

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。日本における廃棄物・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。

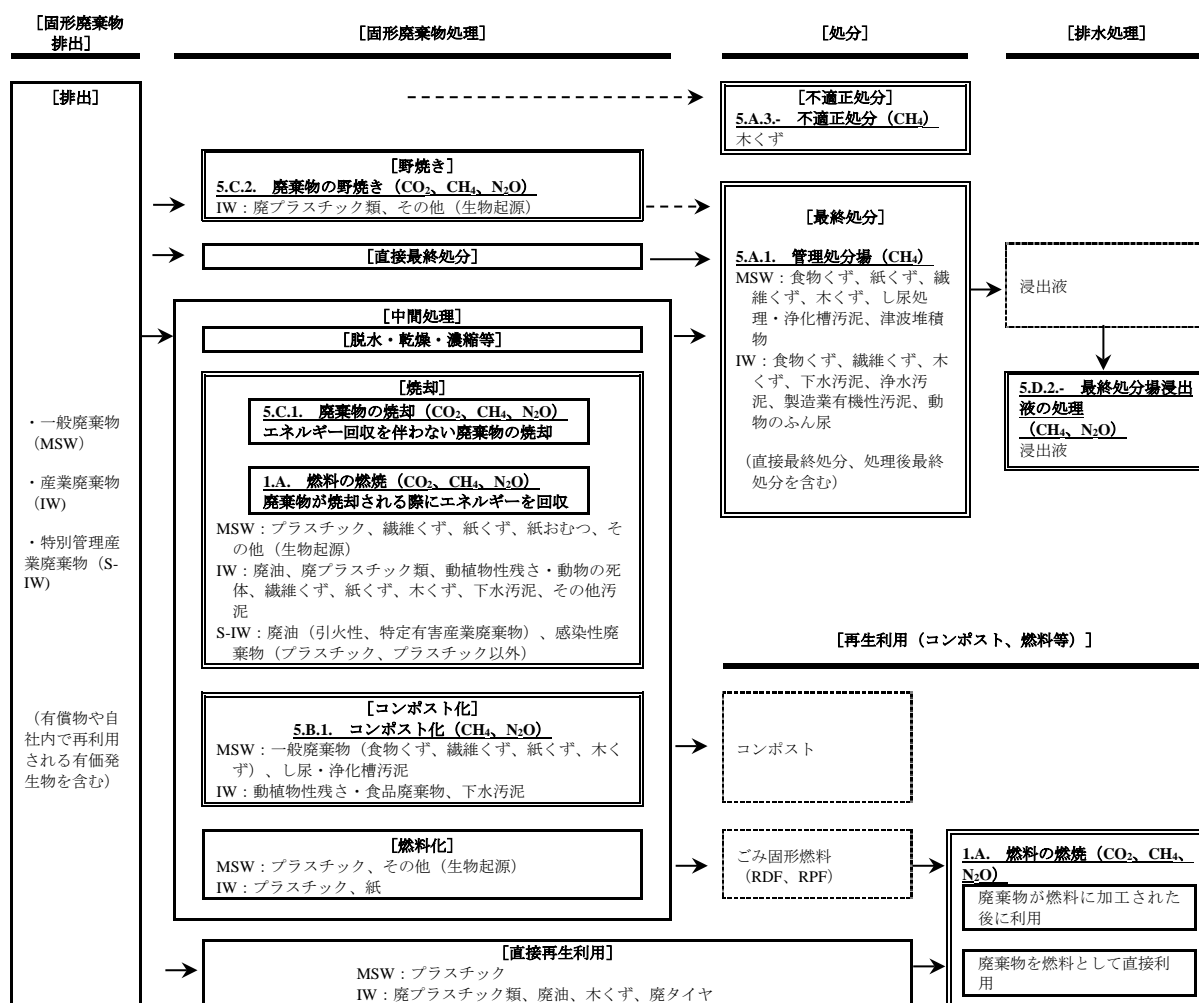


図 7-1 温室効果ガス排出量の算定対象となる固形廃棄物、その処理方式及び算定カテゴリーのフロー

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力できない場合、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。

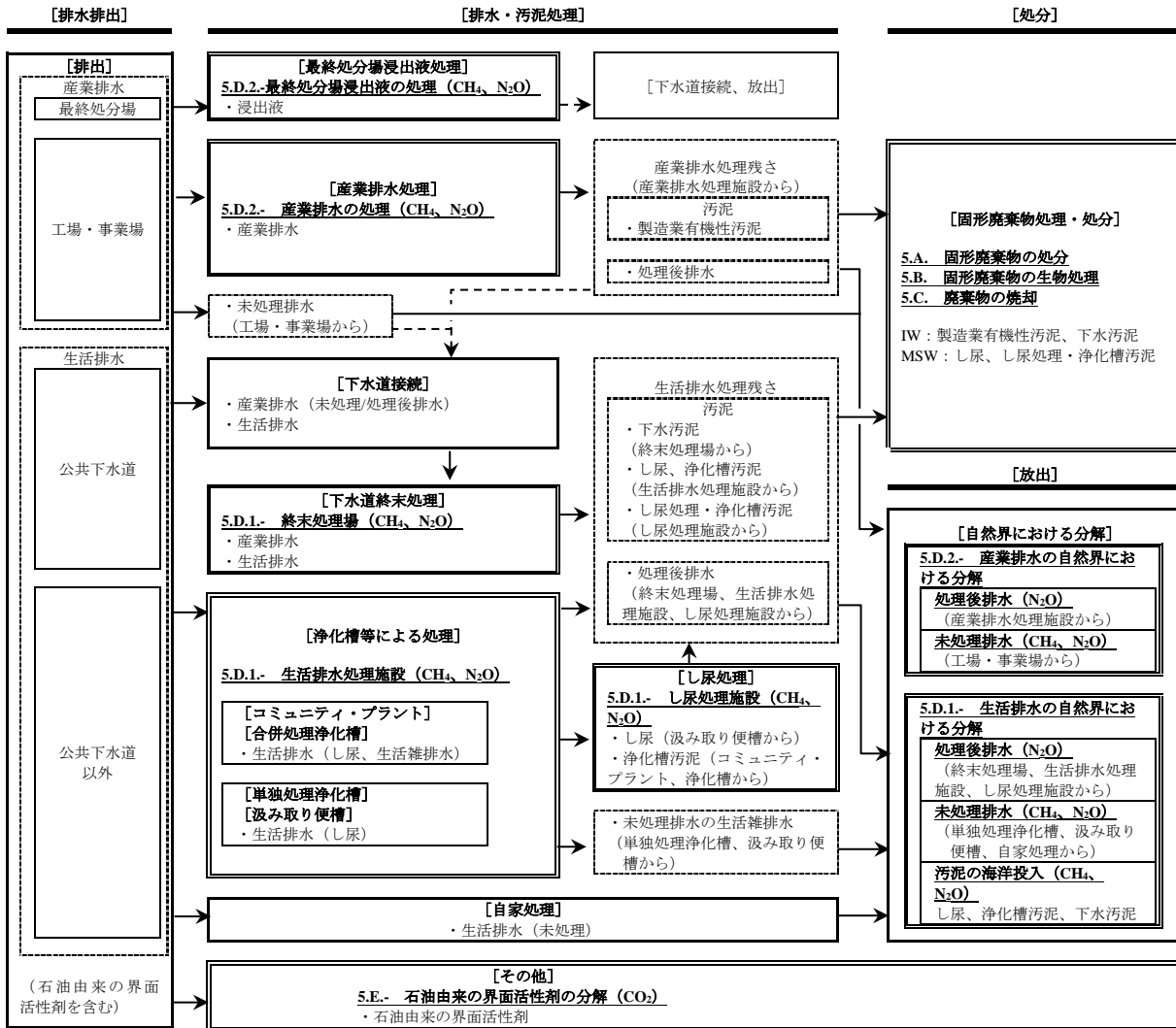


図 7-2 温室効果ガス排出量の算定対象となる排水・汚泥、その処理方式及び算定カテゴリーのフロー

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、日本の場合、「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)。日本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

2018年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は19,267 kt-CO₂換算であり、日本の温室効果ガス総排出量(LULUCFを除く)の1.6%を占め、1990年度比においては35.2%の減少、前年度比においては3.0%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60.6%(1990年度比16.0%の減少)と最も多く、次いで排水の処理と放出(5.D.)が18.7%(1990年度比32.4%の減少)、固形廃棄物の処分(5.A.)が15.2%(1990年度比69.4%の減少)、その他(5.E.)が3.5%(1990年度比4.2%の減少)、固形廃棄物の生物処理(5.B.)が2.0%(1990年度比64.0%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石油由来の廃棄物の焼却及び野焼きに伴うCO₂排出量が最も多く(53%)、次いで固形廃棄物の埋立処分に伴うCH₄の排出(15%)、排水の処理と放出に伴うN₂Oの排出(10%)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CH₄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2016年度には15.4%に増加し、また一方では廃棄物の最終処分量が1990年度の109Mt/年から2016年度には約14Mt/年に減少している(環境省、2019)。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石油由来の廃棄物の焼却に伴う排出量は、リサイクル率に伴い増加している(1990年度比63.9%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法やデフォルト排出係数を用いる。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 ₂ O	
	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 Tier1、T2: IPCC Tier2、T3: IPCC Tier3、CS: 国独自の的方法または排出係数

■ 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」、(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

各排出源に係る変数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。様々な変数をもとに計算式により排出係数を求める場合、各変数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

日本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。

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 CH₄ の排出量を算定する。なお、本排出源では日本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

区分	算定対象		処分方式	CO ₂	CH ₄			
5.A.1. (7.2.1)	一般廃棄物	食物くず	嫌気性埋立/ 準好気性埋立	NO	○			
		紙くず			○			
		木くず			○			
		繊維くず			天然繊維くず ¹⁾	○		
		汚泥			し尿処理・浄化槽汚泥 津波堆積物 ²⁾	○		
	産業廃棄物	管理処分場	食物くず ³⁾ [動植物性残さ・動物の死体]	嫌気性埋立/ 準好気性埋立	NO	○		
			紙くず			○		
			木くず			○		
			繊維くず			天然繊維くず ¹⁾	○	
			汚泥			下水汚泥	消化汚泥由来の汚泥 ⁴⁾ その他下水汚泥	○
						浄水汚泥		○
						製造業有機性汚泥		○
						動物のふん尿 ⁵⁾		○
								○
5.A.2. (7.2.2)	-		非管理処分場	NO	NO			
5.A.3. (7.2.3)	産業廃棄物	木くず	不適正処分 ⁶⁾ (嫌気性埋立)	NE	○			

(注)

- 1) 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 CH₄ 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) 動物のふん尿は日本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 固形廃棄物の陸上における処分（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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
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		
		b. 準好気性埋立	kt-CO ₂	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		
	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		
	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		
CH ₄	5.A.1. 管理処分場	a. 嫌気性埋立	一廃	kt-CH ₄	218.0	187.2	145.3	110.2	85.6	79.8	74.8	70.2	65.8	62.1	58.1	54.3	51.3	48.2
			産廃	kt-CH ₄	141.5	135.7	111.9	83.1	63.1	58.9	55.7	52.8	49.9	47.1	44.7	42.7	40.9	39.2
		b. 準好気性埋立	一廃	kt-CH ₄	18.7	28.0	31.8	34.6	30.6	28.8	27.4	26.3	25.6	24.0	23.2	21.4	20.6	19.3
			産廃	kt-CH ₄	4.2	7.7	11.3	13.2	11.8	11.0	10.8	10.8	10.8	10.3	10.0	9.5	9.3	9.0
	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	
	5.A.3. その他の廃棄物処分場	不適正処分	kt-CH ₄	0.3	0.8	2.5	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	1.9	1.8	1.9	1.8	1.6	
		合計	kt-CH ₄	382.8	359.4	302.8	243.6	193.4	180.8	170.9	162.3	154.2	145.4	137.8	129.9	123.7	117.2	
		kt-CO ₂ 換算	9,570	8,985	7,570	6,090	4,835	4,521	4,272	4,058	3,855	3,635	3,444	3,247	3,093	2,930		
	合計	kt-CO ₂ 換算	9,570	8,985	7,570	6,090	4,835	4,521	4,272	4,058	3,855	3,635	3,444	3,247	3,093	2,930		

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。2018 年度における当該排出源カテゴリからの温室効果ガス排出量は 2,930 kt-CO₂ 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.2% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 69.4% 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 CH₄ 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、CH₄ 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) 排出源カテゴリの説明

日本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 CH₄ が発生している。日本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 CH₄ 量は「管理処分場（5.A.1.）」に報告する。日本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 CO₂ 排出は「NO」として報告する。

b) 方法論

■ 算定方法

生分解性廃棄物の埋立から CH₄ の発生までの時間差（分解遅延時間）を考慮することが可能な 2006 年 IPCC ガイドラインの改訂 FOD 法を用いることとする。当該ガイドラインのデシジョンツリーに従い、改訂 FOD 法に日本独自のパラメータを用いた Tier3 を適用し排出量の算定を行う。

日本では排出係数を「生物分解された廃棄物から発生する CH₄ 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。

$$E = \left\{ \sum_{i,j} (EF_{i,j} \times A_{i,j}) - R \right\} \times (1 - OX)$$

- 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、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。

$$EF_{i,j} = DOC_i \times DOCF \times MCF_j \times F \times 1000 \times \frac{16}{12}$$

- DOC_i : 生分解性廃棄物 i の炭素含有率
 $DOCF$: ガス化率
 MCF_j : 構造 j 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
食物くず	43.4 %	一般廃棄物は東京都、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。産業廃棄物は一般廃棄物のデータを代用する (環境省、2006b)。
紙くず	40.9 %	
木くず	45.2 %	
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。
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)

伊藤 (1992) をもとに、生分解性廃棄物中のガス化率を 50% と設定する。

○ 好気分解補正係数 (MCF)

【嫌気性埋立処分場】

嫌気性埋立処分場での好気分解補正係数 (MCF_{an}) については、2006 年 IPCC ガイドライン

のデフォルト値 (1.0) を用いる。

【準好気性埋立処分場】

理想状態の準好気性埋立処分場における好気分解補正係数 (MCF_{semi}) については、2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値 (0.5) を用いる。ただし、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の場合、処分場内部は嫌気性状態となる。このような集排水管の管理状態を考慮した国独自の変数「集排水管路末端開放率」を定義し、次のように一般廃棄物及び産業廃棄物の最終処分場について別々に実際の準好気性埋立処分場 (MCF_{semi,act}) の好気分解補正係数を推計する。

$$MCF_{semi,act} = \{P \times MCF_{semi} + (1 - P) \times MCF_{an}\}$$

- MCF_{semi,act} : 実際の準好気性埋立処分場の好気分解補正係数
- MCF_{semi} : 理想状態の準好気性埋立処分場の好気分解補正係数 (0.5)
- MCF_{an} : 嫌気性埋立処分場の好気分解補正係数 (1.0)
- P : 算定対象年度における集排水管路末端開放率

ここで、

$$P = W' / W$$

- W' : 理想状態 (浸出液集排水管の末端を開放) で管理している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最終処分量 (一般廃棄物 : t、産業廃棄物 : m³)
- 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 : m³)

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 7-6 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路末端開放率

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
一般廃棄物	%	64.7	64.7	64.7	64.7	66.7	69.1	71.2	71.2	69.7	71.9	70.3	73.2	71.2	71.2
産業廃棄物	%	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	55.9	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2	57.2

- 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 7-7 に記す。

表 7-7 生分解性廃棄物の種類及び埋立処分場別の排出係数

項目	嫌気性埋立 [kg-CH ₄ /t]	準好気性埋立 ¹⁾ [kg-CH ₄ /t]
食物くず	145	72
紙くず	136	68
天然繊維くず	150	75
木くず	151	75
し尿処理・浄化槽汚泥	133	67
津波堆積物	15	NA
消化汚泥由来の汚泥	100	50
その他下水汚泥	133	67
浄水汚泥	20	10
製造業有機性汚泥	150	75
動物のふん尿	133	67

(注) 1) 理想状態の準好気性埋立 (MCF=0.5) の場合。

■ 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）に、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物分解可能最終処分量（排出ベース）に、埋立処分場別最終処分量割合（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た。算定の起点年は、旧清掃法（現、廃掃法）施行時点の1954年度とする。

$$A_{i,j}(T) = W_{i,j}(T-1) \times (1 - e^{-k_i})$$

$$W_{i,j}(T) = W_{i,j}(T-1) \times e^{-k_i} + w_{i,j}(T)$$

$A_{i,j}(T)$: 構造 j 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 [1/年]

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 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]

○ 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 7-8 に示す。

表 7-8 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
一般廃棄物															
食物くず	kt / year (dry)	424	272	196	78	30	30	27	22	21	18	16	13	13	13
紙くず	kt / year (dry)	1,140	859	698	492	300	311	294	260	226	182	142	125	97	95
天然繊維くず	kt / year (dry)	59	46	34	67	4	3	5	4	3	3	3	2	1	1
木くず	kt / year (dry)	363	200	155	81	42	40	36	31	65	27	22	21	18	19
し尿処理・浄化槽汚泥	kt / year (dry)	78	51	46	47	17	20	14	15	10	8	7	8	9	12
津波堆積物 ¹⁾	kt / year (dry)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	9	10	29	NO	NO	NO	NO	NO
産業廃棄物															
食物くず	kt / year (dry)	65	177	109	45	22	22	23	30	11	15	12	13	14	14
紙くず	kt / year (dry)	102	125	137	89	44	31	37	32	16	17	12	15	11	11
天然繊維くず	kt / year (dry)	4	16	15	17	6	7	10	7	6	10	11	11	9	10
木くず	kt / year (dry)	465	490	235	230	125	145	149	106	111	116	124	110	129	129
消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	59	50	31	11	3	3	5	5	4	5	3	3	3	3
その他下水汚泥	kt / year (dry)	219	185	114	42	17	17	34	22	11	12	12	12	10	10
浄水汚泥	kt / year (dry)	199	166	146	66	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	345	157	69	48	22	31	39	27	17	14	13	11	12	11
動物のふん尿	kt / year (dry)	12	12	11	11	14	11	11	9	12	13	13	13	12	12

(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 7-9 に示す。日本の管理処分場で処分される生分解可能廃棄物の最終処分量には、循環利用量調査報告書や下水道統計等の値を用いる。

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。詳細については、表 7-9 の時系列項目下の記載を参照のこと。

表 7-9 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	<ul style="list-style-type: none"> 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の割合は「7.4.1.1. 一般廃棄物 (5.C.1.-)」の合成繊維くずの項を参照。	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 直接最終処分量 中間処理後最終処分量 (出典データを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	<ul style="list-style-type: none"> 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		国交省提供データ	国土交通省により別途集計された値を使用	<ul style="list-style-type: none"> 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		(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		(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	<ul style="list-style-type: none"> 一部の年度は内挿値 2015年度以降は(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』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 7-10 の通りである。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 CO₂ 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ている。

表 7-10 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%	「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%	「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	「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	(財) クリーン・ジャパン・センター参考値
		化学工業	(区別無し)	57%	
		食品製造業	(区別無し)	77%	
動物のふん尿	無し	83.1%	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）に示される日本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 [m³] 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 7-11 埋立処分場構造別の埋立処分量割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
一般廃棄物															
嫌気性埋立割合	%	74.2	64.2	54.4	43.5	36.5	36.1	38.7	33.1	39.9	28.4	29.0	29.6	36.6	36.6
準好気性埋立割合	%	25.8	35.8	45.6	56.5	63.5	63.9	61.3	66.9	60.1	71.6	71.0	70.4	63.4	63.4
産業廃棄物															
嫌気性埋立割合	%	90.2	81.1	66.4	48.3	36.9	47.0	36.7	28.5	30.0	35.0	37.7	33.4	33.4	33.4
準好気性埋立割合	%	9.8	18.9	33.6	51.7	63.1	53.0	63.3	71.5	70.0	65.0	62.3	66.6	66.6	66.6

○ 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、当時日本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日本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）。汚泥については日本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 7-12 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。

○ 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、日本の場合、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 7-13 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
a. 嫌気性埋立	一般廃棄物	食物くず	kt / year (dry)	358	278	172	99	53	44	37	32	27	23	19	16	14	12	
		紙くず	kt / year (dry)	1,042	913	724	545	423	393	367	343	319	297	274	252	232	213	
		天然繊維くず	kt / year (dry)	54	48	38	31	25	23	21	19	18	16	15	13	12	11	
		木くず	kt / year (dry)	186	186	179	167	157	155	152	149	147	144	142	139	137	134	
		し尿処理・浄化槽汚泥	kt / year (dry)	96	66	44	29	20	17	16	14	12	11	10	8	7	7	
		津波堆積物	kt / year (dry)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0	0	1	1	1	1	1	
	産業廃棄物	食物くず	kt / year (dry)	69	102	117	74	38	32	28	24	21	17	15	12	11	10	
		紙くず	kt / year (dry)	137	138	121	99	80	74	68	63	58	53	49	44	41	37	
		天然繊維くず	kt / year (dry)	22	16	15	12	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	
		木くず	kt / year (dry)	224	261	258	247	235	232	228	225	221	218	214	211	208	205	
		消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	59	52	38	22	12	10	9	8	7	6	5	4	4	3	
		その他下水汚泥	kt / year (dry)	221	196	144	83	46	39	34	30	26	22	19	17	15	13	
		浄水汚泥	kt / year (dry)	180	165	127	85	56	51	48	44	40	36	34	33	31	30	
		製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	341	263	154	88	50	43	38	34	30	25	22	19	17	14	
b. 嫌気性埋立	一般廃棄物	動物のふん尿	kt / year (dry)	11	11	9	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	
		食物くず	kt / year (dry)	70	94	90	81	51	45	39	35	31	27	24	21	19	17	
		紙くず	kt / year (dry)	119	191	232	262	254	248	243	237	231	222	214	203	192	180	
		天然繊維くず	kt / year (dry)	6	10	12	18	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
		木くず	kt / year (dry)	10	16	21	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
		し尿処理・浄化槽汚泥	kt / year (dry)	14	18	20	22	18	17	16	15	14	13	12	10	10	9	
	産業廃棄物	食物くず	kt / year (dry)	4	15	36	39	26	23	21	19	20	17	16	14	13	12	
		紙くず	kt / year (dry)	6	12	21	31	35	35	33	32	31	29	28	26	24	23	
		天然繊維くず	kt / year (dry)	1	1	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		木くず	kt / year (dry)	6	15	20	27	33	34	35	36	37	37	38	39	39	40	
		消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	3	6	9	8	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3	
		その他下水汚泥	kt / year (dry)	13	23	33	32	22	20	18	19	18	17	15	14	13	12	
		浄水汚泥	kt / year (dry)	12	20	30	36	36	37	37	38	39	41	41	41	42	42	
		製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	21	28	29	31	24	22	21	22	22	20	18	16	15	14	
動物のふん尿	kt / year (dry)	1	1	2	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7			

(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 CH₄ 回収量

日本の廃棄物処理では、埋立前に有機物含有量を減らし、埋立後に CH₄ 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 CH₄ 回収はあまり一般的には行われていない。日本において一般廃棄物の埋立処分場からの CH₄ 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 CH₄ の焼却に伴い排出される CO₂ 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。

$$R = r \times f \times 16/22.4/1000$$

- R : 埋立処分場における CH₄ 回収量 [g]
- r : 回収された埋立ガスの発電利用量 [m³N]
- f : 回収された埋立ガス中の CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 比率は 1996 年度データを代用して設定する。

表 7-14 日本の埋立処分場における CH₄ 使用量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
埋立ガス使用量	km ³ N	1,985	2,375	2,372	140	1,154	1,266	1,032	1,681	1,734	1,612	1,565	1,488	NO	NO
メタン濃度	%	53.3	42.2	40.0	48.5	40.0	43.8	51.2	49.5	44.9	41.0	39.2	40.2	NA	NA
メタン使用量	km ³ N	1,059	1,003	949	68	462	555	528	832	779	661	613	598	NO	NO
メタン重量換算	Gg-CH ₄	0.76	0.72	0.68	0.05	0.33	0.40	0.38	0.59	0.56	0.47	0.44	0.43	NO	NO

(注) 埋立ガス使用量は中央防波堤処分場の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。2017年の年初以降、発電施設は休止している。

○ 埋立処分場の覆土による CH₄ 酸化率

日本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 7-15 に記す。

表 7-15 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・酸化係数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)。 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%			
	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%			
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%			
	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。	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。	
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

統計データの更新に伴い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

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

処分場における日本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

日本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

日本では、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概ね満たしているが、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 CH₄ 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、石油由来の CO₂ 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物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.)」と同様に日本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。不適正処分された廃棄物からの CH₄ 発生状況は不明のため、嫌気性埋立と同様と見なして排出量を計算する。

■ 排出係数

排出係数は嫌気性埋立での好気分解補正係数(1.0)及び木くずの炭素含有率(45.2%)を用いて設定し、表 7-7 に示す「管理処分場からの木くずの排出」における嫌気性埋立処分の排出係数と同一の排出係数を用いる。

■ 活動量

不適正処分された木くずの残存量(排出ベース)から含水量を差し引いて乾燥ベースに変換し、分解率を乗じて活動量の把握を行う。不適正処分された木くずの量は、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」における「廃棄物の種類別残存件数と残存量」の木くず(建設系)より把握する。含水率と分解率は、「7.2.1. 管理処分場 (5.A.1.)」の算定に用いた木くずの値と同様のものを用いる。

表 7-16 各算定対象年度中に分解された不適正処分の木くず量（活動量）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
活動量	kt (dry)	2.3	5.5	16.3	16.3	14.7	14.7	14.5	14.4	13.6	12.7	12.2	12.3	11.9	10.3

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 7-17 に記す。

表 7-17 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

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、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 CH₄ と N₂O を算定する。本排出源では日本における廃棄物区分に準じ、表 7-18 に示す算定区分で排出量を推定する。

表 7-18 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		CRF に報告する区分	処理方式	CH ₄	N ₂ O		
5.B.1. (7.3.1)	一般廃棄物	食物くず	Municipal solid waste (excl. human waste)	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	Human waste				○	○
	産業廃棄物	食物くず (動植物性残さ、その他の食品廃棄物)	Food waste (industrial waste)				○	○
下水汚泥		Sewage sludge	○	○				
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 7-19 に示す。2018 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 385 kt-CO₂ 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 64.0% 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-CH₄/t [dry] 及び約 0.78-0.79 kg-N₂O/t [dry])。

表 7-19 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
CH ₄	5.B.1. コンポスト化	一般廃棄物 (し尿・浄化槽汚泥除く)	kt-CH ₄	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	
		し尿・浄化槽汚泥	kt-CH ₄	NO	NO	NO	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		食物くず (産業廃棄物)	kt-CH ₄	2.0	2.0	2.0	3.6	3.9	3.4	3.8	3.8	3.7	3.7	3.8	3.8	3.3	3.3
		下水汚泥	kt-CH ₄	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	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	
	合計	kt-CH ₄	2.2	2.1	2.2	3.8	4.2	3.7	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	4.1	3.6	3.6	
		kt-CO ₂ 換算	54	53	54	95	106	93	102	101	100	100	102	103	90	89	
N ₂ O	5.B.1. コンポスト化	一般廃棄物 (し尿・浄化槽汚泥除く)	kt-N ₂ O	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	
		し尿・浄化槽汚泥	kt-N ₂ O	NO	NO	NO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
		食物くず (産業廃棄物)	kt-N ₂ O	0.56	0.56	0.56	1.01	1.09	0.96	1.06	1.06	1.05	1.04	1.06	1.07	0.93	
		下水汚泥	kt-N ₂ O	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	
	5.B.2. バイオガス施設における嫌気性消化	kt-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
	合計	kt-N ₂ O	0.61	0.60	0.61	1.07	1.19	1.04	1.15	1.14	1.12	1.12	1.14	1.15	1.00		
		kt-CO ₂ 換算	181	179	181	319	354	309	342	338	335	333	340	343	298		
合計		kt-CO ₂ 換算	235	233	235	414	460	402	444	440	435	433	441	446	388		

7.3.1. コンポスト化 (5.B.1)

a) 排出源カテゴリーの説明

日本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 CH₄、N₂O 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 CH₄、N₂O 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- $\text{N}_2\text{O}/\text{t}$]
- 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 (2018 a)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、2018 b)。

表 7-20 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 ₂ O 排出係数 [kg-N ₂ O/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	
	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) 日本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。また、剪定枝は汚泥や生ごみ等よりも分解性が低いいため、剪定枝の CH_4 及び N_2O 排出係数はより低い値となっている。

■ 活動量

コンポスト化にかかる活動量の出典を表 7-21 に示す。

表 7-21 コンポスト化 (5.B.1) で用いる活動量の出典 (排出ベース)

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」	「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、「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「循環利用量調査報告書」を参考に専門家判断。
	下水汚泥	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 7-22 に示す。CRF で報告する活動量は、表 7-10 に示される含水率 (区別のある場合は中間処理無しの含水率) を用いて乾燥ベースに換算する。

表 7-22 コンポスト化される廃棄物の量（排出ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
一般廃棄物															
食物くず	kt (wet)	35	20	29	66	108	117	143	120	121	115	122	134	141	132
紙くず	kt (wet)	28	16	23	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
木くず(剪定枝)	kt (wet)	8	5	4	33	44	48	41	40	45	60	60	85	84	80
し尿、浄化槽汚泥	kt (wet)	NO	NO	NO	4	58	17	15	21	19	25	35	30	21	21
産業廃棄物															
食品廃棄物(副資材含む)	kt (wet)	2,063	2,063	2,063	3,747	4,051	3,564	3,923	3,920	3,883	3,861	3,923	3,973	3,439	3,421
下水汚泥(副資材含む)	kt (wet)	118	126	135	147	186	144	168	145	136	139	140	129	105	105

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 7-23 に記す。

表 7-23 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 ₂ O	-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

■ 日本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、「生活・商業排水の処理に伴う CH₄・N₂O 排出（終末処理場）」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 CH₄・N₂O 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 CH₄ 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

日本の一般廃棄物及び産業廃棄物のメタンガス化施設から CH₄ 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 CH₄ 濃度を 60%（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 CH₄ 排出量を試算したところ、多い年でも 1.4kt-CO₂ 換算であった。以上より、当該排出源からの CH₄ 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 N₂O 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 7-24 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 CO₂、CH₄、N₂O 排出量を報告する。

表 7-24 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 ₂ O			
5.C.1 (7.4.1)	一般廃棄物 (7.4.1.1)	プラスチック	石油由来プラスチック	Non-biogenic/MSW	・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						
		紙くず	石油由来成分	Non-biogenic/MSW						
			生物起源成分	Biogenic/MSW						
		紙おむつ (石油由来成分)		Non-biogenic/MSW						
		繊維くず	合成繊維	Non-biogenic/MSW						
			天然繊維	Biogenic/MSW						
	その他 (生物起源)		Biogenic/MSW							
	産業廃棄物 (7.4.1.2)	廃油	石油由来の廃油	Non-biogenic/Fossil liquid waste		エネルギー回収を伴わない焼却 各種焼却方式 ⁵⁾	○	○	○	
			動植物性廃油	Biogenic/Non-fossil liquid waste			NA ¹⁾	○	○	
		廃プラスチック類	石油由来プラスチック	Non-biogenic/ISW			○	○	○	
			バイオマスプラスチック	Biogenic/ISW			NA ¹⁾	IE ³⁾	IE ³⁾	
		食物くず [動植物性残さ・動物の死体]					Biogenic/ISW	NA ¹⁾	○	○
			紙くず	石油由来成分			Non-biogenic/ISW	○	IE ⁴⁾	IE ⁴⁾
		生物起源成分		Biogenic/ISW	NA ¹⁾		○	○		
		木くず		Biogenic/ISW			NA ¹⁾	○	○	
		繊維くず	合成繊維	-			IE ³⁾	IE ³⁾	IE ³⁾	
			天然繊維	Biogenic/ISW			NA ¹⁾	○	○	
	汚泥	下水汚泥	Biogenic/Sludge		NA ¹⁾	○	○			
		下水汚泥以外	Biogenic/Sludge		NA ¹⁾	○	○			
	産業廃棄物 特別管理 (7.4.1.3)	廃油	廃油 (引火性)	Non-biogenic/Hazardous waste	焼却炉	○	○	○		
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 (石油由来)	Non-biogenic/Clinical waste	○		○	○			
		その他 (プラスチック以外)	Biogenic/Clinical waste	NA ¹⁾		○	○			
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 (石油由来)	Non-biogenic/ISW		○	○	○			
		その他 (生物起源)	Biogenic/ISW		NA ¹⁾	IE ⁶⁾	IE ⁶⁾			

(注)

- 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 CO₂ 排出量は、総排出量には含まず参考値として算定し、CRF の「Table 5.C」の「Biogenic」に報告する。
- 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。
- 産業廃棄物 (ISW) の石油由来プラスチックに含まれる。
- 紙くず (生物起源成分) に含まれる。
- 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。
- 産業廃棄物の野焼きに伴う CH₄ 及び N₂O 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. 節参照)
- ・ 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. 節参照)
- ・ 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. 節参照)

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 7-26 を参照のこと。

表 7-24、表 7-25 及び表 7-26 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 7-25 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 ₂ O	
1.A.1. (7.4.3.1) ⁷⁾	一般廃棄物	プラスチック	石油由来プラスチック	Other fossil fuels	・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⁾				
		紙くず	石油由来成分	Other fossil fuels ⁹⁾				○
			生物起源成分	Biomass				NA ¹⁾
		紙おむつ（石油由来成分）		Other fossil fuels				○
		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	石油由来の廃油	Other fossil fuels	焼却される際にエネルギーを回収 焼却炉	○	○	○
			動植物性廃油	Biomass		NA ¹⁾	○	○
		廃プラスチック類	石油由来プラスチック	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	石油由来成分	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	-		IE ³⁾	IE ³⁾	IE ³⁾
			天然繊維	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.1/2 (7.4.3.2) ⁷⁾	一廃	プラスチック	石油由来プラスチック	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⁾
	産業廃棄物	廃油	石油由来の廃油	Other fossil fuels		○	○	○
			動植物性廃油	Biomass		NA ¹⁾	○	○
	廃プラスチック類	石油由来プラスチック	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	石油由来成分	Other fossil fuels	○		○	○	
バイオマス起源成分		Biomass ⁸⁾	NA ¹⁾	IE ⁶⁾	IE ⁶⁾			
1.A.1/2 (7.4.3.3) ⁷⁾	ごみ固形燃料（RDF）	石油由来成分	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）	石油由来成分	Other fossil fuels		○	○	○	
		生物起源成分	Biomass ⁸⁾		NA ¹⁾	IE ⁶⁾	IE ⁶⁾	

(注)

- 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 CO₂ 排出量は、総排出量には含まず参考値として算定し、CRF には燃料種「Biomass」として報告する。
- 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。
- 石油由来プラスチックに含まれる。
- 紙くず（生物起源成分）に含まれる。
- 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。
- 石油由来成分に含まれる。
- 報告カテゴリーの詳細は表 7-26 を参照のこと。
- 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石油由来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。
- 紙くずに含まれる石油由来成分について、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 7-26 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	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 ₂ O	
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				○	○	○	
廃棄物を原料として直接利用	陸一 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	○	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	○	○	○
			高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO ³⁾	NO ³⁾
		廃プラスチック類	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. 紙パルプ	○	○	○
			セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 非金属鉱物	○	○	○
			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. 非金属鉱物	○	○	○
	ボイラー		一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○	
	製鉄		製鉄原料燃料利用	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. 非鉄地金	○	○	○	
	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. 紙パルプ	○	○	○	
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. 紙パルプ	○	○	○	
	セメント製造業	セメント焼成利用	1.A.2.f. 非金属鉱物	○	○	○		

(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 CO₂ 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 7-25 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 度以上の還元雰囲気であり、N₂O 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 7-27 に示す。2018 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 11,678 kt-CO₂ 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.9% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 16.0% 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、CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 排出量は減少した。（CO₂ の IEFs はトレンドに大きな変化は

なく、2.48~2.60 [t-CO₂/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、N₂O 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、N₂O 排出量は減少している。

表 7-27 廃棄物の焼却 (5.C.) に伴う温室効果ガス排出量

ガス	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
CO ₂	5.C.1. 産業廃棄物の焼却	プラスチック ¹⁾	kt-CO ₂	5,092	5,082	5,275	3,091	2,399	2,109	2,429	2,601	2,721	2,293	2,504	1,661	1,641	1,628	
		紙くず ¹⁾	kt-CO ₂	71	74	71	60	52	53	58	55	56	52	54	36	32	32	
		紙おむつ ¹⁾	kt-CO ₂	32	38	34	39	46	49	52	52	58	59	73	48	44	44	
		合成繊維くず ¹⁾	kt-CO ₂	508	545	425	433	665	593	547	446	449	411	508	318	298	296	
		廃油 ¹⁾	kt-CO ₂	3,670	4,366	4,799	4,270	3,172	4,128	3,966	4,430	3,652	3,990	3,324	3,856	3,699	3,466	
		廃プラスチック類 ¹⁾	kt-CO ₂	2,131	4,539	4,380	4,332	3,474	3,785	3,185	3,450	3,947	3,397	3,777	3,715	3,884	3,770	
		紙くず ¹⁾	kt-CO ₂	3	7	7	3	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	
		廃油(引火性) ¹⁾	kt-CO ₂	698	1,036	1,526	1,402	1,845	1,143	815	784	796	782	692	816	561	482	
		廃油(特定有害産業廃棄物) ¹⁾	kt-CO ₂	19	28	41	38	39	42	44	25	55	124	149	131	127	127	
		感染性廃棄物廃(プラスチック) ¹⁾	kt-CO ₂	199	328	428	435	366	395	452	336	341	452	426	411	395	393	
		5.C.2. 野焼き(産廃 廃プラスチック類) ¹⁾	kt-CO ₂	5	5	1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.03	0.07	0.07	0.07	
		合計	kt-CO ₂	12,429	16,046	16,988	14,103	12,062	12,300	11,549	12,183	12,076	11,561	11,508	10,992	10,682	10,239	
		CH ₄	5.C.1. 産業廃棄物の焼却	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	0.1	0.0	0.0	0.0
				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
				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
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		
紙くず ²⁾	kt-CH ₄			0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	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	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3		
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			
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			
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			
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			
感染性廃棄物廃(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			
感染性廃棄物廃(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			
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			
合計	kt-CH ₄			1.1	1.2	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4			
	kt-CO ₂ 換算			28	29	21	18	13	12	11	11	12	10	10	9			
N ₂ O	5.C.1. 産業廃棄物の焼却	一般廃棄物 ²⁾	kt-N ₂ O	1.03	1.05	0.98	0.52	0.48	0.46	0.49	0.46	0.47	0.43	0.47	0.30	0.28		
		廃油 ²⁾	kt-N ₂ O	0.02	0.02	0.02	0.10	0.07	0.09	0.09	0.10	0.08	0.09	0.08	0.09			
		廃プラスチック類 ²⁾	kt-N ₂ O	0.15	0.32	0.31	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 ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
		紙くず ²⁾	kt-N ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01			
		木くず ³⁾	kt-N ₂ O	0.06	0.10	0.06	0.14	0.09	0.08	0.07	0.08	0.10	0.08	0.08	0.07			
		天然繊維くず ³⁾	kt-N ₂ O	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 ₂ O	2.65	3.94	4.86	5.48	4.30	4.16	4.17	4.22	4.25	3.92	4.16	3.69			
		下水汚泥以外の汚泥 ³⁾	kt-N ₂ O	0.89	0.92	0.94	0.22	0.20	0.19	0.19	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16			
		廃油(引火性) ¹⁾	kt-N ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02				
		廃油(特定有害産業廃棄物) ¹⁾	kt-N ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01				
		感染性廃棄物廃(プラスチック) ¹⁾	kt-N ₂ O	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
		感染性廃棄物廃(プラスチック以外) ³⁾	kt-N ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.02	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 ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
		合計	kt-N ₂ O	4.83	6.40	7.23	6.59	5.27	5.08	5.09	5.11	5.15	4.77	5.03				
	kt-CO ₂ 換算	1,438	1,908	2,156	1,963	1,570	1,515	1,518	1,523	1,535	1,423	1,498						
合計	kt-CO ₂ 換算	13,876	17,963	19,157	16,083	13,643	13,826	13,077	13,717	13,623	12,994	13,016						

(注) 1) 石油由来成分のみ含む
 2) 石油由来成分及び生物起源成分を含む
 3) 生物起源成分のみ含む

(注) 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 CO₂ 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 7-28 に示す。2018 年度におけるこの排出量は 30,228 kt-CO₂ 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量(LULUCF を除く)の 2.4%を占める。1990 年度の排出量と比較すると 19.9%の増加となっている。

表 7-28 【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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
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	12,429	16,046	16,988	14,103	12,062	12,300	11,549	12,183	12,076	11,561	11,508	10,992	10,682	10,239		
	I.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-CO ₂	5,916	6,373	8,270	6,677	4,687	4,267	4,545	5,458	5,388	4,826	4,644	5,435	5,909	5,865
			廃油 ²⁾	kt-CO ₂	83	93	112	129	102	107	108	116	111	110	101	117	114	114
			紙くず ³⁾	kt-CO ₂	38	48	53	83	90	99	98	109	114	125	135	156	160	160
			合成繊維くず ³⁾	kt-CO ₂	591	683	667	935	1,299	1,200	1,025	935	889	865	942	1,040	1,072	1,066
			廃プラスチック類 ²⁾	kt-CO ₂	21	30	28	109	67	176	170	105	152	175	169	176	117	110
		廃棄物を原燃料として直接利用	一般廃棄物 ²⁾	kt-CO ₂	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
			廃油 ²⁾	kt-CO ₂	3,592	4,193	4,150	5,215	4,559	4,778	4,733	4,952	4,796	4,592	5,015	4,678	4,680	4,492
			廃プラスチック類 ²⁾	kt-CO ₂	55	59	450	1,238	1,707	1,835	1,741	1,820	1,892	2,184	2,098	2,244	2,366	2,483
			木くず ³⁾	kt-CO ₂	527	845	1,044	869	951	1,008	976	951	958	1,014	1,037	997	1,036	1,064
			廃タイヤ ²⁾	kt-CO ₂	26	30	114	320	289	292	299	295	296	297	275	274	273	276
	合計	kt-CO ₂	23,307	28,477	32,202	31,180	27,692	28,190	27,512	29,316	28,779	27,891	28,349	28,557	28,881	28,279		
	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	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
		I.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
				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
				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
				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
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	
廃棄物を原燃料として直接利用			一般廃棄物 ²⁾	kt-CH ₄	NO	NO	0.0	0.0	0.0	0.0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
			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	
			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	0.2	0.3	
			木くず ³⁾	kt-CH ₄	1.8	1.8	2.2	2.9	4.2	4.2	4.4	4.5	4.8	5.2	5.0	4.9	5.2	
			廃タイヤ ²⁾	kt-CH ₄	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	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	5.1	5.0	5.2	5.3	5.6	6.1	5.8	5.7	6.1			
kt-CO ₂ 換算		86	89	95	99	128	126	130	133	141	152	145	143	152	154			
N ₂ O		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 ₂ O	4.83	6.40	7.23	6.59	5.27	5.08	5.09	5.11	5.15	4.77	5.03	4.40	4.78	4.80	
		I.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 ₂ O	1.19	1.32	1.53	1.13	0.95	0.93	0.91	0.97	0.93	0.91	0.86	0.99	1.00
				廃油 ²⁾	kt-N ₂ O	0.00	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 ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	食物くず ³⁾			kt-N ₂ O	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	
	紙くず ²⁾			kt-N ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	廃棄物を原燃料として直接利用		一般廃棄物 ²⁾	kt-N ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			廃油 ²⁾	kt-N ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
			廃プラスチック類 ²⁾	kt-N ₂ O	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	
			木くず ³⁾	kt-N ₂ O	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	
			廃タイヤ ²⁾	kt-N ₂ O	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	
	合計	kt-N ₂ O	6.11	7.81	8.89	7.87	6.41	6.21	6.20	6.28	6.28	5.91	6.11	5.61	6.00			
	kt-CO ₂ 換算	1,819	2,328	2,650	2,346	1,910	1,851	1,849	1,872	1,873	1,760	1,820	1,672	1,789	1,795			

(注) 1) 石油由来成分のみ含む
2) 石油由来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。CO₂ 排出量は表 7-24 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。CH₄ 排出量、N₂O 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) CO₂

■ 算定方法

当該排出源から排出される CO₂ 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。石油由来の廃棄物の焼却に伴う CO₂ を算定対象とするため、一般廃棄物中の石油由来プラスチック、合成繊維くず、紙くずの石油由来成分、紙おむつの石油由来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、下記のように算定する。

【石油由来プラスチック及び合成繊維くず】

$$EF_i = CF_i \times OF \times 44/12$$

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) [%]
OF	: 酸化係数 [%]

【紙くず及び紙おむつ】

$$EF_i = CF_i \times FCF_i \times OF \times 44/12$$

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 中の炭素の石油由来割合 [%]
OF	: 酸化係数 [%]

○ 炭素含有率

一般廃棄物中のプラスチックの炭素含有率は、石油由来・生物起源とも、1990 年度-2008 年度の 4 自治体 (秋田市、川崎市、神戸市、大阪府) での実測値の平均値を用い、全年度一律に適用する (環境省、2010)。

一般廃棄物中の合成繊維くずの炭素含有率は、繊維製品中の合成繊維の炭素含有率を用いる事とし、合成繊維種類ごとのポリマーの分子式から求めた炭素含有率を合成繊維消費量で加重平均して設定する。

一般廃棄物中の紙くずの炭素含有率は、保守的に国内での実測値 (表 7-5) よりも大きい 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。一般廃棄物中の紙おむつの炭素含有率は、国独自の調査結果がないことから 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

² 「Biogenic Municipal solid waste」として食物くず、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の焼却による CO₂ 排出量を参考値として報告している。排出量の算定方法は石油由来廃棄物の焼却に伴う排出と同様である。

表 7-29 一般廃棄物中のプラスチック及び合成繊維くずの炭素含有率（乾燥ベース）

項目	炭素含有率	出典
プラスチック	75.1%	4 自治体の平均
ペットボトル	62.5%	(参考値) ポリエチレンテレフタラートの分子式からの推計値 ※CO ₂ 排出量の算定には使用しない
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
紙くず	46.0%	2006 年 IPCC ガイドライン
紙おむつ	70.0%	2006 年 IPCC ガイドライン

○ 廃棄物中の炭素の石油由来割合

一般廃棄物中の紙くず及び紙おむつ中の炭素の石油由来割合は、国独自の調査結果がないことから 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 7-30 一般廃棄物中の紙くず及び紙おむつ中の炭素の石油由来割合

項目	炭素の石油由来割合 [%]	出典
紙くず	1	2006 年 IPCC ガイドライン
紙おむつ	10	2006 年 IPCC ガイドライン

○ 酸化係数

日本の実態を考慮し、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 7-31 に記す。

表 7-31 一般廃棄物の焼却に関する CO₂ 排出係数（乾燥ベース）

項目	単位	排出係数
プラスチック	kg-CO ₂ /t	2,754
合成繊維くず	kg-CO ₂ /t	2,310
紙くずの石油由来成分	kg-CO ₂ /t	17
紙おむつの石油由来成分	kg-CO ₂ /t	257

表 7-32 【参考値】 ペットボトルの排出係数（乾燥ベース）

項目	単位	排出係数	備考
ペットボトル	kg-CO ₂ /t	2,292	CO ₂ 排出量の算定には使用しない

■ 活動量

活動量推計の基本情報として、「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下記の通り。

○ 石油由来プラスチック

一般廃棄物の石油由来プラスチックの焼却に伴う CO₂ 排出の活動量は、プラスチック類の焼却量（排出ベース）から含水量を差し引いて乾燥ベースの焼却量に変換した後、焼却される一般廃棄物プラスチックの石油由来割合を乗じて求める。

$$A_{plastics} = MSW_{plastics} \times (1 - u_{plastics}) \times FPF_{msw}$$

$A_{plastics}$: 石油由来プラスチック焼却の活動量（一般廃棄物）（乾燥ベース）[t (dry)]

- $MSW_{plastics}$: 一般廃棄物プラスチック焼却量（排出ベース）[t (wet)]
 $u_{plastics}$: プラスチックの含水率 [%]
 FPF_{msw} : 一般廃棄物プラスチックの石油由来割合 [%]

この方法論では、一般廃棄物の石油由来プラスチック焼却の活動量はペットボトルとペットボトル以外のプラスチックに区別して推計する。

$$A_{plastics} = A_{plastic\ bottle} + A_{other\ plastics}$$

- $A_{plastics}$: 石油由来プラスチック焼却（一般廃棄物）の活動量
 $A_{plastic\ bottle}$: 石油由来ペットボトル焼却（一般廃棄物）の活動量
 $A_{other\ plastics}$: ペットボトル以外の石油由来プラスチック焼却（一般廃棄物）の活動量

【プラスチックの含水率】

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「循環利用量調査報告書」に示される値（20%）を用いる。

【プラスチック（ペットボトル/ペットボトル以外）の石油由来割合】

プラスチックの石油由来割合はペットボトル（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）に区別のうえ、次の式で求める。

$$FPF_{msw}(T) = 1 - \frac{BPW_{msw}(T)}{PW_{msw}(T)}$$

- $FPF_{msw}(T)$: T 年度のプラスチック（一般廃棄物）の石油由来割合 [%]
 $BPW_{msw}(T)$: T 年度のプラスチック（一般廃棄物）中のバイオマス起源成分量 [t]
 $PW_{msw}(T)$: T 年度のプラスチック（一般廃棄物）の排出量 [t]

T 年度の一般廃棄物プラスチック（ペットボトル及びペットボトル以外のプラスチック）の排出量（ $PW_{msw}(T)$ ）は「循環利用量調査報告書」の値を用いる。 T 年度に廃棄されるプラスチック（一般廃棄物）のバイオマス起源成分量（ $BPW_{msw}(T)$ ）はペットボトル及びペットボトル以外のプラスチックとともに以下の式で求める。

$$BPW_{msw}(T) = \sum_t \sum_i (BP_{i,t} \times DP_{i,t} \times B_i \times W_{msw\ i,t}(T) \times DW_{msw}(T))$$

- $BP_{i,t}$: t 年度におけるバイオマスプラスチック製品 i の生産量 [t]
 $DP_{i,t}$: t 年度におけるバイオマスプラスチック製品 i の国内出荷割合 [%]
 B_i : バイオマスプラスチック製品 i のバイオマス起源成分重量割合 [%]
 $W_{msw\ i,t}(T)$: t 年度に生産されたバイオマスプラスチック製品 i が製品の使用に伴い T 年度に一般廃棄物として廃棄される割合 [%]
 $DW_{msw}(T)$: プラスチック（一般廃棄物）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製品の生産量（ $BP_{i,t}$ ）、国内出荷割合（ $DP_{i,t}$ ）、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製品をバイオマスプラスチックの種類別（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樹脂のうち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、一般廃棄物中のバイオマス起源成分量 ($BPW_{msw}(T)$) については、一次利用された後のバイオマスプラスチック廃棄量に加え、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 $W_{msw\ i,t}(T)$ は専門家判断に基づき推計する。

プラスチック(一般廃棄物)が T 年度に国内処理される割合 ($DW_{msw}(T)$) 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7-33)。

表 7-33 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
プラスチック (一般廃棄物、ペットボトル以外)	%	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	47.4	47.5	50.5	50.9	51.6	57.1	52.0	54.4	59.6	61.7
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

以上より得られるプラスチックの石油由来割合を表7-34に記す。

表 7-34 廃プラスチック類の石油由来割合 (FPF)

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
プラスチック (一般廃棄物、ペットボトル以外)	%	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	99.5	99.5	99.5	99.3	99.1	98.8	98.7	98.7	98.7
ペットボトル(一般廃棄物)	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.7	99.5	99.5	99.4	99.3
廃プラスチック類(産業廃棄物)	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8

○ 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7-10参照)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割合】

一般廃棄物中の繊維くず中の合成繊維くず割合は、「繊維・生活用品統計年報」及び「繊維ハンドブック」から把握した各年の合成繊維内需量と全繊維製品内需量の比を用いて設定した繊維製品中の合成繊維製品割合を用いて設定する。

表 7-35 繊維くず中の合成繊維・天然繊維の割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
合成繊維	%	49.1	50.7	53.5	52.8	56.6	59.6	63.2	64.1	61.9	63.1	63.6	63.6	63.6	63.6
天然繊維	%	50.9	49.3	46.5	47.2	43.4	40.4	36.8	35.9	38.1	36.9	36.4	36.4	36.4	36.4

○ 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 7-10 参照）を差し引いて乾燥ベースの焼却量に変換して求める。

$$A_{paper} = MSW_{paper} \times (1 - u_{paper})$$

- 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 [%]

○ 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。よって紙おむつは保守的に、上記の一般廃棄物の紙くず及び繊維くずとは別途の活動量とし、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。

○ 活動量

以上の計算より得られる活動量を表 7-36 に記す。

表 7-36 CO₂ 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
石油由来プラスチック	kt / 年 (dry)	3,998	4,160	4,919	3,547	2,573	2,316	2,533	2,927	2,945	2,585	2,596	2,577	2,742	2,721
合成繊維くず	kt / 年 (dry)	476	531	473	592	850	776	681	598	579	552	628	588	593	590
紙くず	kt / 年 (dry)	9,157	9,916	10,863	11,193	9,150	9,447	9,796	10,187	9,881	9,617	9,186	9,078	8,652	8,634
紙おむつ	kt / 年 (dry)	272	333	340	475	531	576	584	627	670	716	811	795	795	795

■ 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 7-37 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
場外での発電・熱利用あり	%	53.7	55.6	61.1	68.4	66.1	66.9	65.2	67.7	66.4	67.8	65.0	76.6	78.3	78.3
場外での発電・熱利用なし	%	46.3	44.4	38.9	31.6	33.9	33.1	34.8	32.3	33.6	32.2	35.0	23.4	21.7	21.7

2) CH₄

■ 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 CH₄ 排出量について算定する。

焼却炉からの CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 排出量 [kg-CH₄]
 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-CH₄/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 CH₄ 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 CH₄ 排出係数は、2001 年以前 (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「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 CH₄ 排出係数は大気中の CH₄ 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 7-38 燃焼方式別 CH₄ 排出係数 (一般廃棄物)

焼却方式	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
全連続燃焼式焼却炉	g-CH ₄ /t	8.2	8.2	8.3	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
准連続燃焼式焼却炉	g-CH ₄ /t	69.6	69.6	75.1	19.9	20.6	20.9	20.8	21.1	20.9	21.1	20.7	20.4	20.5	20.5
バッチ燃焼式焼却炉	g-CH ₄ /t	80.5	80.5	84.1	13.2	13.4	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	10.9	10.9
ガス化溶融炉	g-CH ₄ /t	NA	NA	5.6	6.9	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9

(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 CH₄ 排出の活動量は、「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、「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 7-39 燃焼方式別の焼却量 (一般廃棄物)

焼却方式	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
全連続燃焼式焼却炉	kt / 年 (wet)	26,215	29,716	32,749	32,246	28,444	27,603	27,892	28,702	28,246	27,360	27,364	26,961	26,883	26,796
准連続燃焼式焼却炉	kt / 年 (wet)	4,810	5,455	5,882	4,047	3,155	2,968	2,932	2,849	2,827	2,524	2,349	2,164	2,072	2,065
バッチ燃焼式焼却炉	kt / 年 (wet)	5,643	4,328	3,131	1,562	1,144	1,078	1,057	1,061	970	867	842	744	693	691
ガス化溶融炉	kt / 年 (wet)	NO	NO	370	2,397	3,245	3,605	3,857	4,122	4,098	4,161	4,328	4,423	4,599	4,584

3) N₂O

■ 算定方法

CH₄ 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 N₂O 排出について算定する。

焼却炉からの N₂O 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 N₂O 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 N₂O 排出量 [kg-N₂O]
- 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-N₂O/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

CH₄ 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「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「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 7-40 燃焼方式別 N₂O 排出係数（一般廃棄物）

焼却方式	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
全連続燃焼式焼却炉	g-N ₂ O/t	58.8	58.8	59.1	37.9	37.9	38.0	38.0	38.0	38.0	38.1	38.1	38.1	37.9	37.9
准連続燃焼式焼却炉	g-N ₂ O/t	56.8	56.8	57.3	71.5	72.7	73.2	73.1	73.4	73.1	73.5	72.8	72.3	72.5	72.5
バッチ燃焼式焼却炉	g-N ₂ O/t	71.4	71.4	74.8	76.0	76.0	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.3	76.3
ガス化溶融炉	g-N ₂ O/t	NA	NA	16.9	12.0	11.2	11.5	11.9	11.7	11.7	12.0	12.2	12.5	12.1	12.1

（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、CH₄ 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

CO₂ 排出係数については、石油由来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。CH₄ 及び N₂O 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 7-41 及び表 7-42 に記す。

表 7-41 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 (CO₂)

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	-2%	+2%	-10%	+10%	-10%	+10%	排出係数の出典である環境省(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
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	-100%	+400%	-10%	+10%	-101%	+400%	炭素含有率実測データの95%信頼区間、2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を用いる化石由来炭素割合を合成。		
紙おむつ	CO ₂	-23%	+29%	-10%	+10%	-25%	+30%	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に基づき不確実性を設定。		

表 7-42 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 (CH₄ 及び N₂O)

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	
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)				
区分なし(CH ₄)	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
	連続燃焼式・流動床式	CH ₄	-100%	+719%	-10%	+10%	-100%	+719%			
	准連続燃焼式・ストーカー式	CH ₄	-82%	+82%	-10%	+10%	-83%	+83%			
	准連続燃焼式・流動床式	CH ₄	-100%	+162%	-10%	+10%	-100%	+162%			
	バッチ燃焼式・ストーカー式	CH ₄	-75%	+75%	-10%	+10%	-76%	+76%			
	バッチ燃焼式・流動床式	CH ₄	-100%	+394%	-10%	+10%	-100%	+394%			
	ガス化溶解炉・シャフト式	CH ₄	-100%	+203%	-10%	+10%	-100%	+203%			
	ガス化溶解炉・流動床式	CH ₄	-100%	+133%	-10%	+10%	-100%	+134%			
	ガス化溶解炉・回転式	CH ₄	-54%	+54%	-10%	+10%	-55%	+55%			
区分なし(N ₂ O)	連続燃焼式・ストーカー式	N ₂ O	-34%	+34%	-10%	+10%	-35%	+35%	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
	連続燃焼式・流動床式	N ₂ O	-98%	+98%	-10%	+10%	-99%	+99%			
	准連続燃焼式・ストーカー式	N ₂ O	-82%	+82%	-10%	+10%	-82%	+82%			
	准連続燃焼式・流動床式	N ₂ O	-64%	+64%	-10%	+10%	-64%	+64%			
	バッチ燃焼式・ストーカー式	N ₂ O	-100%	+111%	-10%	+10%	-100%	+111%			
	バッチ燃焼式・流動床式	N ₂ O	-100%	+133%	-10%	+10%	-100%	+134%			
	ガス化溶解炉・シャフト式	N ₂ O	-45%	+45%	-10%	+10%	-46%	+46%			
	ガス化溶解炉・流動床式	N ₂ O	-100%	+252%	-10%	+10%	-100%	+252%			
	ガス化溶解炉・回転式	N ₂ O	-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、CO₂排出量の再計算を行った。

統計データの更新に伴い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。

7.4.1.2. 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 CO₂、CH₄、N₂O 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 7-24 を参照）。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

産業廃棄物の廃油、廃プラスチック類、紙くずの焼却に伴い排出される石油由来の CO₂ について、日本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 CO₂ 排出として日本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、各廃棄物種別の炭素含有率に焼却施設における酸化係数を乗じて算定する。

【石油由来の廃油、廃プラスチック類】

$$EF_i = CF_i \times OF \times 44/12$$

EF_i : 廃棄物 i の焼却に伴う排出係数 (排出ベース) [kg-CO₂/t]
 CF_i : 廃棄物 i 中の炭素含有率 (排出ベース) [%]
 OF : 酸化係数 [%]

【紙くず】

$$EF_i = CF_i \times FCF_i \times OF \times 44/12$$

EF_i : 紙くずの石油由来成分の焼却に伴う排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO₂/t]
 CF_i : 紙くず中の炭素含有率 (乾燥ベース) [%]
 FCF_i : 紙くず中の炭素の石油由来割合 [%]
 OF : 酸化係数 [%]

○ 炭素含有率

廃油の炭素含有率は、環境庁 (1992) に示される係数 0.8 [t-C/t] より、80%とする (排出ベース)。

廃プラスチック類の炭素含有率は、同報告書に示される係数 0.7 [t-C/t] より、70%とする (排出ベース)。

産業廃棄物の紙くずの炭素含有率は、一般廃棄物の焼却と同様に 2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値 (46%) を適用する。

表 7-43 産業廃棄物中の廃油及び廃プラスチック類の炭素含有率

項目	炭素含有率	備考	出典
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	46%	乾燥ベース	2006年 IPCC ガイドライン

○ 紙くず中の炭素の石油由来割合

産業廃棄物中の紙くず中の炭素の石油由来割合は、一般廃棄物と同様に 2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値 (1%) を用いる。

○ 酸化係数

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 7-44 に記す。

表 7-44 産業廃棄物中の廃油、廃プラスチック類及び紙くずの石油由来成分の排出係数

項目	単位	排出係数
廃油	kg-CO ₂ /t (wet)	2,933
廃プラスチック類	kg-CO ₂ /t (wet)	2,567
紙くず	kg-CO ₂ /t (dry)	17

■ 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 CO₂ 排出の活動量は、「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（次節参照）の計上分を差し引いている。活動量推計の詳細は以下の通り。

$$A_{oil} = IW_{oil} \times (1 - F_{bio}) - SIW_{oil}$$

- A_{oil} : 石油由来の廃油の活動量（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石油由来の廃油とする。
- 2) 環境省調査より

表 7-45 動植物性廃油割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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

$$A_{plastics} = (IW_{plastics} - SIW_{inf.plastics}) \times FPF_{iw}$$

- $A_{plastics}$: 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)]
- $SIW_{inf.plastics}$: 特別管理産業廃棄物廃プラスチック類焼却量（排出ベース） [t (wet)]
- FPF_{iw} : 産業廃棄物廃プラスチック類の石油由来割合 [%]

(注) 産業廃棄物廃プラスチックの石油由来割合は、「7.4.1.1. 一般廃棄物 (5.C.1.-) b) 1) CO₂」の活動量と同様に求める（表 7-34）。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。

$$A_{paper} = \{IW_{paper} - (SIW_{inf.} - SIW_{inf.plastics})\} \times (1 - u_{paper})$$

- 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)]
- $SIW_{inf.}$: 特別管理産業廃棄物感染性廃棄物の焼却量（排出ベース） [t (wet)]
- $SIW_{inf.plastics}$: 特別管理産業廃棄物廃プラスチック類焼却量（排出ベース） [t (wet)]
- u_{paper} : 産業廃棄物紙くずの含水率 [%]

(注) 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 7-10 参照）。

推計した活動量の詳細は表 7-48 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 7-46 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
廃油 ¹⁾	%	0.6	0.7	0.6	2.5	2.1	4.1	4.1	2.3	4.0	4.2	4.8	4.4	3.1	3.1
廃プラスチック類	%	1.4	1.4	4.1	6.6	9.2	13.3	17.8	17.5	13.3	16.7	19.2	18.4	17.6	17.6
木くず ²⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	4.8	5.9	15.7	13.1	8.5	10.5	10.2	9.7	8.5	8.5
汚泥 ³⁾	%	0.9	0.8	1.0	1.1	2.1	2.2	3.0	3.4	8.3	12.5	12.2	12.0	10.6	10.6
その他 ⁴⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	2.5	1.5	2.2	1.8	1.9	2.6	4.2	5.0	3.3	3.3

(注)

- 1) 「石油由来の廃油」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) CH₄

■ 算定方法

産業廃棄物の焼却に伴い排出される CH₄ は、ごみ種類別の廃棄物焼却量に日本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 CH₄ 排出量 [kg-CH₄]
 EF_j : 産業廃棄物 j の排出係数 (排出ベース) [kg-CH₄/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 CH₄ 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 7-47 産業廃棄物の種類別の CH₄ 排出係数

項目	単位	1990-2001 年度	2002 年度以降
廃油 (石油由来及び動植物性)	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 CH₄ 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) を用いた。

○ 紙くず、木くず、天然繊維くず、動植物性残渣・動物の死体

「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。動植物性残渣・動物の死体は文献中にある「動植物性残渣」及び「動物の死体」の焼却量の合計値である。

○ 汚泥

「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

「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CO₂排出量の活動量と異なり、石油由来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 7-48 産業廃棄物の種類別焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
石油由来の廃油	kt / 年 (wet)	1,258	1,498	1,646	1,493	1,104	1,467	1,410	1,546	1,297	1,420	1,191	1,375	1,301	1,219
動植物性廃油	kt / 年 (wet)	40	69	103	115	113	121	110	117	103	115	100	113	103	96
廃プラスチック類(石油由来)	kt / 年 (wet)	842	1,794	1,780	1,808	1,490	1,701	1,509	1,629	1,775	1,588	1,822	1,774	1,836	1,783
バイオマスプラスチック	kt / 年 (wet)	NO	NO	NO	0.1	0.1	2.1	2.3	2.9	3.4	3.1	3.8	3.1	3.5	3.2
紙くず	kt / 年 (wet)	335	712	718	323	299	292	225	349	152	130	114	109	116	114
木くず	kt / 年 (wet)	2,679	4,744	3,114	1,865	1,283	1,101	1,135	1,181	1,388	1,137	1,120	1,062	1,263	1,284
天然繊維くず	kt / 年 (wet)	31	49	50	43	26	24	26	24	35	39	27	36	29	29
動植物性残渣・動物の死体	kt / 年 (wet)	77	125	272	167	181	190	184	153	151	153	168	154	133	130
下水汚泥	kt / 年 (wet)	3,060	3,827	4,300	4,988	4,731	4,694	4,734	4,817	4,934	4,753	4,550	4,452	4,684	4,709
下水汚泥以外の汚泥	kt / 年 (wet)	1,972	2,023	2,071	2,288	2,106	2,010	2,020	1,713	1,954	2,021	1,880	1,884	2,003	1,931

3) N₂O

■ 算定方法

当該排出源から排出されるN₂O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、さら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、焼却量に日本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N₂O排出量 [kg-N₂O]
- EF_j : 産業廃棄物jの排出係数(排出ベース) [kg-N₂O/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N₂O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N₂O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 7-49 に示す区分ごとの排出係数を設定する(環境省、2006b)。

表 7-49 下水汚泥の焼却における N₂O 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 ₂ O/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) 環境省 (2013b)、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)

(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 N₂O 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 7-50 産業廃棄物の種類別の N₂O 排出係数 (排出ベース)

項目	単位	1990-2001 年度	2002 年度以降
廃油 (石油由来及び動植物性)	g-N ₂ O / t	12	62
廃プラスチック類	g-N ₂ O / t	180	15
紙くず	g-N ₂ O / t	21	77
木くず	g-N ₂ O / t	21	77
天然繊維くず	g-N ₂ O / t	21	77
動植物性残さ・動物の死体	g-N ₂ O / t	21	77
汚泥 (下水汚泥を除く)	g-N ₂ O / 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 7-51 下水汚泥の焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
高分子・流動床・通常	kt / 年 (wet)	1,112	1,869	2,397	2,839	1,664	1,535	1,532	1,552	1,549	1,318	1,695	1,218	1,531	1,551
高分子・流動床・高温	kt / 年 (wet)	128	219	723	1,469	2,508	2,581	2,587	2,641	2,644	2,644	2,283	2,665	2,503	2,522
高分子・多段炉	kt / 年 (wet)	560	656	572	102	64	61	52	43	40	NO	NO	NO	NO	NO
石灰系	kt / 年 (wet)	1,010	663	272	289	142	109	83	74	22	1	1	1	1	1
その他	kt / 年 (wet)	55	161	175	8	1	1	3	0.5	12	70	27	27	27	27
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	kt / 年 (wet)	195	259	161	280	282	338	439	444	565	604	411	412	465	431
炭化固形燃料化炉	kt / 年 (wet)	NO	NO	NO	NO	71	70	39	63	103	116	133	128	156	177

○ 下水汚泥以外の産業廃棄物

産業廃棄物からの CH₄ 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

CO₂ 排出係数については、石油由来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。CH₄ 及び N₂O 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 7-52 に記す。

表 7-52 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不確実性を代用。 排出係数の不確実性は環境省（2010）より引用。	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%			
	N ₂ O	-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不確実性を代用。 排出係数出典の環境省（2010）より引用。		誤差伝播式で合成
	CH ₄	-100%	+216%	-30%	+30%	-104%	+218%			
	N ₂ O	-44%	+44%	-30%	+30%	-53%	+53%			
紙くず	CO ₂	-100%	+400%	-30%	+30%	-104%	+401%	炭素含有率実測データの 95%信頼区間、化石由来炭素割合（2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値）の値域から求めた不確実性を合成。		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 ₂ O	-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 ₂ O	-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 ₂ O	-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 ₂ O	-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。

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、CO₂排出量の再計算を行った。

統計データの更新に伴い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7-53に記す。

表 7-53 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CO₂、CH₄、N₂O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7-24を参照）。

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) CO₂

■ 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CO₂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、日本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係数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、廃棄物の炭素含有率に焼却施設における酸化係数を乗じて算定する。

$$EF = CF \times OF \times (1 - u) \times 44/12$$

- 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-CO₂/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）[%]
- OF : 酸化係数 [%]
- 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 7-53）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。酸化係数は 2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値（1.0）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係数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 7-54 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 CO₂ 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「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）】

「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）の焼却量は次の式で求める。なお、当該廃油はすべて石油由来の廃油である。

$$A_{flam.oil} = SIW_{oil} - A_{s-hazard.oil}$$

- 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-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「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-hazard.oil} : 特定有害産業廃棄物の廃油の焼却量（排出ベース）[t]

$R_{s-hazard.oil}$: 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）】

「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石油由来と見なしている。

$$A_{inf.plastics} = ISW_{inf.} \times C_{inf.plastics}$$

$A_{inf.plastics}$: 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) CH₄

■ 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 CH₄ は、ごみ種類別廃棄物焼却量（排出ベース）に日本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。石油由来の廃油（引火性、特定有害産業廃棄物）は産業廃棄物の石油由来の廃油、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）】

CO₂ 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）】

CO₂ 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）】

CO₂ 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。

$$A_{inf.exc.plastics} = ISW_{inf.} \times (1 - C_{inf.plastics})$$

$A_{inf.exc.plastics}$: 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) N₂O

■ 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 N₂O は、ごみ種類別廃棄物焼却量（排出ベース）に日本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

CH₄ 排出量の算定に用いた活動量と同一の値を用いる。

表 7-55 特別管理産業廃棄物の焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
廃油(引火性)	kt / 年 (wet)	238	353	520	478	629	390	278	267	271	266	236	278	191	164
廃油(特定有害産業廃棄物)	kt / 年 (wet)	18	27	40	37	38	41	43	25	54	122	145	128	124	124
感染性廃棄物(プラスチック)	kt / 年 (wet)	78	128	167	169	143	154	176	131	133	176	166	160	154	153
感染性廃棄物(プラスチック以外)	kt / 年 (wet)	105	172	225	228	99	106	121	90	92	121	114	110	106	106

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 7-56 に記す。

表 7-56 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 ₂ O	-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

特別管理産業廃棄物焼却量の統計データ更新に伴い、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

日本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 CO₂、CH₄、N₂O 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) CO₂

■ 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 CO₂ 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、日本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、産業廃棄物の廃プラスチック類の炭素含有率に野焼きにおける酸化係数を乗じて求める。

$$EF = CF \times OF \times 44/12$$

EF : 産業廃棄物（廃プラスチック類）の焼却に伴う CO₂ 排出係数（排出ベース）[kg-CO₂/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）[%]

OF : 酸化係数 [%]

表 7-57 廃棄物廃プラスチック類の野焼きに伴う CO₂ 排出係数及び推計用パラメータ

項目	値	出典	備考
<i>EF</i>	1,489 [kg-CO ₂ /t (wet)]	-	国独自の排出係数
<i>CF</i>	70 %	環境庁 (1992)	「7.4.1.2. 産業廃棄物 (5.C.1.-)」を参照のこと
<i>OF</i>	58 %	2006 年 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、すべて石油由来と見做している。

表 7-58 石油由来の産業廃棄物の野外焼却量（排出ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
廃プラスチック類	kt / 年 (wet)	3.4	3.4	0.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.05	0.05	0.05

2) CH₄ 及び N₂O

■ 算定方法

産業廃棄物の野焼きに伴い排出される CH₄ 及び N₂O 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日本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 7-59 産業廃棄物の野焼きに伴う CH₄・N₂O 排出係数

ガス種類	排出係数	単位	出典
CH ₄	6.5	kg-CH ₄ /t (wet)	2006 年 IPCC ガイドライン
N ₂ O	0.15	kg-N ₂ O/t (dry)	2006 年 IPCC ガイドライン

■ 活動量

CH₄ 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。N₂O 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 7-60 産業廃棄物の野外焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
総重量（排出ベース）	kt / 年 (wet)	72.2	72.2	28.9	3.5	1.7	1.3	1.2	0.9	1.3	0.6	1.0	0.5	0.5	0.5
総重量（乾燥ベース）	kt / 年 (dry)	62.4	62.4	25.5	3.1	1.5	1.1	1.0	0.8	1.2	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5

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 7-61 に記す。

表 7-61 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
		CH ₄	-100%	+100%	-30%	+30%	-104%	+104%			
		N ₂ O	-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

統計データの更新に伴い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 CO₂、CH₄、N₂O 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 7-25 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) CO₂

■ 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 CO₂ 排出量 [kg-CO₂]

EF : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数(乾燥ベース) [kg-CO₂/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 CO₂ 排出量 [kg-CO₂]

EF : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数(排出ベース) [kg-CO₂/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) CH₄ 及び N₂O

■ 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 CH₄ または N₂O 排出量 [kg-CH₄]、[kg-N₂O]
 EF_i : 一般廃棄物の焼却方式 i の排出係数(排出ベース) [kg-CH₄/t]、[kg-N₂O/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

$$E = \sum_j (EF_j \times A_j \times R_j)$$

- E : 産業廃棄物の焼却に伴う CH₄ または N₂O 排出量 [kg-CH₄]、[kg N₂O]
 EF_j : 産業廃棄物 j の排出係数(排出ベース) [kg-CH₄/t]、[kg N₂O/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 7-66 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 CO₂、CH₄、N₂O 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 7-26 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.)」とする。報告する際の燃料種は表 7-25 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) CO₂

■ 算定方法

原燃料として利用された各廃棄物の量に日本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石油由来の廃油、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 7-62 本カテゴリーで独自に設定する CO₂ 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
一般廃棄物-コークス炉	kg-CO ₂ /t(dry)	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434
廃タイヤ	kg-CO ₂ /t(dry)	1,867	1,794	1,799	1,746	1,738	1,759	1,744	1,743	1,744	1,736	1,698	1,677	1,673	1,661

■ 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 7-63 廃棄物の原燃料利用量（排出ベース）

算定対象	燃料利用の内訳	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
一般廃棄物	プラスチック	油化	kt (wet)	NO	NO	3	7	7	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
		高炉還元剤	kt (wet)	NO	NO	25	37	28	27	26	26	30	27	31	29	28	29	
		コークス炉化学原料	kt (wet)	NO	NO	11	175	150	177	169	171	NO	17	29	25	32	18	
		ガス化	kt (wet)	NO	NO	1	59	45	53	51	62	58	51	55	55	57	46	
産業廃棄物	廃油	(区分無し)	kt (wet)	1,243	1,461	1,452	1,848	1,620	1,701	1,686	1,764	1,707	1,633	1,786	1,664	1,664	1,596	
		高炉還元剤	kt (wet)	NO	NO	57	160	97	134	114	134	107	149	144	156	168	131	
		化学産業	kt (wet)	5	4	5	2	1	1	1	1	1	0.4	0.4	0.2	3.0	3.5	
		製紙業	kt (wet)	NO	NO	3	3	17	18	16	15	14	18	16	17	18	18	
		セメント焼成	kt (wet)	NO	9	102	302	457	445	469	479	518	595	576	623	643	718	
		自動車製造業	kt (wet)	16	10	8	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
		油化	kt (wet)	NO	NO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	NO	1	
		ガス化	kt (wet)	NO	NO	NO	11	92	117	78	79	97	90	81	79	91	97	
		木くず	(区分無し)	kt (wet)	1,635	1,635	2,061	2,683	3,918	3,900	4,065	4,151	4,425	4,878	4,628	4,555	4,832	4,906
		廃タイヤ	セメント焼成	kt (wet)	111	275	361	181	112	95	77	66	62	53	59	63	70	64
ボイラー	kt (wet)		119	126	75	12	9	8	6	6	6	2	2	5	3	3		
製鉄	kt (wet)		NO	NO	57	51	28	30	31	30	27	27	20	19	17	14		
ガス化	kt (wet)		NO	NO	NO	27	48	49	45	45	44	50	49	51	58	61		
金属精錬	kt (wet)		67	37	30	10	1	1	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
タイヤメーカー	kt (wet)		NO	32	39	24	18	23	20	27	27	22	23	23	21	20		
製紙	kt (wet)		NO	26	42	210	349	388	377	363	372	415	439	407	436	446		
発電	kt (wet)		NO	NO	7	9	11	9	32	37	40	46	51	58	47	66		
ごみ固形燃料(RDF)	(区分無し)	kt (wet)	34	39	148	415	376	380	389	384	386	388	361	360	359	362		
ごみ固形燃料(RPF)	石油製品業	kt (wet)	NO	NO	0.4	5	3	4	3	4	3	4	4	3	4	0.2		
	化学工業	kt (wet)	NO	NO	7	15	25	22	26	27	26	20	22	19	18	17		
	製紙業	kt (wet)	NO	8	25	465	753	747	783	820	869	852	872	948	960	970		
	セメント製造業	kt (wet)	NO	NO	0.2	8	21	15	16	14	16	17	14	11	13	15		

(注)

- CO₂ 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。
- CO₂ 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) CH₄、N₂O

■ 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 CH₄ 及び N₂O 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 7-64 の通りである。

$$EF_i = EF_{E,i} \times GCV_i / 1000$$

- EF_i : 廃棄物 i の排出係数 [kg-CH₄ / t (wet)], [kg-N₂O / t (wet)]
- EF_{E,i} : 廃棄物 i の熱量ベースの排出係数 [kg-CH₄ / TJ], [kg-N₂O / TJ]
- GCV_i : 廃棄物 i の高位発熱量 [MJ/kg]

表 7-64 廃棄物の原燃料利用に伴う CH₄ 及び N₂O 排出係数の設定に用いるデータ一覧

算定対象	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 ₂ O			
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⁾	
		高炉還元剤	NA		NA	
	廃プラスチック類	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					
	タイヤメーカー	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)			
	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 ⁴⁾	
	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。
- 4) 日本 RPF 工業会 (2004) による石炭相当品 RPF とコークス相当品 RPF の発熱量を製造量割合で加重平均。

表 7-65 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 ₂ O 排出係数 [kg-N ₂ O/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 7-66 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	発熱量の出典	
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 7-63）。把握方法の詳細は各節参照。

○ 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。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

一般廃棄物の石油由来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、それぞれ日本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CO₂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。

$$EF_{coke} = EF_{plastics} \times (1 - M)$$

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

■ 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。ただし、当該排出源にはペットボトルの焼却は含まれていないため、石油由来割合はペットボトル以外の一般廃棄物プラスチックの値を用いる。

$$A_i = WP_i \times (1 - u_{plastics}) \times FPF$$

A_i	: 利用用途 i の石油由来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 [%]
FPF	: ペットボトル以外の一般廃棄物プラスチックの石油由来割合 [%]

○ 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】

（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CO₂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 : 容り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_{JCPR} : 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) 「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) 指定法人ルートにおける再商品化方法別の再商品化製品量 (再商品化物量) を再商品化方法別の再商品化量 (再商品化工程への投入量) で除して求める。再商品化方法別の再商品化量は、指定法人ルートで再商品化量に、(財) 日本容器包装リサイクル協会「容器包装リサイクル法の評価・検討」に示される再商品化方法別の再商品化量割合を乗じて求める。

○ 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。

○ プラスチックの化石燃料由来割合 (ペットボトル以外のプラスチック(一般廃棄物))

7.4.1.1. 一般廃棄物 (5.C.1.-) の表 7-34 を参照のこと。

2) CH₄、N₂O

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。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 7-67 に記す。

表 7-67 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	-2%	+2%	-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。 「5.C 焼却」の一般廃棄物の不確実性と同値。	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%			
	N ₂ O	-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、CO₂ 排出量の再計算を行った。
統計データの更新に伴い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) CO₂

■ 算定方法、排出係数

原燃料として利用された石油由来廃プラスチック類の焼却量、石油由来の廃油の焼却量に産業廃棄物の焼却で用いた排出係数を乗じて算定する。

■ 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(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(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、それぞれ日本化学工業協会、日本製紙連合会及び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。廃プラスチック類（産業廃棄物）の石油由来割合は、「7.4.1.2. 産業廃棄物（5.C.1.-) b) 1) CO₂」の活動量と同様に求める。

○ 廃油（石油由来の廃油）

廃油の活動量は、主に「循環利用量報告書」から把握する。「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】

「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CO₂ 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) CO₂」節で示される方法と同様に生物起源の「動植物性廃油」量を差し引き石油由来の量を求める。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】

(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。この項目はすべて石油由来と見なす。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。この項目はすべて石油由来と見なす。

2) CH₄、N₂O

■ 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。

■ 活動量

○ 廃プラスチック類

当該排出源のCO₂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7-26参照)。

○ 廃油(石油由来の廃油・動植物性廃油)

当該排出源のCO₂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、CO₂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

「循環利用量報告書」に示された、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7-68に記す。

表 7-68 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 ₂ O	-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 ₂ O	-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 ₂ O	-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カ年のデー

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、CO₂ 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い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) CO₂

■ 算定方法

原燃料利用された廃タイヤの焼却量に日本独自の排出係数を乗じて算定を行う。

■ 排出係数

廃タイヤ中の石油由来の炭素含有率、廃タイヤの燃料利用施設における廃タイヤの酸化係数を乗じて算定する。廃タイヤ中の石油由来の炭素含有率は、新品タイヤ中の原材料構成を用いて求める。廃タイヤの酸化係数は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。

$$EF = C \times OF \times 1000 \times 44/12$$

<i>EF</i>	: 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]
<i>C</i>	: 廃タイヤ中の石油由来の炭素含有率 [-]
<i>OF</i>	: 廃タイヤの酸化係数 [-]

■ 活動量

「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、「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000（財）日本環境衛生センター」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) CH₄、N₂O

■ 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。

■ 活動量

CO₂ 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 7-69 に記す。

表 7-69 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 ₂ O	-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 CO₂、CH₄、N₂O 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 7-26 の通り「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 7-25 に従い「Other fossil fuels」あるいは「Biomass」とする。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

RDF、RPF の各焼却量に日本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 CO₂ 排出量 [kg-CO₂]
 EF_{RDF} : RDF の利用に伴う排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO₂/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 CO₂ 排出量 [kg-CO₂]
 EF_{RPF} : RPF の利用に伴う排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO₂/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 中のプラスチック由来成分の割合 (乾燥ベース) にプラスチック中の炭素含有率、RDF 利用施設における RDF の酸化係数及び RDF 中のプラスチックにおける石油由来割合を乗じて算定する。

$$\begin{aligned} EF_{RDF} &= 1000 \times P_{RDF} \times C \times OF_{RDF} \times 44 / 12 \times FPF_{RDF} \\ &= 1000 \times 0.296 \times 0.751 \times 1.0 \times 44 / 12 \times FPF_{RDF} \\ &= 816 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \times FPF_{RDF} \end{aligned}$$

P_{RDF} : RDF 中のプラスチック由来成分の割合 (乾燥ベース)
 C : プラスチック中の炭素含有率 (乾燥ベース)
 OF_{RDF} : RDF 利用施設における RDF の酸化係数
 FPF_{RDF} : RDF 中のプラスチックにおける石油由来割合

【RDF 中のプラスチック由来の成分割合 (乾燥ベース) (P_{RDF})】

RDF 中のプラスチック由来成分の割合 (乾燥ベース) は、RDF 中のプラスチック由来成分の割合 (排出ベース) を乾燥ベースに換算して設定する。RDF 中のプラスチック由来成分の割合 (排出ベース) は、「ごみ固形燃料の適正管理方策について、平成 15 年 12 月、ごみ固形燃料適正管理検討会」に示される各施設の「ごみ組成分析結果」の「合成樹脂・ゴム類」の平均値を用いる (24.7%)。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.) CH₄」及び「一般廃棄物 (プラスチック) の焼却に伴う排出 (5.C.1.) CO₂」において設定した一般廃棄物組成別の含水率 (20%) を用いる。

【プラスチック中の炭素含有率 (乾燥ベース) (C)】

RDF 中のプラスチックの大部分は一般廃棄物由来であることから、各年度のプラスチック中の炭素含有率 (乾燥ベース) は、「7.4.1.1. 一般廃棄物 (5.C.1.-)」における一般廃棄物中のプラスチックの平均炭素含有率 (表 7-29 を参照) を用いる。

【RDF 利用施設における酸化係数 (OF_{RDF})】

RDF 利用施設における RDF 酸化係数は、「一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う排出（5.C）CO₂」と同様に、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値の 100%と設定する。

【RDF 中のプラスチックにおける石油由来割合 (FPF_{RDF})】

RDF 中のプラスチックの大部分は一般廃棄物由来であることから、「7.4.1.1. 一般廃棄物（5.C.1.-) b) 1) CO₂」と同じ値を用いる。なお、RDF に含まれるプラスチックには一般廃棄物焼却量に係るプラスチックと同じ割合でペットボトルが含まれているものとする。

○ 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）。

石炭相当品

$$\begin{aligned} EF_{RPF,coal} &= 1000 \times P_{RPF,coal} \times C \times OF_{RPF} \times 44 / 12 \times FPF_{RPF} \\ &= 1000 \times 0.528 \times 0.737 \times 1.0 \times 44 / 12 \times FPF_{RPF} \\ &= 1426 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \times FPF_{RPF} \end{aligned}$$

コークス相当品

$$\begin{aligned} EF_{RPF,coke} &= 1000 \times P_{RPF,coke} \times C \times OF_{RPF} \times 44 / 12 \times FPF_{RPF} \\ &= 1000 \times 0.910 \times 0.737 \times 1.0 \times 44 / 12 \times FPF_{RPF} \\ &= 2457 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \times FPF_{RPF} \end{aligned}$$

$EF_{RPF,coal}$: 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 の酸化係数
FPF_{RPF}	: RPF 中のプラスチックにおける石油由来割合

【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、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。

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）CO₂」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酸化係数 (OF_{RPF})】

RPF利用施設におけるRPF酸化係数は、「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石油由来割合 (FPF_{RPF})】

産業廃棄物廃プラスチックの物と同値を用いる (表 7-34 を参照)。

【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。

$$\begin{aligned} EF_{RPF,av} &= EF_{RPF,coal} \times P_{coal} + EF_{RPF,coke} \times P_{coke} \\ &= (1426 \times FPF_{RPF}) \times 0.797 + (2457 \times FPF_{RPF}) \times 0.203 \\ &= 1636 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \times FPF_{RPF} \end{aligned}$$

$EF_{RPF,av}$: 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)
FPF_{RPF}	: RPF 中のプラスチックにおける石油由来割合

表 7-70 ごみ固形燃料 (RDF、RPF) の燃料利用に伴う CO₂ 排出係数

項目	排出係数 [kg-CO ₂ /t (dry)]
RDF	816
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石油由来割合 (FPF) 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 7-63 を参照)。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) はそれぞれ日本化学工業協会、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) CH₄、N₂O

■ 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。

■ 活動量

○ RDF

RDF は CO₂ 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 CO₂ 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 7-71 に記す。

表 7-71 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	-2%	+2%	-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 ₂ O	-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 ₂ O	-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、CO₂ 排出量の再計算を行った。統計データの更新に伴い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、排水処理に伴い発生する CH₄、N₂O の排出量を報告する。日本における算定区分は表 7-72 の通りである。

なお、日本では、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 7-72 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 ₂ O			
5.D.1. (7.5.1)	生活排水	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		○			
		処理施設	公共下水道以外	生活雑排水	生活排水処理施設（主に浄化槽） (7.5.1.2)	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・リン除去型高度処理		
								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)	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	○	○			
	汚泥	し尿及び浄化槽汚泥 下水汚泥		汚泥の海洋投入処 ¹⁾	処理後放出	(各種処理施設から)	NA	○		
					汚泥の海洋投入処 ¹⁾	(生活排水処理施設から)	○	○		
						(終末処理場から)	○	○		
5.D.2. (7.5.2)	産業排水	処理施設	産業排水の処理 (7.5.2.1)	産業排水の処理 (7.5.2.1)	(産業排水処理施設)	○	○			
							食料品製造業	○		
							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)	○	○	
							処理後放出	(産業排水処理施設から)	NA	○
				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 7-73 に示す。2018 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、3,600 kt-CO₂ 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 32.4% 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 CH₄ 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 N₂O は、1995~1998 年度にかけて増加している。

表 7-73 排水の処理 (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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
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	12.7	12.1	12.5	12.6	12.4	12.6	12.1	12.1	
		生活排水処理施設	kt-CH ₄	30.4	35.0	38.8	38.3	37.0	36.8	36.2	35.8	35.3	34.7	34.3	33.8	32.9	32.4
		し尿処理施設	kt-CH ₄	5.2	3.2	1.8	1.0	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
		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	22.4	21.1	20.0	19.3	18.1	17.2	16.4	15.8	15.0	14.3
	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	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	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	4.9	4.8	4.5	4.1	4.3	4.6	4.1	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	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	合計		kt-CH ₄	117.7	110.0	102.2	91.2	79.9	78.1	76.3	74.2	72.5	71.2	70.0	68.6	65.9	64.7
			kt-CO ₂ 換算	2,942	2,750	2,556	2,280	1,997	1,954	1,908	1,855	1,811	1,779	1,749	1,714	1,648	1,617
	N ₂ O	5.D.1. 生活排水	終末処理場	kt-N ₂ O	1.39	1.55	1.58	1.67	1.70	1.67	1.67	1.55	1.59	1.59	1.55	1.55	1.45
生活排水処理施設			kt-N ₂ O	1.52	1.65	1.70	1.57	1.52	1.53	1.54	1.56	1.56	1.56	1.55	1.56	1.56	1.55
し尿処理施設			kt-N ₂ O	0.22	0.26	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
生活排水の自然界における分解			kt-N ₂ O	2.79	2.72	2.49	2.29	2.09	2.11	2.13	2.04	2.08	2.01	2.02	2.00	1.98	1.96
5.D.2. 産業排水		産業排水の処理	kt-N ₂ O	1.00	0.96	0.81	1.10	1.02	1.09	1.12	1.16	1.15	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 ₂ O	1.06	1.02	1.02	0.97	0.67	0.66	0.65	0.62	0.59	0.56	0.54	0.55	0.55	0.55
		最終処分場浸出液の処理	kt-N ₂ O	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
合計		kt-N ₂ O	8.01	8.18	7.72	7.65	7.03	7.10	7.14	6.94	6.99	6.86	6.80	6.80	6.69	6.66	
		kt-CO ₂ 換算	2,387	2,439	2,301	2,280	2,094	2,115	2,129	2,069	2,082	2,045	2,027	2,028	1,992	1,983	
合計			kt-CO ₂ 換算	5,329	5,189	4,857	4,560	4,091	4,069	4,037	3,925	3,893	3,825	3,777	3,742	3,640	3,600

7.5.1. 生活排水 (5.D.1.)

日本で発生する生活・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。CH₄、N₂O 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。

日本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。「日本の廃棄物処理（環境省）」に示されている通り、2018年度末時点の公共下水道水洗化率は79.4%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。2018年度における浄化槽水洗化率は20.3%である。残りは収集後処理されるか自家処理される。

なお、国独自の算定方法を用いている各排出源の活動量は、排出ガス及び排水処理施設ごとに異なるため、BOD ベースの有機炭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。

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 CH₄、N₂O 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 CH₄ 及び N₂O 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) に従い日本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 CH₄、N₂O 排出量 [kg-CH₄]、[kg-N₂O]

EF : 排出係数 [kg-CH₄/m³]、[kg-N₂O/m³]

A : 終末処理場における年間下水処理量 [m³]

■ 排出係数

1) CH₄

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 CH₄ の放出量を国内の研究事例（8 施設における測定）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）。

$$EF_{CH_4} = EF_{WWTT} + EF_{SSTT}$$

$$= 8.8 \times 10^{-4} \text{ [kg-CH}_4\text{/m}^3\text{]}$$

- EF_{CH_4} : CH₄ 排出係数
- EF_{WWTT} : 水処理プロセスの排出係数 (528.7 [mg-CH₄/m³])
- EF_{SSTT} : 汚泥処理プロセスの排出係数 (348.0 [mg-CH₄/m³])

2) N₂O

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 N₂O の放出量を国内の研究事例より引用し、排出係数を設定する。

国内の研究事例（42 施設における測定）より、終末処理場における排水処理方法に応じて N₂O 発生量が異なることが明らかになっていることから、水処理方式別の排出係数を用いる（環境省、2013b）。

$$EF_{N_2O} = EF_{WWTTi} + EF_{SSTT}$$

- EF_{N_2O} : N₂O 排出係数
- EF_{WWTTi} : 水処理プロセス（方式）i の排出係数（表 7-74 参照）
- EF_{SSTT} : 汚泥処理プロセスの排出係数 (0.6 [mg-N₂O/m³])

表 7-74 終末処理場における N₂O 排出係数

水処理方式	N ₂ O 排出係数 ³⁾ (水処理プロセス) [mg-N ₂ O/m ³]	N ₂ O 排出係数 (汚泥処理プロセス) [mg-N ₂ O/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 N₂O 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、N₂O 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 N₂O 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。CH₄ 排出の活動量については N₂O 排出で用いた排水処理量の合計値を用いる。

表 7-75 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
標準活性汚泥法	10 ⁶ m ³	9,761	10,780	10,686	11,405	11,552	11,358	11,288	10,485	10,736	10,699	10,401	10,394	9,648	9,648
嫌気好気活性汚泥法	10 ⁶ m ³	73	446	1,523	1,039	868	909	909	953	931	938	933	962	1,107	1,107
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	2,049	2,181	2,308	2,355	2,629	2,684	2,819	3,033	2,998	2,998
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	1	2	20	20	15	0.1	0.2	5	0.4	0.4
合計	10 ⁶ m ³	9,857	11,316	12,696	13,818	14,470	14,450	14,525	13,813	14,311	14,320	14,153	14,393	13,754	13,754

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

終末処理場の CH₄ 及び N₂O 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 7-76 に記す。

表 7-76 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 ₂ O	-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

日本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 7-77 生活排水処理施設・設備の概要

施設			処理対象	概要	
コミュニティ・プラント			し尿及び 雑排水	地域ごとに設置される小規模な排水処理施設	
浄化槽	合併処理浄化槽	性能評価型		個別の世帯 に設置され る分散型排 水処理設備	2001 年度改正建築基準法に基づく 性能評価型
		窒素除去型高度処理			
		窒素・リン除去型高度処理			
単独処理浄化槽	し尿のみ	旧建築基準法に基づく構造例示型 浄化槽法の改正により 2001 年度より 新設禁止			
汲み取り便槽			個別の世帯に設置		

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 CH₄、N₂O 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 CH₄、N₂O 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 CH₄ 及び N₂O 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、日本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 CH₄、N₂O 排出量 [kg-CH₄]、[kg-N₂O]

EF_i : 生活排水処理施設 i の排出係数 [kg-CH₄/人]、[kg-N₂O/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 CH₄ 及び N₂O の排出係数を表 7-78 のように設定する。

表 7-78 生活排水処理施設の CH₄・N₂O 排出係数

CH ₄ 排出係数 (単位: kg-CH ₄ /人・年)						
施設		1990~ 1995 年度	1996~ 2000 年度	2001~ 2004 年度	2005 年度~	出典
コミュニティ・プラント ¹⁾		0.195	内挿		0.062	1990~1995 年度: 田中 (1998) 2005 年度~: 池・惣田 (2010)
合併 処理 浄化 槽	性能 評価 型	窒素除去型高度処理	NA ²⁾		1.044	環境省 (2012) 及び環境省 (2013c)
		窒素・リン除去型高度処理				
		BOD 除去型高度処理			1.984	
	その他性能評価型	2.477				
構造例示型 ³⁾						
単独処理浄化槽 ³⁾		0.46				
汲み取り便槽 ³⁾		0.062				
N ₂ O 排出係数 (単位: kg-N ₂ O/人・年)						
施設		1990~ 1995 年度	1996~ 2000 年度	2001~ 2004 年度	2005 年度~	出典
コミュニティ・プラント ¹⁾		0.0394	内挿		0.0048	1990~1995 年度: 田中他 (1995) ⁴⁾ 2005 年度~: 池・惣田 (2010)
合併 処理 浄化 槽	性能 評価 型	窒素除去型高度処理	NA ²⁾		0.123	環境省 (2012) 及び環境省 (2013c)
		窒素・リン除去型高度処理				
		BOD 除去型高度処理			0.055	
	その他性能評価型	0.0717				
構造例示型 ³⁾						
単独処理浄化槽 ³⁾		0.039				
汲み取り便槽 ³⁾		0.000022				

(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場合、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 CH₄ 及び N₂O の排出の活動量については「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 7-79 浄化槽種類別処理人口 [千人]

浄化槽種類	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
コミュニティ・プラント	千人	493	398	414	552	297	293	286	289	304	302	294	286	320	336
合併処理浄化槽 (小計)	千人	6,274	8,515	10,806	12,792	13,792	14,082	14,276	14,341	14,492	14,564	14,600	14,630	14,557	14,490
性能評価型															
窒素除去型高度処理	千人	NO	NO	NO	263	1,061	1,433	1,900	2,261	2,612	2,948	3,105	3,447	3,862	3,950
窒素・リン除去型高度処理	千人	NO	NO	NO	3	10	14	16	28	35	37	39	40	42	43
BOD 除去型高度処理	千人	NO	NO	NO	34	43	33	46	22	25	22	19	18	20	29
その他性能評価型	千人	NO	NO	NO	4,501	5,997	6,132	6,129	6,095	6,123	6,098	6,153	6,022	5,666	5,685
構造例示型	千人	6,274	8,515	10,806	7,991	6,682	6,471	6,184	5,935	5,697	5,459	5,284	5,103	4,968	4,783
単独処理浄化槽	千人	26,828	26,105	23,289	18,303	14,712	13,948	13,315	13,052	12,383	11,822	11,415	11,018	10,543	10,154
汲み取り便槽	千人	38,920	29,409	20,358	13,920	10,671	9,984	9,348	8,849	8,242	7,727	7,197	6,871	6,528	6,099
合計	千人	72,515	64,427	54,867	45,567	39,472	38,307	37,225	36,531	35,421	34,415	33,506	32,805	31,948	31,079

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 CH₄ 及び N₂O 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 CH₄ 及び N₂O 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 7-80 に記す。

表 7-80 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 ₂ O	-45%	+45%	-10%	+10%	-46%	+46%			
合併処理浄化槽	CH ₄	-32%	+32%	-10%	+10%	-33%	+33%	出典の環境省(2013c)より引用。		誤差伝播式で合成
	N ₂ O	-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 ₂ O	-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 ₂ O	-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

性能評価型合併処理浄化槽にかかる排出係数を再検討し、2001 年度以降の CH₄・N₂O 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。

7.5.1.3. 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 CH₄、N₂O の排出量を算定している。

b) 方法論

1) CH₄

■ 算定方法

当該排出源から排出される CH₄ 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、日本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 CH₄ 排出量 [kg-CH₄]

EF_i : し尿処理施設 (処理方式 i) の排出係数 [kg-CH₄/m³]

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量 [m³]

■ 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 CH₄ の排出係数を設定する (環境省、2006b)。

表 7-81 処理形式ごとの CH₄ 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	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 CH₄ の排出の活動量は、「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 7-82) に、し尿処理方式別の処理能力 (表 7-83) 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 7-84) 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 7-82 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
汲み取りし尿量	千kl/年	20,406	18,049	14,673	10,400	8,353	7,917	7,365	7,018	6,771	6,375	6,153	5,890	5,627	5,823
浄化槽汚泥量	千kl/年	9,224	11,545	13,234	13,790	13,989	13,760	13,547	13,519	13,726	13,562	13,537	13,648	13,536	13,518
合計	千kl/年	29,630	29,594	27,907	24,190	22,342	21,677	20,912	20,537	20,497	19,937	19,690	19,538	19,163	19,341

表 7-83 処理形式ごとの処理能力

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
嫌気性処理	k/日	34,580	19,869	10,996	6,476	4,144	3,891	3,265	3,159	3,059	2,779	2,245	2,155	1,799	1,574
好気性処理	k/日	26,654	19,716	12,166	8,465	6,961	6,753	6,200	6,469	6,001	5,899	5,979	5,600	4,743	4,468
標準脱窒素	k/日	25,196	30,157	31,908	29,655	27,748	26,173	25,694	25,608	25,153	24,663	24,023	22,812	21,544	21,113
高負荷脱窒素	k/日	8,158	13,817	16,498	17,493	16,285	16,104	15,778	15,030	14,529	14,336	13,831	13,651	13,838	13,289
膜分離	k/日	NO	1,616	2,375	3,055	3,573	3,684	3,684	4,062	4,074	2,204	3,373	3,184	2,853	2,404
その他	k/日	13,777	20,028	25,917	30,277	34,654	34,577	34,622	33,556	33,975	34,983	33,940	36,074	37,430	40,223

表 7-84 処理形式ごとのし尿処理量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
嫌気性処理	千k/年	9,455	5,589	3,073	1,642	992	925	765	738	722	653	530	504	419	366
好気性処理	千k/年	7,288	5,546	3,400	2,146	1,666	1,605	1,453	1,512	1,417	1,386	1,412	1,311	1,106	1,040
標準脱窒素	千k/年	6,889	8,483	8,917	7,518	6,640	6,222	6,021	5,984	5,940	5,794	5,672	5,339	5,022	4,916
高負荷脱窒素	千k/年	2,231	3,887	4,611	4,435	3,897	3,828	3,697	3,512	3,431	3,368	3,266	3,195	3,226	3,094
膜分離	千k/年	NO	455	664	774	855	876	863	949	962	518	796	745	665	560
その他	千k/年	3,767	5,634	7,243	7,676	8,293	8,220	8,113	7,841	8,024	8,219	8,014	8,443	8,725	9,365
合計	千k/年	29,630	29,594	27,907	24,190	22,342	21,677	20,912	20,537	20,497	19,937	19,690	19,538	19,163	19,341

2) N₂O

■ 算定方法

当該排出源から排出される N₂O 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、日本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 N₂O 排出量[kg-N₂O]
- EF_i : し尿処理施設(処理方式 i)の排出係数[kg-N₂O/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 N₂O 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 7-85 処理形式ごとの N₂O 排出係数

処理方法	N ₂ O 排出係数[kg-N ₂ O-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(0.00001 [kg-N₂O/m³])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、「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 [m³]
 W_J : し尿処理施設に投入された浄化槽汚泥量 [m³]
 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CH₄排出量算定に用いたデータ(表7-82)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CH₄排出量算定に用いたデータ(表7-83)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7-86)。

表7-86 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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
浄化槽汚泥	mg-N/l	1,060	300	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	1,373	1,354	1,327	1,304	1,280	1,258	1,242	1,219	1,203	1,218

表7-87 活動量：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

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
嫌気性処理	kt-N	28.8	11.2	5.2	2.4	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
好気性処理	kt-N	22.2	11.1	5.8	3.2	2.3	2.2	1.9	2.0	1.8	1.7	1.8	1.6	1.3	1.3
標準脱窒素	kt-N	21.0	17.0	15.1	11.2	9.1	8.4	8.0	7.8	7.6	7.3	7.0	6.5	6.0	6.0
高負荷脱窒素	kt-N	6.8	7.8	7.8	6.6	5.3	5.2	4.9	4.6	4.4	4.2	4.1	3.9	3.9	3.8
膜分離	kt-N	NO	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	0.7	1.0	0.9	0.8	0.7
その他	kt-N	11.5	11.3	12.3	11.4	11.4	11.1	10.8	10.2	10.3	10.3	10.0	10.3	10.5	11.4
合計	kt-N	90.2	59.4	47.3	36.1	30.7	29.4	27.7	26.8	26.2	25.1	24.5	23.8	23.0	23.6

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CH₄及びN₂O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7-88に記す。

表 7-88 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 ₂ O	-87%	+87%	-10%	+10%	-88%	+88%			

■ 時系列の一貫性

N₂O 排出係数について実測データが得られない期間は、表 7-85 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 2017 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 CH₄、N₂O、及び処理後排水から発生する N₂O 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 7-89 の通りである。

表 7-89 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 ₂ O)	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 ₂ O)	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
汚泥 (CH ₄ 、N ₂ O)	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
	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 CH₄ 回収量はゼロとなるため、CH₄ 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。N₂O 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 CH₄、N₂O 排出量 [kg-CH₄]、[kg-N₂O]
 EF : 排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD]、[kg-N₂O/kg-N]
 A : 生活排水中の有機物量 [kg-BOD] または窒素量 [kg-N]

■ 排出係数

CH₄ 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 (B₀) 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 Waste Water) のデフォルト値を用いて 0.6 [kg-CH₄/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。

$$\begin{aligned} EF_{CH_4} &= MCF \times B_0 \\ &= 0.6 \text{ [kg-CH}_4\text{/kg-BOD]} \times 0.1 \\ &= 0.06 \text{ [kg-CH}_4\text{/kg-BOD]} \end{aligned}$$

N₂O 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 N₂O-N/kg N] を単位換算して設定する。

$$\begin{aligned} EF_{N_2O} &= 0.005 \text{ [kg-N}_2\text{O-N/kg-N]} \times 44/28 \\ &= 0.0079 \text{ [kg-N}_2\text{O/kg-N]} \end{aligned}$$

■ 活動量

○ 未処理排水

未処理排水からの CH₄ 及び N₂O 排出量にかかる活動量は次の式で求める。

$$A = \sum_i P_i \times U$$

- 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) 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 N₂O 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 N₂O 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 [m³]
- 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、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、次の式で求める。

$$A_{dp} = \sum_i \{TN_i \times d \times P_i \times (1 - R_i)\} \times 10^{-6}$$

- 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 7-90 参照)
- P_i : 処理施設 i の利用人口 [人] (表 7-79 参照)
- R_i : 処理施設 i の窒素除去率 [%] (表 7-91 参照)
- d : 年間日数 [日/年]

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 7-90 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 7-91 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	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
		窒素・リン除去型高度処理		
		BOD 除去型高度処理		
	その他性能評価型	20		
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次の式で求める。

$$A_{hp} = W \times D \times 10^{-6}$$

W : し尿処理施設におけるし尿・浄化槽汚泥の処理量¹⁾ [m³]

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 7-92)の処理能力(表 7-83)での加重平均を用いる。

表 7-92 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 CH₄ 及び N₂O 排出量にかかる活動量は次の式で求める。

【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) 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 7-93 に記す。

表 7-93 活動量：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

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
有機物量															
未処理排水 (単独処理浄化槽から)	kt-BOD	392	381	341	267	215	204	194	191	181	173	167	161	154	148
未処理排水 (汲み取り便槽から)	kt-BOD	568	429	298	203	156	146	136	130	120	113	105	101	95	89
未処理排水 (自家処理から)	kt-BOD	46	21	9	4	2	2	2	2	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
下水汚泥 (海洋投入処分)	kt-BOD	1	1	0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計	kt-BOD	1,029	846	658	478	373	351	333	322	302	287	273	263	250	238
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	10.7	10.2	9.7	9.6	9.0	8.6	8.3	8.1	7.7	7.4
未処理排水 (汲み取り便槽から)	kt-N	28.4	21.5	14.9	10.2	7.8	7.3	6.8	6.5	6.0	5.6	5.3	5.0	4.8	4.5
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	0.1	0.1	0.05	0.05	0.06
処理後排水	kt-N	297.0	301.2	281.8	267.0	247.1	251.6	255.0	243.2	250.0	241.3	243.0	241.9	239.2	238.0
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
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
合計	kt-N	354.6	346.0	316.4	291.5	265.7	269.1	271.6	259.3	265.1	255.6	256.7	255.0	251.7	249.9

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 CH₄ 及び N₂O 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 7-94 に記す。

表 7-94 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。 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。	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 ₂ O	-58%	+58%	-10%	+10%	-59%	+59%			

■ 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

性能評価型合併処理浄化槽の窒素除去率を再検討し、2001年度以降のN₂O排出量の再計算を行った。

統計データの更新に伴い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。

7.5.2. 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CH₄及びN₂O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CH₄及びN₂O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CH₄及びN₂O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CH₄及びN₂O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、CH₄、N₂O排出量を算定する。CH₄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日本の実態に即していないと考えられるため、日本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あたりの日本独自の排水処理に伴うCH₄排出係数を乗じて算定する。なお、CH₄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、日本ではBODベースでCH₄排出量の計算を行っている。N₂O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、CH₄排出算定方法と同様の方法で、産業排水中の窒素量に日本独自のN₂O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CH₄、N₂O排出量 [kg-CH₄]、[kg-N₂O]

EF : 排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD]、[kg-N₂O/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 7-95 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 ₂ O 排出係数 [g-N ₂ O/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、日本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

CH₄ 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多い業種について設定する（表 7-96）。産業別の有機物量は、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。

$$A_{CH_4,i} = W_i \times BOD_i / 1000$$

ここで、

$$W_i = I_i \times F_{CH_4,i} \times F_{onsite,i}$$

- $A_{CH_4,i}$: 産業細分類 i の活動量 [kg-BOD]
- W_i : CH₄ 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 [m³]
- 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 [m³]
- $F_{CH_4,i}$: CH₄ 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 [%]

N₂O 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 CH₄ 排出量の算定と同じ業種区分で集計する。

$$A_{N_2O,i} = W_i \times TN_i / 1000$$

ここで、

$$W_i = I_i \times F_{N_2O,i} \times F_{onsite,i}$$

- $A_{N_2O,i}$: 産業細分類 i の活動量 [kg-N]
- W_i : N₂O 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 [m³]
- 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 [m³]
- $F_{N_2O,i}$: N₂O 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。

○ CH₄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CH₄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。

○ N₂O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N₂Oが発生すると考えられる。CH₄発生処理施設において処理される産業排水量割合をN₂O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、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 7-96 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 7-97 産業排水中の BOD 量 [kt-BOD] 及び窒素量 [kt-N]

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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	305.7	311.7	299.8	288.0	307.2	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	62.6	58.0	56.9	55.7	52.8	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
繊維工業	kt-BOD	98.1	94.2	65.5	47.7	40.2	40.1	42.8	45.4	38.2	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	401.0	365.4	353.1	340.9	321.4	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0
化学工業	kt-BOD	110.2	95.3	103.0	160.1	151.8	162.9	157.1	151.3	154.2	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	0.2	0.2	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	7.8	6.9	7.1	7.4	7.1	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
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-BOD	1.3	1.1	0.8	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	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	1.8	1.7	1.7	1.6	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	15.1	16.0	15.3	14.6	15.8	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	2.7	2.6	2.5	2.4	2.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
繊維工業	kt-N	10.8	10.5	7.4	5.2	4.5	4.4	4.8	5.3	4.3	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	20.2	14.4	13.8	13.2	11.8	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
化学工業	kt-N	40.0	38.8	30.1	48.5	47.3	50.8	50.7	50.6	50.8	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
プラスチック製品製造業	kt-N	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ゴム製品製造業	kt-N	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
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-N	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
鉄鋼業	kt-N	57.7	53.9	55.5	54.7	42.3	45.6	53.4	61.2	58.9	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 7-98 に記す。

表 7-98 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 ₂ O	-95%	+95%	-30%	+30%	-100%	+100%			

■ 時系列の一貫性

CH₄、N₂O 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 CH₄、N₂O、及び処理後排水から発生する N₂O 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 CH₄・N₂O 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 CH₄、N₂O 排出量 [kg-CH₄]、[kg-N₂O]
EF : 排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD]、[kg-N₂O/kg-N]
A : 産業排水中の有機物量 [kg-BOD] または窒素量 [kg-N]

■ 排出係数

未処理排水・処理後排水ともに CH₄ 及び N₂O 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.2.-)」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 7-99 産業排水の自然界における分解の CH₄・N₂O 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 ₂ O	kg-N ₂ O/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 7-96 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 また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 また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 または窒素濃度を乗じて計算する。

$$A = \sum (V_i \times Q_i)$$

- A* : 未処理排水の活動量 (BOD または 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 [m³]
Q_i : 工場・事業場 *i* における未処理産業排水中の BOD または TN 濃度 [g-BOD/L]、[g-N/L]

表 7-100 活動量：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

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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	6.0	6.2	6.3	5.3	4.3	4.6	5.0	5.3	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	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
繊維工業	kt-BOD	3.4	2.9	2.2	2.2	4.4	4.4	4.5	4.8	5.1	3.8	2.5	2.9	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	3.7	3.6	3.6	5.3	6.9	5.2	3.4	3.7	4.1	4.1
化学工業	kt-BOD	49.5	50.6	44.9	46.7	28.2	28.3	28.4	25.9	23.4	25.3	27.2	24.0	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	12.3	11.3	10.2	9.3	8.5	9.8	11.2	10.2	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	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	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	0.1	0.1	0.04	0.1	0.1	0.1	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	kt-BOD	39.7	37.3	40.3	36.5	25.7	26.1	26.4	22.8	19.1	22.5	26.0	22.2	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	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	2.9	2.6	2.5	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	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
繊維工業	kt-N	0.8	0.7	0.5	0.4	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	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	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
化学工業	kt-N	31.4	32.2	28.5	28.2	22.1	21.3	20.6	18.3	16.1	15.8	15.5	15.9	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	7.6	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7	6.5	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	0.3	0.3	0.4	0.2	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	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
鉄鋼業	kt-N	33.3	31.2	33.7	41.8	17.6	17.6	17.6	16.3	14.9	14.6	14.2	14.7	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。

$$A = \sum (V_i \times TN_i)$$

- 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 [m³]
- TN_i : 工場・事業場 i の産業排水中の TN 濃度 [g-N/L]

表 7-101 活動量：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

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
食料品製造業	kt-N	5.8	6.2	6.5	7.0	3.9	4.0	4.2	6.0	7.9	6.6	5.3	5.3	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	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.7	1.1	1.1
繊維工業	kt-N	2.5	2.1	1.6	2.1	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.2	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	5.4	5.4	4.6	3.8	4.1	4.4	5.6	6.8	6.8
化学工業	kt-N	17.0	17.4	15.5	14.2	16.5	15.9	15.4	14.6	13.7	13.2	12.7	11.2	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
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
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
なめし革・同製品・毛皮製造業	kt-N	0.28	0.23	0.18	0.09	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
鉄鋼業	kt-N	5.3	5.0	5.4	4.1	3.1	3.1	3.1	2.6	2.1	2.4	2.7	2.8	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 CH₄ 及び N₂O 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 7-102 に記す。

表 7-102 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。 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。	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 ₂ O	-58%	+58%	-30%	+30%	-66%	+66%			

■ 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CH₄及びN₂O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/年) 及び窒素量 (kg-N/年) 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CH₄・N₂O排出量算定方法を適用し、以下のとおりCH₄及びN₂O排出量を算定する。

$$E = EF \times L_i$$

E : CH₄・N₂O 排出量

EF : CH₄・N₂O 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/年]、[kg-N/年]

■ 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CH₄及びN₂O

各排出係数の算定方法に基づき設定する。

CH₄ 排出係数

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 Waste Water)」のデフォルト値を用いて 0.6 [kg-CH₄/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。

$$\begin{aligned} EF_{CH_4} &= B_0 \times MCF \\ &= 0.6 \text{ [kg-CH}_4\text{/kg-BOD]} \times 0.8 \\ &= 0.48 \text{ [kg-CH}_4\text{/kg-BOD]} \end{aligned}$$

B_0 : 最大メタン生成能 [kg-CH₄/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)

N₂O 排出係数

N₂O の排出係数 (排水中の窒素負荷量あたりの N₂O 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 N₂O-N/kg N) を単位換算して設定する。

$$\begin{aligned} EF_{N_2O} &= 0.005 \text{ [kg-N}_2\text{O-N/kg-N]} \times 44/28 \\ &= 0.0079 \text{ [kg-N}_2\text{O /kg-N]} \end{aligned}$$

■ 活動量

CH₄・N₂O 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。

CH₄ 排出の活動量

$$L_{BODi} = F_{BOD} \times W \times T_i$$

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/年]

F_{BOD} : 有機性廃棄物最終処分量あたりの有機物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/年] (直接最終処分+処理後最終処分 (焼却灰含む))
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。

N₂O 排出の活動量

$$L_{TNi} = F_{TN} \times W \times T_i$$

- 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/年]
 F_{TN} : 有機性廃棄物最終処分量 [t/年] (直接最終処分+処理後最終処分 (焼却灰含む))
 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/年] (直接最終処分+処理後最終処分 (焼却灰含む))
 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 7-103 最終処分場浸出液処理に伴う有機物量 (kt-BOD) 及び窒素量 (kt-N)

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
有機物量	kt-BOD	2.6	2.5	2.2	1.6	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
窒素量	kt-N	3.5	3.3	3.0	2.2	1.1	1.1	0.9	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6

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 7-104 に記す。

表 7-104 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。

7.6. その他 (5.E.)

本カテゴリーでは、石油由来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 7-106 に示す。

表 7-105 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 ₂ O
5.E.1. (7.6.1)	石油由来の界面活性剤	排水処理施設及び自然界における分解	○	NA	NA

2018 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 673 kt-CO₂ 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量 (LULUCF を除く) の 0.05% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 4.2% 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 7-106 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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CO ₂	5.E. その他 (石油由来の界面活性剤の分解)	kt-CO ₂	703	668	656	507	514	527	524	528	605	617	625	619	637	673

7.6.1. 石油由来の界面活性剤の分解 (5.E.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

日本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石油由来の界面活性剤の分解に伴い CO₂ 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 CH₄・N₂O 排出」と「石油由来の界面活性剤の分解に伴う CO₂ 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、日本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 CO₂ 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 CO₂ 排出量の算定を行う。算定対象は石油由来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 CO₂ 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。石油由来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、CO₂ 排出量は石油由来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石油由来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 CO₂ 排出に含めて計算されている。

■ 排出係数

石油由来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 CO₂ の量を求め、排出係数を設定する。

$$EF_i = C_i \times 1,000 \times 44/12$$

- EF_i : 原料界面活性剤の石油由来の原料 i の排出係数
 C_i : 界面活性剤の石油由来の原料 i 中の平均的な炭素含有率

表 7-107 界面活性剤の石油由来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	250	86.4%	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	210	85.7%	C9 アルキルフェノールを代表的な成分として設定
エチレンオキシド	2	44	54.5%	エチレンオキシドの分子より設定 (C ₂ H ₄ O)

■ 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石油由来界面活性剤原材料使用量である。日本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 7-108 石油由来の界面活性剤の分解に伴う活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
合成アルコール	t	29,239	16,253	28,285	31,609	32,872	33,750	34,870	36,193	43,324	42,947	44,299	45,551	45,601	47,839
アルキルベンゼン	t	105,432	102,794	80,832	47,349	50,206	50,519	46,369	44,502	44,980	47,494	44,044	39,485	42,769	44,565
アルキルフェノール	t	10,141	8,798	7,454	3,448	2,044	2,054	2,263	2,910	4,318	4,885	4,873	4,638	5,661	6,208
エチレンオキシド	t	124,984	132,175	146,509	127,150	126,301	131,148	134,532	136,679	161,969	163,777	171,380	174,243	176,247	187,717

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂ 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 7-109 石油由来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
		(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)			
石油由来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. 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「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「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)
4. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」(1992)
5. 環境庁「平成7年度大気汚染物質排出量総合調査」(1995)
6. 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)
7. 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)
8. 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)
9. 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)
10. 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)
11. 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)
12. 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)
13. 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)
14. 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)
15. 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)
16. 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)
17. 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)
18. 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)
19. 環境省「環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」(2019)
20. 環境省環境再生・資源循環局「日本の廃棄物処理」
21. 環境省環境再生・資源循環局「一般廃棄物処理実態調査」
22. 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)」
23. 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」
24. 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」
25. 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」
26. 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」
27. 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」
28. 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」
29. 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」
30. 環境省水・大気環境局「発生負荷量管理等調査」
31. 環境省水・大気環境局「水質汚濁物質排出量総合調査」
32. 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)

33. 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)
34. 経済産業省「工業統計表 用地・用水編」
35. 経済産業省「生産動態統計 化学工業統計編」
36. 経済産業省「繊維・生活用品統計年報」
37. 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」
38. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
39. 財務省「貿易統計」
40. 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)
41. 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)
42. 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)
43. 兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1994)
44. 兵庫県「ひょうごエコタウン構想」(2003)
45. 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)
46. 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)
47. 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)
48. (財)容器包装リサイクル協会「再商品化(リサイクル)実績」
49. (財)容器包装リサイクル協会「容器包装リサイクル法の評価・検討」(中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会(第20回)、産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会容器包装リサイクルWG(第8回)合同会合(第1回)(2004)
50. (財)日本環境衛生センター「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000」(2001)
51. (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)
52. (財)東京都環境公社「水辺環境と窒素 一脱窒素型の小規模合併処理浄化槽の開発一」東京都環境科学研究所ニュース No.7 (1996年5月号)(1996)
53. (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」
54. (社)日本鉄鋼連盟「廃プラ等利用の現状と今後の課題」
55. (社)セメント協会「セメントハンドブック」
56. (社)日本自動車タイヤ協会「日本のタイヤ産業」
57. (社)日本衛生材料工業連合会「日衛連 NEWS」
58. (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)
59. (社)潤滑油協会「潤滑油リサイクルハンドブック」
60. (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)
61. (社)日本下水道協会「下水道施設計画・設計指針と解説」(2009)
62. (社)日本下水道協会「下水道統計(行政編)」
63. (社)日本水道協会「水道統計(施設・業務編)」
64. (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」
65. 日本化学繊維協会「繊維ハンドブック」
66. 日本RPF工業会、RPF品質基準(2004年3月制定)
67. 廃棄物学会「廃棄物ハンドブック」(1997)

68. 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)
69. 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」
70. 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)
71. 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)
72. 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CH₄およびN₂O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)
73. 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)
74. 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)
75. 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)
76. 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)
77. 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)
78. 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+)
79. 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)
80. 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)
81. 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)
82. 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)
83. 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)
84. 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)
85. 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)
86. 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CH₄・N₂O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)
87. 田中勝、「廃棄物学概論」丸善(1998)
88. 上野広行、辰市祐久、大岩川由有子「下水処理場におけるN₂Oの削減対策の検討」東京都環境科学研究所年報(1995)
89. 安田憲二、高橋通正、矢島巖、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)

