

## 第8章 廃棄物分野

### 8.1. 廃棄物分野の概要

#### 8.1.1. 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、固形廃棄物の陸上における処分（6.A.）、排水の処理（6.B.）、廃棄物の焼却（6.C.）及びその他（6.D.）の区分で排出量の算定を行う<sup>1</sup>。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8-1及び図8-2に記す。

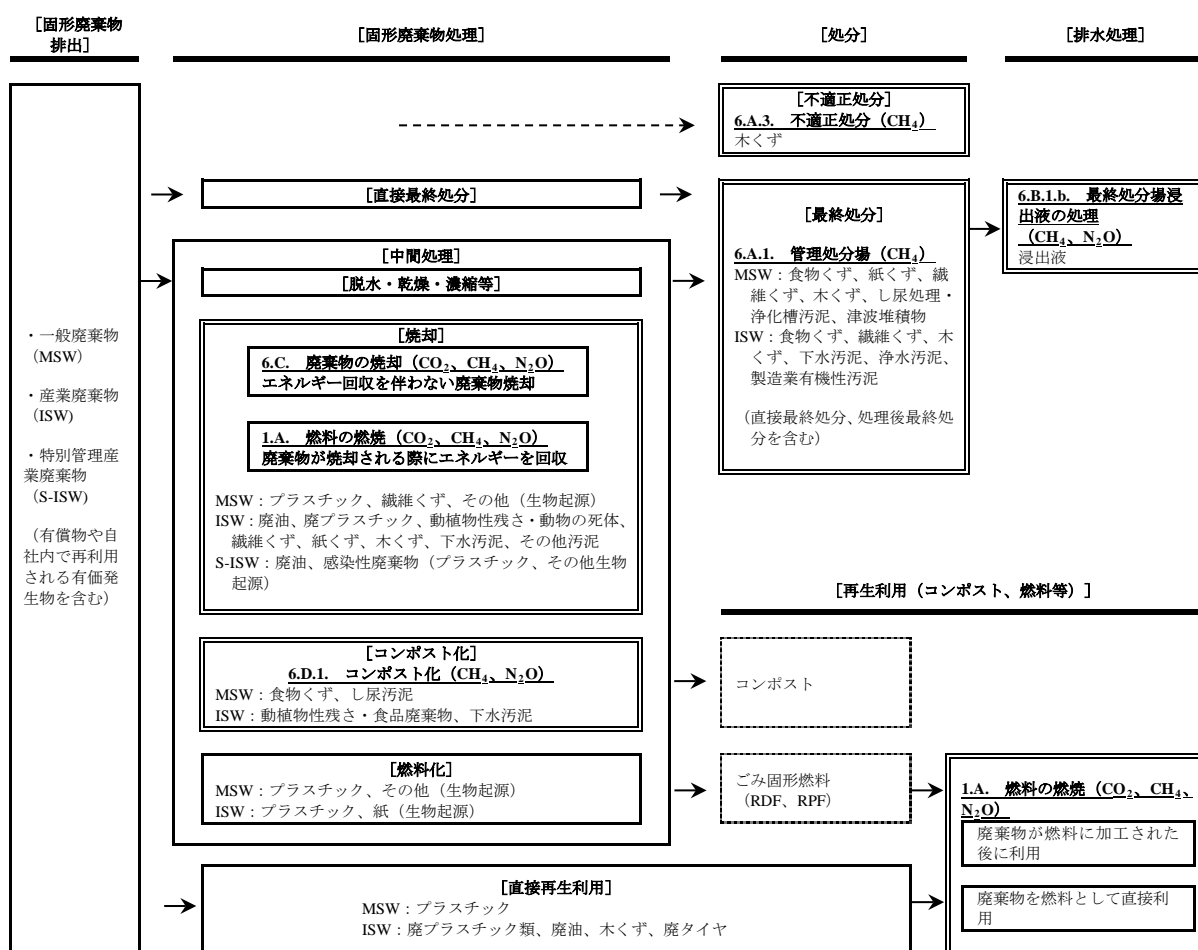


図 8-1 温室効果ガス排出量の算定対象となる固形廃棄物、その処理方式及び算定カテゴリーのフロー

<sup>1</sup> 廃棄物分野のいくつかの排出源では、過去の年度の統計データや関連データ等を入手できない場合、推計により値の補完を行っているが、本章では、これらの推計方法の内容については割愛している。推計方法の詳細については「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 廃棄物分科会報告書（平成 18 年 8 月）」（以下、参考文献 7）及び環境省のホームページ「温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果」（<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/kento/index.html>）を参照のこと。

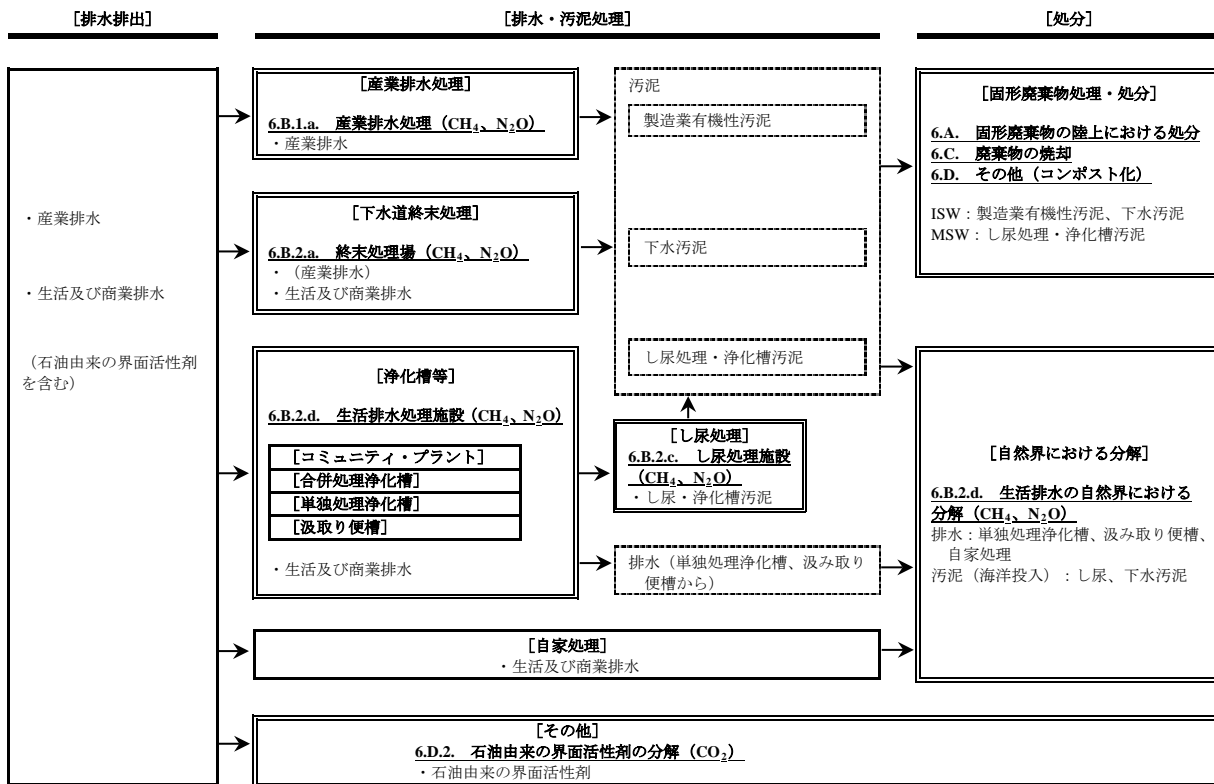


図 8-2 温室効果ガス排出量の算定対象となる排水・汚泥、その処理方式及び算定カテゴリーのフロー

廃棄物分野で算定対象とする「廃棄物」とは、1996年改訂 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。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。

### 8.1.2. 廃棄物分野における温室効果ガス排出量の概要

2012年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は 20,029 Gg-CO<sub>2</sub>換算であり、日本の温室効果ガス総排出量 (LULUCFを除く) の 1.5%を占め、1990年度比においては 22.8%の減少、前年度比においては 0.8%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 (6.C.) (エネルギー分野で計上する原燃料利用及びエネルギー回収を除く) が 68.1% (1990年度比 1.0%の減少) と最も多く、次いで固形廃棄物の陸上における処分 (6.A.) が 14.6% (1990年度比 61.7%の減少)、排水の処理 (6.B.) が 13.2% (1990年度比 27.9%の減少)、その他 (6.D.) が 4.1% (1990年度比 5.8%の減少) 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に伴う CO<sub>2</sub> 排出量が最も多く (60%)、次いで固形廃棄物の埋立処分に伴う CH<sub>4</sub> の排出 (15%)、廃棄物 (石油由来以外の廃棄物を含む) の焼却に伴う N<sub>2</sub>O の排出 (8%) 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、循環型社会形成促進基本法及び各種リサイクル法の制定によりリサイクル率が向上し、生分解可能廃棄物最終処分量の減少に伴う最終処分場からのCH<sub>4</sub>排出量や石油由来の廃棄物の焼却に伴うCO<sub>2</sub>排出量の減少が挙げられる。ただし、エネルギー分野で排出量が計上される原燃量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51.1%の増加）。

### 8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算

廃棄物分野の活動量の出典として用いている統計の多くは、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おり、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ため、各種指標を用いて推計された速報値を最新年度の活動量として用いている。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。

## 8.2. 固形廃棄物の陸上における処分（6.A.）

本カテゴリーでは、固形廃棄物処理場に埋め立てられた廃棄物から発生するCH<sub>4</sub>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のそれぞれで算定方法の検討を行い、表8-1に示す算定区分で排出量を推定する。

表8-1 固形廃棄物の陸上における処分(6.A.)で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象		処理形態		
6.A.1. (8.2.1)	一般廃棄物	食物くず	嫌気性及び 準好気性埋立		
		紙くず			
		木くず			
		繊維くず		天然繊維くず <sup>a</sup>	
		汚泥		し尿処理・浄化槽汚泥 津波堆積物 <sup>b</sup>	
	産業廃棄物	食物くず <sup>c</sup> [動植物性残さ・動物の死体]		嫌気性及び 準好気性埋立	
		紙くず			
		木くず			
		繊維くず	天然繊維くず <sup>a</sup>		
		汚泥	下水汚泥		消化汚泥由来の汚泥 <sup>d</sup> 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 <sup>e</sup>		
		6.A.3. (8.2.3)	不適正処分 <sup>f</sup>		嫌気性埋立

注)

- 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。
- 2011年3月11日の東日本大震災に伴い発生した津波堆積物の一部を最終処分している。処分される津波堆積物には有機物が含まれており、専門家判断により、木くずの排出係数を適用してCH<sub>4</sub>排出量を算定している。
- 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。
- 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。

- e) 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。
- f) 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。
- g) 津波堆積物の埋立先に関する情報が不明なため、保守的に嫌気性埋立とみなす。

表 8-2 固形廃棄物の陸上における処分(6.A.)から発生する温室効果ガス排出量

ガス	区分	算定対象	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	
CH <sub>4</sub>	6.A.1. 管理埋立地	食物くず*	Gg-CH <sub>4</sub>	62.9	60.2	50.3	32.7	21.5	18.6	15.9	13.9	12.3	
		紙くず*	Gg-CH <sub>4</sub>	147.5	136.4	114.5	92.2	78.8	74.5	70.0	65.8	62.1	
		天然繊維くず*	Gg-CH <sub>4</sub>	9.6	8.6	7.3	6.7	6.0	5.6	5.1	4.7	4.3	
		木くず*	Gg-CH <sub>4</sub>	46.4	50.4	49.8	47.7	45.9	45.2	44.5	43.8	43.1	
		し尿処理・浄化槽汚泥	Gg-CH <sub>4</sub>	12.4	9.0	6.5	4.8	3.7	3.4	3.0	2.7	2.4	
		津波堆積物	Gg-CH <sub>4</sub>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.04
		下水汚泥	消化汚泥由来の汚泥	Gg-CH <sub>4</sub>	5.5	5.0	3.8	2.4	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9
		下水汚泥	その他下水汚泥	Gg-CH <sub>4</sub>	27.3	24.9	19.2	11.8	7.9	6.8	5.9	5.1	4.8
		浄水汚泥	Gg-CH <sub>4</sub>	3.4	3.2	2.6	1.8	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	
		製造業有機性汚泥	Gg-CH <sub>4</sub>	47.8	37.6	22.8	13.9	9.7	8.4	7.3	6.6	6.1	
		動物ふん尿	Gg-CH <sub>4</sub>	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
		メタン回収量	Gg-CH <sub>4</sub>	-0.8	-0.7	-0.7	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	
			合計	Gg-CH <sub>4</sub>	363.3	335.8	277.4	215.2	177.3	165.9	154.8	145.4	137.4
	6.A.3.その他	不適正処分	Gg-CH <sub>4</sub>	0.3	0.8	2.4	2.4	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	
		合計	Gg-CH <sub>4</sub>	363.7	336.7	279.8	217.5	179.4	167.8	156.8	147.4	139.4	
			Gg-CO <sub>2</sub> 換算	7,637	7,070	5,875	4,568	3,767	3,525	3,292	3,096	2,928	

推計した固形廃棄物の陸上における処分からの温室効果ガス排出量を表 8-2 に示す。2012 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 2,928 Gg-CO<sub>2</sub> 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 61.7% の減少となっている。排出量の減少は、分解可能廃棄物の最終処分量の減少にとともに、最終処分場からのメタンの発生が減少した結果である。

### 8.2.1. 管理処分場からの排出 (6.A.1.)

#### a) 排出源カテゴリーの説明

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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>量は「管理処分場からの排出 (6.A.1.)」に計上する。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CO<sub>2</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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<sub>4</sub>排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]  
 $EF_{i,j}$  : 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<sub>4</sub>/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<sub>4</sub>回収量 [kg-CH<sub>4</sub>]  
 $OX$  : 埋立処分場の覆土によるCH<sub>4</sub>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<sub>4</sub>の量 [kg] を対象とし、生分解性廃棄物の種類及び埋立処分場 (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。

### CH<sub>4</sub>排出係数

$$EF_{iCH_4} = DOC_i \times DOCF \times MCF \times F \times 1000 \times 16/12$$

- $DOC_i$  : 炭素含有率  
 $DOCF$  : ガス化率  
 $MCF$  : 好気分解補正係数  
 $F$  : 発生ガスCH<sub>4</sub>比率

## ○ 炭素含有率 (乾燥ベース)

「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、環境省 (2010)」 (以下、参考文献 15) 及び参考文献 7 等を基に、下記のように設定する。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 8-3 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。産業廃棄物は一般廃棄物のデータを代用する。(参考文献 15)
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。(参考文献 7)
し尿処理・浄化槽汚泥	40.0	その他下水汚泥の値を代用 (GPG 2000)
津波堆積物	4.5	津波堆積物中の有機成分割合に有機成分中の炭素含有率を乗じて推計する。専門家判断により、最終処分される津波堆積物の有機成分割合を 10%、津波堆積物中に含まれる有機成分の炭素含有率を 45.2% (木くずの値) と設定する。
消化汚泥由来の汚泥	30.0	参考文献 (5150, 52, 60, 65) を基に専門家判断。
その他下水汚泥	40.0	GPG(2000)
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 (参考文献 15)
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。(参考文献 7)
動物のふん尿	40.0	その他下水汚泥の値を代用 (GPG 2000)

## ○ 廃棄物のガス化率

伊藤 (1992) (参考文献 54) 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

2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用い、嫌気性埋立処分場を 1.0、準好気性埋立処分場を 0.5 と設定する。

○ 発生ガス中のCH<sub>4</sub>比率

1996年改訂 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。

表 8-4 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 <sub>4</sub> /t]	準好気性埋立 [kg-CH <sub>4</sub> /t]
食物くず	145	72
紙くず <sup>a</sup>	136	68
繊維くず	150	75
木くず <sup>a</sup>	151	75
し尿処理・浄化槽汚泥	133	67
津波堆積物	15	
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

## ■ 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。各年度の埋立量は生物分解可能埋立量（排出ベース）に、埋立処分場別埋立量割合（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。

$$W_i(T) = W_i(T-1) \times e^{-k} + w_i(T)$$

$$A_i(T) = W_i(T-1) \times (1 - e^{-k})$$

$$k = \ln(2) / H$$

$A_i(T)$  : 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）

$W_i(T)$  : T 年度に埋立処分場内に残存する廃棄物  $i$  の量

$w_i(T)$  : T 年度に埋め立てられた廃棄物  $i$  の量

$k$  : 分解速度定数（1/年）

$H$  : 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）

T 年度に埋め立てられた廃棄物  $i$  の量（ $w_i(T)$ ）

$$= (\text{廃棄物 } i \text{ の生分解可能埋立量}) \times (\text{埋立処分構造別の埋立処分場割合}) \\ \times (1 - \text{廃棄物 } i \text{ の含水率})$$

## ○ 生分解可能埋立量

最終処分される生分解可能廃棄物の年間埋立量（乾燥ベース）を表 8-5 に示す。



表 8-5 生分解可能廃棄物の年間埋立量（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	2008	2009	2010	2011	2012
食物くず	kt / year (dry)	505	493	311	135	79	66	65	68	67
紙くず	kt / year (dry)	1,213	949	766	534	387	312	315	291	267
天然繊維くず	kt / year (dry)	62	56	44	73	13	6	4	8	7
木くず	kt / year (dry)	672	526	298	195	85	77	58	75	58
し尿処理・浄化槽汚泥	kt / year (dry)	78	51	46	47	17	15	17	11	12
津波堆積物	kt / year (dry)	0	0	0	0	0	0	0	7	9
消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	59	50	31	11	4	3	3	5	5
その他下水汚泥	kt / year (dry)	219	185	114	42	17	17	17	34	22
浄水汚泥	kt / year (dry)	199	166	146	66	67	67	67	67	67
製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	347	156	69	48	23	22	31	39	27
動物ふん尿	kt / year (dry)	12	12	11	11	11	14	11	11	12
合計	kt / year (dry)	3,367	2,643	1,837	1,162	702	598	588	616	552

生分解可能廃棄物の種類別埋立量の把握方法の概要を表 8-6 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埋立量には、「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）環境省廃棄物・リサイクル対策部」（以下、循環利用量調査報告書）や「下水道統計（行政編）、（社）日本下水道協会」（以下、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埋立量データ（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。埋立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 8-6 の時系列項目下の記載を参照のこと。

表 8-6 生分解可能廃棄物の埋立量把握方法の概要

項目		出典	一般廃棄物	産業廃棄物	時系列
食物くず		「循環利用量調査報告書」及び同調査データ	総埋立量に組成比を乗じて推計	・ 動植物性残さの直接埋立量及び中間処理後埋立量 ・ 動物の死体の直接埋立量	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部の年度は内挿値</li> <li>1980年度以前は1980年度値を代用</li> </ul>
紙くず	紙くずの直接埋立量				
木くず	木くずの直接埋立量				
天然繊維くず			「繊維統計年報」中の繊維製品中の天然繊維割合を乗じて推計	繊維くずの直接埋立量（廃掃法の規定により、全量を天然繊維くずと見なす）	
し尿処理・浄化槽汚泥	（直接最終処分）	「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）	「循環利用量調査報告書」、及び同調査データ	し尿・浄化槽汚泥処理後最終処分量（ごみ焼却施設もしくは下水処理施設で焼却後に最終処分される量を除いた量）		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		「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
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"> <li>一部の年度は内挿値</li> <li>1985年度以前は1985年度値を代用</li> </ul>
その他下水汚泥		「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		「水道統計、(社)日本水道協会」		各浄水場の「処分土量合計」及び「埋立割合」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埋立量	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・有機発生物）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埋立量	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部の年度は内挿値</li> <li>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</li> <li>1990年度以前は1990年度値を代用</li> </ul>
	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 8-7 の通りである。本カテゴリーの他、「8.4. 廃棄物の焼却 (6.C.)」におけるCO<sub>2</sub>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 8-7 管理処分場に埋め立てられる廃棄物中の含水率

区分	含水率 [%]	出典
食物くず	75 (直接最終処分)	「循環利用量調査報告書」における食物くずの含水率
	70 (処理後最終処分)	マテリアルフローを考慮して設定
紙くず	20 (一般廃棄物)	専門家判断
	15 (産業廃棄物)	
木くず	45	専門家判断
天然繊維くず	20 (一般廃棄物)	専門家判断
	15 (産業廃棄物)	
し尿処理・浄化槽汚泥	85 (直接最終処分)	廃掃法施行令で規定された埋立基準 (汚泥) の含水率基準
	70 (処理後最終処分)	専門家判断
津波堆積物	45	専門家判断により木くずの含水率を代用
下水汚泥	消化汚泥由来の汚泥	処理場ごとに設定
	その他下水汚泥	
浄水汚泥	—*	—
製造業有機性汚泥	77 (食料品製造業) 57 (化学工業) — (製紙業)*	「(財) クリーン・ジャパン・センター」参考値
動物のふん尿	83.1 (直接最終処分)	「畜産における温室効果ガスの発生制御」の文中の含水率
	70 (処理後最終処分)	専門家判断

注) \* : 浄水汚泥及び製紙業有機性汚泥については、乾燥ベースで埋立量のデータを提供されるため含水率を設定しない。

### ○ 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「一般廃棄物処理実態調査結果、環境省廃棄物・リサイクル対策部」(以下、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しゅ水工が行われている処分場を準好気性埋立処分場と見なし、埋立容量 [m<sup>3</sup>] の合計値の割合を準好気性埋立処分場割合とする。

ただし、1996年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。

- 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。
- 1997年度以降は実データに基づき設定する。
- 準好気性埋立が始まった1977年から1996年については、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。

表 8-8 一般廃棄物処分場の埋立処分場構造別の埋立処分割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
嫌気性埋立割合	%	74.2	64.2	54.4	43.5	41.5	36.5	36.1	38.7	38.7
準好気性埋立割合	%	25.8	35.8	45.6	56.5	58.5	63.5	63.9	61.3	61.3

- 産業廃棄物処理場の埋立処理構造別埋立処分場割合
  - 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、産業廃棄物処理施設状況の調査結果（環境省産業廃棄物課実施）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年度と同割合は、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年から1989年については、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 8-9 産業廃棄物処分場の埋立処分場構造別の埋立処分割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
嫌気性埋立割合	%	90.2	81.1	66.4	48.3	45.8	36.9	47.0	36.7	36.7
準好気性埋立割合	%	9.8	18.9	33.6	51.7	54.2	63.1	53.0	63.3	63.3

○ 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り、食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くずは伊藤（1992）（参考文献54）を参考に、それぞれ3年、7年、7年、36年と設定する。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 8-10 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	3	伊藤（1992）
	紙くず	7	
	繊維くず	7	
	木くず	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		

○ 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 8-11 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	2008	2009	2010	2011	2012
食物くず	kt / year (dry)	520	518	453	315	212	184	160	140	125
紙くず	kt / year (dry)	1,264	1,212	1,057	892	780	743	703	665	632
天然繊維くず	kt / year (dry)	75	69	61	59	56	52	47	43	40
木くず	kt / year (dry)	349	385	385	373	362	357	351	346	341
し尿処理・浄化槽汚泥	kt / year (dry)	111	84	64	51	41	37	33	30	27
津波堆積物	kt / year (dry)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	63	58	47	31	21	18	16	13	13
その他下水汚泥	kt / year (dry)	234	219	176	114	78	68	59	52	49
浄水汚泥	kt / year (dry)	192	185	157	120	97	92	88	84	80
製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	365	293	183	118	85	74	65	60	56
動物ふん尿	kt / year (dry)	12	12	12	11	11	11	11	11	11
合計	kt / year (dry)	3,184	3,035	2,595	2,085	1,742	1,635	1,533	1,445	1,374

(注) ごみ減量処理率の向上に伴う直接埋立量の減少が、生分解性廃棄物分解量全般の減少傾向に大きな影響を与えている。

### ○ 埋立処分場におけるCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出が少なくなるような中間処理ならびに埋立工法が採用されているため、埋立処分場におけるCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>回収は、東京都中央防波堤内側処分場における発電利用事例のみである。産業廃棄物については、メタンの回収が行われていない。なお、回収されたCH<sub>4</sub>の焼却に伴い排出されるCO<sub>2</sub>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CH<sub>4</sub>回収量 [g]  
 $r$  : 回収された埋立ガスの発電利用量 [m<sup>3</sup>N]  
 $f$  : 回収された埋立ガス中のCH<sub>4</sub>比率 [-]

#### 【内側処分場において回収された埋立ガスの発電利用量】

東京都廃棄物埋立管理事務所の発電用埋立ガス使用量データより把握する。

#### 【回収された埋立ガス中のCH<sub>4</sub>比率】

内側処分場において回収された埋立ガス中のCH<sub>4</sub>比率は2005年度以降、東京都廃棄物埋立管理事務所より毎年データの提供を受けている。それ以前の値は東京都廃棄物埋立管理事務所ヒアリング結果を参考に、埋立ガス回収が開始された1987年度のCH<sub>4</sub>比率を60%、1996年度を40%と設定し、1988～95年度は線形内挿により設定する。また、1997～2004年度のCH<sub>4</sub>比率は1996年度データを代用して設定する。

表 8-12 日本の埋立処分場におけるCH<sub>4</sub>回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガス使用量	km <sup>3</sup> N	1,985	2,375	2,372	140	1,161	1,154	1,266	1,032	1,681
メタン濃度	%	53.3	42.2	40.0	48.5	37.1	40.0	43.8	51.2	49.5
メタン使用量	km <sup>3</sup> N	1,059	1,003	949	68	431	462	555	528	832
単位換算(メタン重量換算)	Gg-CH <sub>4</sub>	0.76	0.72	0.68	0.05	0.31	0.33	0.40	0.38	0.59

注) 1991～94年度は発電用途以外にも埋立ガスが利用されていたため、発電用埋立ガス使用量が前後の年度と比

較して少なくなった。また、1994年度後半～95年度初頭にかけて発電設備の移設に伴い埋立ガス発電が一時中断されたため、発電用埋立ガス使用量が96年度と比較して少なくなった。2005年度のガス使用量が前年の1割未満となっているのは、2005年4月～2006年2月中旬まで発電装置が休止していたためである。また、運転再開後に濃度が下がりきる前に年度末となったため、メタン濃度が高くなっている。

### ○ 埋立処分場の覆土によるCH<sub>4</sub>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係数である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は、炭素含有率、ガス化率、好気分解補正係数、発生ガス中CH<sub>4</sub>比率の不確実性の合成により求め、ごみ種別に42.4-108.6%と評価された。活動量の不確実性は算定対象年度前年度末までに残存する生分解性廃棄物量（埋立量及び含水率）、それと算定対象年の分解率の不確実性の合成により設定し、ごみ種別に31.7-56.6%と評価された。その結果、管理処分場におけるCH<sub>4</sub>排出量の不確実性は53-113%となった。各要素の不確実性設定方法は以下の通り。

- 実測データの95%信頼区間により設定：炭素含有率（食物くず、紙くず、木くず）
- 統計ごとの不確実性により設定：繊維内需量、生分解性廃棄物埋立量
- 専門家判断により設定：炭素含有率（下水汚泥、し尿処理汚泥、製造業有機性汚泥）、ガス化率、発生ガス中CH<sub>4</sub>比率、生分解性廃棄物の含水率
- IPCCガイドラインのデフォルト値：炭素含有率（動物のふん尿）、好気分解補正係数
- 算定方法検討会設定値の利用：炭素含有率（浄水汚泥）
- 採用データとデフォルト値との差により設定：生分解性廃棄物の残存率

なお、日本における基本的な不確実性評価手法は、別添7に詳述している。

#### ■ 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

GPG（2000）に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添6に詳述している。

### e) 再計算

- 津波堆積物の埋立量を新たに当該カテゴリーの算定対象に追加した。
- 1999、2007、2010 及び 2011 年度の廃棄物の埋立量データの更新に伴い、2000 年度以降の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」

を参照のこと。

#### f) 今後の改善計画及び課題

いくつかの事項について現時点では日本における十分な知見が得られておらず、算定方法改善が予定されている。主な課題は以下の通り。

- 埋立処分場の管理状態を考慮した好気分解補正係数の選択・設定（準好気性と見なす条件の見直し）
- 生分解性廃棄物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
- 紙くず等に含まれている化石起源の炭素及び当該炭素を由来とするCO<sub>2</sub>排出の可能性に関する検討

#### 8.2.2. 非管理処分場からの排出（6.A.2.）

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。

#### 8.2.3. その他の排出（6.A.3.）

##### 8.2.3.1. 不適正処分に伴う排出（6.A.3.a）

###### a) 排出源カテゴリーの説明

日本では、廃棄物処理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（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、1996年改訂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CH<sub>4</sub>排出量は「その他（6.A.3.）」に計上する。

なお、不適正処分地ではまれに火災が発生しており、化石燃料起源のCO<sub>2</sub>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。

算定は管理処分場からの排出（6.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CH<sub>4</sub>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 8-4 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、「不法投棄等産業廃棄物残量調査結果、環境省廃棄物・リサイクル対策部」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、管理処分場からの排出の算定に用いた木くずの値と同様のものを用いる。

表 8-13 不適正処分された木くずの活動量（乾燥ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
活動量	kt (dry)	2.3	5.5	16.0	15.7	14.1	13.1	13.1	13.2	13.4

#### 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 6.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った。不適正処分に伴うCH<sub>4</sub>排出量の不確実性は 79%と評価された。

なお、日本における基本的な不確実性評価手法は、別添 7 に詳述している。

##### ■ 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

GPG（2000）に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 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。1985、1987、1988、1990、1992、1994-2011 年度に処分された不適正処分廃棄物の残存量の変化に伴い、1990～2011 年度排出量の再計算を行った。

#### 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。



## 8.3. 排水の処理 (6.B.)

排水の処理 (6.B.) では、排水処理に伴い発生するCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出量を計上する。日本における算定区分は表 8-14 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ため、CRF6.B.の下位区分では Wastewater に全量を計上し、Sludge の区分は IE として報告する。

表 8-14 排水の処理(6.B.)で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象	処理形態	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
6.B.1 (8.3.1)	産業排水 (8.3.1.1)	(終末処理場)	○	○	
	埋立最終処分場浸出液 (8.3.1.1)	埋立最終処分場浸出液の処理	○	○	
6.B.2. (8.3.2)	生活・商業排水	終末処理場 (8.3.2.1)	○	○	
		生活排水処理施設 (主に浄化槽) (8.3.2.2)	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	○	○
		し尿処理施設 (8.3.2.3)	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	○			
	生活排水の自然界に おける分解 (8.3.2.4)	生活雑排水の未処 理排出	単独処理浄化槽	○	○
			汲み取り便槽	○	○
自家処理			○	○	
汚泥の海洋投入処 分*		し尿処理汚泥	○	○	
		下水汚泥	○	○	

(注) \*：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 8-15 に示す。2012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 2,639 Gg-CO<sub>2</sub> 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 27.9%の減少となっている。本カテゴリーの排出量の減少は、排水処理施設の普及により「生活排水の自然界における分解」からのCH<sub>4</sub>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 (6.B.2.a)」から排出されるN<sub>2</sub>Oは、1995~1998年度にかけて増加している。

表 8-15 排水処理(6.B.)に伴い発生する温室効果ガスの排出量

ガス	区分	算定対象	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	
CH <sub>4</sub>	6.B.1. 産業排水の処理に伴う排出	(終末処理場)	Cg-CH <sub>4</sub>	5.2	5.1	5.0	4.9	4.9	4.7	4.6	4.6	4.6	
		埋立最終処分場浸出液の処理	Cg-CH <sub>4</sub>	1.2	1.2	1.1	0.8	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	
	6.B.2. 生活・商業排水の処理に伴う排出	終末処理場	Cg-CH <sub>4</sub>	8.6	9.9	11.1	12.1	12.4	12.7	12.7	12.7	12.7	12.1
		生活排水処理施設（主に浄化槽）	Cg-CH <sub>4</sub>	33.8	35.0	38.8	32.8	33.2	32.7	32.9	32.9	32.9	32.9
		し尿処理施設	Cg-CH <sub>4</sub>	5.2	3.2	1.8	1.0	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	
		生活排水の自然界における分解	Cg-CH <sub>4</sub>	60.2	50.8	39.5	28.7	23.9	22.4	21.1	20.0	19.3	
	合計			Cg-CH <sub>4</sub>	114.4	105.1	97.3	80.2	75.8	73.6	72.2	71.0	69.7
			Cg-CO <sub>2</sub> 換算	2,402	2,207	2,043	1,685	1,592	1,545	1,517	1,491	1,464	
N <sub>2</sub> O	6.B.1. 産業排水の処理に伴う排出	(終末処理場)	Cg-N <sub>2</sub> O	0.39	0.38	0.33	0.39	0.41	0.39	0.38	0.38	0.38	
		埋立最終処分場浸出液の処理	Cg-N <sub>2</sub> O	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	6.B.2. 生活・商業排水の処理に伴う排出	終末処理場	Cg-N <sub>2</sub> O	1.39	1.55	1.58	1.67	1.69	1.70	1.67	1.67	1.67	1.55
		生活排水処理施設（主に浄化槽）	Cg-N <sub>2</sub> O	1.58	1.65	1.70	1.78	1.76	1.72	1.72	1.71	1.71	1.70
		し尿処理施設	Cg-N <sub>2</sub> O	0.22	0.26	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		生活排水の自然界における分解	Cg-N <sub>2</sub> O	0.44	0.35	0.27	0.19	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	
	合計			Cg-N <sub>2</sub> O	4.05	4.21	4.01	4.08	4.04	3.99	3.94	3.91	3.79
			Cg-CO <sub>2</sub> 換算	1,256	1,307	1,244	1,263	1,253	1,236	1,221	1,213	1,175	
全ガス合計			Cg-CO <sub>2</sub> 換算	3,658	3,514	3,286	2,948	2,844	2,781	2,738	2,704	2,639	

### 8.3.1. 産業排水の処理に伴う排出（6.B.1.）

水質汚濁防止法や下水道法に基づき工場等で処理される産業排水からのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出（6.B.1.a）及び最終処分場（埋立）浸出液の処理に伴うCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出（6.B.1.b）を「産業排水の処理に伴う排出（6.B.1）」に計上する。

#### 8.3.1.1. 産業排水の処理に伴う排出（6.B.1.a）

##### a) 排出源カテゴリーの説明

水質汚濁防止法や下水道法に基づき工場等で処理される産業排水からのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出を「産業排水の処理に伴う排出（6.B.1.）」に計上する。

##### b) 方法論

##### ■ 算定方法

GPG（2000）のデシジョンツリーに従い、排水中の有機物量が大きな産業を対象に、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出量を算定する。CH<sub>4</sub>排出量の算定は、1996年改訂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CH<sub>4</sub>排出係数を乗じて算定する。なお、CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出量の計算を行っている。N<sub>2</sub>O排出量はIPCCガイドラインに算定方法が示されていないため、CH<sub>4</sub>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N<sub>2</sub>O排出係数を乗じて算定を行う。

$$E = EF \times A$$

E : 産業排水の処理に伴うCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、[kg-N<sub>2</sub>O]

$EF$  : 排出係数 [kg-CH<sub>4</sub>/kg-BOD]、[kg-N<sub>2</sub>O/kg-N]  
 $A$  : 終末処理場における年間下水処理量 [m<sup>3</sup>]

### ■ 排出係数

日本の産業排水の処理に伴い発生するCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O量に関する知見は得られないため、CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O発生プロセスが比較的類似すると考えられる「8.3.2.1. 生活・商業排水の処理に伴う排出（終末処理場）(6.B.2.a)」の排出係数を代用して排出係数を設定する<sup>2</sup>。

「生活・商業排水の処理に伴う排出（終末処理場）(6.B.2.a)」の排出係数は排水処理量[m<sup>3</sup>]あたりの排出係数であることから、当該排出係数を下記の終末処理場流入水中の有機物濃度（BODベース）及び窒素濃度で除して有機物量（BODベース）及び窒素量あたりの排出係数に単位を変換する。

流入水のBOD濃度は、「下水道施設設計指針と解説（2001）、（社）日本下水道協会」に示される一般的な家庭汚水の計画流入水質（180 mgBOD/l）を用いた。

流入水の窒素濃度は「平成15年度版下水道統計行政編」より、終末処理場の流入水中の全窒素濃度の値を単純平均した値（37.2 mg N/l）を用いる。

#### CH<sub>4</sub>排出係数

$$\begin{aligned} &= (\text{生活・商業排水の処理に伴う排出（終末処理場）のCH}_4\text{排出係数}) / (\text{流入水のBOD濃度}) \\ &= 8.8 \times 10^{-4} \text{ [kg-CH}_4\text{/m}^3\text{]} / 180 \text{ [mg-BOD/l]} \times 1000 \\ &= 0.0049 \text{ [kg-CH}_4\text{/kg-BOD]} \end{aligned}$$

#### N<sub>2</sub>O排出係数

$$\begin{aligned} &= \{(\text{生活・商業排水の水処理プロセスのN}_2\text{O排出係数}) + (\text{生活・商業排水の污泥処理プロセスのN}_2\text{O排出係数})\} / (\text{流入水の窒素濃度}) \\ &= (160.3 \text{ [mg-N}_2\text{O/m}^3\text{]} + 0.6 \text{ [mg-N}_2\text{O/m}^3\text{]}) / 37.2 \text{ [mg-N/l]} \times 1000 \\ &= 0.0043 \text{ [kg-N}_2\text{O/kg-N]} \end{aligned}$$

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（2006IPCCガイドライン）とは意味が異なる。

### ■ 活動量

CH<sub>4</sub>排出に係る活動量は、排水中に含まれる有機物量をBODベースで把握する。算定対象は、1996年改訂IPCCガイドラインに示されている業種を参考に、排水中のBOD濃度が高く、排水の処理に伴うメタンの排出量が大きい業種について設定する（表 8-16）。産業別の有機物量は、「下水道施設設計指針と解説」の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。

<sup>2</sup> 後述のとおり、終末処理場における生活・商業排水の処理に伴うN<sub>2</sub>O排出係数については、今回（2013年提出）インベントリで改訂を行ったが、産業排水の処理に伴うN<sub>2</sub>O排出係数については、従来用いていた排出係数（文献7）を引き続き適用することとする。

CH<sub>4</sub>排出の活動量

$$= \Sigma \{ (\text{排水処理施設に流入する産業排水量}) \\ \times (\text{CH}_4 \text{発生処理施設において処理される産業排水量割合}) \\ \times (\text{工場内で処理される産業排水割合}) \times (\text{流入排水中の BOD 濃度}) \}$$

N<sub>2</sub>O排出に係る活動量は産業排水中の窒素量で把握する。活動量はCH<sub>4</sub>排出量の算定と同じ業種区分で集計する。

N<sub>2</sub>O排出の活動量

$$= \Sigma \{ (\text{排水処理施設に流入する産業排水量}) \\ \times (\text{N}_2\text{O発生処理施設において処理される産業排水量割合}) \\ \times (\text{工場内で処理される産業排水割合}) \times (\text{流入排水中の窒素濃度}) \}$$

## ○ 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「工業統計表 用地・用水編、経済産業省」の産業細分類別製品処理用水及び洗浄用水量を用いる。

○ CH<sub>4</sub>発生処理施設において処理される産業排水量割合

産業排水処理に伴い、活性汚泥法による排水処理及び嫌気性処理においてCH<sub>4</sub>が発生すると考えられる。よって、「発生負荷量管理等調査、環境省水・大気環境局」における、「活性汚泥」、「その他生物処理」、「膜処理」、「硝化脱窒」、「その他高度処理」の届出排水量の全排水量に対する割合を産業排水処理割合として産業中分類別に設定する。

○ N<sub>2</sub>O発生処理施設において処理される産業排水量割合

産業排水処理に伴い、主に脱窒等の生物処理プロセスにおいてN<sub>2</sub>Oが発生すると考えられる。CH<sub>4</sub>発生処理施設において処理される産業排水量割合をN<sub>2</sub>O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、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成 11 年版」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 8-16 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	1467	62
10	飲料・たばこ・飼料製造業	1138	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	1093	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	1810	60

表 8-17 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	2008	2009	2010	2011	2012
流入排水中有機物量	kt-BOD	1,075	1,046	1,032	1,000	1,004	970	946	946	946
流入排水中窒素量	kt N	89	87	76	89	94	90	89	89	89

## 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専門家判断により設定する。CH<sub>4</sub>排出の活動量の不確実性は、用水量、CH<sub>4</sub>発生処理施設において処理される産業排水量割合、工場内で処理される産業排水割合、流入排水中の有機物濃度について、それぞれ産業中分類別の不確実性を求め、全体を合成し 37.4%と評価する。用水量、CH<sub>4</sub>発生処理施設において処理される産業排水量割合、流入排水中の有機物濃度の不確実性は統計種類ごとに統一的に設定した値、工場内で処理される産業排水割合は専門家判断により設定した値を用いている。

N<sub>2</sub>O排出の不確実性はCH<sub>4</sub>と同様の方法を用い（ただしBOD濃度ではなく窒素濃度を利用）、それぞれ排出係数の不確実性が 300%、活動量の不確実性が 51.1%と評価された。産業排水処理に伴うCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>O排出量の不確実性はそれぞれ 71%と 304%となる。なお、不確実性評価手法の詳細については、別添 7 を参照のこと。

## ■ 時系列の一貫性

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 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

いくつかの事項について現時点では日本における十分な知見が得られておらず、算定方法の改善が予定されている。主な課題は以下の通り。

- 終末処理場のものを代用している産業排水処理に伴う排出係数の長期的・将来的な改善
- 産業排水処理に伴い発生するCH<sub>4</sub>の回収量の長期的・将来的な検討

## 8.3.1.2. 最終処分場浸出液の処理に伴う排出 (6.B.1.b)

## a) 排出源カテゴリーの説明

最終処分場 (埋立) における浸出液処理に伴うCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出を「最終処分場浸出液の処理に伴う排出」(6.B.1.b) に計上する。

## 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 (kgBOD/年) 及び窒素量 (kgN/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CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O排出量算定方法を適用し、以下のとおりCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出量を算定する。

$$E = EF \times L_i$$

$E$  : CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O排出量

$EF$  : CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O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CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O各排出係数の算定方法に基づき設定する。

CH<sub>4</sub>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 CH<sub>4</sub>/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-CH<sub>4</sub>/kg-BOD] (IPCCデフォルト値 : 0.6)

$MCF$  :メタン変換係数 (IPCC デフォルト値 : 0.8)



N<sub>2</sub>O排出係数

N<sub>2</sub>Oの排出係数（排水中の窒素負荷量あたりのN<sub>2</sub>O排出量）は、2006年IPCCガイドラインに示されるデフォルト値0.005（kg N<sub>2</sub>O-N/kg N）を単位換算して設定する。

$$EF_N = 0.005 \text{ [kg-N}_2\text{O-N/kg-N]} \times 44/28 \\ = 0.0079 \text{ [kg-N}_2\text{O/kg-N]}$$

## ■ 活動量

CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>Oの排出に係る活動量は、「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（環境省循環型社会推進室）」（参考文献15）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埋立量あたりの有機物量・窒素量の浸出液中への移行率を設定し、埋め立てられた有機性廃棄物から将来的に浸出液中に移行するBOD量・TN量（潜在量）にて把握する。

CH<sub>4</sub>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]

$F_{BOD}$  : 有機性廃棄物埋立量あたりの有機分の浸出液中への移行率 [kg-BOD/t]  
参考文献15より0.188 [kg-BOD/t]と設定する。

$W$  : 有機性廃棄物埋立量 [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  
参考文献15より、87.6%と設定する。

N<sub>2</sub>O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 (kgN/年)

$L_{TNi}$  : 有機性廃棄物埋立量 [t/年]（直接最終処分+処理後最終処分（焼却灰含む））  
参考文献15より、0.254 [kg-N/t]と設定する。

$W$  : 有機性廃棄物埋立量 [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  
参考文献15より、87.6%と設定する。

表 8-18 最終処分場浸出液処理に伴う有機物量（kt-BOD）及び窒素量（ktN）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
最終処分場浸出液処理に伴う有機物量	kt-BOD	2.6	2.5	2.2	1.6	1.3	0.8	0.8	0.6	0.6
最終処分場浸出液処理に伴う窒素量	kt-N	3.5	3.3	3.0	2.2	1.7	1.1	1.1	0.8	0.8

## c) 不確実性と時系列の一貫性

## ■ 不確実性

CH<sub>4</sub>の排出係数の不確実性は最大メタン生成能とメタン変換係数の不確実性の合成、N<sub>2</sub>O

排出係数の不確実性は 2006 年ガイドラインに示される排出係数のデフォルト値を用いて設定する。活動量の不確実性は単独処理浄化槽、汲み取り便槽、自家処理（排水処理人口と、生活排水の BOD 原単位もしくは窒素原単位の合成により設定）及び海洋投入（海洋投入されたし尿及び浄化槽汚泥量と、し尿及び浄化槽汚泥中の有機物濃度もしくは窒素濃度の合成）に対して設定する。各要素の不確実性の設定方法は以下の通り。

- 2006 年ガイドラインデフォルト値：最大メタン生成能、メタン変換係数
- 専門家判断：生活排水の BOD 原単位・窒素原単位
- 実測結果の 95%信頼区間：し尿及び浄化槽汚泥中の有機物単位・窒素濃度
- 統計種類別の設定値：排水処理人口、海洋投入されたし尿及び浄化槽汚泥量  
生活排水の自然界における分解に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性はともに 76%であった。なお、不確実性の手法については、別添 7 に詳述している。

#### ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 を参考のこと。

#### e) 再計算

1999、2007、2010、2011 年度の廃棄物の埋立量データの更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

#### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

### 8.3.2. 生活・商業排水の処理に伴う排出 (6.B.2.)

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・商業排水の処理に伴う排出 (6.B.2.)」に計上する。CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 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、2012 年度末時点の公共下水道水洗化率は 71.5%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。2012 年度における浄化槽水洗化率は 21.3%である。残りは収集後処理されるか自家処理される。

CRF 6.B.2 の報告では、下位区分の 6.B.2.2 Human sewage でし尿処理施設 (6.B.2.c) における N<sub>2</sub>O 排出量を報告し、残りの排出量は 6.B.2.1 Domestic and Commercial (w/o human sludge) の下で報告している。

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 NE として報告している。

### 8.3.2.1. 終末処理場 (6.B.2.a)

#### a) 排出源カテゴリーの説明

本サブカテゴリーでは、下水道により収集された排水が下水の終末処理場で処理される際に排出される CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O を算定する。

#### b) 方法論

##### ■ 算定方法

当該排出源から排出される CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O については、GPG (2000) のデシジョンツリー (Page 5.14, Fig. 5.2) 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 CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、  
[kg-N<sub>2</sub>O]
- $EF$  : 終末処理場における年間下水処理量 [m<sup>3</sup>]
- $A$  : 排出係数 [kg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>]、[kg-N<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>]

##### ■ 排出係数

#### 1) CH<sub>4</sub>

終末処理場の水処理プロセス及び汚泥処理プロセスにおいて実測された CH<sub>4</sub> の放出量を国内の研究事例より引用し、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 (参考文献 7)。

$$EF_{CH_4} = EF_{WWTT} + EF_{SSTT} = 8.764 \times 10^{-4} \text{ [kg-CH}_4\text{/m}^3\text{]}$$

- $EF_{CH_4}$  : CH<sub>4</sub> 排出係数
- $EF_{WWTT}$  : 水処理プロセスの排出係数 (528.7 [mg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>])
- $EF_{SSTT}$  : 汚泥処理プロセスの排出係数 (348.0 [mg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>])

#### 2) N<sub>2</sub>O

終末処理場の水処理プロセス及び汚泥処理プロセスにおいて実測された N<sub>2</sub>O 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。

国内の研究事例より、終末処理場における排水処理方法に応じて N<sub>2</sub>O 発生量が異なることが明らかになっていることから、水処理法式別の排出係数を用いる (参考文献 16)。

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

- $EF_{N_2O}$  : N<sub>2</sub>O 排出係数
- $EF_{WWTTi}$  : 水処理プロセス (方式) i の排出係数 (表 8-19 参照)
- $EF_{SSTT}$  : 汚泥処理プロセスの排出係数 (0.6 [mg N<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>])

表 8-19 終末処理場における N<sub>2</sub>O 排出係数

水処理プロセスの排出係数		N <sub>2</sub> O 排出係数 (水処理+汚泥処理プロセス)
水処理方式	単位 [mg-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> ]	単位 [mg-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> ]
標準活性汚泥法 <sup>a</sup>	142	142.6
嫌気好気活性汚泥法	29.2	29.8
嫌気無酸素好気法及び循環式硝化脱窒法 <sup>b</sup>	11.7	12.3
循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法	0.5	1.1

(注)

- a) 本分類に該当しない処理法を含む。
- b) 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。

■ 活動量

終末処理場における水処理に伴う N<sub>2</sub>O 排出の活動量については、国土交通省提供の水処理方式別の排水処理量を用いる。CH<sub>4</sub> 排出の活動量については N<sub>2</sub>O 排出で用いた排水処理量の合計値を用いる。

表 8-20 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	2008	2009	2010	2011	2012
標準活性汚泥法	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	9,761	10,780	10,686	11,405	11,508	11,552	11,358	11,288	10,485
嫌気好気活性汚泥法	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	73	446	1,523	1,039	809	868	909	909	953
嫌気無酸素好気法及び循環式硝化脱窒法	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	23	89	487	1,374	1,858	2,049	2,181	2,308	2,355
循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0	0	0	0	1	1	2	20	20
合計	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	9,857	11,316	12,696	13,818	14,176	14,470	14,450	14,525	13,813

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出係数の不確実性は実測結果の 95%信頼区間を用いて設定する。活動量の不確実性は日本で設定した統計種類ごとの不確実性の設定値をそれぞれ年間処理量と年間一次処理量に対して適用し、両者を合成して評価する。

終末処理場からの CH<sub>4</sub> 排出量の不確実性は 33%で、N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性は 146%であった。不確実性評価手法については、別添 7 に詳述している。

■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 を参考のこと。

e) 再計算

2011 年度の終末処理場における排水処理量データの更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 8.3.2.2. 生活排水処理施設（主に浄化槽）（6.B.2.b）

## 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 8-21 生活排水処理施設・設備の概要

処理方法	施設概要	処理対象
コミュニティ・プラント	地域ごとに設置される小規模な排水処理施設	し尿及び雑排水
合併処理浄化槽	個別の世帯に設置される分散型排水処理設備	し尿及び雑排水
単独処理浄化槽	個別の世帯に設置される分散型排水処理設備	し尿
汲み取り便槽	個別の世帯に設置	し尿

本カテゴリーではこれらの生活排水処理施設における処理プロセスにより発生する CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出量を計上する。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計上対象であり、汲み取り便槽から収集されたし尿を収集後に処理する際に発生する CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O は、「し尿処理施設からの排出(6.B.2.c)」で取り扱う。

## b) 方法論

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O については、GPG(2000)のデシジョンツリー (Page 5.14, Fig. 5.2) に従い、日本独自の算定方法を用いた。各生活排水処理施設の種類ごとの年間処理人口に排出係数を乗じて、排出量を算定する。

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

$E$  : 生活排水処理施設（主に浄化槽）における生活・商業排水の処理に伴う CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、[kg-N<sub>2</sub>O]

$EF_i$  : 生活排水処理施設 i の排出係数 [kg-CH<sub>4</sub>/人]、[kg-N<sub>2</sub>O/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

当該排出源から排出される CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O の排出係数を以下のように設定する。

## ○ コミュニティ・プラント

• CH<sub>4</sub>

- 1995 年度までは、田中（1998）を引用する。
- 2005 年度以降はプラントの性能向上を考慮し、池・惣田（2010）の結果を用いる。

- 1996～2004 年度については、内挿値を用いる。
- N<sub>2</sub>O
  - 1995 年度までは、田中他（1997）に示される実測値の上限値及び下限値の単純平均値を用いる。
  - 2005 年度以降は、プラントの性能向上を考慮し、池・惣田（2010）の結果を用いる。
  - 1996～2004 年度については、内挿値を用いる。

表 8-22 コミュニティ・プラントの CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 排出係数

ガス	単位	1990～1995 年度	1996～2004 年度	2005 年度以降
CH <sub>4</sub>	kg-CH <sub>4</sub> /人・年	0.195	1995 年度値と 2005 年度値を用いて内挿	0.062
N <sub>2</sub> O	kg-N <sub>2</sub> O-N/人・年	0.0394	1995 年度値と 2005 年度値を用いて内挿	0.0048

○ 合併処理浄化槽

- CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O
 

環境省地球環境局低炭素社会推進室の「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」（参考文献 17）及び「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」（参考文献 18）に基づき、2001 年度以降とそれ以前に分けて排出係数を設定する。

  - 2001 年度以前については、構造例示型浄化槽の排出係数を用いる。
  - 2002 年度以降については、2001 年度の建築基準法の改正に伴い、性能評価型浄化槽の導入が始まったことを踏まえ、構造例示型及び性能評価型（BOD 除去型及び BOD・N 除去型）浄化槽の平均排出係数を用いる。

表 8-23 合併処理浄化槽の CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 排出係数

ガス	単位	1990～2001 年度	2002 年度以降
CH <sub>4</sub>	kg-CH <sub>4</sub> /人・年	2.477	1.835
N <sub>2</sub> O	kg-N <sub>2</sub> O/人・年	0.0717	0.00831

○ 単独処理浄化槽

- CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O
 

環境省地球環境局低炭素社会推進室の「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」（参考文献 17）及び「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」（参考文献 18）により得られた単独処理浄化槽の排出係数を用いる。

なお、単独処理浄化槽については、過年度における大きな技術の変化が無いことから、1990 年度以降の各年度に同排出係数を適用する。

表 8-24 単独処理浄化槽の CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 排出係数

ガス	単位	1990 年度以降の各年度
CH <sub>4</sub>	kg-CH <sub>4</sub> /人・年	0.46
N <sub>2</sub> O	kg-N <sub>2</sub> O/人・年	0.039



## ○ 汲み取り便槽

● CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O

環境省地球環境局低炭素社会推進室の「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」（参考文献17）及び「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」（参考文献18）により得られた汲み取り便槽の平均排出係数を用いる。

なお、汲み取り便槽については、過年度における大きな技術の変化が無いことから、1990年度以降の各年度に同排出係数を適用する。

表 8-25 汲み取り便槽の CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 排出係数

ガス	単位	1990年度以降の各年度
CH <sub>4</sub>	kg-CH <sub>4</sub> /人・年	0.062
N <sub>2</sub> O	kg-N <sub>2</sub> O/人・年	0.000022

## ■ 活動量

生活排水処理施設における水処理に伴う CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O 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。

表 8-26 浄化槽種類別処理人口 [千人]

浄化槽種類	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
コミュニティ・プラント	千人	493	398	414	552	416	297	293	286	289
合併処理浄化槽	千人	7,983	8,515	10,806	12,792	13,854	13,792	14,082	14,276	14,340
単独処理浄化槽	千人	25,119	26,105	23,289	18,303	15,413	14,712	13,948	13,316	13,051
汲み取り便槽	千人	38,920	29,409	20,358	13,920	11,301	10,671	9,984	9,348	8,850
合計	千人	72,515	64,427	54,867	45,567	40,984	39,472	38,307	37,226	36,530

## 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実測データ数や設定方法を勘案し下記のデータを用いて処理施設別に設定する。

- 実測結果の95%信頼区間：合併処理（N<sub>2</sub>O）、単独処理（CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O）
- 実測結果の上限値・下限値：コミュニティ・プラント（CH<sub>4</sub>）、合併処理（CH<sub>4</sub>）
- 検討会設定のデフォルト値：コミュニティ・プラント（N<sub>2</sub>O）、汲み取り（CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O）

活動量の不確実性は処理施設別の排水処理人口の不確実性を統計種類ごとの設定値（10%）を用いて設定する。生活排水処理施設（主に浄化槽）からの CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性は 87% と 72% と評価された。不確実性評価手法については、別添7に詳述している。

## ■ 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

GPG（2000）に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添6を参考のこと。

e) 再計算

- 2002、2003、2004、2005、2007、2011 年度の浄化槽種類別処理人口データの更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

### 8.3.2.3. し尿処理施設 (6.B.2.c)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、し尿処理施設に収集された汲み取りし尿及び浄化槽汚泥がし尿処理施設で処理される際に発生する CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出量を算定している。

b) 方法論

1) CH<sub>4</sub>

■ 算定方法

当該排出源から排出される CH<sub>4</sub> については、GPG (2000) のデシジョンツリー (Page 5.14, Fig. 5.2) 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 CH<sub>4</sub> 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]

$EF_i$  : し尿処理施設 (処理方式i) の排出係数 [kg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>]

$A_i$  : 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 [m<sup>3</sup>]

■ 排出係数

し尿処理施設の処理方式別に、嫌気性処理、好気性処理、標準脱窒素処理、高負荷脱窒素処理、膜分離、その他の各処理形式の CH<sub>4</sub> の排出係数を設定する (参考文献 7)。

表 8-27 処理形式ごとの CH<sub>4</sub> 排出係数

処理方法	CH <sub>4</sub> 排出係数 [kg-CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> ]	出典
嫌気性処理	0.543	参考文献 36 に示された CH <sub>4</sub> 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	参考文献 66
高負荷脱窒素処理	0.005	参考文献 66
膜分離	0.00545	排出実態が不明なため、好気性処理の排出係数にて代用
その他	0.00545	排出実態が不明なため、好気性処理の排出係数にて代用

### ■ 活動量

し尿処理施設における水処理に伴う CH<sub>4</sub> 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 8-28) に、し尿処理方式別の処理能力 (表 8-29) 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 8-30) を求める。

#### し尿処理方式*i*の活動量

$$= \{ (\text{し尿処理方式 } i \text{ で処理されたし尿及び浄化槽汚泥の総量}) \times (\text{し尿処理方式 } i \text{ による処理能力}) \} / (\text{全し尿処理方式による処理能力の合計})$$

表 8-28 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	2008	2009	2010	2011	2012
汲み取りし尿量	千kl/年	20,406	18,049	14,673	10,400	8,894	8,353	7,917	7,365	7,015
浄化槽汚泥量	千kl/年	9,224	11,545	13,234	13,790	14,064	13,989	13,760	13,547	13,511
合計	千kl/年	29,630	29,594	27,907	24,190	22,958	22,342	21,677	20,912	20,526

表 8-29 処理形式ごとの処理能力

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
嫌気性処理	kl/日	34,580	19,869	10,996	6,476	4,444	4,144	3,891	3,265	3,039
好気性処理	kl/日	26,654	19,716	12,166	8,465	7,535	6,961	6,753	6,200	6,469
標準脱窒素	kl/日	25,196	30,157	31,908	29,655	27,737	27,748	26,173	25,694	25,538
高負荷脱窒素	kl/日	8,158	13,817	16,498	17,493	14,938	16,285	16,104	15,778	15,030
膜分離	kl/日	0	1,616	2,375	3,055	3,650	3,573	3,684	3,684	4,062
その他	kl/日	13,777	20,028	25,917	30,277	35,441	34,654	34,577	34,622	33,616

表 8-30 処理形式ごとのし尿処理量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
嫌気性処理	千kl/年	9,455	5,589	3,073	1,642	1,088	992	925	765	711
好気性処理	千kl/年	7,288	5,546	3,400	2,146	1,845	1,666	1,605	1,453	1,513
標準脱窒素	千kl/年	6,889	8,483	8,917	7,518	6,793	6,640	6,222	6,021	5,973
高負荷脱窒素	千kl/年	2,231	3,887	4,611	4,435	3,658	3,897	3,828	3,697	3,516
膜分離	千kl/年	0	455	664	774	894	855	876	863	950
その他	千kl/年	3,767	5,634	7,243	7,676	8,679	8,293	8,220	8,113	7,863
合計	千kl/年	29,630	29,594	27,907	24,190	22,958	22,342	21,677	20,912	20,526

2) N<sub>2</sub>O

■ 算定方法

当該排出源から排出される N<sub>2</sub>O については、GPG (2000) のデシジョンツリー (Page 5.14, Fig. 5.2) 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 N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-N<sub>2</sub>O]
- EF<sub>i</sub> : し尿処理施設 (処理方式 i) の排出係数 [kg-N<sub>2</sub>O/kg-N]
- A<sub>i</sub> : し尿処理施設 (処理方式 i) に投入されたし尿及び浄化槽汚泥中の窒素量 [kg-N]

■ 排出係数

高負荷脱窒素処理、膜分離処理、その他の各処理形式ごとに我が国の研究事例を用いて N<sub>2</sub>O 排出係数を設定する (参考文献 7)。

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 8-31 処理形式ごとの N<sub>2</sub>O 排出係数

処理方法	N <sub>2</sub> O 排出係数 [kg-N <sub>2</sub> 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 <sup>a</sup>	1994 年度値と 2003 年度値を用いて内挿	0.0029 <sup>b</sup>
膜分離	0.033 <sup>a</sup>	1994 年度値と 2003 年度値を用いて内挿	0.0024 <sup>b</sup>
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 <sup>c*</sup>		

(注)

- a) 参考文献 67 に示された 13 施設における実測値の中央値を採用
- b) 参考文献 59 に示された 13 施設における実測値の中央値を採用
- c) 参考文献 66 (標準脱窒処理における上限値 (0.00001 [kg-N<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>]) を、1994 年度における投入窒素濃度 2,214 [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。

活動量

$$= \{ (\text{し尿処理施設に投入されたし尿量}) \times (\text{し尿中の窒素濃度}) + (\text{し尿処理施設に投入された浄化槽汚泥量}) \times (\text{浄化槽汚泥中の窒素濃度}) \} \times (\text{し尿処理方式 i による処理能力割合})$$

## ○ し尿処理施設に投入されたし尿量及び浄化槽汚泥量

し尿処理施設からの CH<sub>4</sub> 排出量算定に用いたデータ（表 8-28）と同様。

## ○ し尿処理方式別のし尿処理割合

し尿処理施設からの CH<sub>4</sub> 排出量算定に用いたデータ（表 8-29）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、岡崎ほか（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 8-32）。

表 8-32 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	2008	2009	2010	2011	2012
し尿	mg-N/l	3,940	3,100	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
加重平均値	mg-N/l	3,043	2,008	1,695	1,491	1,401	1,373	1,354	1,327	1,305

表 8-33 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	2008	2009	2010	2011	2012
嫌気性処理	kt-N	28.8	11.2	5.2	2.4	1.5	1.4	1.3	1.0	0.9
好気性処理	kt-N	22.2	11.1	5.8	3.2	2.6	2.3	2.2	1.9	2.0
標準脱窒素	kt-N	21.0	17.0	15.1	11.2	9.5	9.1	8.4	8.0	7.8
高負荷脱窒素	kt-N	6.8	7.8	7.8	6.6	5.1	5.3	5.2	4.9	4.6
膜分離	kt-N	0	0.9	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.2
その他	kt-N	11.5	11.3	12.3	11.4	12.2	11.4	11.1	10.8	10.3
合計	kt-N	90.2	59.4	47.3	36.1	32.2	30.7	29.4	27.7	26.8

## c) 不確実性と時系列の一貫性

## ■ 不確実性

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性はし尿処理施設の処理方式別（嫌気性処理、好気性処理、標準脱窒素、高負荷脱窒素、膜分離、その他）に、全て検討会設定のデフォルト値を適用して設定する。CH<sub>4</sub> 排出の活動量の不確実性は、し尿処理施設に投入されたし尿及び浄化槽汚泥量とし尿処理方式別のし尿処理能力割合の不確実性の合成により求め、それぞれの要素の不確実性は統計種類ごとの値を適用する。N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性も同じく処理方式別に設定する。高負荷脱窒素と膜分離処理は排出係数実測結果の 95%信頼区間、その他の処理の場合は検討会設定のデフォルト値を利用する。N<sub>2</sub>O 排出の活動量の不確実性は CH<sub>4</sub> の不確実性に加え、実測結果の分散により設定したし尿及び浄化槽汚泥中の窒素濃度に関する不確実性を更に合成して評価する。

し尿処理施設における分解に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性は 101%と 106%である。なお、不確実性の手法の詳細については、別添 7 に詳述している。

### ■ 時系列の一貫性

N<sub>2</sub>O 排出係数について実測データが得られない期間は、表 8-31 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 に詳述している。

#### e) 再計算

2011 年度のし尿処理量データの更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

#### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

### 8.3.2.4. 生活排水の自然界における分解に伴う排出 (6.B.2.d)

#### 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、一部は未処理のまま公共用水域に排出されている。本カテゴリーでは、公共用水域に排出された生活排水が自然界で分解されて発生する CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の計上を行う。

#### b) 方法論

##### ■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインに記載された方法に従い算定方法を設定する。自然界における排水の分解では、汚泥として引き抜かれた有機物量と CH<sub>4</sub> 回収量はゼロとなるため、CH<sub>4</sub> 排出量は未処理のまま公共用水域に排出された生活排水中の有機物量に排出係数を乗じて算定する。N<sub>2</sub>O 排出量は排水中に含まれる窒素量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF \times A$$

- $E$  : 生活排水の自然界における分解に伴う CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、[kg-N<sub>2</sub>O]  
 $EF$  : 排出係数 [kg-CH<sub>4</sub>/kg-BOD]、[kg-N<sub>2</sub>O/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

CH<sub>4</sub> 排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い最大メタン生成能 (B<sub>0</sub>) 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-CH<sub>4</sub>/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。



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

$N_2O$  の排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値 0.005 [kg  $N_2O$ -N/kg N] を単位換算して設定する。

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

### ■ 活動量

本サブカテゴリーで算定対象とする排出源は以下の通りである。

- 単独処理浄化槽を利用する家庭等における生活雑排水（単独処理浄化槽）
- 汲み取り便槽を利用する家庭等における生活雑排水（汲み取り便槽）
- 自家処理を行う家庭等における生活雑排水（自家処理）
- 海洋投入処分されたし尿及び浄化槽汚泥（海洋投入処分量（し尿））
- 海洋投入処分された下水汚泥（海洋投入処分量（下水汚泥））

各排出源の活動量は表 8-34 のように定義する。見積もった活動量は表 8-35 に記す。

表 8-34 生活排水の自然界における分解に伴う排出量算定のための活動量把握方法

	CH <sub>4</sub> 排出活動量	N <sub>2</sub> O 排出活動量
単独処理浄化槽 汲み取り便槽	利用人口 [人] × 生活雑排水の BOD 原単位 [g-BOD/人日]	利用人口 [人] × 生活雑排水の窒素原単位 [g-N/人日]
自家処理*	自家処理人口 (人) × 生活雑排水の BOD 原単位 [g-BOD/人日]	自家処理人口 [人] × 生活雑排水の窒素原単位 [g N/人日]
海洋投入処分量 (し尿)	海洋投入処分されたし尿量 [kl] × し尿中有機物濃度 [mg-BOD/l] + 海洋投入処分された浄化槽汚泥量 [kl] × 浄化槽汚泥中有機物濃度 [mg-BOD/l]	海洋投入処分されたし尿量 [kl] × し尿中窒素濃度 [mg-N/l] + 海洋投入処分された浄化槽汚泥量 [kl] × 浄化槽汚泥中窒素濃度 [mg-N/l]
海洋投入処分量 (下水汚泥)	海洋投入処分された下水汚泥量 [kl] × 下水汚泥中有機物濃度 [mg-BOD/l]	海洋投入処分された下水汚泥量 [kl] × 下水汚泥中窒素濃度 [mg-N/l]

(出典)

- 単独処理浄化槽、汲み取り便槽、自家処理人口、し尿海洋投入量：参考文献 8
- 生活雑排水の BOD 原単位、窒素原単位：参考文献 43
- し尿及び浄化槽汚泥中の有機物濃度、窒素濃度：参考文献 58

(注)

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、し尿の農地還元に伴う  $N_2O$  排出量は農業分野の「土壌からの直接排出 (4.D.)」において計上していることから、二重計上を防ぐため本排出源の算定対象には含めていない。

表 8-35 活動量：未処理のまま公共用水域に排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	2008	2009	2010	2011	2012
単独処理浄化槽	kt-BOD	366.7	381.1	341.0	267.2	225.6	214.8	203.6	194.4	191.1
汲み取り便槽	kt-BOD	568.2	429.4	298.0	203.2	165.4	155.8	145.8	136.5	129.6
自家処理	kt-BOD	46.2	21.0	9.4	3.9	7.6	2.0	1.9	1.6	1.6
し尿の海洋投入量	kt-BOD	21.7	13.5	9.3	3.5	0	0	0	0	0
下水汚泥海洋投入量	kt-BOD	0.8	0.9	0.0	0	0	0	0	0	0
合計	kt-BOD	1,002.9	845.1	657.7	477.8	398.7	372.6	351.3	332.5	322.2

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
単独処理浄化槽	kt-N	18.3	19.1	17.0	13.4	11.3	10.7	10.2	9.7	9.6
汲み取り便槽	kt-N	28.4	21.5	14.9	10.2	8.3	7.8	7.3	6.8	6.5
自家処理	kt-N	2.3	1.1	0.5	0.2	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
し尿の海洋投入量	kt-N	7.2	3.2	2.2	0.8	0	0	0	0	0
下水汚泥海洋投入量	kt-N	0.1	0.1	0.0	0	0	0	0	0	0
合計	kt-N	56.3	44.7	34.6	24.5	19.9	18.6	17.6	16.6	16.1

## c) 不確実性と時系列の一貫性

## ■ 不確実性

CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性は最大メタン生成能とメタン変換係数の不確実性の合成、N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性は 2006 年ガイドラインに示される排出係数のデフォルト値を用いて設定する。活動量の不確実性は単独処理浄化槽、汲み取り便槽、自家処理（排水処理人口と、生活排水の BOD 原単位もしくは窒素原単位の合成により設定）及び海洋投入（海洋投入されたし尿及び浄化槽汚泥量と、し尿及び浄化槽汚泥中の有機物濃度もしくは窒素濃度の合成）に対して設定する。各要素の不確実性の設定方法は以下の通り。

- 2006 年ガイドラインデフォルト値：最大メタン生成能、メタン変換係数
- 専門家判断：生活排水の BOD 原単位・窒素原単位
- 実測結果の 95%信頼区間：し尿及び浄化槽汚泥中の有機物単位・窒素濃度
- 統計種類別の設定値：排水処理人口、海洋投入されたし尿及び浄化槽汚泥量

生活排水の自然界における分解に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性はともに 76%であった。なお、不確実性の手法については、別添 7 に詳述している。

## ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 に詳述している。

## e) 再計算

2002、2003、2004、2007、2011 年度の単独処理浄化槽・汲み取り便槽の処理人口データ及び、2011 年度のし尿処理量データの更新に伴い、当該年度排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

8.3.2.5. 生活・商業排水の処理に伴う CH<sub>4</sub> の回収量（参考値）（6.B.2.-）

## a) 概要

日本では、終末処理場及びし尿処理施設における汚泥消化及び嫌気性排水処理に伴い発生する CH<sub>4</sub> は全て回収されている。

また、日本では国独自の算定方法により、CH<sub>4</sub> の大気中への施設からの放出量（実測値）に基づく CH<sub>4</sub> 排出係数を用いて CH<sub>4</sub> 排出量を算定している（詳細は「8.3.2.1. 終末処理場（6.B.2.a）」、「8.3.2.2. 生活排水処理施設（主に浄化槽）（6.B.2.b）」を参照のこと）。

よって、GPG（2000）に示されている、生活・商業排水の処理の伴い発生する CH<sub>4</sub> の排出量から CH<sub>4</sub> 回収量を減じて CH<sub>4</sub> 排出量を算定する方法とは異なるため、排出量の算定に CH<sub>4</sub> 回収量は必要無いが、当該量を参考値として本セクションに示す。

## b) 方法論

1) 終末処分場における CH<sub>4</sub> 回収（参考値）

## ■ 算定方法

終末処理場の汚泥消化槽から回収されるメタン量は、終末処理場の汚泥消化槽から回収される消化ガス量（体積ベース）に消化ガス中のメタン濃度を考慮した排出係数を乗じて算定する。

$$R = A \times EF$$

$R$  : 終末処分場におけるメタン回収量 [Gg-CH<sub>4</sub>]  
 $A$  : 消化ガス発生量 [m<sup>3</sup>]  
 $EF$  : 排出係数 [Gg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>]

## ■ 排出係数

排出係数は、消化ガス中の平均的なメタン濃度を重量換算して設定する。

$$EF = F_{CH_4} \times 16 / 22.4$$

$EF$  : 排出係数 [Gg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>]  
 $F_{CH_4}$  : 消化ガス中のメタン濃度(体積ベース)

消化ガス中の CH<sub>4</sub> 濃度（体積ベース）は、「バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル（案）、国土交通省」を参考に 60% と設定する。

## ■ 活動量

終末処理場の汚泥消化槽から回収される消化ガス量は、各年度の「下水道統計」に示される「汚泥処理設備の消化ガス発生量」より把握する。我が国の終末処理場では発生する消化ガスの全量が回収されていることから、消化ガス発生量の全量を消化ガス回収量として扱う。また、消化ガスエネルギー用途利用量は、同統計の「汚泥消化設備における消化ガス使用量」に計上される消化ガス量より把握する。

表 8-36 終末処理場の汚泥消化槽から回収されるメタン量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
CH <sub>4</sub> 回収量	Gg-CH <sub>4</sub>	88.7	110.5	113.3	122.0	130.3	130.2	132.5	133.4	143.6
うちエネルギー利用量	Gg-CH <sub>4</sub>	65.3	73.9	75.3	85.0	93.2	92.4	94.5	97.0	100.4

2) し尿処理施設における CH<sub>4</sub> 回収 (参考値)

■ 算定方法

し尿処理施設から回収されるメタン量は、し尿処理施設でのバイオガスの資源化量 (体積ベース) にバイオガス中のメタン濃度を考慮した排出係数を乗じて算定する。

$$R = A \times EF$$

- R : し尿処理施設におけるメタン回収量 [Gg-CH<sub>4</sub>]
- A : バイオガスの資源化量 [m<sup>3</sup>]
- EF : 排出係数 [Gg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>]

■ 排出係数

排出係数は、バイオガス中のメタン濃度と重量換算を考慮して設定する。バイオガス中のメタン濃度は「バイオマス利活用技術情報データベース、社団法人地域資源循環技術センター」を参考に 60% とする。また、統計値は体積ベースで集計されているため、施設での平均気温を 18℃ とした上で重量に換算する。

$$EF = F_{CH_4} \times 16 / 22.4 \times 273 / (273 + 18)$$

- EF : 排出係数 [Gg-CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>]
- F<sub>CH<sub>4</sub></sub> : バイオガス中のメタン濃度 (体積ベース)

■ 活動量

し尿処理施設におけるメタン回収は「一般廃棄物処理実態調査」において、これを行う各施設でのバイオガスの資源化量 (体積ベース) として集計されている。これをし尿処理施設からのメタン回収の活動量とする。該当する統計値は 2005 年度以降しか得られていない。よって、2004 年度以前については、同調査で得られる該当施設の使用開始時期と 2005 年度の回収実績及び、2004 年度以前から得られている汲み取りし尿・浄化槽汚泥処理量を用い推計する。

表 8-37 し尿処理施設から回収されるメタン量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
CH <sub>4</sub> 回収量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.3	0.5	0.8	0.9	1.6	1.7	1.7	1.9	1.9

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

算定した CH<sub>4</sub> 回収量は参考値として報告を行うものであるため、不確実性は算定していない。

### ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 を参考のこと。

#### e) 再計算

2011 年度のし尿処理施設におけるバイオガスの資源化量データの更新に伴い、当該年度の CH<sub>4</sub> 回収量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

#### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 8.4. 廃棄物の焼却 (6.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 8-38 のように分類され、このうち本カテゴリーでは「エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却」からの CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量を計上する。

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が行われる場合」
- 「廃棄物が燃料として直接利用される場合」
- 「廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合」

これらに該当する排出源からの排出量は、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000) に従い燃料の燃焼 (カテゴリー 1.A.) で計上する。

表 8-38 に記されたすべての算定区分は、重複計上・計上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 8-38 廃棄物の焼却に伴う温室効果ガス排出量の算定区分ごとの計上カテゴリー

廃棄物の焼却形態	廃棄物の分類	算定区分		計上カテゴリー	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	6.C.1	○	○ <sup>b</sup>	○ <sup>b</sup>
			バイオマスプラスチック (生物起源)		NA		
		繊維くず	合成繊維		○		
			天然繊維 (生物起源)		NA		
		その他 (生物起源)	NA				
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	6.C.2	○	○	○
			動植物性廃油 (生物起源)		NA		
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック		○	○	○
			バイオマスプラスチック (生物起源)		NA		
		食物くず [動植物性残さ・動物の死体 (生物起源)]			NA	○	○
		紙くず (生物起源)			NA	○	○
		木くず (生物起源)			NA	○	○
		繊維くず	合成繊維くず		IE <sup>c</sup>	IE <sup>c</sup>	IE <sup>c</sup>
	天然繊維くず (生物起源)		NA	○	○		
	汚泥	下水汚泥 (生物起源)	NA	○	○		
下水汚泥以外 (生物起源)		NA	○	○			
特別管理産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	6.C.3	○	○	○	
		動植物性廃油 (生物起源)		NA	NO	NO	
	感染性廃棄物	プラスチック		○	○	○	
		その他 (生物起源)		NA	○	○	
廃棄物が焼却される際にエネルギーを回収	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	1.A.1	○	○ <sup>b</sup>	○ <sup>b</sup>
			バイオマスプラスチック (生物起源)		NA		
		繊維くず	合成繊維		○		
			天然繊維 (生物起源)		NA		
		その他 (生物起源)	NA				
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	1.A.1	○	○	○
			動植物性廃油 (生物起源)		NA		
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック		○	○	○
			バイオマスプラスチック (生物起源)		NA		
		食物くず [動植物性残さ・動物の死体 (生物起源)]			NA	○	○
		紙くず (生物起源)			NA	○	○
		木くず (生物起源)			NA	○	○
		繊維くず	合成繊維くず		IE <sup>c</sup>	IE <sup>c</sup>	IE <sup>c</sup>
	天然繊維くず (生物起源)		NA	○	○		
	汚泥	下水汚泥 (生物起源)	NA	NO	NO		
		下水汚泥以外 (生物起源)	NA	○	○		
	特別管理産業廃棄物			IE <sup>d</sup>	IE <sup>d</sup>	IE <sup>d</sup>	
	廃棄物を燃料として直接利用	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	1.A.1/2	○	○
バイオマスプラスチック (生物起源)				NA			
産業廃棄物		廃油	化石燃料起源の廃油	1.A.2	○	○	○
			動植物性廃油 (生物起源)		NA		
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	○	○	○	
バイオマスプラスチック (生物起源)			NA				
木くず (生物起源)		1.A.2	NA	○	○		
廃タイヤ	化石燃料起源成分		1.A.1/2	○	○	○	
	バイオマス起源成分			NA			
廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料 (RDF・RPF)	化石燃料起源成分		1.A.1/2	○	○	○
		バイオマス起源成分			NA		



(注)

- a) 1996年改訂 IPCC ガイドラインに従い、生物起源の廃棄物（バイオマスプラスチック、動植物性廃油を含む）の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF の「Table6.A,C」の「Biogenic」に報告する。
- b) 対象のカテゴリーをまとめて計上。
- c) 産業廃棄物の化石燃料起源プラスチックに含まれる。
- d) 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。

推定した廃棄物の焼却からの温室効果ガス排出量を表 8-39 に示す。2012 年度における廃棄物の焼却（カテゴリー6.C.）からの温室効果ガス排出量は 13,636 Gg-CO<sub>2</sub> 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 1.0% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 1.0% 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、CO<sub>2</sub> 排出量が増加した。2001 年度以降は、化石由来廃棄物の焼却による中間処理が廃棄物を原料あるいは燃料として利用することで代替され、当該排出源からの CO<sub>2</sub> 排出量がエネルギー分野に移行し、廃棄物分野で計上する CO<sub>2</sub> 排出量は減少した。

一方、下水汚泥の焼却が 1990~1997 年度で増加したことに伴い、N<sub>2</sub>O 排出量は当該期間に増加している。2005 年度以降は、下水汚泥の高温焼却が普及し、N<sub>2</sub>O 排出量は減少している。

表 8-39 廃棄物の焼却（6.C.）に伴う温室効果ガス排出量

ガス	廃棄物の分類	算定区分	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	
CO <sub>2</sub>	一般廃棄物	プラスチック	Gg-CO <sub>2</sub>	5,041	5,031	5,222	3,060	2,542	2,374	2,089	2,408	2,517	
		合成繊維くず	Gg-CO <sub>2</sub>	503	539	421	428	548	658	587	648	657	
		その他バイオマス起源	Gg-CO <sub>2</sub>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	産業廃棄物	廃油	Gg-CO <sub>2</sub>	3,652	4,344	4,775	4,249	4,633	3,754	4,023	3,669	3,663	
		廃プラスチック類	Gg-CO <sub>2</sub>	2,120	4,516	4,358	4,311	4,743	3,444	3,917	3,558	3,497	
		その他バイオマス起源	Gg-CO <sub>2</sub>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	特別管理産業廃棄物	廃油	Gg-CO <sub>2</sub>	748	1,110	1,636	1,504	1,647	1,334	1,430	1,304	1,302	
		感染性廃棄物のうちプラスチック	Gg-CO <sub>2</sub>	198	327	426	433	492	357	406	369	364	
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外（生物起源）	Gg-CO <sub>2</sub>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	合計			Gg-CO <sub>2</sub>	12,263	15,867	16,838	13,984	14,606	11,922	12,452	11,956	12,000
CH <sub>4</sub>	一般廃棄物	Gg-CH <sub>4</sub>	0.46	0.43	0.38	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	
	産業廃棄物	廃油	Gg-CH <sub>4</sub>	0.006	0.007	0.008	0.006	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	
		廃プラスチック類	Gg-CH <sub>4</sub>	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
		その他バイオマス起源	Gg-CH <sub>4</sub>	0.14	0.21	0.18	0.54	0.42	0.38	0.33	0.33	0.28	
	特別管理産業廃棄物	廃油	Gg-CH <sub>4</sub>	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
		感染性廃棄物のうちプラスチック	Gg-CH <sub>4</sub>	0.002	0.004	0.005	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外（生物起源）	Gg-CH <sub>4</sub>	0.002	0.004	0.005	0.051	0.058	0.042	0.048	0.044	0.043	
	合計			Gg-CH <sub>4</sub>	0.64	0.71	0.63	0.68	0.56	0.50	0.46	0.46	0.40
				Gg-CO <sub>2</sub> 換算	13.481	14.868	13.333	14.267	11.817	10.495	9.691	9.623	8.417
	N <sub>2</sub> O	一般廃棄物	Gg-N <sub>2</sub> O	1.03	1.05	0.98	0.52	0.47	0.48	0.46	0.49	0.50	
産業廃棄物		廃油	Gg-N <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.02	0.10	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08	
		廃プラスチック類	Gg-N <sub>2</sub> O	0.15	0.32	0.31	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02		
		その他バイオマス起源	Gg-N <sub>2</sub> O	3.61	4.98	5.88	5.89	4.80	4.63	4.46	4.48	4.60	
特別管理産業廃棄物		廃油	Gg-N <sub>2</sub> O	0.003	0.005	0.007	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	
		感染性廃棄物のうちプラスチック	Gg-N <sub>2</sub> O	0.01	0.02	0.03	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外（生物起源）	Gg-N <sub>2</sub> O	0.002	0.004	0.005	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	
合計			Gg-N <sub>2</sub> O	4.816	6.392	7.231	6.588	5.464	5.269	5.088	5.114	5.251	
			Gg-CO <sub>2</sub> 換算	1.493	1.981	2.242	2.042	1.694	1.633	1.577	1.585	1.628	
全ガス合計				Gg-CO <sub>2</sub> 換算	13,769	17,863	19,093	16,041	16,311	13,566	14,039	13,551	13,636

(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 CO<sub>2</sub> 排出量は、1996 年改訂 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「Table6.A,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 8-40 に示す。2012 年度におけるこの排出量は 28,068 Gg-CO<sub>2</sub> 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 2.1% を占める。1990 年度の排出量と比較すると 20.4% の増加となっている。

表 8-40【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	廃棄物の焼却形態	廃棄物の分類	算定区分	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	
CO <sub>2</sub>	エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却（単純焼却）				Gg-CO <sub>2</sub>	12,263	15,867	16,838	13,984	14,606	11,922	12,452	11,956	12,000
	廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収	一般廃棄物	プラスチック	Gg-CO <sub>2</sub>	5,857	6,309	8,188	6,611	5,499	4,638	4,225	4,507	4,711	
			合成繊維くず	Gg-CO <sub>2</sub>	585	676	660	925	1,186	1,286	1,188	1,212	1,230	
			その他バイオマス起源	Gg-CO <sub>2</sub>										
		産業廃棄物	廃油	Gg-CO <sub>2</sub>	21	30	28	108	100	81	87	79	79	
			廃プラスチック類	Gg-CO <sub>2</sub>	31	65	187	306	508	369	419	381	375	
			その他バイオマス起源	Gg-CO <sub>2</sub>										
	廃棄物が燃料として直接利用	一般廃棄物	プラスチック	Gg-CO <sub>2</sub>	NO	NO	91	507	367	409	451	431	461	
			廃油	Gg-CO <sub>2</sub>	2,019	2,504	2,345	3,602	3,232	3,018	3,293	3,304	3,216	
			廃プラスチック類	Gg-CO <sub>2</sub>	54	36	446	1,203	1,325	1,418	1,467	1,492	1,520	
		産業廃棄物	木くず	Gg-CO <sub>2</sub>										
			廃タイヤ	化石燃料起源成分	Gg-CO <sub>2</sub>	524	841	1,039	865	1,023	946	1,003	971	946
			バイオマス起源成分	Gg-CO <sub>2</sub>										
	廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料（RDF・RPF）	化石燃料起源	Gg-CO <sub>2</sub>	26	41	159	997	1,363	1,395	1,379	1,435	1,475	
			バイオマス起源	Gg-CO <sub>2</sub>										
合計				Gg-CO <sub>2</sub>	21,379	26,369	29,980	29,108	29,209	25,484	25,963	25,767	26,012	
CH <sub>4</sub>	エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却（単純焼却）				Gg-CH <sub>4</sub>	0.64	0.71	0.63	0.68	0.56	0.50	0.46	0.46	0.40
	廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収	一般廃棄物	プラスチック	Gg-CH <sub>4</sub>	0.54	0.54	0.60	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	
			廃油	Gg-CH <sub>4</sub>	0.00004	0.00005	0.00005	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	
			その他バイオマス起源	Gg-CH <sub>4</sub>	0.0004	0.0008	0.002	0.0010	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	
		産業廃棄物	プラスチック	Gg-CH <sub>4</sub>	0.0004	0.001	0.001	0.008	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
			廃油	Gg-CH <sub>4</sub>	NO	NO	0.00003	0.00005	0.00002	0.00005	0.00001	NO	NO	
			その他バイオマス起源	Gg-CH <sub>4</sub>	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03		
	産業廃棄物	廃プラスチック類	Gg-CH <sub>4</sub>	0.0002	0.0002	0.04	0.12	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17		
		木くず	Gg-CH <sub>4</sub>	1.76	1.76	2.22	2.89	4.01	4.22	4.20	4.37	3.54		
		廃タイヤ	Gg-CH <sub>4</sub>	0.03	0.08	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03		
	廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料（RDF・RPF）	化石燃料起源	Gg-CH <sub>4</sub>	0.00008	0.0001	0.0006	0.006	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
			バイオマス起源	Gg-CH <sub>4</sub>										
	合計				Gg-CH <sub>4</sub>	2.98	3.10	3.61	3.94	4.98	5.10	5.03	5.20	4.30
					Gg-CO <sub>2</sub> 換算	63	65	76	83	105	107	106	109	90
	N <sub>2</sub> O	エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却（単純焼却）				Gg-N <sub>2</sub> O	4.82	6.39	7.23	6.59	5.46	5.27	5.09	5.11
廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収		一般廃棄物	プラスチック	Gg-N <sub>2</sub> O	1.19	1.32	1.53	1.13	1.02	0.95	0.93	0.91	0.94	
			廃油	Gg-N <sub>2</sub> O	0.00009	0.0001	0.0001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
			その他バイオマス起源	Gg-N <sub>2</sub> O	0.002	0.005	0.01	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002		
		産業廃棄物	プラスチック	Gg-N <sub>2</sub> O	0.008	0.009	0.01	0.005	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	
			廃油	Gg-N <sub>2</sub> O	NO	NO	0.00002	0.00004	0.00001	0.00004	0.00001	NO	NO	
			その他バイオマス起源	Gg-N <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04		
産業廃棄物		廃プラスチック類	Gg-N <sub>2</sub> O	0.0002	0.0001	0.004	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
		木くず	Gg-N <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05			
		廃タイヤ	Gg-N <sub>2</sub> O	0.005	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02			
廃棄物が燃料に加工された後に利用		ごみ固形燃料（RDF・RPF）	化石燃料起源	Gg-N <sub>2</sub> O	0.0005	0.0008	0.003	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03		
			バイオマス起源	Gg-N <sub>2</sub> O										
合計				Gg-N <sub>2</sub> O	6.06	7.78	8.86	7.85	6.64	6.37	6.18	6.19	6.34	
				Gg-CO <sub>2</sub> 換算	1,878	2,410	2,748	2,434	2,059	1,974	1,914	1,918	1,965	
全ガス合計				Gg-CO <sub>2</sub> 換算	23,320	28,845	32,804	31,625	31,372	27,565	27,983	27,794	28,068	

（注）1996 年改訂 IPCC ガイドラインに従い、生物起源の廃棄物（バイオマスプラスチック、動植物性廃油を含む）の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量は、総排出量には含まない。

### 8.4.1. エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却（6.C.）

#### 8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.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・計上を行う。CO<sub>2</sub> 排出量は廃棄物の種類に応じて「biogenic」、「plastics and other non-biogenic waste」に計上する。CH<sub>4</sub> 排出量、N<sub>2</sub>O 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「plastics and other non-biogenic waste」にまとめて計上する。

## b) 方法論

### 1) CO<sub>2</sub>

#### ■ 算定方法

当該排出源から排出されるCO<sub>2</sub>については、GPG (2000) のデシジョンツリー (Page 5.26, Fig 5.5) 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した。化石燃料起源の廃棄物の焼却に伴うCO<sub>2</sub>を算定対象とするため、一般廃棄物中の化石燃料起源プラスチック及び合成繊維くずを算定対象とする<sup>3</sup>。

$$E = EF \times A \times (1 - R)$$

- $E$  : 各廃棄物の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>]  
 $EF$  : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/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

#### ■ 排出係数

1996年改訂 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燃焼率を乗じて算定する。

$$\underline{CO_2 \text{ 排出係数 (乾燥ベース)}} = 1,000 \text{ [kg]} \times \text{炭素含有率} \times \text{燃焼率} \times 44/12$$

#### ○ 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、化石燃料起源・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 (参考文献 15)。

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。

表 8-41 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 [%]	備考
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 <sub>2</sub> 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

<sup>3</sup> 「biogenic waste」として食物くず、紙くず、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排出を参考値として計上している。排出量の算定方法は化石燃料起源プラスチック、合成繊維くずの焼却に伴う排出と同様である。

○ 燃焼率

日本の実態を考慮し、GPG（2000）に示されたデフォルト値の最大値である99%を採用する。

表 8-42 一般廃棄物中のプラスチック及び合成繊維くずの排出係数（乾燥ベース）

項目	単位	排出係数
プラスチック	kg-CO <sub>2</sub> /t	2,726
合成繊維くず	kg-CO <sub>2</sub> /t	2,287

表 8-43 【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 <sub>2</sub> /t	2,269	CO <sub>2</sub> 排出量の算定には使用しない

■ 活動量

一般廃棄物の化石燃料起源プラスチックの焼却に伴うCO<sub>2</sub>排出の活動量は、一般廃棄物の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、別途推計される一般廃棄物に含まれるバイオマスプラスチック焼却量（乾燥ベース）を差し引いて求める。

化石燃料起源プラスチック焼却の活動量（乾燥ベース）

$$= \text{プラスチック焼却量（排出ベース）} \times (1 - \text{プラスチックの含水率}) - \text{バイオマスプラスチック焼却量（乾燥ベース）}$$

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、繊維くずの含水量を差し引いて乾燥ベースの焼却量に変換して求める。

合成繊維くず焼却の活動量（乾燥ベース）

$$= \text{繊維くず焼却量（排出ベース）} \times (1 - \text{繊維くずの含水率}) \times \text{繊維くず中の合成繊維割合}$$

表 8-44 一般廃棄物のプラスチック、合成繊維くず焼却量（乾燥ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
プラスチック焼却量	kt / 年 (dry)	3,998	4,160	4,919	3,548	2,960	2,582	2,326	2,548	2,665
合成繊維くず焼却量	kt / 年 (dry)	476	531	473	592	759	850	776	813	825

○ 一般廃棄物種類別焼却量

「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及び繊維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の焼却量には、バイオマスプラスチックが含まれている。

○ バイオマスプラスチックの焼却量（一般廃棄物）

廃プラスチック（一般廃棄物）中に含まれ、焼却されるバイオマスプラスチックの量は、下式のとおり推計する。

$$WBP_I = \sum (BP_i \times Org_i \times Dom_i \times DM_{i,j}) \times PI_{MSW}$$

$WBP_I$  : 廃プラスチック中に含まれ、焼却されるバイオマスプラスチック量 [t] (乾燥ベース)

$BP_i$  : バイオマスプラスチック (種類  $i$ ) の算定対象年度の生産量 [t]

$Org_i$  : バイオマスプラスチック (種類  $i$ ) の天然由来成分割合

$Dom_i$  : バイオマスプラスチック (種類  $i$ ) が国内で流通・使用・廃棄される割合

$DM_{i,j}$  : バイオマスプラスチック (種類  $i$ ) のうち、用途  $j$  のものが一般廃棄物となる割合

$PI_{MSW}$  : 廃プラスチック (一般廃棄物) が焼却される割合

### 【バイオマスプラスチックの種類別・用途別生産量 ( $Bp_i$ )】

バイオマスプラスチックの種類別 (ポリ乳酸、澱粉系複合、セルロース、等)・用途別 (食品容器、緩衝剤、液晶用、等) の生産量は、「ナショナルインベントリー調査、日本バイオマス製品推進協議会」より把握する。また、バイオマスプラスチックの種類別用途別の製品としての使用から廃棄までの期間 (耐用年数) は、日本バイオマス製品推進協議会ヒアリング結果をもとに設定する。

なお、バイオマスプラスチックの種類別・用途別の耐用年数は、非耐久消費財については原則として1年と設定し、耐久消費財及び一部の製品については、日本バイオマス製品推進協議会ヒアリング結果より設定する。耐用年数が1年の場合、生産年度＝廃棄年度と見なし、バイオマスプラスチック廃棄量を算定する。

$$BP_{i,N} = \sum_j (bp_{i,j,(N-\alpha(i,j))})$$

$BP_{i,N}$  : バイオマスプラスチック (種類  $i$ ) の  $N$  年度の廃棄量 [t]

$bp_{i,j,N}$  : バイオマスプラスチック (種類  $i$ 、用途  $j$ ) の  $N$  年度を生産量 [t]

$\alpha(i,j)$  : バイオマスプラスチック製品 (種類  $i$ 、用途  $j$ ) の使用から廃棄までの期間 [年]

### 【バイオマスプラスチックの種類別天然由来成分割合 ( $Org_i$ )】

バイオマスプラスチックの種類別 (一部は用途別) の天然由来成分割合は、日本バイオマス製品推進協議会の調査結果に基づき設定する。

### 【製造されたバイオマスプラスチック (種類 $i$ ) が国内で流通・使用・廃棄される割合 ( $Dom_i$ )】

素材としてのバイオマスプラスチックの多くは海外で製造されており、国内へ輸入後、製品に利用されている。これらの製品は一部を除き国内で流通しているため、本割合は原則として1.0と設定する。ただし、一部の製品は海外に再輸出されているため、日本バイオマス製品推進協議会の調査結果に基づき、国内で流通・使用・廃棄されるバイオマスプラスチック製品の割合を設定する。

### 【バイオマスプラスチック (種類 $i$ ) のうち、用途 $j$ のものが一般廃棄物となる割合 ( $DM_{i,j}$ )】

製品として使用された後のバイオマスプラスチックは全て廃棄物になると想定し、一般廃棄物・産業廃棄物ごとにそれぞれ設定する。なお、本割合を実態データに基づき設定することは現状では困難なため、専門家判断により設定する。

### 【廃プラスチック (一般廃棄物) が焼却される割合 ( $PI_{MSW}$ )】

一般廃棄物として廃棄されたバイオマスプラスチックは様々な方法で処分される。一般廃



廃物プラスチックの焼却・原燃料利用・RDF利用の割合は、一般廃棄物プラスチック焼却量、一般廃棄物プラスチックの原燃料利用量、及びRDFのプラスチック由来成分利用量を、一廃プラスチック発生量で除して設定し（参考文献10）、これをバイオマスプラスチックの焼却率・原燃料利用率・RDF利用率とする。

表 8-45 【参考値】 バイオマスプラスチック製品の総生産量（乾燥ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
バイオマスプラスチック製品の総生産量	t/年(dry)	-	-	-	-	45,024	58,624	62,596	57,488	57,170

（出典）参考文献10

表 8-46 廃プラスチック（一般廃棄物）の焼却率・原燃料利用率・RDF利用率

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
焼却率(エネルギー回収分含む)	%	74.9	79.5	86.7	79.4	77.6	75.3	73.1	79.8	83.8
原燃料利用率(素材利用除く)	%	0	0	0.6	5.3	4.5	5.6	6.9	6.6	6.9
RDF利用率(素材利用除く)	%	0.2	0.2	0.8	2.8	2.9	3.2	3.6	3.5	3.5

（出典）参考文献10

（注）一般廃棄物の上記以外の用途は最終処分・マテリアルリサイクル等である。

### ○ 含水率

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。一般廃棄物中の繊維くずの含水率は、我が国の調査事例を基に専門家判断で設定した値（20%）を用いる。

### ○ 繊維くず中の合成繊維くず割合

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 8-47 繊維くず中の合成繊維の割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
合成繊維くずの割合	%	49.1	50.7	53.5	52.8	55.9	56.6	59.6	63.2	64.1

### ■ 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、「一般廃棄物処理事業実態調査」より把握する。

表 8-48 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	2008	2009	2010	2011	2012
場外での発電・熱利用なし	%	46.3	44.4	38.9	31.6	31.6	33.9	33.1	34.8	34.8
場外での発電・熱利用あり	%	53.7	55.6	61.1	68.4	68.4	66.1	66.9	65.2	65.2



2) CH<sub>4</sub>

## ■ 算定方法

該当排出源である焼却炉とガス化溶融炉からの CH<sub>4</sub> 排出量について算定する。

焼却炉からの CH<sub>4</sub> 排出量は、燃焼方式別の一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、各々定めた排出係数を乗じ算定する。ガス化溶融炉からの CH<sub>4</sub> 排出量は、ガス化溶融炉での一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、排出係数を乗じ算定する。

これら算定した排出量について、エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設からの排出量を差し引いて、廃棄物分野で計上する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i) \times (1 - R)$$

- $E$  : 一般廃棄物の焼却に伴う CH<sub>4</sub> 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]  
 $EF_i$  : 燃焼方式  $i$  (あるいは炉種  $i$ ) の排出係数 (排出ベース) [kg-CH<sub>4</sub>/t]  
 $A_i$  : 燃焼方式  $i$  (あるいは炉種  $i$ ) の焼却量 (排出ベース) [t]  
 $R$  : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

## ■ 排出係数

## ○ 焼却炉

我が国の焼却炉は 1990 年後半から 2000 年代前半にかけてダイオキシン類削減対策のため施設の更新・改修が行われたため、2000 年度以降に対策が施された施設は、それ以前の施設に比べ CH<sub>4</sub> 排出係数の改善が認められる (参考文献 15) との専門家判断により、焼却炉の炉種別 (ストーカ炉、流動床炉)・燃焼方式別 (全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式) の CH<sub>4</sub> 排出係数は、2001 年以前 (参考文献 7) と、2002 年度以降 (参考文献 15) 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 CH<sub>4</sub> 排出係数は大気中の CH<sub>4</sub> 濃度を考慮した補正は行っていない。

表 8-49 焼却炉の燃焼方式別 CH<sub>4</sub> 排出係数 (一般廃棄物)

燃焼方式	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
全連続燃焼式	g-CH <sub>4</sub> /t	8.2	8.2	8.3	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7
准連続燃焼式	g-CH <sub>4</sub> /t	69.6	69.6	75.1	19.9	21.0	20.6	20.9	20.8	20.8
バッチ燃焼式	g-CH <sub>4</sub> /t	80.5	80.5	84.1	13.2	13.2	13.4	11.6	11.6	11.6

(出典) 参考文献 6, 8, 15, 27, 49, 55

## ○ 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 (参考文献 15)。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 8-50 ガス化溶融炉の CH<sub>4</sub> 排出係数（一般廃棄物）

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガス化溶融炉	g-CH <sub>4</sub> /t	-	-	5.6	6.9	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0

### ■ 活動量

焼却炉及びガス化溶融炉における CH<sub>4</sub> 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 8-51 焼却炉による燃焼方式別の焼却量（一般廃棄物）

燃焼方式	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
全連続燃焼式	kt / 年 (wet)	26,215	29,716	32,749	32,246	29,426	28,444	27,603	27,892	28,669
準連続燃焼式	kt / 年 (wet)	4,810	5,455	5,882	4,047	3,339	3,155	2,968	2,932	3,014
バッチ燃焼式	kt / 年 (wet)	5,643	4,328	3,131	1,562	1,346	1,144	1,078	1,057	1,087

表 8-52 ガス化溶融炉での総焼却量（一般廃棄物）

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガス化溶融炉	kt / 年 (wet)	0	0	370	2,397	3,122	3,245	3,605	3,857	3,965

### 3) N<sub>2</sub>O

#### ■ 算定方法

CH<sub>4</sub> 排出量と同様に、該当排出源である焼却炉及びガス化溶融炉からの N<sub>2</sub>O 排出について算定する。

焼却炉からの N<sub>2</sub>O 排出量は、燃焼方式別の一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、各々定めた排出係数を乗じ算定する。ガス化溶融炉からの N<sub>2</sub>O 排出量は、ガス化溶融炉での一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、排出係数を乗じ算定する。

これら算定した排出量について、エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設からの排出量を差し引いて、廃棄物分野で計上する。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i) \times (1 - R)$$

$E$  : 一般廃棄物の焼却に伴う N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-N<sub>2</sub>O]

$EF_i$  : 燃焼方式  $i$  (あるいは炉種  $i$ ) の排出係数 (排出ベース) [kg-N<sub>2</sub>O/t]

$A_i$  : 燃焼方式  $i$  (あるいは炉種  $i$ ) の焼却量 (排出ベース) [t]

$R$  : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

#### ■ 排出係数

##### ○ 焼却炉

CH<sub>4</sub> 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 年以前（参考文献 7）と 2002 年度以降（参考文献 15）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、準連続燃焼式、バッチ燃焼式）ごとに推計する。

表 8-53 焼却炉の燃焼方式別 N<sub>2</sub>O 排出係数（一般廃棄物）

燃焼方式	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
全連続燃焼式	g-N <sub>2</sub> O/t	58.8	58.8	59.1	37.9	37.9	37.9	38.0	38.0	38.0
准連続燃焼式	g-N <sub>2</sub> O/t	56.8	56.8	57.3	71.5	73.3	72.7	73.2	73.1	73.1
バッチ燃焼式	g-N <sub>2</sub> O/t	71.4	71.4	74.8	76.0	76.0	76.0	76.2	76.2	76.2

（出典）参考文献 7, 8, 15, 27, 49 55

## ○ 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（参考文献 15）。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 8-54 ガス化溶融炉の N<sub>2</sub>O 排出係数（一般廃棄物）

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガス化溶融炉	g-N <sub>2</sub> O/t	-	-	16.9	12.0	11.1	11.2	11.5	11.9	11.9

## ■ 活動量

焼却炉及びガス化溶融炉ともに、CH<sub>4</sub> 排出量算定に用いた活動量を用いる。

## c) 不確実性と時系列の一貫性

### ■ 不確実性

CO<sub>2</sub> 排出係数の不確実性は一般廃棄物（プラスチックと合成繊維くず）の炭素含有率と一般廃棄物焼却施設における燃焼率の不確実性を合成して算定する。活動量の不確実性は一般廃棄物焼却量、含水率及び合成繊維くずの割合（一般廃棄物の合成繊維くずの場合）の不確実性の合成によって設定する。

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性は焼却方式別に設定を行っており、焼却方式別排出係数と焼却方式別焼却量割合の合成により求めている。活動量の不確実性は焼却量の不確実性と焼却方式別焼却量割合の不確実性を用いて評価する。各要素の不確実性の設定方法は以下の通り。

- ・ データ 95%信頼区間：炭素含有率、合成繊維くず割合、焼却方式別 CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 排出係数
- ・ ガイドラインデフォルト値の下限により設定：焼却率
- ・ 専門家判断：含水率
- ・ 統計種類別の設定値：廃棄物焼却量、炉種別焼却割合

一般廃棄物プラスチックと合成繊維くずの焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の不確実性は 17%と 23%である。また、一般廃棄物の焼却に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O の排出量の不確実性は 101%と 42%評価される。なお、不確実性の手法の詳細については、別添 7 に詳述している。

### ■ 時系列の一貫性

1997 年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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 に詳述している。

## e) 再計算

- 2007～2011 年度の一般廃棄物焼却量値の更新に伴い、当該年度の排出量を再計算した。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却 (6.C.2)

## a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは施設外に電気もしくは熱を供給しない産業廃棄物の焼却に伴う CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 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」、「plastics and other non-biogenic waste」のカテゴリーで計上する。

## b) 方法論

1) CO<sub>2</sub>

## ■ 算定方法

産業廃棄物の化石燃料起源の廃油、廃プラスチック類の焼却に伴い排出される CO<sub>2</sub> について、GPG (2000) のデシジョンツリー (Page 5.26, Fig 5.5) に従い、日本独自の排出係数と焼却量 (排出ベース)、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。なお、産業廃棄物の繊維くずには廃掃法の規定上合成繊維くずが含まれないため、全て天然繊維くずと見なし、生物起源の CO<sub>2</sub> 排出として日本の総排出量には含めない。

$$E = EF \times A \times (1 - R)$$

- $E$  : 各廃棄物の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>]  
 $EF$  : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数(排出ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/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)

## ■ 排出係数

1996 年改訂 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燃焼率を乗じて算定する。

$$\begin{aligned} & \underline{CO_2 \text{ 排出係数 (排出ベース)}} \\ & = 1,000 \text{ [kg]} \times \text{炭素含有率} \times \text{燃焼率} \times 44/12 \end{aligned}$$

### ○ 炭素含有率

廃油の炭素含有率は、「二酸化炭素排出量調査報告書、環境庁、(1992)」(参考文献 5)に示される係数 0.8 (tC/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)。

表 8-55 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(排出ベース)

項目	炭素含有率 [%]	出典
廃油	80	参考文献 5
廃プラスチック類	70	参考文献 5

### ○ 燃焼率

日本の実態を考慮し、GPG(2000)に示された危険廃棄物におけるデフォルト値の最大値を利用し、99.5%を採用する。

表 8-56 一般廃棄物中のプラスチック及び合成繊維くずの排出係数(排出ベース)

項目	単位	排出係数
廃油	kg-CO <sub>2</sub> /t	2,554
廃プラスチック類	kg-CO <sub>2</sub> /t	2,919

### ■ 活動量

産業廃棄物の廃油及び廃プラスチック類の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 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た。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(6.C.3)の計上分を差し引いている。さらに廃油については、環境省調査に基づく動植物性廃油割合を用い、次式のように生物起源の廃油量を差し引いて化石燃料起源の廃油の活動量とする。産業廃棄物の廃プラスチックについては、別途推計されるバイオマスプラスチック焼却量(排出ベース)を差し引いて求める。

#### 化石燃料起源の廃油の活動量(排出ベース)

＝産業廃棄物廃油焼却量×(1－動植物性廃油割合)－特別管理産業廃棄物の廃油焼却量<sup>(注)</sup>

(注) 特別管理産業廃棄物の廃油は全量が化石燃料起源の廃油とする。

#### 廃プラスチック類焼却の活動量(排出ベース)

＝産業廃棄物廃プラスチック類焼却量－特別管理産業廃棄物廃プラスチック類焼却量  
－バイオマスプラスチック焼却量(排出ベース)

表 8-57 産業廃棄物焼却量(廃油、廃プラスチック類)

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
化石燃料起源の廃油	kt/年(wet)	1,258	1,498	1,646	1,493	1,622	1,314	1,408	1,284	1,282
廃プラスチック	kt/年(wet)	842	1,794	1,780	1,808	2,056	1,493	1,698	1,542	1,516

表 8-58 動植物性廃油割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
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

○ バイオマスプラスチックの焼却量（産業廃棄物）

産業廃棄物の廃プラスチック中に含まれ、焼却されるバイオマスプラスチックの量は、「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）b）1）CO<sub>2</sub>」の活動量と同様に求める。なお、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（専門家判断により設定した5%）を用いて、排出ベースに換算して設定する。

表 8-59 廃プラスチック（産業廃棄物）の焼却・原燃料利用・RPF利用率

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
焼却率(エネルギー回収分含む)	%	21.2	30.7	33.6	32.7	34.9	28.8	30.0	29.5	29.8
原燃料利用率(素材利用除く)	%	0.5	0.2	3.0	7.8	8.1	9.8	9.3	10.2	10.7
RPF利用率	%	0	0.1	0.3	4.1	6.0	7.1	6.4	7.3	7.8

■ 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、「平成19年度事業 産業廃棄物処理施設状況調査、環境省」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 8-60 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	2008	2009	2010	2011	2012
廃油 <sup>a)</sup>	%	0.6	0.7	0.6	2.5	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
廃プラ	%	1.4	1.4	4.1	6.6	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
木くず <sup>b)</sup>	%	0.2	0.8	1.1	1.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
汚泥	%	0.9	0.8	1.0	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
その他 <sup>c)</sup>	%	0.2	0.8	1.1	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

(注)

- a) 「化石燃料起源の廃油」及び「動植物性廃油」に適用する。
- b) 「紙くず」及び「木くず」に適用する。
- c) 「天然繊維くず」及び「動植物性残渣・動物の死体」に適用する。

2) CH<sub>4</sub>

■ 算定方法

産業廃棄物の焼却に伴い排出されるCH<sub>4</sub>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  $\text{CH}_4$  排出量 [ $\text{kg-CH}_4$ ]  
 $EF_j$  : 産業廃棄物  $j$  の排出係数 (排出ベース) [ $\text{kg-CH}_4/\text{t}$ ]  
 $A_j$  : 産業廃棄物  $j$  の焼却量 (排出ベース) [ $\text{t}$ ]  
 $R_j$  : 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(参考文献7)と2002年度以降(参考文献15)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  $\text{CH}_4$  濃度による排出係数の補正は行っていない。「天然繊維くず」「動植物性残さ・動物の死体」の排出係数は参考文献7及び参考文献15にある「紙くず又は木くず」の値を代用している。

表 8-61 産業廃棄物の種類別の  $\text{CH}_4$  排出係数

項目	単位	1990-2001年度	2002年度以降
廃油 (化石燃料起源及び動植物性)	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	4.8	4.0
廃プラスチック	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	30	8.0
紙くず	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	22	225
木くず	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	22	225
天然繊維くず	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	22	225
動植物性残さ・動物の死体	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	22	225
汚泥	$\text{g-CH}_4/\text{t}$	14	1.5

(出典) 参考文献 6, 7, 15, 28, 49

### ■ 活動量

産業廃棄物の焼却に伴う  $\text{CH}_4$  排出の活動量については、廃棄物の種類ごとの焼却量 (排出ベース) を用いた。

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

#### ○ 汚泥

「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 (化石燃料起源及び動植物性)、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 (6.C.3) の計上分を差し引いている。廃油については  $\text{CO}_2$  排出量の活動量と異なり、化石燃料起源の廃油に加え動植物性廃油も算定対象に含める。

表 8-62 産業廃棄物種類別焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
動植物性廃油	kt / 年 (wet)	40	69	103	115	139	113	121	110	110
紙くず	kt / 年 (wet)	335	712	718	323	325	208	184	151	135
木くず	kt / 年 (wet)	2,679	4,744	3,114	1,865	1,313	1,283	1,101	1,135	879
天然繊維くず	kt / 年 (wet)	31	49	50	43	33	26	24	26	22
動植物性残さ・動物の死体	kt / 年 (wet)	77	125	272	167	220	181	190	184	183
汚泥	kt / 年 (wet)	5,032	5,850	6,371	7,275	6,820	6,766	6,634	6,715	7,692

(注) 化石燃料起源の廃油及び廃プラスチックの焼却量は表 8-57 を参照。

3) N<sub>2</sub>O

■ 算定方法

当該排出源から排出される N<sub>2</sub>O 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計上する排出量を算定する。

$$E = \sum \{EF_j \times A_j \times (1 - R_j)\}$$

- $E$  : 産業廃棄物の焼却に伴う N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-N<sub>2</sub>O]
- $EF_j$  : 産業廃棄物  $j$  の排出係数(排出ベース) [kg-N<sub>2</sub>O/t]
- $A_j$  : 産業廃棄物  $j$  の焼却量(排出ベース) [t]
- $R_j$  : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物  $j$  の割合

■ 排出係数

○ 下水汚泥

下水汚泥の焼却の N<sub>2</sub>O 排出係数は、国土交通省による実測調査が行われた各焼却施設の N<sub>2</sub>O 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 8-63 に示す区分ごとの排出係数を設定する(参考文献 7)。

表 8-63 下水汚泥の焼却における N<sub>2</sub>O 排出係数<sup>a</sup> (排出ベース)

凝集剤の種類	炉の形式	焼却温度	排出係数 [g-N <sub>2</sub> 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 <sup>b</sup>	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 ストーカ炉	高温燃焼 (燃焼温度約 850 度)	263

(出典) 参考文献 16, 29, 30, 31, 32, 56, 57, 63, 64

(注)

- a) 排出係数は各年度で同じ値とする。  
 b) \*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(参考文献7)と2002年度以降(参考文献15)で異なる値を用いる。これら排出係数は実測調査により設定されており、また、大気中 $N_2O$ 濃度による排出係数の補正は行っていない。「天然繊維くず」「食物くず」の排出係数は参考文献7及び参考文献15にある「紙くず又は木くず」の値を代用する。

表 8-64 産業廃棄物の種類別の $N_2O$ 排出係数(排出ベース)

項目	単位	1990-2001年度	2002年度以降
廃油(化石燃料起源及び動植物性)	g- $N_2O$ /t	12	62
廃プラスチック	g- $N_2O$ /t	180	15
紙くず	g- $N_2O$ /t	21	77
木くず	g- $N_2O$ /t	21	77
天然繊維くず	g- $N_2O$ /t	21	77
動植物性残さ・動物の死体	g- $N_2O$ /t	21	77
汚泥(下水汚泥を除く)	g- $N_2O$ /t	457	99

(出典) 参考文献 6, 15, 28, 49, 56, 57, 61, 63, 64, 69, 70

### ■ 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 8-65 下水汚泥の焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
高分子・流動床・通常	kt/年(wet)	1,112	1,869	2,397	2,839	1,785	1,664	1,535	1,532	1,552
高分子・流動床・高温	kt/年(wet)	128	219	723	1,469	2,470	2,508	2,581	2,587	2,641
高分子・多段炉	kt/年(wet)	560	656	572	102	56	64	61	52	43
石灰系	kt/年(wet)	1,010	663	272	289	193	142	109	83	74
その他	kt/年(wet)	55	161	175	8	1	1	1	3	0
多段吹込燃焼式流動床炉 二段燃焼式循環流動床炉 ストーカ炉	kt/年(wet)	195	259	161	280	233	282	338	439	444

#### ○ 下水汚泥以外の産業廃棄物

産業廃棄物からの $CH_4$ 排出と同様に活動量(排出ベース)を把握する。但し汚泥(下水汚泥を除く)については、「その他有機性汚泥焼却量」を活動量とする。

#### c) 不確実性と時系列の一貫性

##### ■ 不確実性

$CO_2$ 排出係数及び $CO_2$ 排出量算定に掛かる活動量の不確実性は廃油と廃プラスチック類に対し、一般廃棄物の焼却と同様の方法で設定する。 $CH_4$ 、 $N_2O$ 排出係数の不確実性は、産業廃棄物の種類別・焼却施設別の排出係数実測結果の分散から95%信頼区間を用いて求めた。

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量算定に掛かる活動量は産業廃棄物種類別焼却量に対し、統計種類別に設定した不確実性を適用して評価する。

以上の結果、産業廃棄物の焼却に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O の排出量の不確実性は 150% と 116%、廃油と廃プラスチック類の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の不確実性は 105% と 100% と計算された。なお、不確実性評価手法については、別添 7 に詳述している。

#### ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 を参照。

#### e) 再計算

- 2010 及び 2011 年度の産業廃棄物焼却量値の更新に伴い、当該年度の排出量を再計算した。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

#### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

### 8.4.1.3. 特別管理産業廃棄物の焼却 (6.C.3)

#### 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。特別管理産業廃棄物の焼却に伴い排出される CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出量を廃棄物の種類ごとに算定し、それぞれ該当する「biogenic」、「plastics and other non-biogenic waste」のカテゴリーで計上する。

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 6.C.) で計上する。

#### b) 方法論

##### 1) CO<sub>2</sub>

#### ■ 算定方法

特別管理産業廃棄物中の廃油及び感染性廃棄物中の廃プラスチック類の焼却に伴い排出される CO<sub>2</sub> について、GPG (2000) のデシジョンツリー (Page 5.26, Fig. 5.5) 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

特別管理産業廃棄物中の廃油及び廃プラスチック類と産業廃棄物中の廃油及び廃プラ

ック類の炭素含有率と燃焼率に大きな違いはないと考えられるため、これらの排出係数を代用して設定する。

### ■ 活動量

特別管理産業廃棄物の廃油及び感染性廃棄物中のプラスチックが全量焼却されるとの仮定の下、廃油は「産業廃棄物行政組織等調査結果報告書、厚生省生活衛生局水道環境部」に掲載された廃油排出量を用いた。なお、当該廃油はすべて化石燃料起源の廃油である。感染性廃棄物中のプラスチック類は、同調査の感染性廃棄物排出量に「廃棄物ハンドブック」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乗じて算定する。感染性廃棄物中のプラスチックはすべて化石燃料起源と見なしている。

特別管理産業廃棄物中の化石燃料起源の廃油焼却の活動量(排出ベース)

＝特別管理産業廃棄物中の廃油の排出量

感染性廃棄物中のプラスチック類焼却の活動量(排出ベース)

＝感染性廃棄物排出量×感染性廃棄物中プラスチック類割合

## 2) CH<sub>4</sub>

### ■ 算定方法

特別管理産業廃棄物中の「廃油」「感染性廃棄物」の焼却に伴い排出される CH<sub>4</sub> 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。化石燃料起源の廃油は産業廃棄物の化石燃料起源の廃油、感染性廃棄物中のプラスチック類は産業廃棄物の廃プラスチック類、感染性廃棄物中の廃プラスチック類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

廃油と感染性廃棄物中のプラスチック類には CO<sub>2</sub> 排出量の算定に用いた活動量と同一の値を用いた。感染性廃棄物中のプラスチック類以外の焼却量は、排出量を焼却量と見なし、感染性廃棄物の排出量に感染性廃棄物中のプラスチック類以外の組成割合を用いて求める。

## 3) N<sub>2</sub>O

### ■ 算定方法

特別管理産業廃棄物の「廃油」「感染性廃棄物」の焼却に伴い排出される N<sub>2</sub>O 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。廃油は産業廃棄物の廃油、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、感染性廃棄物中の廃プラスチック類

以外は産業廃棄物の紙くず・木くずの排出係数を用いる。

### ■ 活動量

CH<sub>4</sub> 排出量の算定に用いた活動量と同一の値を用いた。

表 8-66 特別管理産業廃棄物の焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
化石燃料起源の廃油	kt / 年 (wet)	256	380	560	515	564	457	490	447	446
感染性廃棄物(プラスチック)	kt / 年 (wet)	78	128	167	169	193	140	159	145	142
感染性廃棄物(プラ以外)	kt / 年 (wet)	105	172	225	228	260	189	214	195	192

### c) 不確実性と時系列の一貫性

#### ■ 不確実性

CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O の排出係数は産業廃棄物の値を用いているため、産業廃棄物の不確実性を適用する。活動量は廃油とプラスチック類に対し、別々に設定する。廃油と感染性廃棄物の焼却量については、近年推計によりデータ把握を行っている事情を踏まえ、統計種類別に設定された不確実性の倍の値を適用する。プラスチック類については、感染性廃棄物中のプラスチック類割合の不確実性を専門家判断により設定し、焼却量の不確実性と合成を行う。

特別管理産業廃棄物の焼却に伴う CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出量の不確実性は 167%、142% 及び 159% と評価される。不確実性評価手法については、別添 7 に詳述している。

#### ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 に詳述している。

### e) 再計算

2011 年度の特別管理産業廃棄物の焼却量値の更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 8.4.2. 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排出 (1.A.)

### a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、一般廃棄物及び産業廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合の CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量の算定・計上を行う。排出量の計上カテゴリーは「発電・熱



供給（カテゴリー1.A.1.a）」とし、燃料種を「Other fuels」とする。

## b) 方法論

「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」及び「8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却（6.C.2）」と同様の方法論を用いる。排出量算定式は以下のとおり設定する。

### 1) CO<sub>2</sub>

#### ■ 算定方法

##### ○ 一般廃棄物

$$E = EF \times A \times R$$

- $E$  : 各廃棄物の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>]  
 $EF$  : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数(乾燥ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/t]  
 $A$  : 各廃棄物中の焼却量(乾燥ベース) [t]  
 $R$  : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

##### ○ 産業廃棄物

$$E = EF \times A \times R$$

- $E$  : 各廃棄物の焼却に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>]  
 $EF$  : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数(排出ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/t]  
 $A$  : 各廃棄物中の焼却量(排出ベース) [t]  
 $R$  : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合(種類別)

### 2) CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O

#### ■ 算定方法

##### ○ 一般廃棄物

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i) \times R$$

- $E$  : 一般廃棄物の焼却に伴う CH<sub>4</sub> または N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、[kg-N<sub>2</sub>O]  
 $EF_i$  : 一般廃棄物の焼却方式  $i$  の排出係数(排出ベース) [kg-CH<sub>4</sub>/t]、[kg-N<sub>2</sub>O/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 CH<sub>4</sub> または N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、[kg N<sub>2</sub>O]  
 $EF_j$  : 産業廃棄物  $j$  の排出係数(排出ベース) [kg-CH<sub>4</sub>/t]、[kg N<sub>2</sub>O/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 8-73 の値を用いる（後述）。

#### c) 不確実性と時系列の一貫性

「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」及び「8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却（6.C.2）」と同様である。

#### d) QA/QC と検証

GPG（2000）に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 に詳述している。

#### e) 再計算

- 2007～2011 年の活動量の更新に伴い、2007～2011 年年度排出量の再計算を行った。詳細は「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」「8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却（6.C.2）」での再計算の項目を参照のこと。

#### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 8.4.3. 廃棄物が燃料として直接利用される場合の排出（1.A.）

## a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、廃棄物が燃料として直接利用される場合の CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量の算定・計上を行う。排出量の計上カテゴリーは、廃棄物ごとに、原燃料としての利用用途に応じて、以下の通りエネルギー産業（1.A.1）もしくは製造業・建設業（1.A.2）とする。計上する際の燃料種は「Other fuels」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。

表 8-67 廃棄物が燃料として直接利用される場合の排出量計上カテゴリー

排出源	燃料利用の内訳	主な用途	エネルギー分野 報告カテゴリー
一般廃棄物（プラスチック） の原燃料利用	油化	一般燃料利用	1A2f 他業種
	高炉還元剤	高炉還元剤利用	1A2a 鉄鋼
	コークス炉化学原料	コークス原料利用	1A1c 石炭製品製造
	ガス化	一般燃料利用	1A2f 他業種
産業廃棄物（廃油）の原燃料 利用	セメント焼成	セメント焼成利用	1A2f 窯業土石
	その他	一般燃料利用	1A2f 他業種
産業廃棄物（廃プラスチック 類）の原燃料利用	高炉還元剤	高炉還元剤利用	1A2a 鉄鋼
	ボイラー	一般燃料利用	1A2b 化学
	ボイラー	一般燃料利用	1A2d 紙パルプ
	セメント焼成	セメント焼成利用	1A2f 窯業土石
産業廃棄物（木くず）の原燃 料利用	（内訳なし）	一般燃料利用	1A2f 他業種
廃タイヤの原燃料利用	セメント焼成	セメント焼成利用	1A2f 窯業土石
	ボイラー	一般燃料利用	1A2f 他業種
	製鉄	製鉄原燃料利用	1A2a 鉄鋼
	ガス化	製鉄所燃料	1A2a 鉄鋼
	金属精錬	金属精錬燃料利用	1A2b 非鉄地金
	タイヤメーカー	タイヤメーカー燃料利用	1A2c 化学
	製紙	製紙工場燃料利用	1A2d 紙パルプ
	発電	発電利用	1A1a 発電熱供給*

(注) \* 利用先の業種が特定できていないため、1A1a とする。

## b) 方法論

1) CO<sub>2</sub>

## ■ 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化石燃料起源の廃油、廃タイヤの原燃料利用分である。

## ■ 排出係数

一般廃棄物プラスチックのコークス炉化学原料利用、廃タイヤの排出係数を本カテゴリー独自に設定する。残りの排出源については、「8.4.1.エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却」

で用いた排出係数をそのまま利用する。

独自に排出係数を設定	一般廃棄物プラスチック（コークス炉化学原料利用）、廃タイヤ
エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却の排出係数を利用	一般廃棄物プラスチック（コークス炉化学原料以外）、産業廃棄物

表 8-68 本カテゴリーで独自に設定する CO<sub>2</sub> 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
一般廃棄物-コークス炉	kg-CO <sub>2</sub> /t(dry)	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420
廃タイヤ	kg-CO <sub>2</sub> /t(dry)	1,858	1,785	1,790	1,737	1,725	1,729	1,750	1,735	1,735

■ 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 8.4.3.1～8.4.3.3 の各節を参照のこと。

表 8-69 CO<sub>2</sub> 排出に係る廃棄物の原燃料利用量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
一般廃棄物プラスチック・油化	kt (dry)	0	0	3	7	3	6	1	0	0
一般廃棄物プラスチック・高炉還元剤	kt (dry)	0	0	24	35	17	26	26	25	25
一般廃棄物プラスチック・コークス炉化学原料	kt (dry)	0	0	10	168	136	143	169	162	162
一般廃棄物プラスチック・ガス化	kt (dry)	0	0	1	56	45	43	51	49	59
産業廃棄物廃プラスチック類（鉄鋼業）	kt (wet)	0	0	57	160	74	97	137	129	149
産業廃棄物廃プラスチック類（セメント業）	kt (wet)	0	0	102	302	427	440	418	438	432
産業廃棄物廃プラスチック類（ボイラー）	kt (wet)	21	14	16	9	18	19	19	17	17
産業廃棄物化石燃料起源の廃油（セメント焼成炉）	kt (wet)	137	225	343	423	384	372	442	429	434
産業廃棄物化石燃料起源の廃油（ボイラー）	kt (wet)	554	633	460	811	724	662	686	703	668
廃タイヤ	kt (dry)	282	471	580	498	593	547	573	560	545

（注）何れの項目にもバイオマスプラスチック、動植物性廃油の利用量は含まない。

2) CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

■ 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。なお、一部の排出源では排出量の算定を行わないが、その概要を以下に整理する。

表 8-70 原燃料として利用された廃棄物のうち、CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O 排出量を計上しない排出源

排出源	計上しない排出源
一般廃棄物（プラスチック）の原燃料利用	高炉還元剤（NO）、コークス炉化学原料（IE）、ガス化（NE）
産業廃棄物（廃プラスチック類）の原燃料利用	高炉還元剤（NO）、油化（NE）、ガス化（NE）
廃タイヤの原燃料利用	製鉄用（NO）

■ 排出係数

廃棄物の原燃料利用の排出係数は、該当するエネルギー分野の CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O 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 8-71 の通りである。

排出係数の計算（排出ベース）

$$= (\text{エネルギー分野 (CH}_4\text{、N}_2\text{O) の排出係数 [kg-CH}_4\text{/TJ]、[kg-N}_2\text{O/TJ]}) \times (\text{対応する廃棄物の発熱量 [MJ/kg]}) / 1000$$

表 8-71 廃棄物の原燃料利用に伴う CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出係数の設定に用いるデータ一覧

算定対象		エネルギー分野の排出係数		発熱量
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
産業 廃棄物	廃プラスチック類	セメント焼成用	その他の工業炉 (固体燃料)	廃プラスチック類発熱量
		ボイラー	CH <sub>4</sub> : ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料) N <sub>2</sub> O: 常圧流動床ボイラー (固体燃料)	
	廃油 (化石燃料起源及び動植物生物性)	セメント焼成炉	その他の工業炉 (固体燃料)	再生油発熱量/廃油比重 <sup>a</sup>
		ボイラー	ボイラー (A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料)	
木くず	ボイラー	CH <sub>4</sub> : ボイラー (木材、木炭) N <sub>2</sub> O: ボイラー (流動床炉以外) (固体燃料)	木材の発熱量 <sup>b</sup>	
廃タイヤ	セメント焼成用	その他の工業炉 (固体燃料)	廃タイヤ発熱量	
	ボイラー用	CH <sub>4</sub> : ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料)、 N <sub>2</sub> O: ボイラー (流動床炉以外) (固体燃料)		
	乾留用	ボイラー (気体燃料)		
	ガス化用	その他工業炉 (気体燃料) 及びその他の工業炉 (液体燃料) <sup>c</sup>		

(注)

- a) 「廃棄物ハンドブック (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。  
b) 「平成9年度 大気汚染物質排出量総合調査」より。  
c) 廃タイヤのガス化に伴い回収される物質割合「ひょうごエコタウン資料」におけるガス、油の割合 (0.22、0.43) を用いて加重平均を行う。

表 8-72 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 <sub>4</sub> 排出係数 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ]	N <sub>2</sub> O 排出係数 [kg-N <sub>2</sub> 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
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

(注) 排出係数は「第3章 エネルギー分野」の記述より引用。

表 8-73 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	参考文献 25；参考文献 47 より 0.9 [kg/l] と して計算	
廃プラスチック類	MJ/kg	29.3	参考文献 25	
紙くず	MJ/kg	15.1	参考文献 47（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	参考文献 25	
繊維くず	MJ/kg	17.9	参考文献 47（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	参考文献 47（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	参考文献 25（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	参考文献 25
	2005 年度以降	MJ/kg	33.2	参考文献 25
ごみ固形燃料（RDF）	MJ/kg	18.0	参考文献 25	
ごみ固形燃料（RPF）	MJ/kg	29.3	参考文献 25	

■ 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 8-74）。把握方法の詳細は各節参照。

表 8-74 CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出に係る廃棄物の原燃料利用量（排出ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
一般廃棄物・油化	kt (wet)	0	0	3	7	3	7	1	0	0
産業廃棄物・木くず	kt (wet)	1,635	1,635	2,061	2,683	3,724	3,918	3,900	4,065	3,290
産業廃棄物化石燃料起源/動植物性廃油 (セメント焼成炉)	kt (wet)	141	233	359	447	408	396	470	456	462
産業廃棄物化石燃料起源/動植物性廃油 (ボイラー)	kt (wet)	569	657	482	858	770	704	730	748	710
廃タイヤ・セメント焼成用	kt (wet)	111	275	361	181	141	112	95	77	66
廃タイヤ・ボイラー	kt (wet)	119	184	163	255	394	387	428	435	433
廃タイヤ・乾留炉	kt (wet)	67	37	30	10	2	1	1	1	0
廃タイヤ・ガス化	kt (wet)	0	0	0	27	48	48	49	45	45

(注) 産業廃棄物廃プラスチック類（セメント業）及び同（ボイラー）の活動量は表 8-69 を参照。

○ 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。

熱量に換算した活動量

$$= (\text{原燃料利用量 [kg (wet)]}) \times (\text{対応する廃棄物の発熱量 [MJ/kg]}) / 10^6$$

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。

## 8.4.3.1. 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計上する。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) CO<sub>2</sub>

## ■ 算定方法

一般廃棄物の化石燃料起源プラスチックの利用用途別（油化、高炉還元剤、コークス炉化学原料、ガス化）の原燃料利用量に、それぞれ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、「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」と同じ値を利用する。プラスチックのコークス炉化学原料利用の排出係数には、一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う排出係数から、プラスチック中炭素の炭化水素油への炭素ベース移行割合（47.9%）を控除し、化学原料として製品利用され、大気中へのCO<sub>2</sub>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。

プラスチックのコークス炉化学原料利用に伴うCO<sub>2</sub>排出係数の計算（乾燥ベース）

$$= (\text{一般廃棄物中のプラスチックの燃焼に伴う排出係数}) \\ \times \{1 - (\text{コークス炉化学原料プラスチックのうち炭化水素油に移行する割合})\}$$

## ■ 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。原燃料利用量（乾燥ベース）は原燃料利用量（排出ベース）から含水量を差し引いて求める。CO<sub>2</sub>排出量算定に用いる利用用途別の化石燃料起源プラスチック原燃料利用量（乾燥ベース）は、一般廃棄物のバイオマスプラスチック原燃料利用量を差し引いて求める。利用用途別のバイオマスプラスチック含有率はすべて同じと仮定する。

利用用途別の化石燃料起源プラスチック原燃料利用量の活動量（乾燥ベース）

$$= \text{利用用途別プラスチック原燃料利用量（排出ベース）} \times (1 - \text{プラスチックの含水率}) \\ - \text{一般廃棄物バイオマスプラスチック原燃料利用量（乾燥ベース）} \\ \times \text{利用用途別の原燃料利用量/一般廃棄物プラスチック原燃料利用量}$$

一般廃棄物のバイオマスプラスチック原燃料利用量は「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）b) 1) CO<sub>2</sub>」の活動量と同様に求める。

## ○ 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

「再商品化（リサイクル）実績」（(財)日本容器包装リサイクル協会）に示される「プラスチック製容器包装（その他プラスチック、食品用トレイ）」の再商品化方法別の再商品化製品量（熱分解油：油化・高炉還元剤・コークス炉化学原料及び合成ガス：ガス化）から把握する。ただし CO<sub>2</sub> 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

$$= \{ \text{容り法に基づき再商品化されたプラスチック量（排出ベース）}^1 \\ - \text{指定法人ルートにて再商品化されたプラスチック量（排出ベース）} \}^2 \\ \times \text{再商品化方法別のプラスチック量割合}^3 \\ \times \text{再商品化方法別の再商品化製品量割合}^4 \quad (\text{指定法人ルートの値を求め市町村独自ルートの値に適用})$$

<sup>1</sup>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）

「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」（環境省廃り部）に示される「年度別年間再商品化量」。

<sup>2</sup>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）

「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」。

<sup>3</sup>再商品化方法別のプラスチック量割合

「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」（(社)プラスチック処理促進協会）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。

<sup>4</sup>再商品化方法別の再商品化製品量割合

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、「容器包装リサイクル法の評価・検討、(財)日本容器包装リサイクル協会資料」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。

### ○ バイオマスプラスチック製品使用量（乾燥ベース）

「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」参照。

### ○ 天然由来成分割合及びバイオマスプラスチックが一般廃棄物となる割合

「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」を参照。

### ○ 原燃料利用率

「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却（6.C.1）」を参照。

## 2) CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

算定方法と排出係数については「8.4.3. 廃棄物が燃料として直接利用される場合の排出」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

CO<sub>2</sub> 排出係数の不確実性は「一般廃棄物の焼却に伴う排出」の排出係数と同一の値を利用する。CO<sub>2</sub> 排出算定に用いる活動量の不確実性は、一般廃棄物中のプラスチック原燃料利用量の不確実性（統計種類別の設定値）と、含水率の不確実性（一般廃棄物の焼却と同様）を合成して算定した。CH<sub>4</sub>の排出係数の不確実性はエネルギー分野（CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O）の排出係数とプラスチックの発熱量の不確実性（共にエネルギー分野で把握）を合成して算定した。CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 活動量の不確実性は一般廃棄物中のプラスチックの原燃料利用量の不確実性を用いて設定する。

以上より、原燃料として利用された一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出量の不確実性は 17%、180%、112%と評価された。不確実性評価手法の詳細については、別添7を参考のこと。

### ■ 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計上されるのは2000年度以降である。

## d) QA/QC と検証

GPG（2000）に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添6を参考のこと。

## e) 再計算

2010、2011年度の一般廃棄物プラスチック発生量データの更新に伴い、当該年度の活動量中のバイオマスプラスチック含有量の推計を再計算した。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野におけ

る一般的な再計算」を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

8.4.3.2. 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計上する。

b) 方法論

1) CO<sub>2</sub>

■ 算定方法、排出係数

原燃料として利用された廃プラスチック類（バイオマスプラスチックの原燃料利用量を減じた）の焼却量、化石燃料起源の廃油の焼却量に産業廃棄物の焼却で用いた排出係数を乗じて算定する。

■ 活動量

○ 廃プラスチック類

鉄鋼業、化学工業、製紙業、セメント製造業及び自動車製造業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「廃プラ等利用の現状と今後の課題、(社)日本鉄鋼連盟」から把握する。セメント製造業における原燃料利用量は「セメントハンドブック、(社)セメント協会」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。廃プラスチック（産業廃棄物）中に含まれ、原燃料利用されるバイオマスプラスチックの量は、「8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却（6.C.2）b）1）CO<sub>2</sub>」の活動量と同様に求める。なお、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（専門家判断により設定）を用いて、排出ベースに換算して設定する。

○ 化石燃料起源の廃油

「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」に示される廃油の量から、環境省調査による「動植物性廃油割合」を用い生物起源の廃油量を差し引いて化石燃料起源の廃油の活動量とする。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。

2) CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

■ 算定方法、排出係数

算定方法と排出係数については「8.4.3. 廃棄物が燃料として直接利用される場合の排出」参照。

## ■ 活動量

### ○ 廃プラスチック類

セメント焼成炉及びボイラーにおける利用分を対象とし、当該排出源のCO<sub>2</sub>排出量の算定の際に求めた活動量のうち、化学工業、製紙業、セメント製造業及び自動車製造業での原燃料利用量を用いた。鉄鋼業から発生する高炉ガスは全量回収されるため、この活動量はここに含まない。

### ○ 廃油（化石燃料起源及び動植物性廃油）

セメント焼成炉とボイラー利用に分けて把握する。セメント焼成炉にて燃料利用される廃油及び再生油の量は、各年の「セメントハンドブック」より把握する。ボイラーで燃料利用された量は、「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」に示される廃油の量からセメント焼成炉にて燃料利用された量を減じて把握する。廃油についてはCO<sub>2</sub>排出量の活動量と異なり、化石燃料起源の廃油に加え動植物性廃油も算定対象に含める。

### ○ 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

CO<sub>2</sub>排出係数の不確実性は「産業廃棄物の焼却に伴う排出」の排出係数と同様に設定する。CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性は一般廃棄物の原燃料利用に伴う排出と同様の方法で評価する。

活動量の不確実性は廃プラスチック、廃油、木くずで別に評価した。廃プラスチックは鉄鋼業、セメント製造業における原燃料利用量の不確実性を合成して算定する。各要素の不確実性は統計種類別に設定した値を適用する。廃油はセメント焼成炉（統計種別の設定値）とボイラー（CO<sub>2</sub>の値を代用）の値を合成して不確実性を評価した。木くずは原燃料利用量について統計種別の設定値を適用して不確実性を求める。

以上より、産業廃棄物の焼却に伴うCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出量の不確実性は13-105%、74-128%及び31-110%と評価される。不確実性評価手法の詳細については、別添7を参考のこと。

### ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 を参考のこと。

## e) 再計算

- 2010、2011 年度の産業廃棄物プラスチック発生量データの更新に伴い、当該年度の活動量中のバイオマスプラスチック含有量の推計を再計算した。
- 2006、2007、2011 年度の産業廃棄物の原燃料利用量値の更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 8.4.3.3. 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計上する。

## b) 方法論

1) CO<sub>2</sub>

## ■ 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った。

## ■ 排出係数

廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率、廃タイヤの燃料利用施設における廃タイヤの燃焼率を乗じて算定する。廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率は、新品タイヤ中の原材料構成を用いて求めた。廃タイヤの燃焼率は GPG (2000) の危険廃棄物におけるデフォルト値の最大値を用いて 99.5% と設定する。

廃タイヤの燃料利用に伴うCO<sub>2</sub>排出係数の計算 (乾燥ベース)

$$= (\text{廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率}) \times (\text{廃タイヤの燃焼率}) \times 1000 \times 44/12$$

## ■ 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) CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

## ■ 算定方法、排出係数

算定方法については 8.4.3 節を参照。

## ■ 活動量

CO<sub>2</sub> 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

CO<sub>2</sub> 排出係数は廃タイヤ中の炭素含有率と廃タイヤ燃料利用施設における燃焼率の不確実性を合成して不確実性を算定する。活動量は廃タイヤの原燃料利用量と廃タイヤ中の含水率の不確実性を合成して不確実性を算定する。

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出係数は、一般廃棄物の原燃料利用における不確実性評価と同様の方式を用いて、廃タイヤの原燃料利用方法別にエネルギー分野 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O) の排出係数に廃タイヤの発熱量の不確実性を合成して不確実性を算定する。活動量は廃タイヤの原燃料利用量の不確実性を用いる。各要素の不確実性設定方法は以下の通り。

- 産業廃棄物 (廃プラスチック) の焼却の値を代用：炭素含有率、燃焼率
- 専門家判断：含水率
- 統計種類別の設定値：廃タイヤ原燃料利用量

廃タイヤの原燃料利用において CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出量の不確実性は 15%、91%、26% と評価された。不確実性評価手法の詳細については、別添 7 を参考のこと。

## ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 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。

8.4.4. 廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合の排出 (1.A.)

8.4.4.1. ごみ固形燃料 (RDF、RPF) の燃料利用 (1.A.1 及び 1.A.2)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合の CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量の算定・計上を行う。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。排出量の計上カテゴリーは、燃料の利用用途に応じて、以下の通りエネルギー産業 (1.A.1) 及び製造業・建設業 (1.A.2) の各業種とする。計上する際の燃料種は「Other fuels」とする。

表 8-75 廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合の排出量計上カテゴリー

排出源	燃料利用の内訳	主な用途	エネルギー分野 報告カテゴリー
ごみ固形燃 (RDF・RPF) の燃料利用	RDF	一般燃料利用 (発電含む)	1A2f 他業種*
	RPF (石油製品)	ボイラー燃料	1A1b 石油精製
	RPF (化学)	ボイラー燃料	1A2c 化学
	RPF (製紙)	製紙工場燃料利用	1A2d 紙/パルプ
	RPF (セメント焼成)	セメント焼成利用	1A2f 窯業土石

(注) \* 自家利用以外の発電・熱供給分は 1A1a で計上すべきだが、現時点では実態を把握できていないため、1A2f に含めて計上する

b) 方法論

1) CO<sub>2</sub>

■ 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た排出量から、RDF 利用される廃プラスチックに含まれるバイオマスプラスチック由来の CO<sub>2</sub> 排出量を減じて推計する。

$$E_{RDF} = EF_{RDF} \times AD_{RDF} - EF_{MSW\ plastics} \times WBP_{RDF}$$

- $E_{RDF}$  : 廃棄物の RDF 利用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>]
- $EF_{RDF}$  : RDF の利用に伴う排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/t]
- $AD_{RDF}$  : RDF の利用に伴う活動量 (乾燥ベース) [kt (dry)]
- $EF_{MSW\ plastics}$  : 一般廃棄物プラスチックの排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/t (dry)]
- $WBP_{RDF}$  : バイオマスプラスチックの RDF 利用量 (乾燥ベース) [t (dry)]

$$E_{RPF} = E_{RPF} \times AD_{RPF} - EF_{ISW\ plastics} \times WBP_{RPF}$$

- $E_{RPF}$  : 廃棄物の RPF 利用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>]
- $EF_{RPF}$  : RPF の利用に伴う排出係数 (排出ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/t]
- $AD_{RPF}$  : RPF の利用に伴う活動量 (乾燥ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/t (dry)]
- $EF_{ISW\ plastics}$  : 産業廃棄物プラスチックの排出係数 [kg-CO<sub>2</sub>/t (wet)]
- $WBP_{RPF}$  : バイオマスプラスチックの RPF 利用量 [t (wet)]

■ 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及び RDF 利用施設における RDF の燃焼率を乗じて算定する。

$$\begin{aligned} EF_{RDF} &= 1000 \times P_{RDF} \times C \times B_{RDF} / 12 \times 44 \\ &= 1000 \times 0.296 \times 0.762 \times 0.99 / 12 \times 44 \\ &= 820 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \end{aligned}$$

$P_{RDF}$  : 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）

$B_{RDF}$  : RDF 利用施設における RDF の燃焼率

【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、「管理処分場からの排出（6.A.1.）CH<sub>4</sub>」及び「一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う排出（6.C.1.）CO<sub>2</sub>」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 *municipal solid waste* 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、「一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う排出（6C）CO<sub>2</sub>」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 8-41 を参照）を用いる。

【RDF 利用施設における燃焼率（ $B_{RDF}$ ）】

RDF 利用施設における RDF 燃焼率は、「一般廃棄物（プラスチック）の焼却に伴う排出（6C）CO<sub>2</sub>」と同様に、GPG（2000）のデフォルト値の最大値を用いて 99% と設定する。

## ○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（参考文献 47 参照）、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

$$\begin{aligned} EF_{RPF,coal} &= 1000 \times P_{RPF,coal} \times C \times B_{RPF} / 12 \times 44 \\ &= 1000 \times 0.528 \times 0.737 \times 0.995 / 12 \times 44 \\ &= 1419 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \end{aligned}$$

### コークス相当品

$$\begin{aligned} EF_{RPF,coke} &= 1000 \times P_{RPF,coke} \times C \times B_{RPF} / 12 \times 44 \\ &= 1000 \times 0.910 \times 0.737 \times 0.995 / 12 \times 44 \\ &= 2445 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \end{aligned}$$

- $EF_{RPF,coal}$  : RPF (石炭相当品) の利用に伴う排出係数 (乾燥ベース) [kg-CO<sub>2</sub>/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<sub>2</sub>/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)  
 $B_{RPF}$  : RPF 利用施設における RPF の燃焼率

### 【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(参考文献 61 参照)、「産業廃棄物 (廃プラスチック類) の焼却に伴う排出 (6.C.) CO<sub>2</sub>」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%) で用いて算定する (73.7%)。

### 【RPF の利用施設における RPF 燃焼率 ( $B_{RPF}$ )】

RPF 利用施設における RPF 燃焼率は、「産業廃棄物 (廃プラスチック類) の焼却に伴う排出 (6.C.) CO<sub>2</sub>」と同様に、GPG (2000) の危険廃棄物におけるデフォルト値の最大値を用いて 99.5% と設定する。

### 【RPF の利用に伴う排出係数 (加重平均排出係数) (乾燥ベース) ( $EF_{RPF,av}$ )】

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。

$$\begin{aligned} EF_{RPF,av} &= EF_{RPF,coal} \times P_{coal} + EF_{RPF,coke} \times P_{coke} \\ &= 1419 \times 0.797 + 2445 \times 0.203 \\ &= 1627 \text{ [kg-CO}_2\text{/t]} \end{aligned}$$

$EF_{RPF,av}$  : 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<sub>2</sub>/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)

### 【一般廃棄物プラスチックの排出係数】

8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却 (6.C.1) b) 1) CO<sub>2</sub> の排出係数と同様に算定する。

### 【産業廃棄物プラスチックの排出係数】

8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却 (6.C.2) b) 1) CO<sub>2</sub> の排出係数と同様に算定する。

表 8-76 ごみ固形燃料 (RDF、RPF) の燃料利用に伴う CO<sub>2</sub> 排出係数

項目	排出係数 [kg-CO <sub>2</sub> /t (dry)]
RDF	808
RPF (石炭相当品)	1,419
RPF (コークス相当品)	2,445
RPF (加重平均値)	1,627

## ■ 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。

$$A_{RDF} = a_{RDF} \times SC_{RDF}$$

$A_{RDF}$  : 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]

$SC_{RDF}$  : RDF 製造量の排出ベースから乾燥ベースへの換算 (「1-水分割合」より算定)

### ○ RDF に含まれるバイオマスプラスチック量 (乾燥ベース)

RDF 利用される廃プラスチックに含まれるバイオマスプラスチックの量は「8.4.1.1. 一般廃棄物の焼却 (6.C.1) b) 1) CO<sub>2</sub>」の活動量と同様に求める。

### ○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。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、セメント協会及び日本自動車工業会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。

○ RPFに含まれるバイオマスプラスチック量(排出ベース)

RPF利用される廃プラスチックに含まれるバイオマスプラスチックの量は「8.4.3.2. 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) b) 1) CO<sub>2</sub>」の活動量同様に求める。

表 8-77 ごみ固形燃料(RDF、RPF)の燃料利用量(乾燥ベース)

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
RDF	kt (dry)	32	37	140	392	365	355	359	355	355
RPF	kt (dry)	0	8	32	478	751	778	765	807	837

2) CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

■ 算定方法、排出係数

算定方法と排出係数については「8.4.3 廃棄物が燃料として直接利用される場合の排出」を参照。

表 8-78 CH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>O排出係数設定利用データ一覧

算定対象		エネルギー分野の排出係数	発熱量
RDF	ボイラー	CH <sub>4</sub> : ボイラー(一般炭、コークス、その他固体燃料) N <sub>2</sub> O: ボイラー(流動床炉以外)(固体燃料)	RDF発熱量
RPF	セメント焼成炉	その他の工業炉(固体燃料)	RPF発熱量*
	ボイラー	CH <sub>4</sub> : ボイラー(一般炭、コークス、その他固体燃料) N <sub>2</sub> O: ボイラー(流動床炉以外)(固体燃料)	

(注) \*「日本RPF工業会資料」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。

■ 活動量

○ RDF

RDFはCO<sub>2</sub>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。ここにはバイオマスプラスチックも含まれる。

○ RPF

RPFはCO<sub>2</sub>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。



熱量に換算した活動量

$$= (\text{RDF、RPF消費量} [\text{kg (wet)}]) \times (\text{対応する燃料の発熱量} [\text{MJ/kg}]) / 10^6$$

## c) 不確実性と時系列の一貫性

## ■ 不確実性

RDF の燃料利用に伴う CO<sub>2</sub> 排出係数は、RDF 中のプラスチック由来成分割合、プラスチック中の炭素含有率、RDF 燃料利用施設における RDF 燃焼率の不確実性を合成して不確実性を算定する。RPF の場合は RPF (石炭相当品) の排出係数の不確実性を用いる。活動量は RDF、RPF の燃料利用量 (排出ベース) に RDF、RPF の含水量を差し引いて乾燥ベースに変換して算定していることから、各要素の不確実性を合成して不確実性を算定する。

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出係数は、RDF、RPF の原燃料利用方法別にエネルギー分野 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O) の排出係数と RDF、RPF の発熱量の不確実性を合成して不確実性を算定する。活動量は RDF、RPF の燃料利用量の不確実性を用いる。各要素の不確実性設定方法は以下の通り。

- データの 95%信頼区間：RDF 中のプラスチック由来成分割合、RDF 含水率
- 一般廃棄物 (プラスチック) の焼却の値を代用：RDF 炭素含有率、燃焼率
- 産業廃棄物 (廃プラスチック類) の焼却の値を代用：RPF 炭素含有率、燃焼率
- 専門家判断：RPF 中のプラスチック由来成分割合
- 統計種類別の設定値：RDF・RPF 燃料利用量

RDF、RPF の原燃料利用に伴う CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性は 44%、49%と 33%であった。なお、不確実性の手法の詳細については別添 7 を参考のこと。

## ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 を参考のこと。

## e) 再計算

- 2010、2011 年度の一般廃棄物・産業廃棄物プラスチック発生量データの更新に伴い、当該年度の活動量中のバイオマスプラスチック含有量の推計を再計算した。
- 2011 年度の RDF 利用量データの更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。詳細は「8.1.3. 廃棄物分野における一般的な再計算」を参照のこと。

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

### 8.5. その他（6.D.）

本カテゴリーでは、有機性廃棄物のコンポスト化に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 及び石油由来の界面活性剤の分解に伴い排出される CO<sub>2</sub> 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 8-79 に示す。2012 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 826 Gg-CO<sub>2</sub> 換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 0.06% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 5.8% 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、2001~2004 年度に CO<sub>2</sub> 排出量が減少したことが大きく寄与している。

表 8-79 その他(6.D.)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	2008	2009	2010	2011	2012
CO <sub>2</sub>	6.D.2. 石油由来の界面活性剤	Gg-CO <sub>2</sub>	703	668	656	507	530	514	527	524	515
		CH <sub>4</sub>									
CH <sub>4</sub>	6.D.1. 有機性廃棄物のコンポスト化	Gg-CH <sub>4</sub>	4.4	4.2	4.4	7.4	8.3	8.4	7.3	8.0	7.8
		Gg-CO <sub>2</sub> 換算	92	89	91	155	175	176	153	169	165
N <sub>2</sub> O	6.D.1. 有機性廃棄物のコンポスト化	Gg-N <sub>2</sub> O	0.26	0.25	0.26	0.44	0.50	0.50	0.44	0.48	0.47
		Gg-CO <sub>2</sub> 換算	81	79	81	138	155	156	136	150	146
全ガス合計		Gg-CO <sub>2</sub> 換算	876	836	828	800	861	846	816	843	826

#### 8.5.1. 有機性廃棄物のコンポスト化に伴う排出（6.D.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 CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 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「6.3. 家畜排せつ物の管理（4.B）」において計上している。

##### 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、IPCC2006 年ガイドラインのデフォルト排出係数を乗じて算定する。算定方法は CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O で同様である。

$$E = EF \times A$$

E : 有機性廃棄物のコンポスト化に伴う CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>]、[kg-N<sub>2</sub>O]

EF : 排出係数(乾燥ベース) [kg-CH<sub>4</sub>/t]、[kg-N<sub>2</sub>O/t]

A : 有機性廃棄物のコンポスト化量(乾燥ベース) [t]

###### ■ 排出係数

2006年 IPCC ガイドラインより、各年度一律に、乾燥ベースの CH<sub>4</sub> 排出係数を 10.0 [kg-CH<sub>4</sub>/t]、N<sub>2</sub>O 排出係数を 0.6 [kg N<sub>2</sub>O/t] と設定する。

## ■ 活動量

活動量（乾燥ベースのコンポスト化量）は、以下に示すコンポスト化される廃棄物の量（排出ベース）から、コンポスト化される廃棄物の性状に応じた含水量を差し引いて乾燥ベースに変換して求める。

### ○ 一般廃棄物

- 「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」に示された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推定した、ゴミ種類別の堆肥化量
- 「日本の廃棄物処理」に示される、ごみ堆肥化施設におけるし尿堆肥化量

### ○ 産業廃棄物

- 「下水道統計」に示される、コンポスト化施設に投入された下水汚泥量
- 国土交通省より提供される、下水汚泥コンポスト化施設において下水汚泥に添加される木くず等の副資材量
- 「循環利用量調査報告書」に示される、食品・飲料製造業起源の動植物性残さのコンポスト化量
- 「循環利用量調査報告書」に示される、上記以外の食品廃棄物のコンポスト化量（有償分含む）\*

\* 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計上する。

コンポスト化される廃棄物の含水率は、「管理処分場からの排出（6.A.1）」で設定したとおり、紙くず：20%、厨芥類：75%、繊維くず：20%、木くず：45%、下水汚泥 70%とする。

表 8-80 コンポスト化される廃棄物量（乾燥ベース）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
一般廃棄物	kt (dry)	38	22	29	36	54	69	61	66	60
産業廃棄物	kt (dry)	400	403	407	704	781	770	669	738	725

## c) 不確実性と時系列の一貫性

### ■ 不確実性

排出係数は2006年 IPCC ガイドラインに示される上限値と下限値を用いて不確実性を評価する。活動量は出典となる統計に対して統一的に設定した不確実性を適用して評価する。

有機性廃棄物のコンポスト化に伴う CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性は 74.0% と 86.3% と評価される。なお、不確実性評価手法の詳細については、別添 7 を参照のこと。

### ■ 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

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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、別添 6 に詳述している。

## e) 再計算

- 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を活動量として加えたため、1990~2011 年度排出量の再計算を行った。
- 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化量（有償分含む）の調査方法が改善され、1990~2011 年度の活動量が修正されたため、1990~2011 年度排出量の再計算を行った。

## f) 今後の改善計画及び課題

- 将来的には、国独自の排出係数が必要であることを認識している。今後、新たな知見が得られた場合は、排出量算定の細分化を検討する。
- 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。

## 8.5.2. 石油由来の界面活性剤の分解に伴う排出（6.D.2）

## 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 CO<sub>2</sub> が排出される。本排出源は廃棄物分野の既存区分（6.A.~6.C.）に対応しないことから、「その他（6.D.）」に計上する。「排水処理に伴う CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 排出」と「石油由来の界面活性剤の分解に伴う CO<sub>2</sub> 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

1996 年改訂 IPCC ガイドライン、GPG (2000) 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 CO<sub>2</sub> として大気中に排出されることから、排水処理施設及び自然界に排出された界面活性剤中の炭素量をベースに CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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、CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 8-81 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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 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「化学工業統計年報」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

「貿易統計、財務省関税局」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。

#### 輸出入量補正係数

$$= (\text{界面活性剤生産量} + \text{界面活性剤輸入量} - \text{界面活性剤輸出量}) / \text{界面活性剤生産量}$$

表 8-82 石油由来の界面活性剤の分離に伴う活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
合成アルコール	t	29,239	16,253	28,285	31,609	32,988	32,872	33,750	34,870	35,234
アルキルベンゼン	t	105,432	102,794	80,832	47,349	55,442	50,206	50,519	46,369	44,497
アルキルフェノール	t	10,141	8,798	7,454	3,448	2,338	2,044	2,054	2,263	2,238
エチレンオキシド	t	124,984	132,175	146,509	127,150	125,628	126,301	131,148	134,532	132,537

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界面活性剤原料の代表成分ごとの炭素含有率の違いを標準偏差を用いて計算した19%、活動量の不確実性は「全数調査(すそ切りあり)・指定統計以外」の不確実性の2倍の値を用いた40%である。なお、不確実性の算定手法については、別添7に詳述している。

■ 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

GPG(2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 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別添6を参照のこと。

e) 再計算

2011年度の活動量データの更新に伴い、当該年度の排出量の再計算を行った。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。



## 参考文献

1. IPCC「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「2006年 IPCC ガイドライン」(2006)
4. 環境庁「平成7年度大気汚染物質排出量総合調査」(1995)
5. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」(1992)
6. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(2000)
7. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」(2006)
8. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「日本の廃棄物処理」
9. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「一般廃棄物処理実態調査」
10. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「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)」
11. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「不法投棄等産業廃棄物残存量調査結果」
12. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「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」(2005)
13. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「産業廃棄物処理施設状況調査」
14. 環境省水・大気環境局「発生負荷量管理等調査」
15. 環境省「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」(2010)
16. 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」(2013)
17. 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)
18. 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」(2013)
19. 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結果報告書」(1995-1999)
20. 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)」
21. 経済産業省「工業統計表 用地・用水編」
22. 経済産業省「化学工業統計年報」
23. 経済産業省「繊維・生活用品統計年報」
24. 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」
25. 資源・エネルギー庁「総合エネルギー統計」
26. 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)
27. 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)
28. 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)
29. 兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1994)
30. 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)
31. 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)
32. 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)
33. (財)容器包装リサイクル協会「再商品化(リサイクル)実績」
34. (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）
35. （財）日本環境衛生センター「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000」
  36. （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」（1998）
  37. （社）日本鉄鋼連盟「廃プラ等利用の現状と今後の課題」
  38. （社）セメント協会「セメントハンドブック」
  39. （社）日本自動車タイヤ協会「日本のタイヤ産業」
  40. （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）
  41. （社）日本下水道協会「下水道統計（行政編）」
  42. （社）日本下水道協会「下水道施設設計指針と解説」（2001）
  43. （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）
  44. （社）日本水道協会「水道統計（施設・業務編）」
  45. （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」
  46. 日本化学繊維協会「繊維ハンドブック」
  47. 日本RPF工業会、RPF品質基準（2004年3月制定）
  48. 廃棄物学会「廃棄物ハンドブック」（1997）
  49. 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）
  50. 日本バイオマス製品推進協議会市場調査委員会「ナショナルインベントリー調査、日本バイオマス製品推進協議会」
  51. 藤本「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）
  52. 藤島、北川、中村、木津「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）
  53. 池、惣田「B-071 わが国の排水処理ストリームにおける炭素・窒素フローの評価とCH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>O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）
  54. 伊藤「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）
  55. 岩崎、辰市、上野「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）
  56. 中村、安田、田所、桜井「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. 91-393（1998）
  57. 松原、水落「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）
  58. 岡崎、清水、森田「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）
  59. 大村、河窪、山田「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）
  60. 大嶋・河井「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）
  61. 関「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）
  62. 鈴木、落、宮田「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）
  63. 竹石、渡部、松原、佐藤、前橋、田中、三羽、若杉、山下「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）
  64. 竹石、渡部、松原、平山、前橋、高麗、若杉、吉川「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）

65. 田中、安達、瀬野尾、吉田「下水処理汚泥の成分について」東北農業研究 27 (1980)
66. 田中、井上、松澤、大迫、渡辺「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)
67. 田中、井上、大迫、山田、渡辺「B-16 (7) 廃棄物分野における  $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$  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)
68. 田中、「廃棄物学概論」丸善 (1998)
69. 上野、辰市、大岩川「下水処理場における  $\text{N}_2\text{O}$  の削減対策の検討」東京都環境科学研究所年報 (1995)
70. 安田、高橋、矢島、金子「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)

