからの排出と汚泥処理プロセスからの排出の両方を考慮した排出係数を用い、両プロセスからの排出量をまとめて計算している。また、当該カテゴリーでは、様々な形態の排出源を含むことから、IEF の解析が困難である。

表 7-78　排水の処理と放出（5.D.）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象					処理方式			CH_4	N_2O
5.D.1. (7.5.1)	生活排水	処理施設	公共下水道	下水		終末処理場 (7.5.1.1)	標準活性汚泥法		○	○
							嫌気好気活性汚泥法			○
							嫌気無酸素好気法及び循環式硝化脱窒法			○
							循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法			○
			公共下水道以外	生活雑排水	し尿	生活排水処理施設（主に浄化槽）(7.5.1.2)	コミュニティ・プラント		○	○
							合併処理浄化槽	性能評価型	窒素除去型高度処理	○	○
									窒素・燐除去型高度処理		
									BOD 除去型高度処理		
									その他性能評価型	○	○
								構造例示型		○	○
							単独処理浄化槽			○	○
							汲み取り便槽			○	○
				収集し尿	し尿及び浄化槽汚泥 （生活排水処理施設から）	し尿処理施設 (7.5.1.3)	高負荷脱窒素			○	○
							膜分離			○	○
							嫌気性処理			○	○
							好気性処理			○	
							標準脱窒素			○	
							その他			○	
		公共用水域	排水	未処理排水		生活排水の自然界における分解 (7.5.1.4)	未処理放出	単独処理浄化槽から		○	○
								汲み取り便槽から		○	○
								自家処理から		○	○
				処理後排水			処理後放出	（各種処理施設から）		NA	○
			汚泥	し尿及び浄化槽汚泥			汚泥の海洋投入処分 1)	（生活排水処理施設から）		○	○
				下水汚泥				（終末処理場から）		○	○
5.D.2. (7.5.2)	産業排水	処理施設	食料品製造業			産業排水の処理 (7.5.2.1)	（産業排水処理施設）			○	○
			パルプ・紙・紙加工品製造業							○	○
			化学工業							○	○
			鉄鋼業							○	○
			飲料・たばこ・飼料製造業							○	○
			繊維工業								
			石油製品・石炭製品製造業								
			プラスチック製品製造業								
			ゴム製品製造業								
			なめし革・同製品・毛皮製造業								
		公共用水域	排水	未処理排水		産業排水の自然界における分解 (7.5.2.2)	未処理放出	（工場・事業場から）		○	○
				処理後排水			処理後放出	（産業排水処理施設から）		NA	○
	埋立最終処分場浸出液					埋立最終処分場浸出液の処理 (7.5.2.3)				○	○

（注）

1）　法的規制により、2009 年度以降は行われていない。

推定した排水処理に伴い発生する温室効果ガス排出量を表 7-79 に示す。2021 年度における当該排出源カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 3,537 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.3%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 33.6%の減少となっている。本カテゴリーの排出量の減少は、排水処理施設の普及により「生活排水の自然界における分解」からの CH_4 排出量が減少したことが原因である。同様の理由で、「終末処理場（5.D.1.-）」から排出される N_2O は、1995~1998 年度にかけて増加している。

表 7-79　排水の処理と放出（5.D.）に伴い発生する温室効果ガスの排出量

ガス	区分		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CH_4	5.D.1. 生活排水	終末処理場	kt-CH_4	8.6	9.9	11.1	12.1	12.7	12.1	12.5	12.6	12.4	12.6	12.1	12.5	13.1	12.9	12.9
		生活排水処理施設	kt-CH_4	30.4	35.0	38.8	38.3	36.8	35.8	35.3	34.7	34.3	33.8	32.9	32.4	31.3	30.8	31.8
		し尿処理施設	kt-CH_4	5.2	3.2	1.8	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
		生活排水の自然界における分解	kt-CH_4	61.7	50.8	39.5	28.7	21.1	19.3	18.1	17.2	16.4	15.8	15.0	14.3	13.7	13.1	11.8
	5.D.2. 産業排水	産業排水の処理	kt-CH_4	2.2	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
		産業排水の自然界における分解	kt-CH_4	8.2	7.8	7.9	8.3	4.9	4.5	4.1	4.3	4.6	4.1	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
		最終処分場浸出液の処理	kt-CH_4	1.2	1.2	1.1	0.8	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	合計		kt-CH_4	117.7	110.0	102.2	91.2	78.1	74.2	72.5	71.2	70.0	68.6	65.9	65.1	64.0	62.6	62.2
			kt-CO_2 換算	2,942	2,750	2,556	2,280	1,954	1,855	1,811	1,779	1,749	1,714	1,648	1,629	1,601	1,565	1,555
N_2O	5.D.1. 生活排水	終末処理場	kt-N_2O	1.39	1.55	1.58	1.67	1.67	1.55	1.59	1.59	1.55	1.55	1.45	1.49	1.53	1.47	1.47
		生活排水処理施設	kt-N_2O	1.52	1.65	1.70	1.57	1.53	1.56	1.56	1.56	1.55	1.56	1.56	1.55	1.57	1.56	1.59
		し尿処理施設	kt-N_2O	0.22	0.26	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		生活排水の自然界における分解	kt-N_2O	2.79	2.72	2.49	2.29	2.11	2.04	2.08	2.01	2.02	2.00	1.98	1.94	2.03	1.91	1.89
	5.D.2. 産業排水	産業排水の処理	kt-N_2O	1.00	0.96	0.81	1.10	1.09	1.16	1.15	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
		産業排水の自然界における分解	kt-N_2O	1.06	1.02	1.02	0.97	0.66	0.62	0.59	0.56	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
		最終処分場浸出液の処理	kt-N_2O	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
	合計		kt-N_2O	8.01	8.18	7.72	7.65	7.10	6.94	6.99	6.86	6.80	6.80	6.69	6.68	6.82	6.64	6.65
			kt-CO_2 換算	2,387	2,439	2,301	2,280	2,115	2,069	2,082	2,045	2,027	2,028	1,992	1,990	2,033	1,979	1,982
合計			kt-CO_2 換算	5,329	5,189	4,857	4,560	4,069	3,925	3,893	3,825	3,777	3,742	3,640	3,618	3,633	3,544	3,537

7.5.1. 生活排水（5.D.1.）

我が国で発生する生活・商業排水は様々な排水処理施設（例えば終末処理場、生活排水処理施設、し尿処理施設など）で処理されており、当該排出を「生活排水（5.D.1.）」に報告する。CH_4、N_2O の発生特性は排水処理施設ごとに異なることから、排水処理施設別に排出量算定方法を設定する。

我が国では汚水処理の各種システムの特性、効果、経済性等を十分検討し、各地域に最も適したシステムを選択し、過大な投資を避け効率的な整備を図っている。環境省「日本の廃棄物処理」データによると、2021 年度末時点の公共下水道水洗化率は 77.1%であり、普及の中心は大都市地域から中小市町村に移行している。一般的に人口密度が低く平坦地の割合も低いことが多い中小市町村では、合併処理浄化槽等の生活排水処理施設が下水道整備と並んで有効な施設であり、生活排水対策の重要な柱として計画的に整備推進を図っている。2021 年度における浄化槽水洗化率（集落排水施設等を含む）は 18.8%である。残りは収集後処理されるか自家処理される。

なお、国独自の算定方法において、このカテゴリーの活動量は以下に示すとおり排出ガス及び排水処理施設ごとに異なるため、有機炭素量（BOD ベース）及び窒素量を指定している CRF の活動量記述欄には「NA」として報告している。

表 7-80　生活排水（5.D.1.）にかかる活動量の種類

排出源	CH_4 排出量算定の活動量	N_2O 排出量算定の活動量
終末処理場	終末処理場における年間下水処理量［単位：m^3］	
生活排水処理施設	生活排水処理施設における年間処理人口［単位：人］	
し尿処理施設	し尿処理施設に投入されたし尿及び浄化槽汚泥量［単位：m^3］	し尿処理施設に投入されたし尿及び浄化槽汚泥中の窒素量［単位：kg-N］
生活排水の自然界における分解	放出された生活排水中の有機物量［単位：kg-BOD］	放出された生活排水中の窒素量［単位：kg-N］

7.5.1.1. 終末処理場（5.D.1.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

本サブカテゴリーでは、下水道により収集された排水が下水の終末処理場で処理される際に排出される CH_4、N_2O を算定する。

b） 方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される CH_4 及び N_2O については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Page 6.10, Fig. 6.2）に従い国独自の算定方法を用い、終末処理場における下水処理量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF \times A$$

E　：生活・商業排水の処理に伴う終末処理場からの CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］
EF　：排出係数［kg-CH_4/m^3］、［kg-N_2O/m^3］
A　：終末処理場における年間下水処理量［m^3］

■　排出係数

1） CH_4

終末処理場の水処理プロセス及び汚泥処理プロセスにおいて実測された CH_4 の放出量を国内の研究事例（国内の 8 施設におけるサンプリング調査で、それぞれの施設において複数の異なる季節に測定）より引用し、処理プロセスごとの単純平均値を合計して排出係数を設定する（環境省、2006b）。

$$EF_{CH4} = EF_{WWTT} + EF_{SSTT}$$
$$= 8.8 \times 10^{-4}\ [\text{kg-}CH_4/m^3]$$

EF_{CH4}　：CH_4 排出係数
EF_{WWTT}　：水処理プロセスの排出係数（528.7［mg-CH_4/m^3］）
EF_{SSTT}　：汚泥処理プロセスの排出係数（348.0［mg-CH_4/m^3］）

2） N_2O

終末処理場の水処理プロセス及び汚泥処理プロセスにおいて実測された N_2O の放出量を国内の研究事例（国内の 42 施設におけるサンプリング調査で、それぞれの施設において複数の異なる季節に測定）より引用し、排出係数を設定する。これら研究は水処理方式別に複数の施設での測定で構成されている。

国内の研究事例より、終末処理場における排水処理方法に応じて N_2O 発生量が異なることが明らかになっていることから、水処理法式別の排出係数を用いる（環境省、2013b）。

$$EF_{N2O} = EF_{WWTTi} + EF_{SSTT}$$

EF_{N2O}　：N_2O 排出係数

EF_{WWTTi}　：水処理プロセス（方式）i の排出係数（表 7-81 を参照のこと。）
EF_{SSTT}　：汚泥処理プロセスの排出係数（0.6［mg-N_2O/m^3］）

表 7-81　終末処理場における N_2O 排出係数

水処理方式	N_2O 排出係数 3) (水処理プロセス) ［mg-N_2O/m^3］	N_2O 排出係数 （汚泥処理プロセス）［mg-N_2O/m^3］
標準活性汚泥法 1)	142	0.6
嫌気好気活性汚泥法	29.2	0.6
嫌気無酸素好気法及び循環式硝化脱窒法 2)	11.7	0.6
循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法	0.5	0.6

（注）

1)　本分類に該当しない処理法を含む。

2)　当該方法と同程度以上に窒素を処理することができる方法を含み、循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法を除く。

3)　標準活性汚泥法は主として BOD を除去することを目的としており、硝化反応が十分に進行する前に処理が終わってしまうため、硝化反応の副生成物である N_2O 発生量が多くなる。それに対して嫌気好気活性汚泥法、嫌気無酸素好気法、循環式硝化脱窒法といった高度処理においては、窒素除去等のために硝化反応が十分に行われるため、N_2O 発生量が少ない。

■　活動量

終末処理場における水処理に伴う N_2O 排出の活動量については、国土交通省提供の水処理方式別の排水処理量を用いる。CH_4 排出の活動量については N_2O 排出で用いた排水処理量の合計値を用いる。

表 7-82　終末処理場における下水処理の活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
標準活性汚泥法	10^6 m^3	9,761	10,780	10,686	11,405	11,358	10,485	10,736	10,699	10,401	10,394	9,648	9,908	10,124	9,733	9,733
嫌気好気活性汚泥法	10^6 m^3	73	446	1,523	1,039	909	953	931	938	933	962	1,107	1,248	1,497	1,456	1,456
嫌気無酸素好気法及び循環式硝化脱窒法	10^6 m^3	23	89	487	1,374	2,181	2,355	2,629	2,684	2,819	3,033	2,998	3,132	3,361	3,480	3,480
循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法	10^6 m^3	NO	NO	NO	0.1	2.0	20.2	14.9	0.1	0.2	4.8	0.4	6.3	5.8	6.2	6.2
合計	10^6 m^3	9,857	11,316	12,696	13,818	14,450	13,813	14,311	14,320	14,153	14,393	13,754	14,293	14,989	14,674	14,674

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

終末処理場の CH_4 及び N_2O 排出係数については、排出係数算定に用いられた実測データから計算される 95%信頼区間より不確実性を評価する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある下水道の値を適用する。不確実性評価の詳細を表 7-83 に記す。

表 7-83　終末処理場（5.D.1.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
終末処理場	CH_4	-31%	+31%	-5%	+5%	-31%	+31%	環境省（2006b）を参考に、同報告書で用いられた実測データの95%信頼区間より不確実性を査定。	専門家判断により設定した下水道統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-100%	+146%	-5%	+5%	-100%	+146%			

■　時系列の一貫性

排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章を参考のこと。

e） 再計算

統計データの更新に伴い排出量の 2019 年度及び 2020 年度の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5.1.2. 生活排水処理施設（主に浄化槽）（5.D.1.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

我が国では公共下水道で処理されない生活・商業排水の一部が、コミュニティ･プラント、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、汲み取り便槽といった生活排水処理施設及び設備で処理されている。

表 7-84　生活排水処理施設・設備の概要

<table>
<tr><th colspan="4">施設</th><th>処理対象</th><th colspan="2">概要</th></tr>
<tr><td colspan="4">コミュニティ・プラント</td><td rowspan="6">し尿及び雑排水</td><td colspan="2">地域ごとに設置される小規模な排水処理施設</td></tr>
<tr><td rowspan="5">浄化槽</td><td rowspan="4">合併処理浄化槽</td><td rowspan="4">性能評価型</td><td>窒素除去型高度処理</td><td rowspan="4">個別の世帯に設置される分散型排水処理設備</td><td rowspan="4">2001 年度改正建築基準法に基づく性能評価型</td></tr>
<tr><td>窒素・燐除去型高度処理</td></tr>
<tr><td>BOD 除去型高度処理</td></tr>
<tr><td>その他性能評価型</td></tr>
<tr><td colspan="3">構造例示型</td><td>旧建築基準法に基づく構造例示型</td></tr>
<tr><td colspan="4">単独処理浄化槽</td><td rowspan="2">し尿のみ</td><td>浄化槽法の改正により 2001 年度より新設禁止</td></tr>
<tr><td colspan="4">汲み取り便槽</td><td colspan="2">個別の世帯に設置</td></tr>
</table>

本カテゴリーではこれらの生活排水処理施設における処理プロセスにより発生する CH_4、N_2O の排出量を報告する。なお、汲み取り便槽については、し尿が汲み取り便槽内に滞留している期間内の排出が本カテゴリーでの報告対象であり、汲み取り便槽から収集されたし尿を収集後に処理する際に発生する CH_4、N_2O は、「7.5.1.3. し尿処理施設（5.D.1.-)」で取り扱う。

b） 方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される CH_4 及び N_2O については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Page 6.10, Fig. 6.2）に従い、国独自の算定方法を用いる。各生活排水処理施設の種類ごとの年間処理人口に排出係数を乗じて、排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i)$$

E　：生活排水処理施設（主に浄化槽）における生活・商業排水の処理に伴う CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］

EF_i　：生活排水処理施設 i の排出係数［kg-CH_4/人］、［kg-N_2O/人］
A_i　：生活排水処理施設 i における年間処理人口［人］

■　排出係数

国内の研究事例より、当該排出源から排出される CH_4 及び N_2O の排出係数を表 7-85 のように設定する。

表 7-85　生活排水処理施設の CH_4・N_2O 排出係数

<table>
<tr><th colspan="8">CH_4 排出係数（単位：kg-CH_4 /人・年）</th></tr>
<tr><th colspan="3">施設</th><th>1990~
1995 年度</th><th>1996~
2000 年度</th><th>2001~
2004 年度</th><th>2005
年度~</th><th>出典</th></tr>
<tr><td colspan="3">コミュニティ・プラント [1)]</td><td>0.195</td><td colspan="2">内挿</td><td>0.062</td><td>1990~1995 年度：田中（1998）
2005 年度~：池・惣田（2010）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">合併処理浄化槽</td><td rowspan="4">性能評価型</td><td>窒素除去型高度処理</td><td colspan="2" rowspan="3">NA[2)]</td><td colspan="2" rowspan="2">1.044</td><td colspan="2" rowspan="6">環境省（2012）及び環境省（2013c）</td></tr>
<tr><td>窒素・リン除去型高度処理</td></tr>
<tr><td>BOD 除去型高度処理</td></tr>
<tr><td>その他性能評価型</td><td colspan="2">1.984</td></tr>
<tr><td colspan="2">構造例示型 [3)]</td><td colspan="4">2.477</td></tr>
<tr><td colspan="3">単独処理浄化槽 [3)]</td><td colspan="4">0.46</td></tr>
<tr><td colspan="3">汲み取り便槽 [3)]</td><td colspan="4">0.062</td></tr>
<tr><th colspan="8">N_2O 排出係数（単位：kg-N_2O/人・年）</th></tr>
<tr><th colspan="3">施設</th><th>1990~
1995 年度</th><th>1996~
2000 年度</th><th>2001~
2004 年度</th><th>2005
年度~</th><th>出典</th></tr>
<tr><td colspan="3">コミュニティ・プラント [1)]</td><td>0.0394</td><td colspan="2">内挿</td><td>0.0048</td><td>1990~1995 年度：田中他（1995）[4)]
2005 年度~：池・惣田（2010）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">合併処理浄化槽</td><td rowspan="4">性能評価型</td><td>窒素除去型高度処理</td><td colspan="2" rowspan="3">NA[2)]</td><td colspan="2" rowspan="2">0.123</td><td colspan="2" rowspan="6">環境省（2012）及び環境省（2013c）</td></tr>
<tr><td>窒素・リン除去型高度処理</td></tr>
<tr><td>BOD 除去型高度処理</td></tr>
<tr><td>その他性能評価型</td><td colspan="2">0.055</td></tr>
<tr><td colspan="2">構造例示型 [3)]</td><td colspan="4">0.0717</td></tr>
<tr><td colspan="3">単独処理浄化槽 [3)]</td><td colspan="4">0.039</td></tr>
<tr><td colspan="3">汲み取り便槽 [3)]</td><td colspan="4">0.000022</td></tr>
</table>

（注）

1）　2005 年度以降はプラントの性能向上を考慮して排出係数を設定
2）　2001 年度の建築基準法の改正に伴い導入
3）　期間中に大きな技術の変化が無いため、全年度を通じて同じ排出係数を適用
4）　出典の実測値の上限値及び下限値の単純平均値

■　活動量

生活排水処理施設における水処理に伴う CH_4 及び N_2O の排出の活動量については環境省「日本の廃棄物処理」に示された、コミュニティ・プラント、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、汲み取り便槽の年間処理人口を用いる。合併処理浄化槽の活動量については、性能評価型及び構造例示型の設置基数（環境省「浄化槽指導普及に関する調査」）より求められる設置割合を浄化槽年間処理人口割合とみなし、これを用いて構造例示型及び性能評価型に区別する。

表 7-86　浄化槽種類別処理人口（活動量）

浄化槽種類	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
コミニュティ・プラント	千人	493	398	414	552	293	289	304	302	294	286	320	336	306	259	193
合併処理浄化槽（小計）	千人	6,274	8,515	10,806	12,792	14,082	14,341	14,492	14,564	14,600	14,630	14,557	14,506	14,381	14,421	15,206
性能評価型																
窒素除去型高度処理	千人	NO	NO	NO	263	1,433	2,261	2,612	2,948	3,105	3,447	3,862	3,954	4,507	4,772	5,032
窒素・燐除去型高度処理	千人	NO	NO	NO	3	14	28	35	37	39	40	42	43	56	51	54
BOD除去型高度処理	千人	NO	NO	NO	34	33	22	25	22	19	18	20	29	54	58	61
その他性能評価型	千人	NO	NO	NO	4,501	6,132	6,095	6,123	6,098	6,153	6,022	5,666	5,691	5,345	5,110	5,388
構造例示型	千人	6,274	8,515	10,806	7,991	6,471	5,935	5,697	5,459	5,284	5,103	4,968	4,788	4,419	4,429	4,670
単独処理浄化槽	千人	26,828	26,105	23,289	18,303	13,948	13,052	12,383	11,822	11,415	11,018	10,543	10,151	9,875	9,319	8,317
汲み取り便槽	千人	38,920	29,409	20,358	13,920	9,984	8,849	8,242	7,727	7,197	6,871	6,528	6,086	5,745	5,481	5,097
合計	千人	72,515	64,427	54,867	45,567	38,307	36,531	35,421	34,415	33,506	32,805	31,948	31,079	30,307	29,480	28,813

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、汲み取り便槽の CH_4 及び N_2O 排出係数については、排出係数算定に用いられた実測データから計算される 95%信頼区間より不確実性を算定する。コミュニティ・プラントの CH_4 及び N_2O 排出係数については、類似する排出源の不確実性を代用する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある一般廃棄物（下水を除く生活排水）の値を適用する。不確実性評価の詳細を表 7-87 に記す。

表 7-87　生活排水処理施設（5.D.1.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
コミュニティ・プラント	CH_4	-32%	+32%	-10%	+10%	-33%	+33%	専門家判断により排出係数の不確実性を設定（合併処理浄化槽の不確実性を代用）。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-45%	+45%	-10%	+10%	-46%	+46%			
合併処理浄化槽	CH_4	-32%	+32%	-10%	+10%	-33%	+33%	環境省（2013c）より引用。		誤差伝播式で合成。
	N_2O	-45%	+45%	-10%	+10%	-46%	+46%			
単独処理浄化槽	CH_4	-84%	+84%	-10%	+10%	-84%	+84%			誤差伝播式で合成。
	N_2O	-87%	+87%	-10%	+10%	-88%	+88%			
汲み取り便槽	CH_4	-49%	+49%	-10%	+10%	-50%	+50%			誤差伝播式で合成。
	N_2O	-72%	+72%	-10%	+10%	-73%	+73%			

■　時系列の一貫性

排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章を参考のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5.1.3. し尿処理施設（5.D.1.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、し尿処理施設に収集された汲み取りし尿及び浄化槽汚泥がし尿処理施設で処理される際に発生する CH_4、N_2O の排出量を算定している。

b） 方法論

1） CH_4

■ 算定方法

当該排出源から排出される CH_4 については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Page 6.10, Fig. 6.2）に従い、国独自の算定方法を用いた。し尿処理施設における生活排水処理量に排出係数を乗じて、排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i)$$

E　：し尿処理施設における生活・商業排水の処理に伴う CH_4 排出量［kg-CH_4］
EFi　：し尿処理施設（処理方式 *i*）の排出係数［kg-CH_4/m^3］
Ai　：し尿処理施設（処理方式 *i*）に投入されたし尿及び浄化槽汚泥量［m^3］

■ 排出係数

し尿処理施設の処理方式別に、嫌気性処理、好気性処理、標準脱窒素処理、高負荷脱窒素処理、膜分離、その他の各処理形式の CH_4 の排出係数を設定する（環境省、2006b）。

表 7-88　処理形式ごとの CH_4 排出係数

処理方法	CH_4 排出係数［kg-CH_4/m^3］	出典
嫌気性処理	0.543	（財）日本環境衛生センター（1990）に示された CH_4 排出量の実測値に（1-メタンの回収率（90%））を乗じて算定。
好気性処理	0.00545	排出実態が不明なため、標準脱窒素処理と高負荷脱窒素処理の単純平均値を採用。
標準脱窒素処理	0.0059	田中他（1995）
高負荷脱窒素処理	0.005	田中他（1995）
膜分離	0.00545	排出実態が不明なため、好気性処理の排出係数にて代用。
その他	0.00545	排出実態が不明なため、好気性処理の排出係数にて代用。

■ 活動量

し尿処理施設における水処理に伴う CH_4 の排出の活動量は、環境省「日本の廃棄物処理」に示されたし尿処理施設で処理されたし尿及び浄化槽汚泥の総量（表 7-89）に、し尿処理方式別の処理能力（表 7-90）から求めた処理能力割合を乗じて、各処理方式別の処理量（表 7-91）を求める。

$$A_i = W_H \times C_i / C_T$$

A_i　：し尿処理方式 *i* の活動量［kL］
W_H　：し尿及び浄化槽汚泥の総量［kL］
C_i　：し尿処理方式 *i* による処理能力［kL］
C_T　：全し尿処理方式による処理能力の合計［kL］

表 7-89　し尿処理施設に投入されたし尿及び浄化槽汚泥量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
汲み取りし尿量	千kL	20,406	18,049	14,673	10,400	7,917	7,018	6,771	6,375	6,153	5,890	5,627	5,415	5,191	4,974	4,781
浄化槽汚泥量	千kL	9,224	11,545	13,234	13,790	13,760	13,519	13,726	13,562	13,537	13,648	13,536	13,534	13,415	13,372	13,260
合計	千kL	29,630	29,594	27,907	24,190	21,677	20,537	20,497	19,937	19,690	19,538	19,163	18,949	18,606	18,346	18,041

表 7-90　処理形式ごとの処理能力

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
嫌気性処理	kL/日	34,580	19,869	10,996	6,476	3,891	3,159	3,059	2,779	2,245	2,155	1,799	1,574	1,527	1,330	898
好気性処理	kL/日	26,654	19,716	12,166	8,465	6,753	6,469	6,001	5,899	5,979	5,600	4,743	4,468	3,760	3,666	4,967
標準脱窒素	kL/日	25,196	30,157	31,908	29,655	26,173	25,608	25,153	24,663	24,023	22,812	21,544	21,113	21,599	21,322	20,416
高負荷脱窒素	kL/日	8,158	13,817	16,498	17,493	16,104	15,030	14,529	14,336	13,831	13,651	13,838	13,289	13,153	12,601	12,330
膜分離	kL/日	NO	1,616	2,375	3,055	3,684	4,062	4,074	2,204	3,373	3,184	2,853	2,404	2,458	2,410	2,240
その他	kL/日	13,777	20,028	25,917	30,277	34,577	33,556	33,975	34,983	33,940	36,074	37,430	40,223	40,137	40,882	40,906

表 7-91　処理形式ごとのし尿処理量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
嫌気性処理	千kL	9,455	5,589	3,073	1,642	925	738	722	653	530	504	419	359	344	297	198
好気性処理	千kL	7,288	5,546	3,400	2,146	1,605	1,512	1,417	1,386	1,412	1,311	1,106	1,019	847	818	1,096
標準脱窒素	千kL	6,889	8,483	8,917	7,518	6,222	5,984	5,940	5,794	5,672	5,339	5,022	4,816	4,863	4,758	4,505
高負荷脱窒素	千kL	2,231	3,887	4,611	4,435	3,828	3,512	3,431	3,368	3,266	3,195	3,226	3,031	2,962	2,812	2,721
膜分離	千kL	NO	455	664	774	876	949	962	518	796	745	665	548	553	538	494
その他	千kL	3,767	5,634	7,243	7,676	8,220	7,841	8,024	8,219	8,014	8,443	8,725	9,175	9,037	9,123	9,026
合計	千kL	29,630	29,594	27,907	24,190	21,677	20,537	20,497	19,937	19,690	19,538	19,163	18,949	18,606	18,346	18,041

2）N_2O

■　**算定方法**

当該排出源から排出される N_2O については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Page 6.10, Fig. 6.2）に従い、国独自の算定方法を用いた。し尿処理施設における投入窒素量に排出係数を乗じて、排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i)$$

E　：し尿処理施設における生活・商業排水の処理に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O］
EF_i　：し尿処理施設（処理方式 i）の排出係数［kg-N_2O/kg-N］
A_i　：し尿処理施設（処理方式 i）に投入されたし尿及び浄化槽汚泥中の窒素量［kg-N］

■　**排出係数**

高負荷脱窒素処理、膜分離処理、その他の各処理形式ごとに我が国の研究事例を用いて N_2O 排出係数を設定する（環境省、2006b）。

我が国のし尿処理施設の排出係数について、1994 年度（田中他、1997）及び 2003 年度（大村他、2004）に調査が行われている。この間、し尿処理施設の施設構造及び維持管理技術が向上しており、測定により高負荷脱窒素処理及び膜分離処理における排出係数が改善していることが確認されている。よって、当該処理の排出係数について 1994 年度以前と 2003 年度以降で別の値を用いる。

表 7-92　処理形式ごとの N_2O 排出係数

処理方法	N_2O 排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］		
	1990～1994 年度	1995～2002 年度	2003 年度～
高負荷脱窒素処理	0.033 1)	内挿	0.0029 2)
膜分離	0.033 1)	内挿	0.0024 2)
その他（嫌気性処理、好気性処理、標準脱窒素処理を含む）	0.0000045 3)		

（注）

1)　田中他（1998）に示された 13 施設における実測値の中央値を採用

2)　大村他（2004）に示された 13 施設における実測値の中央値を採用

3)　田中他（1995）（標準脱窒処理における上限値（1.0×10^{-5}［kg-N_2O/m^3］）を、1994 年度における投入窒素濃度 2,211［mg/l］で除して算出）

■　活動量

活動量であるし尿処理施設における投入窒素量は、収集し尿及び収集浄化槽汚泥中の窒素量をし尿処理施設で処理されたし尿及び浄化槽汚泥の量で加重平均して算出した投入窒素濃度に、環境省「日本の廃棄物処理」に示されたし尿処理施設におけるし尿処理量（汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の合計量）を乗ずることによって算出する。

$$A_i = (W_H \times N_H + W_J \times N_J) \times F_i / 1000$$

A_i　：し尿処理方式 i の活動量［kg-N］
W_H　：し尿処理施設に投入されたし尿量［m^3］
W_J　：し尿処理施設に投入された浄化槽汚泥量［m^3］
N_H　：し尿中の窒素濃度［mg-N/L］
N_J　：浄化槽汚泥中の窒素濃度［mg-N/L］
F_i　：し尿処理方式 i による処理能力割合［%］

○　し尿処理施設に投入されたし尿量及び浄化槽汚泥量

し尿処理施設からの CH_4 排出量算定に用いたデータ（表 7-89）と同様。

○　し尿処理方式別のし尿処理割合

し尿処理施設からの CH_4 排出量算定に用いたデータ（表 7-90）と同様。

○　投入されたし尿及び浄化槽汚泥の窒素濃度

投入されたし尿及び浄化槽汚泥の窒素濃度は、岡崎他（2001）に従い、1989～1991 年度、1992～1994 年度、1995～1997 年度、1998～2000 年度の 4 回に分けて分析された値を使用し、2001 年度以降の値は 2000 年度値で代替する（表 7-93）。

表 7-93　収集し尿及び収集浄化槽汚泥中の窒素濃度

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
し尿	mg-N/L	3,940	3,100	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
浄化槽汚泥	mg-N/L	1,060	300	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580
加重平均値	mg-N/L	3,043	2,008	1,695	1,491	1,354	1,304	1,280	1,258	1,242	1,219	1,203	1,186	1,171	1,155	1,142

表 7-94　し尿処理施設で処理されたし尿及び浄化槽汚泥中の窒素量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
嫌気性処理	kt-N	28.8	11.2	5.2	2.4	1.3	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
好気性処理	kt-N	22.2	11.1	5.8	3.2	2.2	2.0	1.8	1.7	1.8	1.6	1.3	1.2	1.0	0.9	1.3
標準脱窒素	kt-N	21.0	17.0	15.1	11.2	8.4	7.8	7.6	7.3	7.0	6.5	6.0	5.7	5.7	5.5	5.1
高負荷脱窒素	kt-N	6.8	7.8	7.8	6.6	5.2	4.6	4.4	4.2	4.1	3.9	3.9	3.6	3.5	3.2	3.1
膜分離	kt-N	NO	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	0.7	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6
その他	kt-N	11.5	11.3	12.3	11.4	11.1	10.2	10.3	10.3	10.0	10.3	10.5	10.9	10.6	10.5	10.3
合計	kt-N	90.2	59.4	47.3	36.1	29.4	26.8	26.2	25.1	24.5	23.8	23.0	22.5	21.8	21.2	20.6

c） 不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

し尿処理施設（5.D.1.-）における CH_4 及び N_2O 排出係数については、類似する排出源の不確実性を代用する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある一般廃棄物（下水を除く生活排水）の値を適用する。詳細を表 7-95 に記す。

表 7-95　生活排水処理施設（5.D.1.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
し尿処理施設	CH_4	-84%	+84%	-10%	+10%	-84%	+84%	専門家判断により排出係数の不確実性を設定（単独処理浄化槽の不確実性を代用）。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-87%	+87%	-10%	+10%	-88%	+88%			

■　時系列の一貫性

N_2O 排出係数について実測データが得られない期間は、表 7-92 に記載したとおりの方法でデータを補完している。その他のパラメータは一貫したデータを利用している。算定方法自体の一貫性も担保されている。

d） QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に詳述している。

e） 再計算

統計データの更新に伴い 2019 年度の排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f） 今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5.1.4. 生活排水の自然界における分解（5.D.1.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

我が国で発生する生活排水の多くは排水処理施設において処理されているが、公共用水域に放出されている処理後排水にも窒素が残存する。また、一部の生活雑排水は未処理のまま公共用水域に放出されている。本カテゴリーでは、公共用水域で分解する未処理の生活排水及び汚泥から発生する CH_4、N_2O、及び処理後排水から発生する N_2O の報告を行う。本カテゴリーで算定対象とする排出源は表 7-96 のとおりである。

表 7-96　生活排水の自然界における分解（5.D.1.-）で扱う排出源

排出源	詳細
未処理排水（CH_4、N_2O）	単独処理浄化槽を利用する家庭等における未処理の生活雑排水
	汲み取り便槽を利用する家庭等における未処理の生活雑排水
	自家処理を行う家庭等における未処理の生活雑排水
処理後排水（N_2O）	終末処理場で処理された生活排水
	コミュニティ・プラント及び合併処理浄化槽（性能評価型／構造例示型）で処理された生活排水
	単独処理浄化槽で処理されたし尿由来の排水
	し尿処理施設におけるし尿・浄化槽汚泥の処理に伴う排水
汚泥（CH_4、N_2O）	海洋投入処分されたし尿及び浄化槽汚泥
	海洋投入処分された下水汚泥

b）**方法論**

■　**算定方法**

2006 年 IPCC ガイドラインに記載された方法に従い算定方法を設定する。自然界における排水の分解では、汚泥として引き抜かれた有機物量と CH_4 回収量はゼロとなるため、CH_4 排出量は未処理のまま公共用水域に放出された生活排水中の有機物量に排出係数を乗じて算定する。N_2O 排出量は排水中に含まれる窒素量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF \times A$$

E　：生活排水の自然界における分解に伴う CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］
EF　：排出係数［kg-CH_4/kg-BOD］、［kg-N_2O/kg-N］
A　：生活排水中の有機物量［kg-BOD］又は窒素量［kg-N］

■　**排出係数**

CH_4 排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い最大メタン生成能（B_0）にメタン変換係数（MCF）を乗じて設定する。最大メタン生成能は 2006 年 IPCC ガイドラインに示される生活排水（domestic wastewater）のデフォルト値を用いて 0.6［kg-CH_4/kg BOD］と設定する。メタン変換係数は「Untreated system」の「Sea, river and lake discharge」のデフォルト値を用いて 0.1 と設定する。

$$EF_{CH4} = B_0 \times MCF$$
$$= 0.6\ [\text{kg-}CH_4/\text{kg-BOD}] \times 0.1$$
$$= 0.06\ [\text{kg-}CH_4/\text{kg-BOD}]$$

N_2O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値 0.005［kg N_2O-N/kg N］を単位換算して設定する。

$$EF_{N2O} = 0.005\ [\text{kg-}N_2O\text{-N/kg-N}] \times 44/28$$
$$= 0.0079\ [\text{kg-}N_2O/\text{kg-N}]$$

■　**活動量**

○　**未処理排水**

未処理排水からの CH_4 及び N_2O 排出量にかかる活動量は以下の式で求める。

$$A = \sum_i P_i \times U$$

A　：家庭等から未処理のまま排出する生活排水の活動量［g-BOD］、［g-N］
P_i　：生活排水処理方式 i（単独処理浄化槽、汲み取り便槽、自家処理）の利用人口 1)［人］
U　：生活雑排水の BOD 原単位（40［g-BOD/人日］2)）、窒素原単位（2［g-N/人日］2)）
（出典）
1）環境省「日本の廃棄物処理」
2）（社）日本下水道協会（1999）

なお、我が国ではし尿の自家処理として農地還元が行われているが、これに伴う N_2O 排出量は農業分野の「土壌からの直接排出（3.D.1.）」において計上していることから、本排出源の算定対象には含めていない。

○　**処理後排水**

処理後排水からの N_2O 排出量にかかる活動量は以下の式で求める。

$$A = A_{sp} + A_{dp} + A_{hp}$$

A　：生活排水の処理後排水中の窒素量（活動量）［t-N］
A_{sp}　：終末処理場での処理後排水中の窒素量［t-N］
A_{dp}　：生活排水処理施設での処理後排水中の窒素量［t-N］
A_{hp}　：し尿処理施設での処理後排水中の窒素量［t-N］

【終末処理場】

終末処理場の処理後排水中窒素量は以下の式で求める。

$$A_{sp} = \sum_i (W_i \times D_i) \times 10^{-6}$$

W_i　：終末処理場 i における排水処理量［m^3］
D_i　：終末処理場 i における処理後排水中の窒素濃度［mg-N/L］
（出典）いずれのパラメータとも、（公社）日本下水道協会「下水道統計」

【生活排水処理施設】

生活排水処理施設（コミュニティ・プラント、合併処理浄化槽（性能評価型/構造例示型）、単独処理浄化槽）の処理後排水中窒素量は、以下の式で求める。

$$A_{dp} = \sum_i \{TN_i \times d \times P_i \times (1 - R_i)\} \times 10^{-6}$$

TN_i　：処理施設 i における一人一日当たり流入 TN 負荷量［g-N/人日］（表 7-97 を参照のこと。）
P_i　：処理施設 i の利用人口［人］（表 7-86 を参照のこと。）
R_i　：処理施設 i の窒素除去率［%］（表 7-98 を参照のこと。）
d　：年間日数［日］

ここで、各処理施設における一人当たり流入 TN 負荷量及び窒素除去率は下表のとおりである。

表 7-97　各処理施設における一人当たり流入 TN 負荷量

処理施設	処理水	一人一日当たり流入 TN 負荷量［g-N/人日］	出典
コミュニティ・プラント	し尿及び生活雑排水	10	環境省（2009）
合併処理浄化槽（性能評価型及び構造例示型）			
単独処理浄化槽	し尿のみ	8	

表 7-98　各処理施設の窒素除去率

処理施設			窒素除去率	出典
コミュニティ・プラント			20%	（財）東京都環境公社（1996）を参考に専門家判断
合併処理浄化槽	性能評価型	窒素除去型高度処理	60%	当該施設における処理後排水中の平均的な窒素濃度（20 mg/L）、一人一日当たり流入 TN 負荷量（10 g/人日）、処理水量（200L/人日）を仮定して推計
		窒素・リン除去型高度処理		
		BOD 除去型高度処理	20%	（財）東京都環境公社（1996）を参考に専門家判断
		その他性能評価型		
	構造例示型			
単独処理浄化槽				

【し尿処理施設】

し尿処理施設での処理後排出中の窒素量は以下の式で求める。

$$A_{hp} = W \times D \times 10^{-6}$$

W　：し尿処理施設におけるし尿・浄化槽汚泥の処理量 1)［m^3］

D　：し尿処理施設の処理後排水中窒素濃度［mg-N/L］

（出典）

1)　環境省「日本の廃棄物処理」

ここで、処理後排水中の窒素濃度はし尿処理方式別の放流水質調査データ（表 7-99）の処理能力（表 7-90）での加重平均を用いる。

表 7-99　し尿処理方式別の処理後排水中の窒素濃度

処理方式	窒素濃度［mg-N/l］	出典
嫌気性処理	98.0	岡崎他（2001）
好気性処理	32.5	
標準脱窒素	5.5	
高負荷脱窒素	19.0	
膜分離	10.0	

○　汚泥

汚泥の海洋投入からの CH_4 及び N_2O 排出量にかかる活動量は以下の式で求める。

【し尿・浄化槽汚泥】

$$A = V_H \times D_H + V_J \times D_J$$

A　：海洋投入されるし尿及び浄化槽汚泥の活動量［g-BOD］、［g-N］

V_H　：海洋投入処分されるし尿量 1)［kL］

D_H　：し尿中の有機物濃度/窒素濃度 2)［mg-BOD/L］、［mg-N/L］

V_J　：海洋投入処分される浄化槽汚泥 1)［kL］

D_J　：浄化槽汚泥中の有機物濃度/窒素濃度 2)［mg-BOD/L］、［mg-N/L］

（出典）

1)　環境省「日本の廃棄物処理」

2）　岡崎他（2001）

【下水汚泥】

$$A = V \times D$$

A　：海洋投入される下水汚泥の活動量［g-BOD］、［g-N］
V　：海洋投入処分される下水汚泥量 1)［kL］
D　：下水汚泥中の有機物濃度/窒素濃度 2)［mg-BOD/l］、［mg-N/L］

（出典）
1）　（公社）日本下水道協会「下水道統計」
2）　岡崎他（2001）を基に専門家判断（浄化槽汚泥の値を代用）

見積もった活動量は表 7-100 に記す。

表 7-100　公共用水域に放出された生活排水中の有機物量及び窒素量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
有機物量																
未処理排水（単独処理浄化槽から）	kt-BOD	392	381	341	267	204	191	181	173	167	161	154	148	144	136	121
未処理排水（汲み取り便槽から）	kt-BOD	568	429	298	203	146	130	120	113	105	101	95	89	84	80	74
未処理排水（自家処理から）	kt-BOD	46	21	9	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
し尿・浄化槽汚泥（海洋投入処分）	kt-BOD	22	14	9	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
下水汚泥（海洋投入処分）	kt-BOD	1	1	0.05	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計	kt-BOD	1,029	846	658	478	351	322	302	287	273	263	250	238	229	218	197
窒素量																
未処理排水（単独処理浄化槽から）	kt-N	19.6	19.1	17.0	13.4	10.2	9.6	9.0	8.6	8.3	8.1	7.7	7.4	7.2	6.8	6.1
未処理排水（汲み取り便槽から）	kt-N	28.4	21.5	14.9	10.2	7.3	6.5	6.0	5.6	5.3	5.0	4.8	4.4	4.2	4.0	3.7
未処理排水（自家処理から）	kt-N	2.3	1.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1	0.04	0.04
処理後排水	kt-N	297.0	301.2	281.8	267.0	251.6	243.2	250.0	241.3	243.0	241.9	239.2	235.2	246.8	231.8	231.0
し尿・浄化槽汚泥（海洋投入処分）	kt-N	7.2	3.2	2.2	0.8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
下水汚泥（海洋投入処分）	kt-N	0.1	0.1	0.01	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計	kt-N	354.6	346.0	316.4	291.5	269.1	259.3	265.1	255.6	256.7	255.0	251.7	247.2	258.2	242.7	240.9

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

生活排水の自然界における分解（5.D.1.-）における CH_4 及び N_2O 排出係数については、類似する排出源の不確実性を代用する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある一般廃棄物（下水を除く生活排水）の値を適用する。不確実性評価の詳細を表 7-101 に記す。

表 7-101　生活排水の自然界における分解（5.D.1.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
生活排水の自然界における分解	CH_4	-58%	+58%	-10%	+10%	-59%	+59%	排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値であることから、同ガイドラインの不確実性デフォルト値算定の考え方に基づき不確実性を設定。	専門家判断により設定した一般廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-58%	+58%	-10%	+10%	-59%	+59%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、CH_4 の不確実性を代用。		

■　時系列の一貫性

排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章に詳述している。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5.2. 産業排水（5.D.2.）

水質汚濁防止法や下水道法に基づき工場等で処理される産業排水からの CH_4 及び N_2O の排出（産業排水の処理（5.D.2.-））、工場等から放出される未処理あるいは処理後の産業排水が自然界において分解することに伴う CH_4 及び N_2O の排出（産業排水の自然界における分解（5.D.2.-））及び最終処分場（埋立）浸出液の処理に伴う CH_4 及び N_2O の排出（最終処分場浸出液の処理（5.D.2.-））を「産業排水（5.D.2.）」に報告する。

7.5.2.1. 産業排水の処理（5.D.2.-）

a）排出源カテゴリーの説明

水質汚濁防止法や下水道法に基づき工場等で処理される産業排水からの CH_4 及び N_2O の排出を「産業排水の処理（5.D.2.-）」に報告する。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Page 6.19, Fig. 6.3）に従い、排水中の有機物量が大きな産業を対象に、CH_4、N_2O 排出量を算定する。CH_4 排出量の算定は、2006 年 IPCC ガイドラインで設定されているデフォルト値が我が国の実態に即していないと考えられるため、国独自の算定方法を適用し、算定対象とした産業排水中に含まれる年間有機物量を BOD ベースで把握し、BOD あたりの国独自の排水処理に伴う CH_4 排出係数を乗じて算定する。なお、CH_4 は排水処理時の生物処理プロセスより発生するため、活動量（生物処理により分解される排水中の有機物量）を把握するには COD ベースよりも BOD ベースの方が望ましいと考えられることから、我が国では BOD ベースで CH_4 排出量の計算を行っている。N_2O 排出量は IPCC ガイドラインに算定方法が示されていないため、CH_4 排出算定方法と同様の方法で、産業排水中の窒素量に国独自の N_2O 排出係数を乗じて算定を行う。

$$E = EF \times A$$

E　：産業排水の処理に伴う CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］

EF　：排出係数［kg-CH_4/kg-BOD］、［kg-N_2O/kg-N］

A　：産業排水中の有機物量［kg-BOD］、産業排水中の窒素量［kg-N］

■　排出係数

環境省(2018 a)により得られた実測調査（8 施設における夏季及び冬季調査）に基づく国独自の排出係数を適用する（環境省、2018 b)。

表 7-102　産業排水処理施設の排出係数

業種	CH_4 排出係数［g-CH_4/kg-BOD］	N_2O 排出係数［g-N_2O/kg-N］
食料品製造業	1.2	0.47
パルプ・紙・紙加工品製造業	2.5	0.014
化学工業	0.92	17
鉄鋼業	7.3	4.0
その他の業種（上記業種の平均値）	3.0	5.3

なお、我が国での嫌気性排水処理ではメタンがすべて回収されている。また、好気性処理においては、部分的に発生する嫌気状態から少量のメタンが発生していることから、国独自の排出係数を設定している。このため、我が国独自の排出係数は、嫌気性処理からの発生量に対する排出係数のデフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン）とは意味が異なる。

■　活動量

CH_4 排出に係る活動量は、排水中に含まれる有機物量を BOD ベースで把握する。算定対象は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されている業種を参考に、排水中の BOD 濃度が高く、排水の処理に伴うメタンの排出量が大きい業種について設定する（表 7-103)。産業別の有機物量は、(社）日本下水道協会（2009）にある産業細分類ごとに行った後、中分類ごとに集計する。

ここで、CRF への活動量の報告は COD ベースが指定されているため、国独自の算定方法を採用している当該排出源の活動量を NE として報告している。

$$A_{CH4,i} = W_i \times BOD_i/1000$$

ここで、

$$W_i = I_i \times F_{CH4,i} \times F_{onsite,i}$$

$A_{CH4,i}$　：産業細分類 i の活動量［kg-BOD］
W_i　：CH_4 を発生する排水処理施設に流入する産業細分類 i の産業排水量［m^3］
BOD_i　：産業細分類 i の流入排水中の BOD 濃度［mg-BOD/L］
I_i　：製品の処理及び洗浄に用いられる産業細分類 i の用水量［m^3］
$F_{CH4,i}$　：CH_4 発生処理施設において処理される産業細分類 i の産業排水量割合［%］
$F_{onsite,i}$　：工場内で処理される産業細分類 i の産業排水割合［%］

N_2O 排出に係る活動量は産業排水中の窒素量で把握する。活動量は CH_4 排出量の算定と同じ業種区分で集計する。

$$A_{N2O,i} = W_i \times TN_i/1000$$

ここで、

$$W_i = I_i \times F_{N2O,i} \times F_{onsite,i}$$

$A_{N2O,i}$　：産業細分類 i の活動量［kg-N］
W_i　：N_2O を発生する排水処理施設に流入する産業細分類 i の産業排水量［m^3］
TN_i　：産業細分類 i の流入排水中の窒素濃度［mg-N/L］
I_i　：製品の処理及び洗浄に用いられる産業細分類 i の用水量［m^3］

$F_{N2O,i}$　　: N_2O 発生処理施設において処理される産業細分類 i の産業排水量割合［%］
$F_{onsite,i}$　　: 工場内で処理される産業細分類 i の産業排水割合［%］

○　排水処理施設に流入する産業排水量

排水処理施設に流入する産業排水量は経済産業省「工業統計表 用地･用水編」の産業細分類別製品処理用水及び洗浄用水量を用いる。

○　CH_4 発生処理施設において処理される産業排水量割合

産業排水処理に伴い、活性汚泥法による排水処理及び嫌気性処理において CH_4 が発生すると考えられる。よって、環境省水・大気環境局「発生負荷量管理等調査」における、「活性汚泥」、「その他生物処理」、「膜処理」、「硝化脱窒」、「その他高度処理」の届出排水量の全排水量に対する割合を産業排水処理割合として産業中分類別に設定する。

○　N_2O 発生処理施設において処理される産業排水量割合

産業排水処理に伴い、主に脱窒等の生物処理プロセスにおいて N_2O が発生すると考えられる。CH_4 発生処理施設において処理される産業排水量割合を N_2O 排出量の算定でも同様に用いる。

○　工場内で処理される産業排水割合

当該情報を把握できる統計情報が得られないことから、全ての産業細分類において 1.0 と設定する。

○　流入排水中の BOD 濃度、窒素濃度

BOD 濃度には、（社）日本下水道協会（1999）に示される産業細分類別の BOD 原水水質を用いる。窒素濃度は、同調査の産業細分類別の排出量原単位（TN）を用いる。

表 7-103　活動量の算定対象業種から排出される BOD 及び窒素濃度

産業中分類	業種	mg-BOD/L	mg-N/L
9	食料品製造業	1,470	62
10	飲料・たばこ・飼料製造業	1,138	77
11	繊維工業	386	36
14	パルプ・紙・紙加工品製造業	556	37
16	化学工業	1,093	191
17	石油製品・石炭製品製造業	975	289
18	プラスチック製品製造業	268	11
19	ゴム製品製造業	112	32
20	なめし革・同製品・毛皮製造業	1,810	60
22	鉄鋼業	246	310

表 7-104　産業排水中の BOD 量及び窒素量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
流入排水中有機物量																
食料品製造業	kt-BOD	297.8	326.2	306.8	289.4	311.7	288.0	307.2	348.4	348.4	348.4	348.4	348.4	348.4	348.4	348.4
飲料・たばこ・飼料製造業	kt-BOD	88.7	100.5	92.0	71.5	58.0	55.7	52.8	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
繊維工業	kt-BOD	98.1	94.2	65.5	47.7	40.1	45.4	38.2	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4
パルプ・紙・紙加工品製造業	kt-BOD	471.8	422.7	457.3	423.4	365.4	340.9	321.4	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0
化学工業	kt-BOD	110.2	95.3	103.0	160.1	162.9	151.3	154.2	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1
石油製品・石炭製品製造業	kt-BOD	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
プラスチック製品製造業	kt-BOD	6.2	5.9	6.2	6.9	6.9	7.4	7.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
ゴム製品製造業	kt-BOD	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-BOD	1.3	1.1	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
鉄鋼業	kt-BOD	1.2	1.3	1.3	1.5	1.8	1.7	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
流入排水中窒素量																
食料品製造業	kt-N	15.5	16.9	16.3	15.0	16.0	14.6	15.8	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
飲料・たばこ・飼料製造業	kt-N	3.8	4.2	4.3	3.9	2.6	2.4	2.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
繊維工業	kt-N	10.8	10.5	7.4	5.2	4.4	5.3	4.3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
パルプ・紙・紙加工品製造業	kt-N	18.4	16.5	17.7	16.2	14.4	13.2	11.8	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
化学工業	kt-N	40.0	38.8	30.1	48.5	50.8	50.6	50.8	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8
石油製品・石炭製品製造業	kt-N	0.1	0.1	0.1	0.1	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
プラスチック製品製造業	kt-N	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ゴム製品製造業	kt-N	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-N	0.1	0.1	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
鉄鋼業	kt-N	57.7	53.9	55.5	54.7	45.6	61.2	58.9	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

排出係数の不確実性は排出係数調査(環境省、2018a)に基づき設定する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある産業廃棄物（産業排水）の値を適用する。詳細を表 7-105 に記す。

表 7-105　産業排水の処理（5.D.2.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
産業排水の処理	CH_4	-60%	+60%	-30%	+30%	-67%	+67%	環境省（2018a）に基づき不確実性を設定。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-95%	+95%	-30%	+30%	-100%	+100%			

■　時系列の一貫性

CH_4 及び N_2O 発生処理施設において処理される産業排水量割合のデータが、2001 年以降は 2004 年の調査結果のみが反映可能な状態であるため、残りの期間は内挿及び据え置きを行い一貫した活動量データを構築している。算定方法自体の一貫性は確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e）再計算

特になし。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5.2.2. 産業排水の自然界における分解（5.D.2.-）

a） 排出源カテゴリーの説明

我が国で発生する産業排水の多くは産業排水処理施設において処理されているが、公共用水域に放出されている処理後排水にも窒素が残存する。また、一部の産業排水は未処理のまま公共用水域に放出されている。本カテゴリーでは、公共用水域で分解する未処理の産業排水から発生する CH_4、N_2O、及び処理後排水から発生する N_2O の報告を行う。

b） 方法論

■　算定方法

公共用水域に放出される未処理あるいは処理後の産業排水から排出される CH_4・N_2O 排出量は、2006 年 IPCC ガイドラインの方法論に基づき、以下のように推計する。

$$E = EF \times A$$

E　：産業排水の自然界における分解に伴う CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4］、［kg-N_2O］
EF　：排出係数［kg-CH_4/kg-BOD］、［kg-N_2O/kg-N］
A　：産業排水中の有機物量［kg-BOD］又は窒素量［kg-N］

■　排出係数

未処理排水・処理後排水ともに CH_4 及び N_2O の排出係数は、「7.5.1.4. 生活排水の自然界における分解（5.D.1.-）」と同様に 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 7-106　産業排水の自然界における分解の CH_4・N_2O 排出係数

ガス	単位	排出係数	出典
CH_4	kg-CH_4/ kg-BOD	0.06	2006 年 IPCC ガイドライン
N_2O	kg-N_2O/ kg-N	0.0079	2006 年 IPCC ガイドライン

■　活動量

算定対象の業種は、「7.5.2.1. 産業排水の処理（5.D.2.-.）」にある表 7-103 に示す 10 区分の産業中分類とする。

○　未処理排水

活動量は工場･事業場から公共用水域に直接放出される未処理の産業排水中の BOD 又は窒素負荷量の合計値とする。各工場・事業場における排水中の BOD 又は窒素負荷量は環境省水・大気環境局「水質汚濁物質排出量総合調査」に示される排水量と BOD 又は窒素濃度を乗じて計算する。

$$A = \sum_i (V_i \times Q_i)$$

A　：未処理排水の活動量（BOD 又は TN 負荷量）［kg-BOD/L］、［kg-N/L］
V_i　：公共用水域に産業排水を直接排出する工場・事業場 *i* における産業排水量［m^3］
Q_i　：工場・事業場 *i* における未処理産業排水中の BOD 又は TN 濃度［g-BOD/L］、［g-N/L］

表 7-107　公共用水域に放出された未処理の産業排水中の BOD 及び窒素負荷量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
未処理排水中の有機物量																
食料品製造業	kt-BOD	8.0	8.5	9.0	16.3	6.2	5.3	4.3	4.6	5.0	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
飲料・たばこ・飼料製造業	kt-BOD	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
繊維工業	kt-BOD	3.4	2.9	2.2	2.2	4.4	4.8	5.1	3.8	2.5	2.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
パルプ・紙・紙加工品製造業	kt-BOD	9.4	8.9	8.9	8.4	3.6	5.3	6.9	5.2	3.4	3.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
化学工業	kt-BOD	49.5	50.6	44.9	46.7	28.3	25.9	23.4	25.3	27.2	24.0	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
石油製品・石炭製品製造業	kt-BOD	25.4	20.8	24.6	26.9	11.3	9.3	8.5	9.8	11.2	10.2	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
プラスチック製品製造業	kt-BOD	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	kt-BOD	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.1	0.1	0.1	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-BOD	0.3	0.3	0.2	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
鉄鋼業	kt-BOD	39.7	37.3	40.3	36.5	26.1	22.8	19.1	22.5	26.0	22.2	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
未処理排水中の窒素量																
食料品製造業	kt-N	5.0	5.3	5.6	5.3	3.2	3.3	3.3	2.9	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
飲料・たばこ・飼料製造業	kt-N	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
繊維工業	kt-N	0.8	0.7	0.5	0.4	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
パルプ・紙・紙加工品製造業	kt-N	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
化学工業	kt-N	31.4	32.2	28.5	28.2	21.3	18.3	16.1	15.8	15.5	15.9	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
石油製品・石炭製品製造業	kt-N	19.6	16.0	18.9	8.8	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
プラスチック製品製造業	kt-N	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	kt-N	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
鉄鋼業	kt-N	33.3	31.2	33.7	41.8	17.6	16.3	14.9	14.6	14.2	14.7	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2

○　処理後排水

活動量は、工場・事業場から公共用水域に排出される処理後の産業排水中の窒素負荷量の合計値とする。各工場・事業場における排水中の窒素負荷量は環境省 水・大気環境局「水質汚濁物質排出量総合調査」に示される排水量と窒素濃度を乗じて計算する。

$$A = \sum_i (V_i \times TN_i)$$

A　：処理後排水の活動量（TN 負荷量）［kg-N/L］

V_i　：産業排水処理施設で処理した後、公共用水域に産業排水を排出する工場・事業場 i における産業排水量［m^3］

TN_i　：工場・事業場 i の産業排水中の TN 濃度［g-N/L］

表 7-108　公共用水域に放出された処理後の産業排水中の窒素負荷量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
食料品製造業	kt-N	5.8	6.2	6.5	7.0	4.0	6.0	7.9	6.6	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
飲料・たばこ・飼料製造業	kt-N	1.1	1.1	1.1	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
繊維工業	kt-N	2.5	2.1	1.6	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
パルプ・紙・紙加工品製造業	kt-N	8.4	8.0	8.0	8.0	5.4	4.6	3.8	4.1	4.4	5.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
化学工業	kt-N	17.0	17.4	15.5	14.2	15.9	14.6	13.7	13.2	12.7	11.2	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
石油製品・石炭製品製造業	kt-N	2.2	1.8	2.1	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
プラスチック製品製造業	kt-N	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	kt-N	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-N	0.28	0.23	0.18	0.09	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
鉄鋼業	kt-N	5.3	5.0	5.4	4.1	3.1	2.6	2.1	2.4	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

産業排水の自然界における分解（5.D.2.-）における CH_4 及び N_2O 排出係数については、類似する排出源の不確実性を代用する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある産業廃棄物（産業排水）の値を適用する。不確実性評価の詳細を表 7-109 に記す。

表 7-109　産業排水の自然界における分解（5.D.2.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出･吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出･吸収量の不確実性		排出･吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出･吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
産業排水の自然界における分解	CH_4	-58%	+58%	-30%	+30%	-66%	+66%	排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値であることから、同ガイドラインの不確実性デフォルト値算定の考え方に基づき不確実性を設定。	専門家判断により設定した産業廃棄物統計の不確実性を適用。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-58%	+58%	-30%	+30%	-66%	+66%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、CH_4 の不確実性を代用。		

■　**時系列の一貫性**

排出量算定において時系列の一貫性は担保されている。

d）　**QA/QC と検証**

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章に詳述している。

e）　**再計算**

特になし。

f）　**今後の改善計画及び課題**

特になし。

7.5.2.3. 最終処分場浸出液の処理（5.D.2.-）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

最終処分場（埋立）における浸出液処理に伴う CH_4 及び N_2O の排出を「最終処分場浸出液の処理（5.D.2.-）」に算定・報告する。

b）　**方法論**

■　**算定方法**

一般廃棄物及び産業廃棄物最終処分場に埋め立てられた有機性廃棄物から将来的に浸出液中に移行する有機物量（kg-BOD）及び窒素量（kg-N）を活動量として、2006 年 IPCC ガイドラインに示された生活排水の自然界における分解に伴う CH_4・N_2O 排出量算定方法を適用し、以下のとおり CH_4 及び N_2O 排出量を算定する。

$$E = EF \times L_i$$

E　: CH_4・N_2O 排出量
EF　: CH_4・N_2O 排出係数
L_i　: 埋め立てられた有機性廃棄物から将来的に浸出液中に移行する有機物量・窒素量［kg-BOD］、［kg-N］

■　**排出係数**

2006 年 IPCC ガイドラインに示された生活排水の自然界における分解に伴う CH_4 及び N_2O

各排出係数の算定方法に基づき設定する。

○　CH_4

2006 年 IPCC ガイドラインに従い、最大メタン生成能（B_0）にメタン変換係数（MCF）を乗じて設定する。最大メタン生成能は 2006 年 IPCC ガイドラインに示される「生活排水（domestic wastewater）」のデフォルト値を用いて 0.6［kg-CH_4/kg-BOD］と設定する。メタン変換係数は、「処理設備（treated system）」の「嫌気処理槽（anaerobic reactor）」の場合のデフォルト値である 0.8 を採用する。

$$EF_{CH4} = B_0 \times MCF$$
$$= 0.6 \ [\text{kg-}CH_4/\text{kg-BOD}] \times 0.8$$
$$= 0.48 \ [\text{kg-}CH_4/\text{kg-BOD}]$$

B_0　：最大メタン生成能［kg-CH_4/kg-BOD］（IPCC デフォルト値：0.6）
MCF　：メタン変換係数（IPCC デフォルト値：0.8）

○　N_2O

N_2O の排出係数（排水中の窒素負荷量あたりの N_2O 排出量）は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値 0.005（kg-N_2O-N/kg-N）を単位換算して設定する。

$$EF_{N2O} = 0.005 \ [\text{kg-}N_2O\text{-N/kg-N}] \times 44/28$$
$$= 0.0079 \ [\text{kg-}N_2O\text{/kg-N}]$$

■　活動量

CH_4・N_2O の排出に係る活動量は、環境省（2010）に基づき、一般廃棄物及び産業廃棄物最終処分場における有機性廃棄物最終処分量あたりの有機物量・窒素量の浸出液中への移行率を設定し、埋め立てられた有機性廃棄物から将来的に浸出液中に移行する BOD 量・TN 量（潜在量）にて把握する。

○　CH_4

$$L_{BODi} = F_{BOD} \times W \times T_i$$

L_{BODi}　：埋め立てられた有機性廃棄物から将来的に浸出液中に移行する有機物量［kg-BOD］
F_{BOD}　：有機性廃棄物最終処分量あたりの有機分の浸出液中への移行率［kg-BOD/t］
環境省（2010）より 0.188［kg-BOD/t］と設定する。
W　：有機性廃棄物最終処分量［t］（直接最終処分＋処理後最終処分（焼却灰含む））
環境省「循環利用量調査報告書」より把握する。
T_i　：i 処分場において生物処理される浸出液の割合
環境省（2010）より、87.6%と設定する。

○　N_2O

$$L_{TNi} = F_{TN} \times W \times T_i$$

L_{TNi}　：埋め立てられた有機性廃棄物から将来的に浸出液中に移行する窒素量［kg-N］
F_{TN}　：有機性廃棄物最終処分量あたりの有機分の浸出液中への移行率［kg-N/t］
環境省（2010）より、0.254［kg-N/t］と設定する。
W　：有機性廃棄物最終処分量［t］（直接最終処分＋処理後最終処分（焼却灰含む））
環境省「循環利用量調査報告書」より把握する。

T_i　　: i 処分場において生物処理される浸出液の割合
環境省（2010）より、87.6%と設定する。

表 7-110　最終処分場浸出液処理に伴う有機物量及び窒素量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
有機物量	kt-BOD	2.6	2.5	2.2	1.6	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
窒素量	kt-N	3.5	3.3	3.0	2.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

最終処分場浸出液の処理（5.D.2.-）における CH_4 及び N_2O 排出係数については、類似する排出源の不確実性を代用する。活動量の不確実性については、表 7-2 にある産業廃棄物（産業排水）の値を適用する。詳細を表 7-111 に記す。

表 7-111　最終処分場浸出液の処理（5.D.2.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出・吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出・吸収量の不確実性		排出・吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出・吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
最終処分場浸出液の処理	CH_4	-39%	+39%	-100%	+100%	-107%	+107%	排出係数出典の環境省（2010）より引用。	活動量の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により設定。	誤差伝播式で合成。
	N_2O	-39%	+39%	-100%	+100%	-107%	+107%	排出係数の不確実性に関する情報が把握できないため、CH_4 の不確実性を代用。		

■　時系列の一貫性

排出量算定において時系列の一貫性は確保されている。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については、第 1 章を参考のこと。

e）再計算

統計データの更新に伴い 2020 年度の排出量の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

7.5.3. その他（5.D.3）

「排水の処理と放出（5.D.）」において、生活排水及び産業排水を除き CH_4 及び N_2O を排出する排出源がないことから、「その他（5.D.3）」におけるこれら排出量を「NO」と報告する。

7.6. その他（5.E.）

本カテゴリーでは、化石燃料起源の界面活性剤の分解に伴い排出される CO_2 排出量を算定する。推定したその他カテゴリーからの温室効果ガス排出量を表 7-113 に示す。

表 7-112　その他（5.E.）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象	処理方式	CO_2	CH_4	N_2O
5.E.1. (7.6.1)	化石燃料起源の界面活性剤	排水処理施設及び自然界における分解	○	NA	NA

2021 年度における当該排出源カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 679 kt-CO_2 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.06%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 3.4%の減少となっている。本カテゴリーの排出量の減少には、PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）制度によりアルキルベンゼン系界面活性剤の使用量が減少したことが寄与している。

表 7-113　その他（5.E.）カテゴリーからの温室効果ガス排出量

ガス	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO_2	5.E. その他（化石燃料起源の界面活性剤の分解）	kt-CO_2	703	668	656	507	527	528	605	617	625	619	637	673	582	597	679

7.6.1. 化石燃料起源の界面活性剤の分解（5.E.-）

a）排出源カテゴリーの説明

我が国では家庭や工場等における各種洗浄の際に界面活性剤が使用されている。排水処理施設及び自然界に排出された化石燃料起源の界面活性剤の分解に伴い CO_2 が排出される。本排出源は廃棄物分野の既存区分（5.A.～5.D.）に対応しないことから、「その他（5.E.)」に報告する。「排水処理に伴う CH_4・N_2O 排出」と「化石燃料起源の界面活性剤の分解に伴う CO_2 排出」は異なるガス種類を算定対象としており、温室効果ガスの重複計上等の相互関係は存在しない。

b）方法論

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインには該当する排出量算定方法が記載されていないため、国独自の算定方法を適用する。排水処理施設及び自然界に排出された界面活性剤中の炭素は、界面活性剤の分解に伴い最終的に CO_2 として大気中に排出されることから、排水処理施設及び自然界に排出された界面活性剤中の炭素量をベースに CO_2 排出量の算定を行う。算定対象は化石燃料起源の界面活性剤中炭素であり、界面活性剤中炭素の全量が最終的に CO_2 に分解されると想定する。また、国内で使用された界面活性剤の全量が排水処理施設及び自然界に排出されるとする。化石燃料起源の界面活性剤中炭素量は、界面活性剤生産企業における界面活性剤原料消費量の集計結果と界面活性剤の輸出入量を用いて把握する。

以上より、CO_2 排出量は化石燃料起源の界面活性剤原料別の使用量に、当該原料中の炭素含有率を乗じて算定する。算定対象は「合成アルコール」「アルキルベンゼン」「アルキルフェノール」「エチレンオキサイド」とする。

なお、排水処理施設に排出された化石燃料起源の界面活性剤中の炭素分の一部は汚泥により吸着及び資化される。これらの炭素分は微生物による分解ではなく、余剰汚泥の焼却及び埋立処分に伴い大気中に排出されるが、本算定における CO_2 排出に含めて計算されている。

■　排出係数

化石燃料起源の界面活性剤原料別の種類別に、分子中の平均的な炭素含有率より 1t の界面

活性剤が分解された際に排出される kg で表した CO_2 の量を求め、排出係数を設定する。

$$EF_i = CF_i \times 1{,}000 \times 44/12$$

EF_i　：原料界面活性剤の化石燃料起源の原料 i の排出係数
CF_i　：界面活性剤の化石燃料起源の原料 i 中の平均的な炭素含有率

表 7-114　界面活性剤の化石燃料起源の原料別の平均的な炭素含有率

原料種類	炭素数	分子量	炭素含有率	設定根拠
合成アルコール	12	186	77.4%	C12 アルコールを代表的な成分として設定
アルキルベンゼン	18	246	87.8%	C12 アルキルベンゼンを代表的な成分として設定
アルキルフェノール	15	220	81.8%	C9 アルキルフェノールを代表的な成分として設定
エチレンオキサイド	2	44	54.5%	エチレンオキサイドの分子より設定（C_2H_4O）

■　活動量

活動量は、排水処理施設及び自然界に排出された界面活性剤の製造に用いられた化石燃料起源の原材料使用量である。我が国で生産される界面活性剤は一部輸出されるため、界面活性剤原料使用統計から把握した界面活性剤使用量に輸出入量補正係数を乗じて活動量を算定する。

○　界面活性剤使用量

界面活性剤原料別使用量は経済産業省「生産動態統計　化学工業統計編」に示される界面活性剤等の原材料消費量を用いる。2002 年度以降は消費量の取りまとめが行われていないことから、同統計の界面活性剤生産量と、1990～2001 年度における消費量と生産量の割合の単純平均値（k 値）を用いて使用量の推計を行った。

○　輸出入量補正係数

財務省「貿易統計」に示された「陰イオン系界面活性剤」「陽イオン系界面活性剤」「非イオン系界面活性剤」「その他の有機界面活性剤」の分類別輸出入量と界面活性剤使用量より算定する。界面活性剤原料の中にはいくつかの界面活性剤の原料として用いられるものがあるため、その場合は該当する界面活性剤の分類ごとの輸出入量補正係数を界面活性剤生産量で加重平均して輸出入量補正係数を設定する。

$$F_{corr.} = (P + I - E)/P$$

$F_{corr.}$　：輸出入量補正係数
P　：界面活性剤生産量［t］
I　：界面活性剤輸入量［t］
E　：界面活性剤輸出量［t］

表 7-115　化石燃料起源の界面活性剤の分解に伴う活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合成アルコール	t	29,239	16,253	28,285	31,609	33,750	36,193	43,324	42,947	44,299	45,551	45,601	47,840	43,762	48,057	53,151
アルキルベンゼン	t	105,432	102,794	80,832	47,349	50,519	44,502	44,980	47,494	44,044	39,485	42,769	44,565	31,291	25,309	26,984
アルキルフェノール	t	10,141	8,798	7,454	3,448	2,054	2,910	4,318	4,885	4,873	4,638	5,661	6,211	4,711	3,677	4,363
エチレンオキサイド	t	124,984	132,175	146,509	127,150	131,148	136,679	161,969	163,777	171,380	174,243	176,247	187,729	171,687	184,127	214,129

c）　不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

CO_2 排出係数の不確実性については、排出係数算定に用いた分子量データをもとに専門家

判断により設定する。活動量については、不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により一般廃棄物統計と同値を設定する。

表 7-116　化石燃料起源の界面活性剤の分解（5.E.-）における不確実性評価

項目	GHGs	排出･吸収係数の不確実性		活動量の不確実性		排出･吸収量の不確実性		排出･吸収係数の不確実性設定方法	活動量の不確実性設定方法	排出･吸収量の不確実性設定方法
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
化石燃料起源の界面活性剤の分解	CO_2	-1%	+1%	-10%	+10%	-10%	+10%	排出係数算定に用いた分子量データをもとに専門家判断により不確実性を設定。	活動量の不確実性に関する情報が把握できないため、専門家判断により一般廃棄物統計と同値を設定。	誤差伝播式で合成。

■　時系列の一貫性

排出量算定において一貫した手法を用いている。ただし、活動量として利用している界面活性剤原材料消費量の統計値が 2001 年で廃止されているため、2002 年以降は生産量から推計する方法を適用している。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動の詳細については第 1 章を参照のこと。

e）再計算

統計データの修正に伴い排出量の 2020 年度の再計算を行った。再計算の影響の程度については、第 10 章を参照のこと。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

参考文献

1. ASTM International, *Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis*, ASTM D6866-20（2020）
2. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 1996 年改訂 IPCC ガイドライン」（1997）
3. IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」（2000）
4. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
5. IPCC「2006 年 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」（2019）
6. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」（1992）
7. 環境庁「平成 7 年度大気汚染物質排出量総合調査」（1995）
8. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第 2 部」（2000）
9. 環境省ごみ固形燃料適正管理検討会「ごみ固形燃料の適正管理方策について」（2003）
10. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第 1 部」（2006a）
11. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果　第 4 部」（2006b）
12. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「メタンガス化（生ごみメタン）施設整備マニュアル，平成 20 年 1 月」（2008）
13. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「よりよい水環境のための浄化槽の自己管理マニュアル、平成 21 年 3 月」（2009）
14. 環境省「平成 21 年度廃棄物分野の温室効果ガス排出係数正確化に関する調査業務報告書」（2010）
15. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「特別管理産業廃棄物に係る温室効果ガス排出量推計調査報告書（平成 21 年度及び 22 年度）」（2010-2011）
16. 環境省地球環境局低炭素社会推進室「平成 23 年度温室効果ガスインベントリ作成のための排出係数開発等調査」（2012）
17. 環境省地球環境局低炭素社会推進室「我が国の温室効果ガスインベントリにおける不確実性評価ガイドライン」（2013a）
18. 環境省「平成 24 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回廃棄物分科会」（2013b）
19. 環境省地球環境局低炭素社会推進室「平成 24 年度温室効果ガスインベントリ作成のための分散型生活排水処理に係る排出係数開発調査」（2013c）
20. 環境省「平成 26 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回廃棄物分科会」（2015）
21. 環境省地球環境局低炭素社会推進室「廃棄物分野の温室効果ガス排出量削減対策効果の算定に向けた排出係数開発等調査」（2018a）
22. 環境省「平成 29 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回廃棄物分科会」（2018b）
23. 環境省環境再生・資源循環局「使用済紙おむつの再生利用に関するガイドライン」（2020a）
24. 環境省「令和 2 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 1 回廃棄物分科会」（2020b）
25. 環境省「令和 2 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 2 回廃棄物分科会」（2021）
26. 環境省「環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」（2022）
27. 環境省環境再生・資源循環局「日本の廃棄物処理」
28. 環境省環境再生・資源循環局「一般廃棄物処理実態調査」
29. 環境省環境再生・資源循環局「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」
30. 環境省環境再生・資源循環局「廃棄物統計の精度向上及び迅速化のための検討調査報告書」
31. 環境省環境再生・資源循環局「不法投棄等産業廃棄物残存量調査結果」
32. 環境省環境再生・資源循環局「容器包装リサイクル法に基づく市町村の分別収集及び再商品

化実績について」
33. 環境省環境再生・資源循環局「浄化槽の指導普及に関する調査」
34. 環境省環境再生・資源循環局「産業廃棄物処理施設状況調査」
35. 環境省環境再生・資源循環局「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」
36. 環境省環境再生・資源循環局「産業廃棄物行政組織等調査報告書」
37. 環境省水・大気環境局「発生負荷量管理等調査」
38. 環境省水・大気環境局「水質汚濁物質排出量総合調査」
39. 厚生労働省生活衛生局水道環境部「産業廃棄物行政組織等調査報告書」（1995-1999）
40. 厚生労働省「介護保険事業状況報告」
41. 総務省「人口推計」
42. 国土交通省都市･地域整備局下水道部「バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル（案）」(2003)
43. 経済産業省「工業統計表 用地･用水編」
44. 経済産業省「生産動態統計　化学工業統計編」
45. 経済産業省「繊維・生活用品統計年報」
46. 経済産業省「産業分類別の副産物（産業廃棄物・有価発生物）発生状況等に関する調査」
47. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
48. 財務省「貿易統計」
49. 石川県、大阪市、神奈川県、京都府、神戸市、新潟県、広島県、兵庫県、福岡県、北海道「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査」（1991-1997）
50. 石川県、大阪市、神奈川県、京都府、広島県、兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査」（1991-1999）
51. 兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1994）
52. 兵庫県「ひょうごエコタウン構想」（2003）
53. 神奈川県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」（1994）
54. 国土技術政策総合研究所「平成 12 年度下水道関係調査研究年次報告書集」国総研資料第 10 号 p. 93-96（2001）
55. 国土技術政策総合研究所「平成 13 年度下水道関係調査研究年次報告書集」国総研資料第 64 号 p. 119-122（2002）
56. （公財）容器包装リサイクル協会「再商品化（リサイクル）実績」
57. （財）日本環境衛生センター「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000」（2001）
58. （財）日本環境衛生センター「メタン等排出量分析調査結果報告書 平成元年度環境庁委託業務」(1990)
59. （財）東京都環境公社「水辺環境と窒素　－脱窒素型の小規模合併処理浄化槽の開発－」東京都環境科学研究所ニュース No.7（1996 年 5 月号）（1996）
60. （一社）日本経済団体連合会「環境自主行動計画（循環型社会形成編）フォローアップ調査結果」
61. （一社）日本鉄鋼連盟「地球温暖化対策への取組状況について～カーボンニュートラル行動計画報告～」
62. （一社）セメント協会「セメントハンドブック」
63. （一社）日本自動車タイヤ協会「日本のタイヤ産業」
64. （一社）日本衛生材料工業連合会「日衛連 NEWS」
65. （社）畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御」（2002）
66. （一社）潤滑油協会「潤滑油リサイクルハンドブック」
67. （社）日本下水道協会「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成 11 年版」（1999）

68. （社）日本下水道協会「下水道施設計画・設計指針と解説」（2009）
69. （公社）日本下水道協会「下水道統計（行政編）」
70. （公社）日本水道協会「水道統計（施設・業務編）」
71. （一社）地域資源循環技術センター「バイオマス利活用技術情報データベース」
72. 日本化学繊維協会「繊維ハンドブック」
73. 廃棄物学会「廃棄物ハンドブック」（1997）
74. 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996）
75. PET ボトルリサイクル推進協議会「PET ボトルリサイクル年次報告書」
76. 藤本政裕「下水汚泥と街路樹剪定枝葉の有効利用について」地域技術第 15 号、福井県雪対策・建設技術研究所（2002）
77. 藤島夕喜代、北川賀津一、中村静夫、木津良一「多段蒸留方式による有機汚泥ゼロエミッション処理技術の確立」平成 15 年度研究報告、石川県工業試験場（2004）
78. 池道彦、惣田訓「B-071 わが国の排水処理ストリームにおける炭素・窒素フローの評価と CH_4 および N_2O の削減対策の評価」環境省地球温暖化環境研究総合推進費研究（2010）
79. 伊藤和憲「LFG 発生量の推定についての一考察」東京都清掃技報第 18 号（1992）
80. 上野広行、辰市祐久、岩崎好陽「ごみ焼却炉からの亜酸化窒素及びメタンの排出要因の検討」東京都環境科学研究所年報（1992）
81. 中村富雄、安田憲二、田所正晴、桜井敏郎「下水汚泥焼却における亜酸化窒素の排出実態について」第 20 回全国都市清掃研究発表会講演論文集、p. 391-393（1998）
82. 松原誠、水落元之「下水処理場からの亜酸化窒素放出量調査」環境衛生工学研究 8 (3)（1994）
83. 岡崎貴之、清水敏秀、森田昭「し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第 4 報）」日本環境衛生センター所報第 28 号（2001）
84. 大村友章、河窪義男、山田正人「高負荷型し尿処理施設における亜酸化窒素排出係数に関する考察」都市清掃第 57 巻第 260 号（2004）
85. 大嶋吉雄・河井竹彦「下水汚泥の燃料化に関する調査」土木研究所資料第 2509 号、昭和 61 年度下水道関係調査研究年次報告書集、建設省土木研究所（1986）
86. 関勝四郎「新型固形燃料 RPF の現状と新技術 C-RPF について」環境管理 40（8）（2004）
87. 鈴木善三、落修一、宮田和男「下水汚泥流動焼却炉の亜酸化窒素排出量の連続測定」第 11 回環境工学総合シンポジウム 2001 講演論文集、p. 387-390（2001）
88. 竹石和夫、渡部春樹、松原誠、佐藤和明、前橋隆介、田中忠美、三羽宏明、若杉泰弘、山下研二「流動炉における排ガス成分の挙動解明及び削減に関する共同研究報告書、建設省土木研究所・名古屋市下水道局」（1994）
89. 竹石和夫、渡部春樹、松原誠、平山孝浩、前橋隆介、高麗昭憲、若杉泰弘、吉川開二「流動炉における排ガス成分の挙動解明及び削減に関する共同研究報告書、建設省土木研究所・名古屋市下水道局」（1996）
90. 田中伸行、安達忠弘、瀬野尾昭吾、吉田昭「下水処理汚泥の成分について」東北農業研究 27（1980）
91. 田中勝、井上雄三、松澤裕、大迫政治、渡辺征夫「B-2（1）廃棄物処理場からの放出量の解明に関する研究」平成 6 年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書（1995）
92. 田中勝、井上雄三、大迫政治、山田正人、渡辺征夫「B-16（7）廃棄物分野における CH_4・N_2O の発生抑制対策に関する研究」平成 9 年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書（1998）
93. 田中勝、「廃棄物学概論」丸善（1998）
94. 上野広行、辰市祐久、大岩川由有子「下水処理場における N_2O の削減対策の検討」東京都環境科学研究所年報（1995）
95. 安田憲二、高橋通正、矢島巌、金子幹宏「下水汚泥焼却にともなう亜酸化窒素の排出挙動」

廃棄物学会論文誌 vol. 5、No.4（1994）

第 8 章　その他の分野

8.1. 分野の概要

UNFCCC インベントリ報告ガイドライン（決定 24/CP.19）のパラグラフ 38 において、各締約国は、国家インベントリ報告書（NIR）に IPCC ガイドラインに含まれていない各国独自の排出･吸収源についての説明を記すべきとされている。この規定に従い、その他の分野（CRF セクター6）の排出状況の概要を以下に示す。

8.2. CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3

CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3 のうち、その他の分野で報告している排出量及び吸収量はない。

8.3. NO_x、CO、NMVOC、SO_x

前駆物質（NO_x、CO、NMVOC）及び硫黄酸化物（SO_x）のうち、喫煙起源の CO、NMVOC 排出をその他の分野で報告している。（別添 3 参照）

第 9 章　二酸化炭素と一酸化二窒素の間接排出

9.1. 分野の概要

a）カテゴリーの説明

間接 CO_2 については、UNFCCC 報告ガイドラインのパラグラフ 29 に従い、報告することも選択できることになり、また我が国の実態を踏まえた算定方法が確立されたことから、我が国は、CH_4、CO、NMVOCs の大気中での酸化による間接 CO_2 の排出を報告することを選択する。ただし、農業、LULUCF 分野以外の排出源からの間接 N_2O の排出について報告することを選択しない。

表 9-1 に示した分野・カテゴリーからの蒸発起源 NMVOC 及び CH_4 からの間接 CO_2 排出量を計上する。蒸発起源 NMVOC 及び CH_4 以外に、燃料の燃焼起源の CH_4、CO 及び NMVOC や、自動車からの燃料蒸発ガス [1]、化石燃料起源の廃棄物の燃焼起源の CH_4、CO 及び NMVOC も大気中での酸化が起きるが、これらの排出に伴う間接 CO_2 は、燃料の燃焼（1.A.）からの CO_2 排出量、廃棄物の焼却と野焼き（5.C.）からの CO_2 排出量にすでに含まれている [2]ため、計上対象外とする。また、バイオマス起源の CH_4、CO、NMVOC に由来する間接 CO_2 は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、二重計上防止の観点から計上対象外とする。

表 9-1　間接 CO_2 の分野・カテゴリー

分野・カテゴリー	CH_4 由来	CO 由来	NMVOC 由来
1.B 燃料からの漏出	○	NE、NO	○
2.工業プロセス及び製品の使用	○	NE	○

b）方法論

■　算定方法

蒸発起源の NMVOC 及び CH_4 が大気中で酸化されることによる CO_2 を、2006 年 IPCC ガイドラインに記載されている下記換算式に基づき、算定する。

【間接 CO_2 排出量算定式】

$$E_{CO2} = E_{CH4} \times \frac{44}{16}$$

$$E_{CO2} = E_{NMVOC} \times C \times \frac{44}{12}$$

E_{CO2}　：間接 CO_2 排出量［kt］
E_{CH4}　：CH_4 排出量［kt］
E_{NMVOC}　：NMVOC 排出量［kt］
C　：排出源ごとの NMVOC 中の平均炭素含有率

■　各種パラメータ

「NMVOC 中の平均炭素含有率」については、各排出源から排出される NMVOC 各物質の

[1] 「1.A.3. 運輸」にて計上。
[2] 「1.A. 燃料の燃焼」「5.C. 廃棄物の焼却と野焼き」における化石燃料の燃焼においては、化石燃料に含まれる炭素の全量が CO_2 になると想定している。

炭素含有率を各物質の構成比率を用いて加重平均して算出した。各物質の炭素含有率は分子式より設定し、各排出源に含まれる物質及びその構成比は、VOC 排出インベントリ等、各種資料より推定する。なお、平均炭素含有率は排出源別に設定し、2020 年度までは年度ごとの値を設定するが、2021 年度からは 2020 年度値を用いる。

■　活動量

燃料からの漏出（1.B.）分野からの CH_4 排出は 3 章を参照。化学産業（2.B.）及び金属産業（2.C.）からの CH_4 排出は 4 章を参照。各分野からの CO、NMVOC 排出については別添 3 を参照。

c）不確実性と時系列の一貫性

■　不確実性

別添 2 参照。

■　時系列の一貫性

「NMVOC 中の平均炭素含有率」については、それぞれ一貫した統計から各物質の構成比率を算出している。活動量については、関連の章を参照。

d）QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC には、排出・吸収量の算定に用いている活動量、排出・吸収係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、第 1 章に記述している。

e）再計算

再計算の影響の程度については 10 章参照。

f）今後の改善計画及び課題

特になし。

参考文献

1. IPCC「温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. UNFCCC「改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」（決定 24/CP.19　附属書 I）（FCCC/CP/2013/10/Add.3）（2014）
3. 環境省「揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ」

第 10 章　再計算及び改善点

10.1. 再計算に関する解説と正当性

ここでは、2023 年提出インベントリにおける排出・吸収量の算定に関する改善点について解説を行う。

UNFCCC インベントリ報告ガイドライン及び 2006 年 IPCC ガイドラインでは、1）新しい算定手法の適用、2）新規排出・吸収区分の追加、3）データの改訂が行われた場合、基準年以降全年にわたり排出量・吸収量を再計算することを附属書 I 国に求めている。以下に、前年提出インベントリからの主な変更点について示す。

10.1.1. 全般的事項

我が国固有の事情として一般に、インベントリ作成時点での最新年活動量データについては、会計年度値の公表等の理由により、翌年に見直されることが多い。本年提出インベントリでは、多くの排出区分において 2020 年度の活動量データが見直されたことにより、当該年における排出量が再計算された。

10.1.2. 各分野における再計算

我が国固有の事情・理由による、分野（エネルギー、工業プロセス及び製品の使用、農業、土地利用、土地利用変化及び林業、及び廃棄物）の再計算に関する情報は、第 3 章から第 7 章の中の「再計算」のセクションで個別に記述されている。

10.2. 排出量に対する影響

「10.1. 再計算に関する解説と正当性」で示した再計算がインベントリ全体に及ぼす変化を以下に示す。

10.2.1. 温室効果ガスインベントリ

本年度提出インベントリを昨年度提出インベントリと比較すると、気候変動枠組条約の下での基準年（1990 年）の総排出量（LULUCF 分野を除く、間接 CO_2 を含む）については 0.05%の減少、2020 年度の総排出量については 0.29%の減少となった（表 10-1）。

なお、各分野のカテゴリー毎、ガス毎の昨年度提出インベントリとの比較は、表 10-2～表 10-6 の通りである。再計算の理由の詳細は各カテゴリーの記述を参照のこと。

表 10-1　　2022年提出インベントリと2023年提出インベントリの排出・吸収量の比較

［百万t-CO_2換算］

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO_2	JNGI 2022	1,092.5	1,096.1	1,102.4	1,092.1	1,147.4	1,160.4	1,168.7	1,160.4	1,120.4	1,157.9	1,179.6	1,164.4	1,192.0	1,189.6	1,188.6	1,201.6	1,183.3	1,223.5	1,163.4	1,097.4	1,144.9	1,196.7	1,235.8	1,252.3	1,203.2	1,166.9	1,151.3	1,131.7	1,087.4	1,054.8	989.9
含 LULUCF	JNGI 2023	1,092.9	1,095.8	1,101.9	1,091.6	1,146.9	1,159.6	1,168.3	1,160.0	1,119.8	1,157.2	1,178.8	1,163.6	1,191.4	1,188.4	1,187.3	1,200.5	1,182.4	1,222.2	1,161.2	1,095.4	1,143.2	1,194.9	1,233.4	1,250.0	1,201.8	1,166.5	1,149.7	1,130.0	1,085.4	1,053.4	987.7
(除 間接CO_2)	*差異*	*0.04%*	*-0.03%*	*-0.04%*	*-0.04%*	*-0.04%*	*-0.07%*	*-0.03%*	*-0.03%*	*-0.06%*	*-0.06%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.05%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.09%*	*-0.07%*	*-0.10%*	*-0.19%*	*-0.19%*	*-0.15%*	*-0.15%*	*-0.19%*	*-0.19%*	*-0.12%*	*-0.03%*	*-0.14%*	*-0.15%*	*-0.19%*	*-0.13%*	*-0.22%*
CO_2	JNGI 2022	1,158.1	1,169.8	1,179.5	1,172.5	1,227.5	1,239.9	1,252.4	1,245.1	1,205.2	1,241.8	1,264.6	1,250.0	1,279.4	1,287.7	1,283.1	1,290.6	1,267.6	1,303.4	1,232.5	1,163.4	1,215.1	1,265.0	1,306.2	1,315.6	1,264.4	1,223.6	1,203.9	1,188.4	1,143.4	1,106.0	1,042.2
除 LULUCF	JNGI 2023	1,157.2	1,168.9	1,178.7	1,171.7	1,226.7	1,239.0	1,251.5	1,244.3	1,204.4	1,241.0	1,263.8	1,249.2	1,278.8	1,287.3	1,282.7	1,290.1	1,267.1	1,302.8	1,232.0	1,163.1	1,214.7	1,264.6	1,305.9	1,315.2	1,264.1	1,223.2	1,202.5	1,186.8	1,141.7	1,104.5	1,039.8
(除 間接CO_2)	*差異*	*-0.08%*	*-0.08%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.06%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.04%*	*-0.03%*	*-0.03%*	*-0.04%*	*-0.04%*	*-0.04%*	*-0.04%*	*-0.03%*	*-0.03%*	*-0.03%*	*-0.02%*	*-0.03%*	*-0.03%*	*-0.04%*	*-0.12%*	*-0.13%*	*-0.15%*	*-0.13%*	*-0.23%*
CH_4	JNGI 2022	44.2	43.6	43.6	42.8	42.9	41.8	40.6	40.2	38.6	38.3	37.7	36.6	35.9	35.0	34.8	34.8	34.3	33.7	33.0	32.5	32.1	30.9	30.2	30.2	29.7	29.3	29.3	29.1	28.7	28.5	28.5
含 LULUCF	JNGI 2023	44.6	44.0	43.9	43.0	43.1	41.9	40.6	40.1	38.4	38.0	37.4	36.2	35.4	34.5	34.2	34.1	33.6	32.9	32.2	31.6	31.2	29.9	29.3	29.2	28.7	28.3	28.3	28.1	27.7	27.6	27.4
	差異	*1.09%*	*0.98%*	*0.81%*	*0.64%*	*0.42%*	*0.20%*	*0.00%*	*-0.20%*	*-0.45%*	*-0.69%*	*-0.91%*	*-1.17%*	*-1.40%*	*-1.62%*	*-1.79%*	*-1.97%*	*-2.19%*	*-2.39%*	*-2.59%*	*-2.74%*	*-2.84%*	*-3.00%*	*-3.11%*	*-3.15%*	*-3.21%*	*-3.35%*	*-3.34%*	*-3.36%*	*-3.46%*	*-3.47%*	*-3.56%*
CH_4	JNGI 2022	44.1	43.5	43.5	42.6	42.8	41.7	40.5	40.1	38.5	38.2	37.6	36.5	35.8	34.9	34.7	34.7	34.2	33.7	32.9	32.4	32.0	30.8	30.1	30.1	29.6	29.3	29.2	29.0	28.7	28.5	28.4
除 LULUCF	JNGI 2023	44.5	43.9	43.8	42.9	42.9	41.8	40.5	40.0	38.3	37.9	37.3	36.1	35.3	34.4	34.1	34.1	33.5	32.9	32.1	31.5	31.1	29.9	29.2	29.1	28.6	28.3	28.2	28.0	27.7	27.5	27.4
	差異	*1.10%*	*0.98%*	*0.81%*	*0.64%*	*0.43%*	*0.21%*	*0.01%*	*-0.20%*	*-0.45%*	*-0.68%*	*-0.91%*	*-1.17%*	*-1.40%*	*-1.62%*	*-1.79%*	*-1.97%*	*-2.19%*	*-2.39%*	*-2.60%*	*-2.75%*	*-2.84%*	*-3.01%*	*-3.11%*	*-3.16%*	*-3.22%*	*-3.36%*	*-3.35%*	*-3.37%*	*-3.47%*	*-3.48%*	*-3.57%*
N_2O	JNGI 2022	32.6	32.3	32.4	32.3	33.6	33.8	34.9	35.7	34.2	28.0	30.6	26.9	26.3	26.2	26.0	25.7	25.6	25.0	24.1	23.5	23.0	22.6	22.3	22.2	21.8	21.5	21.0	21.3	20.8	20.5	20.2
含 LULUCF	JNGI 2023	33.2	32.8	33.0	32.8	34.0	34.3	35.4	36.2	34.6	28.4	31.0	27.3	26.7	26.6	26.4	26.0	25.9	25.3	24.4	23.8	23.3	22.9	22.5	22.4	21.9	21.6	21.1	21.3	20.8	20.4	20.1
	差異	*1.78%*	*1.75%*	*1.65%*	*1.65%*	*1.42%*	*1.38%*	*1.30%*	*1.25%*	*1.28%*	*1.51%*	*1.29%*	*1.41%*	*1.38%*	*1.40%*	*1.31%*	*1.27%*	*1.24%*	*1.18%*	*1.14%*	*1.12%*	*1.07%*	*0.93%*	*0.74%*	*0.57%*	*0.47%*	*0.35%*	*0.28%*	*0.19%*	*0.13%*	*-0.21%*	*-0.55%*
N_2O	JNGI 2022	32.4	32.0	32.2	32.1	33.3	33.6	34.7	35.5	33.9	27.8	30.3	26.7	26.1	26.0	25.8	25.5	25.4	24.8	23.9	23.3	22.8	22.5	22.1	22.0	21.6	21.3	20.8	21.1	20.6	20.3	20.0
除 LULUCF	JNGI 2023	32.2	31.9	32.1	32.0	33.2	33.5	34.6	35.4	33.8	27.7	30.2	26.6	26.0	25.8	25.7	25.3	25.2	24.7	23.8	23.2	22.7	22.3	22.0	21.9	21.5	21.2	20.6	20.9	20.4	20.0	19.7
	差異	*-0.43%*	*-0.41%*	*-0.44%*	*-0.37%*	*-0.45%*	*-0.42%*	*-0.42%*	*-0.41%*	*-0.43%*	*-0.54%*	*-0.54%*	*-0.61%*	*-0.63%*	*-0.57%*	*-0.61%*	*-0.59%*	*-0.53%*	*-0.56%*	*-0.57%*	*-0.51%*	*-0.49%*	*-0.52%*	*-0.60%*	*-0.67%*	*-0.71%*	*-0.77%*	*-0.79%*	*-0.81%*	*-0.85%*	*-1.19%*	*-1.53%*
HFCs	JNGI 2022	15.9	17.3	17.8	18.1	21.1	25.2	24.6	24.4	23.7	24.4	22.9	19.5	16.2	16.2	12.4	12.8	14.6	16.7	19.3	20.9	23.3	26.1	29.4	32.1	35.8	39.3	42.6	45.0	47.0	49.7	51.7
	JNGI 2023	15.9	17.4	17.8	18.1	21.1	25.2	24.6	24.4	23.7	24.4	22.9	19.5	16.2	16.2	12.4	12.8	14.6	16.7	19.3	20.9	23.3	26.1	29.4	32.1	35.8	39.3	42.6	45.0	47.1	50.0	52.2
	差異	*0.05%*	*0.04%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.01%*	*0.00%*	*-0.02%*	*-0.04%*	*-0.03%*	*-0.03%*	*-0.18%*	*-0.07%*	*0.02%*	*0.02%*	*0.02%*	*0.03%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.00%*	*0.09%*	*0.47%*	*0.94%*
PFCs	JNGI 2022	6.5	7.5	7.6	10.9	13.4	17.7	18.3	20.0	16.6	13.1	11.9	9.9	9.2	8.9	9.2	8.6	9.0	7.9	5.8	4.1	4.3	3.8	3.4	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5
	JNGI 2023	6.6	7.5	7.6	11.0	13.5	17.7	18.3	20.1	16.6	13.2	11.9	9.9	9.2	8.9	9.2	8.6	9.0	7.9	5.8	4.1	4.3	3.8	3.5	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5
	差異	*0.25%*	*0.20%*	*0.16%*	*0.11%*	*0.09%*	*0.08%*	*0.07%*	*0.08%*	*0.10%*	*0.12%*	*0.14%*	*0.12%*	*0.13%*	*0.12%*	*0.12%*	*0.13%*	*0.12%*	*0.14%*	*0.18%*	*0.18%*	*0.19%*	*0.20%*	*0.22%*	*0.18%*	*0.18%*	*0.18%*	*0.19%*	*0.16%*	*0.39%*	*0.62%*	*0.76%*
SF_6	JNGI 2022	12.9	14.2	15.6	15.7	15.0	16.4	17.0	14.5	13.2	9.2	7.0	6.1	5.7	5.4	5.3	5.0	5.2	4.7	4.2	2.4	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0
	JNGI 2023	12.9	14.2	15.6	15.7	15.0	16.4	17.0	14.5	13.2	9.2	7.0	6.1	5.7	5.4	5.3	5.0	5.2	4.7	4.2	2.4	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0
	差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
NF_3	JNGI 2022	0.03	0.03	0.03	0.04	0.08	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.5	1.8	1.5	1.6	1.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3
	JNGI 2023	0.03	0.03	0.03	0.04	0.08	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.5	1.8	1.5	1.6	1.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3
	差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*10.55%*	*12.68%*	*16.67%*
間接CO_2	JNGI 2022	5.5	5.4	5.1	4.9	4.9	4.8	4.8	4.6	4.2	4.2	4.3	3.9	3.6	3.4	3.4	3.3	3.2	3.0	2.8	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0
	JNGI 2023	5.5	5.3	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	4.5	4.2	4.2	4.2	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.2	3.0	2.7	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9
	差異	*-1.21%*	*-1.31%*	*-1.43%*	*-1.74%*	*-1.73%*	*-1.76%*	*-1.66%*	*-1.83%*	*-1.80%*	*-1.81%*	*-1.70%*	*-1.63%*	*-1.30%*	*-1.08%*	*-0.69%*	*-0.50%*	*-0.86%*	*-0.82%*	*-1.53%*	*-1.38%*	*-1.41%*	*-1.41%*	*-1.13%*	*-1.14%*	*-1.08%*	*-1.28%*	*-1.18%*	*-1.61%*	*-2.22%*	*-2.69%*	*-4.93%*
合計	JNGI 2022	1,269.9	1,284.4	1,296.2	1,292.0	1,353.2	1,374.7	1,387.8	1,379.9	1,331.4	1,354.8	1,374.6	1,349.0	1,372.8	1,379.6	1,371.0	1,378.7	1,357.5	1,392.8	1,320.0	1,247.9	1,301.4	1,352.2	1,395.0	1,406.8	1,357.9	1,319.4	1,302.7	1,289.4	1,245.5	1,210.2	1,148.1
除 LULUCF	JNGI 2023	1,269.3	1,283.8	1,295.6	1,291.4	1,352.4	1,373.8	1,386.7	1,378.8	1,330.3	1,353.7	1,373.3	1,347.6	1,371.6	1,378.5	1,369.8	1,377.5	1,356.1	1,391.3	1,318.5	1,246.5	1,300.0	1,350.7	1,393.6	1,405.4	1,356.5	1,317.8	1,300.1	1,286.7	1,242.7	1,207.7	1,144.9
除 間接CO_2	*差異*	*-0.04%*	*-0.04%*	*-0.05%*	*-0.05%*	*-0.06%*	*-0.07%*	*-0.07%*	*-0.08%*	*-0.09%*	*-0.09%*	*-0.10%*	*-0.10%*	*-0.09%*	*-0.08%*	*-0.08%*	*-0.09%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.11%*	*-0.11%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.10%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.12%*	*-0.20%*	*-0.21%*	*-0.23%*	*-0.20%*	*-0.28%*
合計	JNGI 2022	1,204.6	1,211.0	1,219.4	1,211.9	1,273.4	1,295.5	1,304.4	1,295.5	1,246.9	1,271.2	1,289.9	1,263.7	1,285.8	1,281.8	1,276.8	1,290.0	1,273.4	1,313.1	1,251.2	1,182.2	1,231.5	1,284.2	1,324.8	1,343.9	1,297.0	1,263.0	1,250.4	1,233.1	1,189.9	1,159.2	1,096.1
含 LULUCF	JNGI 2023	1,206.1	1,211.7	1,219.8	1,212.4	1,273.6	1,295.3	1,304.5	1,295.5	1,246.6	1,270.7	1,289.2	1,262.8	1,285.1	1,280.4	1,275.2	1,288.6	1,272.1	1,311.4	1,248.4	1,179.5	1,229.2	1,281.6	1,321.7	1,340.7	1,294.8	1,261.7	1,247.9	1,230.5	1,186.9	1,157.0	1,093.3
除 間接CO_2	*差異*	*0.12%*	*0.06%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.01%*	*-0.02%*	*0.01%*	*0.00%*	*-0.03%*	*-0.04%*	*-0.06%*	*-0.07%*	*-0.06%*	*-0.11%*	*-0.12%*	*-0.11%*	*-0.10%*	*-0.13%*	*-0.22%*	*-0.23%*	*-0.19%*	*-0.20%*	*-0.24%*	*-0.23%*	*-0.17%*	*-0.10%*	*-0.21%*	*-0.21%*	*-0.25%*	*-0.19%*	*-0.25%*
合計	JNGI 2022	1,275.4	1,289.7	1,301.3	1,296.9	1,358.1	1,379.5	1,392.6	1,384.5	1,335.7	1,359.1	1,378.9	1,352.8	1,376.4	1,383.0	1,374.4	1,382.0	1,360.7	1,395.8	1,322.7	1,250.4	1,303.9	1,354.6	1,397.3	1,409.1	1,360.2	1,321.6	1,304.9	1,291.6	1,247.7	1,212.2	1,150.1
除 LULUCF	JNGI 2023	1,274.8	1,289.1	1,300.6	1,296.2	1,357.2	1,378.5	1,391.5	1,383.4	1,334.5	1,357.8	1,377.5	1,351.4	1,375.2	1,381.9	1,373.2	1,380.7	1,359.2	1,394.3	1,321.2	1,249.1	1,302.5	1,353.1	1,395.9	1,407.6	1,358.7	1,320.0	1,302.3	1,288.8	1,244.8	1,209.7	1,146.8
含 間接CO_2	*差異*	*-0.05%*	*-0.05%*	*-0.05%*	*-0.06%*	*-0.06%*	*-0.07%*	*-0.08%*	*-0.08%*	*-0.09%*	*-0.09%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.09%*	*-0.08%*	*-0.09%*	*-0.09%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.12%*	*-0.11%*	*-0.11%*	*-0.11%*	*-0.10%*	*-0.11%*	*-0.11%*	*-0.12%*	*-0.20%*	*-0.21%*	*-0.23%*	*-0.20%*	*-0.29%*
合計	JNGI 2022	1,210.1	1,216.4	1,224.5	1,216.8	1,278.3	1,300.3	1,309.2	1,300.1	1,251.2	1,275.4	1,294.3	1,267.6	1,289.4	1,285.3	1,280.2	1,293.3	1,276.6	1,316.2	1,253.9	1,184.7	1,234.0	1,286.5	1,327.1	1,346.2	1,299.2	1,265.2	1,252.6	1,235.2	1,192.0	1,161.3	1,098.1
含 LULUCF	JNGI 2023	1,211.5	1,217.0	1,224.9	1,217.1	1,278.4	1,299.9	1,309.2	1,300.1	1,250.7	1,274.8	1,293.5	1,266.6	1,288.7	1,283.8	1,278.5	1,291.9	1,275.3	1,314.4	1,251.1	1,182.0	1,231.6	1,284.0	1,324.0	1,343.0	1,297.0	1,263.9	1,250.0	1,232.6	1,189.0	1,159.0	1,095.2
含 間接CO_2	*差異*	*0.12%*	*0.05%*	*0.03%*	*0.03%*	*0.01%*	*-0.03%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.03%*	*-0.04%*	*-0.06%*	*-0.07%*	*-0.06%*	*-0.11%*	*-0.13%*	*-0.11%*	*-0.10%*	*-0.13%*	*-0.23%*	*-0.23%*	*-0.19%*	*-0.20%*	*-0.24%*	*-0.24%*	*-0.17%*	*-0.10%*	*-0.21%*	*-0.21%*	*-0.25%*	*-0.19%*	*-0.26%*

表 10-2　2022年提出インベントリと2023年提出インベントリの排出・吸収量の比較（エネルギー分野）

1. エネルギー　　［百万t-CO_2換算］

カテゴリー	ガス		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. 燃料の燃焼	CO_2	JNGI 2022	368.5	369.4	374.3	357.0	391.5	378.9	381.5	377.5	365.0	386.9	395.5	386.6	413.4	432.5	430.2	449.7	440.7	490.9	471.7	441.4	473.8	534.8	581.5	583.5	553.4	527.3	522.5	508.6	471.3	449.0	436.3
1. エネルギー産業		JNGI 2023	368.5	369.4	374.3	357.0	391.5	378.9	381.5	377.5	365.0	386.9	395.5	386.6	413.4	432.5	430.2	449.7	440.7	490.9	471.7	441.4	473.8	534.8	581.5	583.5	553.4	527.3	521.5	507.7	470.2	447.7	436.0
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.19%*	*-0.17%*	*-0.24%*	*-0.30%*	*-0.08%*
	CH_4	JNGI 2022	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		JNGI 2023	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.01%*	*-0.01%*	*-0.01%*	*-0.01%*	*-0.27%*
	N_2O	JNGI 2022	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8	1.9	1.9	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.3	2.4	2.3	1.9	1.9
		JNGI 2023	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8	1.9	1.9	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.3	2.4	2.3	1.9	1.9
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.04%*	*-0.02%*	*-0.04%*	*-0.06%*	*0.01%*
A. 燃料の燃焼	CO_2	JNGI 2022	349.8	346.3	341.2	342.1	350.9	357.7	361.0	357.0	332.3	336.9	346.9	341.1	346.6	344.6	344.1	334.6	332.1	330.3	301.2	284.3	301.1	300.1	299.8	304.9	297.3	288.1	274.3	270.0	267.4	260.0	233.8
2. 製造業・建設業		JNGI 2023	349.8	346.3	341.2	342.1	350.9	357.7	361.0	357.0	332.3	336.9	346.9	341.1	346.6	344.6	344.1	334.6	332.1	330.3	301.2	284.3	301.1	300.1	299.8	304.9	297.3	288.1	274.3	269.9	267.4	260.0	233.7
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.01%*	*0.00%*	*-0.01%*	*-0.06%*
	CH_4	JNGI 2022	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5
		JNGI 2023	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-1.35%*
	N_2O	JNGI 2022	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5
		JNGI 2023	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.13%*
A. 燃料の燃焼	CO_2	JNGI 2022	202.1	213.9	220.5	224.3	233.5	242.8	249.6	251.3	249.5	253.6	253.1	257.2	253.6	249.5	243.6	238.1	235.3	232.5	224.9	221.6	222.0	217.1	218.0	215.1	210.1	208.9	207.1	205.3	203.0	198.6	177.6
3. 運輸		JNGI 2023	202.1	213.9	220.5	224.3	233.5	242.8	249.6	251.3	249.5	253.6	253.1	257.2	253.6	249.5	243.6	238.1	235.3	232.5	224.9	221.6	222.0	217.1	218.0	215.1	210.1	208.9	207.1	205.3	203.0	199.0	176.6
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.22%*	*-0.60%*
	CH_4	JNGI 2022	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		JNGI 2023	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.01%*	*-0.01%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*-0.02%*	*0.01%*	*0.06%*	*0.15%*	*0.37%*
	N_2O	JNGI 2022	3.7	3.9	4.0	3.9	4.0	4.1	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	3.8	3.6	3.3	3.0	2.8	2.6	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5
		JNGI 2023	3.7	3.9	4.0	3.9	4.0	4.1	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	3.8	3.6	3.3	3.0	2.8	2.6	2.5	2.4	2.2	2.1	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.03%*	*0.04%*	*-0.35%*	*-0.86%*	*-1.55%*	*-2.29%*	*-3.05%*	*-3.78%*	*-4.35%*	*-4.76%*	*-4.79%*	*-4.95%*
A. 燃料の燃焼	CO_2	JNGI 2022	158.2	159.4	161.8	168.9	167.5	175.4	174.3	175.2	180.6	186.3	190.3	188.9	192.7	188.8	193.6	196.0	187.6	178.1	166.6	156.2	156.9	152.7	145.8	149.3	141.9	139.2	140.9	145.0	142.0	140.6	138.8
4. その他部門		JNGI 2023	158.2	159.4	161.8	168.9	167.5	175.4	174.3	175.2	180.6	186.3	190.3	188.9	192.7	188.8	193.6	196.0	187.6	178.1	166.6	156.2	156.9	152.7	145.8	149.3	141.9	139.2	140.9	144.7	141.8	140.7	140.2
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.26%*	*-0.13%*	*0.10%*	*0.98%*
	CH_4	JNGI 2022	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		JNGI 2023	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.30%*	*-0.17%*	*-0.07%*	*-2.57%*
	N_2O	JNGI 2022	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
		JNGI 2023	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.06%*	*-0.03%*	*0.26%*	*0.13%*
B. 燃料からの漏出	CO_2	JNGI 2022	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1. 固体燃料		JNGI 2023	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		差異	*8.58%*	*11.35%*	*15.60%*	*21.46%*	*29.01%*	*40.92%*	*50.60%*	*60.11%*	*66.69%*	*74.87%*	*93.84%*	*110.5%*	*205.0%*	*238.6%*	*236.1%*	*238.7%*	*249.5%*	*294.2%*	*294.3%*	*284.9%*	*305.4%*	*331.3%*	*373.5%*	*412.4%*	*423.5%*	*445.2%*	*495.1%*	*517.5%*	*614.7%*	*685.8%*	*664.2%*
	CH_4	JNGI 2022	4.9	4.5	3.7	3.1	2.9	2.5	2.2	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
		JNGI 2023	4.9	4.5	3.7	3.1	2.9	2.5	2.2	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
B. 燃料からの漏出	CO_2	JNGI 2022	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
2. 石油・天然ガス		JNGI 2023	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.45%*	*4.57%*	*13.41%*
	CH_4	JNGI 2022	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
		JNGI 2023	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.03%*	*0.45%*	*2.14%*
	N_2O	JNGI 2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		JNGI 2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.09%*
1. 合計	GHG	JNGI 2022	1,091.9	1,102.3	1,110.4	1,104.4	1,155.4	1,167.4	1,178.9	1,173.5	1,139.3	1,175.9	1,197.8	1,185.6	1,217.2	1,226.1	1,221.9	1,228.8	1,206.1	1,242.3	1,174.4	1,113.0	1,163.1	1,213.8	1,254.1	1,261.7	1,211.5	1,172.3	1,153.5	1,137.9	1,092.5	1,056.3	994.4
		JNGI 2023	1,091.9	1,102.3	1,110.4	1,104.4	1,155.4	1,167.4	1,178.9	1,173.5	1,139.3	1,175.9	1,197.8	1,185.6	1,217.2	1,226.1	1,221.9	1,228.8	1,206.1	1,242.3	1,174.4	1,113.0	1,163.1	1,213.8	1,254.1	1,261.7	1,211.5	1,172.3	1,152.5	1,136.6	1,091.1	1,055.5	994.1
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.09%*	*-0.11%*	*-0.13%*	*-0.08%*	*-0.02%*

※間接CO_2を含まない

表 10-3　　2022 年提出インベントリと 2023 年提出インベントリの排出・吸収量の比較（工業プロセス及び製品の使用分野）（1/2）

2. 工業プロセス及び製品の使用
(1/2)　　［百 万t-CO_2換 算］

カテゴリー	ガス		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. 鉱物産業	CO_2	JNGI 2022	49.2	50.5	51.0	50.3	51.3	51.1	51.5	48.8	43.9	43.6	43.9	43.0	40.5	40.1	39.8	41.2	41.2	40.2	37.4	32.8	32.8	33.1	33.6	35.0	34.7	33.7	33.5	34.0	33.6	32.5	31.2
		JNGI 2023	48.7	50.1	50.5	49.8	50.8	50.7	51.0	48.4	43.4	43.2	43.5	42.5	40.2	40.0	39.7	41.1	41.1	40.1	37.3	32.7	32.7	33.0	33.6	34.9	34.7	33.5	33.4	33.9	33.6	32.2	30.7
		差異	*-1.05%*	*-0.97%*	*-0.88%*	*-0.85%*	*-0.86%*	*-0.89%*	*-0.86%*	*-0.88%*	*-0.97%*	*-0.96%*	*-0.98%*	*-1.09%*	*-0.64%*	*-0.31%*	*-0.19%*	*-0.29%*	*-0.31%*	*-0.27%*	*-0.29%*	*-0.39%*	*-0.23%*	*-0.32%*	*-0.10%*	*-0.21%*	*-0.15%*	*-0.40%*	*-0.34%*	*-0.09%*	*-0.24%*	*-0.77%*	*-1.65%*
B. 化学産業	CO_2	JNGI 2022	7.0	7.0	6.8	6.4	6.8	7.0	7.1	7.1	6.4	6.9	6.8	6.3	6.2	6.1	6.1	5.8	5.9	6.0	5.1	4.9	5.4	5.1	4.7	4.8	4.7	4.6	4.3	4.5	4.2	4.3	3.7
		JNGI 2023	6.5	6.5	6.3	5.9	6.3	6.5	6.5	6.5	5.9	6.5	6.3	5.9	5.9	5.7	5.8	5.5	5.5	5.6	4.8	4.6	5.1	4.8	4.4	4.5	4.4	4.3	4.0	4.2	3.9	4.0	3.4
		差異	*-7.65%*	*-7.25%*	*-7.41%*	*-7.83%*	*-7.19%*	*-7.41%*	*-7.90%*	*-7.82%*	*-7.99%*	*-6.68%*	*-6.87%*	*-6.49%*	*-5.72%*	*-5.00%*	*-5.12%*	*-5.58%*	*-5.59%*	*-5.53%*	*-6.44%*	*-5.50%*	*-5.25%*	*-5.54%*	*-5.43%*	*-5.50%*	*-5.14%*	*-5.44%*	*-7.11%*	*-6.81%*	*-7.24%*	*-7.03%*	*-8.32%*
	CH_4	JNGI 2022	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
		JNGI 2023	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	N_2O	JNGI 2022	9.6	9.1	9.0	8.7	9.8	9.7	10.7	11.3	10.0	3.8	6.3	3.0	2.8	2.9	3.1	2.6	2.7	2.0	2.2	2.4	1.8	1.5	1.3	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7
		JNGI 2023	9.6	9.1	9.0	8.7	9.8	9.7	10.7	11.3	10.0	3.8	6.3	3.0	2.8	2.9	3.1	2.6	2.7	2.0	2.2	2.4	1.8	1.5	1.3	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	HFCs	JNGI 2022	15.9	17.3	17.6	17.1	18.9	22.0	20.3	19.0	17.7	18.0	16.0	12.2	8.1	6.9	1.9	1.0	1.2	0.6	0.9	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
		JNGI 2023	15.9	17.3	17.6	17.1	18.9	22.0	20.3	19.0	17.7	18.0	16.0	12.2	8.1	6.9	1.9	1.0	1.2	0.6	0.9	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	PFCs	JNGI 2022	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.9	1.2	1.7	1.6	1.6	1.7	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	0.6	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		JNGI 2023	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.9	1.2	1.7	1.6	1.6	1.7	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	0.6	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	SF_6	JNGI 2022	3.5	3.9	4.3	4.3	4.1	4.5	4.0	2.5	2.0	1.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	1.3	1.1	1.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.05	0.04	0.05
		JNGI 2023	3.5	3.9	4.3	4.3	4.1	4.5	4.0	2.5	2.0	1.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	1.3	1.1	1.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.05	0.04	0.05
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	NF_3	JNGI 2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1.6	1.3	1.5	1.0	0.4	0.4	0.2	0.06	0.02	0.02
		JNGI 2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1.6	1.3	1.5	1.0	0.4	0.4	0.2	0.06	0.02	0.02
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
C. 金属産業	CO_2	JNGI 2022	7.3	7.1	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9	6.9	6.6	6.6	6.8	6.9	6.7	6.5	6.7	6.7	6.8	6.9	6.4	5.7	6.3	6.2	6.3	6.4	6.3	6.1	6.0	5.9	5.8	5.6	5.4
		JNGI 2023	7.3	7.1	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9	6.9	6.6	6.6	6.8	6.9	6.7	6.5	6.6	6.6	6.7	6.8	6.4	5.7	6.3	6.1	6.2	6.4	6.3	6.1	6.0	5.9	5.8	5.4	5.0
		差異	*-0.05%*	*-0.04%*	*-0.03%*	*-0.01%*	*-0.01%*	*-0.01%*	*-0.04%*	*-0.02%*	*0.00%*	*0.01%*	*-0.01%*	*0.01%*	*0.10%*	*-0.02%*	*-0.47%*	*-0.50%*	*-1.01%*	*-1.64%*	*-0.96%*	*0.79%*	*-0.34%*	*-0.72%*	*-0.73%*	*-1.08%*	*-1.21%*	*-1.33%*	*-0.64%*	*-0.26%*	*-0.98%*	*-3.23%*	*-7.49%*
	CH_4	JNGI 2022	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
		JNGI 2023	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	HFCs	JNGI 2022	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		JNGI 2023	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		差異	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	PFCs	JNGI 2022	0.20	0.17	0.11	0.11	0.11	0.17	0.16	0.15	0.12	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		JNGI 2023	0.20	0.17	0.11	0.11	0.11	0.17	0.16	0.15	0.12	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*
	SF_6	JNGI 2022	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.6	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
		JNGI 2023	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.6	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
D. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	CO_2	JNGI 2022	2.0	2.1	2.1	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.1	3.0	2.8	2.9	2.7	2.7	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.6	2.3
		JNGI 2023	2.0	2.1	2.1	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.1	3.0	2.8	2.9	2.8	2.7	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.6	2.3
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.01%*	*0.02%*	*0.04%*	*0.04%*	*0.06%*	*0.09%*	*0.13%*	*0.16%*	*0.21%*	*0.26%*	*0.34%*	*0.38%*	*0.46%*	*0.15%*	*-0.49%*

※間接CO_2を含まない

表 10-3　　2022 年提出インベントリと 2023 年提出インベントリの排出・吸収量の比較（工業プロセス及び製品の使用分野）（2/2）

2. 工業プロセス及び製品の使用
（2/2）　　［百万t-CO_2換算］

カテゴリー	ガス		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E. 電子産業	HFCs	JNGI 2022	0.00	NO	0.02	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		JNGI 2023	0.00	NO	0.02	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		差異	*0.00%*	*NA*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	PFCs	JNGI 2022	1.5	1.7	1.7	2.5	3.1	4.0	4.7	6.0	6.1	6.5	7.0	5.3	5.4	5.3	5.6	4.7	5.1	4.5	3.4	2.1	2.3	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9
		JNGI 2023	1.5	1.7	1.7	2.5	3.1	4.0	4.7	6.0	6.1	6.5	7.0	5.3	5.4	5.3	5.6	4.7	5.1	4.5	3.4	2.1	2.3	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.40%*	*0.52%*	*0.69%*
	SF_6	JNGI 2022	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.1	1.2	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
		JNGI 2023	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.1	1.2	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	NF_3	JNGI 2022	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
		JNGI 2023	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*13.27%*	*13.68%*	*17.59%*
F. オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用	HFCs	JNGI 2022	0.0	NO	0.1	0.9	1.9	2.9	4.1	5.1	5.7	6.1	6.6	7.0	7.9	9.1	10.3	11.5	13.2	15.8	18.2	20.5	23.0	25.8	29.1	31.9	35.6	39.1	42.3	44.7	46.8	49.5	51.4
		JNGI 2023	0.0	NO	0.1	0.9	1.9	2.9	4.1	5.1	5.7	6.1	6.6	7.0	7.9	9.1	10.3	11.5	13.2	15.8	18.1	20.5	23.0	25.8	29.1	31.9	35.6	39.1	42.3	44.7	46.9	49.7	51.9
		差異	*0.00%*	*NA*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.01%*	*-0.04%*	*-0.05%*	*-0.08%*	*-0.09%*	*-0.08%*	*-0.07%*	*-0.21%*	*-0.09%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.02%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.09%*	*0.46%*	*0.93%*
	PFCs	JNGI 2022	4.5	5.3	5.4	7.8	9.6	12.6	12.2	12.3	8.8	5.0	3.2	3.2	2.6	2.3	2.5	2.8	2.8	2.4	1.6	1.4	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
		JNGI 2023	4.5	5.3	5.4	7.8	9.6	12.6	12.2	12.3	8.8	5.0	3.2	3.2	2.6	2.3	2.5	2.8	2.8	2.4	1.6	1.4	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
G. その他製品の製造及び使用	N_2O	JNGI 2022	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		JNGI 2023	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	HFCs	JNGI 2022	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		JNGI 2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		差異	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*
	PFCs	JNGI 2022	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	NA,NO	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06
		JNGI 2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.06	0.07
		差異	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*29500%*	*11404%*	*6728%*	*3811%*	*1737%*	*806.5%*	*445.3%*	*231.6%*	*190.0%*	*125.4%*	*NA*	*55.79%*	*68.01%*	*77.04%*	*30.18%*	*29.30%*	*15.72%*	*25.28%*	*23.56%*
	SF_6	JNGI 2022	8.8	9.7	10.7	10.8	10.3	11.3	12.1	10.8	9.6	5.7	3.7	2.9	2.4	2.2	2.0	1.7	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
		JNGI 2023	8.8	9.7	10.7	10.8	10.3	11.3	12.1	10.8	9.6	5.7	3.7	2.9	2.4	2.2	2.0	1.7	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
H. その他	CO_2	JNGI 2022	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
		JNGI 2023	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
2. 合計	GHG	JNGI 2022	111.0	115.5	117.3	119.5	127.0	137.2	139.4	136.5	123.7	111.1	109.1	98.1	91.2	89.8	86.4	87.6	90.5	89.6	85.1	77.7	81.0	82.9	85.4	89.8	92.3	93.5	96.5	99.2	100.2	101.5	101.4
		JNGI 2023	109.9	114.5	116.4	118.6	126.1	136.3	138.4	135.5	122.8	110.2	108.3	97.3	90.6	89.4	86.0	87.1	89.9	89.0	84.6	77.4	80.6	82.5	85.1	89.4	92.0	93.0	96.1	98.9	99.9	101.1	100.7
		差異	*-0.93%*	*-0.85%*	*-0.80%*	*-0.76%*	*-0.72%*	*-0.70%*	*-0.71%*	*-0.70%*	*-0.74%*	*-0.77%*	*-0.80%*	*-0.88%*	*-0.65%*	*-0.46%*	*-0.48%*	*-0.54%*	*-0.57%*	*-0.61%*	*-0.61%*	*-0.46%*	*-0.45%*	*-0.50%*	*-0.37%*	*-0.43%*	*-0.38%*	*-0.48%*	*-0.45%*	*-0.34%*	*-0.34%*	*-0.44%*	*-0.67%*

※間接CO_2を含まない

表 10-4　　2022 年提出インベントリと 2023 年提出インベントリの排出・吸収量の比較（農業分野）

3. 農業　　［百万t-CO_2換算］

カテゴリー	ガス		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. 消化管内発酵	CH_4	JNGI 2022	9.4	9.6	9.7	9.6	9.4	9.3	9.2	9.2	9.1	9.1	9.0	9.0	8.9	8.9	8.7	8.7	8.6	8.7	8.6	8.5	8.2	8.2	8.0	7.7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6
		JNGI 2023	9.4	9.6	9.7	9.6	9.4	9.3	9.2	9.2	9.1	9.1	9.0	9.0	8.9	8.9	8.7	8.7	8.6	8.7	8.6	8.5	8.2	8.2	8.0	7.7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.02%*
B. 家畜排せつ物の管理	CH_4	JNGI 2022	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4
		JNGI 2023	3.4	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
		差異	*1.60%*	*1.57%*	*1.55%*	*1.56%*	*1.55%*	*1.52%*	*1.53%*	*1.54%*	*1.56%*	*1.56%*	*1.55%*	*1.50%*	*1.48%*	*1.48%*	*1.47%*	*1.48%*	*1.51%*	*1.51%*	*1.52%*	*1.50%*	*1.52%*	*1.54%*	*1.57%*	*1.61%*	*1.62%*	*1.60%*	*1.64%*	*1.68%*	*1.68%*	*1.65%*	*1.53%*
	N_2O	JNGI 2022	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	4.1	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8
		JNGI 2023	4.3	4.4	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9
		差異	*3.13%*	*3.16%*	*3.16%*	*3.18%*	*3.19%*	*3.18%*	*3.18%*	*3.19%*	*3.18%*	*3.17%*	*3.08%*	*2.95%*	*2.84%*	*2.75%*	*2.68%*	*2.62%*	*2.58%*	*2.50%*	*2.41%*	*2.36%*	*2.40%*	*2.45%*	*2.46%*	*2.50%*	*2.55%*	*2.59%*	*2.66%*	*2.72%*	*2.76%*	*2.76%*	*2.48%*
C. 稲作	CH_4	JNGI 2022	12.1	11.8	12.6	12.7	13.5	13.1	12.6	12.9	12.0	12.1	12.2	11.7	11.9	11.6	11.9	12.2	12.1	11.9	11.8	11.9	12.2	11.6	11.5	12.1	12.1	12.0	12.1	12.1	12.0	12.0	12.0
		JNGI 2023	12.1	11.8	12.6	12.7	13.5	13.1	12.6	12.9	12.0	12.1	12.2	11.7	11.9	11.6	11.9	12.2	12.1	11.9	11.8	11.9	12.2	11.6	11.5	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1	12.0	11.9	12.0
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.01%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.17%*	*-0.17%*	*-0.16%*	*-0.33%*	*-0.33%*	*-0.39%*
D. 農用地の土壌	N_2O	JNGI 2022	7.6	7.4	7.4	7.5	7.3	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.8	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.7	5.9	5.6	6.0	5.9	5.9	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8
		JNGI 2023	7.3	7.2	7.1	7.2	7.1	6.8	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.3	6.3	6.2	6.1	6.1	6.1	6.4	5.6	5.4	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.6	5.6
		差異	*-3.58%*	*-3.58%*	*-3.74%*	*-3.36%*	*-3.80%*	*-3.82%*	*-3.92%*	*-3.94%*	*-3.98%*	*-4.02%*	*-4.18%*	*-4.21%*	*-4.21%*	*-3.95%*	*-4.14%*	*-4.01%*	*-3.84%*	*-3.65%*	*-4.08%*	*-3.95%*	*-3.58%*	*-3.63%*	*-3.70%*	*-3.68%*	*-3.61%*	*-3.55%*	*-3.42%*	*-3.38%*	*-3.39%*	*-3.52%*	*-3.15%*
F. 野外で農作物の残留物を焼くこと	CH_4	JNGI 2022	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
		JNGI 2023	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.11%*
	N_2O	JNGI 2022	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		JNGI 2023	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.11%*
G. 石灰施用	CO_2	JNGI 2022	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
		JNGI 2023	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
H. 尿素肥料	CO_2	JNGI 2022	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.11	0.12	0.14	0.18	0.17	0.18	0.15	0.18	0.13	0.12	0.16	0.17	0.15	0.20	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
		JNGI 2023	0.18	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.21	0.19	0.20	0.17	0.20	0.16	0.15	0.18	0.19	0.17	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
		差異	*210.0%*	*591.9%*	*785.7%*	*300.1%*	*239.8%*	*205.2%*	*181.5%*	*139.6%*	*115.3%*	*103.5%*	*53.03%*	*42.50%*	*22.93%*	*14.34%*	*16.58%*	*9.77%*	*9.75%*	*12.91%*	*19.55%*	*22.20%*	*15.19%*	*12.00%*	*14.52%*	*8.19%*	*8.08%*	*7.05%*	*7.98%*	*7.98%*	*7.98%*	*7.98%*	*7.98%*
3. 合計	GHG	JNGI 2022	37.5	37.1	37.9	37.8	38.0	37.1	36.3	36.4	35.2	35.3	35.3	34.6	34.8	34.3	34.2	34.6	34.4	34.8	33.7	33.5	33.7	33.0	32.6	32.8	32.4	32.2	32.2	32.3	32.1	32.1	32.2
		JNGI 2023	37.5	37.1	37.9	37.9	38.0	37.1	36.3	36.4	35.2	35.3	35.2	34.5	34.7	34.3	34.1	34.5	34.4	34.7	33.6	33.4	33.7	32.9	32.6	32.8	32.4	32.1	32.1	32.3	32.0	32.0	32.1
		差異	*0.10%*	*0.11%*	*0.09%*	*0.15%*	*0.05%*	*0.05%*	*0.02%*	*0.00%*	*-0.03%*	*-0.07%*	*-0.17%*	*-0.20%*	*-0.26%*	*-0.23%*	*-0.26%*	*-0.26%*	*-0.23%*	*-0.22%*	*-0.21%*	*-0.16%*	*-0.15%*	*-0.16%*	*-0.17%*	*-0.20%*	*-0.18%*	*-0.25%*	*-0.21%*	*-0.19%*	*-0.25%*	*-0.26%*	*-0.26%*

表 10-5　2022 年提出インベントリと 2023 年提出インベントリの排出・吸収量の比較（土地利用、土地利用変化及び林業分野）

4. 土地利用、土地利用変化及び林業

［百万t-CO_2換算］

	ガス		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. 森林	CO_2	JNGI 2022	-79.1	-86.2	-86.6	-86.9	-87.3	-87.6	-91.3	-91.1	-91.0	-90.8	-90.6	-90.5	-90.3	-99.0	-98.5	-92.6	-86.8	-85.5	-80.7	-75.8	-76.3	-78.1	-77.7	-70.0	-68.3	-63.1	-58.5	-60.8	-59.2	-55.2	-57.1
		JNGI 2023	-86.3	-93.9	-94.3	-94.7	-95.1	-95.4	-98.7	-98.5	-98.3	-98.1	-98.0	-97.8	-97.6	-106.9	-106.3	-99.8	-93.4	-91.9	-87.2	-82.5	-82.6	-84.3	-84.1	-76.3	-73.4	-66.9	-62.3	-64.4	-62.9	-58.7	-60.4
		差異	*9.11%*	*8.94%*	*8.93%*	*8.94%*	*8.94%*	*8.94%*	*8.11%*	*8.10%*	*8.09%*	*8.08%*	*8.07%*	*8.06%*	*8.05%*	*7.95%*	*7.93%*	*7.74%*	*7.64%*	*7.42%*	*8.09%*	*8.72%*	*8.20%*	*8.01%*	*8.25%*	*9.07%*	*7.48%*	*6.02%*	*6.48%*	*5.86%*	*6.16%*	*6.23%*	*5.63%*
	CH_4	JNGI 2022	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
		JNGI 2023	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
	N_2O	JNGI 2022	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		JNGI 2023	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		差異	*-54.23%*	*-54.30%*	*-54.36%*	*-53.46%*	*-53.72%*	*-54.13%*	*-53.28%*	*-53.04%*	*-54.04%*	*-54.27%*	*-54.15%*	*-53.96%*	*-53.62%*	*-54.32%*	*-53.98%*	*-54.11%*	*-54.38%*	*-54.42%*	*-53.66%*	*-54.20%*	*-54.36%*	*-54.32%*	*-54.48%*	*-54.40%*	*-53.74%*	*-54.35%*	*-54.53%*	*-53.77%*	*-54.49%*	*-54.41%*	*-54.50%*
B. 農地	CO_2	JNGI 2022	9.0	7.9	4.3	2.6	3.3	3.9	3.1	3.9	5.1	5.0	4.0	3.6	3.0	1.5	4.5	3.9	2.7	6.1	11.4	8.7	5.9	6.9	6.6	5.5	6.2	5.7	5.5	4.6	4.0	4.7	4.7
		JNGI 2023	8.3	7.6	3.9	2.4	3.2	3.8	3.0	3.9	5.0	4.9	4.0	3.5	3.0	1.5	4.4	3.9	2.7	6.0	11.3	8.6	5.8	6.8	6.5	5.5	6.2	5.7	5.4	4.6	4.0	4.7	4.6
		差異	*-7.00%*	*-4.26%*	*-9.02%*	*-5.19%*	*-3.89%*	*-2.46%*	*-2.37%*	*-1.60%*	*-1.10%*	*-1.40%*	*-0.64%*	*-0.61%*	*-0.73%*	*-1.28%*	*-0.39%*	*-0.90%*	*-1.31%*	*-0.99%*	*-0.85%*	*-0.49%*	*-0.51%*	*-0.43%*	*-0.92%*	*-0.29%*	*-0.25%*	*-0.22%*	*-0.26%*	*-0.19%*	*-0.02%*	*0.46%*	*-0.16%*
	CH_4	JNGI 2022	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		JNGI 2023	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		差異	*-0.02%*	*-0.02%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.05%*	*0.12%*	*0.12%*	*0.12%*	*0.10%*	*0.08%*	*-0.14%*	*-0.33%*	*-0.51%*	*-0.67%*
	N_2O	JNGI 2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		JNGI 2023	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		差異	*-6.41%*	*-6.98%*	*-7.57%*	*-8.14%*	*-8.53%*	*-9.30%*	*-10.43%*	*-11.47%*	*-11.99%*	*-12.28%*	*-12.69%*	*-13.10%*	*-13.62%*	*-11.94%*	*-10.02%*	*-8.30%*	*-6.88%*	*-6.15%*	*-5.08%*	*-4.07%*	*-2.93%*	*-2.31%*	*-1.47%*	*-1.26%*	*-1.20%*	*-1.22%*	*-1.07%*	*-0.91%*	*-0.80%*	*-0.71%*	*-0.68%*
C. 草地	CO_2	JNGI 2022	0.7	0.3	-0.5	-1.0	-0.7	0.1	-0.6	-1.09	-1.03	-1.3	-0.90	-0.8	-0.8	-1.2	-0.6	-0.3	-0.1	-0.4	-0.1	0.43	0.18	0.78	0.80	1.10	1.71	1.37	1.08	0.83	0.59	0.69	0.55
		JNGI 2023	0.9	0.4	-0.4	-1.0	-0.6	0.07	-0.6	-1.1	-1.0	-1.3	-0.9	-0.8	-0.8	-1.2	-0.6	-0.3	-0.09	-0.4	-0.21	0.36	0.13	0.76	0.75	1.07	1.68	1.35	1.06	0.81	0.57	0.69	0.56
		差異	*29.78%*	*26.02%*	*-21.64%*	*-2.55%*	*-4.49%*	*7.60%*	*-1.23%*	*-0.96%*	*-0.07%*	*-1.65%*	*-0.04%*	*-0.66%*	*-0.84%*	*0.02%*	*-0.11%*	*9.92%*	*46.50%*	*21.56%*	*157.1%*	*-15.82%*	*-26.78%*	*-2.73%*	*-5.38%*	*-2.48%*	*-1.62%*	*-1.65%*	*-2.14%*	*-2.07%*	*-2.92%*	*0.98%*	*1.18%*
	CH_4	JNGI 2022	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		JNGI 2023	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		差異	*-0.08%*	*-0.04%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.02%*	*0.04%*	*0.04%*	*0.04%*	*0.05%*	*0.04%*	*0.03%*	*0.01%*	*0.00%*	*-0.02%*
	N_2O	JNGI 2022	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		JNGI 2023	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*
D. 湿地	CO_2	JNGI 2022	0.09	0.08	0.3	0.1	0.1	0.4	0.6	0.1	0.5	0.5	0.4	0.4	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05	0.08	0.09	0.12	0.11	0.06	0.07	0.02	0.02	0.07	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03
		JNGI 2023	0.07	0.06	0.2	0.1	0.1	0.3	0.5	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.06	0.06	0.09	0.09	0.05	0.05	0.02	0.02	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02
		差異	*-24.34%*	*-24.60%*	*-23.03%*	*-23.67%*	*-23.94%*	*-22.84%*	*-22.60%*	*-23.93%*	*-22.68%*	*-22.78%*	*-22.79%*	*-22.87%*	*-24.57%*	*-25.79%*	*-26.25%*	*-27.46%*	*-27.48%*	*-24.25%*	*-32.98%*	*-21.15%*	*-16.36%*	*-17.78%*	*-28.88%*	*-23.11%*	*-22.62%*	*-15.79%*	*-16.48%*	*-20.58%*	*-22.09%*	*-11.86%*	*-11.99%*
E. 開発地	CO_2	JNGI 2022	2.9	3.5	3.9	2.4	1.5	1.3	0.6	0.4	0.3	-0.10	-0.4	-0.6	-1.3	-1.4	-1.4	-0.9	-0.9	-0.2	0.1	-0.3	-0.4	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2
		JNGI 2023	10.6	10.9	11.0	9.5	8.5	8.2	7.5	7.2	7.0	6.59	6.2	5.8	5.2	5.0	4.8	4.9	4.6	5.0	4.7	4.4	4.2	3.5	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	2.8	2.8	2.9	3.0
		差異	*270.6%*	*212.0%*	*182.5%*	*301.6%*	*477.1%*	*530.6%*	*1095%*	*1751%*	*2688%*	*-6922%*	*-1549%*	*-1012%*	*-512.9%*	*-465.4%*	*-447.3%*	*-622.1%*	*-603.0%*	*-2460%*	*8948%*	*-1596%*	*-1189%*	*-555.6%*	*-698.3%*	*-862.3%*	*-1261%*	*2018%*	*1188%*	*8215%*	*2040%*	*2656%*	*1576%*
	N_2O	JNGI 2022	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
		JNGI 2023	0.49	0.48	0.46	0.45	0.43	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.30	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18
		差異	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*
F. その他の土地	CO_2	JNGI 2022	1.3	1.4	1.1	1.4	1.2	1.0	0.9	1.2	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2
		JNGI 2023	2.3	2.4	2.1	2.3	2.2	2.0	1.9	2.1	1.9	1.9	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
		差異	*80.82%*	*70.48%*	*90.62%*	*71.01%*	*78.22%*	*94.39%*	*104.0%*	*72.41%*	*100.8%*	*87.66%*	*120.0%*	*108.6%*	*109.3%*	*130.4%*	*121.2%*	*316.6%*	*343.8%*	*190.6%*	*155.1%*	*184.4%*	*189.4%*	*119.7%*	*139.9%*	*176.7%*	*157.2%*	*135.6%*	*122.3%*	*139.6%*	*91.81%*	*105.1%*	*95.48%*
	N_2O	JNGI 2022	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		JNGI 2023	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
		差異	*244.2%*	*246.7%*	*252.2%*	*258.4%*	*263.2%*	*267.7%*	*280.0%*	*289.3%*	*293.0%*	*292.4%*	*291.7%*	*291.9%*	*293.7%*	*296.4%*	*293.4%*	*280.6%*	*274.3%*	*265.5%*	*253.7%*	*244.6%*	*242.7%*	*185.3%*	*183.1%*	*174.7%*	*166.3%*	*161.7%*	*152.1%*	*132.9%*	*125.6%*	*118.5%*	*104.3%*
G. 伐採木材製品	CO_2	JNGI 2022	-0.5	-0.7	0.5	1.1	1.7	1.4	2.9	1.8	0.4	1.8	1.8	1.7	1.2	1.4	0.9	0.6	0.5	-0.3	-0.3	0.6	0.1	2.4	0.1	0.3	-0.9	-1.2	-1.1	-1.5	-1.7	-1.7	-0.8
		JNGI 2023	-0.3	-0.5	0.7	1.3	1.9	1.6	3.1	2.0	0.4	1.8	1.7	1.7	1.1	1.3	0.8	0.6	0.5	-0.4	-0.5	0.4	0.0	2.5	0.3	0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-1.1	-1.3	-1.3	-0.4
		差異	*-41.30%*	*-28.53%*	*63.37%*	*19.32%*	*13.76%*	*14.01%*	*9.31%*	*13.11%*	*11.58%*	*2.97%*	*-1.89%*	*1.36%*	*-3.51%*	*-5.22%*	*-4.71%*	*0.96%*	*1.59%*	*25.64%*	*83.31%*	*-40.28%*	*-58.69%*	*4.36%*	*542.7%*	*109.7%*	*-37.36%*	*-40.06%*	*-36.52%*	*-26.28%*	*-23.19%*	*-22.86%*	*-50.41%*
H. その他（開発地への転用時の有機質土壌）	CH_4	JNGI 2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		JNGI 2023	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		差異	*-2.56%*	*-3.16%*	*-3.67%*	*-4.55%*	*-5.32%*	*-5.94%*	*-6.53%*	*-7.00%*	*-7.44%*	*-8.41%*	*-9.11%*	*-10.00%*	*-10.17%*	*-9.81%*	*-9.37%*	*-8.92%*	*-8.52%*	*-8.07%*	*-7.63%*	*-6.71%*	*-5.81%*	*-5.57%*	*-5.81%*	*-4.84%*	*-4.06%*	*-3.51%*	*-2.98%*	*-1.48%*	*1.70%*	*5.63%*	*9.15%*
	N_2O	JNGI 2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		JNGI 2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		差異	*-2.56%*	*-3.16%*	*-3.67%*	*-4.55%*	*-5.32%*	*-5.94%*	*-6.53%*	*-7.00%*	*-7.44%*	*-8.41%*	*-9.11%*	*-10.00%*	*-10.17%*	*-9.81%*	*-9.37%*	*-8.92%*	*-8.52%*	*-8.07%*	*-7.63%*	*-6.71%*	*-5.81%*	*-5.57%*	*-5.81%*	*-4.84%*	*-4.06%*	*-3.51%*	*-2.98%*	*-1.48%*	*1.70%*	*5.63%*	*9.15%*
(IV) 土壌からの N_2O 間接排出	N_2O	JNGI 2022	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		JNGI 2023	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
		差異	*452.2%*	*447.3%*	*443.8%*	*438.4%*	*430.4%*	*433.6%*	*445.7%*	*456.7%*	*455.5%*	*449.3%*	*441.8%*	*434.9%*	*427.9%*	*424.0%*	*420.0%*	*408.1%*	*394.1%*	*381.3%*	*367.3%*	*347.6%*	*331.4%*	*304.1%*	*276.2%*	*256.9%*	*241.1%*	*227.7%*	*215.1%*	*201.0%*	*192.0%*	*185.3%*	*181.1%*
4. 合計	GHG	JNGI 2022	-65.3	-73.4	-76.8	-80.1	-79.8	-79.2	-83.4	-84.4	-84.5	-83.7	-84.7	-85.2	-87.0	-97.8	-94.2	-88.7	-84.0	-79.6	-68.8	-65.7	-69.9	-68.0	-70.1	-63.0	-60.9	-56.4	-52.3	-56.3	-55.7	-51.0	-52.0
		JNGI 2023	-63.3	-72.1	-75.8	-79.0	-78.8	-78.6	-82.3	-83.3	-83.7	-83.0	-84.1	-84.7	-86.5	-98.0	-94.6	-88.8	-84.0	-79.9	-70.1	-67.0	-70.9	-69.1	-71.9	-64.7	-61.7	-56.1	-52.3	-56.2	-55.8	-50.7	-51.6
		差異	*-3.13%*	*-1.75%*	*-1.32%*	*-1.29%*	*-1.19%*	*-0.81%*	*-1.34%*	*-1.32%*	*-0.93%*	*-0.84%*	*-0.70%*	*-0.60%*	*-0.57%*	*0.29%*	*0.45%*	*0.16%*	*-0.10%*	*0.36%*	*1.92%*	*2.04%*	*1.38%*	*1.63%*	*2.55%*	*2.70%*	*1.31%*	*-0.55%*	*0.02%*	*-0.16%*	*0.22%*	*-0.50%*	*-0.80%*

表 10-6　　2022年提出インベントリと2023年提出インベントリの排出・吸収量の比較（廃棄物分野）

5. 廃棄物　　［百万 t-CO_2換算］

カテゴリー	ガス		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. 固形廃棄物の処分	CH_4	JNGI 2022	9.5	9.4	9.4	9.3	9.2	8.9	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.3	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.1	4.8	4.5	4.3	4.1	3.9	3.6	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7
		JNGI 2023	9.9	9.8	9.7	9.5	9.3	9.0	8.7	8.3	7.9	7.5	7.2	6.8	6.4	6.1	5.7	5.4	5.0	4.6	4.2	3.9	3.6	3.3	3.1	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7
		差異	*4.52%*	*3.96%*	*3.19%*	*2.39%*	*1.45%*	*0.43%*	*-0.52%*	*-1.53%*	*-2.72%*	*-3.94%*	*-5.14%*	*-6.47%*	*-7.79%*	*-9.10%*	*-10.38%*	*-11.95%*	*-13.70%*	*-15.45%*	*-17.42%*	*-19.24%*	*-20.97%*	*-22.61%*	*-24.12%*	*-25.70%*	*-27.33%*	*-29.08%*	*-30.69%*	*-32.30%*	*-33.90%*	*-35.29%*	*-36.61%*
B. 固形廃棄物の生物処理	CH_4	JNGI 2022	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.08
		JNGI 2023	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.02%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-9.11%*
	N_2O	JNGI 2022	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
		JNGI 2023	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.02%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-9.20%*
C. 廃棄物の焼却と野焼き	CO_2	JNGI 2022	12.3	12.3	13.4	13.2	15.7	16.0	16.4	17.0	17.0	16.8	16.9	15.7	15.1	15.2	14.7	14.2	13.4	13.6	14.7	12.2	12.5	11.7	12.3	12.2	11.7	11.7	11.1	10.8	11.6	11.4	11.5
		JNGI 2023	12.3	12.3	13.4	13.2	15.7	16.0	16.4	17.0	17.0	16.8	16.9	15.7	15.1	15.2	14.7	14.2	13.4	13.6	14.7	12.2	12.5	11.7	12.3	12.2	11.7	11.7	11.1	10.8	11.6	11.4	10.4
		差異	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.00%*	*0.01%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.02%*	*0.02%*	*0.02%*	*0.02%*	*0.02%*	*0.01%*	*0.01%*	*0.01%*	*-9.28%*
	CH_4	JNGI 2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		JNGI 2023	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.03%*	*-13.07%*
	N_2O	JNGI 2022	1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	1.9	1.9	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4
		JNGI 2023	1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	1.9	1.9	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.94%*
D. 排水の処理と放出	CH_4	JNGI 2022	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
		JNGI 2023	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.39%*	*-0.84%*
	N_2O	JNGI 2022	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1
		JNGI 2023	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-3.04%*	*-5.34%*
E. その他	CO_2	JNGI 2022	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6
		JNGI 2023	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6
		差異	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*0.00%*	*-0.56%*
5. 合計	GHG	JNGI 2022	29.6	29.5	30.7	30.3	32.8	33.0	33.2	33.6	33.2	32.6	32.4	30.7	29.6	29.3	28.5	27.7	26.5	26.1	26.7	23.7	23.5	22.5	22.8	22.5	21.7	21.5	20.5	20.0	20.7	20.3	20.2
		JNGI 2023	30.0	29.9	31.0	30.5	32.9	33.0	33.1	33.5	33.0	32.3	32.0	30.2	29.1	28.7	27.8	27.0	25.7	25.3	25.9	22.8	22.6	21.6	21.8	21.5	20.7	20.5	19.5	19.0	19.7	19.2	18.0
		差異	*1.46%*	*1.27%*	*0.98%*	*0.74%*	*0.41%*	*0.12%*	*-0.13%*	*-0.38%*	*-0.66%*	*-0.94%*	*-1.20%*	*-1.53%*	*-1.84%*	*-2.08%*	*-2.33%*	*-2.62%*	*-2.98%*	*-3.23%*	*-3.34%*	*-3.92%*	*-4.01%*	*-4.27%*	*-4.28%*	*-4.38%*	*-4.57%*	*-4.65%*	*-4.86%*	*-4.98%*	*-4.80%*	*-5.20%*	*-10.97%*

10.3. 排出量の推移に対する影響（時系列の一貫性を含む）

「10.1. 再計算に関する解説と正当性」で示した再計算が温室効果ガス排出量の推移に及ぼす変化を表 10-7 に示す。2022 年報告値と 2023 年報告値の比較は 2020 年度における 1990 年度比を用いている。

10.3.1. 温室効果ガスインベントリ

2023 年提出インベントリにおける 2020 年度と 1990 年度の総排出量（LULUCF 分野を除く、間接 CO_2 含む）の差異は昨年報告値と比べて約 270 万トン（CO_2 換算）減少となり、昨年報告値から 0.21 パーセントポイントの減少となった。

表 10-7　2022 年提出インベントリと 2023 年提出インベントリにおける
2020 年度と 1990 年度の総排出量（LULUCF 分野を除く、間接 CO_2 含む）の差異の比較

	排出量（2020）－ 排出量（1990）［百万t-CO_2換算］			排出量（2020）／排出量（1990）－1［%］		
	JNGI 2022	JNGI 2023	差異	JNGI 2022	JNGI 2023	差異
CO_2	-115.9	-117.4	-1.5	-10.0%	-10.1%	-0.14%
CH_4	-15.7	-17.2	-1.5	-35.6%	-38.5%	-2.98%
N_2O	-12.4	-12.5	-0.2	-38.2%	-38.9%	-0.68%
HFCs	35.8	36.3	0.5	224.7%	227.5%	2.88%
PFCs	-3.1	-3.1	0.0	-46.9%	-46.6%	0.27%
SF_6	-10.8	-10.8	0.0	-84.2%	-84.2%	0.00%
NF_3	0.3	0.3	0.0	785.7%	933.4%	147.68%
間接 CO_2	-3.6	-3.6	0.0	-64.6%	-65.9%	-1.33%
合計	-125.4	-128.0	-2.7	-9.83%	-10.04%	-0.21%

10.4. インベントリ審査への対応を含めた再計算とインベントリの改善計画

10.4.1. インベントリ提出以降の改善点

2022 年インベントリ提出以降に改善を行った主要な点を以下に列記する。

10.4.1.1. 排出・吸収量の算定方法

変更のあった算定方法は下表のとおりである。詳細は各カテゴリーの当該記述を参照のこと。

10.4.1.1.a. 温室効果ガスインベントリ

表 10-8　算定方法の変更内容

分野・カテゴリー		算定方法の変更内容
1.A.3.b	道路輸送	NOx 対策技術別の自動車台数を精査したことから 2011 年度以降のディーゼル普通貨物車の排出係数が更新された。
1.B.1.b	固体燃料転換	コークス炉ガスのフレアリングからの CO_2 排出量を新たに算定した。
1.B.2.a.ii	原油の生産	原油の生産時の漏えい起源 NMVOC の排出係数を 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値に変更した。
2.B.1	アンモニア製造	尿素製造のための CO_2 回収量をアンモニア製造からの CO_2 排出量から控除するよう算定方法を改訂した。
2.D.3.-	触媒として使用される尿素	活動量の算定方法を改訂した。
2.G.4	電子回路基板の防水処理からの PFCs、HFCs	新たに PFCs、HFCs 排出量の算定を行った。
3.B.3	家畜排せつ物の管理-豚	豚の排せつ物量の算定に使用している計算式を修正した。
3.B.1. 3.B.3. 3.B.4. 3.D.a.2. 3.D.b.1. 3.D.b.2.	家畜排せつ物の管理-牛／豚／家禽 家畜排せつ物の管理-間接排出-大気沈降 農用地の土壌-直接排出-有機窒素肥料 農用地の土壌-間接排出-窒素溶脱・流出	強制発酵の排出係数に開放型・密閉型別に国独自の値及び 2019 年 IPCC 改良ガイドラインのデフォルト値を使用した。
3.B.2. 3.B.4.	家畜排せつ物の管理-めん羊／水牛／山羊／馬	放牧地/牧野/牧区における、めん羊、山羊、馬、水牛の N_2O 排出係数に 2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用した。
3.D.a.4.	農用地の土壌-直接排出-作物残渣	作物残渣の農用地の土壌へのすき込みに伴う N_2O の排出係数に 2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用した。
3.D.a.6.	農用地の土壌-直接排出-有機質土壌の耕起	畑地と牧草地における有機質土壌の耕起に伴う N_2O の排出係数に 2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用した。
3.H.	尿素施用	尿素肥料からの CO_2 排出量について、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、輸入分だけではなく国内生産分も含めた全量を計上する方法に変更した。
4.A.1 4.A.2 4.(III) 4.(IV)	転用のない森林、他の土地利用から転用された森林、土壌有機物の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出、土壌からの N_2O 間接排出	転用のない森林における人工林の面積推計の元データとして用いている「衛星判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、他の土地利用から転用された森林における人工林の面積を再計算した。この面積の再計算に伴い、全年度の生体バイオマス、枯死有機物、及び鉱質土壌の炭素ストック変化量が再計算された。森林の土壌有機物の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出量も全年にわたり再計算された。
4.B.1 4.B.2 4.C.1 4.C.2 4.D.2 4.E.2 4.F.2 4.(II) 4.(III) 4.(IV)	転用のない農地・草地、他の土地利用から転用された農地・草地・湿地・開発地・その他の土地、土壌排水に伴う CH_4、N_2O 排出、土壌有機物の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出、土壌からの N_2O 間接排出	「衛星判読による土地利用変化状況調査」の判読の修正に伴い、森林から各土地利用への転用面積が全年にわたり再計算された。この転用面積の修正に伴い、各サブカテゴリーにおいて、生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量及び有機質土壌からの CO_2 排出が全年にわたり再計算された。農地、草地における有機質土壌からの CH_4 及び N_2O 排出量、土壌有機物の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出量も全年にわたり再計算された。

分野・カテゴリー		算定方法の変更内容
4.A.1	転用のない森林	単位面積当たりの材積の推計に用いている民有林人工林の収穫表の改訂により、全年度の生体バイオマス、枯死木、リター、鉱質土壌の炭素蓄積変化量が再計算された。
4.A.2 4.B.2 4.C.2 4.D.2 4.E.2 4.F.2 4.(III) 4.(IV)	他の土地利用から転用された森林・農地・草地・湿地・開発地・その他の土地、土壌有機物の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出、土壌からの N_2O 間接排出	森林の生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック量の転用前後の炭素ストック量、土地転用係数、及び遷移期間の見直しにより年間変化量が更新された。これに伴い、全年にわたって当該カテゴリーの生体バイオマス、枯死有機物、及び土壌の炭素ストック変化量を再計算した。
4.B.1	転用のない農地	Roth C モデル算定に用いるインプットデータ等の修正により、単位面積当たりの土壌炭素ストック変化量が再計算された。この再計算に伴い、田、普通畑、樹園地における土壌炭素ストック変化量が 2018~2020 年度で再計算された。
4.B.1 4.C.2 4.E.2 4.(II) 4.(IV)	転用のない農地・草地、他の土地利用から転用された農地・草地・開発地、土壌排水に伴う CH_4、N_2O 排出、土壌からの N_2O 間接排出	農耕地への転用面積の推計方法を 1983 年～2002 年にかけて見直したため、各地目の他の土地から転用された面積が修正された。この再計算に伴い、有機質土壌と鉱質土壌面積を用いた炭素蓄積変化量及び有機質土壌からの排出量が全年にわたり再計算された。
4.B.1	転用のない農地	竹炭の有機炭素含有率と 100 年後の炭素残存率のパラメータの見直しに伴い、土壌炭素ストック変化量が全年にわたり再計算された。
4.D.1	転用のない湿地	マングローブ林の炭素ストック変化量を算定したため、全年について再計算された。
4.E.1	開発地	施設緑地の面積データが 1990 年から全年にわたって微修正された。これに伴い、当該カテゴリーにおける生体バイオマス、枯死有機物、鉱質土壌の炭素ストック変化量が全年にわたり再計算された。都市公園については、造成後 50 年までの大規模都市公園における無剪定樹林地を活動量面積値に新規に追加した。
4.(III) 4.(IV)	土壌有機物の損失に伴う窒素無機化による N_2O 排出、土壌からの N_2O 間接排出	各土地利用の土壌中の C:N 比を設定したことから、全年にわたり土壌有機物の無機化に伴う排出量が全年にわたり再計算された。
5.A	固形廃棄物の処分	生分解性炭素分のガス化率（*DOCf*）と好気分解補正係数（*MCF*）について、2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を適用したため、CH_4 排出量の再計算を行った。
5.C.2	廃棄物の野焼き	産業廃棄物の CO_2 排出係数の推計に用いる酸化率（*OF*）について、2019 年改良 IPCC ガイドラインの値を適用したため、CO_2 排出量の再計算を行った。
5.C.1/1.A	廃棄物の焼却／廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）	バイオマスプラスチック製品データの改訂に伴い、CO_2 排出量の再計算を行った。

10.4.1.2. UNFCCC インベントリ審査への対応事項

UNFCCC インベントリ審査の勧告への対応を以下に記述する。詳細は各カテゴリーの当該記述を参照されたい。

なお、温室効果ガス算定方法検討会（「1 章 1.2.1.2.温室効果ガス排出量算定方法検討会」を参照）では、UNFCCC インベントリ年次審査報告書における勧告事項の全てを検討課題の対象とし、優先度を考慮の上、対応への取り組みを進めている。

表 10-9 UNFCCC インベントリ審査への対応状況の概要

分野/カテゴリー	専門家審査チームによる勧告事項	日本の対応	NIR/CRF 該当箇所
エネルギー／レファレンスアプローチ（1.A(b)）	全燃料種について GCV から NCV への変換に使う係数の詳細な情報を NIR に含めること。（2022 年審査報告書 E.1）	瀝青質混合物及びコールタールの IPCC デフォルト値を NIR に含めた。	NIR 別添 4（表 A4-26）
エネルギー／石油精製（1.A.1.b）	GCV の改訂及び精製用原油の使用に関する審査中の説明を NIR に含めること。（2022 年審査報告書 E.2）	GCV の改訂の出典（すなわち「2013 年調査」）を明確にした。どの省庁が調査を実施したのか、及び調査の概略が NIR にて利用可能であることを NIR に記載した。	NIR3 章（3.2.4.b）
エネルギー／部門別アプローチ（1.A(a)）	再計算の原因、すなわち主なデータ源（総合エネルギー統計）の改訂も含めて、エネルギー分野のカテゴリーのすべての再計算を NIR に説明し正当化すること。（2022 年審査報告書 E.4）	総合エネルギー統計の再計算について NIR に説明した。	NIR3 章（3.2.4.e）
エネルギー／原料、還元剤、その他燃料の非エネルギー利用（1.A(d)）	過大にも過小にもならず、時系列の一貫性を維持したまま、CRF Table 1.A(d)において、非エネルギー利用による液体燃料消費量に関する CO_2 排出量の正確な値を報告すること。（2022 年審査報告書 E.5）	CRF に正確な値を報告した。	CRF Table 1.A(d)
エネルギー／発電・熱供給（1.A.1.a）	もし方法論が次の提出でも変わらないのであれば、2016-2019 年の発電・熱供給からの CO_2 排出量の算定のための方法論・データの修正に関する記述（ID# E.4 も参照）、及びこのカテゴリーにおける長期減少傾向の理由に関する記述を NIR に含めること。（2022 年審査報告書 E.6）	このカテゴリーにおける長期減少傾向の理由に関する記述を NIR に含めた。	NIR3 章（3.2.4.a）
エネルギー／固体燃料転換等（1.A.1.c）	日本がこのカテゴリーに起きるあらゆる再計算について詳細な説明を次の提出において NIR に含めること。 さらに、2019 年と 2020 年の気体燃料からの CO_2 が 2007-2018 年に報告された排出量よりずっと低かった理由に関する説明を含む、このカテゴリーの CO_2 排出量の傾向に関する説明を日本が NIR に含めること。（2022 年審査報告書 E.7）	2019 年と 2020 年の気体燃料からの CO_2 が 2007-2018 年に報告された排出量よりずっと低かった理由に関する説明を NIR に含めた。	NIR3 章（3.2.4.a）

分野/カテゴリー	専門家審査チームによる勧告事項	日本の対応	NIR/CRF 該当箇所
エネルギー／固体燃料転換（1.B.1.b）	(1) コークス炉ガスのフレアリングはカテゴリー1.A（燃料の燃焼）に含まれていること、CRF 表 1.B.1 で報告している木炭製造からの CH_4 漏出からの回収・フレアリングが未推計であることを NIR で明らかにし、 (2) NIR 及び CRF Table 9 のカテゴリー 1.B.1.b の CH_4 回収・フレアリングにおける NE の利用について日本が NIR で正当化し、利用可能な IPCC 方法論がないと説明するか、NIR 表 A5-2 において排出量の概算量を提供すること。 （2022 年審査報告書 E.8）	(1) コークス炉ガスのフレアリングからの CO_2 排出量を今次提出より新たに算定した。CRF 表 1.B.1 で報告している木炭製造からの CH_4 漏出からの回収・フレアリングが未推計であることを NIR で明らかにした。 (2) カテゴリー1.B.1.b の CH_4 回収・フレアリングにおける NE の利用の理由及び 2006 年 IPCC ガイドラインに利用可能な方法論がないことを NIR に説明した。	NIR3 章 （3.3.1.2）
エネルギー／原油（1.B.2.a）	デフォルト排出係数が 2006 年 IPCC ガイドライン（第 2 巻第 4 章表 4.2.4）にないと記述することで、カテゴリー 1.B.2.a.4（精製・貯蔵）からの CO_2 及び 1.B.2.a.5（石油製品の供給）からの CO_2 と CH_4 の排出量を NE と報告することに関する正当化を日本が強化すること。 （2022 年審査報告書 E.9）	デフォルト排出係数がないことを CRF に説明した。	CRF Table 9
エネルギー／原油（1.B.2.a）	日本が年次提出においてカテゴリー 1.B.2.a.4（精製・貯蔵）の CH_4 排出量算定に現在の排出係数（1996 年改訂 IPCC ガイドラインの係数の下限値）の使用を継続するのであれば、その選択に関して審査中に提供された次の根拠を NIR に説明すること。 別の排出係数を使う場合は日本がその選択の根拠を NIR に十分に説明すること。 （2022 年審査報告書 E.10）	過去の経緯も含め、説明した。	NIR3 章 （3.3.2.1.d.d）
エネルギー／天然ガス（1.B.2.b）	カテゴリー1.B.2.b.iv（天然ガスの輸送）及び 1.B.2.b.v（天然ガスの供給）の CO_2 排出量の報告に関して、日本が CRF 表 1.B において注釈記号を NA から NE に変更し、審査中に提供された根拠を NIR に含めること。 これらの二つの排出源の CO_2 排出量の報告に関して NE を用いた根拠を反映するために CRF Table 9 を更新し、排出量が 0.5 kt-CO_2/年未満という水準の分析を NIR 表 A5-2 に含めること。 （2022 年審査報告書 E.11）	CRF Table 1.B.2 において 1.B.2.b.iv 及び 1.B.2.b.v の CO_2 の注釈記号を「NA」から「NE」に変更し、その根拠を NIR 3.3.2.2.d.a と 3.3.2.2.e.a に含めた。 これに伴い、1.B.2.b.vi の CO_2 の注釈記号を「NA」から「IE」に変更した。（1.B.2.b.v に含まれる。） CO_2 排出量が重要でない「NE」であることを明確にするため CRF Table 9 を更新した。水準の分析を NIR 表 A5-2 に含めた。	NIR3 章 （3.3.2.2.d.a, 3.3.2.2.e.a）、別添 5（表 A5-2） CRF Table 1.B.2, Table 9

分野/カテゴリー	専門家審査チームによる勧告事項	日本の対応	NIR/CRF 該当箇所
エネルギー／天然ガス（1.B.2.b）	もし日本が年次提出でカテゴリー 1.B.2.b.v（供給）の CH_4 排出量の算定に国独自の排出係数の使用を継続するのであれば、審査中に提供された情報を含めることによって、その使用を NIR において正当化すること。 日本が NIR に天然ガス供給に関する国内の状況を記述し、IPCC デフォルト値より非常に小さい CH_4 排出係数を用いる論理的な基礎を説明すること。 日本が CRF Table summary3s1 を更新して、このカテゴリーの CH_4 排出量の算定に用いた方法の正しい tier（すなわち、方法論が変わらなければ tier 2）を含めること。 （2022 年審査報告書 E.12）	国独自の排出係数がガス中の CH_4 含有量、対象となる工事区間延長や発生件数等から推計していることを NIR 3.3.2.2.e.b に明記した。 デフォルト値と国独自の排出係数との比較が困難なことを NIR 3.3.2.2.e.d に説明した。 正しい tier を CRF Table Summary3s1 に報告した。	NIR3 章（3.3.2.2.e） CRF Table Summary3s1
IPPU／石油化学及びカーボンブラック製造（エチレン製造）（2.B.8）	国独自の CO_2 排出係数が、2006 年 IPCC ガイドラインと一貫した方法で開発されており、スチームクラッキングプロセスからの CO_2 総排出量を網羅していること、IPCC デフォルト排出係数よりも正確であるとしていることを正当化すること。さもなければ、エチレン製造からの CO_2 排出量を、2006 年 IPCC ガイドライン（3 巻, 3.9.2.2 節）に提供されているデフォルト排出係数を用いて再計上すること。（2022 年審査報告書 I.4）	説明を NIR に記載した。	NIR4 章（4.3.8.2.b）
IPPU／全般	ERT は日本が、以下の理由の明確な説明を NIR に含めることを勧告する。 （１）2.A.4.a（セラミックス）、2.A.4.b（その他用途でのソーダ灰の使用）、2.A.4.d（その他）、2.B.1（アンモニア製造）、2.B.2（硝酸製造）、2.B.8.f（カーボンブラック）および 2.C.1.a （鉄鋼製造における電気炉の使用）カテゴリーにおける 2019 年から 2020 年の CO_2 排出量の減少は新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大等が活動量と排出量に影響を与えたこと。 及び（２）2.B.9 カテゴリーにおける 2014 年から 2015 年の NF_3 漏出排出量の減少は、燃焼除害装置の設置の拡充によるものであること。 （2022 年審査報告書 I.13）	説明を NIR に記載した。	NIR4 章（4.1 及び 4.3.9.2.b）

分野/カテゴリー	専門家審査チームによる勧告事項	日本の対応	NIR/CRF 該当箇所
IPPU／セメント製造 （2.A.1）	ERT は、日本に以下を勧告する。 （1）NIR 表 4-4 に含まれるセメント製造に使用される廃棄物の種類が燃焼に寄与する炭素を含んでいるかどうかを特定し、もし含むならばエネルギー、IPPU、または廃棄物分野の適切なカテゴリーに CO_2 排出量が算定・計上されているかを評価すること。 （2）計上されていない場合には排出量を算定し、この評価からの所見を NIR で報告すること。(2022 年審査報告書 I.14)	説明を NIR に記載した。	NIR4 章 （4.2.1.b）
IPPU／アジピン酸製造 （2.B.3）	ERT は、審査中に提供された説明はアジピン酸製造における N_2O 分解装置の稼働率の低下であったことに留意しつつ、2019 年から 2020 年のアジピン酸製造からの N_2O 排出量の増加の説明を、情報の秘匿性を確保しつつ、NIR に含めることを勧告する。(2022 年審査報告書 I.15)	説明を NIR に記載した。	NIR4 章 （4.3.3.b）
IPPU／冷蔵庫及び空調機器（自動販売機） （2.F.1）	ERT は、日本が 2.F.1.a（業務用冷凍空調機器）カテゴリーにおいて、自動販売機からの製造時、使用時、廃棄時の HFC-134a 排出量を NIR および CRF table 2(II)B-Hs2 の中で分けて報告することを勧告する。（2022 年審査報告書 I.16）	NIR 及び CRF において製造時、使用時、廃棄時に分けて排出量を報告した。	NIR4 章 （4.7.1.2.b） CRF table 2(II)B-Hs2
IPPU／冷蔵庫及び空調機器（工業用冷蔵庫） （2.F.1.c）	ERT は、日本が、2.F.1.c（工業用冷蔵庫）カテゴリーの HFC 混合ガスの排出量の報告に「IE」を使用する理由、それはデータを提供する業界団体が、彼らのデータ収集プロセスにおいて業務用と工業用とを区別することは不可能であるため業務用冷蔵庫と工業用冷蔵庫の排出量を分けることが出来ないという説明を、NIR または CRF Table 9 に含めることを ERT は勧告する。(2022 年審査報告書 I.17)	説明を NIR に記載した。	NIR4 章 （4.7.1.4）
IPPU／冷蔵庫及び空調機器（工業用冷蔵庫） （2.F.1.c）	ERT は日本が、注釈記号を正しく使用して CRF Table2(II)B-Hs2 において 2.F.1.c（工業用冷蔵庫）カテゴリーの活動量を、「NE」から「IE」に変更することを勧告する。（2022 年審査報告書 I.18）	CRF において注釈記号を修正した。	CRF Table2(II)B-Hs2
農業／無機質窒素肥料 -N_2O （3.D.a.1）	ERT は、日本が硝化抑制剤の使用に関する明確な説明を含めるため、年次提出で、(1) 関連する調査が 1996 年に開始したという審査期間中に提供した情報と、(2) 1996 年以前の硝化抑制剤の使用に関する専門家判断に基づく算定を報告することでこの問題が解決すると考える。（2022 年審査報告書 A.4）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章 （5.5.1.1.）
農業／牛－CH_4, N_2O （3.A, 3.B, 3.D）	ERT は、酪農業オーナーの高齢化や農場を継ぐ際の後継者不足など、日本が審査中に提供した 1990 年以降の乳用牛の頭数の減少要因の説明を、この傾向に影響を与えるいくつかの近年の要因も含めて NIR に含めることを勧告する。（2022 年審査報告書 A.7）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章 （5.2.）

分野/カテゴリー	専門家審査チームによる勧告事項	日本の対応	NIR/CRF 該当箇所
農業／家畜排せつ物の管理－牛－CH_4 と N_2O（3.B.1）	ERT は、(1) 日本が使用している算定式を含めて、肉用牛の一頭一日当たりの排せつ物量の算定の際に、乾物摂取量（DMI）と TDN の割合という係数を（GE と DE の割合の代わりとして）どのように適用しているかの詳細な説明と（2）代替を裏付ける参考文献を含めた、これらの係数の代替の正当性を、NIR に提供することを勧告する。（2022 年審査報告書 A.10）	算定式及び参考文献とともに、説明を NIR に記載した。	NIR5 章（5.3.1.）
農業／家畜排せつ物の管理－その他の家畜－CH_4 と N_2O（3.B.4）	ERT は、排せつ物の含水率だけについて対処するのではなく、採卵鶏とブロイラーの排せつ物管理からの CH_4、N_2O 排出量算定に豚の EF を使用する論拠を補助する参考文献を含めた情報を NIR に提供することを勧告する。（2022 年審査報告書 A.11）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章（5.3.1.）
農業／家畜排せつ物の管理－間接排出－大気沈降－N_2O（3.B.5）	ERT は、NIR において国の高い湿度状況とこれが排せつ物管理からの間接 N_2O 排出の算定に用いる国固有の $Frac_{GASM}$ に与える影響を明らかにすることを勧告する。（2022 年審査報告書 A.12）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章（5.3.1.）
農業／農用地の土壌－直接排出－管理土壌－N_2O（3.D.a）	ERT は、(1) 日本が牧草地へ施用する無機、有機質窒素肥料の施用からの N_2O 排出量が管理土壌からの直接 N_2O 排出の排出量の算定に含まれていることを NIR で明確にし、(2) NIR の関係する表（例、表 5-56）に違う行として牧草地を含め、(3) 牧草地の面積を報告することを勧告する。（2022 年審査報告書 A.13）	NIR 内の該当する表を変更し、説明を記載した。	NIR5 章（5.5.1.）
農業／農用地の土壌－間接排出－土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの排出－N_2O（3.D.a.5）	ERT は、牧草地における鉱質土壌の無機化からの N_2O 排出量の算定と報告を LULUCF 分野で行っている旨の記述を NIR の農業分野の章に含めることを勧告する。（2022 年審査報告書 A.14）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章（5.5.1.5）
農業／農用地の土壌－間接排出－管理土壌－N_2O（3.D.b）	ERT は、日本が管理土壌からの N_2O 間接排出の算定のために、2006 年ガイドラインの 2019 改良版のデフォルトの EF 値を使用していることを正当化する説明を NIR に含めることを勧告する。（2022 年審査報告書 A.15）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章（5.5.2.1, 5.5.2.2）
農業／その他（農作物残さの燃焼）－CH_4 と N_2O（3.F.）	ERT は、農地で焼却処理される稲わら及び稲のもみ殻量の値について、表 5-77 の値は作物の湿重量で、CRF の表 3.F では乾燥バイオマス重量であることを NIR で説明し、湿重量を乾燥バイオマス重量に変換する際に使用されている係数と計算式を NIR に報告することを勧告する。さらに、ERT は CRF 表 3.C の documentation box に乾重量が稲の有機土壌改良剤として報告される情報を含み、また、適切な場合には CRF 表 3.F の追加情報セクションに情報を含むことを勧告する。（2022 年審査報告書 A.16）	説明を NIR に記載した。	NIR5 章（5.7）

分野/カテゴリー	専門家審査チームによる勧告事項	日本の対応	NIR/CRF 該当箇所
LULUCF／全般	計算に活動量が必要となる 2006IPCC ガイドライン（第 4 巻第 2 章）の式 2.26 に留意し、現在推定に含まれていない有機質土壌から CO_2 排出は発生しないという情報を NIR に含めること。（2022 年審査報告書 L.1）	転用のない森林における有機質土壌で排水活動は実施されていないと専門家判断された情報を NIR に含めた。	NIR6 章 （6.4.1.b）2））
LULUCF／転用のない森林（4.A.1）	枯死木炭素蓄積値を検証し、この値が高い理由に関する説明を NIR に含めること。（2022 年審査報告書 L.2）	枯死木の炭素蓄積量の値を検証し、変更した。	NIR6 章 （表 6-12）
LULUCF／転用のない森林（4.A.1）	無立木地における生体バイオマス炭素蓄積変化を計算するために専門家の判断に基づいて使用されたパラメータに関する情報を NIR に追加することを含め、炭素蓄積変化の計算に使用された方法の説明を改善すること。（2022 年審査報告書 L.4）	NIR に説明を追加した。	NIR6 章 （6.4.1.b）2））
LULUCF／土地表記	判断できる範囲で、時系列にわたる総土地面積の特定へのアプローチが GHG 排出量及び吸収量の過大または過小評価につながらないことを検証すること（2022 年審査報告書 L.15）	排出・吸収量の過大または過小推計は生じていない理由を NIR に記述した。	NIR6 章 （6.2.1）
LULUCF／農地（4.B）	日本が熱帯・亜熱帯気候帯の有機質土壌の活動データを収集し、2006 年 IPCC ガイドライン（第 4 巻、表 5-6）のデフォルトの排出係数を適用するか、熱帯/亜熱帯気候帯の有機質土壌が存在しないことの正当性を示すこと（2022 年審査報告書 L.17）	NIR に説明を追加した。	NIR6 章 （表 6-29、 注）
LULUCF／窒素無機化/固定化に伴う直接 N_2O 排出（4.(III)）	日本が CRF 表 4.F で報告されたその他の土地の鉱質土壌の面積と、CRF 表 4(III)で報告された他の土地から転用されたその他の土地の鉱質土壌の面積を見直し、時系列全体で同じ値が報告されるようにすること、及びこの再計算を NIR で説明すること（2022 年審査報告書 L.18）	CRF 表 4.F と CRF 表 4(III)で同じ面積を報告した。	CRF 表 4.F と CRF 表 4(III) NIR6 章
廃棄物／固形廃棄物の陸上における処分（5.A）	2020 年審査期間中に日本が示したように、IPCC の FOD 法と日本の FOD 法の違いについての追加説明を NIR に記載し、国独自の FOD 法が 2006 年 IPCC ガイドライン（第 5 巻第 3 章の式 3.1）に従ったものであることを裏付けること（2022 年審査報告書 W.1）	国独自方法論と 2006 年 IPCC ガイドラインの FOD 法（第 5 巻第 3 章の式 3.1）との間には実質的な相違点はない旨を NIR に記述した。	NIR7 章 （7.2.1）
廃棄物／その他の廃棄物処分場（5.A.3）	1980 年度から 2001 年度の活動量として使用される不適正処分量の調査、及び同処分量の推計に用いた方法に関して、詳細な情報を提供すること（2022 年審査報告書 W.6）	NIR に方法論の詳細情報を追記した。	NIR7 章 （7.2.3）
廃棄物／排水の処理と放出（5.D）	カテゴリー5.D（排水の処理と放出）下のサブカテゴリーの活動量として「NA」を報告することの説明については NIR と CRF の表 5.D の間で同じになるように記載すること（2022 年審査報告書 W.7）	NIR 及び CRF に下記の説明を記述した。「国独自の算定方法において、このカテゴリーの活動量は排出ガス及び排水処理施設ごとに異なるため、NA として報告している。」	NIR7 章 （7.5.1） CRF 表 5.D

10.4.2. 今後の改善計画

以下のような改善を継続的に行い、適宜インベントリの作成プロセスに反映している。詳細については、各カテゴリーの当該記述を参照のこと。

1. 算定方法、活動量、排出係数等の見直し

温室効果ガス排出量算定方法検討会を開催し、現在のインベントリにおいて使用されている算定方法、活動量、排出係数等の改善に関する検討を実施している。検討にあたっては、キーカテゴリーに関する課題、過去の審査において指摘がなされた課題など、重要度の高い課題から優先的に対応している。

2. 透明性の向上

排出・吸収量の算定に関わる方法論、仮定、各種データ等に関する NIR の記載内容について適宜精査を行い、必要な情報を追加していくことで、更なる透明性の向上を図っている。

別添（Annex）1　キーカテゴリー分析の詳細

A1.1. キーカテゴリー分析の概要

UNFCCC インベントリ報告ガイドライン（決定 24/CP.19　附属書 I）では、2006 年 IPCC ガイドラインを適用することとされており、同ガイドラインに示されたキーカテゴリー（key category）分析を行う必要がある。

ここでは、2021 年度（直近年）及び 1990 年度（条約の基準年）のキーカテゴリー分析の結果を報告する。

A1.2. キーカテゴリー分析結果

A1.2.1. キーカテゴリー

2006 年 IPCC ガイドラインの評価方法（アプローチ 1 のレベルアセスメント及びトレンドアセスメント、アプローチ 2 のレベルアセスメント及びトレンドアセスメント）に従って、土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）分野を含む全体を対象にした「キーカテゴリー」の評価を行った。

その結果、2021 年度は 51 の排出・吸収区分が、また 1990 年度は 43 の排出・吸収区分がそれぞれ我が国のキーカテゴリーと同定された（表 A1-1 及び表 A1-2）。

表 A1-1　我が国のキーカテゴリー（2021 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	Ap1-L	Ap1-T	Ap2-L	Ap2-T
#1	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	#1	#1	#1	#1
#2	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	#2	#20	#11	
#3	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	#3	#7	#2	#10
#4	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	#4	#4	#8	#17
#5	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	#5	#6	#24	#22
#6	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	#6	#8	#4	#7
#7	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	#7	#2	#30	#14
#8	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	#8	#3	#31	#19
#9	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	#9	#5	#6	#6
#10	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	#10	#9	#29	
#11	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	#11	#10	#34	
#12	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	#12	#12	#21	#24
#13	3.C.	稲作		CH_4	#13		#28	
#14	1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	#14	#18	#9	#15
#15	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	#15		#13	
#16	1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	#16			
#17	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	#17		#14	#25
#18	3.A.	消化管内発酵		CH_4	#18		#7	
#19	1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	#19			
#20	1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	#20	#19		#29
#21	2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	#21			
#22	2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	#22			
#23	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2			#20	#20
#24	3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O			#5	
#25	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2		#15	#12	#3
#26	3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O			#25	
#27	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs		#23	#15	#12
#28	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2			#16	#27
#29	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O			#3	#16
#30	2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2			#19	
#31	5.D.	排水の処理と放出		N_2O			#27	
#32	1.A.1.	エネルギー産業		N_2O			#32	
#33	2.E.	電子産業		PFCs			#17	
#34	4.G.	伐採木材製品の利用		CO_2				#28
#35	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4		#14		#9
#36	4.E.	開発地	1. 転用のない開発地	CO_2			#33	
#37		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2			#26	#11
#38	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6		#16	#10	#2
#39	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs		#24		
#40	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O			#22	
#41	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O			#18	#8
#42	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2		#13		#18
#43	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4		#21		#4
#44	4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2				#13
#45	2.E.	電子産業		SF_6			#23	
#46	4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O				#23
#47	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs		#11		
#48	2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O				#5
#49	4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O				#26
#50	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O		#17		#21
#51	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	SF_6		#22		

（注）Ap1-L：アプローチ 1 のレベルアセスメント、Ap1-T：アプローチ 1 のトレンドアセスメント、
Ap2-L：アプローチ 2 のレベルアセスメント、Ap2-T：アプローチ 2 のトレンドアセスメント。
各アセスメント中の数値は、それぞれのアセスメント中の順位を表す。

表 A1-2　我が国のキーカテゴリー（1990 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	Ap1-L	Ap2-L
#1	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	#1	#2
#2	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	#2	#14
#3	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	#3	#15
#4	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	#4	#21
#5	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	#5	#22
#6	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	#6	#5
#7	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	#7	#23
#8	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	#8	#4
#9	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	#9	#20
#10	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	#10	
#11	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	#11	
#12	1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	#12	
#13	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	#13	#17
#14	3.C.	稲作		CH_4	#14	
#15	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	#15	
#16	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	#16	#7
#17	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	#17	#13
#18	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	#18	#32
#19	3.A.	消化管内発酵		CH_4	#19	#11
#20	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	#20	#1
#21	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	#21	#19
#22	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	#22	
#23	2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	#23	
#24	1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	#24	
#25	2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	#25	
#26	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	#26	#25
#27	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	#27	#8
#28	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	#28	
#29		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2		#12
#30	3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O		#28
#31	3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O		#6
#32	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2		#16
#33	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O		#10
#34	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O		#3
#35	5.D.	排水の処理と放出		N_2O		#30
#36	4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2		#18
#37	2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2		#29
#38	2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O		#9
#39	2.E.	電子産業		PFCs		#26
#40	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O		#27
#41	4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O		#31
#42	2.E.	電子産業		SF_6		#24
#43	4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O		#33

（注）Ap1-L：アプローチ 1 のレベルアセスメント、Ap2-L：アプローチ 2 のレベルアセスメント。
各アセスメント中の数値は、それぞれのアセスメント中の順位を表す。

A1.2.2. レベルアセスメント

レベルアセスメントは、カテゴリー毎の排出・吸収量が全体の排出・吸収量に占める割合を計算し、割合の大きなカテゴリーからそれぞれの割合を足し上げて、アプローチ 1 は全体の 95%、アプローチ 2 は全体の 90%に達するまでのカテゴリーを「キーカテゴリー」とするものである。アプローチ 1 による分析では各カテゴリーの排出・吸収量を直接用い、アプローチ 2 による分析では各カテゴリーの排出・吸収量にカテゴリー毎の不確実性を乗じたものを分析対象とする。

2021 年度の排出・吸収量に対するレベルアセスメントの結果、アプローチ 1 レベルアセスメントでは 22 の排出・吸収区分が、またアプローチ 2 レベルアセスメントでは 34 の排出・吸収区分がそれぞれキーカテゴリーと同定された（表 A1-3 及び表 A1-4）。

表 A1-3　アプローチ 1 レベルアセスメントの結果（2021 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	F 最新年度の排出・吸収量[千t-CO_2換算]	H Ap1-L	I Ap1-L 寄与度 [%]	累積寄与度 [%]
#1	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	257,985.88	0.208	20.8%	20.8%
#2	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	160,345.04	0.129	12.9%	33.7%
#3	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	156,884.43	0.126	12.6%	46.3%
#4	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	134,345.01	0.108	10.8%	57.2%
#5	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	76,466.20	0.062	6.2%	63.3%
#6	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	-57,604.03	0.046	4.6%	68.0%
#7	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	51,948.65	0.042	4.2%	72.2%
#8	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	51,541.61	0.042	4.2%	76.3%
#9	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	49,516.70	0.040	4.0%	80.3%
#10	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	44,213.25	0.036	3.6%	83.9%
#11	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	30,645.01	0.025	2.5%	86.3%
#12	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	24,395.61	0.020	2.0%	88.3%
#13	3.C.	稲作		CH_4	11,942.42	0.010	1.0%	89.3%
#14	1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	10,477.57	0.008	0.8%	90.1%
#15	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	10,358.56	0.008	0.8%	90.9%
#16	1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	10,278.96	0.008	0.8%	91.8%
#17	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	8,336.77	0.007	0.7%	92.4%
#18	3.A.	消化管内発酵		CH_4	7,717.70	0.006	0.6%	93.1%
#19	1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	6,818.82	0.005	0.5%	93.6%
#20	1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	6,468.54	0.005	0.5%	94.1%
#21	2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	5,458.73	0.004	0.4%	94.6%
#22	2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	4,970.76	0.004	0.4%	95.0%

表 A1-4　アプローチ 2 レベルアセスメントの結果（2021 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	F 最新年度の排出・吸収量[千t-CO_2換算]	L 排出・吸収源の不確実性 [%]	N Ap2-L 寄与度 [%]	累積寄与度 [%]
#1	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	257,985.88	6%	18.4%	18.4%
#2	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	156,884.43	6%	11.2%	29.6%
#3	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O	2,341.38	246%	6.6%	36.2%
#4	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	-57,604.03	9%	6.0%	42.2%
#5	3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O	3,910.76	132%	5.9%	48.1%
#6	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	49,516.70	6%	3.4%	51.5%
#7	3.A.	消化管内発酵		CH_4	7,717.70	29%	2.6%	54.1%
#8	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	134,345.01	2%	2.5%	56.6%
#9	1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	10,477.57	19%	2.3%	58.8%
#10	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	1,383.16	143%	2.3%	61.1%
#11	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	160,345.04	1%	2.1%	63.2%
#12	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	3,747.40	49%	2.1%	65.3%
#13	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	10,358.56	15%	1.8%	67.2%
#14	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	8,336.77	19%	1.8%	69.0%
#15	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs	2,941.23	50%	1.7%	70.6%
#16	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2	2,614.45	55%	1.6%	72.3%
#17	2.E.	電子産業		PFCs	1,611.80	81%	1.5%	73.8%
#18	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O	1,204.47	107%	1.5%	75.2%
#19	2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2	2,293.32	53%	1.4%	76.6%
#20	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	4,211.77	25%	1.2%	77.8%
#21	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	24,395.61	4%	1.1%	79.0%
#22	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O	1,239.14	77%	1.1%	80.1%
#23	2.E.	電子産業		SF_6	299.47	300%	1.0%	81.1%
#24	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	76,466.20	1%	1.0%	82.1%
#25	3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O	3,286.61	25%	1.0%	83.1%
#26		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2	1,423.03	59%	1.0%	84.0%
#27	5.D.	排水の処理と放出		N_2O	1,982.05	42%	0.9%	85.0%
#28	3.C.	稲作		CH_4	11,942.42	6%	0.8%	85.8%
#29	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	44,213.25	2%	0.8%	86.6%
#30	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	51,948.65	1%	0.7%	87.3%
#31	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	51,541.61	1%	0.7%	88.0%
#32	1.A.1.	エネルギー産業		N_2O	1,903.53	30%	0.7%	88.7%
#33	4.E.	開発地	1. 転用のない開発地	CO_2	-1,550.62	34%	0.6%	89.3%
#34	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	30,645.01	2%	0.6%	89.8%

1990 年度の排出・吸収量に対するレベルアセスメントの結果、アプローチ 1 レベルアセスメントでは 28 の排出・吸収区分が、またアプローチ 2 レベルアセスメントでは 33 の排出・吸収区分がそれぞれキーカテゴリーと同定された（表 A1-5 及び表 A1-6）。

表 A1-5　アプローチ 1 レベルアセスメントの結果（1990 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	D 1990年度の排出・吸収量 [千t-CO_2換算]	H Ap1-L	I Ap1-L 寄与度 [%]	累積 寄与度 [%]
#1	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	199,587.36	0.144	14.4%	14.4%
#2	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	180,367.42	0.130	13.0%	27.4%
#3	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	178,960.86	0.129	12.9%	40.3%
#4	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	134,126.79	0.097	9.7%	50.0%
#5	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	129,077.78	0.093	9.3%	59.3%
#6	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	109,537.93	0.079	7.9%	67.2%
#7	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	80,030.95	0.058	5.8%	73.0%
#8	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	-76,685.74	0.055	5.5%	78.5%
#9	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701.10	0.028	2.8%	81.3%
#10	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	22,241.56	0.016	1.6%	82.9%
#11	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	15,930.24	0.011	1.1%	84.0%
#12	1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	13,674.88	0.010	1.0%	85.0%
#13	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	12,318.70	0.009	0.9%	85.9%
#14	3.C.	稲作		CH_4	12,129.25	0.009	0.9%	86.8%
#15	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	11,894.05	0.009	0.9%	87.6%
#16	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,660.91	0.008	0.8%	88.5%
#17	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	9,939.57	0.007	0.7%	89.2%
#18	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	-9,579.10	0.007	0.7%	89.9%
#19	3.A.	消化管内発酵		CH_4	9,422.90	0.007	0.7%	90.6%
#20	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814.04	0.006	0.6%	91.2%
#21	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	7,406.88	0.005	0.5%	91.7%
#22	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	7,210.88	0.005	0.5%	92.3%
#23	2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	7,207.71	0.005	0.5%	92.8%
#24	1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	7,162.41	0.005	0.5%	93.3%
#25	2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	6,674.45	0.005	0.5%	93.8%
#26	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	6,504.76	0.005	0.5%	94.2%
#27	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,894.72	0.004	0.4%	94.6%
#28	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	4,549.94	0.003	0.3%	94.9%

表 A1-6　アプローチ 2 レベルアセスメントの結果（1990 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	D 1990年度の排出・吸収量 [千t-CO_2換算]	L 排出・吸収源の不確実性 [%]	N Ap2-L 寄与度 [%]	累積 寄与度 [%]
#1	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814.04	143%	10.8%	10.8%
#2	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	199,587.36	6%	10.7%	21.4%
#3	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O	2,988.43	246%	6.3%	27.7%
#4	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	-76,685.74	9%	5.9%	33.7%
#5	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	109,537.93	6%	5.9%	39.5%
#6	3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O	4,346.32	132%	4.9%	44.4%
#7	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,660.91	49%	4.9%	49.3%
#8	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,894.72	84%	3.5%	52.8%
#9	2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O	1,672.86	223%	3.2%	56.0%
#10	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O	3,457.24	107%	3.2%	59.2%
#11	3.A.	消化管内発酵		CH_4	9,422.90	29%	2.4%	61.5%
#12		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2	4,448.92	59%	2.2%	63.8%
#13	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	9,939.57	23%	2.0%	65.7%
#14	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	180,367.42	1%	1.8%	67.5%
#15	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	178,960.86	1%	1.8%	69.3%
#16	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2	3,623.06	55%	1.7%	71.0%
#17	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	12,318.70	15%	1.6%	72.6%
#18	4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2	2,286.70	82%	1.6%	74.2%
#19	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	7,406.88	25%	1.6%	75.8%
#20	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701.10	4%	1.4%	77.2%
#21	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	134,126.79	1%	1.3%	78.5%
#22	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	129,077.78	1%	1.3%	79.8%
#23	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	80,030.95	2%	1.1%	80.9%
#24	2.E.	電子産業		SF_6	418.70	300%	1.1%	82.0%
#25	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	6,504.76	19%	1.1%	83.0%
#26	2.E.	電子産業		PFCs	1,454.78	81%	1.0%	84.0%
#27	5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O	1,438.04	77%	0.9%	85.0%
#28	3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O	4,347.57	25%	0.9%	85.9%
#29	2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2	2,039.82	53%	0.9%	86.9%
#30	5.D.	排水の処理と放出		N_2O	2,387.11	42%	0.9%	87.7%
#31	4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O	649.32	145%	0.8%	88.5%
#32	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	-9,579.10	9%	0.7%	89.3%
#33	4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O	290.27	276%	0.7%	89.9%

A1.2.3. トレンドアセスメント

カテゴリーの排出・吸収量の変化率と全体の排出・吸収量の変化率の差を計算し、それに当該カテゴリーの排出・吸収寄与割合を乗じてトレンドアセスメントを算出し、さらにその数値の合計値に占める当該カテゴリーの割合が大きいカテゴリーから足し上げる。アプローチ 1 では全体の 95%、アプローチ 2 は全体の 90%に達するまでのカテゴリーを「キーカテゴリー」とする。アプローチ 1 による分析では各カテゴリーの排出・吸収量を直接用い、アプローチ 2 による分析では各カテゴリーの排出・吸収量にカテゴリー毎の不確実性を乗じたものを分析対象とする。

2021 年度の排出・吸収量に対するトレンドアセスメントの結果、アプローチ 1 トレンドアセスメントでは 24 の排出・吸収区分が、またアプローチ 2 トレンドアセスメントでは 29 の排出・吸収区分がそれぞれキーカテゴリーと同定された（表 A1-7 及び表 A1-8）。

表 A1-7　アプローチ 1 トレンドアセスメントの結果（2021 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	D 1990年度の排出・吸収量 [千t-CO_2換算]	F 最新年度の排出・吸収量 [千t-CO_2換算]	J Ap1-T	K Ap1-T寄与度 [%]	累積寄与度 [%]
#1	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	109,537.93	257,985.88	0.113	21.7%	21.7%
#2	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	178,960.86	51,948.65	0.082	15.7%	37.4%
#3	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	134,126.79	51,541.61	0.052	10.0%	47.4%
#4	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	80,030.95	134,345.01	0.044	8.4%	55.7%
#5	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	0.00	49,516.70	0.036	6.8%	62.6%
#6	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	129,077.78	76,466.20	0.031	5.9%	68.5%
#7	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	199,587.36	156,884.43	0.020	3.8%	72.2%
#8	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	-76,685.74	-57,604.03	0.018	3.5%	75.7%
#9	1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	22,241.56	44,213.25	0.017	3.3%	79.0%
#10	1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	11,894.05	30,645.01	0.014	2.7%	81.7%
#11	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	15,930.24	251.27	0.010	2.0%	83.7%
#12	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701.10	24,395.61	0.008	1.6%	85.3%
#13	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	-9,579.10	-738.67	0.007	1.3%	86.6%
#14	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	9,939.57	1,569.41	0.005	1.1%	87.6%
#15	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,660.91	3,747.40	0.005	1.0%	88.6%
#16	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814.04	1,383.16	0.005	0.9%	89.5%
#17	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	7,210.88	48.43	0.005	0.9%	90.5%
#18	1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	4,207.45	10,477.57	0.005	0.9%	91.4%
#19	1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	353.86	6,468.54	0.004	0.8%	92.2%
#20	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	180,367.42	160,345.04	0.004	0.8%	93.1%
#21	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,894.72	455.86	0.003	0.6%	93.6%
#22	2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	SF_6	3,470.78	45.62	0.002	0.4%	94.1%
#23	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs	1.34	2,941.23	0.002	0.4%	94.5%
#24	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	4,549.94	1,382.17	0.002	0.4%	94.9%

表 A1-8　アプローチ 2 トレンドアセスメントの結果（2021 年度）

	A コード	B 区分		C 温室効果ガス	D 1990年度の排出・吸収量 [千t-CO_2換算]	F 最新年度の排出・吸収量 [千t-CO_2換算]	L 排出・吸収源の不確実性 [%]	O Ap2-T	P Ap2-T寄与度 [%]	累積寄与度 [%]
#1	1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	109,537.93	257,985.88	6%	7.08	15.7%	15.7%
#2	2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814.04	1,383.16	143%	6.98	15.5%	31.2%
#3	4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,660.91	3,747.40	49%	2.49	5.5%	36.7%
#4	1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,894.72	455.86	84%	2.48	5.5%	42.2%
#5	2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O	1,672.86	141.05	223%	2.26	5.0%	47.2%
#6	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	0.00	49,516.70	6%	2.17	4.8%	52.0%
#7	4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	-76,685.74	-57,604.03	9%	1.64	3.6%	55.6%
#8	1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O	3,457.24	1,204.47	107%	1.53	3.4%	59.0%
#9	5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	9,939.57	1,569.41	23%	1.27	2.8%	61.9%
#10	1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	199,587.36	156,884.43	6%	1.23	2.7%	64.6%
#11		間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2	4,448.92	1,423.03	59%	1.14	2.5%	67.1%
#12	2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs	1.34	2,941.23	50%	1.06	2.4%	69.5%
#13	4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2	2,286.70	374.12	82%	1.03	2.3%	71.8%
#14	1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	178,960.86	51,948.65	1%	0.96	2.1%	73.9%
#15	1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	4,207.45	10,477.57	19%	0.90	2.0%	75.9%
#16	3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O	2,988.43	2,341.38	246%	0.74	1.6%	77.5%
#17	1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	80,030.95	134,345.01	2%	0.70	1.5%	79.1%
#18	4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	-9,579.10	-738.67	9%	0.63	1.4%	80.5%
#19	1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	134,126.79	51,541.61	1%	0.61	1.4%	81.8%
#20	4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	7,406.88	4,211.77	25%	0.48	1.1%	82.9%
#21	2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	7,210.88	48.43	9%	0.44	1.0%	83.8%
#22	1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	129,077.78	76,466.20	1%	0.36	0.8%	84.6%
#23	4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O	649.32	266.51	145%	0.35	0.8%	85.4%
#24	2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701.10	24,395.61	4%	0.34	0.7%	86.2%
#25	1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	6,504.76	8,336.77	19%	0.32	0.7%	86.9%
#26	4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O	290.27	119.30	276%	0.30	0.7%	87.5%
#27	2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2	3,623.06	2,614.45	55%	0.29	0.6%	88.2%
#28	4.G.	伐採木材製品の利用		CO_2	-264.17	-1,595.59	30%	0.28	0.6%	88.8%
#29	1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	353.86	6,468.54	6%	0.28	0.6%	89.4%

参考までに、2021 年度及び 1990 年度のキーカテゴリー分析に用いた基礎データを表 A1- 9 及び表 A1-10 に示す。

表 A1-9　キーカテゴリー分析に用いた基礎データ（2021 年度）

A コード	B 区分		C 温室効果ガス	E 1990年度 排出・吸収量 絶対値 [千t-CO_2換算]	G 最新年度の 排出・吸収量 絶対値 [千t-CO_2換算]	H Ap1-L	I Ap1-L 寄与度 [%]	J Ap1-T	K Ap1-T 寄与度 [%]	L 排出・ 吸収源の 不確実性 [%]	M Ap2-L	N Ap2-L 寄与度 [%]	O Ap2-T	P Ap2-T 寄与度 [%]
1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	178,960.86	51,948.65	0.042	4.2%	0.0817	15.7%	1%	0.007	0.7%	0.96	2.1%
1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	109,537.93	257,985.88	0.208	20.8%	0.1131	21.7%	6%	0.184	18.4%	7.08	15.7%
1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	80,030.95	134,345.01	0.108	10.8%	0.0436	8.4%	2%	0.025	2.5%	0.70	1.5%
1.A.1.	エネルギー産業	その他化石燃料	CO_2	0.00	33.44	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	19%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.A.1.	エネルギー産業		CH_4	459.35	403.43	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	69%	0.003	0.3%	0.01	0.0%
1.A.1.	エネルギー産業		N_2O	889.48	1,903.53	0.002	0.2%	0.0008	0.1%	30%	0.007	0.7%	0.23	0.5%
1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	134,126.79	51,541.61	0.042	4.2%	0.0521	10.0%	1%	0.007	0.7%	0.61	1.4%
1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	199,587.36	156,884.43	0.126	12.6%	0.0197	3.8%	6%	0.112	11.2%	1.23	2.7%
1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	11,894.05	30,645.01	0.025	2.5%	0.0142	2.7%	2%	0.006	0.6%	0.23	0.5%
1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	4,207.45	10,477.57	0.008	0.8%	0.0048	0.9%	19%	0.023	2.3%	0.90	2.0%
1.A.2.	製造業・建設業		CH_4	359.76	546.92	0.000	0.0%	0.0002	0.0%	69%	0.004	0.4%	0.11	0.2%
1.A.2.	製造業・建設業		N_2O	1,259.81	1,475.18	0.001	0.1%	0.0002	0.0%	30%	0.005	0.5%	0.07	0.1%
1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	7,162.41	6,818.82	0.005	0.5%	0.0001	0.0%	1%	0.001	0.1%	0.00	0.0%
1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CH_4	5.64	1.25	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	52%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.A.3.	運輸	a. 国内航空	N_2O	64.02	60.48	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	141%	0.001	0.1%	0.00	0.0%
1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	180,367.42	160,345.04	0.129	12.9%	0.0044	0.849%	1%	0.021	2.1%	0.05	0.1%
1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CH_4	252.59	78.70	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	104%	0.001	0.1%	0.12	0.3%
1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O	3,457.24	1,204.47	0.001	0.1%	0.0014	0.3%	107%	0.015	1.5%	1.53	3.4%
1.A.3.	運輸	c. 鉄道	CO_2	935.40	468.04	0.000	0.0%	0.0003	0.1%	1%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.A.3.	運輸	c. 鉄道	CH_4	1.34	0.66	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	151%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.A.3.	運輸	c. 鉄道	N_2O	109.95	54.28	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	200%	0.001	0.1%	0.07	0.2%
1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	13,674.88	10,278.96	0.008	0.8%	0.0017	0.3%	1%	0.001	0.1%	0.02	0.0%
1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CH_4	31.73	23.01	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	52%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	N_2O	108.07	78.35	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	141%	0.001	0.1%	0.02	0.0%
1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	129,077.78	76,466.20	0.062	6.2%	0.0308	5.9%	1%	0.010	1.0%	0.36	0.8%
1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	353.86	6,468.54	0.005	0.5%	0.0044	0.8%	6%	0.005	0.5%	0.28	0.6%
1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	22,241.56	44,213.25	0.036	3.6%	0.0171	3.3%	2%	0.008	0.8%	0.27	0.6%
1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	6,504.76	8,336.77	0.007	0.7%	0.0017	0.3%	19%	0.018	1.8%	0.32	0.7%
1.A.4.	その他部門		CH_4	238.65	189.30	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	69%	0.001	0.1%	0.02	0.0%
1.A.4.	その他部門		N_2O	689.41	629.10	0.001	0.1%	0.0000	0.0%	30%	0.002	0.2%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CO_2	5.90	3.43	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	19%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,894.72	455.86	0.000	0.0%	0.0029	0.6%	84%	0.004	0.4%	2.48	5.5%
1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	N_2O	1.98	0.42	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	163%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.a. 石油	CO_2	0.03	0.02	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	89%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.a. 石油	CH_4	25.37	16.46	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	68%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.b. 天然ガス	CO_2	0.63	0.71	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	80%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.b. 天然ガス	CH_4	174.24	198.79	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	75%	0.002	0.2%	0.02	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	CO_2	81.17	162.83	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	14%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	CH_4	7.96	4.25	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	49%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	N_2O	0.11	0.07	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	31%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.d. その他（地熱）	CO_2	104.42	191.86	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	17%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.d. その他（地熱）	CH_4	5.21	9.54	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	17%	0.000	0.0%	0.00	0.0%

表 A1-9 キーカテゴリー分析に用いた基礎データ（2021 年度）（続き）

A コード	B 区分		C 温室効果ガス	E 1990年度 排出・吸収量 絶対値 [千t-CO_2換算]	G 最新年度の 排出・吸収量 絶対値 [千t-CO_2換算]	H Ap1-L	I Ap1-L 寄与度 [%]	J Ap1-T	K Ap1-T 寄与度 [%]	L 排出・ 吸収源の 不確実性 [%]	M Ap2-L	N Ap2-L 寄与度 [%]	O Ap2-T	P Ap2-T 寄与度 [%]
2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701.10	24,395.61	0.020	2.0%	0.0082	1.6%	4%	0.011	1.1%	0.34	0.7%
2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	6,674.45	4,970.76	0.004	0.4%	0.0009	0.2%	4%	0.002	0.2%	0.03	0.1%
2.A.	鉱物産業	3. ガラス製造	CO_2	312.93	174.31	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	6%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.A.	鉱物産業	4. その他プロセスでの炭酸塩の使用	CO_2	3,025.31	1,596.15	0.001	0.1%	0.0009	0.2%	6%	0.001	0.1%	0.05	0.1%
2.B.	化学産業	1. アンモニア製造	CO_2	2,879.46	1,457.65	0.001	0.1%	0.0009	0.2%	2%	0.000	0.0%	0.02	0.0%
2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2	3,623.06	2,614.45	0.002	0.2%	0.0005	0.1%	55%	0.016	1.6%	0.29	0.6%
2.B.	化学産業	2. 硝酸製造	N_2O	736.06	256.40	0.000	0.0%	0.0003	0.1%	85%	0.002	0.2%	0.26	0.6%
2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	7,210.88	48.43	0.000	0.0%	0.0048	0.9%	9%	0.000	0.0%	0.44	1.0%
2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O	1,672.86	141.05	0.000	0.0%	0.0010	0.2%	223%	0.004	0.4%	2.26	5.0%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	15,930.24	251.27	0.000	0.0%	0.0104	2.0%	2%	0.000	0.0%	0.21	0.5%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	PFCs	330.92	79.08	0.000	0.0%	0.0002	0.0%	2%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	SF_6	3,470.78	45.62	0.000	0.0%	0.0023	0.4%	2%	0.000	0.0%	0.05	0.1%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	NF_3	2.79	23.88	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	2%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.B.	化学産業	化学産業全体	CH_4	37.49	27.02	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	58%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	7,207.71	5,458.73	0.004	0.4%	0.0009	0.2%	4%	0.002	0.2%	0.03	0.1%
2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CH_4	18.42	14.03	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	163%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.C.	金属産業	2. フェロアロイ製造	CH_4	4.63	2.57	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	163%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.C.	金属産業	3. アルミニウム製造	CO_2	57.97	0.00	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	10%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.C.	金属産業	3. アルミニウム製造	PFCs	203.66	0.00	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	47%	0.000	0.0%	0.06	0.1%
2.C.	金属産業	4. マグネシウム製造	HFCs	0.00	1.72	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	5%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.C.	金属産業	4. マグネシウム製造	SF_6	146.54	319.20	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	5%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2	2,039.82	2,293.32	0.002	0.2%	0.0003	0.1%	53%	0.014	1.4%	0.16	0.3%
2.E.	電子産業		HFCs	0.73	107.17	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	100%	0.001	0.1%	0.08	0.2%
2.E.	電子産業		PFCs	1,454.78	1,611.80	0.001	0.1%	0.0002	0.0%	81%	0.015	1.5%	0.16	0.3%
2.E.	電子産業		SF_6	418.70	299.47	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	300%	0.010	1.0%	0.19	0.4%
2.E.	電子産業		NF_3	29.82	356.23	0.000	0.0%	0.0002	0.0%	71%	0.003	0.3%	0.17	0.4%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	0.00	49,516.70	0.040	4.0%	0.0357	6.8%	6%	0.034	3.4%	2.17	4.8%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs	1.34	2,941.23	0.002	0.2%	0.0021	0.4%	50%	0.017	1.7%	1.06	2.4%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	3. 消火剤	HFCs	0.00	10.05	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	16%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	4. エアゾール	HFCs	0.00	598.71	0.000	0.0%	0.0004	0.1%	10%	0.001	0.1%	0.04	0.1%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	HFCs	0.00	127.60	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	11%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	4,549.94	1,382.17	0.001	0.1%	0.0020	0.4%	10%	0.002	0.2%	0.20	0.5%
2.G.	その他の製品製造及び使用		N_2O	290.86	582.92	0.000	0.0%	0.0002	0.0%	4%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
2.G.	その他の製品製造及び使用		HFCs	7.71	6.59	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	200%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
2.G.	その他の製品製造及び使用		PFCs	16.18	82.50	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	35%	0.000	0.0%	0.02	0.0%
2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814.04	1,383.16	0.001	0.1%	0.0049	0.9%	143%	0.023	2.3%	6.98	15.5%
2.H.	その他	ドライアイスの利用	CO_2	64.61	80.94	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	5%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
3.A.	消化管内発酵		CH_4	9,422.90	7,717.70	0.006	0.6%	0.0007	0.1%	29%	0.026	2.6%	0.21	0.5%
3.B.	家畜排せつ物の管理		CH_4	3,382.86	2,458.31	0.002	0.2%	0.0005	0.1%	17%	0.005	0.5%	0.08	0.2%
3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O	4,346.32	3,910.76	0.003	0.3%	0.0001	0.0%	132%	0.059	5.9%	0.10	0.2%
3.C.	稲作		CH_4	12,129.25	11,942.42	0.010	1.0%	0.0005	0.1%	6%	0.008	0.8%	0.03	0.1%
3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O	4,347.57	3,286.61	0.003	0.3%	0.0005	0.1%	25%	0.010	1.0%	0.13	0.3%
3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O	2,988.43	2,341.38	0.002	0.2%	0.0003	0.1%	246%	0.066	6.6%	0.74	1.6%
3.F.	野外で農作物の残留物を焼くこと		CH_4	127.03	63.87	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	296%	0.002	0.2%	0.11	0.3%
3.F.	野外で農作物の残留物を焼くこと		N_2O	39.26	19.74	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	300%	0.001	0.1%	0.04	0.1%
3.G.	石灰施用		CO_2	550.24	225.38	0.000	0.0%	0.0002	0.0%	50%	0.001	0.1%	0.10	0.2%
3.H.	尿素施用		CO_2	181.77	208.19	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	50%	0.001	0.1%	0.01	0.0%
4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	76,685.74	57,604.03	0.046	4.6%	0.0180	3.5%	9%	0.060	6.0%	1.64	3.6%
4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	9,579.10	738.67	0.001	0.1%	0.0069	1.3%	9%	0.001	0.1%	0.63	1.4%
4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	7,406.88	4,211.77	0.003	0.3%	0.0019	0.4%	25%	0.012	1.2%	0.48	1.1%
4.B.	農地	2. 他の土地利用から転用された農地	CO_2	924.04	454.42	0.000	0.0%	0.0003	0.1%	20%	0.001	0.1%	0.06	0.1%
4.C.	草地	1. 転用のない草地	CO_2	485.28	240.80	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	9%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
4.C.	草地	2. 他の土地利用から転用された草地	CO_2	369.69	247.21	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	22%	0.001	0.1%	0.01	0.0%
4.D.	湿地	1. 転用のない湿地	CO_2	1.81	2.28	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	64%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.D.	湿地	2. 他の土地利用から転用された湿地	CO_2	70.29	37.64	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	23%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.E.	開発地	1. 転用のない開発地	CO_2	1,015.07	1,550.62	0.001	0.1%	0.0003	0.1%	34%	0.006	0.6%	0.11	0.2%
4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,660.91	3,747.40	0.003	0.3%	0.0051	1.0%	49%	0.021	2.1%	2.49	5.5%
4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2	2,286.70	374.12	0.000	0.0%	0.0013	0.2%	82%	0.004	0.4%	1.03	2.3%
4.G.	伐採木材製品の利用		CO_2	264.17	1,595.59	0.001	0.1%	0.0009	0.2%	30%	0.005	0.5%	0.28	0.6%
4.H.	その他 （開発地への転用時の有機質土壌）		CH_4	30.81	14.24	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	71%	0.000	0.0%	0.01	0.0%
4.H.	その他 （開発地への転用時の有機質土壌）		N_2O	2.94	1.36	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	200%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.(I)	施肥に伴う直接N_2O排出		N_2O	0.84	0.51	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	31%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.(II)	有機質土壌排水等に伴うCH_4排出		CH_4	26.40	25.35	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	65%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.(II)	有機質土壌排水等に伴うN_2O排出		N_2O	0.00	0.00	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	0%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O	649.32	266.51	0.000	0.0%	0.0002	0.0%	145%	0.004	0.4%	0.35	0.8%
4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O	290.27	119.30	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	276%	0.004	0.4%	0.30	0.7%
4.(V)	バイオマスの燃焼		CH_4	47.20	36.87	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	71%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
4.(V)	バイオマスの燃焼		N_2O	22.15	19.10	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	46%	0.000	0.0%	0.00	0.0%
5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	9,939.57	1,569.41	0.001	0.1%	0.0055	1.1%	23%	0.004	0.4%	1.27	2.8%
5.B.	固形廃棄物の生物処理		CH_4	53.99	73.78	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	84%	0.001	0.1%	0.01	0.0%
5.B.	固形廃棄物の生物処理		N_2O	180.77	245.37	0.000	0.0%	0.0001	0.0%	170%	0.005	0.5%	0.10	0.2%
5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	12,318.70	10,358.56	0.008	0.8%	0.0007	0.1%	15%	0.018	1.8%	0.11	0.2%
5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CH_4	27.78	8.68	0.000	0.0%	0.0000	0.0%	248%	0.000	0.0%	0.03	0.1%
5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O	1,438.04	1,239.14	0.001	0.1%	0.0001	0.0%	77%	0.011	1.1%	0.05	0.1%
5.D.	排水の処理と放出		CH_4	2,941.55	1,555.41	0.001	0.1%	0.0008	0.2%	21%	0.004	0.4%	0.17	0.4%
5.D.	排水の処理と放出		N_2O	2,387.11	1,982.05	0.002	0.2%	0.0002	0.0%	42%	0.009	0.9%	0.07	0.1%
5.E.	その他		CO_2	702.83	679.10	0.001	0.1%	0.0000	0.0%	10%	0.001	0.1%	0.00	0.0%
	間接CO_2	エネルギー分野由来	Ind CO_2	1,032.59	448.64	0.000	0.0%	0.0004	0.1%	40%	0.002	0.2%	0.15	0.3%
	間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2	4,448.92	1,423.03	0.001	0.1%	0.0019	0.4%	59%	0.010	1.0%	1.14	2.5%
合計(LULUCF含む)				1,386,635.13	1,241,253.92	1.00	100.0%	0.5214	1.00		1.000	100.0%	45.1	100.0%

表 A1-10 キーカテゴリー分析に用いた基礎データ（1990 年度）

A コード	B 区分		C 温室効果ガス	E 1990年度排出・吸収量絶対値 [千t-CO_2換算]	H Ap1-L	I Ap1-L 寄与度 [%]	L 排出・吸収源の不確実性 [%]	M Ap2-L	N Ap2-L 寄与度 [%]
1.A.1.	エネルギー産業	液体燃料	CO_2	178,960.86	0.129	12.9%	1%	0.018	1.8%
1.A.1.	エネルギー産業	固体燃料	CO_2	109,537.93	0.079	7.9%	6%	0.059	5.9%
1.A.1.	エネルギー産業	気体燃料	CO_2	80,030.95	0.058	5.8%	2%	0.011	1.1%
1.A.1.	エネルギー産業	その他化石燃料	CO_2	0.00	0.000	0.0%	19%	0.000	0.0%
1.A.1.	エネルギー産業		CH_4	459.35	0.000	0.0%	69%	0.003	0.3%
1.A.1.	エネルギー産業		N_2O	889.48	0.001	0.1%	30%	0.002	0.2%
1.A.2.	製造業・建設業	液体燃料	CO_2	134,126.79	0.097	9.7%	1%	0.013	1.3%
1.A.2.	製造業・建設業	固体燃料	CO_2	199,587.36	0.144	14.4%	6%	0.107	10.7%
1.A.2.	製造業・建設業	気体燃料	CO_2	11,894.05	0.009	0.9%	2%	0.002	0.2%
1.A.2.	製造業・建設業	その他化石燃料	CO_2	4,207.45	0.003	0.3%	19%	0.007	0.7%
1.A.2.	製造業・建設業		CH_4	359.76	0.000	0.0%	69%	0.002	0.2%
1.A.2.	製造業・建設業		N_2O	1,259.81	0.001	0.1%	30%	0.003	0.3%
1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CO_2	7,162.41	0.005	0.5%	1%	0.001	0.1%
1.A.3.	運輸	a. 国内航空	CH_4	5.64	0.000	0.0%	52%	0.000	0.0%
1.A.3.	運輸	a. 国内航空	N_2O	64.02	0.000	0.0%	141%	0.001	0.1%
1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CO_2	180,367.42	0.130	13.0%	1%	0.018	1.8%
1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	CH_4	252.59	0.000	0.0%	104%	0.002	0.2%
1.A.3.	運輸	b. 道路輸送	N_2O	3,457.24	0.002	0.2%	107%	0.032	3.2%
1.A.3.	運輸	c. 鉄道	CO_2	935.40	0.001	0.1%	1%	0.000	0.0%
1.A.3.	運輸	c. 鉄道	CH_4	1.34	0.000	0.0%	151%	0.000	0.0%
1.A.3.	運輸	c. 鉄道	N_2O	109.95	0.000	0.0%	200%	0.002	0.2%
1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CO_2	13,674.88	0.010	1.0%	1%	0.001	0.1%
1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	CH_4	31.73	0.000	0.0%	52%	0.000	0.0%
1.A.3.	運輸	d. 国内船舶	N_2O	108.07	0.000	0.0%	141%	0.001	0.1%
1.A.4.	その他部門	液体燃料	CO_2	129,077.78	0.093	9.3%	1%	0.013	1.3%
1.A.4.	その他部門	固体燃料	CO_2	353.86	0.000	0.0%	6%	0.000	0.0%
1.A.4.	その他部門	気体燃料	CO_2	22,241.56	0.016	1.6%	2%	0.003	0.3%
1.A.4.	その他部門	その他化石燃料	CO_2	6,504.76	0.005	0.5%	19%	0.011	1.1%
1.A.4.	その他部門		CH_4	238.65	0.000	0.0%	69%	0.001	0.1%
1.A.4.	その他部門		N_2O	689.41	0.000	0.0%	30%	0.002	0.2%
1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CO_2	5.90	0.000	0.0%	19%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,894.72	0.004	0.4%	84%	0.035	3.5%
1.B.	燃料からの漏出	1. 固体燃料	N_2O	1.98	0.000	0.0%	163%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.a. 石油	CO_2	0.03	0.000	0.0%	89%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.a. 石油	CH_4	25.37	0.000	0.0%	68%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.b. 天然ガス	CO_2	0.63	0.000	0.0%	80%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.b. 天然ガス	CH_4	174.24	0.000	0.0%	75%	0.001	0.1%
1.B.	燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	CO_2	81.17	0.000	0.0%	14%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	CH_4	7.96	0.000	0.0%	49%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	N_2O	0.11	0.000	0.0%	31%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.d. その他（地熱）	CO_2	104.42	0.000	0.0%	17%	0.000	0.0%
1.B.	燃料からの漏出	2.d. その他（地熱）	CH_4	5.21	0.000	0.0%	17%	0.000	0.0%

表 A1-10 キーカテゴリー分析に用いた基礎データ（1990 年度）（続き）

A コード	B 区分		C 温室効果ガス	E 1990年度排出・吸収量絶対値 [千t-CO_2換算]	H Ap1-L	I Ap1-L 寄与度 [%]	L 排出・吸収源の不確実性 [%]	M Ap2-L	N Ap2-L 寄与度 [%]
2.A.	鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701.10	0.028	2.8%	4%	0.014	1.4%
2.A.	鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	6,674.45	0.005	0.5%	4%	0.002	0.2%
2.A.	鉱物産業	3. ガラス製造	CO_2	312.93	0.000	0.0%	6%	0.000	0.0%
2.A.	鉱物産業	4. その他プロセスでの炭酸塩の使用	CO_2	3,025.31	0.002	0.2%	6%	0.002	0.2%
2.B.	化学産業	1. アンモニア製造	CO_2	2,879.46	0.002	0.2%	2%	0.001	0.1%
2.B.	化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2	3,623.06	0.003	0.3%	55%	0.017	1.7%
2.B.	化学産業	2. 硝酸製造	N_2O	736.06	0.001	0.1%	85%	0.005	0.5%
2.B.	化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	7,210.88	0.005	0.5%	9%	0.006	0.6%
2.B.	化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O	1,672.86	0.001	0.1%	223%	0.032	3.2%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	15,930.24	0.011	1.1%	2%	0.003	0.3%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	PFCs	330.92	0.000	0.0%	2%	0.000	0.0%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	SF_6	3,470.78	0.003	0.3%	2%	0.001	0.1%
2.B.	化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	NF_3	2.79	0.000	0.0%	2%	0.000	0.0%
2.B.	化学産業	化学産業全体	CH_4	37.49	0.000	0.0%	58%	0.000	0.0%
2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	7,207.71	0.005	0.5%	4%	0.002	0.2%
2.C.	金属産業	1. 鉄鋼製造	CH_4	18.42	0.000	0.0%	163%	0.000	0.0%
2.C.	金属産業	2. フェロアロイ製造	CH_4	4.63	0.000	0.0%	163%	0.000	0.0%
2.C.	金属産業	3. アルミニウム製造	CO_2	57.97	0.000	0.0%	10%	0.000	0.0%
2.C.	金属産業	3. アルミニウム製造	PFCs	203.66	0.000	0.0%	47%	0.001	0.1%
2.C.	金属産業	4. マグネシウム製造	HFCs	0.00	0.000	0.0%	5%	0.000	0.0%
2.C.	金属産業	4. マグネシウム製造	SF_6	146.54	0.000	0.0%	5%	0.000	0.0%
2.D.	燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2	2,039.82	0.001	0.1%	53%	0.009	0.9%
2.E.	電子産業		HFCs	0.73	0.000	0.0%	100%	0.000	0.0%
2.E.	電子産業		PFCs	1,454.78	0.001	0.1%	81%	0.010	1.0%
2.E.	電子産業		SF_6	418.70	0.000	0.0%	300%	0.011	1.1%
2.E.	電子産業		NF_3	29.82	0.000	0.0%	71%	0.000	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	0.00	0.000	0.0%	6%	0.000	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs	1.34	0.000	0.0%	50%	0.000	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	3. 消火剤	HFCs	0.00	0.000	0.0%	16%	0.000	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	4. エアゾール	HFCs	0.00	0.000	0.0%	10%	0.000	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	HFCs	0.00	0.000	0.0%	11%	0.000	0.0%
2.F.	オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	4,549.94	0.003	0.3%	10%	0.004	0.4%
2.G.	その他の製品製造及び使用		N_2O	290.86	0.000	0.0%	4%	0.000	0.0%
2.G.	その他の製品製造及び使用		HFCs	7.71	0.000	0.0%	200%	0.000	0.0%
2.G.	その他の製品製造及び使用		PFCs	16.18	0.000	0.0%	35%	0.000	0.0%
2.G.	その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814.04	0.006	0.6%	143%	0.108	10.8%
2.H.	その他	ドライアイスの利用	CO_2	64.61	0.000	0.0%	5%	0.000	0.0%
3.A.	消化管内発酵		CH_4	9,422.90	0.007	0.7%	29%	0.024	2.4%
3.B.	家畜排せつ物の管理		CH_4	3,382.86	0.002	0.2%	17%	0.005	0.5%
3.B.	家畜排せつ物の管理		N_2O	4,346.32	0.003	0.3%	132%	0.049	4.9%
3.C.	稲作		CH_4	12,129.25	0.009	0.9%	6%	0.006	0.6%
3.D.	農用地の土壌	1. 直接排出	N_2O	4,347.57	0.003	0.3%	25%	0.009	0.9%
3.D.	農用地の土壌	2. 間接排出	N_2O	2,988.43	0.002	0.2%	246%	0.063	6.3%
3.F.	野外で農作物の残留物を焼くこと		CH_4	127.03	0.000	0.0%	296%	0.003	0.3%
3.F.	野外で農作物の残留物を焼くこと		N_2O	39.26	0.000	0.0%	300%	0.001	0.1%
3.G.	石灰施用		CO_2	550.24	0.000	0.0%	50%	0.002	0.2%
3.H.	尿素施用		CO_2	181.77	0.000	0.0%	50%	0.001	0.1%
4.A.	森林	1. 転用のない森林	CO_2	76,685.74	0.055	5.5%	9%	0.059	5.9%
4.A.	森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	9,579.10	0.007	0.7%	9%	0.007	0.7%
4.B.	農地	1. 転用のない農地	CO_2	7,406.88	0.005	0.5%	25%	0.016	1.6%
4.B.	農地	2. 他の土地利用から転用された農地	CO_2	924.04	0.001	0.1%	20%	0.002	0.2%
4.C.	草地	1. 転用のない草地	CO_2	485.28	0.000	0.0%	9%	0.000	0.0%
4.C.	草地	2. 他の土地利用から転用された草地	CO_2	369.69	0.000	0.0%	22%	0.001	0.1%
4.D.	湿地	1. 転用のない湿地	CO_2	1.81	0.000	0.0%	64%	0.000	0.0%
4.D.	湿地	2. 他の土地利用から転用された湿地	CO_2	70.29	0.000	0.0%	23%	0.000	0.0%
4.E.	開発地	1. 転用のない開発地	CO_2	1,015.07	0.001	0.1%	34%	0.003	0.3%
4.E.	開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,660.91	0.008	0.8%	49%	0.049	4.9%
4.F.	その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2	2,286.70	0.002	0.2%	82%	0.016	1.6%
4.G.	伐採木材製品の利用		CO_2	264.17	0.000	0.0%	30%	0.001	0.1%
4.H.	その他 （開発地への転用時の有機質土壌）		CH_4	30.81	0.000	0.0%	71%	0.000	0.0%
4.H.	その他 （開発地への転用時の有機質土壌）		N_2O	2.94	0.000	0.0%	200%	0.000	0.0%
4.(I)	施肥に伴う直接N_2O排出		N_2O	0.84	0.000	0.0%	31%	0.000	0.0%
4.(II)	有機質土壌排水等に伴うCH_4排出		CH_4	26.40	0.000	0.0%	65%	0.000	0.0%
4.(II)	有機質土壌排水等に伴うN_2O排出		N_2O	0.00	0.000	0.0%	0%	0.000	0.0%
4.(III)	土壌の無機化に伴う直接N_2O排出		N_2O	649.32	0.000	0.0%	145%	0.008	0.8%
4.(IV)	管理土壌からの間接N_2O排出		N_2O	290.27	0.000	0.0%	276%	0.007	0.7%
4.(V)	バイオマスの燃焼		CH_4	47.20	0.000	0.0%	71%	0.000	0.0%
4.(V)	バイオマスの燃焼		N_2O	22.15	0.000	0.0%	46%	0.000	0.0%
5.A.	固形廃棄物の処分		CH_4	9,939.57	0.007	0.7%	23%	0.020	2.0%
5.B.	固形廃棄物の生物処理		CH_4	53.99	0.000	0.0%	84%	0.000	0.0%
5.B.	固形廃棄物の生物処理		N_2O	180.77	0.000	0.0%	170%	0.003	0.3%
5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CO_2	12,318.70	0.009	0.9%	15%	0.016	1.6%
5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		CH_4	27.78	0.000	0.0%	248%	0.001	0.1%
5.C.	廃棄物の焼却と野焼き		N_2O	1,438.04	0.001	0.1%	77%	0.009	0.9%
5.D.	排水の処理と放出		CH_4	2,941.55	0.002	0.2%	21%	0.005	0.5%
5.D.	排水の処理と放出		N_2O	2,387.11	0.002	0.2%	42%	0.009	0.9%
5.E.	その他		CO_2	702.83	0.001	0.1%	10%	0.001	0.1%
	間接CO_2	エネルギー分野由来	Ind CO_2	1,032.59	0.001	0.1%	40%	0.004	0.4%
	間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2	4,448.92	0.003	0.3%	59%	0.022	2.2%
合計 (LULUCF含む)				1,386,635.13	1.00	100.0%		1.00	100%

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. UNFCCC「UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」（決定 24/CP.19　附属書 I）（2013）

別添（Annex）2　不確実性評価

A2.1. 不確実性評価手法

「不確実性」とは、インベントリにおいて推計された排出・吸収量と潜在する真の値とのぶれを表す概念であり、推計に使用するデータの欠損や代表性の欠如、標本誤差、測定誤差等に起因するものである。UNFCCC インベントリ報告ガイドライン（決定 24/CP.19　附属書 I）のパラグラフ 15 及び 42 では、2006 年 IPCC ガイドラインに沿ってインベントリの不確実性を定量的に評価し、報告することとされている。不確実性評価の目的は、当該国インベントリの正確性の継続的改善に貢献すること及び方法論の選択を支援することであって、不確実性の高低によってインベントリの正当性の評価や正確性の各国間比較を行うものではない。

不確実性評価の基本的な方法論は IPCC ガイドラインにおいて提供されているものの、各排出・吸収源における具体的な不確実性の評価方法は各国の実情に応じた判断に委ねられている部分が多い。我が国では、国独自のガイドラインに基づいて不確実性評価を実施した（環境省、2013）。

A2.2. 不確実性評価の結果

A2.2.1. 我が国の排出量の不確実性

我が国の 2021 年度の純排出量は約 11 億 1,800 万トン（二酸化炭素換算）であり、アプローチ 1（誤差伝播方式）で実施した 2021 年度の純排出量の不確実性は-3%～+2%、純排出量のトレンドに伴う不確実性は-3%～+2%と評価された。不確実性が小さい要因としては、不確実性の小さい燃料の燃焼（1.A.）からの CO_2 排出量が、純排出量の約 90%を占めることによるものである。

表 A 2-1　我が国の純排出量の不確実性評価結果

A	B	C	D	G-1990		G-2021		I	J	
カテゴリー	GHGs	1990年度 排出・吸収量	2021年度 排出・吸収量	1990年度 排出・吸収量 の不確実性		2021年度 排出・吸収量 の不確実性		2021年度排出・吸収量の1990年度比増加率	総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
		kt-CO_2 換算	kt-CO_2 換算	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	%	(-) %	(+) %
1A. 燃料の燃焼（CO_2）	CO_2	1,078,663	1,007,257	-2%	+1%	-3%	+2%	-6.6%	-3.2%	+2.2%
1A. 燃料の燃焼（固定発生源：CH_4、N_2O）	CH_4, N_2O	3,896	5,147	-23%	+29%	-24%	+28%	32.1%	0.0%	+0.0%
1A. 燃料の燃焼（運輸：CH_4、N_2O）	CH_4, N_2O	4,031	1,501	-32%	+92%	-30%	+87%	-62.8%	0.0%	+0.0%
1B. 燃料からの漏出	CO_2, CH_4, N_2O	5,302	1,044	-38%	+78%	-22%	+40%	-80.3%	0.0%	+0.0%
2. 工業プロセス及び製品の使用（CO_2、CH_4、N_2O）	CO_2, CH_4, N_2O	74,558	44,114	-6%	+6%	-5%	+5%	-40.8%	-0.1%	+0.1%
2. 工業プロセス及び製品の使用（HFCs等4ガス）	HFCs, PFCs, SF_6, NF_3	35,378	59,144	-7%	+36%	-6%	+7%	67.2%	-0.6%	+0.6%
3. 農業	CO_2, CH_4, N_2O	37,516	32,174	-11%	+28%	-10%	+25%	-14.2%	0.0%	+0.0%
4. 土地利用、土地利用変化及び林業	CO_2, CH_4, N_2O	-63,272	-51,695	-15%	15%	-11%	+11%	-18.3%	-0.4%	+0.4%
5. 廃棄物	CO_2, CH_4, N_2O	29,990	17,712	-10%	+10%	-12%	+12%	-40.9%	-0.2%	+0.2%
間接CO_2	Ind CO_2	5,482	1,872	-26%	+48%	-25%	+46%	-65.9%	0.0%	+0.0%
純排出量		1,211,543	1,118,272	-2.0%	+2.1%	-2.5%	+2.0%	-7.7%	-3.2%	+2.3%

各分野の算定に用いたデータは以下のとおりである。

表 A 2-2　　不確実性評価に用いたデータ（エネルギー分野）

A		B	C	D	E		F		G		H-1990		H-2021		T	I	J	K		L		M	
カテゴリー		GHG	1990年度排出・吸収量	2021年度排出・吸収量	活動量の不確実性		排出係数・算定パラメータの不確実性		排出・吸収量の不確実性		1990年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		2021年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		排出・吸収量の増加率	タイプA感度	タイプB感度	排出係数または算定パラメータの不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		活動量の不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
			Input Data	Input Data	Input Data		Input Data		$(E^2+F^2)^{\wedge}1/2$		G*C/ΣC		G*D/ΣD		D/C	Note*	D/ΣC	I*F		J*E*√2		$(K^2+L^2)^{\wedge}1/2$	
			kt-CO_2換算	kt-CO_2換算	(-)%	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	%	%	%	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
合計			1,211,543	1,118,272							-2.0%	+2.1%	-2.5%	+2.0%	-7.7%							-3.2%	+2.3%
1.A. 燃料の燃焼	液体燃料	CO_2	644,302	357,817	-1%	+1%	-	-	-1%	+1%	-0.6%	0.4%	-0.4%	0.3%	-44.5%	0.2%	29.5%	0.0%	0.0%	-0.5%	0.3%	0.5%	0.3%
1.A. 燃料の燃焼	固体燃料	CO_2	309,482	421,340	-6%	+4%	-	-	-6%	+4%	-1.6%	1.1%	-2.4%	1.6%	36.1%	0.1%	34.8%	0.0%	0.0%	-3.1%	2.1%	3.1%	2.1%
1.A. 燃料の燃焼	気体燃料	CO_2	114,167	209,252	-1%	+1%	-	-	-1%	+2%	-0.1%	0.2%	-0.3%	0.3%	83.3%	0.1%	17.3%	0.0%	0.0%	-0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
1.A. 燃料の燃焼	その他化石燃料	CO_2	10,712	18,848	-	-	-	-	-19%	+19%	-0.2%	0.2%	-0.3%	0.3%	75.9%	0.0%	1.6%	0.0%	0.0%	-0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
1.A. 固定発生源		CH_4	1,058	1,140	-	-	-	-	-29%	+69%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	7.7%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A. 固定発生源		N_2O	2,839	4,008	-	-	-	-	-30%	+30%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	41.2%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	a. 国内航空	CH_4	6	1	-5%	+5%	-57%	+100%	-57%	+100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-77.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	a. 国内航空	N_2O	64	60	-5%	+5%	-70%	+150%	-70%	+150%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-5.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	b. 道路輸送	CH_4	253	79	-	-	-	-	-36%	+104%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-68.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	b. 道路輸送	N_2O	3,457	1,204	-	-	-	-	-37%	+107%	-0.1%	0.3%	0.0%	0.1%	-65.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	c. 鉄道	CH_4	1	1	-5%	+5%	-60%	+151%	-60%	+151%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-50.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	c. 鉄道	N_2O	110	54	-5%	+5%	-50%	+200%	-50%	+200%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-50.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	d. 国内船舶	CH_4	32	23	-13%	+13%	-50%	+50%	-52%	+52%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-27.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.A.3. 運輸	d. 国内船舶	N_2O	108	78	-13%	+13%	-40%	+140%	-42%	+141%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-27.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	1. 固体燃料	CO_2	6	3	-	-	-	-	-9%	+19%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-41.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	1. 固体燃料	CH_4	4,895	456	-	-	-	-	-41%	+84%	-0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	-90.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	1. 固体燃料	N_2O	2	0	-2%	+2%	-75%	+163%	-75%	+163%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-79.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.a. 石油	CO_2	0	0	-	-	-	-	-89%	+89%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-43.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.a. 石油	CH_4	25	16	-	-	-	-	-68%	+68%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-35.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.b. 天然ガス	CO_2	1	1	-	-	-	-	-80%	+80%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.b. 天然ガス	CH_4	174	199	-	-	-	-	-70%	+75%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	CO_2	81	163	-	-	-	-	-14%	+14%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	CH_4	8	4	-	-	-	-	-49%	+49%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-46.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.c. 通気弁及びフレアリング	N_2O	0	0	-	-	-	-	-31%	+31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-32.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.d. その他（地熱）	CO_2	104	192	-15%	+15%	-7%	+7%	-17%	+17%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	83.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1.B. 燃料からの漏出	2.d. その他（地熱）	CH_4	5	10	-15%	+15%	-7%	+7%	-17%	+17%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	83.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

表 A 2-3　　不確実性評価に用いたデータ（工業プロセス及び製品の使用分野）

A		B	C	D	E		F		G		H-1990		H-2021		T	I	J	K		L		M	
カテゴリー		GHG	1990年度排出・吸収量	2021年度排出・吸収量	活動量の不確実性		排出係数・算定パラメータの不確実性		排出・吸収量の不確実性		1990年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		2021年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		排出・吸収量の増加率	タイプA感度	タイプB感度	排出係数または算定パラメータの不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		活動量の不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
			Input Data	Input Data	Input Data		Input Data		$(E^2+F^2)^{1/2}$		G*C/ΣC		G*D/ΣD		D/C	Note*	D/ΣC	I*F		J*E*√2		$(K^2+L^2)^{1/2}$	
			kt-CO_2換算	kt-CO_2換算	(-)%	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	%	%	%	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
2.A. 鉱物産業	1. セメント製造	CO_2	38,701	24,396	-2%	+2%	-4%	+4%	-4%	+4%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	-37.0%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
2.A. 鉱物産業	2. 石灰製造	CO_2	6,674	4,971	-3%	+3%	-2%	+2%	-4%	+4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-25.5%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.A. 鉱物産業	3. ガラス製造	CO_2	313	174	-3%	+3%	-5%	+5%	-6%	+6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-44.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.A. 鉱物産業	4. その他プロセスでの炭酸塩の使用	CO_2	3,025	1,596	-3%	+3%	-5%	+5%	-6%	+6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-47.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	1. アンモニア製造	CO_2	2,879	1,458	-	-	-	-	-2%	+1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-49.4%	0.0%	0.1%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	アンモニア以外の化学産業	CO_2	3,623	2,614	-	-	-	-	-55%	+55%	-0.2%	0.2%	-0.1%	0.1%	-27.8%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	2. 硝酸製造	N_2O	736	256	-2%	+2%	-85%	+85%	-85%	+85%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	-65.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	3. アジピン酸製造	N_2O	7,211	48	-2%	+2%	-9%	+9%	-9%	+9%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	-99.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	4. カプロラクタム等製造	N_2O	1,673	141	-2%	+2%	-223%	+223%	-223%	+223%	-0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	-91.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	化学産業全体	CH_4	37	27	-	-	-	-	-58%	+51%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-27.9%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	1. 鉄鋼製造	CO_2	7,208	5,459	-	-	-	-	-4%	+4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-24.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	1. 鉄鋼製造	CH_4	18	14	-5%	+5%	-163%	+163%	-163%	+163%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-23.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	2. フェロアロイ	CH_4	5	3	-5%	+5%	-163%	+163%	-163%	+163%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-44.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	3. アルミニウム製造	CO_2	58	0	-2%	+2%	-10%	+10%	-10%	+10%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.D. 燃料の非エネルギー製品利用と溶剤利用		CO_2	2,040	2,293	-	-	-	-	-53%	+53%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	12.4%	0.0%	0.2%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.G. その他製品の製造及び使用		N_2O	291	583	-	-	-	-	-4%	+4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.4%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.H. その他	ドライアイスの利用	CO_2	65	81	-	-	-	-	-5%	+5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	25.3%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	9. フッ化物製造（副生ガスの排出）	HFCs	15,929	132	-	-	-	-	-2%	+2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-99.2%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	HFCs	2	120	-	-	-	-	-2%	+2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7813.1%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	PFCs	331	79	-	-	-	-	-2%	+2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-76.1%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	SF_6	3,471	46	-	-	-	-	-2%	+2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-98.7%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.B. 化学産業	9. フッ化物製造（製造時の漏出）	NF_3	3	24	-	-	-	-	-2%	+2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	756.3%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	3. アルミニウム製造	PFCs	204	0	-2%	+2%	-47%	+28%	-47%	+28%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	4. マグネシウム製造	HFCs	0	2	-	-	-	-	-5%	+5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	NA	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.C. 金属産業	4. マグネシウム製造	SF_6	147	319	-	-	-	-	-5%	+5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	117.8%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.E. 電子産業		HFCs	1	107	-10%	+10%	-100%	+100%	-100%	+100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14538%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.E. 電子産業		PFCs	1,455	1,612	-10%	+10%	-80%	+80%	-81%	+81%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	10.8%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.E. 電子産業		SF_6	419	299	-10%	+10%	-300%	+300%	-300%	+300%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	-28.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.E. 電子産業		NF_3	30	356	-10%	+10%	-70%	+70%	-71%	+71%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1094.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.F. オゾン層破壊物質の代替物質の使用	1. 冷蔵庫及び空調機器	HFCs	0	49,517	-	-	-	-	-6%	+6%	0.0%	0.0%	-0.3%	0.3%	NA	0.0%	4.1%	0.0%	0.0%	-0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
2.F. オゾン層破壊物質の代替物質の使用	2. 発泡剤	HFCs	1	2,941	-	-	-	-	-50%	+50%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	219078%	0.0%	0.2%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.F. オゾン層破壊物質の代替物質の使用	3. 消火剤	HFCs	NO	10	-	-	-	-	-16%	+16%	NA	NA	0.0%	0.0%	NA	NA	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.F. オゾン層破壊物質の代替物質の使用	4. エアゾール	HFCs	0	599	-	-	-	-	-10%	+10%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	NA	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.F. オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	HFCs	0	128	-10%	+10%	-5%	+5%	-11%	+11%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	NA	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.F. オゾン層破壊物質の代替物質の使用	5. 溶剤	PFCs	4,550	1,382	-10%	+10%	-	-	-10%	+10%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-69.6%	0.0%	0.1%	NA	NA	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.G. その他の製品製造及び使用		HFCs	8	7	-5%	+5%	-200%	+200%	-200%	+200%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-14.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.G. その他の製品製造及び使用		PFCs	16	82	-	-	-	-	-35%	+35%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	409.8%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
2.G. その他の製品製造及び使用		SF_6	8,814	1,383	-	-	-	-	-22%	+143%	-0.2%	1.0%	0.0%	0.2%	-84.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

表 A 2-4　　不確実性評価に用いたデータ（農業分野）

A		B	C	D	E		F		G		H-1990		H-2021		T	I	J	K		L		M	
カテゴリー		GHG	1990年度排出・吸収量	2021年度排出・吸収量	活動量の不確実性		排出係数・算定パラメータの不確実性		排出・吸収量の不確実性		1990年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		2021年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		排出・吸収量の増加率	タイプA感度	タイプB感度	排出係数または算定パラメータの不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		活動量の不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
			Input Data	Input Data	Input Data		Input Data		(E^2+F^2)^1/2		G*C/ΣC		G*D/ΣD		D/C	Note*	D/ΣC	I*F		J*E*√2		(K^2+L^2)^1/2	
			kt-CO_2 換算	kt-CO_2 換算	(-)%	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	%	%	%	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
3.A. 消化管内発酵	1. 乳用牛	CH_4	4,803	3,440	-1%	+1%	-26%	+32%	-26%	+32%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	-28.4%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.A. 消化管内発酵	1. 肉用牛	CH_4	4,164	3,925	-1%	+1%	-40%	+49%	-40%	+49%	-0.1%	0.2%	-0.1%	0.2%	-5.7%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.A. 消化管内発酵	2. めん羊	CH_4	4	4	-9%	+9%	-50%	+50%	-51%	+51%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.A. 消化管内発酵	3. 豚	CH_4	397	313	-1%	+1%	-69%	+69%	-72%	+157%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	-21.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.A. 消化管内発酵	4. その他の家畜	CH_4	56	36	-9%	+9%	-50%	+50%	-51%	+51%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-35.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	1. 乳用牛	CH_4	2,674	2,065	-1%	+1%	-20%	+20%	-20%	+20%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-22.8%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	1. 乳用牛	N_2O	632	636	-1%	+1%	-71%	+112%	-71%	+112%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.6%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	1. 肉用牛	CH_4	92	160	-1%	+1%	-20%	+20%	-20%	+20%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	74.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	1. 肉用牛	N_2O	719	695	-1%	+1%	-71%	+112%	-71%	+112%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	-3.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	2. めん羊	CH_4	0	0	-9%	+9%	-30%	+30%	-31%	+31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	2. めん羊	N_2O	NO	NO	-9%	+9%	-71%	+112%	-72%	+112%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	3. 豚	CH_4	555	163	-1%	+1%	-20%	+20%	-20%	+20%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-70.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	3. 豚	N_2O	1,100	1,216	-1%	+1%	-71%	+112%	-71%	+112%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	10.6%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	4. 鶏	CH_4	52	65	-9%	+9%	-20%	+20%	-22%	+22%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	24.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	4. 鶏	N_2O	341	274	-9%	+9%	-71%	+112%	-72%	+112%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-19.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	4. その他の家畜	CH_4	10	4	-9%	+9%	-30%	+30%	-31%	+31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-53.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	4. その他の家畜	N_2O	8	1	-9%	+9%	-71%	+112%	-72%	+112%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-82.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.B. 家畜排せつ物の管理	5. 間接排出	N_2O	1,548	1,088	-9%	+9%	-106%	+447%	-106%	+447%	-0.1%	0.6%	-0.1%	0.4%	-29.7%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.C. 稲作		CH_4	12,129	11,942	-1%	+1%	-6%	+6%	-6%	+6%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	-1.5%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	a.1. 化学肥料	N_2O	1,843	1,140	-1%	+1%	-31%	+31%	-31%	+31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-38.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	a.2. 有機質肥料	N_2O	1,475	1,291	-	-	-	-	-23%	+23%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-12.5%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	a.3. 放牧家畜の排せつ物	N_2O	27	18	-1%	+1%	-65%	+200%	-65%	+200%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-33.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	a.4. 作物残渣	N_2O	424	329	-1%	+1%	-70%	+200%	-70%	+200%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	-22.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	a.5. 土壌有機物の変化による無機化・固定	N_2O	455	390	-	-	-	-	-2%	+2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-14.2%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	a.6. 有機質土壌の耕起	N_2O	124	119	-1%	+1%	-75%	+200%	-75%	+200%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-4.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	b.1. 間接排出 -大気沈降	N_2O	1,075	883	-9%	+9%	-106%	+447%	-106%	+447%	-0.1%	0.4%	-0.1%	0.4%	-17.9%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.D. 農用地の土壌	b.2. 間接排出 -窒素溶脱・流出	N_2O	1,913	1,458	-9%	+9%	-115%	+287%	-115%	+287%	-0.2%	0.5%	-0.2%	0.4%	-23.8%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.F. 野外で農作物の残留物を焼くこと		CH_4	127	64	-1%	+1%	-296%	+296%	-296%	+296%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-49.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.F. 野外で農作物の残留物を焼くこと		N_2O	39	20	-1%	+1%	-300%	+300%	-300%	+300%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-49.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.G. 石灰施用		CO_2	550	225	-1%	+1%	-50%	+50%	-50%	+50%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-59.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.H. 尿素施用		CO_2	182	208	-1%	+1%	-50%	+50%	-50%	+50%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

表 A 2-5　　不確実性評価に用いたデータ（LULUCF 分野）

A		B	C	D	E		F		G		H-1990		H-2021		T	I	J	K		L		M	
カテゴリー		GHG	1990年度排出・吸収量	2021年度排出・吸収量	活動量の不確実性		排出係数・算定パラメータの不確実性		排出・吸収量の不確実性		1990年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		2021年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		排出・吸収量の増加率	タイプA感度	タイプB感度	排出係数または算定パラメータの不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		活動量の不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
			Input Data	Input Data	Input Data		Input Data		$(E^2+F^2)^{1/2}$		G*C/ΣC		G*D/ΣD		D/C	Note*	D/ΣC	I*F		J*E*√2		$(K^2+L^2)^{1/2}$	
			kt-CO_2 換算	kt-CO_2 換算	(-)%	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	%	%	%	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
4.A. 森林	1. 転用のない森林	CO_2	-76,686	-57,604	-	-	-	-	-9%	+9%	-0.6%	0.6%	-0.5%	0.5%	-24.9%	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%	-0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
4.A. 森林	2. 他の土地利用から転用された森林	CO_2	-9,579	-739	-	-	-	-	-9%	+9%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	-92.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4.B. 農地	1. 転用のない農地	CO_2	7,407	4,212	-	-	-	-	-25%	+25%	-0.2%	0.2%	-0.1%	0.1%	-43.1%	0.0%	0.3%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.B. 農地	2. 他の土地利用から転用された農地	CO_2	924	454	-	-	-	-	-20%	+20%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-50.8%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.C. 草地	1. 転用のない草地	CO_2	485	241	-	-	-	-	-9%	+9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-50.4%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.C. 草地	2. 他の土地利用から転用された草地	CO_2	370	247	-	-	-	-	-22%	+22%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-33.1%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.D. 湿地	1. 転用のない湿地	CO_2	-2	-2	-	-	-	-	-64%	+38%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	26.0%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.D. 湿地	2. 他の土地利用から転用された湿地	CO_2	70	38	-	-	-	-	-23%	+23%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-46.4%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.E. 開発地	1. 転用のない開発地	CO_2	-1,015	-1,551	-	-	-	-	-34%	+34%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	52.8%	0.0%	0.1%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.E. 開発地	2. 他の土地利用から転用された開発地	CO_2	11,661	3,747	-	-	-	-	-49%	+49%	-0.5%	0.5%	-0.2%	0.2%	-67.9%	0.0%	0.3%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.F. その他の土地	2. 他の土地利用から転用されたその他の土地	CO_2	2,287	374	-	-	-	-	-82%	+82%	-0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	-83.6%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.G. 伐採木材製品の利用		CO_2	-264	-1,596	-	-	-	-	-30%	30%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	504.0%	0.0%	0.1%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.H. その他　（開発地への転用時の有機質土壌）		CH_4	31	14	-1%	+1%	-71%	71%	-71%	+71%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-53.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4.H. その他　（開発地への転用時の有機質土壌）		N_2O	3	1	-1%	+1%	-75%	200%	-75%	+200%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-53.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4.(I) 施肥に伴う直接N_2O排出		N_2O	1	1	-	-	-	-	-31%	31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-38.7%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.(II) 有機質土壌排水等に伴うCH_4排出		CH_4	26	25	-	-	-	-	-65%	+65%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-4.0%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.(II) 有機質土壌排水等に伴うN_2O排出		N_2O	NO,NA	NO,NA	-	-	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.(III) 土壌有機物の無機化	森林・農地・草地・その他の土地	N_2O	649	267	-	-	-	-	-54%	+145%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	-59.0%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.(IV) 間接N_2O排出	森林施肥由来	N_2O	290	119	-	-	-	-	-92%	+276%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	-58.9%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.(V) バイオマスの燃焼		CH_4	47	37	-	-	-	-	-71%	+71%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-21.9%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
4.(V) バイオマスの燃焼		N_2O	22	19	-	-	-	-	-46%	+46%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-13.8%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%

表 A 2-6 不確実性評価に用いたデータ（廃棄物分野、間接 CO_2）

A		B	C	D	E		F		G		H-1990		H-2021		T	I	J	K		L		M	
カテゴリー		GHG	1990年度排出・吸収量	2021年度排出・吸収量	活動量の不確実性		排出係数・算定パラメータの不確実性		排出・吸収量の不確実性		1990年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		2021年各区分の不確実性が総排出量に占める割合		排出・吸収量の増加率	タイプA感度	タイプB感度	排出係数または算定パラメータの不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		活動量の不確実性による排出量のトレンドにおける不確実性		総排出量のトレンドにおいて考慮された不確実性	
			Input Data	Input Data	Input Data		Input Data		(E^2+F^2)^1/2		G*C/ΣC		G*D/ΣD		D/C	Note*	D/ΣC	I*F		J*E*√2		(K^2+L^2)^1/2	
			kt-CO_2 換算	kt-CO_2 換算	(-)%	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	%		%	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
5.A. 固形廃棄物の処分	1. 管理処分場（一般廃棄物）	CH_4	5,965	994	-	-	-	-	-33%	+33%	-0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	-83.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.A. 固形廃棄物の処分	1. 管理処分場（産業廃棄物）	CH_4	3,973	568	-	-	-	-	-29%	+29%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	-85.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.A. 固形廃棄物の処分	3. その他（不適正処分）	CH_4	2	7	-60%	+60%	-42%	+41%	-74%	+73%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	326.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.B. 固形廃棄物の生物処理	1. コンポスト化	CH_4	54	74	-30%	+30%	-79%	+79%	-84%	+84%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	36.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.B. 固形廃棄物の生物処理	1. コンポスト化	N_2O	181	245	-30%	+30%	-167%	+167%	-170%	+170%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	35.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（一般廃棄物）	CO_2	5,554	2,673	-	-	-	-	-7%	+7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-51.9%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・廃油）	CO_2	3,670	3,272	-30%	+30%	-2%	+2%	-30%	+30%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	-10.9%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・固形）	CO_2	2,172	2,962	-	-	-	-	-30%	+30%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	36.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（特別管理産業廃棄物）	CO_2	916	1,451	-60%	+60%	-2%	+2%	-60%	+60%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	58.4%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	2. 野焼き（産業廃棄物）	CO_2	6	0	-30%	+30%	-2%	+2%	-30%	+30%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-98.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（一般廃棄物）	CH_4	12	1	-	-	-	-	-29%	+52%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-91.4%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・廃油）	CH_4	0	0	-30%	+30%	-100%	+181%	-104%	+184%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-22%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・汚泥）	CH_4	2	0	-30%	+30%	-100%	+201%	-104%	+203%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-86.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・固形）	CH_4	2	6	-	-	-	-	-84%	+334%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	173.7%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（特別管理産業廃棄物）	CH_4	0	1	-60%	+60%	-100%	+216%	-117%	+224%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	427.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	2. 野焼き（産業廃棄物）	CH_4	12	0	-30%	+30%	-100%	+100%	-104%	+104%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-99.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（一般廃棄物）	N_2O	306	100	-	-	-	-	-27%	+27%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-67.3%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・廃油）	N_2O	5	22	-30%	+30%	-76%	+76%	-81%	+81%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	392.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・汚泥）	N_2O	1,056	1,075	-30%	+30%	-84%	+84%	-89%	+89%	-0.1%	0.1%	-0.1%	0.1%	1.9%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（産業廃棄物・固形）	N_2O	64	30	-	-	-	-	-50%	50%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-52.5%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	1. 焼却（特別管理産業廃棄物）	N_2O	6	11	-60%	+60%	-44%	+44%	-74%	+74%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	89.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.C. 廃棄物の焼却と野焼き	2. 野焼き（産業廃棄物）	N_2O	3	0	-30%	+30%	-100%	+100%	-104%	+104%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-98.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（終末処理場）	CH_4	216	322	-5%	+5%	-31%	+31%	-31%	+31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	48.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（生活排水処理施設）	CH_4	759	795	-	-	-	-	-31%	+31%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.6%	0.0%	0.1%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（し尿処理施設）	CH_4	131	5	-10%	+10%	-84%	+84%	-84%	+84%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-96.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（自然界における分解）	CH_4	1,543	295	-10%	+10%	-58%	+58%	-59%	+59%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	-80.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	2. 産業排水（産業排水処理）	CH_4	56	42	-30%	+30%	-60%	+60%	-67%	+67%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-24.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	2. 産業排水（自然界における分解）	CH_4	206	93	-30%	+30%	-58%	+58%	-66%	+66%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-54.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	2. 産業排水（最終処分場浸出液の処理）	CH_4	31	4	-100%	+100%	-39%	+39%	-107%	+107%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-86.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（終末処理場）	N_2O	416	439	-5%	+5%	-100%	+146%	-100%	+146%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	5.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（生活排水処理施設）	N_2O	453	474	-	-	-	-	-42%	42%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.6%	0.0%	0.0%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（し尿処理施設）	N_2O	67	3	-10%	+10%	-87%	+87%	-88%	+88%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-95.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	1. 生活排水（自然界における分解）	N_2O	830	564	-10%	+10%	-58%	+58%	-59%	+59%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-32.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	2. 産業排水（産業排水処理）	N_2O	298	336	-30%	+30%	-95%	+95%	-100%	+100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	2. 産業排水（自然界における分解）	N_2O	316	165	-30%	+30%	-58%	+58%	-66%	+66%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-47.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.D. 排水の処理と放出	2. 産業排水（最終処分場浸出液の処理）	N_2O	8	1	-100%	+100%	-39%	+39%	-107%	+107%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-86.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5.E. その他	化石燃料起源の界面活性剤の分解	CO_2	703	679	-10%	+10%	-1%	+1%	-10%	+10%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-3.4%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

A		B	C	D	E		F		G		H-1990		H-2021		T	I	J	K		L		M	
間接CO_2	エネルギー分野由来	Ind CO_2	1,033	449	-	-	-	-	-23%	+40%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-56.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
間接CO_2	工業プロセス及び製品の使用分野由来	Ind CO_2	4,449	1,423	-	-	-	-	-32%	+59%	-0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	-68.0%	0.0%	0.1%	NA	NA	NA	NA	0.0%	0.0%

（注）タイプ A 感度（Note*）　$= \frac{0.01\times D_x+\sum D_i-(0.01\times C_x+\sum C_i)}{(0.01\times C_x+\sum C_i)}\times 100-\frac{\sum D_i-\sum C_i}{\sum C_i}\times 100$

C_x, D_x　：　C 列、D 列の x 行目の値

$\sum C_i$, $\sum D_i$　：　C 列、D 列の合計値

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. UNFCCC「UNFCCC 温室効果ガスインベントリ報告ガイドライン」（決定 24/CP.19　附属書 I）（2013）
3. 環境省「わが国の温室効果ガスインベントリにおける不確実性評価ガイドライン」（2013）

別添（Annex）3　各排出・吸収区分における算定方法

A3.1. 前駆物質等に関する算定方法

我が国では、報告対象とされている温室効果ガス（CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs、SF_6、NF_3）の他に、前駆物質等（NO_X、CO、非メタン揮発性有機化合物［NMVOC］、SO_X[1]）の排出についても算定方法を設定し、報告を行う。以下では、算定方法を設定し、排出量を報告しているカテゴリーについて説明を行う。

A3.1.1. エネルギー分野

A3.1.1.1. 固定発生源（1.A.1., 1.A.2., 1.A.4.：NO_X、CO、NMVOC、SO_X）

A3.1.1.1.a. エネルギー産業（1.A.1）、製造業・建設業（1.A.2）、業務（1.A.4.a）、農林水産業（1.A.4.c）

a）　排出源カテゴリーの説明

ここでは、エネルギー産業（1.A.1）、製造業・建設業（1.A.2）、業務（1.A.4.a）、農林水産業（1.A.4.c）における燃料の燃焼に伴う前駆物質等（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）の排出を扱う。

b）　方法論

1）　NO_X、SO_X

■　算定方法

○　ばい煙発生施設等

大気汚染防止法等に定めるばい煙発生施設等における燃料の燃焼に伴う NO_X と SO_X 排出量については、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを用いた。ただし、共通報告様式（CRF）の部門分類との整合性を図るため、以下の操作に従って「大気汚染物質排出量総合調査」に記載された排出量からエネルギー分野における排出量を分離した。

1. 以下の施設種または業種からの排出量は、総てエネルギー分野において計上した。

【施設種】［0101～0103：ボイラー］、［0601～0618：金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉］、［1101～1106：乾燥炉］、［2901～3202：ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関］

【業　種】［A～D：旅館･飲食店、医療業･教育学術研究機関、浴場業、洗たく業］、［F～L：農業･漁業、鉱業、建設業、電気業、ガス業、熱供給業、ビル暖房･その他事業場］

2. 上記「1.」及び［1301～1304：廃棄物焼却炉］以外の施設種または業種については、工業プロセス及び製品の使用（IPPU）分野における排出量を算定し、これを「大気汚染物質排出量総合調査」に記載された排出量から差し引くことによってエネルギー分野における排出量を算定した（IPPU 分野の詳細な算定方法に関しては、「A3.1.2.1. 鉱物産業、化学産業、金属製造、その他製品の製造（2.A.、2.B.、2.C.、2.D.：NO_X、SO_X）」参照）。

○　群小施設

業務部門、製造業のうちばい煙発生施設等に該当しない施設（以下、群小施設という。）における燃料の燃焼に伴う NO_X、SO_X については、燃料種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

[1] SO_X のほとんどは、SO_2 で構成される。主な排出源では、SO_2 排出量を計上している。

■　排出係数

○　ばい煙発生施設等

該当せず。

○　群小施設

「大気汚染物質排出量総合調査」に示された業種［L：ビル暖房･その他事業場］のうち施設種［0102：暖房用ボイラー］に該当する施設の燃料種別排出量を燃料種別エネルギー消費量で割ることによって、燃料種別に排出係数を設定した。

■　活動量

○　ばい煙発生施設等

該当せず。

○　群小施設

資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の燃料種別エネルギー消費量から、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」によって把握された燃料種別エネルギー消費量を差し引くことによって、群小施設の燃料種別エネルギー消費量を算定した。ただし、「大気汚染物質排出量総合調査」に示された活動量が「総合エネルギー統計」に示される活動量よりも大きい場合は、当該活動量をゼロとした。なお、対象とする燃料種は、都市ガス、LPG、灯油、A 重油とした。

2）CO、NMVOC

■　算定方法

当該排出源から排出される CO、NMVOC については、施設種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■　排出係数

CO の排出係数は、大気環境学会（1996）の集計データに基づいて設定した。

NMVOC の排出係数は、CH_4 排出係数に、CH_4 排出係数に対する NMVOC 排出係数の比を乗じることによって施設種別燃料種別に設定した。CH_4 排出係数は、第 3 章に詳述している。CH_4 排出係数に対する NMVOC 排出係数の比は、日本環境衛生センター（1989）、計量計画研究所（1984）及び米国環境保護庁（1985）から設定した。

■　活動量

活動量には、CH_4、N_2O の算定に用いた施設種別のエネルギー消費量を用いた。（第 3 章参照）

A3.1.1.1.b. 家庭（1.A.4.b）

a）排出源カテゴリーの説明

ここでは、家庭部門における燃料の燃焼に伴う前駆物質等（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）の排出を扱う。

b）方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC、SO_X については、燃料種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数または EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016 に示されたデフォルト排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■　排出係数

1）　NO_X

固体燃料（練豆炭）については、EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016 に示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

液体燃料（灯油）及び気体燃料（LPG、都市ガス）については、環境庁大気保全局（1996）において算定された用途別燃料種別の排出係数を用いた。なお、報告書では、家庭用ガス機器メーカーへのアンケート調査及び業界ヒアリング等より得られた機器別の NO_X 排出濃度を普及台数で加重平均することによって排出係数が算定されている。

2）　CO

固体燃料（練豆炭）については、EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016 に示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

液体燃料（灯油）及び気体燃料（LPG、都市ガス）については、計量計画研究所（1997）に記載された用途別燃料種別の排出係数を用いた。なお、報告書では、東京都、横浜市、千葉県の実測値を用いて、排出係数を用途別燃料種別にまとめている。

3）　NMVOC

固体燃料（練豆炭）、液体燃料（灯油）、気体燃料（LPG、都市ガス）については、EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016 に示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

4）　SO_X

固体燃料（練豆炭）については、EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016 に示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

液体燃料（灯油）については、石油連盟資料に示された灯油の燃料性状に基づき、エネルギー消費量、比重、硫黄含有量より排出係数を算定した。

■　活動量

活動量には、「総合エネルギー統計」の民生部門－家庭用の燃料種別消費量を用いた。対象とする燃料種は、練豆炭、灯油、LPG、都市ガスとした。なお、家庭における用途別の燃料消費割合には、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」の世帯あたり用途別エネルギー源別消費量の構成比を用いている。

A3.1.1.1.c. エネルギー利用、エネルギー回収を伴う廃棄物の燃焼

エネルギー利用、エネルギー回収を伴う廃棄物の燃焼に伴う NO_X、CO、NMVOC、SO_X の排出については、該当する 1.A.1/2/4 の細区分において報告を行っている。算定方法、排出係数、活動量についての説明は本章「A3.1.5. 廃棄物分野」にまとめて記載している。

A3.1.1.2. 移動発生源（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）

A3.1.1.2.a. 国内航空（1.A.3.a）、及び国際航空（NO_X、CO、NMVOC）

a）　排出源カテゴリーの説明

航空燃料の燃焼に伴う前駆物質（NO_X、CO、NMVOC）の排出を扱う。

b） 方法論

■ 算定方法

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC については、低位発熱量換算した燃料消費量に、2006 年 IPCC ガイドライン及び 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を乗じることによって、排出量を算定した。

■ 排出係数

下表のデータを用いた。

表 A 3-1　航空機の IPCC デフォルト排出係数

ガス	排出係数［g/MJ(NCV)］
NO_X	0.25 [1)]
CO	0.12 [2)]
NMVOC	0.018 [2)]

（出典）

1) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, Page 3.64, Table 3.6.5

2) 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol. 3, Page 1.89, Table 1-47, Jet and Turboprop Aircraft

■ 活動量

国内航空の活動量には、国土交通省「航空輸送統計年報」に示されたジェット燃料消費量（国内定期、その他［コミューター航空、遊覧、貸切など］）を低位発熱量換算した値を用いた。国際航空の活動量には、経済産業省「資源・エネルギー統計年報（旧：エネルギー生産・需給統計年報）」に示された「ボンド輸入」と「ボンド輸出」の合計値を用いた。ジェット燃料油が航空機で利用されると仮定した。

■ 完全性

航空ガソリンの消費に伴う NO_X、CO、NMVOC 排出については「NE」として報告する。

A3.1.1.2.b. 道路輸送（1.A.3.b.）：燃料の燃焼（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）

a） 排出源カテゴリーの説明

自動車の燃料の燃焼に伴う前駆物質等（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）の排出を扱う。

b） 方法論

1） NO_X、CO、NMVOC

■ 算定方法

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC については、車両区分別燃料種別の年間走行量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■ 排出係数

排出係数については、環境省「自動車排出ガス原単位及び総量に関する調査（2002 年度）」、及び環境省「自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査（2004、2007、2008、及び 2011 以降の毎年度）」に基づき車両区分別燃料種別に設定した。ただし、NMVOC の排出係数については、同調査の THC（全炭化水素）の排出係数に、THC 排出量に対する NMVOC 排出量の割合（ガソリン車と LPG 車は 60%、軽油車は 99%。環境省調べ）を乗じることによって算定した。なお、排出係数の年次変化には、最新排出ガス規制適合車への代替の影響に加え調査年度間の排出係数の算定方法変更の影響も含まれる。

参考までに、新車に対する排出ガス規制値の概略を表 A 3-5 に示す。

■　活動量

活動量には、CH_4 及び N_2O の排出量算定で算出した車両区分別燃料種別の年間走行量を用いた。（第 3 章参照）

表 A 3-2 自動車の NO_X 排出係数［g-NOx/km］

燃料種	車両種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	0.23	0.16	0.16	0.08	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.09	0.07	0.07	0.05	0.04	0.04
	乗用車(LPG含む)	0.24	0.20	0.20	0.08	0.14	0.09	0.07	0.06	0.05	0.09	0.08	0.06	0.06	0.04	0.04
	軽貨物車	0.87	0.66	0.38	0.20	0.27	0.27	0.23	0.19	0.18	0.32	0.32	0.25	0.26	0.19	0.17
	小型貨物車	1.12	0.90	0.48	0.09	0.15	0.09	0.08	0.07	0.06	0.14	0.10	0.07	0.07	0.05	0.04
	普通貨物車	1.83	1.09	0.56	0.16	0.33	0.25	0.23	0.23	0.20	0.24	0.20	0.16	0.12	0.09	0.07
	バス	4.45	3.65	2.44	0.09	0.15	0.07	0.06	0.06	0.05	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	0.08
	特種用途車	1.47	0.87	0.43	0.12	0.32	0.19	0.17	0.15	0.12	0.31	0.22	0.17	0.16	0.12	0.10
軽油	乗用車	0.64	0.53	0.44	0.45	0.47	0.44	0.38	0.34	0.26	0.40	0.39	0.35	0.28	0.26	0.26
	小型貨物車	1.33	1.10	1.01	1.00	1.06	0.93	0.89	0.79	0.73	1.87	1.02	0.96	0.94	0.90	0.88
	普通貨物車	5.35	4.59	4.33	4.50	3.26	2.86	2.73	2.64	2.40	3.05	2.50	2.28	1.96	1.84	1.73
	バス	4.23	3.83	3.60	4.07	3.38	3.39	3.23	3.13	2.96	3.74	3.46	3.25	3.04	2.88	2.71
	特種用途車	3.38	2.76	2.15	3.63	2.97	2.50	2.41	2.24	2.05	3.21	2.97	2.75	2.42	2.30	2.18

表 A 3-3　自動車の CO 排出係数［g-CO/km］

燃料種	車両種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	1.75	1.55	1.54	0.97	1.51	1.47	1.22	1.08	0.94	1.39	1.32	1.29	1.26	1.23	1.20
	乗用車（LPG含む）	2.32	2.06	2.03	0.94	1.37	1.07	0.92	0.81	0.75	1.33	1.27	1.16	1.14	1.03	0.98
	軽貨物車	10.42	8.54	5.51	2.77	2.87	3.17	2.76	2.38	2.27	2.46	2.48	2.06	2.21	1.85	1.73
	小型貨物車	9.66	10.08	8.31	2.05	2.73	1.85	1.61	1.40	1.25	1.67	1.19	1.05	1.00	0.90	0.85
	普通貨物車	12.62	10.60	8.95	3.62	7.53	5.67	5.04	4.77	4.36	4.18	3.06	2.89	2.25	2.02	1.84
	バス	26.21	25.08	21.94	2.07	2.62	1.77	1.78	1.65	1.57	1.79	1.72	1.60	1.61	1.40	1.36
	特種用途車	12.47	10.67	8.92	2.30	5.34	3.69	3.44	3.09	2.76	3.51	2.23	1.79	1.95	1.61	1.50
軽油	乗用車	0.48	0.43	0.43	0.37	0.39	0.36	0.29	0.22	0.17	0.24	0.23	0.20	0.11	0.09	0.08
	小型貨物車	0.98	0.90	0.81	0.59	0.45	0.36	0.34	0.30	0.25	0.54	0.34	0.28	0.21	0.15	0.12
	普通貨物車	3.22	2.99	2.44	2.04	1.10	0.80	0.72	0.65	0.55	0.50	0.36	0.31	0.21	0.17	0.15
	バス	2.58	2.53	2.20	2.03	1.24	1.14	1.05	0.98	0.89	0.86	0.76	0.66	0.55	0.46	0.40
	特種用途車	2.11	1.89	1.30	1.60	0.93	0.63	0.58	0.50	0.43	0.53	0.48	0.41	0.29	0.24	0.21

表 A 3-4　自動車の NMVOC 排出係数［g-NMVOC/km］

燃料種	車両種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	軽乗用車	0.08	0.03	0.03	0.03	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
	乗用車（LPG含む）	0.11	0.07	0.06	0.02	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04
	軽貨物車	0.64	0.37	0.16	0.09	0.14	0.13	0.12	0.10	0.10	0.12	0.11	0.08	0.09	0.06	0.06
	小型貨物車	0.71	0.53	0.21	0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.10	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	普通貨物車	0.99	0.58	0.28	0.06	0.17	0.14	0.13	0.14	0.11	0.14	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
	バス	2.16	1.90	1.32	0.04	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
	特種用途車	0.97	0.47	0.19	0.05	0.16	0.10	0.10	0.09	0.08	0.24	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07
軽油	乗用車	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	小型貨物車	0.39	0.34	0.26	0.20	0.14	0.10	0.09	0.08	0.07	0.14	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03
	普通貨物車	1.62	1.47	1.03	0.75	0.35	0.23	0.21	0.19	0.15	0.14	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02
	バス	1.26	1.24	0.98	0.80	0.43	0.38	0.34	0.32	0.28	0.32	0.26	0.21	0.18	0.14	0.11
	特種用途車	1.09	0.96	0.52	0.57	0.27	0.17	0.16	0.13	0.12	0.14	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04

表 A 3-5　新車の排出ガス規制値の概要（参考）

			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2016	2018	2019	
ガソリン・LPG	軽乗用車・乗用車	CO	2.1	2.1								0.67					1.15		1.15			1.15		1.15		
		HC	0.25	0.25								0.08					0.05		0.05			0.05		0.1		
		NOx	0.25	0.25								0.08					0.05		0.05			0.05		0.05		
		単位	g/km	g/km								g/km					g/km		g/km			g/km		g/km		
		モード	10	10·15								10·15					10·15+11		10·15+JC08C			JC08H+JC08C		WLTC		
		CO	60									19														
		HC	7									2.2														
		NOx	4.4									1.4														
		単位	g/test									g/test														
		モード	11									11														
	トラック・バス 軽貨物車	CO	13	13						6.5				3.3				4.02	4.02			4.02			4.02	
		HC	2.1	2.1						0.25				0.13				0.05	0.05			0.05			0.1	
		NOx	0.5	0.5						0.25				0.13				0.05	0.05			0.05			0.05	
		単位	g/km	g/km						g/km				g/km					10·15+JC08C			g/km			g/km	
		モード	10	10·15						10·15				10·15				10·15+11				JC08H+JC08C			WLTC	
		CO	100							76				38												
		HC	13							7				3.5												
		NOx	5.5							4.4				2.2												
		単位	g/test							g/test				g/test												
		モード	11							11				11												
	軽量車	CO	2.1	2.1								0.67					1.15		1.15			1.15		1.15		
		HC	0.25	0.25								0.08					0.05		0.05			0.05		0.1		
		NOx	0.25	0.25								0.08					0.05		0.05			0.05		0.05		7)
		単位	g/km	g/km								g/km					g/km		g/km			g/km		g/km		
		モード	10	10·15								10·15					10·15+11		10·15+JC08C			JC08H+JC08C		WLTC		
		CO	60									19														
		HC	7									2.2														
		NOx	4.4									1.4														
		単位	g/test									g/test														
		モード	11									11														
	中量車	CO	13	13			13			6.5			2.1				2.55		2.55			2.55			2.55	
		HC	2.1	2.1			2.1			0.25			0.08				0.05		0.05			0.05			0.15	
		NOx	0.7	0.7			0.4			0.4			0.13				0.07		0.07			0.07			0.07	7)
		単位	g/km	g/km			g/km			g/km			g/km				g/km		g/km			g/km			g/km	
		モード	10	10·15			10·15			10·15			10·15				10·15+11		10·15+JC08C			JC08H+JC08C			WLTC	
		CO	100				100			76			24													
		HC	13				13			7			2.2													
		NOx	6.5				5			5			1.6													
		単位	g/test				g/test			g/test			g/test													
		モード	11				11			11			11													
	重量車	CO	1.2		102			102		51			16				16									
		HC	410		6.2			6.2		1.8			0.58				0.23									
		NOx	650		5.5			4.5		4.5			1.4				0.7									7)
		単位	ppm		g/kWh			g/kWh		g/kWh			g/kWh				g/kWh									8)
		モード	6		G13			G13		G13			G13				JE05									
	通称						短期規制			長期規制		新短期規制					新長期規制									

			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2016	2018	2019	
ディーゼル	乗用車	CO	2.1	2.1	2.1				2.1	2.1				0.63			0.63		0.63	0.63				0.63		
		HC	0.4	0.4	0.4				0.4	0.4				0.12			0.024		0.024	0.024				0.024		
		NOx	0.5|0.9	0.5|0.9	0.5|0.6				0.4|0.6	0.4				0.28|0.3			0.14|0.15		0.14|0.1	0.08				0.15		9)
		単位	g/km	g/km	g/km				g/km	g/km				g/km			g/km		10·15+JC08C					g/km		
		モード	10	10·15	10·15				10·15	10·15				10·15			10·15+11		JC08H+JC08C					WLTC		
	トラック・バス 軽量車	CO	2.1	2.1		2.1			2.1					0.63			0.63		0.63	0.63				0.63		
		HC	0.4	0.4		0.4			0.4					0.12			0.024		0.024	0.024				0.024		
		NOx	0.9	0.9		0.6			0.4					0.28			0.14		0.14	0.08				0.15		10)
		単位	g/km	g/km		g/km			g/km					g/km			g/km		10·15+JC08C					g/km		
		モード	10	10·15		10·15			10·15					10·15			10·15+11		JC08H+JC08C					WLTC		
	中量車	CO	790			2.1			2.1						0.63		0.63		0.63	0.63					0.63	
		HC	510			0.4			0.4						0.12		0.024		0.024	0.024					0.024	
		NOx	380/260			1.3			0.7						0.49		0.25		0.25	0.15					0.24	10)
		単位	ppm			g/km			g/km						g/km		g/km		10·15+JC08C						g/km	11)
		モード	6			10·15			10·15						10·15		10·15+11		JC08H+JC08C						WLTC	
	重量車	CO	790				7.4		7.4	7.4	7.4				2.22	2.22	2.22			2.22	2.22		2.22	2.22	2.22	
		HC	510				2.9		2.9	2.9	2.9				0.87	0.87	0.17			0.17	0.17		0.17	0.17	0.17	
		NOx	400/260				6/5		4.5	4.5	4.5				3.38	3.38	2			0.7	0.7		0.4	0.4	0.4	10)
		単位	ppm				g/kWh		(2.5-3.5t)	(3.5-12t)	(>12t)				(2.5-12t)	(>12t)	g/kWh			(>12t)	(3.5-12t)		(>7.5t)	(trac-tor)	(3.5-7.5t)	11)
		モード	6				D13										JE05			JE05			WHDC			
	通称					短期規制			長期規制					新短期規制			新長期規制			ポスト新長期規制						

（注）

1) 環境省及び国土交通省の資料を元に作成。
2) 上記車種に対する粒子状物質（PM）、燃料蒸発ガスの規制や、二輪車、特殊自動車に対する排出ガス規制は、本表では省略。
3) 表中の規制値は新型車の型式あたり平均値を示す。
4) 1990の列は1990年時点での規制値を、以降は規制開始年（新型車）を示す。
5) 網掛けの文字は過去の規制からの変更箇所を示している。
6) 2005年規制以降HCにメタンは含まれない。
7) ガソリン・LPGの軽量車は車両総重量1.7t以下。2000年まで、中量車は1.7-2.5t、重量車は2.5t超。2001年以降、中量車は1.7-3.5t、重量車は3.5t超。
8) 1997年までLPG重量車には異なる規制値が設定されていた。（本表では省略）
9) ディーゼル乗用車の0.5|0.9という表記は「小型車（車両重量1,265kg以下）が0.5、中型車（1,265kg超）が0.9」を示す。
10) ディーゼルの軽量車は車両総重量1.7t以下。2004年まで、中量車は1.7-2.5t、重量車は2.5t超。2005年以降、中量車は1.7-3.5t、重量車は3.5t超。
11) ディーゼルトラック・バスにおける1990年代の380/260という表記は「直噴式が380、副室式が260」を示す。

2） SO_X

■　**算定方法**

当該排出源から排出される SO_X については、燃料種別の燃料消費量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■　**排出係数**

排出係数には、燃料種別の硫黄含有率（重量比）を用いた。

表 A 3-6　燃料種別の硫黄含有率（重量比）

燃料種	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ガソリン	0.008%	0.008%	0.008%	0.005%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
軽油	0.350%	0.136%	0.050%	0.005%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
LPG	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%

（出典）　ガソリン　：計量計画研究所調べ（2004 年度まで）、規制値の上限（2005 年度以降）
軽油　：石油連盟調べ（1997 年度まで）、規制値の上限（1998 年度以降）
LPG　：計量計画研究所調べ

■　**活動量**

活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された燃料種別の燃料消費量に、燃料種別の比重を乗じて、重量単位に換算した値を用いた。

■　**完全性**

天然ガス自動車、二輪車からの NO_X、CO、NMVOC、SO_X 排出については「NE」として報告する。

A3.1.1.2.c. 道路輸送（1.A.3.b.）：燃料の揮発（二輪車を除く、NMVOC）

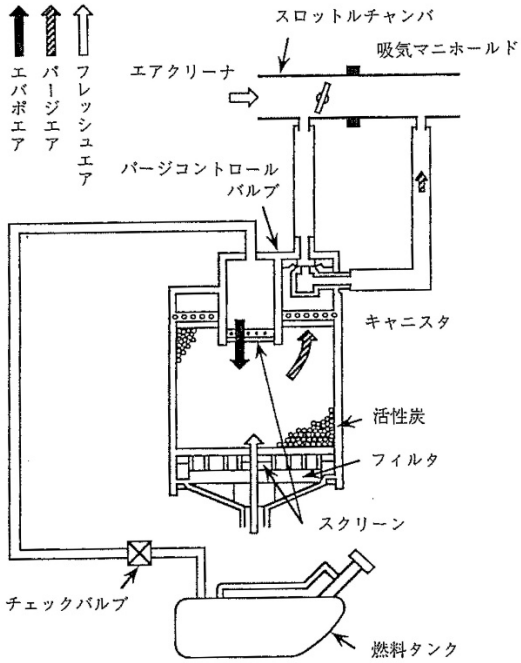
a）　**排出源カテゴリーの説明**

自動車の燃料の揮発に伴う NMVOC の排出を扱う。ガソリンを燃料とする自動車について、タンク内のガソリン成分が揮発することにより NMVOC が排出される。燃料蒸発ガスは、以下の 3 通りに区分される。なお、給油時の蒸発ガスについては燃料からの漏出分野の給油所における漏出（1.B.2.a.v）における算定対象である。

表 A 3-7　自動車燃料蒸発ガスの区分

種類	概要
ダイアーナルブリージングロス Diurnal Breathing Loss (DBL)	駐車中に気温の変化等によりガソリンタンクで発生したガソリン蒸気が破過した 1)キャニスタ 2)から大気に放出されることにより発生する蒸発ガス
ホットソークロス Hot Soak Loss (HSL)	エンジン停止後 1 時間以内に吸気管に付着したガソリンから発生する蒸発ガス
ランニングロス Running Loss (RL)	燃料タンクのガソリンが走行に従って高温になり、キャニスタのパージ 3)能力を超えて発生する蒸発ガス

（注）
1) 「破過」とは、吸着容量を超過したため、吸着されずに被吸着体が通過すること。
2) キャニスタとはガソリン自動車の燃料系統に蒸発ガスの発生を防止するために装着されている活性炭等が封入された吸着装置を指す。駐車中に蒸発したガスはキャニスタに吸着され、走行中は吸気マニフォルド（多気筒エンジンに空気を供給するための枝別れになっている配管）が負圧となって吸着された蒸発ガスを空気とともに吸気マニフォルドに送り、キャニスタの吸着能を回復する。
3) パージとは吸着された蒸発ガスを空気とともに吸気マニフォルドに送られることを示す。
（出典）経済産業省、環境省「PRTR 届出外排出量の推計方法（平成 24 年）」



（出典）自動車技術会（2008）

図 A 3-1　燃料タンクとキャニスタの構造

b） 方法論

自動車の燃料蒸発ガスは、経済産業省・環境省「PRTR 届出外排出量の推計方法」（以下、PRTR）の算定と同様、環境省環境管理技術室「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（特殊自動車）（平成 15 年度）」による 2002 年の DBL、HSL、RL 別の THC 排出量を、保有台数あるいは走行量で年次補正することにより算定した。

RL については、PRTR 排出量が存在する 2003 年以降は PRTR 排出量を直接引用した。

なお、燃料蒸発ガスにはメタンが含まれない[2]ため、THC 排出量＝NMVOC 排出量とした。各排出源別の算定方法概要と使用データは表 A 3-8 のとおりである。

[2] 燃料蒸発ガスの具体的な成分組成については、例えば横田他（2011）を参照。

表 A 3-8　自動車燃料蒸発ガスに係る排出量算定方法の概要

区分	算定式	使用データ
DBL	$E_n = \sum_p \sum_q \sum_r \left(E_{2002} \times \frac{N_{n,p,q,r}}{N_{2002,p,q,r}} \right)$ E_n：n 年度の DBL 排出量［t-NMVOC］ $N_{n,p,q,r}$：n 年度における都道府県 p、車種 q、規制/未規制別 r のガソリン車保有台数［台］	E_{2002}：環境省環境管理技術室「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（特殊自動車）（平成 15 年度）」による 2002 年の THC 排出量 N：日本自動車工業会「自動車統計月報」、自動車検査登録情報協会「自動車保有車両数（自検協統計）」（各年）を基に設定
HSL	$E_n = \sum_p \sum_q \left(E_{2002} \times \frac{N_{n,p,q}}{N_{2002,p,q}} \right)$ E_n：n 年度の HSL 排出量［t-NMVOC］ $N_{n,p,q}$：n 年度における車種 p、業態 q のガソリン車保有台数［台］	E_{2002}：「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（特殊自動車）（平成 15 年度）」による 2002 年の THC 排出量 N：「自動車統計月報」、「自動車保有車両数（自検協統計）」を基に設定
RL	【1990～2002 年】 $E_n = \sum_p \sum_q \left(E_{2002} \times \frac{N_{n,p,q}}{N_{2002,p,q}} \times \frac{M_{n,p}}{M_{2002,p}} \right)$ E_n：n 年度の RL 排出量［t-NMVOC］ $N_{n,p,q}$：n 年度における地域 p、規制/未規制別 q のガソリン車保有台数［台］ $M_{n,p}$：n 年度における地域 p のガソリン車走行量［km］ 【2003 年～】 PRTR の排出量を引用	E_{2002}：「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（特殊自動車）（平成 15 年度）」による 2002 年の THC 排出量 N：「自動車統計月報」、「自動車保有車両数（自検協統計）」を基に設定 M：国土交通省「自動車輸送統計調査　月報」（各月）の車種別走行量と、「自動車統計月報」の都道府県・車種別保有台数を基に推計

A3.1.1.2.d. 道路輸送（1.A.3.b.）：燃料の揮発（二輪車、NMVOC）

a）排出源カテゴリーの説明

二輪車の燃料の揮発に伴う NMVOC の排出を扱う。ガソリンを燃料とする二輪車においては、ガソリン自動車同様、気温の変動によってタンク内のガソリン成分が揮発する。ここでは、PRTR 同様、DBL 及び HSL に係る NMVOC 排出を扱う。

b）方法論

二輪車の燃料蒸発ガスは、PRTR の算定と同様、環境省環境管理技術室「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（二輪車）（平成 14 年度）」（以下、「H14 環境省環境管理技術室調べ」）による 2001 年の THC 排出量を、保有台数・走行量という活動量で年次補正することにより算定した。

表 A 3-9　二輪車燃料蒸発ガスに係る排出量算定方法の概要

区分	算定式	使用データ
DBL	$E_n = \sum_p \sum_q \left(E_{2001} \times \frac{M_{n,p,q}}{M_{2001,p,q}} \right)$ E_n：n 年度の DBL 排出量［t-NMVOC］ $M_{n,p,q}$：n 年度における都道府県 p、車種別 q の二輪車走行量［km］	E_{2001}：環境省環境管理技術室「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（二輪車）（平成 14 年度）」による 2001 年の THC 排出量 M：日本自動車工業会「自動車統計月報」、日本自動車工業会「二輪車市場動向調査」を基に設定
HSL	$E_n = \sum_p \sum_q \left(E_{2001} \times \frac{M_{n,p}}{M_{2001,p}} \times R_{n,p} \right)$ E_n：n 年度の HSL 排出量［t-NMVOC］ $M_{n,p}$：n 年度における車種 p の二輪車走行量［km］ $R_{n,p}$：n 年度における車種 p の使用係数補正比率	E_{2001}：「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（二輪車）（平成 14 年度）」による 2001 年の THC 排出量 M：「自動車統計月報」、「二輪車市場動向調査」を基に設定 R：車種別の国内向け販売台数（日本自動車工業会ホームページ）と、経過年数別残存率（環境省環境管理技術室調べ）を乗じて算出した年別の保有台数構成比に、経過年数別使用係数（PRTR 届出外排出量の推計方法）を乗じ、合計して算出

A3.1.1.2.e. 鉄道（1.A.3.c.：NO_X、CO、NMVOC）

a） 排出源カテゴリーの説明

ディーゼル鉄道車両の燃料の燃焼に伴う前駆物質（NO_X、CO、NMVOC）の排出を扱う。

b） 方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC については、低位発熱量換算した燃料消費量に、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を乗じることによって、排出量を算定した。

■　排出係数

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Locomotives」のデフォルト値を用いた。

表 A 3-10　鉄道の IPCC デフォルト排出係数

ガス	排出係数［g/MJ(NCV)］
NO_X	1.8
CO	0.61
NMVOC	0.13

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン Volume 3、Page 1.89、Table 1-47

■　活動量

活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された鉄道の軽油消費量を用いた。

A3.1.1.2.f. 国内船舶（1.A.3.d）、及び国際船舶（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）

a） 排出源カテゴリーの説明

船舶の燃料の燃焼に伴う前駆物質等（NO_X、CO、NMVOC、SO_X）の排出を扱う。

b） 方法論

1） NO_X、CO、NMVOC

■ 算定方法

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC については、低位発熱量換算した燃料消費量に、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を乗じることによって、排出量を算定した。

■ 排出係数

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Ocean-Going Ships」のデフォルト値を用いた。

表 A 3-11　船舶の IPCC デフォルト排出係数

ガス	排出係数［g/MJ(NCV)］
NO_X	1.8
CO	0.18
NMVOC	0.052

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン Volume 3、Page 1.90、Table 1-48

■ 活動量

国内船舶の活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された船舶の燃料種別燃料消費量（軽油、A 重油、B 重油、C 重油）を低位発熱量換算した値を用いた。国際船舶の活動量には、経済産業省「資源・エネルギー統計年報（旧：エネルギー生産・需給統計年報）」に示された「ボンド輸入」と「ボンド輸出」の合計値を用いた。A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油、潤滑油が船舶で利用されると仮定した。

2） SO_X

■ 算定方法

当該排出源から排出される SO_X については、燃料消費量に排出係数を乗じて、排出量を算定した。

■ 排出係数

船舶の燃料の比重、燃料中の S 分（硫黄分）、及び SO_2 と S の分子量比の積を排出係数とした [3]。燃料中の硫黄分は法律及び日本産業規格で規制されており、規制値を硫黄分として引用した。

表 A 3-12　船舶の燃料の比重と硫黄分

燃料	比重［kg/L］	硫黄分［質量%］
軽油	0.83	0.5（1990-1991） 0.2（1992-1997） 0.05（1998-2004） 0.005（2005-2006） 0.001（2007 以降）
A 重油	0.84	2.0（1990-2019） 0.5（2020 以降）
B 重油	0.91	3.0（1990-2019） 0.5（2020 以降）
C 重油	0.93	3.5（1990-2019） 0.5（2020 以降）

（出典）軽油の硫黄分　　：石油連盟（2015）

[3] SO_X のほとんどは、SO_2 で構成される。主な排出源では、SO_2 排出量を計上している。

各重油の硫黄分　：2019 まで日本産業規格 JIS K2205、2020 以降 MARPOL 条約附属書 VI
比重　：公害研究対策センター（2000）

■　活動量

活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された船舶の燃料種別燃料消費量（軽油、A 重油、B 重油、C 重油）を用いた。

A3.1.1.3. 燃料（石油及び天然ガス）からの漏出（1.B.2.：NMVOC）

A3.1.1.3.a. 石油の生産（1.B.2.a.ii）

a）排出源カテゴリーの説明

ここでは油田において原油の生産時に漏えいする NMVOC の排出を扱う。原油の生産時の通気弁・フレアリングによる NMVOC の排出は「通気弁・フレアリング」（1.B.2.c）で扱う。稼働中の油田の点検時の NMVOC の漏出は「天然ガス生産時の点検時の漏出（1.B.2.b.ii.）」で扱う。

b）方法論

本排出源については、海上油田・陸上油田別に排出量を算定する。

■　算定方法

下式のとおり、海上・陸上油田別の原油生産量に 2006 年国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良（以下、2019 年改良 IPCC ガイドライン）における NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (AD_i \times EF_i)$$

E　：石油の生産時の漏出に伴う NMVOC 排出量［kg-NMVOC］
AD_i　：海上・陸上油田別の原油生産量（コンデンセートを含まない）［kL］
EF_i　：海上・陸上油田別の原油生産量当たりの排出係数［kg-NMVOC/kL］

■　排出係数

排出係数には、2019 年改良 IPCC ガイドライン（Vol.2, Table 4.2.4A）に示される陸上油田及び海上油田からのデフォルト排出係数に、同ガイドライン（Vol.2, Table 4A.2.2）の漏えいの分配係数を乗じた値を用いる。我が国では 1990 年度以降においては大部分の油井でフレアリング設備や蒸気回収装置（VRU）が設置されていると思われるとの意見を天然ガス鉱業会より得たことから、陸上油田については低排出技術の排出係数を用いる。

表 A 3-13　石油の生産時の漏えい起源 NMVOC の排出係数

排出源	排出係数 [kg-NMVOC/kL]	分配係数（漏えい）	排出係数（漏えい） [kg-NMVOC/kL]
陸上油田（低排出技術）	1.25	9%	0.11
海上油田	1.06	20%	0.21

■　活動量

活動量には、海上・陸上油田別の原油生産量（コンデンセートを含まない）を用いる。このうち海上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）については、コンデンセート生産量に国内における天然ガス総生産量中の海上油田分の割合を乗じて海上油田におけるコンデンセート生産量を推計し、海上油田における原油生産量からこの推計値を減じて求める。また、陸上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）については、国内における原油総生産量（コンデンセートを含まない）から上記の海上油田における原油生産量（コンデ

ンセートを含まない）を減じて求める。天然ガス、原油、コンデンセートの国内における総生産量は、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」（1990～2000 年度）、「資源・エネルギー統計年報」（2001～2010 年度）及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」（2011 年度以降）を用いて把握、また海上油田からの天然ガス、原油生産量は、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」を用いて把握する。

A3.1.1.3.b. 石油の輸送（1.B.2.a.iii）：原油の流通

a） 排出源カテゴリーの説明

国産の原油が流通する際に、貯蔵タンクにおける呼吸ロス・受け入れロス、ローリー車等への積出し作業時に蒸発ガスとして NMVOC が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

国内の原油生産量に生産量当たりの NMVOC 排出係数を乗じ、石油の輸送に係る NMVOC 排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：石油の輸送に係る NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：国内原油生産量［千 kL］
EF　：原油生産量当たりの排出係数［t-NMVOC/千 kL］

■　排出係数

環境省「揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ作成等に関する調査」（以後、「VOC 排出インベントリ調査」）において算定された「原油（蒸発ガス）」に係る排出量を、活動量（原油生産量）で割り戻すことで、石油の輸送に係る排出係数を設定する。VOC 排出インベントリ調査に示されている排出量は 2000 年度と 2005 年度以降に限られるため、2004 年度以前の排出係数については、天然ガス鉱業会提供の排出量算定結果[4]を、活動量で割り戻して排出係数を設定する。

■　活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」における原油生産量（コンデンセートを含む）を活動量とする。

A3.1.1.3.c. 石油の輸送（1.B.2.a.iii）：船舶

a） 排出源カテゴリーの説明

ガソリン等の液体貨物を海上輸送するプロセスにおいて、またタンクのガスフリー作業及び船舶への積荷時において NMVOC が発生する。原油タンカーと、ガソリンや化学薬品を輸送するプロダクトタンカーの 2 種における船舶のカーゴオペレーションから発生する NMVOC を扱う。

なお、船舶のその他の積荷として、ナフサも揮発性が高く NMVOC が排出される可能性があるが、自己着火性が高いため、静電気発生が完全に抑えられていないプロダクトタンカーでの

[4] 天然ガス鉱業会提供値における 5 種類の排出源別（「呼吸作用・受入れ作業」、「積出作業（ローリー）」、「リボイラーベント（GDH）」、「放散ガス」、「脱 CO_2 装置」）の排出量のうち、VOC 排出インベントリ調査に倣い、初めの 2 種類の排出源を本サブカテゴリーの排出量とし、残りの排出源を「天然ガスの処理（1.B.2.b.iii）」の排出量とする。

運搬は安全上禁止されており、気密性が高く耐圧タンク構造になっているケミカルタンカーによって輸送することとなっている。したがってナフサの輸送・積荷時において NMVOC が大気中に排出されることはないと考えられるため、算定対象としていない（化学薬品も基本的にはケミカルタンカーで輸送されるが、一部がプロダクトタンカーで輸送されることもあるため、過少推計とならないように全量を算定対象としている）。

また、本排出量のうち、「原油」、「石油製品（ガソリン）」起源の VOC 排出については、「1.B.2.a.iv. 石油の精製及び貯蔵」の排出にも含まれるため、当該排出量を「1.B.2.a.iv. 石油の精製及び貯蔵」における排出量から差し引いたうえで本カテゴリーにおいて計上する。

さらに、「化学薬品」起源の VOC 排出についても「2.工業プロセスと製品の使用」分野にて算定する化学品の製造からの排出にも含まれるため、本排出量を「2.工業プロセスと製品の使用」分野から差し引いたうえで、本カテゴリーに計上する。

b）方法論

■　算定方法

国土交通省「港湾統計年報」の「輸出貨物品種別仕向国別表」及び「移出貨物品種別仕向港別表」に示された、「原油」、「石油製品（ガソリン）」及び「化学薬品」の、各港湾の輸出及び移出量（国内の別の地域に輸送された量）に排出係数を乗じて NMVOC 排出量を算定する。

排出量算定式は下式のとおり。

$$E = \sum_i (AD_i \times EF_i)$$

E　：船舶からの蒸発起源 NMVOC 排出量［t -NMVOC］
AD_i　：貨物 i の輸送量（輸出量＋移出量）［t］
EF_i　：貨物 i の荷役起源排出係数［kg-NMVOC/t］
i　：貨物種（原油・ガソリン・化学薬品）

■　排出係数

排出係数は表 A 3-14 のとおり設定する。

表 A 3-14　船舶からの蒸発起源 NMVOC 排出係数

活動量		排出係数［kg-NMVOC/t］
原油	Vapor recovery あり（2007 年以降の喜入港のみ）	0.03
	Vapor recovery なし	0.14
ガソリン	荷役時	0.12
	ガスフリー時	0.14
化学薬品	ベンゼン	0.011
	メタノール	0.006
	トルエン	0.004
	ジクロロエタン	0.016
	アセトン	0.023

（出典）海洋政策研究財団（2006）

■　活動量

活動量は、「港湾統計年報」の「輸出貨物品種別仕向国別表」及び「移出貨物品種別仕向港別表」における原油、石油製品及び化学薬品の移出・輸入量を基に表 A 3-15 の通り設定する。

表 A 3-15　船舶からの蒸発起源 NMVOC に係る活動量の設定方法

活動量	活動量設定方法
原油	原油の移出量・輸出量
ガソリン	石油製品の移出量・輸出量に、「資源・エネルギー統計年報」における石油製品の国内向販売量・輸出量に占めるガソリンの割合を乗じて算定。
化学薬品	化学薬品の移出量・輸出量に、化学薬品中の NMVOC が占める割合を乗じて算定。 化学薬品中の NMVOC が占める割合については、「港湾統計年報」における化学薬品の移出量に対する、NMVOC の発生が見込まれる化学薬品 5 品目（ベンゼン、メタノール、トルエン、ジクロロエタン、アセトン）輸送量実績の割合（海洋政策研究財団、2012）を使用（2003 年実績）。

（注）各活動量は暦年データのため、当該年次データの 75%と次年次データの 25%の合計により年度値に換算を行う。

A3.1.1.3.d. 石油の精製及び貯蔵（1.B.2.a.iv）：製油所における漏出

a） 排出源カテゴリーの説明

原油を精製して石油製品等を製造する際に、原油成分の漏洩により NMVOC が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

製油所設備能力（BPSD (Barrel per Stream Day)：常圧蒸留装置における 1 稼働日あたりの石油製品生産量）に年間稼働日数を乗じて製油所の年間生産量を算定し、それに排出係数を乗じることによって排出量を算定する。年間稼働日数は、年間日数（365 日、うるう年は 366 日）に年間稼働率を乗じて算出する。

$$E = AD \times D \times R \times EF$$

E　：製油所における漏出に伴う NMVOC 排出量［g-NMVOC/年］
AD：製油所設備能力［BPSD］
D　：年間日数（365 日※うるう年は 366 日）
R　：年間稼働率［%］
EF：排出係数［g-NMVOC/BPSD］

■　排出係数

排出係数は、VOC 排出インベントリ調査に従い、計量計画研究所（2000）に記載の 5.675［kg/日/10^5 BPSD］を排出係数として設定する。

■　活動量

活動量は、VOC 排出インベントリ調査に従い、石油通信社「石油資料」における「常圧蒸留装置における 1 稼働日あたりの石油製品生産量（BPSD）」を用いる。また、常圧蒸留装置の年間稼働日数は、365 日（1991, 1995, 1999, 2003, 2007, 2011, 2015, 2019 年度はうるう年のため 366 日）に、「石油資料」による常圧蒸留装置の年間稼働率（= 年間処理量［bbl/年］÷年間処理能力［bbl/年］）を乗じて算出する。

A3.1.1.3.e. 石油の精製及び貯蔵（1.B.2.a.iv）：潤滑油の製造

a） 排出源カテゴリーの説明

潤滑油を製造する際の、脱ろう、脱れき工程で NMVOC が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、潤滑油の国内向販売量に、トルエン及びメチルエチルケトンの日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定する。

■　排出係数

計量計画研究所（1987）に示される国内の実測例に基づき、潤滑油製造におけるトルエンの排出係数を 333.2［g/kL］、メチルエチルケトンの排出係数を 415.5［g/kL］と設定する。

■　活動量

活動量には、「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された潤滑油の国内向販売量を用いる。

A3.1.1.3.f. 石油の精製及び貯蔵（1.B.2.a.iv）：貯蔵・出荷施設における漏出

a） 排出源カテゴリーの説明

原油基地、製油所、油槽所における燃料（ガソリン、原油、ナフサ等）の貯蔵・出荷の際に、燃料蒸発ガスの漏出に伴う NMVOC の排出が起こる。

貯蔵施設からの排出としては、固定屋根式タンクの呼吸ロス及び受入ロス、浮屋根式タンクの払出ロスが存在する。また、出荷施設からの排出としては、タンカー、タンク貨車、タンクローリー等に原油または石油製品を積み込む際の出荷ロスがある。

b） 方法論

■　算定方法

「原油、ガソリン、ナフサの受入量」を活動量とし、受入量当たりの排出係数を乗じることで、原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る NMVOC 排出量を算定する。

$$E = (AD_1 + AD_2 + AD_3) \times EF$$

E　：燃料の貯蔵・出荷施設における漏出に伴う NMVOC 排出量［kg-NMVOC］
AD_1　：原油の受入量［kL］
AD_2　：ガソリンの受入量［kL］
AD_3　：ナフサの受入量［kL］
EF　：石油製品の受入量当たりの排出係数［kg-NMVOC/kL］

なお、上記排出量算定結果には、「石油の輸送（1.B.2.a.iii.）」において計上する船舶による「原油」、「石油製品（ガソリン）」荷役時の排出量が含まれるため、本カテゴリーでは当該排出量を差し引いて計上する。

■　排出係数

VOC 排出インベントリ調査において算定された原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出量を、後述の活動量（原油、ガソリン、ナフサの受入量）で割り戻すことで排出係数を設定する。VOC 排出インベントリ調査に示されている排出量は 2000 年度と 2005 年度以降に限られるため、他の年度における設定方法は次に示すとおりとする。

1990～1999 年度については、自主行動計画による取り組みの開始前であり、対策の普及状況等に関する情報がないため、2000 年度の排出係数を一律で適用する。

2001～2003 年度については、石油連盟加盟企業において継続的に自主的対策が実施されてきたとのことから、排出係数が直線的に低下していると想定し、2000 年度と 2004 年度の値の

内挿補間によって設定する。

2004 年度については、石油連盟の自主行動計画で報告されている排出量を活動量で割り戻して設定する。

■　活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」における原油処理量、及びガソリン・ナフサの受入量を活動量とする。なお、原油については、受入量が未確認のため、処理量を使用する。

A3.1.1.3.g. 石油製品の供給（1.B.2.a.v）: 給油所における漏出

a）排出源カテゴリーの説明

給油所において、地下タンクにガソリンを受け入れる際（受入ロス）や自動車へガソリンを給油する際（給油ロス）にガソリン蒸発ガス起源の NMVOC が排出される。

b）方法論

■　算定方法

都道府県別・月別ガソリン販売量に、都道府県別・月別ガソリン販売量当たり排出係数（受入ロス・給油ロス）を乗じて都道府県別・月別に排出量を算定する。都道府県別・月別に排出量を算定することで、月別の気温や夏用ガソリンの蒸気圧低下が排出量に与える影響等を考慮する。

$$E = \sum_{i,j} \left(AD_{i,j} \times EF_{i,j} \right)$$

E　：給油所からの NMVOC 排出量［kg-NMVOC］
$AD_{i,j}$　：都道府県 i の j 月におけるガソリン販売量［kL］
$EF_{i,j}$　：都道府県 i の j 月におけるガソリン販売量当たりの排出係数（受入ロス・給油ロス）［kg-NMVOC/kL］

■　排出係数

1）受入ロス

VOC 排出インベントリ調査に示された、資源エネルギー庁（1975）を基にした以下の排出係数算定式に従い、都道府県別・月別の気温を考慮した受入ロスに係る排出係数を設定する。各都道府県における月別平均気温については、気象庁「気象統計情報」における各都道府県の県庁所在地における月別平均気温を使用する。

$$EF_{i,j} = (0.46 \times T_{i,j} + 13.92)/21$$

$EF_{i,j}$　：都道府県 i の j 月における受入ロス排出係数［kg-NMVOC/kL］
$T_{i,j}$　：都道府県 i の j 月における平均気温［℃］

また、受入時の蒸気回収装置の設置が条例により定められている 7 都府県（埼玉県、東京都、神奈川県、福井県、愛知県、京都府、大阪府）については、VOC 排出インベントリ調査に従い、85%が回収されると仮定し、各条例適用年度以降について 0.15 を乗じた値を最終的な受入ロスによる排出係数とする。

さらに、夏季においては、ガソリンの蒸気圧を抑制する取組が実施されていることから、VOC 排出インベントリ調査に従い、ガソリン蒸気圧の低減効果として、夏季（6～9 月）の排

出係数には一律 0.9 を乗じる。

2） 給油ロス

給油ロスの NMVOC 排出係数については、国内の試験結果に基づき、VOC 排出インベントリ調査において構築された下記算定式を使用して設定することとする。パラメータの設定に使用する都道府県別・月別平均気温については、受入ロスの排出係数と同様の値を使用する。

$$EF_{i,j} = 0.0359 \times A_{i,j} - 0.0486 \times B_{i,j} - 0.0092 \times C + 0.0149 \times D - 0.1804$$

$EF_{i,j}$　：都道府県 i の j 月における給油ロス排出係数［kg-NMVOC/kL］
$A_{i,j}$　：都道府県 i の j 月における車両タンク内燃料温度（$T_{i,j}+5$［℃］と設定）
$B_{i,j}$　：$A_{i,j} - E_{i,j}$［℃］
C　：給油速度（35［L/min］と設定）
D　：リード蒸気圧（6～9 月：63.2［kPa］、10～5 月：86.0［kPa］と設定）
$T_{i,j}$　：都道府県 i の j 月における平均気温［℃］
$E_{i,j}$　：都道府県 i の j 月における給油燃料温度（地下タンク燃料温度）［℃］
$T_{i,j}$ に対し、$E_{i,j}$ は以下のとおり設定する。
$T_{i,j}<15$　：$E_{i,j} = T_{i,j}+5$
$15 \leqq T_{i,j}<20$：$E_{i,j} = T_{i,j}+2.5$
$20 \leqq T_{i,j}<25$：$E_{i,j} = T_{i,j}$
$25 \leqq T_{i,j}<30$：$E_{i,j} = T_{i,j}-2.5$
$30 \leqq T_{i,j}$　：$E_{i,j} = T_{i,j}-5$

■　活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」における国内向月別ガソリン販売量を、石油連盟「都道府県別石油製品販売総括」における都道府県別年間ガソリン販売量により按分して得られる都道府県別・月別の国内向ガソリン販売量を活動量に使用する。

A3.1.1.3.h. 天然ガスの生産（1.B.2.b.ii）

a） 排出源カテゴリーの説明

ここではガス田において天然ガスの生産時に漏出する NMVOC について扱う。なお、生産井点検時の NMVOC の漏出については「天然ガス生産井の点検時の漏出（1.B.2.b.ii.）」で扱う。

b） 方法論

本排出源については、CH_4、CO_2 排出量の算定方法に整合するよう、海上ガス田・陸上ガス田別に排出量を算定する。

■　算定方法

海上・陸上ガス田別の天然ガス生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (AD_i \times EF_i)$$

E　：天然ガス生産時の漏出に伴う NMVOC 排出量［kt-NMVOC］
AD_i　：海上・陸上ガス田別の天然ガス生産量［百万 m^3］
EF_i　：海上・陸上ガス田別の天然ガス生産量当たりの排出係数［kt-NMVOC/百万 m^3］

■　排出係数

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているガス生産の陸上ガス田及

び海上ガス田からの漏出の排出係数デフォルト値（陸上ガス田：5.5×10^{-4}、海上ガス田：9.1×10^{-5} kt-NMVOC/百万 m^3）を用いる。

■　活動量

海上ガス田からの天然ガス生産量は、「天然ガス資料年報」の海域からの天然ガス生産量を用いる。また、陸上ガス田からの天然ガス生産量は、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された天然ガス総生産量から、上記海上ガス田における天然ガス生産量を減じて算出する。

A3.1.1.3.i. 天然ガス生産井の点検時の漏出（1.B.2.b.ii）

a）排出源カテゴリーの説明

石油・天然ガスの生産井の点検時に測定器を井中に降ろす際に漏出する NMVOC の排出を扱う。

b）方法論

点検時の油田・ガス田に伴う排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインでは活動量としては原油生産量を用いることとされているが、天然ガス井の点検に伴う排出量と原油生産量との相関関係が不明であることから、CO_2、CH_4、N_2O 排出量の算定においては、IPCC「グッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」（2000）（以後、GPG2000）に従い原油及び天然ガスの生産井数を活動量として用いている。しかし、NMVOC については、GPG2000 に生産井数に基づく排出係数が示されていないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに基づく原油生産量を用いた算定方法を採用することとする。

■　算定方法

原油生産量に NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：油田・ガス田の点検時の NMVOC 排出量［kt-NMVOC］
AD　：原油生産量［千 kL］
EF　：原油生産量当たりの排出係数［kt-NMVOC/千 kL］

■　排出係数

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている点検時の油田・ガス田のフレアリング及び通気弁における原油生産量当たりの排出係数デフォルト値（1.7×10^{-5} kt-NMVOC/千 kL）を用いる。なお、CO_2, CH_4, N_2O 排出量の算定としては、点検時の排出としてフレアリング及び通気弁以外のプロセスによる排出も計上されているが、点検時の NMVOC 排出量算定に使用可能な排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインに示された点検時のフレアリング及び通気弁の排出係数デフォルト値のみのため、当該排出係数を用いることとする。

■　活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量を活動量とする。

A3.1.1.3.j. 天然ガスの処理（1.B.2.b.iii）

a）排出源カテゴリーの説明

採掘された天然ガスが販売先に至るまでの流通過程において、天然ガスに含まれる水分や

不純物（炭酸ガス等）を除去する装置からのベーパー・水蒸気等により、あるいは輸送パイプラインの移設工事等の際に大気放散されることにより天然ガス由来の NMVOC が排出される。

b） **方法論**

■ **算定方法**

国内の天然ガス生産量に生産量当たりの NMVOC 排出係数を乗じ、天然ガスの処理に係る NMVOC 排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：天然ガスの処理に係る NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：天然ガス生産量［百万 m^3］
EF　：天然ガス生産量当たりの排出係数［t-NMVOC/百万 m^3］

■ **排出係数**

VOC 排出インベントリ調査において算定された「天然ガス」に係る排出量（天然ガス鉱業会の自主行動計画報告値から算定）を、後述する活動量（国内天然ガス生産量）で割り戻すことで、天然ガスの処理に係る排出係数を設定した。VOC 排出インベントリ調査に示されている排出量は 2000 年度と 2005 年度以降に限られるため、2004 年度以前の排出係数については、「石油の輸送（1.B.2.a.iii）」同様に、天然ガス鉱業会提供の排出量算定結果を、活動量で割り戻して設定する。

■ **活動量**

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」における国内の天然ガス生産量を活動量とする。

■ **完全性**

当該排出源からの排出量は「天然ガスの輸送及び貯蔵（1.B.2.b.iv）」及び「通気弁（天然ガス産業）（1.B.2.c.Venting.ii）」の排出量を包含する。

A3.1.1.3.k. 天然ガスの供給（1.B.2.b.v）：都市ガス製造

a） **排出源カテゴリーの説明**

都市ガス製造におけるナフサタンクからの漏洩により、NMVOC が排出される。我が国の都市ガス産業界では、2005 年度にナフサを原料とする低カロリーガスから LNG 等を原料とする高カロリーガスへの全面転換が完了したことにより、ナフサの使用は取りやめられており、2006 年度以降、排出活動は存在していない。

b） **方法論**

■ **算定方法**

都市ガス製造における原料としての揮発油消費量に消費量当たりの NMVOC 排出係数を乗じ、都市ガス製造所におけるナフサタンクからの NMVOC 排出量を算定する。なお、2006 年度以降については、排出活動が存在しないため、「NO」と報告する。

$$E = AD \times EF$$

E　：都市ガス製造における NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：都市ガス製造における原料揮発油消費量［kL］
EF　：原料揮発油消費量当たりの排出係数［t-NMVOC/kL］

■　排出係数

VOC 排出インベントリ調査において算定された「ガス製造所」に係る排出量（日本ガス協会の自主行動計画報告値から算定）を、活動量（都市ガス製造における揮発油の原料消費量）で割り戻すことで、都市ガス製造に係る排出係数を設定する。

VOC 排出インベントリ調査に示されている排出量は 2000 年度と 2005 年度以降に限られるため、他の年度の排出係数については、次のとおりに設定する。1990～1999 年度については、2000 年度の排出係数を適用する。2001～2003 年度については、2000 年度と 2004 年度の排出係数より、内挿補間により算出する。2004 年度については、自主行動計画において報告されている 2004 年度の排出量を活動量で割り戻して設定する。

■　活動量

資源エネルギー庁「ガス事業生産動態統計」における揮発油の原料消費量を活動量とする。

A3.1.1.3.l. 通気弁（石油産業）（1.B.2.c.Venting.i）

a）　排出源カテゴリーの説明

石油産業における通気弁からの NMVOC の排出を扱う。

b）　方法論

■　算定方法

原油生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：油田の通気弁における NMVOC 排出量［kt-NMVOC］
AD　：原油生産量［千 kL］
EF　：原油生産量当たりの排出係数［kt-NMVOC/千 kL］

■　排出係数

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている油田の通気弁における排出係数デフォルト値（4.3×10^{-4} kt-NMVOC/千 kL）を用いる。

■　活動量

活動量には、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量を使用する。

A3.1.1.3.m. フレアリング（石油産業）（1.B.2.c.Flaring.i）

a）　排出源カテゴリーの説明

石油産業におけるフレアリングからの NMVOC の排出を扱う。

b）　方法論

■　算定方法

原油生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：油田のフレアリングにおける NMVOC 排出量［kt-NMVOC］

AD　：原油生産量［千 kL］
EF　：原料生産量当たりの排出係数［kt-NMVOC/千 kL］

■　**排出係数**

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている油田のフレアリングにおける排出係数デフォルト値（2.1×10^{-5} kt-NMVOC/千 kL）を用いる。

■　**活動量**

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量を活動量とする。

A3.1.1.3.n. フレアリング（天然ガス産業）（1.B.2.c.Flaring.ii）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

天然ガス産業におけるフレアリングからの NMVOC の排出を扱う。

b）　**方法論**

■　**算定方法**

天然ガス生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：ガス田のフレアリングにおける NMVOC 排出量［kt-NMVOC］
AD　：天然ガス生産量［千 m^3］
EF　：天然ガス生産量当たりの排出係数［kt-NMVOC/千 m^3］

■　**排出係数**

排出係数に、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているガス田のフレアリングにおける排出係数デフォルト値（6.2×10^{-7} kt-NMVOC/千 kL）を用いる。

■　**活動量**

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における天然ガス生産量を活動量とする。

A3.1.1.3.o. フレアリング（コンバインド）（1.B.2.c.Flaring.iii）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

我が国では統計上、石油と天然ガスの 2 区分で整理を行っており、石油産業・天然ガス産業におけるフレアリングからの漏出のうち、どちらの産業におけるフレアリングであるか区別できる漏出については、「フレアリング（石油産業）（1.B.2.c.Flaring.i）」または「フレアリング（天然ガス産業）（1.B.2.c.Flaring.ii）」にて報告し、当該分野では石油産業と天然ガス産業の区別ができない、石油及び天然ガスの試掘及び生産テストに伴う漏出による NMVOC の排出を扱う。

b）　**方法論**

試掘・生産テスト時の油田・ガス田のフレアリングに伴う排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインでは活動量としては原油生産量を用いることとされているが、CO_2、CH_4、N_2O 排出量の算定においては、天然ガスの試掘やテストに伴う排出量と原油生産量との相関関係や、試掘・生産テスト時の排出と商業プラントからの生産量との相関関係が不明であること

から、点検時の排出と同様、GPG2000 に従い試掘井・テスト井数を活動量として用いている。特に試掘時の排出については、我が国の場合、既存の生産井数と比較して井数が極めて少なく、原油生産量を活動量とすると過大推計となる懸念がある。しかし、GPG2000 には試掘井・テスト井数を活動量とする NMVOC の排出係数デフォルト値は示されていないことから、NMVOC については、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、原油生産量を活動量とする算定方法を採用する。また、試掘時と生産テスト時のフレアリングに伴う NMVOC 排出については石油・天然ガス産業別の排出係数デフォルト値が示されていないが、両者を統合した排出係数デフォルト値は 2006 年 IPCC ガイドラインに示されているため、本カテゴリーにおいて、まとめて算定・計上する。

■　**算定方法**

原油生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：油田・ガス田の試掘・生産テスト時のフレアリングにおける NMVOC 排出量［kt-NMVOC］
AD　：原油生産量［千 kL］
EF　：原油生産量当たりの排出係数［kt-NMVOC/千 kL］

■　**排出係数**

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている試掘・生産テスト時のフレアリング及び通気弁における原油生産量当たりの排出係数デフォルト値の和（試掘：8.7×10^{-7} kt-NMVOC/千 kL、生産テスト：1.2×10^{-5} kt-NMVOC/千 kL）を用いる。

■　**活動量**

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量を活動量とする。

A3.1.2. 工業プロセス及び製品の使用分野

A3.1.2.1. 鉱物産業、化学産業、金属製造、その他製品の製造（2.A.、2.B.、2.C.、2.D.：NO_X、SO_X）

a）　**排出源カテゴリーの説明**

鉱物製品、化学産業、金属の生産、その他製品の製造段階において NO_X、SO_X が排出される。

b）　**方法論**

■　**算定方法**

当該排出源から排出される NO_X と SO_X については、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを用い、以下に示す施設種または業種に該当しないものを対象に、工業プロセス及び製品の使用（IPPU）分野における排出量を分離することによって算定した。

【施設種】［0101～0103：ボイラー］、［0601～0618：金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉］、［1101～1106：乾燥炉］、［1301～1304：廃棄物焼却炉］、［2901～3202：ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関］

【業　種】［A～D：旅館･飲食店、医療業･教育学術研究機関、浴場業、洗たく業］、［F～L：農業･漁業、鉱業、建設業、電気業、ガス業、熱供給業、ビル暖房･その他事業場］

○　NO_X

原料が［44：原料炭］または［45：原料コークス］に該当する場合は次式を用いた。

$$E=\Sigma\{EF_{NO_X}\times A\times(1-R)\}$$

E　：原料炭または原料コークスからの NO_X 排出量［t-NO_X］
EF_{NO_X}　：各原料の NO_X 排出係数［t-NO_X/kcal］
A　：各原料のエネルギー消費量［kcal］
R　：脱硝率［%］

原料が［41：鉄･鉄鉱石］または［46：その他原料］に該当する場合は次式を用いた。

$$E=\Sigma\{N\times(1-R)\}$$

E　：鉄･鉄鉱石またはその他原料からの NO_X 排出量［t-NO_X］
N　：各原料の窒素含有量［t-NO_X］
R　：脱硝率［%］

ただし、上式より算定された IPPU 分野の排出量が「大気汚染物質排出量総合調査」に記載される排出量より大きくなる場合は、記載された排出量を IPPU 分野の排出量とした。また、原料のうち［42：硫化鉱］と［43：非鉄金属鉱石］については、データがほとんど得られないため、算定対象から除外した。

○　SO_X

原料（［41：鉄･鉄鉱石］～［46：その他原料］）の消費量及び硫黄含有量から IPPU 分野における排出量を算定した。また、これを「大気汚染物質排出量総合調査」に記載された排出量から差し引くことによってエネルギー分野における排出量を算定した。

$$E=\Sigma\{S\times(1-R)\}$$

E　：SO_X 排出量［t-SO_X］
S　：各原料の硫黄含有量［t-SO_X］
R　：脱硫率［%］

■　排出係数

○　原料炭または原料コークスの NO_X 排出係数

原料炭または原料コークスからの NO_X 排出量の算定に用いられる各原料の NO_X 排出係数は、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に基づいて施設種別原料種別に設定した。

○　脱硝率

脱硝率は、以下の式に従って算定した。

$$R=RE\times(O_{removal}/O_{furnace})\times(P/E)$$

R　：脱硝率［%］
RE　：脱硝効率
$O_{removal}$　：脱硝装置稼働時間［h/yr］
$O_{furnace}$　：操炉時間［h/yr］
P　：脱硝装置処理能力［m^3/yr］
E　：最大排ガス量［m^3/yr］

$$RE=(V_{before}-V_{after})/V_{SS}$$

RE　：脱硝効率
V_{before}　：処理前の NO_X 量

V_{after}　：処理後の NOx 量
V_{SS}　：ばい煙量

いずれの項目とも、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用。

○　脱硫率

脱硫率は、以下の式に従って算定した。

$$R = DE \times (O_{removal} / O_{furnace}) \times (P / E)$$

R　：脱硫率［%］
DE　：脱硫効率
$O_{removal}$　：脱硫装置稼働時間［h/yr］
$O_{furnace}$　：操炉時間［h/yr］
P　：脱硫装置処理能力［m^3/yr］
E　：最大排ガス量［m^3/yr］

$$DE = (V_{before} - V_{after}) / V_{SS}$$

DE　：脱硫効率
V_{before}　：処理前の SOx 量
V_{after}　：処理後の SOx 量
V_{SS}　：ばい煙量

いずれの項目とも、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用。

■　活動量

○　原料炭または原料コークスのエネルギー消費量

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料消費量（[44：原料炭]、[45：原料コークス]）に、高位発熱量を乗じることによって算定した。

○　鉄･鉄鉱石またはその他原料の原料分窒素含有量

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料（[41：鉄･鉄鉱石]、[46：その他原料]）の窒素含有率及び消費量に基づいて算出された窒素含有率の加重平均値に、原料消費量を乗じることによって算定した。

○　各種原料の原料分硫黄含有量

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料（[41：鉄･鉄鉱石] ～ [46：その他原料]）の硫黄含有率及び消費量に基づいて算出された硫黄含有率の加重平均値に、原料消費量を乗じることによって算定した。

A3.1.2.2. 溶剤及び燃料の非エネルギー用途の使用 - 溶剤の使用（2.D.3.）（NMVOC）

A3.1.2.2.a. 塗料の使用

a）　排出源カテゴリーの説明

工業製品や建築物等の塗装等、塗料の使用段階[5]において、塗料中含有溶剤及び希釈用溶剤由来の NMVOC が排出される。

b）　方法論

■　算定方法

塗料販売量に塗料販売量当たりの排出係数を乗じることで、排出量を算定した。

[5] 塗料の製造段階での NMVOC 排出は「A3.1.2.2.n 化学品の製造」において計上する。

$$E = AD \times EF$$

E　：塗料の使用に伴う NMVOC 排出量［千 t -NMVOC］
AD　：塗料販売量［千 t］
EF　：塗料販売量当たりの排出係数［t-NMVOC/t］

■　排出係数

（社）日本塗料工業会において、塗料の使用に係る VOC 排出量の調査が 2000 年度以降毎年行われているため（2002 年度を除く）、この排出量を塗料販売量で割り戻した塗料販売量当たりの NMVOC 排出量を塗料の使用に係る排出係数とした。2002 年度については、2001 年度と 2003 年度の排出量を活動量で割り戻して算出した排出係数より、内挿補完により算出した。

1999 年度以前の排出係数については、一部では水性塗料への移行や、VOC 処理装置の導入が始まっていた可能性があり、2000 年度以降、明確な減少トレンドとなっているが、排出係数を推定するための定量的な情報が確認できないため、2000 年度から大気汚染防止法に基づく自主的取組の目標年度である 2010 年度までの傾向を基に、外挿補間により設定することとした。

■　活動量

経済産業省「生産動態統計年報　化学工業統計編」（以下、化学工業統計年報）における塗料販売量を活動量とする。

A3.1.2.2.b. ドライクリーニング

a）排出源カテゴリーの説明

衣服のドライクリーニングを行う際、ドライクリーニング洗濯設備から、洗濯に使用するドライクリーニング溶剤由来の NMVOC が排出される。

b）方法論

■　算定方法

「ドライクリーニング溶剤の使用量」から「廃棄物として移動する量」（カートリッジ付着分、蒸留スラッジ含有分）を差し引いて算出した。

$$E = AD - A - B$$

E　：ドライクリーニング溶剤の使用に伴う NMVOC 排出量［t -NMVOC］
AD　：ドライクリーニング溶剤の使用量（工業ガソリン 5 号、テトラクロロエチレン）［t］
A　：廃棄物として処理されるカートリッジ付着分（カートリッジフィルター交換時における吸着溶剤の移動量）［t］
B　：廃棄物として処理される蒸留スラッジ含有分（蒸留スラッジ中の残留溶剤の移動量）［t］

■　排出係数

ドライクリーニングに用いられる溶剤は、その全量が大気中に放出されると仮定したため、排出係数は設定していない。

■　活動量

1）ドライクリーニング溶剤の使用量

「VOC 排出インベントリ調査」で採用されているデータに倣い、以下の通りに設定した。

表 A 3-16　活動量設定方法（工業ガソリン 5 号）

年度	活動量の設定方法
1990 年度、 1991 年度	厚生労働省「ドライクリーニングにおける溶剤の使用管理状況に関する調査」における石油系溶剤洗濯機の設置台数の 1992 年度比を 1992 年度の工業ガソリン 5 号使用量に乗じて推計。
1992～1999 年度	日本クリーニング用洗剤同業会「洗剤出荷実績」における石油系ドライクリーニング用洗剤出荷実績の 2000 年度比を 2000 年度の工業ガソリン 5 号使用量に乗じて推計。
2000 年度、 2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査に記載の石油系溶剤メーカーからのドライクリーニング溶剤出荷量調査結果。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の値から内挿補間。

表 A 3-17　活動量設定方法（テトラクロロエチレン）

年度	活動量の設定方法
1990 年度、 1991 年度	1990、1991 年度の用途別消費量が存在しないため、1992 年度の総消費量に占めるドライクリーニング用途の割合（クロロカーボン衛生協会「用途別需要」より算出）を各年度の総消費量に乗じて算出。
1992 年度、 1995 年度～	クロロカーボン衛生協会の「用途別需要」におけるクリーニング溶剤のテトラクロロエチレン使用量。
1993 年度、 1994 年度	クロロカーボン衛生協会の「用途別需要」には当該年度のデータの記載がないため、1992 年度と 1995 年度の値から内挿補間。

2） 廃棄物としての移動量

廃棄物として移動する量（廃棄物として処理されるカートリッジ付着分、蒸留スラッジ含有分）については、VOC 排出インベントリ調査の手法に従い、表 A 3-18 の算定式により推計し、ドライクリーニング溶剤の使用量から差し引く。「廃棄物としての移動量」を推計するための各種パラメータ（洗濯機の設置台数以外の値）については、日本クリーニング環境保全センター等へのヒアリング等に基づく VOC 排出インベントリ調査に使用されている値（全年度固定）を使用した。

洗濯機の設置台数については、1990 年以降の各年度の値が把握可能な厚生労働省「ドライクリーニングにおける溶剤の使用管理状況に関する調査」における値を用いた。ただし、2001 年度以降調査は隔年で実施されているため、調査が実施されていない年度は VOC 排出インベントリ調査に従い、前年度値を据え置きとした。

表 A 3-18　ドライクリーニング溶剤の廃棄物としての移動量の計算方法

廃棄物種類	ドライクリーニング溶剤の廃棄物として移動する量の計算式
カートリッジフィルター交換時における吸着溶剤の移動量	通常、カートリッジ交換 1 回につき、「洗濯 1 回あたりの平均洗濯物乾燥重量」（ワッシャーの標準負荷量）1kg に対して 2L が吸着されるため以下の式に従って計算を行う。 $A = A_{unit} \times L \times D \times W_{ave.} / T \times N$ A ：カートリッジ付着分［kg/年］ A_{unit} ：カートリッジ交換 1 回、ワッシャー負荷量 1kg あたりの VOC 吸着量［L/回/kg］ L ：洗濯 1 回当たりのワッシャーの標準負荷量）［kg］ D ：比重［kg/L］ $W_{ave.}$ ：年間平均ワッシャー回数［回/年］ T ：カートリッジ交換 1 回あたりの平均ワッシャー回数［回/回］ N ：洗濯機の設置台数［台］
蒸留スラッジ中の残留溶剤の移動量	蒸留スラッジ中の残留溶剤の移動量は以下の式に従って計算を行う。 $R = L \times T \times F \times N \times I$ R ：蒸留スラッジ含有分［kg/年］ L ：ワッシャーの標準負荷量［kg/台］ T ：年間平均ワッシャー回数［回/年］ F ：フィルター種別の係数［kg/kg］ N ：洗濯機の設置台数［台］ I ：蒸留器設置率［%］

（出典）環境省「VOC 排出インベントリ調査」

A3.1.2.2.c. 金属洗浄

a） 排出源カテゴリーの説明

電気・電子製品や金属加工部品等の製造プロセスにおいて、工業用洗浄剤による金属部品の洗浄に伴い NMVOC が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

1） 塩素系洗浄剤

塩素系洗浄剤の使用に伴う排出については、塩素系洗浄剤の使用量に大気排出率を乗じて算定した。なお、一部が外部の業者によりリサイクルされていることから、リサイクル分の補正を行った。

$$E = AD \times R \times EF$$

E ：塩素系洗浄剤の使用に伴う NMVOC 排出量［千 t -NMVOC］
AD ：塩素系洗浄剤の販売量［千 t］
R ：リサイクルによる補正率（1.1 倍）[6]
EF ：塩素系洗浄剤の使用時の大気排出率［%］

2） 塩素系以外の洗浄剤

塩素系以外の洗浄剤（準水系、炭化水素系、アルコール系、フッ素系、その他の洗浄剤）については、洗浄剤の使用量に大気排出率を乗じて排出量を算定した。

[6] 環境省「平成 23 年度揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ作成等に関する調査業務報告書」によれば、日本産業洗浄協議会が日本溶剤リサイクル工業会に調査した結果では、塩素系洗浄剤については、販売量の 1 割程度が外部業者により再生されて再供給されているとのことである。

$$E = AD \times EF$$

E　：塩素系以外の各洗浄剤の使用に伴う NMVOC 排出量［千 t -NMVOC］

AD　：塩素系以外の各洗浄剤の使用量［千 t］

EF　：塩素系以外の各洗浄剤の使用時の大気排出率［%］

■　排出係数

1）塩素系洗浄剤、2）塩素系以外の洗浄剤の双方ともに、表 A 3-19 に示す VOC 排出インベントリ調査に記載の排出係数を使用した。

表 A 3-19　各洗浄剤の使用に係る NMVOC 排出係数

洗浄剤	大気排出率	出典
塩素系洗浄剤	75%	日本産業洗浄協議会「平成 17 年度 揮発性有機化合物（VOC）排出抑制に係る自主的取組推進マニュアル原案作成（洗浄関係）委員会報告」より
準水系洗浄剤	0.4%	日本産業洗浄協議会調査結果
炭化水素系洗浄剤	31.3%	
アルコール系洗浄剤	60% （2010 年度以降は 45%を使用）	
フッ素系洗浄剤	84%	
その他洗浄剤	75%	

■　活動量

1）　塩素系洗浄剤

塩素系洗浄剤の活動量については、VOC 排出インベントリ調査及び、クロロカーボン衛生協会提供データを基に以下のとおりに設定した。VOC 排出インベントリ調査によると、塩素系洗浄剤については、販売量の 1 割程度が外部業者により再生されて再供給されているとのことであり、推計した使用量の数値を 1.1 倍してリサイクル分補正後の活動量とした。

表 A 3-20　塩素系洗浄剤の使用に係る活動量設定方法
（ジクロロメタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン）

年度	活動量の設定方法
1990～1994 年度	1990～1994 年度の用途別消費量が存在しないため、1995 年度の総消費量に占める金属洗浄用途の割合（クロロカーボン衛生協会「用途別需要」より算出）を各年度の総消費量に乗じて算出。
1995 年度～	クロロカーボン衛生協会「用途別需要」における金属洗浄用のジクロロメタン・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン販売量。

表 A 3-21　塩素系洗浄剤の使用に係る活動量設定方法（その他の塩素系洗浄剤）

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	1990～1999 年度の塩素系主要 3 溶剤の国内総消費量合計値（クロロカーボン衛生協会「用途別需要」）の 2000 年度比を 2000 年度の活動量に乗じることで推計。
2000 年度、 2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査に記載の販売量実績を使用（日本産業洗浄協議会の調査結果）。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の活動量から内挿補間。

2）　塩素系以外の洗浄剤

塩素系以外の洗浄剤については、VOC 排出インベントリ調査において示されている情報を基に表 A 3-22 のとおり設定した。

表 A 3-22　塩素系洗浄剤以外の洗浄剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	VOC 排出インベントリ調査に示されている洗浄剤別の業種配分比率（表 A 3-23）を対応する各業種の原材料使用額に乗じ、洗浄剤別に合計することで、各洗浄剤別の原材料使用額合計を算出。算出された原材料使用額合計の 2000 年度比を各洗浄剤使用量実績の 2000 年度値に乗じて各年度の使用量を推計。
2000 年度	VOC 排出インベントリ調査における各洗浄剤の使用量実績を活動量として設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の活動量から内挿補間。
2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査における各洗浄剤の使用量実績を活動量として設定。なお、VOC 排出インベントリ調査では、アンケート調査（サンプル調査）で得られた値を補正して使用実績としている。またアンケート調査は毎年行われていないため、適宜据え置き、内挿等によりデータの補完がされている。

表 A 3-23　塩素系洗浄剤以外の洗浄剤の VOC 排出量の業種配分比率

業種	nメチルピロリドン（NMP）混合剤	グリコールエーテル系混合剤	nパラフィン系洗浄剤	イソパラフィン系洗浄剤	ナフテン系洗浄剤	その他の炭化水素系洗浄剤	イソプロピルアルコール系洗浄剤	その他のアルコール系洗浄剤	HFC系洗浄剤	その他のフッ素系洗浄剤	臭素系洗浄剤	その他の洗浄剤
プラスチック製品製造業			3%	6%	4%			12%				
鉄鋼業			3%	0.1%	5%				1%	2%		
非鉄金属製造業			16%	0.05%	7%				1%	2%		
金属製品製造業		2%	17%	30%	26%	8%					4%	
一般機械器具製造業			11%	8%	15%	11%			1%	2%		
情報通信機械器具製造業		19%					1%					
電子部品・デバイス製造業	70%	49%	17%	15%	7%	13%	25%	28%	28%	38%	30%	33%
輸送用機械器具製造業		2%	16%	26%	36%	10%		12%	7%	19%	18%	67%
精密機械器具製造業	30%	18%	17%	15%		18%	74%	46%	61%	37%	48%	
その他の製造業		10%	0.1%		1%	41%		3%				
合計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

（出典）環境省「VOC 排出インベントリ調査」

A3.1.2.2.d. 製造機器類洗浄用シンナーの使用

a） 排出源カテゴリーの説明

製造機器類洗浄用シンナーの使用に伴い NMVOC が排出される。

b） 方法論

■　算定方法

塗料用を除いたシンナー販売量に販売量当たりの NMVOC 排出係数を乗じ、洗浄用シンナー使用時の NMVOC 排出量を算定した。

$$E = AD \times EF$$

E　：洗浄用シンナーの使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］

AD　：塗料用を除いたシンナー販売量［kL］

EF　：洗浄用シンナー販売量当たりの排出係数［t-NMVOC/kL］

■　排出係数

VOC 排出インベントリ調査において算定された「製造機器類洗浄用シンナー」に係る排出量（東京都条例に基づく報告データを基に推計）と、後述した活動量（塗料用以外のシンナー

販売量）を用いて排出係数を設定した。

なお、1999 年度以前の排出係数については、2000 年度以降、やや減少トレンドとなっているが、排出係数を推定するための定量的な情報については業界団体でも確認できないこと、シンナー洗浄については技術的な対策の導入が困難であることから、2000 年度の排出係数を一律で適用することとした（表 A 3-24 参照）。

表 A 3-24　製造機器類洗浄用シンナー使用に係る排出係数設定方法

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度、 2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査における各年度の排出量を各年度の活動量（塗料用以外のシンナー販売量）で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の排出係数から内挿補間により算出。

■　活動量

「化学工業統計年報」におけるシンナー販売量等を基に下表のとおりに設定した。

表 A 3-25　製造機器類洗浄用シンナー使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～2004 年度	2004 年度以前の塗料希釈用シンナー消費量については、データが未確認であるため、2005 年度のシンナー販売量に占める塗料希釈用シンナー消費量の割合を、各年度のシンナー販売量に乗じて 2004 年度以前の塗料希釈用シンナー消費量を算出し、シンナー販売量から差し引いて設定。
2005 年度～	1990 年度以降の経年に渡るデータが把握可能な「化学工業統計年報」におけるシンナー販売量から、日本塗料工業会「塗料からの VOC 排出実態推計のまとめ」における塗料希釈用シンナー消費量を差し引いて設定。

A3.1.2.2.e. 印刷用溶剤の使用

a）排出源カテゴリーの説明

印刷工程において、印刷インキやその希釈溶剤の使用時に VOC が排出される。なお、文房具等に含まれるインキ、印刷機器の洗浄用の溶剤の使用（「A3.1.2.2.d 製造機器類洗浄用シンナー」で計上）、印刷インキの製造段階における排出（「A3.1.2.2.n 化学品の製造」で計上）については本排出源では対象外である。

b）方法論

■　算定方法

VOC 排出インベントリ調査に記載の印刷工程における VOC 使用量に大気排出率を乗じて VOC 排出量を推計する。

$$E = AD \times EF$$

E　：印刷用溶剤使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD：印刷工程における VOC 使用量［t］
EF：VOC 使用量当たりの大気排出率［%］

■　排出係数

VOC 排出インベントリ調査に記載の種類別大気排出率を使用する。平板インキ・グラビアインキ以外の印刷インキについては、2000 年度以降、一律に同じ大気排出率が適用されており、1999 年度以前についても同様に 2000 年度の大気排出率を適用するものとした。

平板インキ・グラビアインキについては、2000 年度以降、やや減少トレンドとなっており、対策が継続されていた可能性が高いため、2000 年度から自主的取組の目標年度である 2010 年

度までの傾向から、1990 年度まで遡及して外挿して大気排出率を設定する（表 A 3-26 参照）。ただし、グラビアインキについては、単純に外挿推計を行うと 1990 年度の大気排出率が 100%を超えるため、計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査（1984 年）」における 1983 年度の調査結果値と 2000 年度値より内挿補間を行い設定した。

表 A 3-26　印刷用溶剤使用に係る排出係数設定方法（平板インキ、グラビアインキ）

年度	排出係数の設定方法	
	平板インキ	グラビアインキ
1990～1999 年度	2000～2010 年度のトレンドから外挿推計。	計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査（1984 年）」における 1983 年度の調査結果値と 2000 年度値より内挿補間を行う。
2000 年度	VOC 排出インベントリ調査における 2000 年度の排出係数を設定。	
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の値から内挿補間により算出。	
2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査における 2005 年度以降の排出係数を設定。	

（注）樹脂凸版インキ、金属印刷インキ、その他のインキ、新聞インキについては、VOC 排出インベントリ調査に従い、全年度共通の排出係数を適用する。

■　活動量

VOC 排出インベントリ調査に記載の印刷工程における VOC 使用量（印刷インキ工業連合会の調査結果、日本印刷産業連合会の自主行動計画を基に VOC 排出インベントリ調査にて推計）を使用し、表 A 3-27 のとおりに設定した。

表 A 3-27　印刷用溶剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	「化学工業統計年報」における種類別の印刷インキ販売数量の 2000 年度比を 2000 年度の VOC 使用量に乗じて推計。
2000 年度、 2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査の印刷工程における VOC 使用量を使用（VOC 排出インベントリ検討会による推計値）。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の活動量から内挿補間。

A3.1.2.2.f. ラミネート接着剤の使用

a）排出源カテゴリーの説明

ラミネート加工において、基材とラミネートを貼り合わせる接着剤に含まれる溶剤起源の VOC が排出される。なお、ラミネート用接着剤の製造段階における排出は、「A3.1.2.2.n 化学品の製造」で計上する。

b）方法論

■　算定方法

ラミネート用フィルム販売数量を活動量として販売数量当たりの NMVOC 排出係数を乗じることで、ポリエチレンラミネート加工に係る NMVOC 排出量を算定した。

$$E = AD \times EF$$

E　：ラミネート加工に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：ラミネート用フィルム販売数量［t］
EF　：ラミネート用フィルム販売量当たりの排出係数［t-NMVOC/t］

■　排出係数

2000 年度と、2005 年度以降は、VOC 排出インベントリ調査において自主行動計画の報告値

を基に推計されている VOC 排出量を、ラミネート用フィルム販売数量で割り戻したラミネート用フィルム販売数量当たりの VOC 排出量をポリエチレンラミネート加工に係る排出係数とした。VOC 排出インベントリ調査の対象期間外（自主行動計画の対象期間外）である 1990～1999 年度については、2000 年度の排出係数を適用し、2001～2004 年度は 2000 年度と 2005 年度の排出係数から内挿補間により算出した。

■　活動量

経済産業省「経済産業省生産動態統計年報　紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編」（以下、紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報）におけるラミネート用フィルム販売数量を活動量とした。

A3.1.2.2.g. 溶剤系接着剤の使用

a）　排出源カテゴリーの説明

溶剤系接着剤の使用に伴い、VOC が排出される。

b）　方法論

■　算定方法

接着剤の使用に係る VOC 使用量を大気排出率 100%とみなし、全量を排出量として計上する。

$$E = AD$$

E　：接着剤の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：接着剤の使用に係る VOC 使用量［t］

■　排出係数

接着剤に用いられる溶剤は、その全量が大気中に放出されると仮定したため、排出係数は設定していない。

■　活動量

VOC 排出インベントリ調査、「接着剤実態調査報告書（日本接着剤工業会）」に基づき、下表のとおりに設定した。

表 A 3-28　接着剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」に示された溶剤系接着剤の種類別出荷量（暦年値）合計の 2000 年比を 2000 年度の VOC 使用量に乗じて推計。
2000 年度、 2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査に記載の接着剤の使用に係る VOC 使用量を使用（VOC 排出インベントリ検討会にて推計）。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の活動量から内挿補間。

A3.1.2.2.h. ゴム用溶剤の使用

a）　排出源カテゴリーの説明

ゴム製品の製造の際に、ゴム溶剤起源の VOC が排出される。

b）　方法論

■　算定方法

ゴム製造時における溶剤用揮発油使用量に、VOC 排出インベントリ調査に基づく溶剤用揮

発油使用量当たりの NMVOC 排出係数を乗じることで、ゴム製造におけるゴム用溶剤からの NMVOC 排出量を算定した。

$$E = AD \times EF$$

E　：ゴム製造に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：ゴム製造に係る溶剤用揮発油使用量［t］
EF　：揮発油使用量当たりの排出係数［t-NMVOC/t］

■　**排出係数**

2000 年度と、2005 年度以降は、VOC 排出インベントリ調査における日本ゴム工業会の自主行動計画報告値を基にした排出量を、溶剤用揮発油使用量で割り戻した溶剤用揮発油使用量当たりの VOC 排出量をゴム製造に係る排出係数とした。VOC 排出インベントリ調査の推計対象外である 1990～1999 年度については、2000 年度の排出係数を適用し、2001～2004 年度は 2000 年度と 2005 年度の中央値を適用した。

■　**活動量**

活動量については、経済産業省「ゴム製品統計年報」及び日本ゴム工業会調査結果より得られた溶剤用揮発油使用量とした。溶剤比重を乗じて、体積ベースから重量ベースに換算したうえでの活動量とした。なお、2006～2010 年については、調査対象となる事業者数が前後の期間と異なっていた可能性があるため、内挿補間により補正をした値を設定した。

A3.1.2.2.i. 粘着剤・剥離剤の塗布

a）　排出源カテゴリーの説明

粘着テープ・粘着ラベル等の製造時における粘着剤・剥離剤の塗布に伴い、粘着剤・剥離剤中に含まれる溶剤が NMVOC として排出される。なお、粘着剤・剥離剤そのものの製造段階における排出については「A3.1.2.2.n 化学品の製造」に含まれるため、本カテゴリーでは粘着テープ・粘着ラベル等の製造における粘着剤・剥離剤の塗布に伴う排出のみを扱う。

b）　方法論

■　**算定方法**

粘着テープ出荷量を活動量として出荷量当たりの NMVOC 排出係数を乗じることで、粘着剤・剥離剤の塗布に係る NMVOC 排出量を算定した。

$$E = AD \times EF$$

E　：粘着剤・剥離剤の塗布に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：粘着テープ出荷量［百万 m^2］
EF　：粘着テープ出荷量当たりの排出係数［t-NMVOC/百万 m^2］

■　**排出係数**

2000 年度と、2005 年度以降は、VOC 排出インベントリ調査における日本製紙連合会、印刷用粘着紙メーカー会、日本粘着テープ工業会、日本ポリエチレンラミネート製品工業会 4 団体の自主行動計画報告値を基にした排出量を、粘着テープ出荷量で割り戻した粘着テープ出荷量当たりの VOC 排出量を粘着テープ製造時の粘着剤・剥離剤の塗布に伴う排出係数として設定した。VOC 排出インベントリ調査の推計対象外である 1990～1999 年度は、2000 年度の排出係数を適用し、2001～2004 年度は 2000 年度と 2005 年度の排出係数の内挿補間により設定した。

■　活動量

日本粘着テープ工業会提供の粘着テープ出荷量を活動量とした。

A3.1.2.2.j. 防虫剤・消臭剤の使用

a）排出源カテゴリーの説明

家庭などで、衣類の害虫を殺傷する目的とした防虫剤や室内の消臭を目的とした消臭剤の使用に伴い、主に薬剤の昇華により NMVOC が排出される。主に排出される物質は、p-ジクロロベンゼンである。

b）方法論

■　算定方法

防虫剤・消臭剤は主に一般家庭用として用いられており、使用場所で全量が環境中に排出されると考えられる。したがって、大気排出率を 100%とみなし、防虫剤・消臭剤に含まれるジクロロベンゼンの量を VOC 排出量とした。

■　排出係数

防虫剤・消臭剤に含まれるジクロロベンゼンはすべて NMVOC として大気放出されるとみなし、排出係数は設定しない。

■　活動量

経済産業省・環境省「PRTR 届出外排出量の推計方法」に記載の日本繊維製品防虫剤工業会調査による、「ジクロロベンゼンの防虫剤・消臭剤としての全国出荷量」を活動量とした。日本繊維製品防虫剤工業会の調査結果は 2001 年度以降のみであるため、1990～2000 年度における全国出荷量は、同じく日本繊維製品防虫剤工業会を通じて得られたジクロロベンゼン防虫剤の市場規模調査結果の 2001 年度からの伸び率を、2001 年度の出荷量に乗じて推計した。ただし、市場規模も 1992 年度以降に限られるため、1990、1991 年度については出荷量から外挿により推計した。

A3.1.2.2.k. エアゾール噴射剤の使用

a）排出源カテゴリーの説明

殺虫剤、ラッカー、ヘアスプレー等、エアゾール製品の使用に伴い、噴射剤由来の NMVOC が排出される。塗料中の溶剤等、内溶液由来の NMVOC については、塗料の使用、化粧品の使用等、他のカテゴリーにて別途計上されることから、二重計上を避けるため、ここでは噴射剤として使用される液化ガス由来の NMVOC のみを扱う。エアゾール製品の噴射剤としては、主にプロパン（LPG）とジメチルエーテル（DME）が使用される。

b）方法論

■　算定方法

計量計画研究所「東京都環境局委託 民生部門からの VOC 排出量調査報告書（平成 22 年 3 月）、（以下、東京都調査）」における算定方法に倣い、下式のとおり、エアゾール製品種類別の生産容量に LPG・DME 排出係数を乗じて排出量を算定した。

$$E = \Sigma(AD_i \times EF_{LPG,\ DME})$$

E　：エアゾール製品の使用に伴う NMVOC 排出量［g］
AD_i　：エアゾール製品 i の生産容量［cc］
$EF_{LPG,\ DME}$　：LPG・DME 排出係数［g/cc］

■　排出係数

東京都調査で使用されている各パラメータを基に、下式により、エアゾール製品生産容量当たりの LPG・DME 排出量を排出係数として設定する。

$$EF_{LPG,\ DME} = R_{LPG,\ DME} \times R_p \times C_{LPG,\ DME} \times d_{LPG,\ DME}$$

$EF_{LPG,\ DME}$　：エアゾール生産容量当たりの LPG・DME 排出係数［g/cc］
$R_{LPG,\ DME}$　：LPG・DME を噴射剤とするエアゾール製品の割合［%］
R_P　：エアゾール缶中の噴射剤割合［%］
C_{LPG} 、C_{DME}　：噴射剤中の LPG・DME 割合［%］
d_{LPG} 、d_{DME}　：LPG・DME の比重［g/cc］

表 A 3-29 に製品種別のエアゾール製品の使用に伴う LPG・DME の排出係数を示す。

表 A 3-29　エアゾール製品の排出係数（g/cc）

製品種類		LPG	DME
殺虫剤	ハエ・カ用	0.223	0.0296
	その他　殺虫剤	0.223	0.0296
塗料	塗料	0.227	0.0151
家庭用品	室内消臭剤	0.236	-
	クリーナー	0.236	-
	ワックス・ポリッシュ	0.236	-
	洗濯用品	0.236	-
	その他　家庭用品	0.236	-
人体用品	ヘアスプレー	0.202	0.0269
	その他　頭髪用品	-	0.269
	シェービングクリーム	0.202	0.0269
	オーデコロン＆香水	0.112	0.134
	医薬品	0.176	0.0905
	人体消臭制汗剤	0.225	-
	その他　人体用品	0.112	0.134
自動車用品	くもり止め	0.213	-
	その他　自動車用品	0.213	-
その他	簡易消火具	-	-
	その他	0.221	-

（注）「東京都調査」を基に設定。

1）LPG・DME を噴射剤とするエアゾール製品の割合

LPG・DME を噴射剤とするエアゾール製品の割合については、表 A3-29（東京都調査により設定）を 100%から減じた割合を対応する用途に適用した。塗料と医薬品についてはデータの記載がないため 100%とした（表 A3-30）。

表 A 3-30　圧縮ガスを噴射剤とするエアゾール製品の割合

製品	割合
殺虫剤	1.8%
家庭用品	6.2%
化粧品	10.8%
工業用品	2.3%
自動車用品	15.3%
その他	12.5%

（出典）「東京都調査」

表 A 3-31　LPG・DME を噴射剤とするエアゾール製品の割合

製品種類		割合
殺虫剤	ハエ・カ用	98.2%
	その他　殺虫剤	98.2%
塗料	塗料 1)	100.0%
家庭用品	室内消臭剤	93.8%
	クリーナー	93.8%
	ワックス・ポリッシュ	93.8%
	洗濯用品	93.8%
	その他　家庭用品	93.8%
人体用品	ヘアスプレー	89.2%
	その他　頭髪用品	89.2%
	シェービングクリーム	89.2%
	オーデコロン＆香水	89.2%
	医薬品 1)	100.0%
	人体消臭制汗剤	89.2%
	その他　人体用品	89.2%
自動車用品	くもり止め	84.7%
	その他　自動車用品	84.7%
その他	簡易消火具	87.5%
	その他	87.5%

（注）「東京都調査」を基に設定。

2） エアゾール缶中の噴射剤割合

東京都調査における設定に基づき、「エアゾール缶中の噴射剤割合」（液体としての噴射剤が容器に占める割合）については 45%と設定した。

3） 噴射剤中の LPG・DME 割合

東京都調査における設定に基づき、噴射剤中の LPG・DME の割合は表 A 3-32 のとおりに設定した。

表 A 3-32　製品別噴射剤中の LPG と DME の割合

製品種類		LPG	DME
殺虫剤	ハエ・カ用	90%	10%
	その他　殺虫剤	90%	10%
塗料	塗料	90%	5%
家庭用品	室内消臭剤	100%	0%
	クリーナー	100%	0%
	ワックス・ポリッシュ	100%	0%
	洗濯用品	100%	0%
	その他　家庭用品	100%	0%
人体用品	ヘアスプレー	90%	10%
	その他　頭髪用品	0%	100%
	シェービングクリーム	90%	10%
	オーデコロン＆香水	50%	50%
	医薬品	70%	30%
	人体消臭制汗剤	100%	0%
	その他　人体用品	50%	50%
自動車用品	くもり止め	100%	0%
	その他　自動車用品	100%	0%
その他	簡易消火具	0%	0%
	その他	100%	0%

（注）「東京都調査」を基に設定。

4） LPG、DME の比重

東京都調査における設定に基づき、LPG、DME の比重は各々0.56、0.67 と設定した。

■　活動量

東京都調査に従い、エアゾール製品の容器容量別生産数量に、容器容量別の 1 缶当たり平均容量を乗じて、容量ベースに換算したエアゾール製品の生産量を活動量とした。

$$AD_i = \sum (N_{i,k} \times P_{ave,k})$$

AD_i　：エアゾール製品 i の生産容量［cc］
$N_{i,k}$　：エアゾール製品 i、容器容量 k の生産数量［缶］
$P_{ave,k}$　：容器容量 k のエアゾール缶平均容量［cc/缶］

「容器容量別生産数量」については、日本エアゾール協会が毎年実施している「エアゾール製品生産数量調査」における調査結果を使用する。「平均容量」については、東京都調査において実施された、日本エアゾール協会へのヒアリングに基づく、容器階級別の設定値（表 A 3-33、表 A3-33）を使用した。

表 A 3-33 容器階級毎の平均容量（ブリキ容器、アルミ容器）

ブリキ容器	容器容量［cc］	100～	150～	180～	220～	280～	420～
	平均容量［cc］	125	165	200	250	350	420
アルミ容器	容器容量［cc］	～49	50～	100～	150～	200～	300～
	平均容量［cc］	25	75	125	175	250	300

表 A 3-34 容器階級毎の平均容量（合成樹脂容器）

容器容量［cc］	※
平均容量［cc］	210

（注）※全容量共通、（出典）「東京都調査」（表 A 3-33～表 A 3-34）

A3.1.2.2.l. 化粧品の使用

a） 排出源カテゴリーの説明

化粧品の使用に伴い、各種化粧品中に含まれる VOC 成分が大気中に放出される。

b） 方法論

■　算定方法

東京都調査における算定方法に倣い、種類別の化粧品販売数量に対し、化粧品種類別の VOC 含有率、化粧品種類別の大気放出率を乗じることで VOC 排出量を算定した。

$$E = \sum_i (AD_i \times C_i \times EF_i)$$

E　：化粧品の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD_i　：化粧品 i の販売数量［t］
C_i　：化粧品 i の VOC 含有率［%］
EF_i　：化粧品 i の大気放出率［%］

■　排出係数

各化粧品種類の VOC 含有率については、各種文献に基づき東京都調査において設定されている VOC 含有率を基に、「化学工業統計年報」の分類に再編した VOC 含有率を新たに設定した（表 A3-34）。

また、東京都調査に示されている VOC 含有率のうち、「化学工業統計年報」よりも部門が

細分化されているものについては、富士経済研究所「化粧品マーケティング要覧」調査結果に基づく配分比率により細分化された販売数量で加重平均し、「化学工業統計年報」における部門分類に対応するよう部門統合を行った。

表 A 3-35　「化学工業統計年報」における部門分類に基づく VOC 含有率及び大気排出率

化粧品種類		VOC 含有率	大気排出率
基礎化粧品	マッサージ・コールドクリーム	7.5%	100%
	モイスチャークリーム	7.5%	100%
	洗顔クリーム・フォーム	10.0%	0%
	クレンジングクリーム	10.0%	0%
	化粧水	10.0%	100%
	乳液	6.0%	100%
	美容液	8.5%	100%
	パック 1)	4.4%	100%
	その他の皮膚用化粧品	7.5%	100%
メイクアップ	ファンデーション 1)	2.6%	100%
	おしろい	0.0%	100%
	アイメークアップ	4.0%	100%
	まゆ墨・まつ毛化粧料	0.0%	100%
	ほほ紅	0.0%	100%
	口紅	0.0%	100%
	つめ化粧料（除光液含む）1)	76.8%	100%
ボディケア	リップクリーム	7.5%	100%
	日焼け止め及び日焼け用化粧品	10.0%	100%
フレグランス	香水・オーデコロン	83.5%	100%
インバスヘアケア	シャンプー	1.5%	0%
	ヘアリンス	1.5%	0%
	ヘアトリートメント	1.5%	0%
ヘアメイク	ポマード・チック・ヘアクリーム・香油 1) 液状・泡状整髪料 1) セットローション 1)	10.6%	100%
	ヘアスプレー	27.5%	100%
	その他の頭髪用（パーマネントウェーブ液を含む）	1.5%	100%
ヘアカラー	染毛料（ヘアブリーチ含む）1)	22.1%	100%
男性用化粧品	ひげ剃り用・浴用化粧品	25.0%	100%
	男性皮膚用化粧品	7.5%	100%
	ヘアトニック（育毛料含む）	42.5%	100%

（注）1）加重平均により統合した部門。

（出典）「東京都調査」を基に設定。

大気排出率についても、VOC 含有率同様に、「化学工業統計年報」における部門分類に対応する大気排出率として再設定を行った。各化粧品の一般的な使用方法に基づき、各製品の大気放出率を 0%あるいは 100%に設定しており（表 A3-35、表 A3-36）、部門を統合する際には、対象部門中、最も販売数量の多い製品に表 A 3-36 の考え方を適用し、再設定を行った。

表 A 3-36　東京都調査における大気排出率の設定方針

商品の形態	使用方法・処理方法	大気排出率
固体	水中で使用するか、流し落とす	0%
	放置して成分を揮発させる	100%
液体	水中で使用するか、短時間のうちに洗い流す	0%
	長時間放置して、乾燥させる	100%
	成分を揮発させる	100%
	スプレーとして噴霧する（噴射剤は別途推計・原液のみ）	100%

（出典）「東京都調査」

表 A 3-37　東京都調査における各商品の一般的な使用方法に基づく大気排出率

化粧品種類			大気排出率
基礎化粧品	マッサージ・コールドクリーム※1		100%
	メイク落とし		0%
	洗顔料	洗顔料	0%
		クレンジング	0%
	化粧水	化粧水	100%
	乳液	乳液	100%
	美容液	美容液	100%
	パック	ウォッシュオフパック	0%
		ピールオフパック	100%
		シートパック	100%
	フェイスクリーム	(※1 の細分類に含む)	-
	その他	スポットケア	100%
メイクアップ	化粧下地	メイクアップベース	100%
	ファンデーション・コンシーラ	ファンデーション等	100%
	フェイスパウダー	フェイスパウダー	100%
	アイカラー	アイシャドウ	100%
	アイライナー	アイライナー	100%
	マスカラ	マスカラ	100%
	アイブロウ	アイブロウ	100%
	チークカラー	チークカラー	100%
	リップカラー	リップカラー	100%
	ネイルカラー	ネイルエナメル	100%
		ネイルケア(リムーバー他)	100%
ボディケア	ボディローション・クリーム	ボディクリーム・ローション等	100%
	リップクリーム	リップクリーム	100%
	ハンドクリーム	ハンドクリーム	100%
	UVケア	サンタン・サンスクリーン	100%
	むだ毛処理剤	除毛・脱毛料	100%
	制汗防臭剤 ※2	制汗剤(足用＋腋用)	100%
フレグランス	香水 ※3	パルファン・オードパルファン	0%
	トワレ ※3		100%
	コロン ※3		0%
インバスヘアケア	シャンプー	シャンプー	0%
	ヘアリンス・コンディショナー	リンス・コンディショナー	0%
	ヘアトリートメント・パック	ヘアトリートメント	0%
ヘアメイク	ブロースタイリング剤ヘアスプレー・ヘアグロス	ヘアスタイリング剤	100%
	女性用ヘアトニック	(※6 の細分類に含む)	-
	女性用育毛・養毛剤	(※7 の細分類に含む)	-
	パーマ剤	コールドウェーブ液	100%
ヘアカラー	黒髪用カラーリング剤 白髪用カラーリング剤※4	白髪用ヘアカラー	100%
		黒髪用ヘアカラー	100%
		白髪用ヘアマニキュア	100%
		黒髪用ヘアマニキュア	100%
		その他のヘアカラー(スプレー等)	100%
		ブリーチ(脱色)	100%
男性用化粧品	プレシェーブ・シェービング剤	シェービング料	100%
	男性用洗顔料・パック	男性用皮膚用化粧品	0%
	男性用スキンローション		100%
	男性用スキンクリーム・ミルク		0%
	男性用メイクアップ		0%
	男性用ヘアトニック ※6	ヘアトニック	100%
	男性用育毛・養毛剤 ※7	育毛剤・育毛トニック	100%
	男性用ブロー・スタイリング剤	(※4 の細分類に含む)	-
	男性用ヘアスプレー・ヘアグロス		0%
	男性黒髪用カラーリング剤	(※5 の細分類に含む)	-
	男性白髪用カラーリング剤	(※5 の細分類に含む)	-
	男性用制汗防臭剤	(※2 の細分類に含む)	-
	男性用フレグランス	(※3 の細分類に含む)	-

(出典) 東京都調査

■　活動量

「化学工業統計年報」における化粧品種類別販売数量を活動量とした。なお、「化学工業統計年報」には、輸入品等が含まれていないため、実際の消費量との乖離が大きいとみられる。そこで、「化学工業統計年報」の販売金額に対する輸入超過額（輸入額－輸出額）の割合が特に大きい「香水・オーデコロン」については、輸出入分を考慮した補正処理を行った。

表 A 3-38　「化学工業統計年報」における化粧品項目

基礎化粧品	マッサージ・コールドクリーム
	モイスチャークリーム
	洗顔クリーム・フォーム
	クレンジングクリーム
	化粧水
	乳液
	美容液
	パック
	その他の皮膚用化粧品
メイクアップ	ファンデーション
	おしろい
	アイメークアップ
	まゆ墨・まつ毛化粧料
	ほほ紅
	口紅
	つめ化粧料（除光液含む）
フレグランス	香水・オーデコロン
ボディケア	リップクリーム
	日焼け止め及び日焼け用化粧品
インバスヘアケア	シャンプー
	ヘアリンス
	ヘアトリートメント
ヘアメイク	ポマード･チック･ヘアクリーム･香油
	液状・泡状整髪料
	セットローション
	ヘアスプレー
	その他の頭髪用（パーマネントウェーブ液を含む）
ヘアカラー	染毛料（ヘアブリーチ含む）
男性用化粧品	ひげ剃り用・浴用化粧品
	男性皮膚用化粧品
	ヘアトニック（育毛料含む）

A3.1.2.2.m. 洗車・補修用品の使用

a）排出源カテゴリーの説明

ワックス・クリーナー等、各種自動車用洗車・補修用品中に含まれる VOC 成分が、製品の使用に伴い大気中に放出される。

b）方法論

■　算定方法

東京都調査における算定方法に倣い、種類別の自動車用洗車・補修用品生産量に対し、自動車用洗車・補修用品種類別の VOC 含有率を乗じて自動車用洗車・補修用品中の VOC 使用量を算定、使用時に商品中の VOC 全量が大気中に放出されるとみなし、VOC 使用量を VOC 排出量とした。

$$E = \sum_i (AD_i \times C_i)$$

E　：自動車用洗車・補修用品の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD_i　：自動車用洗車・補修用品 i の生産量［t］
C_i　：自動車用洗車・補修用品 i の VOC 含有率［%］

■　排出係数

VOC 含有率については、各種文献に基づき東京都調査において設定されている VOC 含有率を基に、最小値と最大値が示されているものについては中央値を算出して新たに設定した（表 A 3-39）。

表 A 3-39　洗車・補修用品の VOC 含有率

製品		VOC	VOC 含有率
車用ワックス、コート剤		灯油を中心とした石油系炭化水素の化合物	50.0%
ウインド関連	ウインドウォッシャ液	メタノール	25.0%
	撥水剤	エタノール	49.0%
		イソプロピルアルコール	42.0%
	油膜取り	エタノール	6.5%
		イソプロピルアルコール	12.5%
		ジエタノールアミン	5.0%
		石油系溶剤	30.0%
	霜取り剤	エチレングリコール	25.0%
		イソプロピレンアルコール	25.0%
車用クリーナー		エチレングリコール	10.0%
車用ペイント、補修剤	塗料		-
	接着剤		-
車用芳香、消臭、脱臭剤	芳香剤	香料（液体）	1.5%
		エタノール	2.3%
		メタノール	3.5%
		香料（ゲル状）	3.5%
	消臭剤	エタノール	50.0%

（注）「東京都調査」を基に設定。

■　活動量

1991～1996 年度及び 1999～2005 年度については、「オートケミカル製造業実態調査報告書（日本オートケミカル工業会）」に記載のオートケミカル製品種類別生産量を活動量とした。2006 年度以降の活動量については、自動車 1 台あたりの洗車・補修用品消費量に自動車登録台数（国土交通省「自動車輸送統計年報」）を乗じて推計した。自動車 1 台あたりの洗車・補修用品消費量は、2003 年度から 2005 年度のオートケミカル製品種類別生産量を各年度の自動車登録台数で除して算出し、その 3 カ年平均値[7]に、各年度の自動車 1 台当たり走行量における 2005 年度からの伸び率を乗じて推計する。平均値を用いたのは、車用ワックス・コート剤については 1990 年度以降減少傾向にあり、「自動車用品小売業協会」によると、自動車 1 台当たり消費量は、自動車利用率の低下、自動車の小型化、自動洗車装置の普及等により、近年減少傾向であるとのことから、自動車 1 台当たり走行量のトレンドを考慮しためである。また、車用ワックス・コート剤以外の製品についても同様に自動車 1 台当たり走行距離の伸び率を基に推定することとした。1990 年度は、1991 年度値を使用した。1997 年度、1998 年度は 1996 年度と 1999 年度の活動量から内挿補完した。

[7] 2005 年度は前年度に比べ特異的に増加しているため、3 カ年平均値を基準とした。

A3.1.2.2.n. 化学品の製造

a） 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、化学品の重合や合成の製造施設からの揮発性の高い物質の漏洩、化学品の貯蔵・出荷の際の漏洩、ポリマーの重合等の化学反応を起こさせる場合や特定の成分を抽出する場合等に使用される溶剤からの排出、及び原料等の使用からの NMVOC 排出量の算定方法を扱う。

b） 方法論

■　算定方法

排出活動別の活動量（塗料生産量、印刷インキ生産量、溶剤系接着剤出荷量、表面処理機材製造における VOC 使用量、化学工業関連業出荷額、及びフィルム-軟質製品-包装用生産量）に、VOC 排出インベントリ調査における排出活動別の排出量を各活動量で割り戻して設定した NMVOC 排出係数を乗じることで化学品の製造からの NMVOC 排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：化学品の製造に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD ：排出活動別に設定した活動量
EF ：活動量当たりの排出係数

さらに、上記排出量算定結果には、「1.B.2.a.iii. 石油の輸送」において計上したタンカー等による化学品荷役時の排出量が含まれるため、本カテゴリーでは当該排出量を差し引くこととする。

■　排出係数

環境省 VOC 排出インベントリ調査の「化学品」において対象となっている各排出活動における排出量に対し、表 A3-46 に示した各活動量で割り戻した値を排出係数とした。VOC 排出インベントリ調査の対象期間外（自主行動計画・PRTR 届出データの対象期間外）を含む各年度の排出係数の設定方法は表 A3-39～表 A 3-45 のとおり。

表 A 3-40　化学品の製造に係る NMVOC 排出係数設定方法（塗料製造）

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度、 2005 年度～	塗料製造に係る VOC 排出量（日本塗料工業会の自主行動計画に基づく推計値）を塗料生産量で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の平均値を適用。

表 A 3-41　化学品の製造に係る NMVOC 排出係数設定方法（印刷インキ製造）

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度、 2005 年度～	印刷インキ製造に係る VOC 排出量（印刷インキ工業連合会の自主行動計画に基づく推計値）を印刷インキ生産量で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の平均値を適用。

表 A 3-42　化学品の製造に係る NMVOC 排出係数設定方法（溶剤系接着剤製造）

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度、 2005 年度～	溶剤系接着剤製造に係る VOC 排出量（日本接着剤工業会の自主行動計画に基づく推計値）を溶剤系接着剤出荷量で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の平均値を適用。

表 A 3-43　化学品の製造に係る NMVOC 排出係数設定方法（表面処理機材製造）

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度、 2005 年度～	表面処理機材製造に係る VOC 排出量（日本表面処理機材工業会の自主行動計画に基づく推計値）を表面処理機材製造における VOC 使用量で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の平均値を適用。

表 A 3-44　化学品の製造に係る NMVOC 排出係数設定方法（化学製品製造）

年度	排出係数の設定方法
1990～1994 年度	積極的な削減活動は行われていなかったため 1995 年度の排出係数を全年度に適用。
1995～1999 年度	1995 年度から PRTR のパイロット事業として自主的取り組みが始まったことから、1995 年度以降排出係数は減少傾向であったと考えられる。以上より、2000～2010 年度までのトレンドから外挿推計とする [1]。
2000 年度、 2005 年度～	化学工業に係る VOC 排出量（日本化学工業協会の自主行動計画に基づく推計値）を化学工業関連業出荷額で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の排出係数より、内挿補間により算出。

1) 1990～1999 年度の排出係数を外挿により設定する場合には、2000 年度から VOC 排出抑制に係る自主行動計画の目標年度である 2010 年度までのトレンドを基に設定する。

表 A 3-45　化学品の製造に係る NMVOC 排出係数設定方法（セロハン製造）

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度、 2005 年度～	セロハン製造に係る VOC 排出量（PRTR 届出排出量）をフィルム-軟質製品-包装用生産量で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の平均値を適用。

■　活動量

VOC 排出インベントリ調査の「化学品」において対象となっている各排出活動に相関のある指標として、表 A 3-46 に示す活動量を設定した。「各種化学製品製造」については、（社）日本化学工業協会の自主行動計画で捕捉されている範囲が広範囲にわたり、特定の製品の生産量等を活動量として設定することが困難であったことから、業界全体の出荷金額を活動量として設定した。なお、自主行動計画の報告値は年度値であるが、出荷金額は暦年値のみしか得られないため、次式により、簡易的に年度値に換算した。

$$S_{FYi} = S_{CYi} \times 0.75 + S_{CY(i+1)} \times 0.25$$

S　：出荷金額
FY_i　：i 年度
CY_i　：i 暦年

表 A 3-46　化学品の製造における活動量

排出源	活動量	出典
塗料製造	塗料生産量	「化学工業統計年報」
印刷インキ製造	印刷インキ生産量	「化学工業統計年報」
溶剤系接着剤製造	溶剤系接着剤出荷量	日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」
表面処理機材製造	表面処理機材製造に伴う VOC 使用量 （注）ただし、1990～1999 年度は 2000 年度値を適用、2001～2004 年度は 2000・2005 年度平均値とする。	経済産業省「VOC 自主行動計画及び実績報告」
各種化学製品製造	自主行動計画で報告されている PRTR 届出排出量の対象業種における出荷額合計（「化学工業」及び「プラスチック製品製造業（別掲を除く）」）	経済産業省「工業統計」
セロハン製造	フィルム-軟質製品-包装用生産量	「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報」

A3.1.2.2.o. 塗膜剥離剤（リムーバー）の使用

a） 排出源カテゴリーの説明

塗装を塗り替える際、塗膜を剥離するためにジクロロメタンが使用されており、その使用過程で排出される。

b） 方法論

■　算定方法

塗膜剥離剤（リムーバー）の使用時は局所排気等の排出抑制対策を実施しにくいため、リムーバーに係るジクロロメタンの使用量全量を排出量として計上する。

■　排出係数

活動量をそのまま排出量とするため、排出係数は設定しない。

■　活動量

リムーバーに係るジクロロメタンの使用量については、クロロカーボン衛生協会提供データを基に以下のとおり設定した。

表 A 3-47　リムーバーの使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～ 1994 年度	1990～1994 年度の用途別消費量が存在しないため、1995 年度の総消費量に占めるリムーバー用途の割合を各年度の総消費量に乗じて算出。
1995 年度～	クロロカーボン衛生協会「用途別需要」におけるリムーバー用のジクロロメタン使用量。

A3.1.2.2.p. 試薬

a） 排出源カテゴリーの説明

化学実験や成分分析等において、化学反応を起こさせる目的で使用される試薬に NMVOC が含まれ、使用時に排出される。

b） 方法論

■　算定方法

VOC 排出インベントリ調査の算定方法に従い、物質別の試薬使用量に試薬使用時の物質別大気排出率を乗じて推計する。

$$E = AD \times EF$$

E　：試薬の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD ：試薬の使用量［t］
EF ：試薬使用時の大気排出率［t-NMVOC/t］

■　排出係数

2000 年度と 2005 年度は、VOC 排出インベントリ調査に従い、「化学物質安全対策推進等（すそ切り以下事業者排出量推計手法、オゾン層破壊物質及び低含有率物質の排出量推計手法に関する調査）報告書」に記載の試薬の使用に係る排出係数を使用する。1999 年度以前は 2000 年度値と同値に、2001～2004 年度については、2000 年度と 2005 年度の排出係数の内挿補間により算出した。

■　活動量

試薬の使用に係るジクロロメタン、トリクロロエチレンの使用量については、VOC 排出イ

ンベントリ調査及び、クロロカーボン衛生協会提供データを基に以下の表のとおりに設定する。

表 A 3-48　試薬の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～ 1994 年度	1990～1994 年度の用途別消費量が存在しないため、1995 年度の総消費量に占める試薬用途の割合（クロロカーボン衛生協会「用途別需要」より算出）を各年度の総消費量に乗じて算出。
1995 年度～	クロロカーボン衛生協会「用途別需要」における試薬用のジクロロメタン・トリクロロエチレン使用量。

その他の試薬については、VOC 排出インベントリ調査に記載の、環境確保条例（東京都）の報告データのうち、使用目的が「試薬」である物質の取扱量の同ジクロロメタン取扱量に対する比率を、クロロカーボン衛生協会の「用途別需要」におけるジクロロメタンの使用量に乗じて推計する。

A3.1.2.2.q. プラスチック発泡剤の使用

a） 排出源カテゴリーの説明

軟質ウレタンフォームの補助発泡剤としてジクロロメタンが使用されており、使用過程で排出される。

b） 方法論

■　算定方法

プラスチック発泡剤用のジクロロメタン使用量を排出量として計上する。

■　排出係数

活動量をそのまま排出量とするため、排出係数は設定しない。

■　活動量

プラスチック発泡の製造に係るジクロロメタンの使用量については、クロロカーボン衛生協会提供データを基に以下のとおり設定した。

表 A 3-49　プラスチック発泡剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1994 年度	1990～1994 年度の用途別消費量が存在しないため、1995 年度の総消費量に占める発泡用途の割合を各年度の総消費量に乗じて算出。
1995 年度～	クロロカーボン衛生協会「用途別需要」における発泡用のジクロロメタン使用量。

A3.1.2.2.r. 漁網防汚剤の使用

a） カテゴリーの説明

養殖場で用いられる網や定置網に塗布されている漁網防汚剤を希釈するために溶剤が使用されている。網を薬品に漬け込んだ後、溶剤を蒸発させてから網を使用するが、その際に溶剤が大気中に排出される。

b） 方法論

■　算定方法

PRTR 届出外排出量の「漁網防汚剤に係る排出量」における「海面養殖等に係る漁網防汚剤の全国使用量」（水産庁調べ）のうち、キシレンの全国使用量（海面養殖・定置網）を排出量として計上する。

■　排出係数

活動量をそのまま排出量とするため、排出係数は設定していない。

■　活動量

PRTR 届出外排出量及び、水産庁提供データを基に以下のとおり設定した。

表 A 3-50　漁網防汚剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1997 年度	漁網防汚剤に係るキシレン使用量が存在しないため、1998 年度の海面養殖及び定置網における漁網防汚剤に係るキシレン使用量を使用する。
1998～2001 年度	水産庁提供データを使用。
2002 年度～	PRTR 届出外排出量の「漁網防汚剤に係る排出量」における水産庁調べによる「海面養殖等に係る漁網防汚剤の全国使用量」のうち、キシレンの全国使用量（海面養殖・定置網）を使用。

A3.1.2.2.s. コンバーティング溶剤の使用

a）カテゴリーの説明

染色整理業のコンバーティング加工施設の乾燥工程、仕上加工の乾燥・ベーキング（形態安定加工）工程、捺染（プリント）の乾燥工程において使用される溶剤が大気中に排出される。

b）方法論

■　算定方法

染色整理業における製品加工高に、加工高当たりの NMVOC 排出係数を乗じることで、排出量を算定する。

■　排出係数

VOC 排出インベントリ調査における、日本染色協会の自主行動計画報告値を基にした排出量を染色整理加工高合計（毛織物を除く）で割り戻して、排出係数として設定する。

表 A 3-51　コンバーティング溶剤の使用に係る排出係数設定方法

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度値と同値とする。
2000 年度、 2005 年度～	コンバーティング溶剤の使用に係る VOC 排出量（日本染色協会の自主行動計画報告値に基づく推計値）を染色整理業における製品加工高（毛織物を除く）で割り戻して設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の排出係数の内挿補間により設定。

■　活動量

経済産業省「生産動態統計年報　繊維・生活用品統計編」における染色整理加工高合計（毛織物を除く）を使用する。毛織物については、生産過程でコンバーティング溶剤が使用されていないことから、活動量から控除する。

A3.1.2.2.t. コーティング溶剤の使用

a）カテゴリーの説明

プラスチックフィルム上に特殊機能（帯電防止剤、耐磨耗・傷剤、防曇剤、電磁遮断剤、導電性付与剤、紫外線吸収剤等）を付加するコーティングを行う際に使用する溶剤から排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

フィルム販売数量に、販売数量当たりの排出係数を乗じることで、排出量を算定する。

■ 排出係数

VOC 排出インベントリ調査における、ポリエチレンラミネート製品工業会の自主行動計画報告値を基にした排出量をフィルム販売数量で割り戻した値を排出係数として設定する。

表 A 3-52　コーティング溶剤の使用に係る排出係数設定方法

年度	排出係数の設定方法
1990～2004 年度	2005 年度の排出係数を適用。
2005 年度～	コーティング溶剤の使用に係る VOC 排出量（ポリエチレンラミネート製品工業会の自主行動計画報告値に基づく推計値）をフィルム販売数量で割り戻して設定。

■ 活動量

「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報」におけるフィルムの販売数量を使用する。

A3.1.2.2.u. 合成皮革溶剤の使用

a） カテゴリーの説明

合成皮革を製造する際、ポリウレタンの溶解に N,N-ジメチルホルムアミドが使用されており、その使用過程で排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

PRTR 届出排出量におけるプラスチック製品製造業における N,N-ジメチルホルムアミドの大気排出量と PRTR 届出外排出量推計結果におけるすそ切り以下事業者からの同様の排出量の合計を計上する。

■ 排出係数

活動量をそのまま排出量とするため、排出係数は設定しない。

■ 活動量

PRTR 届出排出量におけるプラスチック製品製造業における N,N-ジメチルホルムアミドの大気排出量と PRTR 届出外排出量推計結果におけるすそ切り以下事業者からの同様の排出量の合計を使用する。

表 A 3-53　合成皮革溶剤の使用に係る活動量設定方法

<table>
<tr><th rowspan="2">年度</th><th colspan="2">活動量の設定方法</th></tr>
<tr><th>PRTR 届出排出量</th><th>PRTR 届出外排出量</th></tr>
<tr><td>1990～2000 年度</td><td colspan="2">「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報」における「合成皮革向けのその他の樹脂消費量」の 2001 年度との比率を、2001 年度の大気排出量に乗じて推計。</td></tr>
<tr><td>2001～
2012 年度</td><td rowspan="2">PRTR 届出排出量におけるプラスチック製品製造業における N,N-ジメチルホルムアミドの大気排出量を使用。</td><td>2017 年度 [8]の届出排出量に対する届出外排出量の割合を 2001～2012 年度の届出排出量に乗じて算定。</td></tr>
<tr><td>2013 年度～</td><td>PRTR 届出外推計結果におけるすそ切り以下事業者からのプラスチック製品製造業における N,N-ジメチルホルムアミド大気排出量を使用。</td></tr>
</table>

[8] 過小推計を回避するため、最も割合の大きい年度の値を採用した。

A3.1.2.2.v. くん蒸剤の使用

a） カテゴリーの説明

農地や倉庫等でのくん蒸剤の使用により臭化メチルが排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

くん蒸剤用途の臭化メチル使用量に使用量当たりの排出係数を乗じて排出量を算定する。

■ 排出係数

VOC 排出インベントリ調査に従い、国立環境研究所「臭化メチルの使用実態調査」（平成10 年度）に基づく排出係数（64%）を全年度に適用する。

■ 活動量

メチルブロマイド工業会「用途別国内出荷量」におけるくん蒸剤用途の臭化メチル使用量を基に以下のとおり設定した。なお、「土壌用」と「検疫用」については、全量をくん蒸剤用途とみなし、「その他用」については、工業原料用が含まれるが、内訳詳細が不明なため 50%をくん蒸剤用途とみなしている。

表 A 3-54　くん蒸剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	臭化メチルの用途別国内向け出荷数量（農林水産省消費・安全局農産安全管理課調べ）。但し「その他用」は当該データを用いて推計。
2000 年度、 2005 年度～	メチルブロマイド工業会「用途別国内出荷量」におけるくん蒸剤用途の臭化メチル使用量。
2001～2004 年度	臭化メチルの用途別国内向け出荷数量（農林水産省消費・安全局農産安全管理課調べ）。但し「その他用」は当該データを用いて推計。

A3.1.2.2.w. 湿し水溶剤の使用

a） カテゴリーの説明

オフセット印刷に使用される湿し水に添加されるエッチ液中のイソプロピルアルコールが VOC として大気中に排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

平板印刷インキ販売数量に、平板印刷インキ販売数量当たりの VOC 排出量を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times EF$$

E　：湿し水の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］

AD　：平板印刷インキ販売数量［t］

EF　：平板印刷インキ販売数量当たり NMVOC 排出量［t-NMVOC / t］

■ 排出係数

日本印刷産業連合会の自主行動計画報告値を基に以下のとおり設定した。

表 A 3-55　湿し水の使用に係る NMVOC 排出係数設定方法

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を適用。
2000 年度、 2004 年度～	湿し水の使用に係る VOC 排出量（日本印刷産業連合会の自主行動計画報告値に基づく推計値）を平板印刷インキ販売数量で割り戻して設定。
2001～2003 年度	2000 年度と 2004 年度より内挿補間により設定。

■　活動量

「化学工業統計年報」における平板印刷インキ販売数量を使用する。

A3.1.2.2.x. 衣料用処理剤の使用

a）カテゴリーの説明

衣料用処理剤（衣料用帯電防止剤・防水剤・衣料用消臭スプレー・染み抜き剤）は、成分を揮発、または噴霧して使用される際に NMVOC が大気中に排出される。

b）方法論

■　算定方法

衣料用処理剤の種類別の販売量に、種類別の VOC 含有率と大気排出率を乗じて NMVOC 排出量を算定する。

$$E = \sum_i (AD_i \times R_i \times EF_i)$$

E　：衣料用処理剤の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］

AD_i　：衣料用処理剤 i の販売量［t］（販売量が容積で示される場合は比重 0.8 を乗じる）

R_i　：衣料用処理剤 i の VOC 含有率［%］

EF_i　：衣料用処理剤 i の大気排出率［%］

■　排出係数

東京都調査における設定値に基づき VOC 含有率及び大気排出率を以下のとおりに設定した。VOC 含有率は種類別に設定し、東京都調査における VOC 含有率の最小値、最大値の中間値を用いた。

表 A 3-56　衣料用処理剤の使用に係る VOC 含有率と大気排出率

種類	VOC 含有率	大気排出率
衣料用帯電防止剤	50%	100%
防水剤（衣料・靴等）	35%	100%
衣料用消臭スプレー	8%	100%
染み抜き剤（界面活性剤）	30%	100%
染み抜き剤（ベンジン系）	50%	100%

■　活動量

「[拡張] 揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリについて（環境省）」（以下、「拡張 VOC 排出インベントリ」）における設定方法を基に以下のとおりに設定した。

表 A 3-57　衣料用処理剤に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
2005～2007 年度	東京都調査における衣料用処理剤の販売量。
上記以外	「家計調査（総務省）」の「他の家事用消耗品のその他」等の一世帯当たり年間支出金額に「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査（総務省）」における全世帯数を乗じて得た全世帯の年間支出金額の各年値の 2005～2007 年平均値に対する伸び率を、東京都調査の 2005～2007 年の 3 カ年平均値に乗じて推計。

A3.1.2.2.y. 芳香・消臭剤の使用

a）排出源カテゴリーの説明

芳香・消臭剤を置いて成分を揮発させて使用する際、芳香・消臭剤に含まれる NMVOC が大気中に排出される。

b）方法論

■　算定方法

芳香・消臭剤の種類別の販売量に、種類別の VOC 含有率と大気排出率を乗じて NMVOC 排出量を算出する。

$$E = \sum_i (AD_i \times R_i \times EF_i)$$

E　：芳香・消臭剤の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］

AD_i　：芳香・消臭剤 i の販売量［t］（なお販売量が容積で示される場合は比重 0.8 を乗じる）

R_i　：芳香・消臭剤 i の VOC 含有率［%］

EF_i　：芳香・消臭剤 i の大気排出率［%］

■　排出係数

東京都調査における設定値に基づき VOC 含有率及び大気排出率を以下のとおりに設定した。VOC 含有率は種類別に設定し、東京都調査における VOC 含有率の最小値、最大値の中間値を用いた。

表 A 3-58　芳香・消臭剤の使用に係る VOC 含有率と大気排出率

芳香・消臭剤の種類		VOC 含有率	大気排出率
室内用芳香・消臭・防臭剤	エアゾール	30%	100%
	電子消臭剤	30%	100%
	その他	30%	100%
トイレ用芳香・消臭・防臭剤	エアゾール	30%	100%
	ミスト	30%	100%
	その他	30%	100%
脱臭剤	冷蔵庫用脱臭剤	1%	100%

■　活動量

拡張 VOC 排出インベントリ、東京都調査における設定方法に倣い以下の通りに設定した。

表 A 3-59　芳香・消臭剤に係る活動量設定方法

年	活動量の設定方法
2005～2007 年	東京都調査における芳香・消臭剤の販売額と単価から割り出した販売数量。
上記以外	衣料用処理剤に係る 2005～2007 年以外の活動量設定方法と同様。

A3.1.2.2.z. 皮膚用殺菌・消毒剤の使用

a） 排出源カテゴリーの説明

皮膚用殺菌・消毒剤に含まれるエタノール、イソプロパノール等のアルコールが使用過程で大気中に排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

重量換算した皮膚用殺菌・消毒剤の種類別の出荷量に、種類別の VOC 含有率と大気排出率を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (AD_i \times 0.8 \times R_i \times EF_i)$$

E ：皮膚用殺菌・消毒剤の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD_i ：皮膚用殺菌・消毒剤 i の出荷数量［kL］
0.8 ：アルコール密度の概算値［t/kL］
R_i ：皮膚用殺菌・消毒剤 i の VOC 含有率［%］
EF_i ：皮膚用殺菌・消毒剤 i の大気排出率［%］

■ 排出係数

東京都調査及び拡張 VOC 排出インベントリの設定値等に基づき VOC 含有率、大気排出率を設定した。VOC 含有率は種類別に下表の通りに、大気排出率は 100%に設定した。

表 A 3-60　皮膚用殺菌・消毒剤に係る VOC 含有率設定方法

種類			VOC 含有率
外用殺菌消毒剤（医薬品・医薬部外品）			45%（東京都調査の最小、最大値（20%、70%）の中間値）
消毒薬	アルコール製剤	イソプロパノール	100%（メーカーの規格表等に基づき保守的に設定）
		イソプロパノール（液）50%	50%（製品規格）
		イソプロパノール（液）70%	70%（製品規格）
		エタノール	96%（「日本薬局方（厚生労働省）」の規格における最小、最大値（95.1、96.9 vol%）の中間値）
		消毒用エタノール	79%（「日本薬局方」の規格における最小値、最大値（76.9、81.4 vol%）の中間値）
		無水エタノール	100%（「日本薬局方」の規格（99.5%以上）に基づき保守的に設定）
		エタノール（液）	79%（消毒用エタノールと同様に設定）
	その他		1%（拡張 VOC 排出インベントリの設定値）

■ 活動量

東京都調査における設定値及び「薬事工業生産動態統計年報（厚生労働省）」における「外皮用殺菌消毒剤」の出荷数量等に基づき以下のとおりに設定した。

表 A 3-61　皮膚用殺菌・消毒剤に係る活動量設定方法

暦年	外用殺菌消毒剤　（医薬品・医薬部外品）	消毒薬
2005～2007 年	東京都調査における設定値を使用。	「薬事工業生産動態統計年報（厚生労働省）」の「外皮用殺菌消毒剤」の出荷数量を一部補正して使用。
上記以外	「薬事工業生産動態統計年報」の「家庭薬」の生産金額の各年値の 2005～2007 年平均値に対する伸び率を、東京都調査の 2005～2007 年の 3 カ年平均値に乗じて推計。	

A3.1.2.2.aa. 食品トレー・発泡スチロール

a） 排出源カテゴリーの説明

食品トレー（発泡スチレンシート）・発泡スチロール中に残留するブタンとイソブタンが使用時に大気中に排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

発泡スチレンシート・発泡スチロール出荷量に VOC 含有率と大気排出率を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times R \times EF$$

E ：食品トレー・発泡スチロールの使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD ：発泡スチレンシート・発泡スチロール出荷量［t］
R ：発泡スチレンシート・発泡スチロールの VOC 含有率［%］
EF ：大気排出率［%］

■ 排出係数

拡張 VOC 排出インベントリの設定値に従い、VOC 含有率は 1.0%、大気排出率は 100%に設定した。

■ 活動量

食品トレーについては、発泡スチレンシート工業会提供の発泡スチレンシート出荷量を用いた。なお、工業会設立前となる 1990 年のデータは得られなかったため、1991 年値で代替した。

発泡スチロールについては、発泡スチロール協会の発泡スチロールのリサイクル回収対象量（国内流通量に相当）を用いた。データの得られなかった 1990 年は、1991 年値で代替した。

A3.1.2.2.bb. 筆記用具

a） 排出源カテゴリーの説明

筆記用具（ボールペン・マーキングペン・修正液）を使用する際、インク・修正液に含まれるアルコール分（ベンジルアルコール）や有機溶剤が大気中に排出される。

b） 方法論

■ 算定方法

拡張 VOC 排出インベントリ及び東京都調査の算定方法に倣い、ボールペン（水性・油性）・マーキングペン・修正液の販売数量［本］に、溶剤含有量、インク使用率、VOC 含有率と大気排出率を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i AD_i \times SC_i \times UR_i \times SG \times 10^{-6} \times R_i \times EF_i$$

E ：筆記用具の使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD_i ：製品 i の販売数量［本］
SC_i ：製品 i の溶剤含有量［mL/本］
UR_i ：製品 i のインク使用率［%］

SG　：溶剤の比重 1.0［g/mL］
R_i　：製品 i に含まれる溶剤の VOC 含有率［%］
EF_i　：大気排出率［%］
i　：筆記用具の種類

■　排出係数

拡張 VOC 排出インベントリの設定値等に基づき、溶剤含有量、VOC 含有率を下表の通りに、大気排出率は 100%に設定した。なお、インクが残存する製品の廃棄分の排出量が廃棄物分野と二重計上となる可能性があるものの、その割合を推定するための情報が得られなかったことから、インク使用率を 100%として設定する。

表 A 3-62　筆記用具に係る溶剤含有量、VOC 含有率設定方法

種類	溶剤含有量［mL/本］	VOC 含有率
ボールペン	0.2	水性ボールペン：5% 油性ボールペン：15%
マーキングペン	3.0	1990～1997 年度：水性マーキングペンの VOC 含有率 15%と油性マーキングペンの VOC 含有率 70%を、それぞれの販売数量を用いて加重平均 1998 年度以降:ボールペンのうち水性ボールペンの割合の 1997 年度からの伸び率をマーキングペンに準用して、それに基づいて 1990～1997 年度と同様に VOC 含有率を加重平均
修正液	7.0	45%

■　活動量

経済産業省「生産動態統計年報　繊維・生活用品統計編」におけるボールペン（水性・油性）・マーキングペン・修正液それぞれの販売数量を活動量とした。

なお、修正液については、1990～1994 年度は上記統計よりデータが得られないことから以下のとおり推計した。まず、1995～2020 年度までの一世帯当たりの文房具への家計支出（総務省「家計調査」、二人以上の世帯）に世帯数（総務省「世帯数調査」）を乗じることで文房具への総支出額を求め、1995～2020 年度の修正液販売金額（生産動態統計）を総支出額で除することで、各年度の総支出に対する修正液のシェアを算出した。1995～2020 年度の修正液のシェアから求めた線形近似式を用いて、1990～1994 年度の修正液のシェアを推計し、各年度の文房具への総支出額に当該シェアを乗じることで修正液の販売額を算出した。また、1995 年度の修正液単価（販売額/販売数量）と文房具の物価の前年度比（総務省「2020 年基準消費者物価指数」）を用いて 1990～1994 年度における修正液の単価をそれぞれ求め、販売金額をこれで除すことで 1990～1994 年度の販売数量を推計した。

A3.1.2.2.cc. ウェットティッシュ

a）　排出源カテゴリーの説明

消毒用・除菌用ウェットティッシュを使用する際、ウェットティッシュに含まれるアルコール分（エチルアルコール）が大気中に排出される。なお、介護用、雑品、化粧ウェットティッシュにはアルコールはほとんど使用されていないことから、算定対象外とする。

b）　方法論

■　算定方法

拡張 VOC 排出インベントリの算定方法に倣い、ウェットティッシュの生産数量［枚］に、1 枚当たりの液量、VOC 含有率、大気排出率を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD \times L \times R \times 10^{-6} \times SG \times EF$$

E　：ウェットティッシュの使用に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：ウェットティッシュの生産数量［枚］
L　：ウェットティッシュの 1 枚当たりの液量［mL/枚］
R　：ウェットティッシュの VOC 含有率［%］
SG　：アルコールの比重 0.8
EF　：大気排出率［%］

■　排出係数

拡張 VOC 排出インベントリの設定値に倣い、ウェットティッシュの 1 枚当たりの液量は 3［mL/枚］、VOC 含有率は 10%、大気排出率は 100%に設定した。

■　活動量

拡張 VOC 排出インベントリに倣い、日本衛生材料工業連合会（日衛連）の消毒用・除菌用ウェットティッシュ生産数量［個］に、1 個当たりの枚数、アルコール系製品の割合を乗じることにより、ウェットティッシュ生産数量［枚］を推計した。

$$AD = \sum_i M_i \times S \times R_i$$

AD　：ウェットティッシュの生産数量［枚］
M_i　：ウェットティッシュの生産数量［個］
S　：ウェットティッシュ 1 個当たりの枚数［枚/個］
R_i　：アルコール系製品の割合［%］
i　：ウェットティッシュの種類（消毒用、除菌用）

消毒用・除菌用ウェットティッシュの生産数量［個］は下表の通りに設定した。

表 A 3-63　消毒用ウェットティッシュに係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
2007 年度以前	消毒用ウェットティッシュの生産個数を 0 と設定
2008～2012 年度	2008 年以降に一般への販売が開始されたと仮定し、2007 年度と 2013 年度の生産数量から内挿補完
2013 年度以降	拡張 VOC 排出インベントリに倣い、日衛連「ウェットティッシュの統計データ」を使用

表 A 3-64　除菌用ウェットティッシュに係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
2000 年度以前	除菌用ウェットティッシュの生産個数を 0 と設定
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の生産数量から内挿補完
2005～2007 年度	拡張 VOC 排出インベントリに倣い、東京都調査のデータを使用
2008～2009 年度	拡張 VOC 排出インベントリに倣い、2007 年度の値を使用
2010 年度以降	拡張 VOC 排出インベントリに倣い、日衛連「ウェットティッシュの統計データ」を使用

ウェットティッシュ 1 個当たりの枚数は VOC 排出インベントリに倣い、50（枚/個）と設定した。また、ウェットティッシュのアルコール系の割合は消毒用を 100%、除菌用を 30%と設定した。

A3.1.2.3. その他 - 食料・飲料産業（2.H.2.）（NMVOC）

A3.1.2.3.a. 食料品等（発酵）

a） 排出源カテゴリーの説明

食料品や飲料の製造段階で生成するアルコール等が漏洩することにより、NMVOC として排出される。パンの製造時に生成するアルコール、及び酒類の製造時に生成するアルコールが算定対象となるが、これらの排出量はバイオマス起源であると考えられる。

b） 方法論

■ 算定方法

パン及び各種酒類の生産量に、生産量当たりの NMVOC 排出係数を乗じることで、食品製造に係る NMVOC 排出量を算定した。

【パンの生産に係る NMVOC 排出量算定式】

$$E = AD \times EF$$

E　：パンの生産に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：パン生産量［千 t］
EF　：パン生産量当たりの排出係数［kg-NMVOC/t］

【酒類の生産に係る NMVOC 排出量算定式】

$$E = AD \times ABV \times EF$$

E　：酒類の生産に伴う NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD　：酒類生産量［千 kL］
ABV　：エチルアルコール含有率［%］
（焼酎、ウイスキー類、スピリッツ類、リキュール類にのみ設定）
EF　：酒類生産量当たりの排出係数［kg-NMVOC/kL］

■ 排出係数

パンの生産の排出係数は、European Environment Agency「EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009」に記載のパンの製造に係る排出係数（4.5kg / t）を使用した。

酒類の生産の排出係数も、「EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009」に記載の酒類の製造に係る排出係数（表 A3-65）を使用した。各酒類のエチルアルコール含有率は焼酎、ウイスキー類、スピリッツ類、リキュール類にのみ設定し、このうち焼酎、ウイスキー類については「EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009」を元に設定した（表 A3-66）。スピリッツ類、リキュール類については、VOC 排出インベントリ調査におけるエチルアルコール含有率を使用し設定した（表 A3-67、表 A3-68）。

表 A 3-65　酒類の製造に係る排出係数

酒類	排出係数	単位
清酒	0.08	kg/100L-酒類製成数量
合成清酒	0.08	kg/100L-酒類製成数量
焼酎	0.4	kg/100L-エチルアルコール製成数量
ビール	0.035	kg/100L-酒類製成数量
果実酒類	0.08	kg/100L-酒類製成数量
ウイスキー類	15	kg/100L-エチルアルコール製成数量
スピリッツ類	0.4	kg/100L-エチルアルコール製成数量
リキュール類	0.4	kg/100L-エチルアルコール製成数量
雑酒（発泡酒等）	0.035	kg/100L-酒類製成数量

（注）「EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009」を基に「VOC 排出インベントリ調査」で設定。

表 A 3-66　酒類（焼酎、ウイスキー類）のエチルアルコール含有率

酒類	エチルアルコール含有率
焼酎	25%
ウイスキー類	40%

（注）「EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009」を基に設定。

表 A 3-67　スピリッツ類、リキュール類のエチルアルコール含有率設定方法

年度	設定方法
1990～1999 年度	VOC 排出インベントリ調査における 2000 年度のエチルアルコール含有率を使用。
2000 年度	VOC 排出インベントリ調査におけるエチルアルコール含有率を使用。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度より内挿補間により設定。
2005 年度～	VOC 排出インベントリ調査におけるエチルアルコール含有率を使用。

表 A 3-68　酒類（スピリッツ類、リキュール類）のエチルアルコール含有率

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
スピリッツ類	25.9%	25.9%	25.9%	12.7%	10.3%	10.1%	10.0%	9.8%	9.7%	9.7%	9.8%	9.9%	9.9%	9.9%	9.9%
リキュール類	11.7%	11.7%	11.7%	8.5%	7.0%	6.8%	6.7%	6.8%	6.7%	6.5%	6.4%	6.4%	6.4%	6.4%	6.4%

■　**活動量**

パンについては、農林水産省「食品産業動態調査」における各種パンの生産量を活動量とした。

酒類については国税庁「酒類製成及び手持高表」における各種酒類の製成数量（生産量）を活動量とした。

A3.1.3. 農業分野

A3.1.3.1. 野外で農作物の残留物を焼くこと（3.F: CO、NOx）

a）　**方法論**

■　**算定方法**

当該排出源から排出される CO、NOx については、CH_4、N_2O の算定と同様に 2006 年 IPCC ガイドラインに示された方法を用いて算定した。

$$E = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

E　：農作物残渣の野焼きによる CO、NOx 排出量［t-CO または t-NOx］

A　：野焼き対象の面積［ha］

M_B　：単位面積当たり燃焼重量［t/ha］

C_f　　：燃焼係数
G_{ef}　　：排出係数［g-CO/kg または g-NOx/kg］

■　排出係数

CO　　: 92 g-CO/kg（乾物）（2006 年 IPCC ガイドラインデフォルト値）
NOx　　: 2.5 g-NOx/kg（乾物）（2006 年 IPCC ガイドラインデフォルト値）

■　活動量

活動量は CH_4、N_2O の算定で用いたものと同じであるため、「5.7. 野外で農作物の残留物を焼くこと（3.F.）」を参照のこと。

A3.1.4. 土地利用、土地利用変化及び林業分野

A3.1.4.1. バイオマスの燃焼（4(V)）

a）　方法論

1）　森林火災に伴う非 CO_2 排出（CO、NOx）

■　算定方法

バイオマスの燃焼による CO 及び NO_X の排出量については、Tier 1 の算定方法を用いた。

○　CO

$$bbGHG_f = L_{forest\ fires} \times ER$$

○　NO_X

$$bbGHG_f = L_{forest\ fires} \times ER \times NC_{ratio}$$

$bbGHG_f$　　：森林によるバイオマス燃焼に伴う CO、NOx 排出量
$L_{forest\ fires}$　　：森林の火災に伴う炭素ストック損失量［t-C/yr］
ER　　：排出比　（CO：0.06、NO_X：0.121）
NC_{ratio}　　：NC 比

■　排出係数

○　排出比

バイオマスの燃焼に伴う CO 及び NO_X の排出比には以下のパラメータを用いた。
CO：0.06、NO_X：0.121
（出典：GPG-LULUCF デフォルト値　Table3A.1.15）

○　NC 比

バイオマスの燃焼に伴う NO_X の NC 比には、以下のパラメータを用いた。
NC 比：0.01
（出典：GPG-LULUCF　p.3.50 デフォルト値）

■　活動量

森林における活動に関しては、森林火災による炭素排出量を適用した。詳細に関しては、第 6 章の 6.16 節の活動量の項目を参照のこと。

2）　果樹剪定枝の焼却に伴う非 CO_2 排出（CO、NOx）

■　算定方法

果樹剪定枝の焼却による CO、NOx 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに提示さ

れている方法（Equation 2.27, p2.42, Vol.4）を適用して計算を行った。算定式は以下のとおりである。

$$L_{fire} = W_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-6}$$

L_{fire} ：焼却に伴う CO、NOx 排出量［kt］
W_B ：焼却量［t-d.m］
C_f ：燃焼率
G_{ef} ：排出係数［t/kt-d.m.］

■　各種パラメータ

燃焼率についてはわが国の農業分野の農作物残渣の野焼きで一般的に利用されている値（0.90）を利用することとする。排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインに記載されたデフォルト排出係数のうち「Agricultural residue」の値を適用することとする。

表 A 3-69　焼却に伴うデフォルト排出係数［t/kt-d.m.］

区分	CO	NOx
Agricultural residue	92	2.5

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン, Vol.4, chp.2, Table 2.5

■　活動量（焼却量）

果樹剪定枝（残さ）の活動量に関しては、第 6 章の 6.16 節の活動量の項目を参照のこと。

3）草地の燃焼に伴う非 CO_2 排出（CO、NOx）

■　算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1、Tier 2 に適用されるバイオマス燃焼の算定式（Equation 2.27, p2.42, Vol.4）に従い、草地の燃焼に伴う CO、NOx 排出量の算出を行った。算定式は以下のとおりである。

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-6}$$

L_{fire} ：焼却に伴う CO、NOx 排出量［kt］
A ：燃焼面積［ha］
M_B ：単位面積あたり焼却量［t-d.m./ha］
C_f ：燃焼率
G_{ef} ：排出係数［t/kt-d.m.］

■　各種パラメータ

燃焼率については我が国における調査データも鑑み、専門家判断により 90%を利用した。排出係数は 2006 年 IPCC ガイドラインに記載されたデフォルト排出係数のうち「Savanna and grassland」のデフォルト値を適用した。

表 A 3-70 焼却に伴うデフォルト排出係数［t/kt-d.m.］

区分	CO	NOx
Savanna and grassland	65	3.9

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン, Vol.4, chp.2, Table 2.5

■　活動量（焼却量）

草地燃焼の活動量（焼却量）に関しては、第 6 章 6.16 節の活動量の項目を参照のこと。

A3.1.5. 廃棄物分野

A3.1.5.1. 廃棄物の焼却と野焼き（5.C.）

A3.1.5.1.a. 一般廃棄物の焼却（5.C.1.-）

a） 方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC、SO_X については、一般廃棄物の焼却施設区分別（全連続式焼却炉、准連続式焼却炉、バッチ燃焼式焼却炉、ガス化溶融炉）の焼却量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。当該排出量は、NIR 第 7 章に記載している方法を用いて、エネルギー回収を伴わない単純焼却と、エネルギー回収を伴う焼却に分離し、単純焼却分を廃棄物分野で、エネルギー回収を伴う分をエネルギー分野に分けて報告している。

■　排出係数

○　NO_X、SO_X

焼却炉については、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」によって把握された排出量及び廃棄物処理量を用いて、焼却施設区分別の排出係数を設定した（対象施設は［1301：廃棄物焼却炉（一般都市廃棄物用、連続）］と［1302：廃棄物焼却炉（一般都市廃棄物用、バッチ）］、対象燃原料は［53：一般廃棄物］）。なお、「大気汚染物質排出量総合調査」では焼却施設区分が「連続」と「バッチ」の 2 区分とされているが、「連続」のうち操炉時間 3000 時間以下のものを「准連続」とした上で、「全連続燃焼式」、「准連続燃焼式」、「バッチ燃焼式」の 3 区分で排出係数を設定した。

ガス化溶融炉については、燃焼方式が類似の全連続燃焼式焼却炉の値を代用した。

表 A 3-71　一般廃棄物の焼却施設区分別の NO_X、SO_X 排出係数

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NOx																
全連続燃焼式焼却炉	kg-NOx/t	1.238	1.213	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127
准連続燃焼式焼却炉	kg-NOx/t	1.055	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226
バッチ燃焼式焼却炉	kg-NOx/t	1.137	1.918	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850
ガス化溶融炉	kg-NOx/t	1.238	1.213	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127
SOx																
全連続燃焼式焼却炉	kg-SOx/t	0.555	0.539	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361
准連続燃焼式焼却炉	kg-SOx/t	0.627	1.141	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712	0.712
バッチ燃焼式焼却炉	kg-SOx/t	1.073	1.625	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714
ガス化溶融炉	kg-SOx/t	0.555	0.539	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361

（注）2001 年以降のデータは 2000 年データで代替している。
（出典）環境省「大気汚染物質排出量総合調査」

○　CO

焼却炉については、大気環境学会（1996）等において集計された個々の施設の排出係数データに基づいて、焼却施設区分別の排出係数を設定した。なお、「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」では焼却施設区分が炉種（ストーカ炉、流動床炉等）によって細区分されているが、炉種別焼却量を用いて加重平均した上で、「全連続燃焼式」、「准連続燃焼式」、「バッチ燃焼式」の 3 区分で排出係数を設定した。

ガス化溶融炉については、燃焼方式が類似の焼却炉である全連続燃焼式ストーカ炉の値を代用した。

表 A 3-72　一般廃棄物の焼却施設区分別の CO 排出係数

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全連続燃焼式焼却炉	g-CO/t	557	557	555	554	554	553	553	553	553	553	554	554	554	554	554
准連続燃焼式焼却炉	g-CO/t	548	548	567	591	611	613	609	614	607	600	603	611	603	611	611
バッチ燃焼式焼却炉	g-CO/t	8,237	8,237	8,298	8,341	8,270	8,270	8,274	8,274	8,279	8,281	8,239	8,241	8,241	8,244	8,244
ガス化溶融炉	g-CO/t	567	567	567	567	567	567	567	567	567	567	567	567	567	567	567

（出典）大気環境学会（1996）等

○　NMVOC

焼却炉及びガス化溶融炉ともに、CH_4 及び NMVOC の発熱量当り排出量を推計した資料（日本環境衛生センター（1989）、計量計画研究所（1984））を用いて設定した燃料種別の排出量比「NMVOC/CH_4」を、炉種別燃料種別の CH_4 排出係数に乗じることによって、NMVOC 排出係数を設定した。

表 A 3-73　一般廃棄物の焼却施設区分別の NMVOC 排出係数

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全連続燃焼式焼却炉	g-NMVOC/t	0.9	0.9	0.9	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
准連続燃焼式焼却炉	g-NMVOC/t	7.8	7.8	8.5	2.2	2.4	2.4	2.3	2.4	2.3	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4
バッチ燃焼式焼却炉	g-NMVOC/t	9.1	9.1	9.5	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
ガス化溶融炉	g-NMVOC/t	NA	NA	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

（出典）　日本環境衛生センター（1989）、計量計画研究所（1984）

■　**活動量**

焼却炉の活動量には、環境省「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」に示された一般廃棄物焼却量に、環境省「日本の廃棄物処理」より算出される焼却施設区分別の焼却割合を乗じることによって算定した焼却施設区分別焼却量を用いた。

ガス化溶融炉の活動量には、環境省「日本の廃棄物処理」より算出されるガス化溶融炉の焼却量を用いた。

A3.1.5.1.b. 産業廃棄物の焼却（5.C.1.-）

a）**方法論**

■　**算定方法**

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC、SO_X については、産業廃棄物の種類別（燃原料別）焼却量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。当該排出量は、第 7 章に記載している方法を用いて、エネルギー回収を伴わない単純焼却と、エネルギー回収を伴う焼却に分離し、単純焼却分を廃棄物分野で、エネルギー回収を伴う分をエネルギー分野に分けて報告している。

■　**排出係数**

○　NO_X、SO_X

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」によって把握された排出量及び廃棄物処理量を用いて、産業廃棄物の種類別の排出係数を設定した（対象施設は［1303：廃棄物焼却炉（産業廃棄物用、連続）］と［1304：廃棄物焼却炉（産業廃棄物用、バッチ）］、対象燃原料は［23：木材］と［54：産業廃棄物］）。廃棄物の種類は「紙くず又は木くず」、「汚泥」、「廃油」、「廃プラスチック」、「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」の 6 区分とし、「紙くず又は木くず」、「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」には［23：木材］を、「汚泥」と「廃油」と「廃プラスチック」には［54：産業廃棄物］を適用した。ただし、複数の廃棄物の混焼は、排出係数の設定対象から除外した。

表 A 3-74　産業廃棄物の種類別の NO_X、SO_X 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NOx																
「木材23」	kg-NOx/t	1.545	1.312	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828	5.828
「産業廃棄物54」	kg-NOx/t	0.999	1.158	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415	1.415
SOx																
「木材23」	kg-SOx/t	1.528	1.274	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118	2.118
「産業廃棄物54」	kg-SOx/t	1.179	1.882	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352

（注）2001 年以降のデータは 2000 年データで代替している。
（出典）環境省「大気汚染物質排出量総合調査」

○　CO

大気環境学会（1996）等において集計された個々の施設の排出係数データに基づいて、産業廃棄物の種類別の排出係数を設定した。廃棄物の種類は「紙くず又は木くず」、「汚泥」、「廃油」、「廃プラスチック」、「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」の 6 区分とし、実測例のない「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」には「木くず」の排出係数を適用した。また、複数の廃棄物の混焼は、排出係数の設定対象から除外した。

表 A 3-75　産業廃棄物の種類別の CO 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
紙くず又は木くず	g-CO/t	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334
廃油	g-CO/t	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
廃プラスチック類	g-CO/t	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790
汚泥	g-CO/t	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285
繊維くず	g-CO/t	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334
動植物性残渣・動物の死体	g-CO/t	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334

（出典）大気環境学会（1996）等

○ NMVOC

CH_4 及び NMVOC の発熱量当り排出量を推計した資料（日本環境衛生センター（1989）、計量計画研究所（1984））を用いて設定した燃料種別の排出量比「NMVOC/CH_4」を、炉種別燃料種別の CH_4 排出係数に乗じることによって、NMVOC 排出係数を設定した。

表 A 3-76　産業廃棄物の種類別の NMVOC 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
紙くず又は木くず	g-NMVOC/t	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48
廃油	g-NMVOC/t	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
廃プラスチック類	g-NMVOC/t	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
汚泥	g-NMVOC/t	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
繊維くず	g-NMVOC/t	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48
動植物性残渣・動物の死体	g-NMVOC/t	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48

（出典）　日本環境衛生センター（1989）、計量計画研究所（1984）

■　**活動量**

活動量には、環境省「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」に示された廃棄物の種類別の焼却量を用いた。

A3.1.5.1.c. 産業廃棄物の野焼き（5.C.2.-）

a）方法論

■　**算定方法**

当該排出源から排出される NO_X、CO、NMVOC、SO_X については、産業廃棄物の野外焼却量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■　**排出係数**

国内での野焼きの排出係数に関する知見が無いことから、産業廃棄物の焼却のための排出

係数を代替とし、「廃プラスチック類」の野焼きについては廃プラスチック類の焼却に用いた NO_X、CO、NMVOC、SO_X の排出係数を、それ以外の廃棄物については木くずの焼却に用いた同様の排出係数を適用した。詳細は「A3.1.5.1.b 産業廃棄物の焼却（5.C.1.-）」を参照のこと。

■　活動量

活動量には、環境省「産業廃棄物行政組織等調査報告書」に記載される、野外焼却される産業廃棄物の量を用いた。1995 年度以前の産業廃棄物の野外焼却量は同報告書から把握できないが、適切な推計方法を想定することが困難なため、1996 年度データを 1990～1995 年度にも代用した。

A3.1.5.1.d. 廃棄物の原燃料利用に伴う焼却（1.A.-）

a）方法論

■　算定方法

当該排出源から排出される CO、NMVOC については、廃棄物の種類別原燃料利用焼却量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。当該排出量は第 7 章に記載した区分に応じて、エネルギー分野（1.A）で報告している。

■　排出係数

○　CO

1A 固定発生源からの排出量算定に用いている各種炉における CO 排出係数（熱量単位ベース）に、総合エネルギー統計における発熱量を乗じて重量ベースに換算し、これを CO 排出係数とした。

表 A 3-77　廃棄物の原燃料利用に伴う焼却の CO 排出係数

用途	単位	廃油	RDF	RPF	廃タイヤ（2004年度以前）	廃タイヤ（2005年度以降）	廃プラ	廃プラ（油化）	木くず
単純焼却	kg-CO/t	0.13	1.79	1.79	1.79	1.79	-	-	-
ボイラー	kg-CO/t	0.052	0.24	0.39	0.28	0.44	0.39	0.034	3.64
セメント焼成	kg-CO/t	-	19.8	32.2	23.0	36.5	32.2	-	-
その他の炉	kg-CO/t	0.052	0.24	0.39	0.28	0.44	-	-	-
乾留炉	kg-CO/t	-	-	-	0.021	0.033	-	-	-
ガス化	kg-CO/t	-	-	-	0.015	0.024	-	-	-

○　NMVOC

一般廃棄物、産業廃棄物の焼却時と同様に、CH_4 及び NMVOC の発熱量当り排出量を推計した資料から排出係数を求めた。

表 A 3-78　廃棄物の原燃料利用に伴う焼却の NMVOC 排出係数

用途	単位	廃油	RDF	RPF	廃タイヤ（2004年度以前）	廃タイヤ（2005年度以降）	廃プラ	廃プラ（油化）	木くず
ボイラー	kg-NMVOC/t	0.015	0.00027	0.00043	0.00031	0.00049	0.00043	0.010	0.12
セメント焼成	kg-NMVOC/t	-	-	0.043	0.031	0.049	0.043	-	-
乾留炉	kg-NMVOC/t	-	-	-	0.0051	0.0080	-	-	-
ガス化	kg-NMVOC/t	-	-	-	0.0187	0.0297	-	-	-

■　活動量

廃棄物の原燃料利用に伴う CH_4 排出量の推計に用いた活動量をそのまま用いた。

A3.1.6. その他分野

A3.1.6.1. 喫煙（6.-：CO、NMVOC）

a） 方法論

1） CO

■ 算定方法

当該排出源から排出される CO については、紙巻たばこの販売数量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

$$E_{CO} = AD \times EF$$

E_{CO} ：喫煙からの CO 排出量
AD ：紙巻たばこの販売数量［本］
EF ：排出係数［g-CO/本］

■ 排出係数

日本たばこ産業株式会社から提供された排出係数（0.055［g-CO/本］）を用いた。

■ 活動量

活動量には、日本たばこ協会「紙巻たばこ統計データ」（https://www.tioj.or.jp）において公表されている紙巻たばこの販売数量を用いた。

2） NMVOC

■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、たばこの販売数量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

$$Enmvoc = \sum_{i,j} AD_{i,j} \times EF_{i,j} \times 10^{-12}$$

E_{NMVOC} ：喫煙からの NMVOC 排出量［t-NMVOC］
$AD_{i,j}$ ：たばこの販売数量［本］
$EF_{i,j}$ ：排出係数［μg-NMVOC/本］
i ：たばこの種類（紙巻たばこ、加熱式たばこ）
j ：たばこ煙の種類（主流煙、副流煙）

■ 排出係数

紙巻たばこの排出係数は、厚生労働省の「平成 11－12 年度たばこ煙の成分分析について（概要）」に記載の、たばこ 7 銘柄の拡張 VOC 排出インベントリの対象化学物質の生成量の平均値の合計値を排出係数として用いた。（主流煙：1,287［μg-NMVOC/本］、副流煙：8,294［μg-NMVOC/本］）

加熱式たばこの排出係数は、国内で販売されている主要な加熱式たばこ 6 銘柄の拡張 VOC 排出インベントリの対象化学物質の生成量の平均値の合計値を排出係数として用いた。（主流煙：189［μg-NMVOC/本］）

■ 活動量

紙巻たばこの活動量には、日本たばこ協会「紙巻たばこ統計データ」（https://www.tioj.or.jp）において公表されている販売数量を用いた。加熱式たばこの活動量については、以下のとおり設定した。

表 A 3-79　加熱式たばこに係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～2013 年度	日本たばこ協会へのヒアリング結果に基づき、加熱式たばこの販売はないものとみなし、0 と設定。
2014～2019 年度	2013 年度の販売数量と日本たばこ協会「加熱式たばこ統計データ」の 2020 年度の販売数量を用いて線形内挿により設定。
2020 年度～	日本たばこ協会「加熱式たばこ統計データ」の販売数量により設定。

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 1996 年改訂 IPCC ガイドライン」（1997）
2. IPCC「グッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」（2000）
3. IPCC「グッドプラクティスガイダンス　土地利用、土地利用変化及び林業分野」（2003）
4. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
5. IPCC「2006 年国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」（2019）
6. European Environment Agency「EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook」
7. 資源エネルギー庁「石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書」（1975）
8. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
9. 資源エネルギー庁「ガス事業生産動態統計」
10. 経済産業省・環境省「PRTR 届出外排出量の推計方法」
11. 経済産業省「ゴム製品統計年報」
12. 経済産業省「生産動態統計年報　化学工業統計編」
13. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
14. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
15. 経済産業省「生産動態統計年報　資源・窯業・建材統計編」
16. 経済産業省「生産動態統計年報　紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編」
17. 経済産業省「生産動態統計年報　繊維・生活用品統計編」
18. 経済産業省「VOC 自主行動計画及び実績報告」
19. 経済産業省「工業統計」
20. 経済産業省・環境省「PRTR 届出排出量・移動量の対象化学物質別集計結果」
21. 国土交通省「航空輸送統計年報」
22. 国土交通省「自動車輸送統計年報」
23. 国土交通省「港湾統計年報」
24. 農林水産省「食品産業動態調査」
25. 国税庁「酒類製成及び手持高表」
26. 環境省「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（二輪車）（平成 14 年度）」
27. 環境省「新たな自動車排出ガス試験法の開発調査（特殊自動車）（平成 15 年度）」
28. 環境省「平成 23 年度揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ作成等に関する調査業務報告書」（2012）
29. 環境省「揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ」
30. 環境省「[拡張]揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリについて」
31. 環境省「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」
32. 環境省「産業廃棄物行政組織等調査報告書」
33. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
34. 環境省「自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査」
35. 環境省「日本の廃棄物処理」
36. 環境庁大気保全局「群小発生源対策検討会報告書」（1996）
37. 気象庁「気象統計情報」
38. 厚生労働省「ドライクリーニングにおける溶剤の使用管理状況に関する調査」
39. 厚生労働省「薬事工業生産動態統計年報」
40. 厚生労働省「日本薬局方」

41. 総務省「家計調査」
42. 総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」
43. 総務省「2020 年基準消費者物価指数」
44. 国立環境研究所「臭化メチルの使用実態調査」（平成 10 年度）
45. 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」
46. 計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」（1984）
47. 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析調査報告書」（1987）
48. 計量計画研究所「平成 8 年度前駆物質排出目録検討調査報告書」（1997）
49. 計量計画研究所「大気汚染物質排出量グリッドデータ整備業務報告書」（2000）
50. 計量計画研究所「東京都環境局委託 民生部門からの VOC 排出量調査報告書（平成 22 年 3 月）」（2010）
51. 日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」
52. 日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書（大気管理）」（1989）
53. 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996）
54. 日本たばこ協会 HP（https://www.tioj.or.jp/index.html）
55. 公害研究対策センター「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」（2000）
56. 自動車検査登録情報協会「自動車保有車両数（自検協統計）」
57. 海洋政策研究財団「平成 17 年度　船舶からの揮発性有機化合物（VOC）の排出影響に関する調査報告書（平成 18 年 3 月）」（2006）
58. 海洋政策研究財団「平成 23 年度　排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書（平成 24 年 3 月）」（2012）
59. 石油通信社「石油資料」
60. 日本産業洗浄協議会「平成 17 年度 揮発性有機化合物（VOC）排出抑制に係る自主的取組推進マニュアル原案作成（洗浄関係）委員会報告」
61. 天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」
62. 日本塗料工業会「塗料からの VOC 排出実態推計のまとめ」
63. 富士経済研究所「化粧品マーケティング要覧」
64. 日本オートケミカル工業会「オートケミカル製造業実態調査報告書」
65. 横田久司、上野広行、石井康一郎、内田悠太、秋山薫「ガソリン給油ロスによる VOC の排出について」大気環境学会誌、第 47 巻、第 5 号（2012）
66. 横田久司、上野広行、石井康一郎、内田悠太、秋山薫「給油時のガソリン蒸発ガス成分及びガソリン乗用車からの VOC 排出量推定について」東京都環境科学研究所年報（2011）
67. 石油連盟「今日の石油産業 2015」（2015）
68. 石油連盟「都道府県別石油製品販売総括」
69. 日本クリーニング用洗剤同業会「洗剤出荷実績」
70. 日本エアゾール協会「エアゾール製品生産数量調査」
71. 経済産業省委託「化学物質安全対策（すそ切り以下事業者排出量推計手法、オゾン層破壊物質及び低含有率物質の排出量推計手法に関する調査）報告書」
72. 日本自動車工業会「自動車統計月報」
73. 日本自動車工業会「二輪車市場動向調査」
74. 米国環境保護庁「Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42)」Volume 1, 4th Edition（1985）
75. 自動車技術会「自動車原動機の環境対応技術」（2008）

別添（Annex）4　直近報告年のエネルギー収支

A4.1. CRF 報告値と IEA 報告値の相違点

2007 年 1 月から 2 月に行われた対日審査の報告書（FCCC/ARR/2006/JPN）において専門家審査チーム（ERT）から CRF に報告された数字と IEA 統計に報告された数字にいくつか相違があるので次回 NIR 提出時に相違点について明確な説明をすべきであるとの勧告を受けた。この勧告を受けて CRF と IEA 統計で報告されている 2005 年の値の違いに関する詳細な情報を NIR の別添で提供してきたが、2010 年提出インベントリの対日審査報告書（FCCC/ARR/2010/JPN）において、これを直近のインベントリ年で更新することが ERT より勧告された。この勧告を受けて、CRF と IEA 統計で報告されている値の違いに関する詳細な情報を 2020 年度実績で更新する。説明中の IEA 統計の数値は、OECD/IEA, *World Energy Statistics*, July 2022 Edition から引用した。

概略を説明すると、燃料の輸出入量の相違は、(a) CRF と IEA 統計の間で国際航空や外航船舶における燃料消費（ボンド輸出）の取り扱いが異なること、(b) A 重油の分類が異なること、に起因する。CRF に報告している燃料の輸出入量はボンド輸出を含むが、IEA 統計の燃料の輸出入量はボンド輸出を含まない。また、A 重油については、日本のエネルギーバランス表では重油（heavy fuel oil）に分類されるが、IEA への報告では欧米での分類に従い、軽油（gas/diesel oil）として報告している。

なお、日本における定義では、A 重油とは重油のうち、引火点 60℃以上、動粘度 20 mm^2/s 以下、残留炭素分 4%以下、硫黄分 2.0%以下の性状を有するものとされている。また、B 重油とは、重油のうち、引火点 60℃以上、動粘度 50 mm^2/s 以下、残留炭素分 8%以下、硫黄分 3.0%以下の性状を有するものである。B 重油は現在ほとんど使われなくなっているため、日本の統計では C 重油と併せ「B・C 重油」として扱われている。なお、C 重油とは、重油のうち、引火点 70℃以上、動粘度 1,000 mm^2/s 以下、硫黄分 3.5%以下の性状を有するものである。

ほかに、IEA への報告時期は、報告する年度（y）が終了した年（y+1）の秋であるため、総合エネルギー統計の速報値を報告している。対して、CRF の報告時期は翌年（y+2）の春であるため、総合エネルギー統計の確報値を報告している。このため、国連が審査する翌年（y+2）の夏の時点では速報値（IEA 統計）と確報値（CRF）の相違が生じている。IEA に報告した速報値は翌年（y+2）秋の確報値報告で更新され、更新された数値は翌々年（y+3）夏に出版されるので、この時点で日本からの報告値は一致することとなる（ただし、後述する定義や計算方法の相違等に起因する数値の不一致を除く）。

以下に、指摘のあった相違点について個別に説明する。

a）ジェット燃料油と residual fuel oil の輸出量の相違

＜ERT 指摘事項 FCCC/ARR/2006/JPN＞

Exports of liquid fuels are between 40 and 70 per cent lower in the IEA data; the differences are due in particular to differences in the figures for jet kerosene and residual fuel oil, with the largest errors occurring in recent years.

＜説明１：ジェット燃料油の輸出量＞

ジェット燃料油の輸出量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、CRF に報告しているジェット燃料油はボンド輸出を含む輸出量であるが、IEA 統計のジェット燃料油の輸出量はボンド輸出を含まないためである。IEA 統計ではジェット燃料油のボンド輸出分はボンド輸入分と

合算して国際航空バンカー（international aviation bunkers）に計上する（ボンド輸出入については第 3 章を参照）。

表 A 4-1　ジェット燃料油の 2020 年度の輸出量（参考）

CRF Table1.A(b)
輸出：3,780.03×10^3 kL
IEA 統計
輸出：747.69×10^3 t [3,780.03×10^3 kL【輸出】- 2,825.62×10^3 kL【ボンド輸出】= 954.41×10^3 kL. 954.41×10^3 kL × 0.7834 t/kL【密度】= 747.69×10^3 t] ＜備考＞ 国際航空：2,636.60×10^3 t [2,825.62×10^3 kL【ボンド輸出】+ 539.96×10^3 kL【ボンド輸入】= 3,365.58×10^3 kL. 3,365.58×10^3 kL × 0.78 t/kL【密度】= 2,636.60×10^3 t]

＜説明２：residual fuel oil の輸出量＞

residual fuel oil の輸出量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、CRF に報告する residual fuel oil はボンド輸出を含む輸出量であるが、IEA 統計の fuel oil の輸出量はボンド輸出を含まないためである。IEA 統計では fuel oil のボンド輸出分はボンド輸入分と合算して外航海運バンカー（international marine bunkers）に計上する。（ボンド輸出入については第 3 章を参照）

また、CRF の residual fuel oil の輸出量は A 重油を含むが、IEA 統計の fuel oil は A 重油を含まない量である。IEA 統計では A 重油は軽油と共に gas/diesel oil に計上する。日本では A 重油は軽油と区別され重油として扱うが、欧米では軽油と一緒に扱うため IEA へは従来から軽油に含めて報告している。

表 A 4-2　Residual fuel oil の 2020 年度の輸出量（参考）

CRF Table1.A(b)
輸出：8,052.17×10^3 kL [1,292.05×10^3 kL【A 重油】+ 0.00×10^3 kL【B 重油】+ 6,760.13×10^3 kL【一般用 C 重油】 + 0.00×10^3 kL【発電用 C 重油】= 8,052.17×10^3 kL]
IEA 統計
輸出：1,354.08×10^3 t [0.00×10^3 kL【B 重油】+ 6,760.13×10^3 kL【一般用 C 重油】 + 0.00×10^3 kL【発電用 C 重油】- 5,255.60×10^3 kL【BC 重油ボンド輸出】 = 1,504.53×10^3 kL. 1,504.53×10^3 kL × 0.9000 t/kL【密度】= 1,354.08×10^3 t] ＜備考＞ 外航海運：5,255.60×10^3 t [5,255.60×10^3 kL【BC 重油ボンド輸出分】+ 0.00×10^3 kL【BC 重油ボンド輸入分】 = 5,255.60×10^3 kL. 5,255.60×10^3 kL × 0.9000 t/kL【密度】= 4,730.04×10^3 t]

b）ジェット燃料油と gas/diesel oil の輸入量の相違

＜ERT 指摘事項 FCCC/ARR/2006/JPN＞

Imports of jet kerosene have been reported to the IEA, but are shown as zero in the CRFs for the years 1990-1997, while imports of gas/diesel oil are systematically about 80 per cent lower in the CRF tables than in the IEA figures.

＜説明１：ジェット燃料油の輸入量＞

ジェット燃料油の輸入量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、CRF に報告しているジェット燃料油はボンド輸入を含む輸入量とボンド輸出量の合計量であるが、IEA 統計のジェット燃料油の輸入量はボンド輸入を含む輸入量であることによる（ボンド輸出入については第 3 章を参照）。

表 A 4-3　ジェット燃料油の 2020 年度の輸入量（参考）

CRF Table1.A(b)
輸入：3,444.20×10^3 kL [78.62×10^3 kL【輸入】+ 539.96×10^3 kL【ボンド輸入】+ 2,825.62×10^3 kL【ボンド輸出】= 3,444.20×10^3 kL]
IEA 統計
輸入：484.59×10^3 t [78.62×10^3 kL【輸入】+ 539.96×10^3 kL【ボンド輸入】= 618.58×10^3 kL. 618.58×10^3 kL × 0.7834 t/kL【密度】= 484.59×10^3 t]

＜説明２：gas/diesel oil の輸入量＞

gas/diesel oil の輸入量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、CRF に報告している gas/diesel oil は A 重油を含まない軽油のみの輸入量（ボンド輸入分を含む）とボンド輸出量の合計量であるが、IEA 統計の gas/diesel oil の輸入量はボンド輸入分を含む軽油の輸入量とボンド輸入分を含む A 重油の輸入量の合計であるためである。

表 A 4-4　Gas/diesel oil の 2020 年度の輸入量（参考）

CRF Table1.A(b)
輸入：1,465.53×10^3 kL [1,448.99×10^3 kL【軽油輸入】+ 5.00×10^3 kL【軽油ボンド輸入】 + 11.54×10^3 kL【軽油ボンド輸出】= 1,465.53×10^3 kL]
IEA 統計
輸入：1,322.79×10^3 t [1,448.99×10^3 kL【軽油輸入】+ 5.00×10^3 kL【軽油ボンド輸入】 + 115.16×10^3 kL【A 重油輸入】+ 0.00×10^3 kL【A 重油ボンド輸入】= 1,569.15×10^3 kL. 1,569.15×10^3 kL × 0.8430 t/kL【密度】= 1,322.79×10^3 t]

c） 原料炭の輸入量の相違

＜ERT 指摘事項 FCCC/ARR/2006/JPN＞

Furthermore, the figures for imports of coking coal are systematically lower in the CRF tables than those in the IEA statistics, with the largest discrepancy occurring in 1999.

＜説明：原料炭の輸入量＞

原料炭輸入量の物理量は、CRF と IEA 統計とで基本的には同じである。

表 A 4-5　原料炭の 2020 年度の輸入量（参考）

CRF Table1.A(b)
輸入：42,287.64×10^3 t
IEA 統計
輸入：42,287.64×10^3 t

d） 液体及びガス体燃料の在庫変動の相違

＜ERT 指摘事項 FCCC/ARR/2006/JPN＞

In addition, the data on stock changes are not consistent for liquid and gaseous fuels.

在庫変動量の符号が CRF と IEA とで異なることに注意が必要である。CRF の変動量は正値が在庫積増、負値が取崩と定義されている。一方、IEA の変動量は、負値が在庫積増、正値が取崩と定義されている。

＜説明１：原油の在庫変動量＞

原油の在庫変動量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、CRF に報告している原油の在庫変動量は通関後（正確には税関員による立ち会い検尺後）の原油の在庫量から在庫変動量を計算するが、IEA 統計に報告している在庫変動量は通関前であっても日本の領海内洋上のタンカーに搭載されている原油や国家備蓄分も含めて在庫量として計算しているためである。これは、UNFCCC の目的と IEA の目的が異なることによる。

表 A 4-6　原油の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-2,442.34×10^3 kL [-(2,621.96×10^3 kL【精製用純原油】+ -179.62×10^3 kL【発電用原油】) = -2,442.34×10^3 kL]
IEA 統計
在庫変動：3,046.33×10^3 t [(12,195.01×10^3 kL【期初在庫】+ 46,746.00×10^3 kL【期初国家備蓄】 + 1,192.00×10^3 kL【期初入港中タンカー】- 687.00×10^3 kL【期初アブダビとの共同備蓄】) - (9,573.05×10^3 kL【期末在庫】+ 46,267.00×10^3 kL【期末国家備蓄】 + 661.00×10^3 kL【期末入港中タンカー】- 618.00×10^3 kL【期末アブダビとの共同備蓄】) = 3,562.96×10^3 kL. 3,562.96×10^3 kL × 0.8550 t/kL【密度】= 3,046.33×10^3 t]

＜説明２：NGL の在庫変動量＞

2020 年度は、CRF も IEA 統計も 0 である。IEA 統計では NGL の在庫変動量が 0 となっているのは、IEA 統計の値は IEA の Monthly Oil Statistics（MOS）の値と整合していなければならないと IEA から指導されており、MOS における NGL の在庫量は 0 となっているためである。MOS における NGL の在庫量を 0 計上しているのは NGL の在庫量に関する統計値がないためである。更に詳細を説明すると、MOS では「opening の在庫量」と「closing の在庫量」を報告することになっているが、我が国では NGL の「opening の在庫量」と「closing の在庫量」に関する統計がない。そのため IEA の MOS への報告では「opening の在庫量」と「closing の在庫量」はそれぞれ 0 としている。一方 CRF では、NGL の在庫量に関する統計値がないため、供給量と消費量の差を在庫変動量とする推計値を報告しており、2020 年度は 0 であった。

＜説明３：ガソリンの在庫変動量＞

CRF に報告しているのはガソリンの在庫変動のみであるが、IEA 統計のガソリンの在庫変動に関する数値は、ガソリンの在庫変動量と国家備蓄変動量の合計からその他ガソリンの在庫変動量を引いて報告する。その他ガソリンは、IEA 統計では White spirit の在庫変動量として報告する。

表 A 4-7　ガソリンの 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：120.41×10^3 kL
IEA 統計
在庫変動：-91.46×10^3 t [(1,870.44×10^3 kL【期初在庫】+ 585.42×10^3 kL【期初国家備蓄】 - 7.11×10^3 kL【「経済産業省生産動態統計月報」その他用ガソリン期初在庫】 - 7.66×10^3 kL【「資源・エネルギー統計」ガソリンその他用期初在庫】) - (1,990.85×10^3 kL【期末在庫】+ 585.00×10^3 kL【期末国家備蓄】 - 6.99×10^3 kL【「経済産業省生産動態統計月報」その他用ガソリン期末在庫】 - 3.68×10^3 kL【「資源・エネルギー統計」ガソリンその他用期末在庫】) = -124.10×10^3 kL. -124.10×10^3 kL × 0.7370 t/kL【密度】= -91.46×10^3 t]

＜説明４：ジェット燃料油の在庫変動量＞

ジェット燃料油の在庫変動量は、CRF と IEA 統計とで基本的に同じである。

表 A 4-8　ジェット燃料油の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-128.59×10^3 kL
IEA 統計
在庫変動：100.74×10^3 t [815.74×10^3 kL【期初在庫】- 687.16×10^3 kL【期末在庫】= 128.59×10^3 kL. 128.59×10^3 kL × 0.7834 t/kL【密度】= 100.74×10^3 t]

＜説明５：灯油の在庫変動量＞

CRF に報告しているのは灯油の在庫変動量のみであるが、IEA 統計の灯油の在庫変動量は、灯油の在庫変動量と灯油の国家備蓄変動量の合計である。

表 A 4-9　灯油の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：39.34×10^3 kL
IEA 統計
在庫変動：-31.75×10^3 t [(1,445.01×10^3 kL【期初在庫】+ 317.33×10^3 kL【期初国家備蓄】) - (1,484.35×10^3 kL【期末在庫】+ 317.00×10^3 kL【期末国家備蓄】) = -39.01×10^3 kL. -39.01×10^3 kL × 0.8140 t/kL【密度】= -31.75×10^3 t]

＜説明６：gas/diesel oil の在庫変動量＞

CRF に報告している gas/diesel oil は A 重油を含まない軽油のみの在庫変動量であるが、IEA 統計の gas/diesel oil の在庫変動量は A 重油の在庫変動量、軽油及び A 重油の国家備蓄の変動量も含む。

表 A 4-10　Gas/diesel oil の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：68.76×10^3 kL
IEA 統計
在庫変動：-68.62×10^3 t [(1,410.07×10^3 kL【軽油期初在庫】+ 712.13×10^3 kL【A 重油期初在庫】 + 374.16×10^3 kL【軽油期初国家備蓄】+ 152.18×10^3 kL【A 重油期初国家備蓄】) - (1,478.83×10^3 kL【軽油期末在庫】+ 712.33×10^3 kL【A 重油期末在庫】 + 374.00×10^3 kL【軽油期末国家備蓄】+ 152.00×10^3 kL【A 重油期末国家備蓄】) = -68.62×10^3 kL. -68.62×10^3 kL × 0.8430 t/kL【密度】= -57.85×10^3 t]

＜説明７：residual fuel oil の在庫変動量＞

residual fuel oil の在庫量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、CRF に報告している residual fuel oil は A 重油を含む重油の在庫変動量であるが、IEA 統計の fuel oil は A 重油を含まない在庫変動量であるためである。（上記「gas/diesel oil」を参照。）

表 A 4-11　Residual fuel oil の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：17.32×10^3 kL [-0.21×10^3 kL【A 重油】+ 0.00×10^3 kL【B 重油】+ -17.12×10^3 kL【一般用 C 重油】 + 0.00×10^3 kL【発電用 C 重油】= 17.32×10^3 kL]
IEA 統計
在庫変動：-15.41×10^3 t [1,059.71×10^3 kL【B・C 重油期初在庫】- 1,076.83×10^3 kL【B・C 重油期末在庫】 = -17.12×10^3 kL. -17.12×10^3 kL × 0.9000 t/kL【密度】= -15.41×10^3 t]

＜説明８：LPG の在庫変動量＞

LPG の在庫変動量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、IEA 統計の LPG は国家備蓄量を含むためである。

表 A 4-12　LPG の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-44.45×10^3 t
IEA 統計
在庫変動：45.45×10^3 t [(1,610.56×10^3 t【期初在庫】+ 1,395.00×10^3 t【期初国家備蓄】) - (1,566.11×10^3 t【期末在庫】+ 1,394.00×10^3 t【期末国家備蓄】) = 45.45×10^3 t]

＜説明９：ナフサの在庫変動量＞

ナフサの在庫変動量は、CRF と IEA 統計とで同じである。

表 A 4-13　ナフサの 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-63.23×10^3 kL
IEA 統計
在庫変動：46.60×10^3 t [1,424.28×10^3 kL【期初在庫】- 1,361.05×10^3 kL【期末在庫】= 63.23×10^3 kL. 63.23×10^3 kL × 0.7370 t/kL【密度】= 46.60×10^3 t]

＜説明１０：bitumen の在庫変動量＞

「bitumen」の在庫変動量が CRF と IEA 統計とで若干異なるのは、CRF の「bitumen」には「アスファルト」と「他重質油・パラフィン等製品」を報告するが、IEA 統計の「bitumen」は「アスファルト」のみであるためである。IEA 統計では、「他重質油・パラフィン等製品」は「paraffin waxes」に計上する。

表 A 4-14　Bitumen の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-61.70×10^3 t
IEA 統計
在庫変動：62.26×10^3 t [223.96×10^3 t【期初在庫】- 161.70×10^3 t【期末在庫】= 62.26×10^3 t]

＜説明１１：潤滑油の在庫変動量＞

潤滑油の在庫変動量は、CRF と IEA 統計とで同じである。

表 A 4-15　潤滑油の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-53.93×10^3 kL
IEA 統計
在庫変動：48.05×10^3 t [504.52×10^3 kL【期初在庫】- 450.60×10^3 kL【期末在庫】= 53.93×10^3 kL. 53.93×10^3 kL × 0.8910 t/kL【密度】= 48.05×10^3 t]

＜説明１２：オイルコークスの在庫変動量＞

オイルコークスの在庫変動量は、CRF と IEA 統計とで同じである。

表 A 4-16　オイルコークスの 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：0.52×10^3 t
IEA 統計
在庫変動：-0.52×10^3 t [10.09×10^3 t【期初在庫】- 10.61×10^3 t【期末在庫】= -0.52×10^3 t]

＜説明１３：refinery feedstock の在庫変動量＞

refinery feedstock の在庫変動量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、IEA 統計では CRF で報告する精製半製品のほかに粗蝋及び粗コークスの在庫変動量を計上するためである。

CRF で粗蝋及び粗コークスを在庫変動として計上しない理由は、粗蝋及び粗コークスはいずれも固体であってパラフィン、オイルコークスの原料であるため石油精製工程に再度投入されて利用されることはあり得ないこと、粗蝋及び粗コークスから生産されたパラフィン、

オイルコークスの出荷量は別途把握されていることによる。

表 A 4-17　Refinery feedstock の 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-709.57×10^3 kL [39.72×10^3 kL【揮発油留分】+ 145.21×10^3 kL【灯油留分】+ 39.24×10^3 kL【軽油留分】 + 485.40×10^3 kL【常圧残油】+ 0.00×10^3 kL【精製混合原料油】= -709.57×10^3 kL]
IEA 統計
在庫変動：608.18×10^3 t [(2,243.84×10^3 kL【粗揮発油期初在庫】- 2,204.12×10^3 kL【粗揮発油期末在庫】) × 0.7370 t/kL【密度】 + (596.12×10^3 kL【粗灯油期初在庫】- 450.91×10^3 kL【粗灯油期末在庫】) × 0.8140 t/kL【密度】 + (802.25×10^3 kL【粗軽油期初在庫】- 763.00×10^3 kL【粗軽油期末在庫】) × 0.8430 t/kL【密度】 + (4,141.55×10^3 kL【粗重油期初在庫】- 3,701.22×10^3 kL【粗重油期末在庫】) × 0.9000 t/kL【密度】 + (458.17×10^3 kL【粗潤滑油期初在庫】- 413.10×10^3 kL【粗潤滑油期末在庫】) × 0.8910 t/kL【密度】 + (42.37×10^3 kL【粗蝋期初在庫】- 33.79×10^3 kL【粗蝋期末在庫】) × 0.8160 t/kL【密度】 + (21.67×10^3 kL【粗コークス期初在庫】- 38.45×10^3 kL【粗コークス期末在庫】) × 0.9436 t/kL【密度】= 608.18×10^3 t]

＜説明１４：天然ガスの在庫変動量＞

天然ガス（輸入液化天然ガス（LNG）と国産天然ガス）の在庫変動量が CRF と IEA 統計とで異なるのは、輸入 LNG の在庫変動量の推計方法の相違、都市ガスの在庫変動量の計上の有無による。国産天然ガスの在庫に関しては統計で把握されているため CRF、IEA 共に同じ統計値を使っているが、輸入 LNG に関しては両者で推計方法が異なる。CRF で報告している LNG の在庫変動量の推計方法は統計上の LNG の前年度末在庫量と今年度末在庫量の差を在庫変動量としている。一方、IEA に報告している LNG の在庫変動量は、電力調査統計及びガス事業生産動態統計における前年度末在庫量と当年度末在庫量の差で計算される在庫変動量も含む。なお、2019 年度値報告までは、前年度 3 月の LNG 輸入量の半分を前年度末在庫量とし、当該年度 3 月の LNG 輸入量の半分を当該年度末在庫量としてその差を在庫変動量としていた。これは LNG の在庫量に関する統計がなかった時代から IEA 報告にはこのような推計値を報告してきたという経緯があったためである。また、CRF では都市ガスの在庫変動量を含むが、IEA では含まない。

表 A 4-18　天然ガスの 2020 年度の在庫変動量（参考）

CRF Table1.A(b)
在庫変動：-3,134.73 TJ [14.55×10^3 t【LNG】× 54.73 MJ/kg【発熱量】 + 42.115×10^6 m^3-SATP【国産天然ガス】× 38.38 MJ/m^3-SATP【発熱量】 + 18.092×10^6 m^3-SATP【一般ガス】× 39.91 MJ/m^3-SATP【発熱量】= -3,134.73 TJ]
IEA 統計
在庫変動：17,993.24 TJ [(86.71×10^3 t【LNG 期初在庫(資源・エネルギー統計)】 + 2,431.49×10^3 t【LNG 期初在庫(電力調査統計)】 +2,283.76×10^3 t【LNG 期初在庫(ガス事業生産動態統計)】) × 54.71 MJ/kg【前年度発熱量】 + 211.834×10^6 Sm^3【天然ガス期初在庫】÷ 1.0759 Sm^3/Nm^3 × 1.1060 m^3-SATP/Nm^3 × 38.38 MJ/m^3-SATP【前年度発熱量】= 271,088.67 TJ【期初在庫】. (72.16×10^3 t【LNG 期末在庫(資源・エネルギー統計)】 + 3,005.15×10^3 t【LNG 期末在庫(電力調査統計)】 + 1,424.09×10^3 t【LNG 期末在庫(ガス事業生産動態統計)】) × 54.73 MJ/kg【当年度発熱量】+ 170.865×10^6 Sm^3【天然ガス期末在庫】÷ 1.0759 Sm^3/Nm^3 × 1.1060 m^3-SATP/Nm^3 × 38.38 MJ/m^3-SATP【当年度発熱量】= 253,095.43 TJ【期末在庫】. 271,088.67 TJ【期初在庫】- 253,095.43 TJ【期末在庫】= 17,993.24 TJ]

A4.2. 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）について

A4.2.1. 総合エネルギー統計の概要

エネルギー分野の燃料の燃焼の活動量については、総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）に示されたエネルギー消費量を用いている。

総合エネルギー統計は、日本国内に供給された石炭・石油・天然ガスなどのエネルギー源が、どのような形態に転換され、日本国内においてどの部門によりどのような形で消費されたのかを捉え、国内のエネルギー需給の状況を表した統計である。総合エネルギー統計は、供給・転換、消費の各部分を、公的統計を基礎として必要最小限の推計・調整により構築されている。（戒能、2012）

総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）は、各種エネルギー源を「列」、エネルギー供給・転換・消費部門を「行」として、国内のエネルギー需給を行列形式で表現している。

具体的には、各種エネルギー源「列」においては、13 の大項目区分（石炭［$0100］[1]、石炭製品［$0200］、原油［$0300］、石油製品［$0400］、天然ガス［$0500］、都市ガス［$0600］、再生可能エネルギー（水力を除く）［$0700］、水力発電（揚水除く）［$0800］、揚水発電［$0900］、未活用エネルギー［$1000］、原子力発電［$1100］、電力［$1200］、熱［$1300］）と必要な中項目以下の区分で構成されている。そして、需給部門「行」の構成については、一次エネルギー供給［#01］、エネルギー転換［#08］、最終エネルギー消費［#19］の 3 つの大部門と必要な中部門以下の部門で構成されている。

総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）は下記の資源エネルギー庁のウェブサイトで 1990 年度から入手できる。

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html#headline2

[1] 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）のコード番号

総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の簡易表を次に示す（表 A4-19～表 A4-22）。

表 A4-19　総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の簡易表（1990、1995 年度）

1990FY Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表（本表）簡易表 高位発熱量基準 表示単位：TJ	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																
#01 一次エネルギー供給	3,357,112	-39,341	8,981,710	2,026,265	2,056,326	0	267,189	818,519	0	317,978	1,883,500	0	0	19,669,259	18,066,871	1,602,388
#02 国内産出	193,762	0	24,484	0	89,203	0	266,070	818,519	0	317,978	1,883,500	0	0	3,593,516	0	0
#03 輸入	3,161,715	15,352	9,139,187	2,341,006	1,967,475	0	1,119	0	0	0	0	0	0	16,625,854	0	0
#04 総供給	3,355,476	15,352	9,163,671	2,341,006	2,056,678	0	267,189	818,519	0	317,978	1,883,500	0	0	20,219,371	18,616,982	1,602,388
#05 輸出	-53	-56,644	0	-292,955	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-349,653	0	0
#06 供給在庫変動 (+取崩/-積増)	1,689	1,951	-181,961	-21,786	-352	0	0	0	0	0	0	0	0	-200,458	0	0
#07 国内供給 供給側	3,357,112	-39,341	8,981,710	2,026,265	2,056,326	0	267,189	818,519	0	317,978	1,883,500	0	0	19,669,259	18,066,871	1,602,388
消費側														19,786,192	18,183,804	1,602,388
#08 エネルギー転換	-3,151,561	1,278,447	-8,961,984	5,499,151	-1,980,245	510,901	-210,804	-818,519	0	-317,978	-1,883,500	2,785,372	1,017,841	-6,232,881	-6,170,659	-62,222
#09 石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-2,142,047	1,934,969	0	-27,085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-234,162	-234,162	0
#10 石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-8,073,053	8,125,199	5,121	0	0	0	0	0	0	0	-94,149	-36,882	0	-36,882
#11 ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	-19,178	0	-161,220	-503,899	683,704	-101	0	0	-445	0	0	0	-1,139	-1,139	0
#12 事業用発電	-673,045	-209,619	-874,209	-1,052,475	-1,529,799	-65	-13,827	-752,524	0	0	-1,882,503	2,679,366	0	-4,308,700	-4,308,700	0
#13 自家用発電	-162,252	-132,541	0	-432,341	-4,367	-27,139	-87,643	-65,995	0	-170,247	-997	407,089	0	-676,433	-676,433	0
#14 自家用蒸気発生	-147,046	-135,509	0	-640,424	-4,241	-61,907	-109,183	0	0	-145,775	0	0	1,106,341	-137,744	-137,744	0
#15 地域熱供給/他転換・品種振替	-3,704	2,880	0	4,949	56,636	-62,805	-37	0	0	-1,511	0	-1,229	8,361	3,541	-4,000	7,541
#16 自家消費・送配損失	-3,015	-161,697	-1,017	-319,060	-238	-20,889	0	0	0	0	0	-299,854	-2,712	-808,481	-808,481	0
#17 転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	-20,454	-858	-13,705	1,607	542	0	-13	0	0	0	0	0	0	-32,881	0	-32,881
#18 統計誤差 (+散逸/-不足)	-195,600	12,361	19,725	0	18,443	0	0	0	0	0	0	32,053	-3,916	-116,933	-116,933	0
#19 最終エネルギー消費	401,151	1,226,745	0	7,525,416	57,638	510,901	56,385	0	0	0	0	2,753,319	1,021,756	13,553,311	12,013,145	1,540,166
#20 企業・事業所他	401,119	1,223,865	0	3,901,385	57,638	167,823	7,989	0	0	0	0	2,054,311	1,020,472	8,834,602	7,335,187	1,499,414
#21 農林水産鉱建設業	133	5,090	0	615,958	1,753	2,182	0	0	0	0	0	83,252	2,276	710,645	521,338	189,306
#22 製造業	400,852	1,218,775	0	2,187,376	55,885	100,469	0	0	0	0	0	1,462,951	935,052	6,361,360	5,166,996	1,194,364
#23 食品飲料	48	0	0	52,848	0	8,102	0	0	0	0	0	56,462	49,454	166,915	166,915	0
#24 繊維	544	0	0	50,417	0	4,699	0	0	0	0	0	71,268	92,180	219,108	219,108	0
#25 パルプ・紙・紙加工品	126	0	0	31,995	2	4,731	0	0	0	0	0	130,845	274,119	441,819	441,819	0
#26 化学工業(含石油石炭製品)	6,633	46,779	0	1,458,730	25,021	9,582	0	0	0	0	0	210,838	234,151	1,991,735	810,784	1,180,951
#27 窯業・土石製品	236,521	37,016	0	202,577	854	13,546	0	0	0	0	0	111,187	42,437	644,140	631,411	12,728
#28 鉄鋼	140,959	1,109,711	0	126,640	24,987	11,084	0	0	0	0	0	272,173	110,581	1,796,135	1,795,449	685
#29 非鉄金属	15,811	11,378	0	56,332	322	9,162	0	0	0	0	0	62,110	17,411	172,526	172,526	0
#30 機械	15	13,891	0	170,851	4,698	33,072	0	0	0	0	0	398,766	76,719	698,012	698,012	0
#31 他製造業	194	0	0	36,985	0	6,489	0	0	0	0	0	149,302	38,000	230,971	230,971	0
#32 業務他(第三次産業)	133	0	0	1,098,051	0	65,172	7,989	0	0	0	0	508,107	83,144	1,762,597	1,646,853	115,744
#33 家庭	0	2,880	0	606,330	0	343,074	48,395	0	0	0	0	638,494	1,284	1,640,458	1,640,458	0
#34 運輸	33	0	0	3,017,702	0	3	0	0	0	0	0	60,514	0	3,078,252	3,037,500	40,752
#35 旅客	33	0	0	1,516,269	0	1	0	0	0	0	0	56,610	0	1,572,912	1,540,989	31,923
#36 貨物	0	0	0	1,501,433	0	3	0	0	0	0	0	3,905	0	1,505,340	1,496,511	8,829
#37 非エネルギー利用(最終消費内数)	6,063	26,437	0	1,493,632	13,997	38	0	0	0	0	0	0	0	1,540,166	0	1,540,166

1995FY Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表（本表）簡易表 高位発熱量基準 表示単位：TJ	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																
#01 一次エネルギー供給	3,725,382	-91,908	10,166,812	1,642,449	2,477,257	0	280,834	728,509	0	380,411	2,693,458	0	0	22,003,203	20,202,409	1,800,794
#02 国内産出	153,374	0	32,455	0	95,250	0	278,350	728,509	0	380,411	2,693,458	0	0	4,361,806	0	0
#03 輸入	3,575,648	18,016	10,171,504	2,226,338	2,382,172	0	2,491	0	0	0	0	0	0	18,376,169	0	0
#04 総供給	3,729,022	18,016	10,203,959	2,226,338	2,477,422	0	280,841	728,509	0	380,411	2,693,458	0	0	22,737,975	20,937,181	1,800,794
#05 輸出	-75	-103,811	0	-717,045	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	-820,938	0	0
#06 供給在庫変動 (+取崩/-積増)	-3,565	-6,113	-37,147	133,156	-165	0	0	0	0	0	0	0	0	86,166	0	0
#07 国内供給 供給側	3,725,382	-91,908	10,166,812	1,642,449	2,477,257	0	280,834	728,509	0	380,411	2,693,458	0	0	22,003,203	20,202,409	1,800,794
消費側														21,968,302	20,167,508	1,800,794
#08 エネルギー転換	-3,316,691	1,148,397	-10,063,320	6,946,881	-2,418,050	685,997	-224,089	-728,509	0	-380,411	-2,693,458	3,146,438	1,055,422	-6,841,393	-6,776,341	-65,052
#09 石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,899,695	1,792,057	0	-24,231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-131,869	-131,869	0
#10 石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-9,375,750	9,417,456	5,773	0	0	0	0	0	0	0	-103,260	-55,781	0	-55,781
#11 ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	-12,205	0	-180,538	-723,679	915,060	-37	0	0	0	0	0	0	-1,400	-1,400	0
#12 事業用発電	-1,072,304	-219,914	-669,401	-835,632	-1,750,119	-663	-27,002	-667,399	0	0	-2,691,935	3,054,038	0	-4,880,332	-4,880,332	0
#13 自家用発電	-182,384	-138,015	-539	-439,106	-5,482	-45,424	-97,713	-61,110	0	-202,462	-1,523	440,633	0	-733,126	-733,126	0
#14 自家用蒸気発生	-160,158	-127,828	-669	-672,326	-4,887	-98,261	-99,257	0	0	-174,443	0	0	1,145,850	-191,980	-191,980	0
#15 地域熱供給/他転換・品種振替	-2,274	1,637	0	7,394	54,485	-65,586	-99	0	0	-3,505	0	-2,548	15,823	5,326	-3,669	8,995
#16 自家消費・送配損失	-2,978	-139,799	-1,058	-322,242	-86	-19,128	0	0	0	0	0	-345,686	-2,990	-833,968	-833,968	0
#17 転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	3,103	-7,537	-15,903	-3,893	5,944	0	20	0	0	0	0	0	0	-18,265	0	-18,265
#18 統計誤差 (+散逸/-不足)	-45,916	425	103,492	0	991	0	0	0	0	0	0	8,299	-32,390	34,901	34,901	0
#19 最終エネルギー消費	454,606	1,056,064	0	8,589,329	58,216	685,997	56,745	0	0	0	0	3,138,139	1,087,812	15,126,909	13,391,167	1,735,742
#20 企業・事業所他	454,575	1,054,427	0	4,275,478	58,216	286,618	7,099	0	0	0	0	2,251,832	1,086,444	9,474,690	7,771,448	1,703,242
#21 農林水産鉱建設業	82	1,590	0	581,369	1,571	2,963	0	0	0	0	0	79,742	1,944	669,260	497,671	171,589
#22 製造業	454,325	1,052,837	0	2,523,875	56,645	160,422	36	0	0	0	0	1,407,011	969,692	6,624,844	5,209,813	1,415,031
#23 食品飲料	82	0	0	63,054	0	14,756	0	0	0	0	0	65,038	70,106	213,037	213,037	0
#24 繊維	823	0	0	46,242	14	6,320	0	0	0	0	0	64,730	92,448	210,577	210,577	0
#25 パルプ・紙・紙加工品	0	0	0	35,625	5	10,330	36	0	0	0	0	132,158	274,405	452,559	452,559	0
#26 化学工業(含石油石炭製品)	6,103	31,971	0	1,779,429	21,427	16,674	0	0	0	0	0	210,026	248,201	2,313,831	914,655	1,399,176
#27 窯業・土石製品	236,215	34,354	0	216,168	1,758	15,743	0	0	0	0	0	104,387	43,204	651,829	636,182	15,647
#28 鉄鋼	200,658	962,201	0	123,546	26,217	23,652	0	0	0	0	0	257,704	112,652	1,706,629	1,706,422	208
#29 非鉄金属	10,236	9,869	0	54,938	96	10,237	0	0	0	0	0	51,307	14,066	150,749	150,749	0
#30 機械	4	14,444	0	166,069	7,128	54,690	0	0	0	0	0	393,787	73,276	709,398	709,398	0
#31 他製造業	203	0	0	38,803	0	8,020	0	0	0	0	0	127,874	41,334	216,234	216,234	0
#32 業務他(第三次産業)	168	0	0	1,170,234	0	123,233	7,063	0	0	0	0	765,079	114,808	2,180,586	2,063,964	116,622
#33 家庭	0	1,637	0	706,407	0	399,238	49,646	0	0	0	0	818,788	1,368	1,977,084	1,977,084	0
#34 運輸	31	0	0	3,607,445	0	141	0	0	0	0	0	67,518	0	3,675,135	3,642,635	32,500
#35 旅客	31	0	0	1,952,379	0	20	0	0	0	0	0	63,676	0	2,016,106	1,991,138	24,968
#36 貨物	0	0	0	1,655,066	0	121	0	0	0	0	0	3,842	0	1,659,029	1,651,497	7,532
#37 非エネルギー利用(最終消費内数)	5,446	25,104	0	1,693,158	12,033	0	0	0	0	0	0	0	0	1,735,742	0	1,735,742

表 A 4-20　総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の簡易表（2000、2005 年度）

2000FY Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表(本表) 簡易表 高位発熱量基準 表示単位:TJ	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																
#01 一次エネルギー供給	4,203,202	-3,821	9,634,832	1,528,928	3,058,878	0	273,860	745,903	0	409,621	2,858,092	0	0	22,709,495	20,834,947	1,874,549
#02 国内産出	66,912	0	28,034	0	106,340	0	269,127	745,903	0	409,621	2,858,092	0	0	4,484,028	0	0
#03 輸入	4,139,375	76,219	9,733,303	2,252,207	2,952,403	0	4,746	0	0	0	0	0	0	19,158,252	0	0
#04 総供給	4,206,287	76,219	9,761,337	2,252,207	3,058,742	0	273,873	745,903	0	409,621	2,858,092	0	0	23,642,280	21,767,731	1,874,549
#05 輸出	-112	-78,077	0	-617,396	0	0	-13	0	0	0	0	0	0	-695,597	0	0
#06 供給在庫変動 (+取崩/-積増)	-2,972	-1,963	-126,505	-105,883	136	0	0	0	0	0	0	0	0	-237,187	0	0
#07 国内供給 供給側	4,203,202	-3,821	9,634,832	1,528,928	3,058,878	0	273,860	745,903	0	409,621	2,858,092	0	0	22,709,495	20,834,947	1,874,549
消費側														22,729,352	20,854,803	1,874,549
#08 エネルギー転換	-3,705,208	1,114,629	-9,622,842	7,213,548	-3,022,830	806,834	-223,800	-745,903	0	-403,364	-2,858,092	3,414,115	1,158,073	-6,874,841	-6,769,290	-105,551
#09 石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,738,478	1,664,686	0	-33,697	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-107,489	-107,489	0
#10 石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-9,331,059	9,412,940	6,972	0	0	0	0	0	0	0	-137,327	-48,474	0	-48,474
#11 ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	-9,573	0	-150,046	-925,341	1,084,614	-31	0	0	0	0	0	0	-377	-377	0
#12 事業用発電	-1,513,154	-219,155	-301,245	-544,697	-2,130,517	-1,632	-27,676	-679,439	0	0	-2,851,772	3,320,803	0	-4,948,485	-4,948,485	0
#13 自家用発電	-222,305	-114,011	-83	-431,513	-9,034	-71,592	-99,374	-66,464	0	-178,038	-6,320	457,645	0	-741,088	-741,088	0
#14 自家用蒸気発生	-198,902	-69,828	-135	-672,981	-7,845	-128,034	-96,581	0	0	-220,572	0	0	1,276,053	-118,825	-118,825	0
#15 地域熱供給/他転換・品種振替	-708	0	0	-34,671	48,869	-63,384	-116	0	0	-4,755	0	-3,940	22,648	-36,057	-3,078	-32,978
#16 自家消費・送配損失	-4,240	-132,502	-518	-335,337	-519	-13,139	0	0	0	0	0	-360,392	-3,302	-849,949	-849,949	0
#17 転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	-27,422	-4,989	10,199	3,549	-5,414	0	-22	0	0	1	0	0	0	-24,098	0	-24,098
#18 統計誤差 (+散逸/-不足)	76,007	60,164	11,990	0	-14,343	0	0	0	0	0	0	-87,528	-66,148	-19,857	-19,857	0
#19 最終エネルギー消費	421,987	1,050,644	0	8,742,476	50,391	806,834	50,059	0	0	6,256	0	3,501,643	1,224,220	15,854,510	14,085,513	1,768,998
#20 企業・事業所他	421,941	1,050,644	0	4,211,861	50,391	386,796	17,219	0	0	6,256	0	2,531,853	1,222,914	9,899,876	8,165,041	1,734,835
#21 農林水産鉱建設業	47	1,744	0	533,670	1,930	2,959	0	0	0	0	0	75,049	1,530	616,930	463,427	153,503
#22 製造業	421,754	1,048,900	0	2,495,178	48,461	178,337	12,142	0	0	6,256	0	1,441,577	1,076,657	6,729,262	5,235,834	1,493,428
#23 食品飲料	34	0	0	66,373	0	21,171	0	0	0	0	0	75,932	79,504	243,015	243,015	0
#24 繊維	257	0	0	34,473	1	5,858	0	0	0	0	0	56,816	79,810	177,214	177,214	0
#25 パルプ・紙・紙加工品	0	0	0	26,153	71	8,250	12,142	0	0	0	0	140,731	287,154	474,501	474,501	0
#26 化学工業(含石油石炭製品)	556	36,239	0	1,880,427	23,397	22,408	0	0	0	0	0	212,761	352,672	2,528,459	1,036,347	1,492,113
#27 窯業・土石製品	185,818	24,256	0	170,732	1,681	19,036	0	0	0	6,235	0	96,376	33,996	538,130	536,966	1,164
#28 鉄鋼	230,744	973,938	0	109,213	22,154	36,208	0	0	0	0	0	261,809	109,404	1,743,470	1,743,318	152
#29 非鉄金属	4,209	10,185	0	49,230	238	14,836	0	0	0	19	0	56,982	23,072	158,770	158,770	0
#30 機械	0	4,282	0	122,206	919	37,437	0	0	0	2	0	389,189	65,343	619,377	619,377	0
#31 他製造業	137	0	0	36,370	0	13,133	0	0	0	0	0	150,982	45,703	246,325	246,325	0
#32 業務他(第三次産業)	140	0	0	1,183,013	0	205,500	5,078	0	0	0	0	1,015,227	144,727	2,553,685	2,465,781	87,904
#33 家庭	0	0	0	768,778	0	418,897	32,840	0	0	0	0	902,926	1,306	2,124,747	2,124,747	0
#34 運輸	46	0	0	3,761,837	0	1,141	0	0	0	0	0	66,864	0	3,829,887	3,795,725	34,162
#35 旅客	46	0	0	2,190,118	0	172	0	0	0	0	0	63,385	0	2,253,720	2,227,912	25,808
#36 貨物	0	0	0	1,571,719	0	969	0	0	0	0	0	3,479	0	1,576,167	1,567,813	8,354
#37 非エネルギー利用(最終消費内数)	19	19,641	0	1,740,814	8,523	0	0	0	0	0	0	0	0	1,768,998	0	1,768,998

2005FY Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表(本表) 簡易表 高位発熱量基準 表示単位:TJ	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																
#01 一次エネルギー供給	4,765,771	15,805	9,517,554	1,173,834	3,291,376	0	380,850	671,487	0	428,091	2,660,242	0	0	22,905,011	20,957,082	1,947,930
#02 国内産出	28,110	0	33,051	0	134,612	0	375,440	671,487	0	428,091	2,660,242	0	0	4,331,033	0	0
#03 輸入	4,737,747	81,303	9,473,040	2,127,563	3,156,903	0	5,461	0	0	0	0	0	0	19,582,017	0	0
#04 総供給	4,765,856	81,303	9,506,092	2,127,563	3,291,515	0	380,901	671,487	0	428,091	2,660,242	0	0	23,913,050	21,965,120	1,947,930
#05 輸出	-85	-49,269	-4	-880,259	0	0	-51	0	0	0	0	0	0	-929,668	0	0
#06 供給在庫変動 (+取崩/-積増)	0	-16,228	11,466	-73,470	-138	0	0	0	0	0	0	0	0	-78,371	0	0
#07 国内供給 供給側	4,765,771	15,805	9,517,554	1,173,834	3,291,376	0	380,850	671,487	0	428,091	2,660,242	0	0	22,905,011	20,957,082	1,947,930
消費側														22,954,613	21,006,684	1,947,930
#08 エネルギー転換	-4,310,565	1,121,057	-9,510,672	7,253,909	-3,227,280	966,321	-354,038	-671,487	0	-421,786	-2,660,242	3,561,797	1,199,658	-7,053,329	-6,930,529	-122,800
#09 石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,730,636	1,633,464	0	-18,801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-115,974	-115,974	0
#10 石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-9,209,723	9,278,313	8,203	0	0	0	0	0	0	0	-139,784	-62,992	0	-62,992
#11 ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	-1,994	0	-99,300	-1,315,246	1,414,464	-46	0	0	0	0	0	0	-2,121	-2,121	0
#12 事業用発電	-2,146,038	-189,378	-301,537	-546,895	-1,910,075	-58,869	-52,804	-614,127	0	0	-2,660,242	3,440,790	0	-5,039,177	-5,039,177	0
#13 自家用発電	-250,929	-106,559	-20	-400,617	-16,206	-115,803	-132,042	-57,360	0	-178,129	0	502,550	0	-755,114	-755,114	0
#14 自家用蒸気発生	-215,125	-66,543	-37	-572,779	-12,856	-183,042	-168,956	0	0	-238,466	0	0	1,317,573	-140,231	-140,231	0
#15 地域熱供給/他転換・品種振替	-633	0	0	-54,980	63,151	-81,254	-146	0	0	-5,124	0	-4,129	25,072	-58,042	-4,085	-53,958
#16 自家消費・送配損失	-6,994	-129,554	-91	-331,117	-16,279	-9,176	0	0	0	0	0	-377,413	-3,203	-873,827	-873,827	0
#17 転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	39,791	-18,378	736	86	-27,972	0	-44	0	0	-68	0	0	0	-5,850	0	-5,850
#18 統計誤差 (+散逸/-不足)	33,648	93,728	6,882	0	-566	0	0	0	0	0	0	-127,656	-55,638	-49,602	-49,602	0
#19 最終エネルギー消費	421,558	1,043,135	0	8,427,743	64,662	966,321	26,812	0	0	6,305	0	3,689,453	1,255,296	15,901,284	14,076,155	1,825,130
#20 企業・事業所他	421,521	1,043,135	0	4,155,720	64,662	526,270	4,278	0	0	6,305	0	2,624,065	1,253,971	10,099,926	8,310,469	1,789,456
#21 農林水産鉱建設業	34	524	0	458,565	2,758	3,115	0	0	0	0	0	60,986	1,350	527,331	426,504	100,828
#22 製造業	421,249	1,042,611	0	2,443,486	61,905	259,987	25	0	0	6,305	0	1,416,001	1,115,783	6,767,351	5,161,986	1,605,364
#23 食品飲料	39	0	0	61,918	0	32,399	0	0	0	0	0	88,551	88,379	271,285	271,285	0
#24 繊維	231	0	0	26,382	0	6,957	0	0	0	0	0	45,906	64,926	144,403	144,403	0
#25 パルプ・紙・紙加工品	506	0	0	23,810	119	10,603	25	0	0	0	0	134,442	282,635	452,138	452,138	0
#26 化学工業(含石油石炭製品)	971	39,347	0	1,944,659	31,470	31,462	0	0	0	0	0	211,479	392,864	2,652,253	1,047,426	1,604,828
#27 窯業・土石製品	163,358	21,640	0	132,156	2,541	22,808	0	0	0	6,300	0	80,915	29,084	458,803	458,395	408
#28 鉄鋼	252,942	968,364	0	93,093	25,126	54,384	0	0	0	0	0	263,940	113,867	1,771,715	1,771,587	129
#29 非鉄金属	2,993	9,518	0	41,262	315	19,808	0	0	0	0	0	54,697	26,351	154,944	154,944	0
#30 機械	1	3,742	0	89,291	2,334	63,972	0	0	0	5	0	394,749	65,339	619,434	619,434	0
#31 他製造業	206	0	0	30,915	0	17,593	0	0	0	0	0	141,322	52,339	242,376	242,376	0
#32 業務他(第三次産業)	238	0	0	1,253,669	0	263,168	4,253	0	0	0	0	1,147,078	136,838	2,805,244	2,721,979	83,264
#33 家庭	0	0	0	729,070	0	436,076	22,534	0	0	0	0	997,357	1,326	2,186,363	2,186,363	0
#34 運輸	37	0	0	3,542,953	0	3,974	0	0	0	0	0	68,031	0	3,614,996	3,579,323	35,674
#35 旅客	37	0	0	2,079,246	0	591	0	0	0	0	0	64,483	0	2,144,357	2,117,707	26,651
#36 貨物	0	0	0	1,463,707	0	3,383	0	0	0	0	0	3,548	0	1,470,639	1,461,616	9,023
#37 非エネルギー利用(最終消費内数)	32	18,343	0	1,790,501	16,254	0	0	0	0	0	0	0	0	1,825,130	0	1,825,130

表 A 4-21　総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の簡易表（2010、2015 年度）

2010FY	Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表(本表) 簡易表 高位発熱量基準 表示単位:TJ		石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																	
#01	一次エネルギー供給	4,983,144	14,115	8,127,286	730,774	3,994,127	1,105	436,391	715,871	0	529,798	2,462,243	0	0	21,994,855	20,126,593	1,868,262
#02	国内産出	25,764	0	30,637	0	149,324	0	421,586	715,871	0	529,798	2,462,243	0	0	4,335,224	0	0
#03	輸入	4,957,466	29,909	8,140,499	1,946,768	3,844,997	0	14,857	0	0	0	0	0	0	18,934,496	0	0
#04	総供給	4,983,230	29,909	8,171,136	1,946,768	3,994,321	0	436,443	715,871	0	529,798	2,462,243	0	0	23,269,720	21,401,458	1,868,262
#05	輸出	-87	-19,695	0	-1,187,778	0	0	-51	0	0	0	0	0	0	-1,207,611	0	0
#06	供給在庫変動 (+取崩/-積増)	0	3,901	-43,851	-28,216	-194	1,105	0	0	0	0	0	0	0	-67,255	0	0
#07	国内供給 供給側	4,983,144	14,115	8,127,286	730,774	3,994,127	1,105	436,391	715,871	0	529,798	2,462,243	0	0	21,994,855	20,126,593	1,868,262
	消費側														21,931,664	20,063,402	1,868,262
#08	エネルギー転換	-4,523,260	1,090,966	-8,133,969	6,532,803	-3,960,650	1,087,984	-415,108	-715,871	0	-522,602	-2,462,243	3,799,519	1,003,399	-7,219,031	-7,081,798	-137,233
#09	石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,704,578	1,611,327	0	-20,407	0	0	0	0	0	-87	0	0	0	-113,745	-113,745	0
#10	石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-7,949,128	8,038,382	5,579	0	-8,588	0	0	0	0	0	-146,978	-60,732	0	-60,732
#11	ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	0	0	-73,311	-1,646,183	1,719,690	0	0	0	0	0	0	0	196	196	0
#12	事業用発電	-2,087,400	-207,076	-189,297	-374,290	-2,342,899	-59,859	-49,324	-574,862	0	-5,678	-2,462,243	3,474,987	0	-4,877,940	-4,877,940	0
#13	自家用発電	-440,814	-104,816	-46	-309,172	-149,028	-133,884	-172,142	-141,010	0	-282,311	0	704,765	0	-1,028,457	-1,028,457	0
#14	自家用蒸気発生	-240,628	-76,411	-90	-378,618	-27,268	-168,223	-184,754	0	0	-229,472	0	0	1,130,683	-174,781	-174,781	0
#15	地域熱供給/他転換・品種振替	0	0	0	-46,256	202,348	-219,351	-577	0	0	-4,068	0	-4,126	24,418	-47,613	-1,932	-45,681
#16	自家消費・送配損失	-20,471	-134,613	-62	-293,998	-4,773	-50,390	0	0	0	0	0	-376,108	-4,724	-885,138	-885,138	0
#17	転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	-29,368	2,555	4,654	-9,526	1,573	0	278	0	0	-987	0	0	0	-30,821	0	-30,821
#18	統計誤差 (+散逸/-不足)	68,210	49,980	-6,683	-133	-34,148	0	0	0	0	0	0	72,012	-86,048	63,191	63,191	0
#19	最終エネルギー消費	391,674	1,055,101	0	7,263,710	67,624	1,089,088	21,284	0	0	7,196	0	3,727,507	1,089,447	14,712,632	12,981,604	1,731,028
#20	企業・事業所他	391,630	1,055,101	0	3,300,853	67,624	657,371	4,834	0	0	7,196	0	2,588,231	1,088,165	9,161,006	7,465,453	1,695,552
#21	農林水産鉱建設業	87	140	0	388,845	5,064	2,672	0	0	0	0	0	45,746	1,392	443,947	370,579	73,368
#22	製造業	391,306	1,052,992	0	2,203,042	62,560	281,280	350	0	0	7,196	0	1,329,670	976,583	6,304,979	4,747,258	1,557,722
#23	食品飲料	28	91	0	49,050	0	39,753	0	0	0	0	0	91,205	99,108	279,235	279,235	0
#24	繊維	153	0	0	13,306	0	7,678	0	0	0	0	0	35,686	49,765	106,588	106,588	0
#25	パルプ・紙・紙加工品	322	0	0	19,946	333	5,171	344	0	0	89	0	123,818	228,675	378,697	378,697	0
#26	化学工業(含石油石炭製品)	1,051	49,884	0	1,854,151	34,826	27,260	0	0	0	0	0	204,863	365,869	2,537,905	980,551	1,557,354
#27	窯業・土石製品	128,254	17,780	0	96,373	4,255	28,179	6	0	0	6,582	0	72,152	19,889	373,471	373,290	181
#28	鉄鋼	258,193	972,911	0	77,186	20,273	76,514	0	0	0	387	0	258,516	118,085	1,782,065	1,781,879	186
#29	非鉄金属	2,314	8,661	0	23,718	1,024	16,292	0	0	0	137	0	52,542	10,665	115,353	115,353	0
#30	機械	76	3,587	0	50,855	1,849	65,643	0	0	0	0	0	373,471	58,690	554,171	554,171	0
#31	他製造業	915	78	0	18,457	0	14,790	0	0	0	0	0	117,417	25,837	177,494	177,494	0
#32	業務他(第三次産業)	237	1,970	0	708,965	0	373,418	4,485	0	0	0	0	1,212,816	110,189	2,412,079	2,347,616	64,463
#33	家庭	0	0	0	646,431	0	427,050	16,449	0	0	0	0	1,073,597	1,282	2,164,810	2,164,810	0
#34	運輸	43	0	0	3,316,427	0	4,667	0	0	0	0	0	65,679	0	3,386,816	3,351,340	35,476
#35	旅客	43	0	0	1,962,870	0	640	0	0	0	0	0	62,568	0	2,026,122	1,999,526	26,596
#36	貨物	0	0	0	1,353,557	0	4,027	0	0	0	0	0	3,111	0	1,360,695	1,351,815	8,880
#37	非エネルギー利用(最終消費内数)	16	17,902	0	1,696,536	16,575	0	0	0	0	0	0	0	0	1,731,028	0	1,731,028

2015FY	Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表(本表) 簡易表 高位発熱量基準 表示単位:TJ		石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																	
#01	一次エネルギー供給	5,096,871	57,471	7,406,284	731,279	4,658,056	-833	726,484	725,930	0	535,685	78,638	0	0	20,015,863	18,217,801	1,798,062
#02	国内産出	31,982	0	20,896	0	110,598	0	694,411	725,930	0	535,685	78,638	0	0	2,198,141	0	0
#03	輸入	5,064,950	80,375	7,414,496	1,952,126	4,551,428	0	32,118	0	0	0	0	0	0	19,095,492	0	0
#04	総供給	5,096,932	80,375	7,435,391	1,952,126	4,662,026	0	726,529	725,930	0	535,685	78,638	0	0	21,293,632	19,495,571	1,798,062
#05	輸出	-62	-22,999	0	-1,265,963	0	0	-45	0	0	0	0	0	0	-1,289,068	0	0
#06	供給在庫変動 (+取崩/-積増)	0	95	-29,108	45,115	-3,970	-833	0	0	0	0	0	0	0	11,299	0	0
#07	国内供給 供給側	5,096,871	57,471	7,406,284	731,279	4,658,056	-833	726,484	725,930	0	535,685	78,638	0	0	20,015,863	18,217,801	1,798,062
	消費側														20,043,654	18,245,593	1,798,062
#08	エネルギー転換	-4,717,988	946,675	-7,406,973	5,870,508	-4,603,419	1,072,604	-711,325	-725,930	0	-510,425	-78,638	3,464,390	883,439	-6,517,082	-6,401,239	-115,843
#09	石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,523,216	1,436,363	0	-19,673	0	0	0	0	0	-4,893	0	0	0	-111,419	-111,419	0
#10	石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-7,191,157	7,208,201	4,204	0	-14,525	0	0	0	0	0	-119,254	-112,532	0	-112,532
#11	ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	0	0	-68,503	-1,669,358	1,738,071	-116	0	0	0	0	0	0	95	95	0
#12	事業用発電	-2,375,953	-201,063	-226,562	-382,134	-2,924,727	-121,063	-52,323	-588,695	0	-5,484	-78,638	2,945,950	0	-4,010,691	-4,010,691	0
#13	自家用発電	-502,927	-101,086	-39	-262,099	-159,588	-136,847	-472,130	-137,236	0	-297,981	0	843,721	0	-1,226,213	-1,226,213	0
#14	自家用蒸気発生	-243,912	-70,119	-74	-317,268	-24,529	-181,391	-171,077	0	0	-199,185	0	0	986,116	-221,438	-221,438	0
#15	地域熱供給/他転換・品種振替	0	0	0	5,100	165,482	-179,577	-1,026	0	0	-2,631	0	-3,609	21,309	5,046	169	4,877
#16	自家消費・送配損失	-20,270	-120,506	-83	-304,499	-13,393	-46,590	0	0	0	0	0	-321,672	-4,730	-831,743	-831,743	0
#17	転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	-51,710	3,085	10,941	11,383	18,491	0	-128	0	0	-250	0	0	0	-8,188	0	-8,188
#18	統計誤差 (+散逸/-不足)	-52,944	48,096	-690	-440	-7,176	0	0	0	0	0	0	46,221	-60,858	-27,791	-27,791	0
#19	最終エネルギー消費	431,827	956,049	0	6,602,227	61,813	1,071,770	15,159	0	0	25,260	0	3,418,170	944,297	13,526,572	11,844,353	1,682,219
#20	企業・事業所他	431,788	956,049	0	2,988,944	61,813	668,128	5,229	0	0	25,260	0	2,389,850	943,195	8,470,256	6,824,470	1,645,786
#21	農林水産鉱建設業	28	291	0	363,295	4,695	3,082	0	0	0	0	0	38,140	1,095	410,626	355,900	54,726
#22	製造業	431,413	952,800	0	2,065,504	57,118	248,435	390	0	0	25,260	0	1,214,517	878,520	5,873,957	4,331,718	1,542,239
#23	食品飲料	245	80	0	32,811	0	31,205	0	0	0	0	0	91,746	83,786	239,874	239,874	0
#24	繊維	112	0	0	7,149	10	5,463	0	0	0	0	0	33,417	50,873	97,022	97,022	0
#25	パルプ・紙・紙加工品	1,793	0	0	15,758	534	4,531	324	0	0	1,018	0	112,140	205,821	341,918	341,918	0
#26	化学工業(含石油石炭製品)	4,215	49,754	0	1,797,179	27,107	21,360	0	0	0	2,008	0	188,334	332,954	2,422,911	880,925	1,541,985
#27	窯業・土石製品	130,671	12,652	0	84,461	5,002	25,789	67	0	0	19,110	0	61,848	19,240	358,839	358,700	139
#28	鉄鋼	291,655	879,851	0	60,409	21,522	80,046	0	0	0	1,707	0	250,808	99,610	1,685,609	1,685,494	114
#29	非鉄金属	2,283	7,412	0	16,339	1,317	12,808	0	0	0	1,417	0	43,123	10,152	94,851	94,851	0
#30	機械	77	2,994	0	39,581	1,627	55,813	0	0	0	0	0	325,304	42,832	468,228	468,228	0
#31	他製造業	363	56	0	11,816	0	11,421	0	0	0	0	0	107,797	33,253	164,705	164,705	0
#32	業務他(第三次産業)	348	2,958	0	560,146	0	416,611	4,838	0	0	0	0	1,137,193	63,579	2,185,673	2,136,852	48,821
#33	家庭	0	0	0	531,546	0	400,326	9,930	0	0	0	0	965,137	1,102	1,908,040	1,908,040	0
#34	運輸	39	0	0	3,081,737	0	3,317	0	0	0	0	0	63,183	0	3,148,275	3,111,843	36,433
#35	旅客	39	0	0	1,794,236	0	320	0	0	0	0	0	60,289	0	1,854,884	1,827,225	27,659
#36	貨物	0	0	0	1,287,501	0	2,996	0	0	0	0	0	2,894	0	1,293,392	1,284,617	8,774
#37	非エネルギー利用(最終消費内数)	9	17,701	0	1,652,935	11,574	0	0	0	0	0	0	0	0	1,682,219	0	1,682,219

表 A 4-22　総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の簡易表（2020、2021 年度）

2020FY Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表(本表) 簡易表 高位発熱量基準 表示単位:TJ	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																
#01 一次エネルギー供給	4,488,175	-68,861	5,293,990	1,238,093	4,271,624	723	1,186,060	662,732	0	543,425	325,883	0	0	17,941,843	16,506,315	1,435,528
#02 国内産出	18,136	0	18,636	0	90,329	0	1,097,085	662,732	0	543,425	325,883	0	0	2,756,224	0	0
#03 輸入	4,470,131	25,693	5,196,524	1,933,350	4,178,883	0	89,007	0	0	0	0	0	0	15,893,589	0	0
#04 総供給	4,488,267	25,693	5,215,160	1,933,350	4,269,212	0	1,186,092	662,732	0	543,425	325,883	0	0	18,649,813	17,214,285	1,435,528
#05 輸出	-92	-94,390	0	-744,068	0	0	-32	0	0	0	0	0	0	-838,582	0	0
#06 供給在庫変動 (+取崩/-積増)	0	-164	78,829	48,811	2,413	723	0	0	0	0	0	0	0	130,612	0	0
#07 国内供給 供給側	4,488,175	-68,861	5,293,990	1,238,093	4,271,624	723	1,186,060	662,732	0	543,425	325,883	0	0	17,941,843	16,506,315	1,435,528
消費側														18,006,786	16,571,258	1,435,528
#08 エネルギー転換	-4,157,767	887,393	-5,307,574	4,496,031	-4,220,768	991,699	-1,175,774	-662,732	0	-513,576	-325,883	3,252,123	816,300	-5,920,529	-5,914,497	-6,032
#09 石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,337,102	1,261,810	0	-13,474	0	0	0	0	0	-5,165	0	0	0	-93,930	-93,930	0
#10 石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-5,301,697	5,256,534	1,502	0	-19,630	0	0	0	0	0	-112,550	-175,840	0	-175,840
#11 ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	0	0	-77,530	-1,603,662	1,679,649	-66	0	0	0	0	0	0	-1,609	-1,609	0
#12 事業用発電	-2,457,503	-112,324	-12,359	-212,036	-2,673,009	-196,375	-378,535	-637,510	0	-130,836	-325,883	3,043,355	0	-4,093,016	-4,093,016	0
#13 自家用発電	-171,702	-95,717	-31	-155,927	-42,433	-111,309	-614,821	-25,221	0	-193,107	0	572,536	0	-837,733	-837,733	0
#14 自家用蒸気発生	-212,003	-58,276	-55	-276,054	-21,689	-188,235	-159,807	0	0	-180,653	0	0	913,861	-182,911	-182,911	0
#15 地域熱供給/他転換・品種振替	0	0	0	130,760	162,308	-168,778	-771	0	0	-3,066	0	-3,243	21,261	138,472	1,519	136,953
#16 自家消費・送配損失	-12,903	-107,198	-1	-183,521	-13,115	-23,253	-27	0	0	0	0	-360,525	-6,273	-706,817	-706,817	0
#17 転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	33,446	-902	6,568	27,279	-30,670	0	-2,117	0	0	-749	0	0	0	32,854	0	32,854
#18 統計誤差 (+散逸/-不足)	-4,774	35,245	-13,585	153	-4,252	0	0	0	0	0	0	-36,233	-41,497	-64,943	-64,943	0
#19 最終エネルギー消費	335,182	783,286	0	5,733,972	55,108	992,422	10,286	0	0	29,848	0	3,288,356	857,797	12,086,257	10,656,761	1,429,496
#20 企業・事業所他	335,166	783,286	0	2,606,390	55,108	558,002	3,962	0	0	29,848	0	2,272,186	856,702	7,500,650	6,106,135	1,394,514
#21 農林水産鉱建設業	0	18	0	347,509	4,490	2,926	0	0	0	0	0	37,752	849	393,544	342,597	50,947
#22 製造業	335,161	774,756	0	1,738,916	50,619	242,587	146	0	0	29,848	0	1,137,648	790,810	5,100,490	3,784,542	1,315,948
#23 食品飲料	17	0	0	26,564	0	31,605	0	0	0	0	0	88,205	91,530	237,921	237,921	0
#24 繊維	0	0	0	4,555	39	5,409	0	0	0	0	0	26,002	37,777	73,781	73,781	0
#25 パルプ・紙・紙加工品	0	0	0	12,814	400	4,580	113	0	0	760	0	96,394	175,512	290,573	290,573	0
#26 化学工業(含石油石炭製品)	1,860	48,209	0	1,518,826	26,214	22,564	0	0	0	2,000	0	179,155	302,327	2,101,155	785,785	1,315,369
#27 窯業・土石製品	120,170	12,481	0	74,276	4,641	26,243	32	0	0	24,621	0	60,008	19,520	341,993	341,536	456
#28 鉄鋼	211,670	705,801	0	37,817	16,216	69,226	0	0	0	1,290	0	218,176	84,793	1,344,989	1,344,867	122
#29 非鉄金属	1,426	6,654	0	13,950	1,312	12,663	0	0	0	1,177	0	43,062	9,485	89,730	89,730	0
#30 機械	1	1,611	0	37,808	1,797	58,232	0	0	0	0	0	321,793	34,298	455,540	455,540	0
#31 他製造業	17	0	0	12,306	0	12,066	0	0	0	0	0	104,852	35,567	164,808	164,808	0
#32 業務他(第三次産業)	5	8,512	0	519,964	0	312,489	3,816	0	0	0	0	1,096,786	65,043	2,006,616	1,978,996	27,619
#33 家庭	0	0	0	514,467	0	433,238	6,324	0	0	0	0	956,663	1,095	1,911,787	1,911,787	0
#34 運輸	16	0	0	2,613,115	0	1,182	0	0	0	0	0	59,507	0	2,673,820	2,638,838	34,982
#35 旅客	16	0	0	1,455,913	0	52	0	0	0	0	0	57,063	0	1,513,044	1,486,818	26,226
#36 貨物	0	0	0	1,157,203	0	1,129	0	0	0	0	0	2,444	0	1,160,776	1,152,020	8,756
#37 非エネルギー利用(最終消費内数)	22	18,552	0	1,400,384	10,538	0	0	0	0	0	0	0	0	1,429,496	0	1,429,496

2021FY Row $	$0100	$0200	$0300	$0400	$0500	$0600	$0700	$0800	$0900	$1000	$1100	$1200	$1300	$1400	$1401	$1402
<< 総合エネルギー統計 >> エネルギー単位表(本表) 簡易表 高位発熱量基準 表示単位:TJ	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	水力発電(揚水除く)	揚水発電	未活用エネルギー	原子力発電	電力	熱	合計	エネルギー利用	非エネルギー利用
Line #																
#01 一次エネルギー供給	4,812,955	-4,692	5,656,731	1,063,316	3,997,511	943	1,324,585	673,120	0	541,056	604,886	0	0	18,670,410	17,228,574	1,441,836
#02 国内産出	15,990	0	17,145	0	89,230	0	1,219,635	673,120	0	541,056	604,886	0	0	3,161,062	0	0
#03 輸入	4,797,109	63,192	5,676,187	1,953,929	3,910,636	0	104,975	0	0	0	0	0	0	16,506,027	0	0
#04 総供給	4,813,099	63,192	5,693,331	1,953,929	3,999,866	0	1,324,610	673,120	0	541,056	604,886	0	0	19,667,089	18,225,253	1,441,836
#05 輸出	-144	-66,167	0	-938,715	0	0	-26	0	0	0	0	0	0	-1,005,051	0	0
#06 供給在庫変動 (+取崩/-積増)	0	-1,716	-36,601	48,102	-2,356	943	0	0	0	0	0	0	0	8,372	0	0
#07 国内供給 供給側	4,812,955	-4,692	5,656,731	1,063,316	3,997,511	943	1,324,585	673,120	0	541,056	604,886	0	0	18,670,410	17,228,574	1,441,836
消費側														18,571,954	17,130,118	1,441,836
#08 エネルギー転換	-4,393,997	920,195	-5,628,513	4,619,595	-3,912,446	1,034,569	-1,314,947	-673,120	0	-508,857	-604,886	3,348,729	818,045	-6,295,634	-6,285,093	-10,541
#09 石炭製品製造 (+発生回収/-投入)	-1,426,802	1,330,276	0	-14,614	0	0	0	0	0	-5,555	0	0	0	-116,695	-116,695	0
#10 石油製品製造 (+発生回収/-投入)	0	0	-5,623,033	5,605,003	1,573	0	-19,958	0	0	0	0	0	-105,130	-141,544	0	-141,544
#11 ガス製造 (+発生回収/-投入)	0	0	0	-88,107	-1,661,472	1,747,481	-59	0	0	0	0	0	0	-2,156	-2,156	0
#12 事業用発電	-2,572,829	-128,635	-9,317	-282,017	-2,388,659	-201,185	-434,796	-647,142	0	-131,536	-604,886	3,103,692	0	-4,297,309	-4,297,309	0
#13 自家用発電	-174,267	-103,406	0	-165,550	-45,669	-115,451	-684,459	-25,978	0	-199,669	0	623,609	0	-890,841	-890,841	0
#14 自家用蒸気発生	-219,365	-63,504	0	-276,121	-22,426	-200,366	-171,325	0	0	-168,983	0	0	908,338	-213,753	-213,753	0
#15 地域熱供給/他転換・品種振替	0	0	0	44,916	169,305	-175,834	-845	0	0	-3,145	0	-3,219	21,574	52,753	1,599	51,154
#16 自家消費・送配損失	-33,148	-110,610	-5	-207,713	-12,013	-20,077	-282	0	0	0	0	-375,353	-6,738	-765,938	-765,938	0
#17 転換・消費在庫変動 (+取崩/-積増)	32,414	-3,927	3,842	3,797	46,915	0	-3,223	0	0	31	0	0	0	79,849	0	79,849
#18 統計誤差 (+散逸/-不足)	32,783	71,583	28,217	-266	27,763	0	0	0	0	0	0	23,302	-84,926	98,456	98,456	0
#19 最終エネルギー消費	386,175	843,919	1	5,683,177	57,302	1,035,512	9,637	0	0	32,199	0	3,325,427	902,971	12,276,320	10,845,025	1,431,295
#20 企業・事業所他	386,159	843,919	1	2,598,368	57,302	606,028	3,886	0	0	32,199	0	2,367,417	901,908	7,797,188	6,400,181	1,397,006
#21 農林水産鉱建設業	0	1	0	349,136	4,734	2,800	0	0	0	0	0	39,870	692	397,233	352,370	44,864
#22 製造業	386,156	837,546	1	1,780,083	52,568	252,106	126	0	0	32,199	0	1,165,944	839,822	5,346,550	4,015,730	1,330,820
#23 食品飲料	19	0	0	26,846	0	28,043	0	0	0	0	0	89,934	106,537	251,378	251,378	0
#24 繊維	0	0	0	4,559	41	5,555	0	0	0	0	0	27,507	40,313	77,975	77,975	0
#25 パルプ・紙・紙加工品	0	0	0	13,244	1,029	4,501	95	0	0	704	0	99,816	183,862	303,250	303,250	0
#26 化学工業(含石油石炭製品)	852	48,300	1	1,563,575	25,274	24,768	0	0	0	2,010	0	180,564	303,160	2,148,503	817,961	1,330,542
#27 窯業・土石製品	117,320	13,040	0	71,280	4,262	23,950	31	0	0	26,938	0	58,413	16,007	331,240	331,071	169
#28 鉄鋼	266,280	768,093	0	38,105	18,845	78,811	0	0	0	1,255	0	238,034	92,529	1,501,953	1,501,844	109
#29 非鉄金属	1,395	6,461	0	14,300	1,415	17,543	0	0	0	1,292	0	42,467	10,074	94,947	94,947	0
#30 機械	0	1,652	0	36,645	1,703	57,358	0	0	0	0	0	327,606	45,846	470,809	470,809	0
#31 他製造業	289	0	0	11,529	0	11,578	0	0	0	0	0	101,603	41,495	166,494	166,494	0
#32 業務他(第三次産業)	3	6,372	0	469,148	0	351,122	3,760	0	0	0	0	1,161,604	61,394	2,053,404	2,032,081	21,323
#33 家庭	0	0	0	453,774	0	428,538	5,751	0	0	0	0	898,503	1,063	1,787,629	1,787,629	0
#34 運輸	16	0	0	2,631,035	0	946	0	0	0	0	0	59,507	0	2,691,504	2,657,215	34,289
#35 旅客	16	0	0	1,439,763	0	36	0	0	0	0	0	57,063	0	1,496,878	1,471,388	25,489
#36 貨物	0	0	0	1,191,272	0	910	0	0	0	0	0	2,444	0	1,194,626	1,185,827	8,799
#37 非エネルギー利用(最終消費内数)	13	19,536	1	1,400,847	10,898	0	0	0	0	0	0	0	0	1,431,295	0	1,431,295

A4.2.2. 総合エネルギー統計とインベントリの CRF

インベントリの CRF における排出量の報告においては、総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の各部門における排出量を CRF における各部門に計上している。総合エネルギー統計の各部門と CRF table 1.A(a)「部門別アプローチ」との対応関係は表 A 4-23 を参照のこと。

総合エネルギー統計に示された、エネルギー転換部門（#200000）、企業・事業所他部門（#600000）、家庭部門（#700000）、運輸部門（#800000）のエネルギー消費量から、非エネルギー利用（#950000）に計上されているエネルギー消費量を除いた分を用いている。非エネルギー利用に計上されているエネルギー消費量は、燃料以外の用途に用いられておりエネルギー分野では CO_2 を排出していないものと考えられるためこの分を控除している（ただし、原料用及び非エネルギー用として控除された分のうち、廃棄物として焼却される際にエネルギーとして利用もしくはエネルギー回収されている分は、別途排出量を算定して計上している）。

2006 年 IPCC ガイドラインでは、発電等のために消費したエネルギーから排出される CO_2 は、その発電等を行った部門に計上することを原則としている。総合エネルギー統計では、自家用発電及び自家用蒸気の製造のために投入された燃料消費量を、エネルギー転換部門の自家用発電（#250000）及び自家用蒸気発生（#260000）部門に計上しているが、実際に自家発電及び蒸気発生を行っているのは企業・事業所他部門である。従って、エネルギー転換部門の自家用発電及び自家用蒸気起源の CO_2 排出量については、最終エネルギー消費部門における各産業からの CO_2 排出量と合計し、「1.A.2.製造業及び建設業」及び「1.A.4.その他部門」に計上している。

エネルギー転換部門については、石炭製品製造（#210000）、石油製品製造（#220000）、ガス製造（#230000）、事業用発電（#240000）、自家用発電（#250000）、自家用蒸気発生（#260000）、地域熱供給（#270000）、自家消費・送配損失（#300000）の各部門を算定対象とし、その他の部門（他転換・品種振替、転換・消費在庫変動）に示されたエネルギー消費量は算定対象外とする。

石炭製品製造（#210000）には、コークス製造工程における原料の投入量と石炭製品の産出量の収支が示されている。投入された炭素量と産出された炭素量の差分は、赤熱コークスがコークス炉から押し出されてからコークス乾式消火施設（CDQ）に移行する間に、大気に酸化される（燃焼）分等に相当すると考えられることから、CO_2 排出として計上することが妥当であると判断し、当該部門からの炭素排出量として算定を行った。（環境省、2006）

石油製品製造（#220000）には、石油精製工程における原料の投入量と石油製品の産出量の収支が示されている。投入された炭素量と産出された炭素量の差分は、流動接触分解装置（FCC）において、重油留分の分解反応に伴って低下した触媒活性を取り戻すため、触媒表面に蓄積した炭素を除去するために燃焼した分や、その燃焼時に発生する CO 等を含む燃焼ガスがボイラーで熱回収される分、水素製造装置から副生する CO_2 等に相当すると考えられることから、大気に排出されるものとして計上することが妥当であると判断し、当該部門からの炭素排出量として算定を行った。（環境省、2015）

表 A 4-23　総合エネルギー統計（細目部門）と CRF table 1.A(a)の部門対応

CRF		総合エネルギー統計	
1A1	Energy industries		
1A1a	Public electricity and heat production	事業用発電	#240000
		自家消費　事業用電力	#301400
		地域熱供給	#270000
		自家消費　地域熱供給	#301500
		自家用発電　電気業(2015まで)	#255330
1A1b	Petroleum refining	石油製品製造	#220000
		自家消費　石油製品製造	#301200
		自家用発電　石油製品	#253171
		自家用蒸気発生　石油製品	#263171
		最終エネルギー消費　石油製品製造業(除 石油製品)	#626510
		▲非エネルギー利用(石油製品)	#951540
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	石炭製品製造	#210000
		自家消費　石炭製品製造	#301100
		自家用発電　石炭製品他	#253175
		自家用蒸気発生　石炭製品他	#263175
		最終エネルギー消費　石炭製品製造業他(除 石炭製品)	#626550
		ガス製造	#230000
		自家消費　ガス製造	#301300
1A2	Manufacturing industries and construction		
1A2a	Iron and steel	自家用発電　鉄鋼業	#253250
		自家用蒸気発生　鉄鋼業	#263220
		最終エネルギー消費　鉄鋼業	#629100
		▲非エネルギー利用　鉄鋼	#951560
1A2b	Non-ferrous metals	自家用発電　非鉄金属製造業	#253230
		自家用蒸気発生　非鉄金属製造業	#263260
		最終エネルギー消費　非鉄金属製造業	#629300
		▲非エネルギー利用　非鉄金属地金	#951570
1A2c	Chemicals	自家用発電　化学工業	#253160
		自家用蒸気発生　化学工業	#263160
		最終エネルギー消費　化学工業	#626100
		▲非エネルギー利用　化学	#951530
1A2d	Pulp, paper and print	自家用発電　パルプ・紙・紙加工品製造業	#253140
		自家用発電　印刷・同関連業	#253150
		自家用蒸気発生　パルプ・紙・紙加工品製造業	#263140
		自家用蒸気発生　印刷・同関連業	#263150
		最終エネルギー消費　パルプ・紙・紙加工品製造業	#624000
		最終エネルギー消費　印刷・同関連業	#625000
		▲非エネルギー利用　パルプ紙板紙	#951520
1A2e	Food processing, beverages and tobacco	自家用発電　食料品製造業	#253090
		自家用発電　飲料たばこ飼料製造業	#253100
		自家用蒸気発生　食料品製造業	#263090
		自家用蒸気発生　飲料たばこ飼料製造業	#263100
		最終エネルギー消費　食品飲料製造業	#621000
1A2f	Non-metallic minerals	自家用発電　窯業・土石製品製造業	#253210
		自家用蒸気発生　窯業・土石製品製造業	#263210
		最終エネルギー消費　窯業・土石製品製造業	#628100
		▲非エネルギー利用　窯業・土石製品製造業	#951550
1A2g	Other	自家用発電　農林水産鉱建設 (農林水産業[#251010-#251040]を除く。)	#251000
		自家用発電　製造業 (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#252000
		自家用蒸気発生　農林水産鉱建設 (農林水産業[#261010-#261040]を除く。)	#261000
		自家用蒸気発生　製造業 (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#262000
		最終エネルギー消費　農林水産鉱建設業 (農林水産業[#611000]を除く。)	#610000
		最終エネルギー消費　製造業 (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#620000
		▲非エネルギー利用　農林水産鉱建設業 (農林水産業を除く。)	#951100
		▲非エネルギー利用　製造業(大規模・指定業種) (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#951500
		▲非エネルギー利用　製造業(中小規模他)	#951700

表 A 4-23　総合エネルギー統計（細目部門）と CRF table 1.A(a)の部門対応（つづき）

CRF			総合エネルギー統計	
1A3	Transport			
1A3a	Domestic aviation		最終エネルギー消費　旅客　航空	#815000
			最終エネルギー消費　貨物　航空	#854000
			▲非エネルギー利用　運輸（航空）	#953000
1A3b	Road transportation			
		i　Cars	最終エネルギー消費　旅客　乗用車	#811000
			▲非エネルギー利用　運輸（乗用車）	#953000
		ii　Light duty trucks	IE (1A3biii)	-
		iii　Heavy duty trucks and buses	最終エネルギー消費　旅客　バス	#811500
			最終エネルギー消費　貨物　貨物自動車／トラック	#851000
			▲非エネルギー利用　運輸（バス、貨物自動車／トラック）	#953000
		iv　Motorcycles	最終エネルギー消費　旅客　二輪車	#812000
			▲非エネルギー利用　運輸（二輪車）	#953000
		v　Other	IE (1A3biii)	-
1A3c	Railways		最終エネルギー消費　旅客　鉄道	#813000
			最終エネルギー消費　貨物　鉄道	#852000
			▲非エネルギー利用　運輸（鉄道）	#953000
1A3d	Domestic navigation		最終エネルギー消費　旅客　船舶	#814000
			最終エネルギー消費　貨物　船舶	#853000
			▲非エネルギー利用　運輸（船舶）	#953000
1A3e	Other transportation		NO	-
1A4	Other sectors			
1A4a	Commercial/institutional		自家用発電 （電気業［#255330］（2015まで）、農林水産鉱建設［#251000］、製造業［#252000］を除く。）	#250000
			自家用蒸気発生 （農林水産鉱建設［#261000］、製造業［#262000］を除く。）	#260000
			最終エネルギー消費　業務他	#650000
			▲非エネルギー利用　業務他	#951800
1A4b	Residential		最終エネルギー消費　家庭	#700000
			▲非エネルギー利用　家庭	#952000
1A4c	Agriculture/forestry/fishing			
		i　Stationary	自家用発電　農林水産鉱建設（農林水産業）	#251000
			自家用蒸気発生　農林水産鉱建設（農林水産業）	#261000
			最終エネルギー消費　農林水産業（#611000）のうち固定発生源（推計値）	
			▲非エネルギー利用　農林水産鉱建設業（農林水産業）	#951100
		ii　Off-road vehicles and other machinery	最終エネルギー消費　農業（#611100）のうち移動発生源（推計値）	
			最終エネルギー消費　林業（#611200）のうち移動発生源（推計値）	
		iii　Fishing	最終エネルギー消費　漁業（#611300）のうち移動発生源（推計値）	
			最終エネルギー消費　水産養殖業（#611400）のうち移動発生源（推計値）	
1A5	Other		NO	-

▲非エネルギー利用：原料用として用いられた分を控除している。

2014 年度の対日審査の報告書（FCCC/ARR/2014/JPN）において、CRF table 1.A(d)中の燃料とエネルギーバランス表に報告された各種燃料との対応関係を整理した表を NIR に載せることを勧告された。総合エネルギー統計、CRF table 1.A(b)「レファレンスアプローチ」及び CRF table 1.A(d)「燃料の非エネルギー利用」における燃料種の対応関係は表 A 4-24 を参照のこと。

表 A 4-24　総合エネルギー統計と CRF table 1.A(b), (d)との燃料種対応

CRF table 1.A(b),(d) における燃料種名			総合エネルギー統計における燃料種名	ｺｰﾄﾞ
Liquid fossil	Primary fuels	Crude oil	精製用原油	$0310
			発電用原油	$0320
		Orimulsion	瀝青質混合物	$0321
		Natural gas liquids	NGL・コンデンセート	$0330
	Secondary fuels	Gasoline	ガソリン	$0431
		Jet kerosene	ジェット燃料油	$0432
		Other kerosene	灯油	$0433
		Gas/diesel oil	軽油	$0434
		Residual fuel oil	A重油	$0436
			B重油	$0438
			一般用C重油	$0439
			発電用C重油	$0440
		Liquefied petroleum gas	液化石油ガス（LPG）	$0458
		Naphtha	純ナフサ	$0420
			改質生成油	$0421
		Bitumen	他重質石油製品	$0452
		Lubricants	潤滑油	$0451
		Petroleum coke	オイルコークス	$0455
		Refinery feedstocks	揮発油留分	$0412
			灯油留分	$0413
			軽油留分	$0414
			常圧残油留分	$0415
			分解揮発油留分	$0416
			分解軽油留分	$0417
			精製混合原料油	$0418
		Other oil	製油所ガス	$0457
Solid fossil	Primary fuels	Anthracite	無煙炭	$0130
		Coking coal	原料炭	$0110
		Other bituminous coal	輸入一般炭	$0121
			発電用輸入一般炭	$0123
		Sub-bituminous coal	国産一般炭	$0124
	Secondary fuels	BKB and patent fuel	練豆炭	$0213
		Coke oven/gas coke	コークス	$0211
			コークス炉ガス	$0221
			高炉ガス	$0222
			転炉ガス	$0225
		Coal tar	コールタール	$0212
Gaseous fossil		Natural gas	輸入天然ガス（LNG）	$0510
			ガス田･随伴ガス	$0521
			炭鉱ガス	$0522
			原油溶解ガス	$0523
			一般ガス	$0610
			簡易ガス	$0620
Biomass		Solid biomass	木材利用	$N131
			廃材利用	$N132
			黒液直接利用	$N136
		Liquid biomass	バイオエタノール	$N134
			バイオディーゼル	$N135
		Gas biomass	バイオガス	$N137

A4.3. 軽油の品質規格について

1.A.3.b（Road transportation）における液体燃料（軽油）の炭素排出係数は、附属書 I 国中で最も低い値であるが、これは自動車排出ガス規制の関係上、我が国では道路輸送用のガスオイルとして硫黄分の多い中東産原油を一度分解し超深度脱硫した低硫黄軽油（＜10ppm）が義務づけられており、軽油の品質規格が他国と異なること、道路輸送用以外のガスオイルは「A 重油」として厳格に区別して扱われていることに起因するものである。我が国では当該軽油や A 重油分を含めた石油精製の炭素収支がほぼ成立していることが統計上確認されており、これらの炭素排出係数は異常値ではない。

2012 年 9 月に行われた対日審査において、専門家審査チーム（ERT）から我が国の軽油の水準に関する参考データを将来の NIR に記述する可能性について質問を受けた。この質問を受けて、主に自動車のエンジンに使用する我が国の軽油の要求品質について下の表 A 4-25 に示す。この規格において軽油は流動点の違いにより特 1 号、1 号、2 号、3 号及び特 3 号の 5 種類に分類されている。またこの規格は当然ながら「揮発油等の品質の確保等に関する法律」にも適合している。

表 A 4-25　日本の軽油の要求品質

試験項目	単位	種　類				
		特 1 号	1 号	2 号	3 号	特 3 号
引火点	℃	50 以上			45 以上	
蒸留性状 90%留出温度	℃	360 以下		350 以下	330 以下 1)	330 以下
流動点	℃	+5 以下	−2.5 以下	−7.5 以下	−20 以下	−30 以下
目詰まり点	℃	−	−1 以下	−5 以下	−12 以下	−19 以下
10%残油の残留炭素分	質量%	0.1 以下				
セタン指数 2)	−	50 以上		45 以上		
動粘度（30℃）	mm^2/s	2.7 以上		2.5 以上	2.0 以上	1.7 以上
硫黄分	質量%	0.0010 以下				
密度（15℃）	g/cm^3	0.86 以下				

1) 動粘度（30℃）が 4.7 mm^2/s 以下の場合には、350℃以下とする。

2) セタン指数は、セタン価を用いることもできる。

（出典）日本産業規格　軽油（JIS K 2204:2007）

A4.4. 発熱量の換算係数について

2014 年度の対日審査の報告書（FCCC/ARR/2014/JPN）において、高位発熱量（GCV）と低位発熱量（NCV）の換算係数を NIR に提供することを勧告された。2018 年度の標準発熱量の設定により GCV と NCV が得られたため、参考までに両者の比率を次の表に示す。

表 A 4-26　高位発熱量と低位発熱量の比（参考）

燃料種	NCV/GCV	燃料種	NCV/GCV
石炭		原油	
輸入原料炭	0.92	原油	0.94
コークス用原料炭	0.92	NGL･コンデンセート	0.94
吹込用原料炭	0.92	発電用原油	0.94
輸入一般炭	0.95	瀝青質混合物	0.95
国産一般炭	0.94	石油製品	
輸入無煙炭	0.97	LPG	0.93
石炭製品		純プロパンガス	0.93
コークス	0.98	純ブタンガス	0.93
コールタール	0.95	ナフサ	0.94
コークス炉ガス	0.90	改質生成油	0.94
高炉ガス	0.98	ガソリン	0.94
発電用高炉ガス	0.98	プレミアムガソリン	0.94
転炉ガス	1.00	レギュラーガソリン	0.94
可燃性天然ガス		ジェット燃料油	0.94
輸入天然ガス(LNG)	0.91	ジェット燃料油（ガソリン型）	0.94
国産天然ガス	0.91	ジェット燃料油（灯油型）	0.94
輸入天然ガス(気化LNG)	0.91	灯油	0.94
水溶性ガス田ガス	0.91	軽油	0.94
油田随伴ガス･他ガス田ガス	0.91	A重油	0.94
都市ガス	0.91	C重油	0.95
LPG直接供給	0.93	B重油	0.94
再生可能エネルギー		発電用C重油	0.95
黒液	0.87	潤滑油	0.94
廃材	0.90	その他重質石油製品	0.95
木材	0.95	アスファルト	0.95
バイオエタノール	0.91	オイルコークス	0.98
バイオディーゼル	0.91	電気炉ガス	1.00
バイオガス	0.92	製油所ガス	0.92

（出典）資源エネルギー庁（2020）から算出。ただし、コールタールと瀝青質混合物は 2006 年 IPCC ガイドライン（Vol. 2, page 1.16）より。

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書（2007 年 11 月）」FCCC/ARR/2006/JPN（2007）
3. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書（2011 年 3 月）」FCCC/ARR/2010/JPN（2011）
4. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書（2013 年 7 月）」FCCC/ARR/2012/JPN（2013）
5. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書（2015 年 6 月）」FCCC/ARR/2014/JPN（2015）
6. OECD/IEA, *World Energy Statistics*
7. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
8. 資源エネルギー庁「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数（2018 年度改訂）の解説」（2020）
9. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（平成 18 年 8 月）」（2006）
10. 環境省「平成 26 年度温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」（2015）
11. 日本産業規格　軽油（JIS K 2204:2007）
12. 戒能一成「総合エネルギー統計の解説 / 2010 年度改訂版」（2012 年 4 月）

別添（Annex）5　完全性、注釈記号の定義及び「NE」を用いた排出・吸収源

A5.1. 完全性に関する検討

現在のインベントリでは、共通報告様式（CRF）に基づきデータの提出を行っており、全ての区分について、排出・吸収量データ又は「NO」、「NE」、「NA」等の注釈記号（Notation Key）の記入が求められている。我が国では、2002 年度、2012 年度及び 2014 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会において、インベントリ報告ガイドラインに示される注釈記号の定義等を検討し、注釈記号選択のためのデシジョンツリーを策定している。

本章では、前記デシジョンツリー及び「NE」（Not Estimated）として報告した我が国の未推計排出・吸収源区分を示す。

A5.2. 注釈記号の定義

我が国ではインベントリ報告ガイドライン（Decision 24/CP.19）に従い注釈記号を用いている。下記の表 A 5-1 はインベントリ報告ガイドラインに示された注釈記号の定義を示している。

表 A 5-1　インベントリ報告ガイドラインに示された注釈記号の定義

記号	説明
NO (Not Occurring)	ある附属書 I 国の特定の排出・吸収源において、カテゴリーやプロセス（回収を含む）が存在しない場合に用いる。
NE (Not Estimated)	排出・吸収源からの温室効果ガスの排出・吸収量又は活動量が算定されていないが、発生している可能性がある場合に用いる。CO_2、N_2O、CH_4、HFCs、PFCs、SF_6 及び NF_3 の排出・吸収量のインベントリでの報告に「NE」を用いた場合には、その算定されなかった理由を NIR と CRF の完全性の表（completeness table）の両方に記載せねばならない。また、あるガスのデータを得るのに過剰な労力を必要とし、当該カテゴリーの排出量が国全体から見て量的にもトレンドの点でも重要でない（insignificant）とみなされる場合、「NE」を用いることができる。その場合、取りうる排出量レベルの観点から除外した正当性について NIR に記述すべきである。重要でないとみなすことができる排出量は国内総排出量（LULUCF を除く）の 0.05%未満で、500ktCO_2 換算を超えないレベルに限定すべきである。重要でないとみなした排出量の総量は国内総排出量の 0.1%未満でなければならない。附属書 I 国は活動量（AD）の近似値と IPCC の排出係数デフォルト値を用いて、カテゴリー毎の想定される排出レベルを導くべきである。なお、特定カテゴリーからの排出量が過去の提出で報告されている場合、それ以降の温室効果ガスインベントリ提出においても、当該特定カテゴリーからの排出量は報告しなければならない。
NA (Not Applicable)	ある排出・吸収源カテゴリーにおいて、活動自体は存在するが、特定のガスの排出又は吸収が起こらない場合に用いる。CRF において「NA」が適用可能な排出・吸収源カテゴリーのセルに網掛けがされている場合には、記入しなくて良い。
IE (Included Elsewhere)	排出・吸収源からの温室効果ガスの排出・吸収量が算定されているが、記入することが求められている箇所に報告する代わりに、インベントリの他の箇所に含める場合に用いる。インベントリで「IE」を用いた場合、附属書 I 国は CRF の完全性の表に、インベントリの他のどの箇所に排出・吸収量を含めたかを示し、本来記入を求められていたカテゴリーからの変更について、特にそれが秘匿による場合は、説明すべきである。
C (Confidential)	排出・吸収源からの温室効果ガスの排出・吸収量の報告が秘匿情報の開示につながる場合、パラ 36 の規定に従い用いる。（パラ 36：業務及び軍事に関する秘匿情報を保護するための合算は最低限度とすることを考慮し、排出と吸収は最も細分化されたレベルで報告されるべきである。）

（出典）インベントリ報告ガイドライン（Decision 24/CP.19）

なお、重要でない（considered insignificant）という意味での「NE」について、我が国では適用基準を 2012 年度及び 2014 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めている。

また、インベントリ報告ガイドラインが改訂された場合には、再度、注釈記号の定義及び選択方法について見直すこととする。

A5.3. 注釈記号選択のためのデシジョンツリー

我が国における、注釈記号選択のためのデシジョンツリー及び「重要でない」という意味での「NE」の適用基準を定めたデシジョンツリーは図 A 5-1 及び図 A 5-2 の通りである。

なお算定する排出・吸収源の排出・吸収量が機密情報である場合は「C」として報告する。

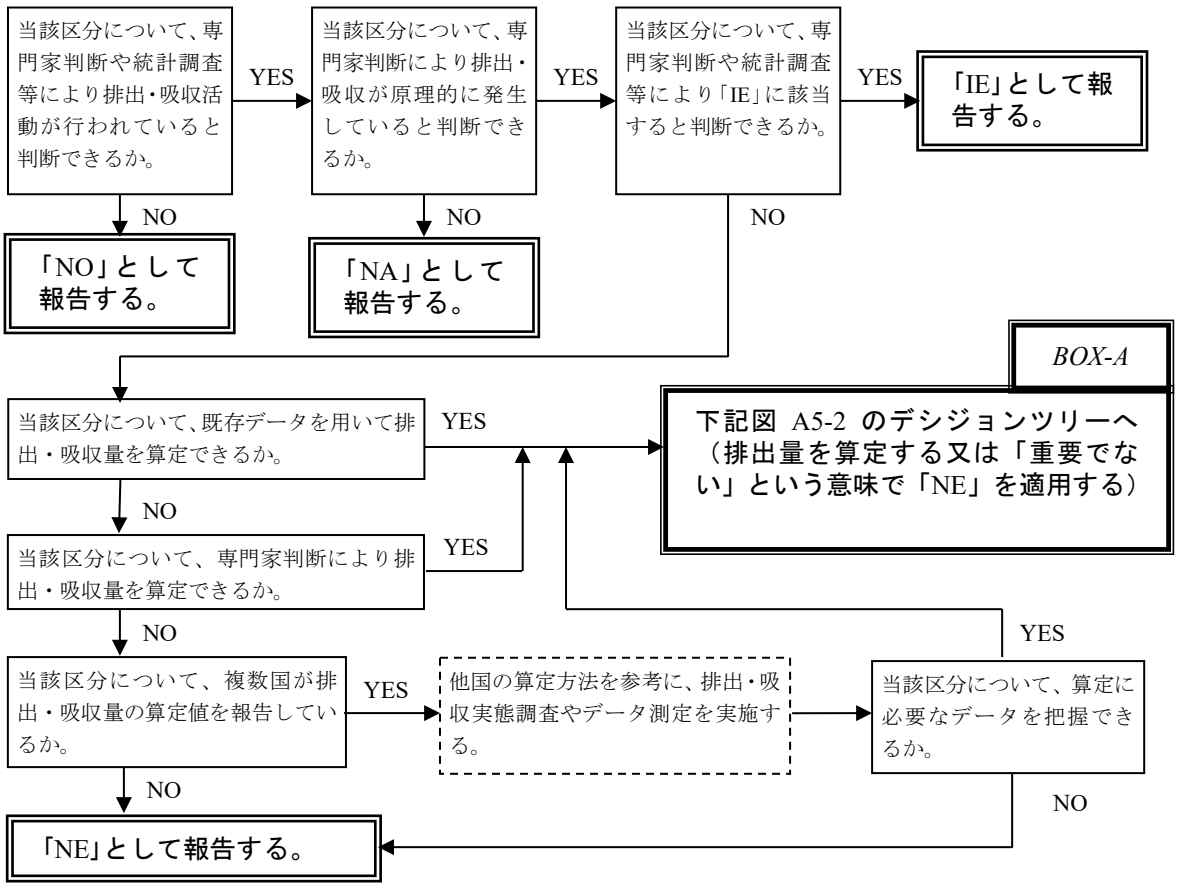


図 A 5-1　注釈記号選択のためのデシジョンツリー

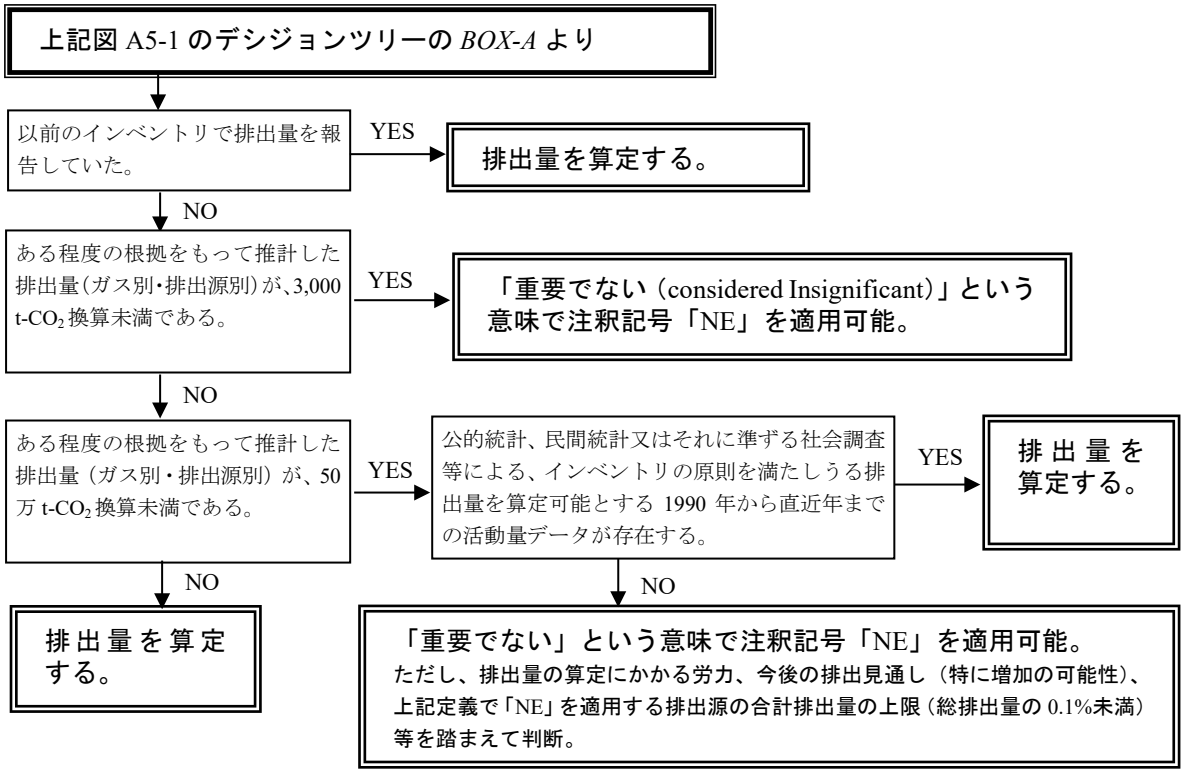


図 A 5-2　「重要でない」という意味での「NE」の適用基準を定めたデシジョンツリー

A5.4. 我が国における「重要でない」という意味で「NE」を用いた排出源

排出源は存在するが排出量が小さく、「重要でない」という意味で「NE」を用いた排出源は以下の通りである（表 A 5-2）。これらの排出源からの合計排出量（吸収源を除く）の概算値は最大でも 123 kt-CO_2 換算程度であるため、インベントリ報告ガイドライン（Decision 24/CP.19）のパラグラフ 37(b)に記述されている、「重要でない」という意味で「NE」を用いる際の上限である総排出量の 0.1%（我が国では約 1.17 Mt-CO_2 換算）を超えることはない。

表 A 5-2　「重要でない」という意味で「NE」を用いた排出源

	コード	分野・カテゴリー			対象ガス	排出量概算値※ [kt-CO_2eq]
#1	1.B.2.b.iv.	エネルギー	燃料からの漏出(天然ガス)	輸送・貯蔵	CO_2	<0.5
#2	1.B.2.b.v.	エネルギー	燃料からの漏出(天然ガス)	供給	CO_2	
#3	1.C.	エネルギー	CO_2の輸送・貯留		CO_2	<0.007
#4	2.C.7.	IPPU	希土類金属製造		CO_2	<0.6
#5	2.C.7.	IPPU	希土類金属製造		PFCs	<0.4
#6	2.D.3.	IPPU	NMVOCの焼却		CH_4	<0.2
#7	2.D.3.	IPPU	NMVOCの焼却		N_2O	<1
#8	2.F.1.	IPPU	冷蔵庫及び冷凍空調機器	冷媒コンテナからの漏洩	HFCs	<63
#9	2.F.4.	IPPU	オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用	エアゾール	HFCs	<1.8
#10	2.G.2.	IPPU	その他製品の使用からのSF_6、PFCs	防音窓	SF_6	<0.3
#11	3.A.4.-	農業	消化管内発酵	鹿	CH_4	<2.3
#12	3.A.4.-	農業	消化管内発酵	アルパカ	CH_4	<0.07
#13	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	鹿	CH_4	<0.03
#14	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	トナカイ	CH_4	<0.01
#15	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	銀ぎつね	CH_4	<0.04
#16	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	その他の家禽類(あひる・あいがも、七面鳥など)	CH_4	<0.8
#17	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	鹿	N_2O	<0.6
#18	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	トナカイ	N_2O	<0.02
#19	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	銀ぎつね	N_2O	<0.01
#20	3.B.4.-	農業	家畜排せつ物の管理	その他の家禽類(あひる・あいがも、七面鳥など)	N_2O	<0.3
#21	4.D.1.	LULUCF	湿地	泥炭採掘	CO_2	<50
#22	4.D.	LULUCF	湿地	バイオマスの燃焼	CH_4	<0.14
#23	4.D.	LULUCF	湿地	バイオマスの燃焼	N_2O	<0.16
#24	5.B.2.	廃棄物	バイオガス施設における嫌気性消化		CH_4	<1.4
合計						**<123**

（注）一定の想定の下、Tier 1 等の簡易的な算定方法により 1990 年度から直近年度までの排出量を概算した場合の最大の排出量

A5.5. 我が国におけるその他の未推計排出・吸収源

利用可能な活動量データ及び 2006 年 IPCC ガイドライン等における算定方法の有無を検討した結果、排出・吸収量を「NE」として報告する未推計排出・吸収源（上記に示した「重要でない」という意味での「NE」を除く）は以下の通りである。（表 A 5-3）。

表 A 5-3　我が国におけるその他の未推計排出・吸収源

	コード	分野	排出・吸収区分				対象ガス
#1	1.A.3.	エネルギー	燃料の燃焼	運輸	潤滑油		CH_4
#2	1.A.3.	エネルギー	燃料の燃焼	運輸	潤滑油		N_2O
#3	1.B.1.a.	エネルギー	燃料からの漏出	固体燃料	石炭採掘		N_2O
#4	1.B.1.c.	エネルギー	燃料からの漏出	固体燃料	その他（制御不能な燃焼）（1999年度のみ）		CO_2
#5	1.B.2.a.iv.	エネルギー	燃料からの漏出	石油・天然ガス等	石油	精製・貯蔵	CO_2
#6	1.B.2.a.v.	エネルギー	燃料からの漏出	石油・天然ガス等	石油	供給	CO_2
#7	1.B.2.a.v.	エネルギー	燃料からの漏出	石油・天然ガス等	石油	供給	CH_4
#8	2.B.1.	IPPU	化学産業	アンモニア製造			CH_4
#9	2.D.2.	IPPU	燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	潤滑油の使用			CH_4
#10	2.D.2.	IPPU	燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	潤滑油の使用			N_2O
#11	2.D.2.	IPPU	燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	パラフィンろうの使用			CH_4
#12	2.D.2.	IPPU	燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	パラフィンろうの使用			N_2O
#13	2.E.5.	IPPU	電子産業	微小電気機械システム製造			HFCs
#14	2.E.5.	IPPU	電子産業	微小電気機械システム製造			PFCs
#15	4.D.2.	LULUCF	湿地	他の土地利用から転用された湿地	農地から転用された湿地	土壌	Carbon Stock Change
#16	4.D.2.	LULUCF	湿地	他の土地利用から転用された湿地	草地から転用された湿地	土壌	Carbon Stock Change
#17	4.D.2.	LULUCF	湿地	他の土地利用から転用された湿地	開発地から転用された湿地	土壌	Carbon Stock Change
#18	4.D.2.	LULUCF	湿地	他の土地利用から転用された湿地	その他の土地から転用された湿地	土壌	Carbon Stock Change

（注）回収量の未推計は排出量の過小推計にはあたらないことから、本表では回収量を「NE」と報告している排出源を記載していない。本表の各項目の詳細は各分野の関連カテゴリーの節を参照。

別添（Annex）6　日本のインベントリのファイル構造

我が国では、インベントリの作成に際して、複数の Excel ファイルから構成されるファイルシステムを用いている。以下に、我が国のインベントリファイルの内容及びファイルシステムの構造を示す。

表 A6-1 ファイルの内容

カテゴリー	Excelファイル名	内容
	JPN_20xx_1990 ～ JPN_20xx_20yy	CRFレポーターで作成された共通報告様式（CRF）
1. エネルギー分野	1A-L3-CO2-1990-20xx ～ 1A-L3-CO2-20yy-20xx	燃料の燃焼起源のCO_2排出量
	1A-L3-CRF-20xx	燃料の燃焼からのGHG排出量に関するCRF形式データ（廃棄物のエネルギー利用による排出量を含む）
	1A-L3-timeseries-20xx	燃料の燃焼からのGHG排出量に関する時系列データ
	1A-L2-MAP_EB-1990-20xx ～ 1A-L2-MAP_EB-20yy-20xx	炉種別活動量
	1A-L3-Biomass-20xx	バイオマスの燃焼からのGHG排出量
	1A-L3-CO-20xx	各種炉・特殊自動車からのCO排出量
	1A-L3-HC-20xx	各種炉・特殊自動車からのCH_4、NMVOC排出量
	1A-L3-N2O-20xx	各種炉・特殊自動車からのN_2O排出量
	1A-L3-NOxSO2-20xx	燃料の燃焼（運輸部門除く）からのNOx、SO_2排出量
	1A-L2-nonCO2-ADEF-20xx	燃料の燃焼（運輸部門除く）からの非CO_2に関する活動量と排出係数
	1A-L2-NOxSO2-ADEF-20xx	燃料の燃焼（運輸部門除く）からのNOx、SO_2に関する活動量と排出係数
	1A-L3-Lub-20xx	潤滑油からのCO_2排出量
	1A-L2-EBEF-20xx	燃料の燃焼からのCO_2に関する排出係数
	1A-L1-EB-20xx	固定発生源以外のカテゴリーで利用する「総合エネルギー統計」の値
	1A3-L3-CH4N2O-20xx	移動発生源（運輸部門）からの温室効果ガス排出量（CO_2を除く）
	1A3-L2-ADEF-20xx	移動発生源（運輸部門）の活動量と排出係数
	1A3-L2-2wADEF-20xx	二輪車の活動量と排出係数
	1B-L3-20xx	燃料からの漏出に伴うGHG排出量
	1B-L2-ADEF-20xx	燃料からの漏出の活動量と排出係数
2. 工業プロセスと製品の使用（IPPU）分野	2-L2-ADEF-20xx	IPPU分野に関する活動量と排出係数（Fガス類以外）
	2-L3-20xx	IPPU分野からのGHG排出量（Fガス類以外）
	2-L3-Fgas-20xx	Fガス類 （HFCs, PFCs, SF_6, NF_3） の排出量
	2-L3-NMVOC-20xx	IPPU分野のNMVOC排出量
	2-L2-NMVOC-20xx	IPPU分野からのNMVOC排出量に関する活動量及び排出係数
3. 農業分野	3A-L3-CH4-20xx	消化管内発酵に伴うCH_4排出量
	3B-L3-CH4N2O-20xx	家畜ふん尿管理に伴うGHG排出量
	3C-L3-CH4-20xx	稲作に伴うCH_4排出量
	3D-L3-N2O-20xx	農用地の土壌からのN_2O排出量
	3F-L3-CH4N2OCO-20xx	野外で農作物の残留物を焼くことに伴うGHG排出量
	3GH-L3-CO2-20xx	石灰施用、尿素施肥からのCO_2排出量
	3AB-L2-ADEF-20xx	家畜に係る活動量と排出係数
	3CDFGH-L2-ADEF-20xx	稲作及び農用地の土壌等に係る活動量と排出係数
4. 土地利用、土地利用変化及び林業分野	4-L3-nonCSC-20xx	炭素ストック変化以外のGHG排出量
	4-L3-4A-CO2-20xx	森林からのCO_2排出・吸収量
	4-L3-4B-CO2-20xx	農地からのCO_2排出・吸収量
	4-L3-4C-CO2-20xx	草地からのCO_2排出・吸収量
	4-L3-4D-CO2-20xx	湿地からのCO_2排出・吸収量
	4-L3-4E-CO2-20xx	開発地からのCO_2排出・吸収量
	4-L3-4F-CO2-20xx	その他の土地からのCO_2排出・吸収量
	4-L3-4G-CO2-20xx	伐採木材製品からのCO_2排出・吸収量
	4-L2-Area(Pref.)-20xx	鉱質・有機質土壌面積
	4-L2-LandArea-20xx	各土地利用カテゴリーの土地面積
	4-L2-LandArea-Matrix-20xx	土地転用マトリクス
	4-L2-Mangrove-20xx	マングローブの炭素蓄積変化量
	4-L2-Orchard-20xx	果樹の炭素ストック変化量
	4-L2-Parameter-20xx	各土地利用カテゴリーのパラメータ
	4-L2-Soil-20xx	農地及び草地の面積と土壌炭素ストック変化量
	4-L2-Biochar-20xx	バイオ炭の農地炭素貯留量
5. 廃棄物分野	5A3-L2-AD-20xx	固形廃棄物の処分（その他の廃棄物処分場）の活動量
	5A-L3-20xx	固形廃棄物の処分からのGHG排出量
	5A-L2-AD-20xx	固形廃棄物の処分（管理処分場）の活動量
	5B-L3-20xx	固形廃棄物の生物処理からのGHG排出量
	5B-L2-AD-20xx	固形廃棄物の生物処理の活動量
	5C-L2-AD-20xx	廃棄物の焼却と野焼きの活動量
	5C-L3-20xx	廃棄物の焼却と野焼きからのGHG排出量
	5C-L3-Energy-20xx	廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）からのGHG排出量
	5D-L3-20xx	排水の処理と放出からのGHG排出量
	5D-L2-AD-20xx	排水の処理と放出の活動量
	5E-L3-20xx	その他のGHG排出量
	5E-L2-AD-20xx	その他の活動量
	5-L2-EF-20xx	廃棄物分野の排出係数
6. その他	6-L3-20xx	喫煙に伴うCO排出量
7. 間接排出	7-L3-Indirect CO2-20xx	間接CO_2の排出量
メモアイテム	1D-L3-bunker-20xx	国際バンカー油起源の温室効果ガス排出量
NDC-LULUCF	4NDC-2-AR-20xx	新規植林・再植林からのGHG排出・吸収量
	4NDC-2-CM-20xx	農地管理からのGHG排出・吸収量
	4NDC-2-D-20xx	森林減少からのGHG排出・吸収量
	4NDC-2-FM-20xx	森林経営からのGHG排出・吸収量
	4NDC-2-HWP-20xx	森林経営のうち伐採木材製品からのCO_2排出・吸収量
	4NDC-2-GM-20xx	牧草地管理からのGHG排出・吸収量
	4NDC-2-UG-20xx	都市緑化からのGHG排出・吸収量

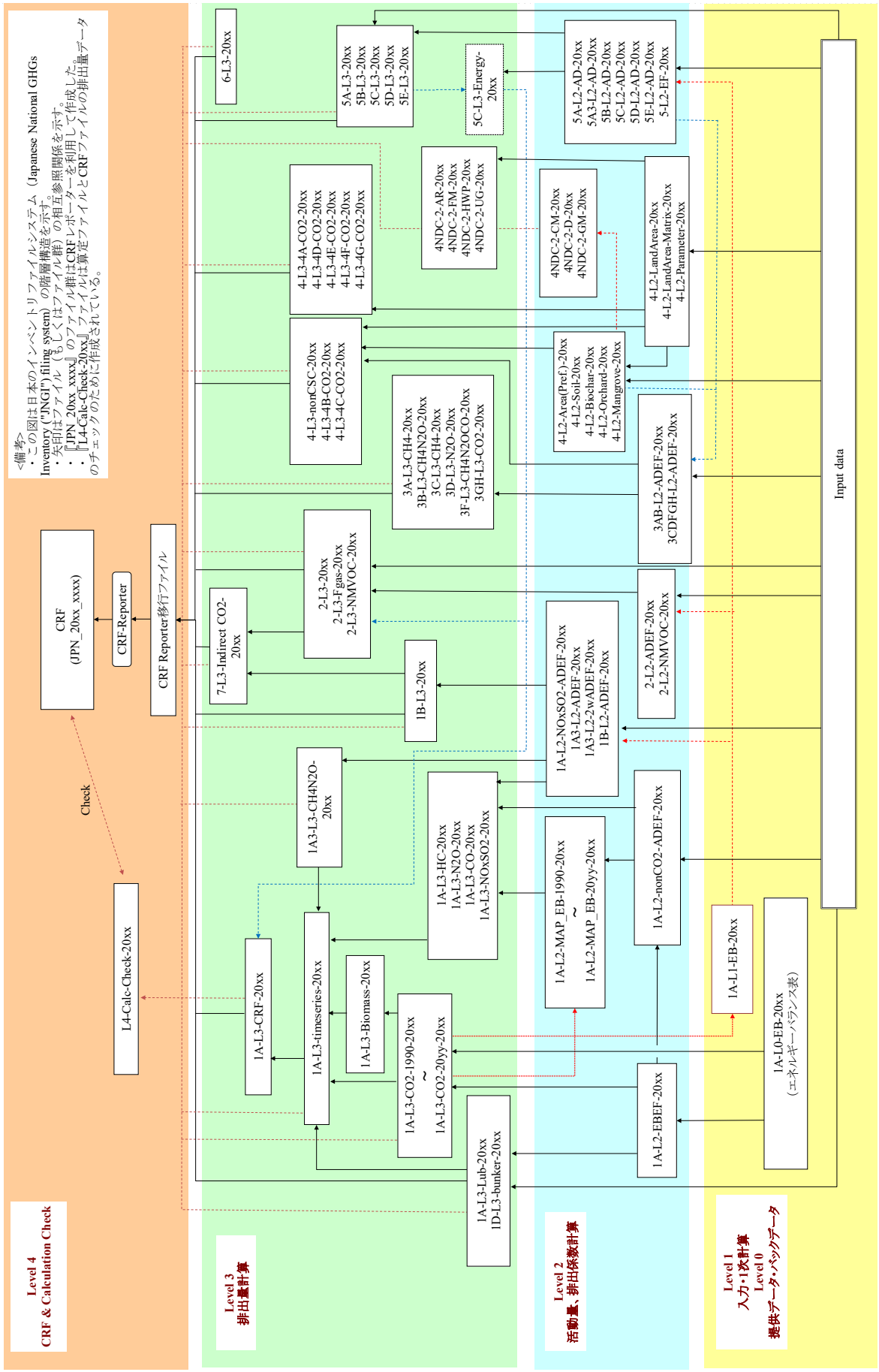


図 A 6-1　我が国のインベントリのファイル構造

別添（Annex）7　NDC における LULUCF 分野の計上方法の詳細

A7.1. NDC における LULUCF 分野の温室効果ガス（GHG）排出・吸収量の概要

A7.1.1. NDC における LULUCF 分野の GHG 排出・吸収量の算定対象活動及び範囲、算定方法論の Tier について

本別添では、決定 4/CMA.1 を踏まえ、我が国の NDC における LULUCF 分野の GHG 排出・吸収量について、算定対象活動や範囲、計上や算定の方法について説明を行う。本別添は隔年透明性報告書（BTR）の Common tabular formats（CTF）、4. Structured summary に報告される NDC における LULUCF 分野の GHG 排出・吸収量の補足説明という位置づけとなる。

我が国の NDC における LULUCF 分野の GHG 排出・吸収量の算定対象は森林等の吸収源対策による GHG 排出・吸収量とし、計上においては活動ベース計上を採用した。対象とする活動は、京都議定書第 2 約束期間の下で報告対象としてきた LULUCF 活動と基本的に同様に新規植林・再植林（AR）、森林減少（D）、森林経営（FM）、農地管理（CM）、牧草地管理（GM）及び、植生回復（RV）を基本に対象範囲を拡張した都市緑化（UG）とした。これらの活動を総称して NDC-LULUCF 活動と呼称することとする。各 NDC-LULUCF 活動における算定報告状況は表 A 7-1 のとおりである。また、算定に用いている方法論の Tier は表 A 7-2 のとおりである。

表 A 7-1　NDC-LULUCF 活動における各炭素プール・ガスの報告状況

NDC-LULUCF活動	炭素プール毎の変化量の報告状況						温室効果ガス排出源の報告状況						
	生体バイオマス	リター	枯死木	土壌		伐採木材製品	施肥	有機質土壌の排水		鉱質土壌中の窒素無機化	バイオマスの燃焼		
				鉱質	有機質		N_2O	CH_4	N_2O	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
新規植林・再植林	R	R	R	R	NO	IE	IE	NO	NO	NA	IE	IE	IE
森林減少	R	R	R	R	NO	IO	NO	NO	NO	R	NO	NO	NO
森林経営	R	R	R	R	NO	R	R	NO	NO	R	IE	R	R
農地管理	R	NR	NR	R	R			R		R	R	R	R
牧草地管理	R	NR	NR	R	R			R		R	R	R	R
都市緑化	R	R	IE	R	NO		IE	NO	NO	NA	NO	NO	NO

R：報告する、NR：報告しない、NO：発生しない、IE：他に含む、IO：即時排出

表 A 7-2　NDC-LULUCF 活動の算定に用いている方法論の Tier

NDC-LULUCF 活動	CO_2		CH_4		N_2O	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
新規植林・再植林	T2	CS	T1	D	T1	D
森林減少	T2	CS,D			T1,T2	CS,D
森林経営	T2,T3	CS,D	T1	D	T1,T2	CS,D
農地管理	T2,T3	CS,D	T1	CS,D	T2,CS	CS,D
牧草地管理	T2,T3	CS,D	T1	CS,D	T2,CS	CS,D
都市緑化	T2	CS,D				

T1: IPCC Tier 1、T2: IPCC Tier 2、T3: IPCC Tier 3、D: IPCCデフォルト値、CS: 国独自の方法または排出係数

A7.1.2. 各 NDC-LULUCF 活動の計上アプローチと計上量

各 NDC-LULUCF 活動の計上アプローチは、パリ協定 4 条 14 項の規定に基づき、既存の方法論・ガイダンスである、京都議定書に関わる 2013 年改訂補足的方法論及びグッドプラクティスガイダンスに基づくアプローチ（京都議定書第 2 約束期間の LULUCF 活動に適用されたもの）を考慮して設定している。AR 及び D 活動については、京都議定書第 2 約束期間同様、1990 年以降の活動があった土地のみを対象にしたグロス―ネット方式を用い、FM 活動については、参照レベル方式を用いた。FM 活動のうち、森林の炭素プールにおいては、追

加的人為性を厳密に捉え 1990 年以降に対象活動（間伐等）が確実に行われている土地のみを算定対象とすることで、京都議定書第 2 約束期間同様、参照レベルをゼロとおき、伐採木材製品（HWP）プールにおいては参照レベルに将来予測を適用し、森林と HWP の参照レベルの合計を FM 全体の参照レベルとした。CM 及び GM 活動についても、京都議定書第 2 約束期間同様、1990 年を基準年としたネット―ネット方式を用いた。UG 活動については、都市緑地を造成・供用または保全を行った場所が算定対象となっており、このような純吸収の活動は、絶対量としての吸収の維持・強化が重要となるため、造成・供用または保全を行った都市緑地からの当該年度の純吸収量を吸収量として計上した。計上アプローチとしてはグロス―ネット方式に相当する。それらの活動の 2021 年度における計上量（計上アプローチ適用後の値）は 47,643 kt-CO_2換算の吸収となった。最終的には目標年（2030 年）の単年度の GHG 総排出量に対して、目標年の単年度の計上量（吸収量）が加味されるため、本別添で報告する途中年度の値は、あくまでも現在地を示す参考値として示すものである。2020 年度値までは過去分として、2021 年度以降の値を NDC 期間分として取り扱う（表 A 7-3）。

表 A 7-3　NDC-LULUCF 活動による計上量

NDC-LULUCF活動	計上量　［kt-CO_2換算］							
	過去分							NDC期間
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
新規植林・再植林	-1,685	-1,664	-1,362	-1,301	-1,158	-1,439	-1,363	-1,293
森林減少	3,170	3,371	3,335	2,890	2,852	2,953	2,935	2,555
森林経営	-56,820	-53,346	-51,512	-51,020	-49,888	-45,602	-43,112	-43,862
農地管理	-1,521	-2,004	-2,231	-3,047	-3,624	-2,997	-3,014	-3,335
牧草地管理	1,100	817	533	371	141	272	140	-158
都市緑化	-1,776	-1,747	-1,728	-1,704	-1,667	-1,640	-1,593	-1,551
計上量合計	-57,531	-54,574	-52,964	-53,811	-53,343	-48,452	-46,007	-47,643

CO_2）＋：排出、－：吸収

A7.2. 各 NDC-LULUCF 活動における算定の対象範囲

A7.2.1. 新規植林・再植林（AR）

AR 活動では、1989 年末時点で森林ではなかった土地が植林等の人為的活動で 1990 年以降に森林に転用された土地を対象とし、成長や森林管理に伴う年間の GHG 排出・吸収量を算定した。条約インベントリの「他の土地から転用された森林（4.A.2.）」に類似する活動であるが、対象となる面積の起点が異なる（AR 活動は 1990 年）。森林へ転用する前の土地からの生体バイオマスの炭素蓄積量の損失については、転用前の活動下において計上することと整理した。また、当該森林から搬出された HWP による炭素蓄積変化量も本活動の算定対象となるが、FM 活動における搬出と区別が困難であるため、FM 活動において一括で算定することとした。

A7.2.2. 森林減少（D）

D 活動では、1990 年以降に森林から森林以外の土地利用に直接的人為的に転用された土地を対象とし、森林伐採や整地に伴う年間の GHG 排出量を算定した。転用後の土地における成長に伴う炭素蓄積量の増加等については、転用後の活動下において計上することと整理した。

A7.2.3. 森林経営（FM）

FM 活動では、条約インベントリの「転用のない森林（4.A.1.）」のうち、立木地における以下の活動（AR 活動を除く）に伴う GHG 排出・吸収量を算定した。

・ 育成林：森林を適切な状態に保つための 1990 年以降に行われる森林施業（更新（地

拵え、地表かきおこし、植栽等)、保育（下刈り、除伐等)、間伐、主伐）

・ 天然生林：法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置

また、当該森林から搬出された HWP による炭素蓄積変化量も本活動の算定対象である。

A7.2.4. 農地管理（CM）

CM 活動では、条約インベントリ農地（4.B.）の田、普通畑、樹園地において耕作等の行為により生じる GHG 排出・吸収量を算定した。

条約インベントリで農地に含めている「荒廃農地」は、適切な管理が行われていない土地であるため、農地管理には含めない。

A7.2.5. 牧草地管理（GM）

GM 活動では、条約インベントリ草地（4.C.）の牧草地において採草や放牧等の行為により生じる GHG 排出・吸収量を算定した。

条約インベントリで草地に含めている「採草放牧地」は、特に管理変化が生じていない土地であり、「原野」は放牧のために供されている土地ではないため、牧草地管理には含めない。

A7.2.6. 都市緑化（UG）

UG 活動では、条約インベントリ開発地（4.E.）の都市緑地における GHG 排出・吸収量を算定の対象とした。京都議定書の植生回復活動（RV）では報告・算定対象とならなかった面積 0.05ha 未満の施設緑地及び 1990 年以前に造成・供用された施設緑地、並びに地域制緑地を活動範囲に含める。

A7.3. 各 NDC-LULUCF 活動の GHG 排出・吸収量の算定方法、及び計上方法について

A7.3.1. 新規植林・再植林活動

A7.3.1.1. 活動対象面積の把握方法

6.2.2.1.節で記載したとおり、衛星画像判読において非森林から森林への変化を AR 活動として判読し、1990 年から直近年（*i* 年）末までの AR 累積発生率を国土面積に乗じて *i* 年度の AR 累積発生面積とした。衛星画像判読の際、人為性の有無を判読することにより、AR 活動対象地と自然遷移による森林回復地とを区別している。人為性の有無は、画像判読の際に、同じ樹種・同じ樹高の植林が確認できるか、人工的な区画であるか、植林のための作業道が認められるか等により判断している。

表 A 7-4　AR 活動対象面積

	単位	1990-2014	1990-2015	1990-2016	1990-2017	1990-2018	1990-2019	1990-2020	1990-2021
AR累積発生面積	［kha］	98.9	99.7	100.5	100.5	100.5	100.3	100.1	100.0

A7.3.1.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a） 生体バイオマス

■ 算定方法

他の土地利用から森林への転用後に蓄積される年間の生体バイオマスのストック量を本算定の対象とする。算定は、転用のない森林（4.A.1.）同様、Tier 2 の蓄積変化法を用いた。樹種別、林齢別の AR 発生面積を直接得ることは困難であるため、*i* 年度の AR 活動対象地の生体バイオマスの炭素ストック量（$C_{AR_LB,\ i}$）の算定については、人工林の樹種及び齢級構成と同様であると仮定して、*i* 年度末の人工林データを国家森林資源データベースより抽出し、

その合計炭素ストック量（$C_{IM,\ i}$）を合計面積（$A_{IM,\ i}$）で除して計算される単位面積当たりの炭素ストック量に、i 年度の AR 累積発生面積（$A_{AR,\ i}$）を乗じて算出した。

$$\Delta C_{AR_LB,i} = \left(C_{AR_LB,i} - C_{AR_LB,i-1}\right)/(t_i - t_{i-1})$$

$$C_{AR_LB,i} = A_{AR,i} \times \frac{C_{IM_LB,i}}{A_{IM,i}}$$

$\Delta C_{AR_LB,\ i}$	: i 年度の AR 活動対象地における生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］
t_i, t_{i-1}	: 炭素ストック量を調査した時点 i 年と $i-1$ 年（いずれも年度期末時点）
$C_{AR_LB,\ i}$	: i 年度末時点の AR 活動対象地における生体バイオマスの炭素ストック量［t-C］
$C_{IM_LB,\ i}$	: i 年度末時点の人工林における生体バイオマスの炭素ストック量［t-C］
$A_{AR,i}$	: i 年度の 1990 年からの AR 累積発生面積［ha］
$A_{IM,i}$	: i 年度末時点の人工林面積［ha］

■　活動量

1990 年からの AR 累積発生面積を使用した。

b）枯死木、リター、土壌

■ 算定方法

AR 活動対象地における枯死木、リター及び鉱質土壌の炭素ストック変化量は、林齢 20 年以下については「他の土地利用から転用された森林（4.A.2.）」（6.4.2.2.b)2)節 ）同様の方法、林齢 21 年以上については、「転用のない森林（4.A.1.）」（6.4.2.1.b)2)節）同様の方法で算出した。

なお、6.4.1.b).2)節に記述したとおり、有機質土壌からの当該排出は「NO」として報告した。

■ 活動量

枯死木、鉱質土壌については 1990 年からの AR 累積発生面積、リターについては 20 年以内に発生した AR 面積を使用した。

c）伐採木材製品（HWP）

森林から搬出された HWP による炭素蓄積変化量は AR 活動によるものと FM 活動によるもので、これらを区別することができないため、FM 活動下で一括報告し、AR 活動下では「IE」として報告した。

d）その他のガス

1）施肥に伴う N_2O 排出

森林への施肥量は AR 活動によるものと FM 活動によるもので、これらを区別することができないため、当該排出は FM 活動下で一括報告し、AR 活動下では「IE」として報告した。

2）有機質土壌の排水に伴う N_2O、CH_4 排出

6.12 節に記述したとおり、森林における有機質土壌の排水活動は我が国では実施していないため、当該排出は「NO」として報告した。

3）土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出

AR 活動では土壌炭素ストック変化量は増加と報告しており、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 以下の方法論では、当該区分について固定された N 量は算定対象とならない。従っ

て、「NA」として報告した。

4） バイオマスの燃焼に伴う排出

森林火災発生面積を AR 活動下と FM 活動下で区別することができないため、当該排出は FM 活動下で一括報告し、AR 活動下では「IE」として報告した。

A7.3.1.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたグロスーネット方式により計上量を計算した。表 A 7-5 の AR 活動対象地の純吸収量がそのまま計上量となる。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-5　AR 活動による排出・吸収量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］
AR純吸収量・計上量	-1685.35	-1663.99	-1362.28	-1301.41	-1157.60	-1439.10	-1362.95	-1292.71
生体バイオマス	-1495.63	-1478.42	-1180.11	-1125.20	-993.54	-1282.81	-1213.01	-1148.25
枯死木	-59.48	-59.90	-60.40	-59.87	-59.83	-59.63	-59.51	-59.57
リター	-100.89	-96.09	-91.26	-84.74	-71.54	-63.92	-58.33	-54.15
鉱質土壌	-29.35	-29.58	-30.52	-31.60	-32.68	-32.75	-32.10	-30.74
有機質土壌	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
伐採木材製品（HWP)	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他のガス排出量合計	IE, NO, NA	IE, NO, NA	IE, NO, NA	IE, NO, NA	IE, NO, NA	IE, NO, NA	IE, NO, NA	IE, NO, NA
施肥（N_2O）	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
有機土壌の排水（CH_4、N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
鉱質土壌中の窒素無機化（N_2O）	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
バイオマスの燃焼（CH_4、N_2O）	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

CO_2）＋:排出、－:吸収

A7.3.2. 森林減少活動

A7.3.2.1. 活動対象面積の把握方法

6.2.2.1.節に記載したとおり、衛星画像判読において森林から非森林への変化を D 活動として判読し、国土面積に単年の発生率を乗じて、単年度の D 発生面積を算出し、1990 年から直近年の年末までの D 累積発生率を国土面積に乗じて D 累積発生面積を算出した。森林から他の土地利用への転用は、当該地が森林計画から除外されるかどうかによって決まる。したがって、たとえ森林が伐採を受けても、その土地が森林計画対象のままであれば、D 活動ではなく一時的なバイオマスストックの減少となり、森林簿上、森林以外の土地利用に転用される D 対象地とは区別される。

我が国では、D 活動については衛星画像の判読により把握しているが、その際、地形の改変や人工構造物の構築等が認められる場合や農地等の明らかに森林以外の土地利用に変化している場合を D 活動と判断することにより、森林施業の一環としての皆伐のような一時的なバイオマスストックの減少とは区別している。

D 対象地と判断されたプロットについては、毎年、現地サンプル調査を行っている。平均的な D 対象地の判読精度は約 90％である。

なお、森林法に基づく制度により伐採後から植栽までの期間は、概ね 2 年以内とされており、また、天然更新の場合は、概ね 5 年以内とされている。

表 A 7-6　D 活動対象面積

	単位	1990-2014	1990-2015	1990-2016	1990-2017	1990-2018	1990-2019	1990-2020	1990-2021
D累積発生面積	［kha］	277.5	285.2	294	302.7	309.7	316.7	321.8	326.9
うち単年度の発生面積	［kha］	7.7	8.8	8.8	7	7	5.1	5.1	4.1

A7.3.2.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a） 生体バイオマス

■　算定方法

AR 対象地同様、D 対象地の樹種別、林齢別の面積を直接得ることは困難であるため、D 活

動により損失する森林の生体バイオマス蓄積量は、算定対象年度の期首の立木地の平均的な林分の蓄積量が D 活動により損失すると仮定して算出された。具体的には、国家森林資源データベースを用いて立木地の年度期首の単位面積当たりの平均炭素ストック量を抽出し、それに算定対象年単年度に発生した D 面積を乗じて算出した。森林減少により生じた排出量は、森林減少の生じた年にすべて計上した。

■　活動量

単年度の D 発生面積を使用した。

b）枯死木、リター、土壌

■　算定方法

D 活動に伴う枯死木、リター、鉱質土壌の炭素ストック変化量は、6.6.2.b)2)節に記載しているように、森林から他の土地利用へ転用した場合の算定と同様の方法で算定した。

D 活動時に排水処理は行っていないため有機質土壌地における当該排出量を「NO」として報告した。

■　活動量

枯死木、リターの算定には当該年度に発生した D 面積を用いた。鉱質土壌の算定には、普通畑または樹園地へ転用した場合には 1990 年からの D 累積発生面積を使用し、それ以外へ転用した場合には 20 年以内に発生した D の累積発生面積を用いた。

c）伐採木材製品（HWP）

D 対象地における HWP は、2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンス 2.8.2 節で示す方法論に従い、伐採搬出に伴い即時排出として計上を行い、該当する炭素蓄積変化量を「IO」として報告した。

d）その他のガス

1）施肥に伴う N_2O 排出

D 活動時に施肥は行われないため「NO」として報告した。

2）有機質土壌の排水に伴う N_2O、CH_4 排出

D 活動時に排水処理は行っていないため「NO」として報告した。

3）土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出

土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出を 2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 の方法を用いて算定した。算定式と利用したパラメータは 6.13 節「他の土地利用から転用されたその他の土地（4.F.2.）」の算定と同様である。D 対象地での土地転用により無機化された土壌炭素量には、D 活動による土壌炭素損失量データを使用した。

4）バイオマスの燃焼に伴う排出

我が国においては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）」及び「消防法」によって焼却活動が厳しく制限されているため、森林減少活動時に計画的な焼却活動は原則として実施されないため、バイオマスの燃焼に伴う CH_4、N_2O 排出は「NO」として報告した。

A7.3.2.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたグロスーネット方式により計上量を計算した。表 A 7-7 の D 活動による純排出量がそのまま計上量となる。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-7　D 活動による排出量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］
D排出量・計上量	3170.46	3370.76	3335.45	2890.44	2851.83	2953.31	2934.82	2555.07
生体バイオマス	1308.50	1498.21	1496.79	1186.69	1180.33	1425.64	1435.66	1163.08
枯死木	281.09	321.85	321.85	255.01	255.01	188.65	188.65	151.68
リター	137.73	157.71	157.70	124.96	124.96	92.44	92.44	74.32
鉱質土壌	1344.26	1297.55	1265.97	1233.07	1203.02	1161.16	1134.61	1086.10
有機質土壌	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
伐採木材製品（HWP)	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
その他のガス排出量合計	98.89	95.45	93.13	90.71	88.50	85.42	83.46	79.90
施肥（N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
有機土壌の排水（CH_4、N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
鉱質土壌中の窒素無機化（N_2O）	98.89	95.45	93.13	90.71	88.50	85.42	83.46	79.90
バイオマスの燃焼（CH_4、N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

CO_2）＋：排出、－：吸収

A7.3.3. 森林経営活動

A7.3.3.1. 活動対象面積の把握方法

育成林及び天然生林別に以下の手順に従って FM 活動対象面積を把握した。

a）　育成林

1. 【FM 林調査の設計】FM 対象森林の割合（FM 率）の算定に必要な森林を、2007 年に民有林及び国有林を対象に、かつ人工林は樹種別及び地域別に調査点数を配分し、調査箇所は国家森林資源データベースからランダムに約 2 万点選定した。その際、1990 年以降に新規植林が発生して AR となりうる林齢の森林は調査点から除外した。
2. 【FM 林調査の実施】1.で選定された調査地点において、FM 対象森林かを判別するために以下のとおり FM 林調査を実施した。
   - FM 林調査内容：森林の現況（樹種、林齢、本数等）、1990 年以降の施業の有無・施業内容等
   - FM 林調査方法：現地調査、森林組合等への聴き取り、造林補助事業に関する行政文書等の文献調査
3. 【FM 率の算出】2021 年度の FM 率は調査開始年度以降 2021 年度末までに調査を行った地点の累積点数を用いて算出した。これにより 1990 年から 2021 年度末までに実施された施業分が対象となる。
4. 【FM 面積の算出】2021 年度末の育成林面積から AR 発生面積を除外し、残りの面積に対して、前述の FM 林調査の結果から求めた樹種、地域、齢級毎の FM 率を適用し FM 対象森林面積を算定した。

   2021 年度の森林簿面積と衛星画像を用いているため、2021 年度に発生した D はすでに差し引かれた後の面積となっている。

表 A 7-8　育成林の民有林・国有林別の FM 率（2021 年度適用値）

区分/樹種		地域	民有林	国有林
人工林	スギ	東北・北関東・北陸・東山	0.89	0.92
		南関東・東海	0.75	0.88
		近畿・中国・四国・九州	0.80	0.91
	ヒノキ	東北・関東・中部	0.85	0.92
		近畿・中国・四国・九州	0.88	0.94
	カラマツ	全国	0.89	0.85
	その他	全国	0.74	0.84
天然林/全樹種		全国	0.48	0.68

（注）

1)　2021 年度末時点の値で、調査箇所は全国で約 22,400 点
2)　地域は我が国で一般的に使用されている都道府県をいくつかにまとめた区分である。
3)　ここに掲載した値は、齢級別の FM 率を面積で加重平均した値である。
4)　ここに掲載した値は、FM 率の不確実性推計値は日本全体で 5%である。

b）天然生林

天然生林については、国家森林資源データベースから抽出した、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置が講じられている森林を FM 活動の対象とした。天然生林は、以下の表 A 7-9 にあるとおり、保安林や国立公園特別保護地区及び特別地域及び他の保護森林/地域により構成されている。保安林は、公益的機能（例えば水源涵養や災害防止など）の発揮のため「森林法」（昭和 26 年（1951 年）6 月 26 日法律第 249 号）第 25 条に基づき指定され、保安林における伐採、土地の形質変更等については、事前許可なしに実施することは禁止されている。また、保安林区域であることを示す標識の設置や巡視活動、衛星写真を用いたモニタリングが実施されている。国立公園については、自然公園法（昭和 32 年（1957 年）6 月 1 日法律第 161 号）に基づき、開発制限、動植物の捕獲・採取の禁止、土地の形質変更の制限、人の立ち入り・車両等の乗り入れ制限等を実施することにより保護されている。これらの措置は 1990 年以降も継続的に天然生林に適用されている。

表 A 7-9　天然生林の制限林面積（2021 年度）［kha］

制限林の種類	民有林	国有林	計
保安林	2,898	4,563	7,461
保安施設地区	1	0	1
保護林	0	624	624
国立公園特別保護地区	43	115	158
国立公園第 1 種特別地域	42	168	210
国立公園第 2 種特別地域	141	202	344
国定公園特別保護地区	9	37	47
国定公園第 1 種特別地域	31	106	137
国定公園第 2 種特別地域	97	88	185
自然環境保全地域特別地区	2	9	11
特別母樹林	1	1	1
計 （重複指定を除く面積の計）	3,266 (2,790)	5,912 (4,320)	9,178 (7,109)

（出典）国家森林資源データベース（2022 年年 4 月 1 日）
（注）　無立木地を含む。

表 A 7-10　FM 活動対象面積

	単位	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FM活動対象面積	［kha］	15,543.6	15,595.7	15,688.4	15,833.4	15,951.7	16,030.6	16,098.2	16,161.7
育成林	［kha］	8,518.0	8,619.0	8,693.1	8,821.1	8,904.1	8,928.3	8,993.5	9,050.3
天然生林	［kha］	7,025.6	6,976.7	6,995.3	7,012.3	7,047.6	7,102.3	7,104.8	7,111.4

A7.3.3.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a）生体バイオマス

1）育成林

1.　各年の全育成林の森林蓄積から、蓄積変化法により炭素蓄積変化量を求めた。
2.　1.で求めた全育成林の蓄積変化量には AR 活動による蓄積変化を含んでいるため 1.で

求めた炭素蓄積変化量から AR 活動により生じた炭素蓄積変化量を除外した。また、1.の計算では、D 活動により生じた蓄積変化を含んでしまうため、D 活動により生じた分の変化量を加えることで影響を排除した。

3. 2.によって育成林全体の蓄積変化量から AR 及び D 活動の影響を排除した後の値に、樹種、地域、齢級毎に FM 率を適用し、FM 対象森林による炭素蓄積変化量を算定した。

2） **天然生林**

A7.3.3.1 節で抽出した森林面積を使用し、炭素蓄積変化量を算定した。

b） **枯死木、リター、土壌**

条約インベントリ「転用のない森林（4.A.1.）」同様、Tier 3 のモデル法を用いて枯死木、リター、鉱質土壌プールの炭素蓄積変化量を算定した。算定は、プール毎に森林施業タイプ別、樹種別、地域別、齢級別に単位面積当たりの吸収・排出量を CENTURY-jfos モデルにより計算し、森林施業タイプ別、樹種別、地域別、齢級別の FM 面積を乗じた。算定式、モデルの主な仮定、及びパラメータの設定等については 6.4.1.b)2)節を参照のこと。

6.4.1.b)2)節に記述したとおり、我が国では、森林の有機質土壌における排水は実施されていない。2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 1、Tier 2 では、有機質土壌からの排出は排水が実施された際にのみ算定を行うことから、有機質土壌の排水活動のない場合において排出は生じないとし、当該排出は「NO」として報告した。

c） **伐採木材製品**（HWP）

FM 活動下の HWP の炭素蓄積変化量（AR 活動分も含む）は、6.10 節に記載している条約インベントリの HWP（4.G）同様、建築物、その他木材利用、紙製品のカテゴリーにおいて、同様の算定式、パラメータ及び活動量を用いて算定している。

本 FM 活動下の報告においては、条約インベントリ報告の数値から、D 活動に由来する HWP を除外した。D 活動由来の丸太のインフローは、下記の式により、国全体の素材生産量 $Harvest_{RW,i}$ に対して、全伐採立木材積のうち D 活動由来のものの割合 $\left((Stock_{i,D,ST} \cdot D_i)/Harvest_{ST,i}\right)$ を乗じることによって推計している。

$$Inflow_{i,D,RW} = \mathrm{Harvest}_{RW,i} \times \left\{(\mathrm{Stock}_{i,D,ST} \times D_i)/\mathrm{Harvest}_{ST,i}\right\}$$

$Inflow_{i,D,RW}$	: i 年における D 由来のインフロー（丸太）［m^3］
$\mathrm{Harvest}_{RW,i}$	: i 年における素材（丸太）生産量［m^3］
$\mathrm{Stock}_{i,D,ST}$	: 立木地全体の ha 当たりの平均材積（幹材積）［m^3/ha］
D_i	: i 年における D 発生面積［ha］
$\mathrm{Harvest}_{ST,i}$	: i 年における伐採立木材積（幹材積）［m^3］

d） **その他のガス**

1） **施肥に伴う N_2O 排出**

森林への施肥量は AR 活動によるものと FM 活動によるものとを区別することができないため、森林への施肥に伴う N_2O 排出量は FM 活動下で一括報告した。算定方法と利用した各種パラメータについては、6.11 節を参照のこと。

2） **有機質土壌の排水に伴う N_2O、CH_4 排出**

森林における有機質土壌の排水活動は我が国では実施していないため、当該区分については「NO」として報告した。

3） 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 の算定方法に基づき、土壌炭素量が減少している場合の N_2O 排出を算定対象とした。算定式と利用した各種パラメータは 6.13 節、6.14 節と同様である。活動量は、FM 対象森林において、都道府県別、林齢別、樹種別で土壌炭素が減少している場所のみを抜き出した、グロスの土壌炭素の損失量データを使用した。

4） バイオマスの燃焼に伴う排出

森林火災面積を AR 活動下と FM 活動下とで区別することができないため、森林火災（野火）に伴う温室効果ガスの排出量は FM 活動下で一括報告した。このうち CO_2 排出量については炭素ストック変化の算定内で把握されているため「IE」とし、非 CO_2 ガスを対象に実施した。6.15 節で算出した全森林を対象とした火災による排出量に、全森林面積における FM・AR の合計対象面積の比率で按分することにより算定した。なお、我が国において、森林における計画的な焼却活動は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）」及び「消防法」によって厳しく制限されているため、実施されない。

A7.3.3.3. 計上の方法及び算定結果

京都議定書第 2 約束期間同様、参照レベル方式を用いて計上量を算定した。参照レベルの設定及び計上量の詳細については以下のとおりである。

a） 森林炭素プールの森林経営参照レベル

森林経営の計上において、森林の 5 つの炭素プールについては参照レベルをゼロと設定した。日本は森林経営対象森林の特定にナローアプローチを採用しているため、参照レベルをゼロと設定することで、1990 年以降に対象活動が確実に行われている土地のみを吸収量の算定対象としたグロスーネット方式で吸収量を算定するためである。

b） HWP の森林経営参照レベル

HWP プールについては、2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンスの方法論に従い、下記に示すとおり、2012 年までのパラメータ・活動量の推移を基にした将来予測により参照レベルを設定している。

活動量である建築物の着工床面積については 1993 年から 2012 年までの 20 年間の指数近似、合板及び木質ボードの生産量については 1993 年から 2012 年までの 20 年間の線形近似、紙製品については 2003 年から 2012 年までの 10 年間の線形近似により、それぞれ 2013 年以降の予測値とした。算定のパラメータである国産材率については、2003 年から 2012 年までの 10 年間の平均値を採用した。パラメータ・活動量により将来予測に用いた過去の期間が異なっているのは、各パラメータ・活動量において、より高い相関を示すトレンドをそれぞれ採用したためである。また、相関が明確でない場合に 10 年間の平均値を用いている。D 活動に由来する HWP インフローの予測については、2008 年から 2012 年までの単年度の D 発生面積の平均を用いている。なお、参照レベルは、FM 活動による GHG 排出・吸収量の算定に用いている方法論との一貫性確保のため、統計の更新や使用している算定方法の改定により、再計算される（決定 4/CMA.1 の要件に従っている）。

c） 算定結果

FM 純吸収量に参照レベルを考慮した合計値が FM 活動下計上量となる。

表 A 7-11　FM 活動による排出・吸収量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］
FM計上量	-56,819.62	-53,346.48	-51,511.87	-51,019.52	-49,887.68	-45,601.97	-43,112.05	-43,861.76
FMRL	1,548.16	1,599.12	1,640.35	1,673.16	1,708.12	1,747.23	1,785.31	1,828.58
（森林）	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
（HWP）	1,548.16	1,599.12	1,640.35	1,673.16	1,708.12	1,747.23	1,785.31	1,828.58
FM純吸収量	-55,271.46	-51,747.36	-49,871.52	-49,346.36	-48,179.56	-43,854.74	-41,326.74	-42,033.18
生体バイオマス	-55,338.57	-51,777.58	-50,021.02	-49,113.45	-47,701.65	-43,334.94	-41,719.29	-41,310.81
枯死木	2,088.74	2,140.75	2,174.52	2,140.83	2,069.29	1,961.15	1,883.68	1,889.82
リター	-197.97	-186.60	-166.36	-162.77	-152.54	-130.25	-114.43	-86.61
鉱質土壌	-1,452.53	-1,390.62	-1,328.03	-1,275.00	-1,209.48	-1,145.42	-1,096.42	-1,044.80
有機質土壌	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
伐採木材製品（HWP）	-438.10	-589.31	-584.48	-1,006.77	-1,241.72	-1,264.72	-338.20	-1,544.49
その他のガス排出量合計	66.97	56.00	53.86	70.78	56.55	59.45	57.92	63.71
施肥（N_2O）	0.90	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
有機土壌の排水（CH_4、N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
鉱質土壌中の窒素無機化（N_2O）	49.72	50.75	52.02	52.85	53.89	54.82	55.12	55.82
バイオマスの燃焼（CH_4、N_2O）	16.34	4.40	0.98	17.08	1.80	3.77	1.94	7.03

CO_2）＋：排出、－：吸収

A7.3.4. 農地管理活動

A7.3.4.1. 活動対象面積の把握方法

CM 対象面積は条約インベントリの農地同様、表 6-2 で示す農林水産省「耕地及び作付面積統計」の水田、普通畑、樹園地面積を用いている。

鉱質土壌炭素プール及び、土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出の算定においては、森林の転用により造成された農地については D 活動に含んで算定しているため、1990 年以降に森林から農地に転用された土地面積を D 調査から把握し、水田、普通畑、樹園地の現状面積から差し引いている。

表 A 7-12　CM 活動対象面積

	単位	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CM活動対象面積	［kha］	4596.52	3909.72	3889.30	3867.09	3842.68	3820.92	3800.65	3777.99	3755.15
鉱質土壌面積（D対象面積除く）	［kha］	4443.00	3746.00	3725.30	3702.92	3678.27	3656.22	3635.51	3612.45	3588.42

A7.3.4.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a） 生体バイオマス

CM における生体バイオマスの炭素ストック変化量（ΔC_{CM_LB}）は、成長により蓄積される年間の炭素ストック増加量（$\Delta C_{orchard_LB_SC}$ 及び $\Delta C_{annualcrop_LB_SC}$）と転用に伴い失われる炭素ストック損失量（$\Delta C_{LB_conversion_to_others}$）から算定した。樹園地における生体バイオマスの炭素ストック変化量（$\Delta C_{orchard_LB_SC}$）については、転用に伴い失われる減少量を含んで算定している。算定の方法論については 6.5.1b)1)に記載した「転用のない農地（4.B.1.）」同様、Tier 2 の蓄積変化法を用いて算定した。単年生作物における炭素ストック変化は 6.5.1b)1)に記載した「他の土地から転用された農地（4.B.2.）」同様、農地への土地転用時の当年度に得られる成長に伴う平均炭素ストック量までの増加分を算定対象とした。使用した各種パラメータ及び活動量は表 6-9、表 6-11 及び 6.5.1.b) 1)節を参照のこと。

$$\Delta C_{CM_LB} = \Delta C_{orchard_LB_SC} + \Delta C_{annualcrop_LB_SC} - \Delta C_{LB_conversion_to_others}$$

$$\Delta C_{annualcrop_LB_SC} = \Delta A_{others-annualcrop} \times C_{annualcrop_LB}$$

$$\Delta C_{LB_conversion_to_others} = \Delta A_{annualcrop-others} \times C_{annualcrop_LB}$$

ΔC_{CM-LB}　：CM 対象地における生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］

$\Delta C_{orchard_LB_SC}$　：樹園地の生体バイオマスの炭素ストック変化量［t-C/yr］

$\Delta C_{annualcrop_LB_SC}$　：田畑における単年生作物の生体バイオマスの炭素ストック変化量（増加）［t-C/yr］

$\Delta C_{LB_conversion_to_others}$　：農地からの転用に伴う炭素ストック変化量（損失）［t-C/yr］
$\Delta A_{others-annualcrop}$　：他の土地利用から田畑へ転用した年間面積［ha/yr］
$\Delta A_{annualcrop-others}$　：田畑から森林以外の他の土地利用に転用した年間面積［ha/yr］
$C_{annualcrop_LB}$　：田畑における単位面積あたりの生体バイオマスの炭素ストック量［t-C/ha］

b）**枯死木、リター**

6.5.1.b) 2)節に記載したとおり、炭素ストック変化は生じていないため、当該区分の炭素ストック変化量は「NA」として報告した。

c）**土壌**

1）**鉱質土壌**

6.5.1.b) 2)で記述したとおり、土壌炭素モデル RothC を用いた Tier 3 の方法を適用した。算定に使用した活動量面積は D 対象面積を除外している。

鉱質土壌については、上述の他、バイオ炭の施用に伴う土壌の炭素ストック貯留量も算定した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.5.1.b) 2)で記述したとおりであり、条約インベントリで算定した当該吸収量を報告した。

2）**有機質土壌**

条約インベントリ農地（4.B.）で報告された当該排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.5.1.b) 2)で記述したとおりである。

d）**その他のガス**

1）**有機質土壌の排水に伴う CH_4 排出**

条約インベントリ有機質土壌排水等に伴う CH_4 排出（4.(II)）の農地で報告された当該 CH_4 排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.12 節で記述したとおりである。

2）**土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出**

転用された農地で生じる当該排出量は 6.13 節と同様の方法論、算定式、各種パラメータを用いて算出した。算定に使用した活動量面積は D 対象面積を除外している。

3）**バイオマスの燃焼に伴う排出**

現状農地での活動からの排出となるため、条約インベントリバイオマス燃焼（4.(V)）の農地で報告された当該排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.15 節で記述したとおりである。

A7.3.4.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたネット―ネット方式により計上量を算定した。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-13　CM 活動による排出・吸収量及び計上量

	1990（基準年）	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］
CM 計上量	-	-1520.62	-2004.39	-2231.03	-3046.91	-3623.58	-2996.55	-3013.53	-3335.15
基準年排出量	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77
CM 純排出量	7,744.77	6,224.15	5,740.38	5,513.74	4,697.86	4,121.19	4,748.22	4,731.24	4,409.62
生体バイオマス	478.77	242.59	299.25	325.11	301.98	334.13	298.37	360.85	326.34
枯死木	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
リター	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
鉱質土壌	5,926.11	4,761.29	4,224.38	3,976.06	3,183.75	2,574.35	3,236.48	3,156.91	2,871.67
有機質土壌	1,249.79	1,170.08	1,167.05	1,163.32	1,162.48	1,162.48	1,162.82	1,162.66	1,160.41
その他のガス	90.11	50.20	49.70	49.26	49.66	50.24	50.55	50.83	51.21
有機質土壌の排水 (CH4)	24.27	23.78	23.60	23.42	23.33	23.31	23.32	23.32	23.19
鉱質土壌中の窒素無機化 (N2O)	33.71	4.38	4.43	4.52	5.37	6.39	7.04	7.73	8.60
バイオマス燃焼（CH4、N2O）	32.13	22.04	21.67	21.31	20.96	20.54	20.19	19.78	19.42

CO_2）＋：排出、－：吸収

A7.3.5. 牧草地管理活動

A7.3.5.1. 活動対象面積の把握方法

GM 対象面積は条約インベントリ 4.C.草地のうち、表 6-2 で示す農林水産省「耕地及び作付面積統計」の牧草地栽培面積を用いている。CM 同様、鉱質土壌炭素プール及び、土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N2O 排出の算定においては、森林の転用により造成された牧草地についてはD活動に含んで算定しているため、1990 年以降に森林から農地に転用された土地面積を D 調査から把握し、牧草地の現状面積から差し引いている。

表 A 7-14　GM 活動対象面積

	単位	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
GM活動対象面積	［kha］	646.6	607.8	606.5	603.4	601	598.6	596.8	595.1	593.4
鉱質土壌面積（D対象面積除く）	［kha］	605.7	552.9	551.1	547.5	544.9	542.2	540.1	538.4	535.9

A7.3.5.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a） 生体バイオマス

GM 対象地における生体バイオマスの炭素ストック変化量については、転用された草地におけるバイオマスの炭素ストック変化量及び他の土地への転用に伴うバイオマスの炭素ストック変化量を対象とした。転用のない牧草地における炭素ストック変化はないものとした。算定方法、利用したパラメータ、及び活動量については、表 6-9、表 6-11 及び 6.6.2.b) 1)節を参照のこと。

b） 枯死木、リター

6.6.1.a)節に記載したとおり、炭素ストック変化は生じていないため、当該区分の炭素ストック変化量は「NA」として報告した。

c） 土壌

1） 鉱質土壌

6.5.1.b) 3)節で記載したとおり、土壌炭素モデル RothC を用いた Tier 3 の方法を適用した。算定に使用した活動量面積は D 対象面積を除外している。

2） 有機質土壌

条約インベントリ草地（4.C.）、牧草地で報告された当該排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.5.1.b) 3)で記述したとおりである。

d） その他のガス

1） 有機質土壌の排水に伴う CH_4 排出

条約インベントリ有機質土壌排水等に伴う CH_4 及び N_2O の排出（4.(II)）の草地で報告され

た当該 CH_4 排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.12 で記述したとおりである。

2）土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出

転用された牧草地で生じる当該排出量は 6.13 節と同様の方法論、算定式、各種パラメータを用いて算出した。算定に使用した活動量面積は D 対象面積を除外している。

3）バイオマスの燃焼に伴う排出

我が国では牧草地の野焼きは存在しないため、「NO」として報告した。

A7.3.5.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたネット―ネット方式により計上量を算定した。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-15　GM 活動による排出・吸収量 及び計上量

		1990（基準年）	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
		［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］	［kt-CO_2換算］
GM 計上量		-	1099.86	816.56	532.92	371.11	141.47	272.29	140.27	-158.11
基準年排出量		460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37
GM	純排出量	460.37	1,560.24	1,276.93	993.29	831.48	601.85	732.66	600.64	302.26
	生体バイオマス	-34.79	76.18	69.38	77.39	91.15	89.81	79.82	77.72	66.26
	枯死木	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	リター	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	鉱質土壌	463.55	1,441.84	1,163.56	883.96	708.44	480.19	621.03	491.12	204.27
	有機質土壌	27.28	36.31	38.03	27.74	27.71	27.67	27.65	27.64	27.59
	その他のガス	4.32	5.90	5.96	4.20	4.19	4.18	4.17	4.16	4.15
	有機質土壌の排水 (CH_4)	2.13	2.84	2.97	2.17	2.17	2.16	2.16	2.16	2.16
	鉱質土壌中の窒素無機化 (N_2O)	2.19	3.06	2.98	2.03	2.02	2.01	2.01	2.00	1.99
	バイオマス燃焼（CH_4、N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

CO_2）＋：排出、－：吸収

A7.3.6. 都市緑化活動

A7.3.6.1. 活動対象面積の把握方法

UG 対象面積は、条約インベントリ 4.E. 開発地下の都市緑地面積と同様である。具体的には、4.E.1.転用のない開発地下の地域制緑地と施設緑地を合計した面積が本活動下の算定の対象となる。対象面積の把握方法の詳細については 6.8.1 節を参照のこと。

表 A 7-16　UG 活動対象面積

	単位	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
UG活動対象面積	［kha］	132.2	128.6	126.1	123.9	121.1	117.4	113.8	110.6
地域制緑地	［kha］	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7

A7.3.6.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a）炭素ストック変化量

生体バイオマス、枯死木、リター、土壌の各炭素プールにおける炭素ストック変化量については、条約インベントリ転用のない開発地（4.E.）で報告された都市緑地の報告値と同様である。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.8.1 節に記載のとおりである。

b）その他のガス

1）施肥に伴う N_2O 排出

都市公園における施肥の実態があるが、農業分野において算定されている窒素肥料の需要量に都市公園への施用量が含まれると想定し、「IE」とした。

2）**有機質土壌の排水に伴う N_2O、CH_4 排出**

当該活動対象地では有機質土壌の排水活動は実施しないため、当該排出量は、「NO」として報告した。

3）**土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N_2O 排出**

当該活動対象地では土壌炭素ストック変化量は増加と報告しており、2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 以下の方法論では、当該区分の N 固定量分は算定対象とならない。従って、「NA」として報告した。

4）**バイオマスの燃焼に伴う排出**

当該活動対象地では、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」及び「消防法」により厳しく制限されているため、計画的な焼却活動は原則として実施されない。また、活動が行われている土地は、全て管理地であり、基本的には自然火災が発生することはない。したがって、バイオマス燃焼により炭素を排出する活動は行われておらず、「NO」として報告した。

A7.3.6.3. 計上の方法及び算定結果

グロス―ネット方式により計上量を算定した。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-17　UG 活動による排出・吸収量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］	［kt-CO_2］
UG純吸収量・計上量	-1,776.13	-1,746.81	-1,727.65	-1,704.38	-1,667.46	-1,640.38	-1,593.43	-1,550.62
生体バイオマス	-1,407.37	-1,382.13	-1,368.05	-1,351.07	-1,321.05	-1,302.76	-1,264.67	-1,230.28
枯死木	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
リター	-19.96	-19.87	-19.78	-19.62	-19.48	-19.20	-18.92	-18.79
鉱質土壌	-348.80	-344.81	-339.81	-333.69	-326.92	-318.42	-309.83	-301.55
有機質土壌	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
その他のガス排出量合計	IE,NA,NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
施肥（N_2O）	IE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
有機土壌の排水（CH_4、N_2O）	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
鉱質土壌中の窒素無機化（N_2O）	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
バイオマスの燃焼（CH_4、N_2O）	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

CO_2）＋：排出、－：吸収

A7.4. その他事項

A7.4.1. 再計算と改善点

再計算は提出初年度であるため該当事項なし。

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」（2006）
2. IPCC「京都議定書に関わる 2013 年改訂補足的方法論及びグッドプラクティスガイダンス」（2014）
3. 農林水産省「耕地及び作付面積統計」
4. 林野庁「令和４年度　森林吸収源インベントリ情報整備事業（「森林経営」対象森林調査）報告書」（2023）
5. Coleman, K. & Jenkinson D. S., *"Roth C-26.3 - A model for the turnover of carbon in soil. In Evaluation of Soil Organic Matter Models: Using Existing Long-Term Datasets"*, Ed. D. S. Powlson, P. Smith & J. U. Smith, p. 237-246, Springer, Berlin, (1996)

略語集

1. 温室効果ガス

表 AB-1 温室効果ガス

化学式	物質名
CO_2	二酸化炭素
CH_4	メタン
N_2O	一酸化二窒素
HFCs	ハイドロフルオロカーボン
PFCs	パーフルオロカーボン
SF_6	六ふっ化硫黄
NF_3	三ふっ化窒素

表 AB-2 前駆物質及び SO_x

化学式及び略号	物質名
NO_x	窒素酸化物
CO	一酸化炭素
NMVOC	非メタン揮発性有機化合物
SO_x	硫黄酸化物

2. 接辞語及び単位

表 AB-3 接辞語

記号	読み	定義
P	ペタ	10^{15}
T	テラ	10^{12}
G	ギガ	10^{9}
M	メガ	10^{6}
k	キロ	10^{3}
h	ヘクト	10^{2}
da	デカ	10^{1}
d	デシ	10^{-1}
c	センチ	10^{-2}
m	ミリ	10^{-3}
μ	マイクロ	10^{-6}

表 AB-4　単位

単位	定義
m^3	立方メートル
L	リットル
a	アール
ha	ヘクタール
g	グラム
t	トン
J	ジュール
℃	度（摂氏）
yr	年
cap	人
d.m.	乾物

3. 注釈記号

表 AB-5 注釈記号（詳細は別添 5 参照）

注釈記号	定義	邦訳
NO	Not Occurring	発生しない
NE	Not Estimated	未推計
NA	Not Applicable	該当しない
IE	Included Elsewhere	他に含む
C	Confidential	秘匿

4. その他略号

表 AB-6 その他略号

	英略語	定義	邦訳
A	AD	Activity Data	活動量
	ARD	Afforestation, Reforestation and Deforestation	新規植林、再植林、森林減少
B	BFG	Blast Furnace Gas	高炉ガス
	BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
C	CFG	Converter Furnace Gas	転炉ガス
	CGER	Center for Global Environmental Research	地球環境研究センター
	CM	Cropland Management	農地管理
	CO_2 eq.	Gas Emission in CO_2 equivalent	二酸化炭素換算値
	COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
	COG	Coke Oven Gas	コークス炉ガス
	CRF	Common Reporting Format	共通報告様式
	CS-EF	Country-Specific Emission Factor	国独自の排出係数
E	EEA	European Environment Agency	欧州環境庁
	EF	Emission Factor	排出係数
	EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme	欧州モニタリング・評価プログラム
F	FM	Forest Management	森林経営
G	GCV	Gross Calorific Value	総発熱量（高位発熱量）
	GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
	GIO	Greenhouse Gas Inventory Office	温室効果ガスインベントリオフィス
	GM	Grazing Land Management	牧草地管理
	GPG	Good Practice Guidance	グッドプラクティスガイダンス
	GPG (2000)	*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2000)*	温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書
	GPG-LULUCF	*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*	土地利用、土地利用変化及び林業に関するグッドプラクティスガイダンス
	GWP	Global Warming Potential	地球温暖化係数
I	IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
	IEF	Implied Emission Factor	見かけの排出係数
	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
J	JNGI	Japanese National GHG Inventory	日本国温室効果ガスインベントリ
K	KP	Kyoto Protocol	京都議定書
L	LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
	LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
	LTO	Landing and Take-off	離着陸
	LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry	土地利用、土地利用変化及び林業
M	MDI	Metered Dose Inhalers	定量噴射剤
	MSW	Municipal Solid Waste	一般廃棄物
N	NCV	Net Calorific Value	真発熱量（低位発熱量）
	NDC	Nationally Determined Contribution	国が決定する貢献
	NGL	Natural Gas Liquids	天然ガス液
	NIES	National Institute for Environmental Studies	国立環境研究所
	NIR	National Inventory Report	国家インベントリ報告書（日本国温室効果ガスインベントリ報告書）
Q	QA/QC	Quality Assurance / Quality Control	品質保証/品質管理
	QAWG	Quality Assurance Working Group	インベントリ品質保証ワーキンググループ

表 AB-6 その他略号（つづき）

	英略語	定義	邦訳
R	RDF	Refuse Derived Fuel	廃棄物固形燃料
	RPF	Refuse Paper and Plastic Fuel	古紙・廃プラ固形燃料
	RV	Revegetation	植生回復
T	THC	Total Hydrocarbon	全炭化水素
U	UG	Urban Greening	都市緑化
	UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約

編著担当者:　地球システム領域（ESD）地球環境研究センター（CGER）
温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）
畠中エルザ、尾田武文、伊藤洋、小坂尚史、林敦子、平田絵里子、滝若菜

編著協力者：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）
楊川翠、池田直子
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社
阿部達生、福田真耶、片桐究、川西理史、川島一真、森本高司、中村仁明、
大山晟弥、佐藤淳、寺川卓志、植田洋行
株式会社数理計画
福地翔、丸山多聞、新田竜太、岡田正和、佐藤厚

日本国温室効果ガスインベントリ報告書
2023 年

国立環境研究所地球システム領域地球環境研究センター
温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編
環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室 監修

2023 年 4 月発行
発行元
国立研究開発法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2
電話：029-850-2777
FAX：029-850-2219
E-mail：www-cger@nies.go.jp
https://www.nies.go.jp/

本レポートは、ホームページ https://www.cger.nies.go.jp/ja/activities/supporting/publications/report/index.html から pdf 形式で閲覧できます。

本書を国立環境研究所に無断で転載・複製することを禁じます。

本書を引用する場合には、下記のとおり記載をお願いします。

温室効果ガスインベントリオフィス（編）、環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室（監修）「日本国温室効果ガスインベントリ報告書　2023 年」、国立環境研究所地球システム領域地球環境研究センター（2023 年）

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可
本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料［A ランク］のみを用いて作製しています。