

第8章 廃棄物分野

8.1. 廃棄物分野の概要

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¹。

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。

2008年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は 20,052Gg CO₂ eq であり、日本の温室効果ガス総排出量の 1.6%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると 21.5%の減少となっている。

なお、日本における廃棄物等の発生量は 1990年度以降、年間 600 百万トン前後でほぼ横ばいの傾向を示している。直近の取りまとめ結果である 2006年度のデータでは、このうちバイオマス系廃棄物が 54%、化石系廃棄物が 3%であり、残りの 43%を金属系、非金属鉱物系廃棄物が占める。2006年度の廃棄物等の循環フローについては廃棄物発生量ベースで、バイオマス系は自然還元率が 27%、循環利用率（再資源化）が 16%、減量化率（焼却等の中間処理による）が 54%、最終処分率が 3%であり、化石系は循環利用率が 35%、減量化率が 48%、最終処分率が 17%である。日本では最終処分量が年々減少している傾向にある。

2010年提出インベントリでは、廃棄物分野において主要統計の早期集計により、2006–2008年度排出量について多くの最新の活動量データが用いられた。また、各種調査による排出係数の見直しが行われたほか、排出量算定の精緻化が図られた。このため、多くのサブカテゴリーにおいて、昨年報告した 1990年以降の排出量が再計算されている。

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 CH₄ の排出量を算定する。なお、本排出源では日本における廃棄物区分に準じ、一般廃棄物と産業廃棄物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した。

¹ 廃棄物分野のいくつかの排出源では、過去の年度の統計データや関連データ等を入手できない場合、推計により値の補完を行っているが、本章では、これらの推計方法の内容については割愛している。推計方法の詳細については「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）」参照のこと。

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	嫌気性埋立 ----- 準好気性埋立	
		紙くず	嫌気性埋立 ----- 準好気性埋立	
		木くず	嫌気性埋立 ----- 準好気性埋立	
		天然繊維くず ^{a)}	嫌気性埋立 ----- 準好気性埋立	
		し尿処理・浄化槽汚泥	嫌気性埋立 ----- 準好気性埋立	
	産業廃棄物	食物くず	嫌気性埋立 ^{b)}	
		紙くず		
		木くず		
		天然繊維くず ^{a)}		
		下水汚泥		消化汚泥由来の汚泥 ^{c)}
				その他下水汚泥
		浄水汚泥		
		製造業有機性汚泥		
	家畜ふん尿 ^{d)}			
6.A.3. (8.2.3)	不法処分 ^{e)}		嫌気性埋立	

- a) 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。
- b) 産業廃棄物の埋立については、準好気性埋立の割合が不明なため、全量を嫌気性埋立と見なす。
- c) 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こととした。
- d) 家畜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った。
- e) 生分解可能な炭素を含む不法処分廃棄物として木くず、紙くず、汚泥等が考えられるが、現時点で実態が把握されている木くずからの排出のみを算定対象としている。

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。2008 年度における当該排出源カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 3,591Gg CO₂ eq であり、我が国の温室効果ガス総排出量の 0.3%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 53.2%の減少となっている。排出量の減少は、最終処分量削減のため焼却処分が増え、生分解可能廃棄物の最終処分量の減少にともない、最終処分場からのメタンの発生が減少した結果である。

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	2007	2008	
CH ₄	6.A.1. 管理埋立地	食物くず	Gg CH ₄	62.9	60.6	52.3	34.7	26.1	22.0	
		紙くず	Gg CH ₄	145.7	133.0	109.2	84.9	74.1	67.9	
		天然繊維くず	Gg CH ₄	9.5	8.2	6.8	5.4	4.7	4.4	
		木くず	Gg CH ₄	46.0	50.1	49.3	47.0	45.9	45.2	
		下水汚泥	消化汚泥由来の汚泥	Gg CH ₄	5.6	5.3	4.2	2.8	2.2	1.9
			その他下水汚泥	Gg CH ₄	28.1	26.2	21.1	13.7	10.8	9.4
		し尿処理・浄化槽汚泥	Gg CH ₄	12.4	9.0	6.5	4.8	4.3	3.9	
		浄水汚泥	Gg CH ₄	3.5	3.3	2.8	2.2	1.9	1.7	
		製造業有機性汚泥	Gg CH ₄	48.4	38.9	24.4	15.9	12.8	11.4	
		家畜ふん尿	Gg CH ₄	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	
		メタン回収量	Gg CH ₄	-0.8	-0.7	-0.7	0.0	-0.3	-0.3	
		合計	Gg CH ₄	362.9	335.6	277.5	212.6	183.9	168.8	
		6.A.3. その他	不法投棄	Gg CH ₄	0.4	0.9	2.4	2.4	2.3	2.2
	合計	Gg CH ₄	363.2	336.4	279.9	215.0	186.2	171.0		
		Gg CO ₂ eq	7628	7065	5877	4515	3909	3591		

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 CH₄ が発生している。日本における埋立処分場は廃掃法に基づき適正な管理が行われていることから、放出される CH₄ 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 CO₂ 排出は「NO」として報告する。

b) 方法論

■ 算定方法

2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い (Tier3)、2006年 IPCC ガイドラインの改訂 FOD 法に日本独自のパラメータを組み合わせる排出量を算定した。日本では排出係数を「生物分解された廃棄物から発生する CH₄ 量」、活動量を「算定対象年度内に生物分解された廃棄物量」と定義する。

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

- E : 管理処分場からの CH₄ 排出量 (kg CH₄)
- EF_{ij} : 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 CH₄/t)
- A_{ij} : 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 CH₄ 回収量 (kg CH₄)
- OX : 埋立処分場の覆土による CH₄ 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 CH₄ の量 (kg) であり、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。「食物くず」「紙くず」「天然繊維くず」「木くず」「下水汚泥」「し尿処理汚泥」「浄水汚泥」「製造業有機性汚泥」「家畜ふん尿」ごとに、生分解性廃棄物中の炭素含有率、埋め立てられた生分解性廃棄物のガス化率、埋立処分場別の好気分解補正係数、発生ガス中の CH₄ 比率乗じて設定を行った。

$$\text{CH}_4 \text{ 排出係数} = (\text{炭素含有率}) \times (\text{ガス化率}) \times (\text{好気分解補正係数}) \times (\text{発生ガス CH}_4 \text{ 比率}) \times 1000 / 12 \times 16$$

○ 炭素含有率

【食物くず、紙くず、木くず】

食物くず、紙くず、木くずの炭素含有率は、東京都、横浜市、川崎市、神戸市、福岡市から提供された一般廃棄物中の炭素含有率実測結果（1990～2004年度）を単純平均して毎年度一律に炭素含有率を設定した。産業廃棄物については、紙くず、繊維くず、木くずは一般廃棄物と産業廃棄物で性状が類似する排出係数を代用している。食物くずは一般廃棄物と産業廃棄物で性状が異なる可能性があるが、産業廃棄物の場合、発生業種や発生場所によって性状が異なり、平均的性状の設定が困難なため、一般廃棄物の値を代用している。

ただし、このような一般廃棄物の炭素含有率の産業廃棄物への適用は、排出量の算定について大きな不確実性の要因とはならないと考えられる。

【天然繊維くず】

天然繊維くずの炭素含有率は、繊維製品中の天然繊維の炭素含有率を代用して設定した。天然繊維の種類（綿糸、毛糸、絹糸、麻糸、再生繊維）ごとに各繊維の構成成分の構成割合と炭素含有率から各繊維の炭素含有率を算定し、この値を天然繊維内需量（1990～2004年度）で加重平均し、毎年度一律の炭素含有率を設定した。

【汚泥】

消化汚泥由来の汚泥の炭素含有率は、既存の調査事例（参考文献72, 73, 74, 75）のデータを参考に専門家判断により設定した。その他下水汚泥の炭素含有率は GPG（2000）に示された下水汚泥中の炭素含有率の上限値を用いた。し尿処理・浄化槽汚泥、家畜ふん尿処理の炭素含有率は、その他下水汚泥の炭素含有率の値を代用した。浄水汚泥の炭素含有率は「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」による 23 ヶ所の浄水施設における調査結果の平均値を用いた。製造業有機性汚泥の炭素含有率は、有機性汚泥の最終処分量が最も多い製紙業の値を用いることとし、製紙業で発生する有機性汚泥の主成分はペーパースラッジであることから、セルロース中の炭素含有率を参考に炭素含有率を設定した。なお、経年的に汚泥の性状は大きく変化しないと考えられることから、経年的に同一の値を用いることとする。

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

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
食物くず	%	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4
紙くず	%	40.9	40.9	40.9	40.9	40.9	40.9	40.9
木くず	%	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2
天然繊維くず	%	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
消化汚泥由来の汚泥	%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
その他下水汚泥	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
し尿処理・浄化槽汚泥	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
浄水汚泥	%	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
製造業有機性汚泥	%	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
家畜ふん尿	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0

○ 廃棄物のガス化率

「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)」をもとに、生分解性廃棄物中のガス化率を 50% と設定した。

○ 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 と設定した。

○ 発生ガス中の CH₄ 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% と設定した。

■ 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）を、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、産業廃棄物ごとに生分解性廃棄物量を廃棄物の種類及び埋立処分場の構造別に把握した。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 年度とした。

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

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

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

$A_i(T)$: 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 ($w_i(T)$)

= (廃棄物 i の生分解可能埋立量) × (埋立処分構造別の埋立処分場割合)

× (1 - 廃棄物 i の含水率)

○ 生分解可能埋立量

日本の管理処分場で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 8-4に示す。

表 8-4 生分解可能廃棄物の年間埋立量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
食物くず	kt / year (dry)	501	483	297	110	98	50	52
紙くず	kt / year (dry)	1,179	868	611	290	247	82	71
天然繊維くず	kt / year (dry)	59	48	31	20	13	7	5
木くず	kt / year (dry)	652	476	221	152	142	76	39
消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	59	50	31	11	8	5	4
その他下水汚泥	kt / year (dry)	219	185	114	42	29	20	17
し尿汚泥	kt / year (dry)	78	51	46	47	29	21	21
浄水汚泥	kt / year (dry)	199	166	146	66	62	67	67
製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	341	155	69	48	39	34	35
家畜ふん尿	kt / year (dry)	12	12	11	11	11	11	12
合計	kt / year (dry)	3,299	2,494	1,577	796	677	373	324

【食物くず、紙くず、木くず】

食物くず、紙くず、木くずの直接埋立量は、「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）及び平成20年度循環利用量調査データより把握した。一般廃棄物は収集区分（ごみ種別）の直接埋立量に、埋立量に含まれる食物くず、紙くず、木くずの割合を乗じ、収集区分別に積算して求めた。産業廃棄物の食物くずは動植物性残渣と家畜の死体の直接埋立量及び動植物性残渣の中間処理後埋立量の合計値、紙くずと木くずはそれぞれの直接埋立量の値を用いた。

一般廃棄物及び産業廃棄物ともに1980年まで遡って埋立量を把握（一部の年度は内挿）し、それ以前の年度については1980年度の埋立量を代用した。

【天然繊維くず】

天然繊維くずの直接埋立量は、「循環利用量調査報告書」及び平成20年度循環利用量調査データで把握した繊維くずの直接埋立量を用い、一般廃棄物については「繊維統計年報」から把握した各年の繊維製品中の天然繊維割合を乗じて求めた。産業廃棄物は廃掃法の規定上、合成繊維くずは繊維くずに含まれないため、産業廃棄物の繊維くずは全て天然繊維くずと見なして埋立量を推計した。過去の年度の埋立量の推計は食物くず、紙くず、木くずと同様に行った。

【下水汚泥】

下水汚泥の全体の埋立量は、各年度の「下水道統計（行政編）、（社）日本下水道協会」より把握する。うち、消化された後に最終処分される下水汚泥を「消化汚泥由来の汚泥」とし、残りのものを「その他下水汚泥」として計上する。これらの内訳量は、国土交通省で集計した結果を用いた。過去の埋立量は1985年まで遡って把握（一部の年度は内挿）し、それ以前の年度については1985年度の埋立量を代用した。

【し尿処理・浄化槽汚泥】

し尿処理・浄化槽汚泥埋立量は、各年度の「循環利用量調査報告書」及び平成20年度循環利用量調査データに示される「し尿・浄化槽汚泥」の「直接最終処分」及び、ごみ焼却施設もしくは下水処理施設で焼却された後に最終処分される量を除いた「処理後最終処分」に計上さ

れる量を用い、全量を生物分解可能埋立量として扱う。1998年度以前のデータは統計から直接把握できないため、直接最終処分量は、「日本の廃棄物処理, 環境省廃棄物・リサイクル対策部」のし尿汚泥埋立量(体積ベース)に重量換算係数(1.0 kg/l)を乗じて推計し、処理後最終処分量は、直接最終処分量と処理後最終処分量の平均比率を、推計した直接最終処分量に乗じて推計する。

【浄水汚泥】

浄水汚泥発生量及び埋立処分割合は、各年度の「水道統計, (社)日本水道協会」に示される各浄水場の「処分土量合計」及び「埋立割合」より把握した。過去の埋立量は1980年まで遡って把握し、それ以前の年度については1980年度の埋立量を代用した。

【製造業有機性汚泥】

製造業有機性汚泥埋立量は全量を経年的に把握できる資料は得られないため、有機性汚泥埋立量の大きな「食料品製造業」「製紙業」「化学工業」を算定対象業種として活動量を把握する。製紙業の埋立量は「日本製紙連合会・紙パルプ技術協会『紙パ工場の産業廃棄物の実態調査結果』」の有機性汚泥の最終処分量(乾燥ベース)を用いて把握した。食料品製造業及び化学工業の1999年度以降の埋立量は「クリーン・ジャパン・センター『産業廃棄物(鉱業廃棄物)・有機発生物の動向調査 業種別調査結果』」、1998年度以前の埋立量は「(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』」を用いて把握する。食料品製造業及び化学工業の過去の埋立量は過去の埋立量は1990年まで遡って把握し、それ以前の年度については1990年度の埋立量を代用した。製紙業の過去の埋立量は1989年まで遡って把握し、それ以前の年度については1989年度の埋立量を代用した。

【家畜ふん尿処理】

家畜ふん尿処理埋立量については、2009年度実施の環境省調査の結果を用いた。

統計値は1980年まで遡って把握し、それ以前の年度については1980年度の埋立量を代用した。

○ 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 8-5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CO₂排出量の算定においても同様の理由で乾燥ベースの活動量を用いている。

表 8-5 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、動植物性残渣		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水分割合
		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) 15 (産業廃棄物)	専門家判断
木くず		45	専門家判断
天然繊維くず		20 (一般廃棄物) 15 (産業廃棄物)	専門家判断
下水汚泥	消化汚泥汚泥由来の汚泥	処理場ごとに設定	「下水道統計 (行政編)」の「引き渡し又は最終処分汚泥」の平均含水率
	その他下水汚泥		
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
浄水汚泥		—*	—
家畜ふん尿		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」の文中の有機物割合
		70 (処理後最終処分)	専門家判断
製造業有機性汚泥		23 (食料品製造業) 43 (化学工業) — (製紙業)*	「(財) クリーン・ジャパン・センター」参考値

※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。

○ 埋立処分場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は、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」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や水工が行われている処分場を準好気性埋立処分場と見なし、埋立容量 (m³) の合計値の割合を準好気性埋立処分量割合とする。ただし、1977 年の共同命令 以前に埋立が開始された処分場、全ての海面・水面埋立処分場は嫌気性埋立処分場と扱う。また、1978 年度～1989 年度に埋立が開始された処分場については、嫌気性埋立処分場と準好気性埋立処分場が混在していると考えられることから、専門家判断により準好気性埋立処分場割合を設定し、算定を行った。産業廃棄物処理場は全てを嫌気性埋立と見なしている。

表 8-6 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	1977	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008
嫌気性埋立割合	%	100.0	94.0	84.1	74.2	64.2	54.4	43.5	40.5
準好気性埋立割合	%	0.0	6.0	15.9	25.8	35.8	45.6	56.5	59.5

○ 半減期

半減期とは、ある年度に埋め立てられた廃棄物の 50% が分解されるまでの経過年数であり、食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くずは「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)」より、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。

○ 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 8-7 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	2006	2007	2008
食物くず	kt / year (dry)	517	511	444	304	264	230	193
紙くず	kt / year (dry)	1,246	1,175	995	803	754	706	648
天然繊維くず	kt / year (dry)	73	65	56	45	43	40	37
木くず	kt / year (dry)	344	377	373	357	353	349	343
消化汚泥由来の汚泥	kt / year (dry)	63	58	47	31	27	24	21
その他下水汚泥	kt / year (dry)	234	219	176	114	102	90	78
し尿汚泥	kt / year (dry)	111	84	64	51	51	47	43
浄水汚泥	kt / year (dry)	192	185	157	120	111	103	97
製造業有機性汚泥	kt / year (dry)	359	288	181	118	106	95	84
家畜ふん尿	kt / year (dry)	12	12	12	11	11	11	11
合計	kt / year (dry)	3,151	2,976	2,504	1,954	1,822	1,694	1,554

日本ではごみ減量処理率が年々向上しており直接埋立量が減少していることが、生分解性廃棄物分解量全般の減少傾向に大きな影響を与えている。

○ 埋立処分場における CH₄ 回収量

日本の廃棄物処理では、埋立前に有機物含有量を減らし、埋立後に CH₄ 排出が少なくなるような中間処理ならびに埋立工法が採用されているため、埋立処分場における CH₄ 回収はあまり一般的には行われていない。日本において一般廃棄物の埋立処分場からの CH₄ 回収は、東京都中央防波堤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 CH₄ の焼却に伴い排出される CO₂ はバイオマス起源であるため、排出量合計値には集計されない。

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

- R : 埋立処分場における CH₄ 回収量 (g)
 r : 回収された埋立ガスの発電利用量 (m³N)
 f : 回収された埋立ガス中の CH₄ 比率 (-)

【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した。

【回収された埋立ガス中の CH₄ 比率】

内側処分場において回収された埋立ガス中の CH₄ 比率は 2005 年度以降、東京都廃棄物埋立管理事務所より毎年データの提供を受けている。それ以前の値は東京都廃棄物埋立管理事務所ヒアリング結果を参考に、埋立ガス回収が開始された 1987 年度の CH₄ 比率を 60%、1996 年度を 40% と設定し、1988~95 年度は線形内挿により設定する。また、1997~2004 年度の CH₄ 比率は 1996 年度データを代用して設定する。

表 8-8 日本の埋立処分場における CH₄回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
ガス使用量	km ³ N	1,985	2,375	2,372	140	1,309	1,157	1,161
メタン濃度	%	53.3	42.2	40.0	48.5	42.1	37.4	37.1
メタン使用量	km ³ N	1,059	1,003	949	68	551	433	431
単位換算 (メタン重量換算)	Gg CH ₄	0.76	0.72	0.68	0.05	0.39	0.31	0.31

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 CH₄酸化率

日本の一般廃棄物及び産業廃棄物管理型最終処分場は、廃掃法施行令や自治体条例に基づき即日覆土、中間覆土及び最終覆土が実施されていることから、2006年 IPCC ガイドラインに従い、管理された埋立処分場のデフォルト酸化係数である 0.1 を採用した。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

排出係数の不確実性は、炭素含有率、ガス化率、好気分解補正係数、発生ガス中 CH₄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 CH₄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 CH₄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 (家畜ふん尿)、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。ま

た、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野についてQA活動が行われた。QA/QC活動については、別添6に詳述している。

e) 再計算

- 直近年のデータが得られずデータの据え置きを行っていた廃棄物埋立量データが更新されたため、2006-2007年度の活動量を修正し、排出量の再計算を行った。
- 浄水汚泥の炭素含有率が更新されたため、1990-2007年度の排出量を再計算した。
- これまで計上していた家畜ふん尿の最終処分量の統計値の一部を「自然還元」として活動量から控除したため、1990-2007年度の当該埋立量に変更され、排出量が再計算された。活動量の再集計は農業分野の「家畜排せつ物の管理(4.B.)」での活動量の増加に寄与している。
- メタンガス回収量のデータが更新されたため、2007年度の排出量が再計算された。
- 下水汚泥について消化汚泥由来の最終処分量が把握されたため、その他下水汚泥と分けて計上し、1990～2007年度の排出量を再計算した。

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（準好気性で見直す条件の見直し）
- 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
- 産業廃棄物の埋立処分場における嫌気性処分、準好気性処分の割合

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NAと報告する。

8.2.3. その他の排出（6.A.3.）

8.2.3.1. 不法処分に伴う排出（6.A.3.a）

a) 排出源カテゴリーの説明

日本では廃掃法に基づき埋立処分場への廃棄物の処分が行われているが、ごく一部では法の規定を遵守しない不法な処分が行われている。多くの不法処分地は、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、不法処分に伴うCH₄排出量は「その他（6.A.3.）」に計上する。なお、不法処分地ではまれに火災が発生しており、化石燃料由来のCO₂が排出されている可能性があるが、実態は不明であることから、不法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

焼却されずに不法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。焼却されずに不法処分された木くずのうち、算定対象年度内に分解した量（乾燥ベース）に排出係数を乗じて排出量を算定する。

■ 排出係数

日本における不法処分手案では処分後に土が被せられているため、メタン発生のメカニズムは嫌気性埋立とほぼ同様と見なし、「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

不法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。不法処分された木くずの量は、「不法投棄等産業廃棄物残存量調査結果、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 8-9 不法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	2006	2007	2008
活動量	kt (dry)	2.4	5.7	16.1	15.8	15.6	15.3	14.9

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。不法処分に伴う CH₄ 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

不法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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。QA/QC 活動の詳細については、別添 6 参考のこと。

e) 再計算

不法処分残存量の変化を受けて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 CH₄、N₂O の排出量を計上している。日本における算定区分は表 8-10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 8-10 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 ₄	N ₂ O	
6.B.1. (8.3.1)	産業排水	(終末処理場)	○	○	
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	○	○	

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 8-11に示す。2008 年度における当該排出源カテゴリからの温室効果ガス排出量は 2.501 Gg CO₂ eq であり、我が国の温室効果ガス総排出量の 0.2%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 26.7%の減少となっている。本カテゴリの排出量の減少は、排水処理施設の普及により「生活排水の自然界における分解」からの CH₄ 排出量が減少したことが原因である。同様の理由で、「終末処理場(6.B.2.a)」から排出される N₂O は、1995~1998 年度にかけて増加している。

表 8-11 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	2006	2007	2008
CH ₄	6.B.1. 産業排水の処理に伴う排出	(終末処理場)	Gg CH ₄	5.4	5.2	5.1	4.9	4.9	5.0	5.0
		終末処理場	Gg CH ₄	8.6	9.1	11.0	11.8	12.0	11.9	12.2
	6.B.2. 生活・商業排水の処理に伴う排出	生活排水処理施設（主に浄化槽）	Gg CH ₄	21.5	20.4	20.6	20.5	20.6	21.0	21.0
		し尿処理施設	Gg CH ₄	5.2	3.2	1.8	1.0	0.9	0.8	0.8
		生活排水の自然界における分解	Gg CH ₄	60.2	50.8	39.5	28.7	26.8	24.7	24.8
合計		Gg CH ₄	101.0	88.6	77.9	66.9	65.3	63.3	63.7	
		Gg CO ₂ eq	2121	1861	1636	1404	1371	1329	1338	
N ₂ O	6.B.1. 産業排水の処理に伴う排出	(終末処理場)	Gg N ₂ O	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
		終末処理場	Gg N ₂ O	1.6	1.7	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2
	6.B.2. 生活・商業排水の処理に伴う排出	生活排水処理施設（主に浄化槽）	Gg N ₂ O	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9
		し尿処理施設	Gg N ₂ O	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
		生活排水の自然界における分解	Gg N ₂ O	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
合計		Gg N ₂ O	4.2	4.0	3.9	3.8	3.8	3.7	3.8	
		Gg CO ₂ eq	1290	1247	1211	1163	1163	1142	1163	
全ガス合計			Gg CO ₂ eq	3410	3108	2848	2567	2534	2470	2501

8.3.1. 産業排水の処理に伴う排出（6.B.1.）

a) 排出源カテゴリーの説明

水質汚濁防止法や下水道法に基づき工場等で処理される産業排水からの CH₄ 及び N₂O の排出を「産業排水の処理に伴う排出（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、CH₄、N₂O 排出量を算定する。CH₄ 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 CH₄ 排出係数を乗じて算定した。なお、CH₄ は排水処理時の生物処理プロセスより発生するため、活動量（生物処理により分解される排水中の有機物量）を把握するには COD ベースよりも BOD ベースの方が望ましいと考えられることから、日本では BOD ベースで CH₄ 排出量の計算を行っている。N₂O 排出量は IPCC ガイドラインに算定方法が示されていないため、CH₄ 排出算定方法と同様の方法で、産業排水中の窒素量に日本独自の N₂O 排出係数を乗じて算定を行った。

$$E = EF \times A$$

E : 産業排水の処理に伴う CH₄、N₂O 排出量 (kg CH₄、kg N₂O)

EF : 排出係数 (kg CH₄/kg BOD、kg N₂O/kg N)

A : 産業排水中の有機物量 (kg BOD) または窒素量 (kg N)

■ 排出係数

日本の産業排水の処理に伴い発生する CH₄ 及び N₂O 量に関する知見は得られない。そのため CH₄ 及び N₂O 発生プロセスが比較的類似すると考えられる「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。

「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^3 ）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した。

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）を用いた。

CH₄ 排出係数

$$\begin{aligned} &= (\text{生活・商業排水の処理に伴う排出（終末処理場）の CH}_4 \text{ 排出係数}) / (\text{流入水の BOD 濃度}) \\ &= 8.8 \times 10^{-4} \text{ (kg CH}_4\text{/m}^3\text{)} / 180 \text{ (mg BOD/l)} \times 1000 \\ &= 0.00489 \approx 0.0049 \text{ (kg CH}_4\text{/kg BOD)} \end{aligned}$$

N₂O 排出係数

$$\begin{aligned} &= (\text{生活・商業排水の処理に伴う排出（終末処理場）の N}_2\text{O 排出係数}) / (\text{流入水の窒素濃度}) \\ &= 1.6 \times 10^{-4} \text{ (kg N}_2\text{O/m}^3\text{)} / 37.2 \text{ (mg N/l)} \times 1000 \\ &= 0.0043 \text{ (kg N}_2\text{O/kg N)} \end{aligned}$$

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

CH₄ 排出に係る活動量は、排水中に含まれる有機物量を BOD ベースで把握する。算定対象は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されている業種を参考に、排水中の BOD 濃度が高く、排水の処理に伴うメタンの排出量が大きい業種について設定する（表 8-12）。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。

CH₄ 排出の活動量

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

N₂O 排出に係る活動量は産業排水中の窒素量で把握する。活動量は CH₄ 排出量の算定と同じ業種区分で集計する。

N₂O 排出の活動量

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

○ 産業排水量

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た。

○ CH₄ 発生処理施設において処理される産業排水量割合

産業排水処理に伴う CH₄ は、活性汚泥法による排水処理及び嫌気性処理において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した。

○ N₂O 発生処理施設において処理される産業排水量割合

産業排水処理に伴う N₂O は主に脱窒等の生物処理プロセスにおいて発生すると考えられる。CH₄ 発生処理施設において処理される産業排水量割合を N₂O 排出の算定でも用いる。

○ 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 原水水質を用いた。窒素濃度は、同調査の産業細分類別の排出量原単位 (TN) を用いた。

表 8-12 活動量の算定対象業種

産業中分類	業種
9	食料品製造業
10	飲料・たばこ・飼料製造業
11	繊維工業(衣服、その他の繊維製品を除く)
12	衣服、その他の繊維製品製造業
15	パルプ・紙・紙加工品製造業
17	化学工業
18	石油製品・石炭製品製造業
19	プラスチック製品製造業(別掲を除く)
20	ゴム製品製造業
21	なめし革・同製品・毛皮製造業

表 8-13 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	2006	2007	2008
流入排水中有機物量	kt BOD	1,100	1,060	1,045	1,012	1,011	1,018	1,018
流入排水中窒素量	kt N	91	90	78	91	89	91	91

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した。CH₄ 排出の活動量の不確実性は、用水量、CH₄ 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% と評価した。用水量、CH₄ 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_2O 排出の不確実性は CH_4 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_4 と N_2O 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_4 、 N_2O 発生処理施設において処理される産業排水量割合のデータが、2001年以降は2004年の調査結果のみが反映可能な状態であるため、残りの期間は内挿及び据え置きを行い一貫した活動量データを構築している。算定方法自体の一貫性は確保されている。

d) QA/QC と検証

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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野についてQA活動が行われた。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

前回インベントリ提出時に前年度値の据え置きで設定していた2007年度の用水量データが更新されたため、再計算を行った。

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
- 最終処分場浸出液の処理に伴う排出量の算定
- 産業排水処理に伴い発生する CH_4 の回収量の長期的・将来的な検討

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_4 、 N_2O の発生特性は排水処理施設ごとに異なることから、排水処理施設別に排出量算定方法を設定する。

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。平成19年度末時点の公共下水道水洗化率は66.7%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。平成19年度における浄化槽水洗化率は23.7%である。残りは収集後処理されるか自家処理される。

CRF6.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_2O 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 CH₄、N₂O を算定する。

b) 方法論

■ 算定方法

当該排出源から排出される CH₄ 及び N₂O については、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。終末処理場で処理された下水量に排出係数を乗じて、排出量を算定した。

$$E = EF \times A$$

E : 生活・商業排水の処理に伴う終末処理場からの CH₄、N₂O 排出量 (kg CH₄, kg N₂O)

EF : 排出係数 (kg CH₄/m³、kg N₂O/m³)

A : 終末処理場における年間下水処理量 (m³)

■ 排出係数

終末処理場の水処理プロセス及び汚泥処理プロセスにおいて実測された CH₄ 及び N₂O 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した。

CH₄ 排出係数

$$\begin{aligned} &= (\text{水処理プロセスの排出係数}) + (\text{汚泥処理プロセスの排出係数}) \\ &= 528.7 [\text{mg CH}_4/\text{m}^3] + 348.0 [\text{mg CH}_4/\text{m}^3] \\ &= 8.764 \times 10^{-4} [\text{kg CH}_4/\text{m}^3] \end{aligned}$$

N₂O 排出係数

$$\begin{aligned} &= (\text{水処理プロセスの排出係数}) + (\text{汚泥処理プロセスの排出係数}) \\ &= 160.3 [\text{mg N}_2\text{O}/\text{m}^3] + 0.6 [\text{mg N}_2\text{O}/\text{m}^3] \\ &= 1.609 \times 10^{-4} [\text{kg N}_2\text{O}/\text{m}^3] \end{aligned}$$

■ 活動量

終末処理場における水処理に伴う CH₄ 及び N₂O 排出の活動量については、「下水道統計 (行政編)、(財) 日本下水道協会」に示された年間処理水量から一次処理量を差し引いた値を用いた。

一次処理量を差し引いている理由は、「下水道統計 (行政編)」に示された年間処理水量には沈殿処理だけを対象とする一次処理量が含まれているが、CH₄ 及び N₂O が排出するのは主に生物反応槽であることから、年間処理水量を活動量として用いると過大推計になるためである。

終末処理場における処理の活動量

$$\begin{aligned} &= (\text{終末処理場における下水の年間処理量}) \\ &\quad - (\text{終末処理場における下水の年間一次処理量}) \end{aligned}$$

表 8-14 終末処理場における処理の活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
終末処理場における下水処理量	10 ⁶ m ³	9,857	10,392	12,519	13,407	13,744	13,534	13,963

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CH₄、N₂O 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した。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した。

終末処理場からの CH₄ 排出量の不確実性は 33%で、N₂O 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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。QA/QC 活動については、別添 6 を参考のこと。

e) 再計算

前年度値の据え置きをしていた 2007 年度の活動量データについてデータの更新を行ったため、2007 年度値を再計算している。

f) 今後の改善計画及び課題

終末処理場の排出係数の不確実性が大きいことから、排出係数の更新について検討する必要がある。

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で処理されている。合併処理浄化槽、単独処理浄化槽は個別の世帯に設けられる分散型の排水処理施設であり、合併処理浄化槽はし尿及び生活雑排水、単独処理浄化槽はし尿のみの処理を行っている。コミュニティ・プラントは地域ごとのし尿、生活雑排水を処理する小規模な汚水処理施設である。

本カテゴリーではこれらの生活排水処理施設における処理プロセスにより発生する CH₄、N₂O の排出量を計上する。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 CH₄、N₂O 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 CH₄ 及び N₂O 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、排出量を算定した。

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

- E : 生活排水処理施設（主に浄化槽）における生活・商業排水の処理に伴う CH_4 、 N_2O 排出量 (kg CH_4 、kg N_2O)
- EF_i : 生活排水処理施設 i の排出係数 (kg CH_4 /人、kg N_2O /人)
- A_i : 生活排水処理施設 i における年間処理人口 (人)

■ 排出係数

当該排出源から排出される CH_4 及び N_2O の排出係数を以下のように設定した。

- コミュニティ・プラントの CH_4 排出係数は、1995 年度までは田中（1998）を引用し、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。
- コミュニティ・プラントの N_2O 排出係数は、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、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。
- 合併処理浄化槽の CH_4 ・ N_2O 排出係数は、田中（1998）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。
- 単独処理浄化槽の CH_4 ・ N_2O 排出係数は竹石他（1993）及び竹石他（1994）の実測値の単純平均値を用いる。
- 汲み取り便槽の CH_4 ・ N_2O 排出係数は、し尿の滞留時間が類似する単独処理浄化槽の値を代用する。

表 8-15 生活排水処理施設の CH_4 排出係数

処理方法	CH_4 排出係数[kg CH_4 /人・年]		
	1990~1995 年度	1996~2004 年度	2005 年度~
コミュニティ・プラント	0.195	1995 年度値と 2005 年度値 を用いて内挿	0.062
合併処理浄化槽	1.106		
単独処理浄化槽	0.197		
汲み取り便槽	0.197		

表 8-16 生活排水処理施設の N_2O 排出係数

処理方法	N_2O 排出係数[kg N_2O -N//人・年]		
	1990~1995 年度	1996~2004 年度	2005 年度~
コミュニティ・プラント	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	0.0264		
単独処理浄化槽	0.0200		
汲み取り便槽	0.0200		

■ 活動量

生活排水処理施設における水処理に伴う CH_4 及び N_2O の排出の活動量については「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、汲み取り便槽の各生活排水処理施設の種類ごとの年間処理人口を用いた。

表 8-17 浄化槽種類別処理人口（千人）

浄化槽種類	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
コミュニティ・プラント	千人	493	398	414	554	361	336	336
合併処理浄化槽	千人	7,983	8,515	10,806	12,770	13,286	13,939	13,939
単独処理浄化槽	千人	25,119	26,105	23,289	18,303	17,187	15,923	15,923
汲み取り便槽	千人	38,920	29,409	20,358	13,920	12,983	12,121	12,121
合計	千人	72,515	64,427	54,867	45,547	43,817	42,319	42,319

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した。

- 実測結果の95%信頼区間：合併処理（N₂O）、単独処理（CH₄、N₂O）
- 実測結果の上限値・下限値：コミュニティ・プラント（CH₄）、合併処理（CH₄）
- 検討会設定のデフォルト値：コミュニティ・プラント（N₂O）、汲み取り（CH₄、N₂O）

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%）を用いて設定した。生活排水処理施設（主に浄化槽）からのCH₄とN₂O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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野についてQA活動が行われた。QA/QC活動については、別添6を参考のこと。

e) 再計算

- コミュニティ・プラントからの排出のCH₄・N₂O排出係数について新たな知見が得られたため、1996～2007年度の排出量について再計算した。
- 2005-2007年度の活動量についてデータの更新を行ったため、排出量を再計算した。

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CH₄、N₂Oの排出量を算定している。

b) 方法論

1) CH₄

■ 算定方法

当該排出源から排出される CH₄ については、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、排出量を算定した。

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

E : し尿処理施設における生活・商業排水の処理に伴う CH₄ 排出量 (kg CH₄)

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

A_i : し尿処理施設 (処理方式 i) に投入されたし尿及び浄化槽汚泥量 (m³)

■ 排出係数

し尿処理施設の処理方式別に、嫌気性処理、好気性処理、標準脱窒素処理、高負荷脱窒素処理、膜分離、その他の各処理形式の CH₄ の排出係数を設定した。

表 8-18 処理形式ごとの CH₄ 排出係数

処理方法	CH ₄ 排出係数 [kg CH ₄ /m ³]
嫌気性処理 ^a	0.543
好気性処理 ^b	0.00545
標準脱窒素処理 ^c	0.0059
高負荷脱窒素処理 ^c	0.005
膜分離 ^d	0.00545
その他 ^d	0.00545

^a: 参考文献27に示された CH₄ 排出量の実測値に (1-メタンの回収率 (90%)) を乗じて算定

^b: 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

^c: 参考文献60

^d: 排出実態が不明なため、好気性処理の排出係数にて代用

■ 活動量

し尿処理施設における水処理に伴う CH₄ の排出の活動量については、「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 8-19) に、し尿処理方式別の処理能力 (表 8-20) 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 8-21) を求めた。

表 8-19 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	2006	2007	2008
汲み取りし尿量	千kl/年	20,406	18,049	14,673	10,400	9,864	9,261	9,261
浄化槽汚泥量	千kl/年	9,224	11,545	13,234	13,790	14,089	13,987	13,987
合計	千kl/年	29,630	29,594	27,907	24,190	23,953	23,248	23,248

表 8-20 処理形式ごとの処理能力

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
嫌気性処理	kl/日	34,580	19,869	10,996	6,476	5,856	4,801	4,801
好気性処理	kl/日	26,654	19,716	12,166	8,465	8,005	7,892	7,892
標準脱窒素	kl/日	25,196	30,157	31,908	29,655	28,363	28,102	28,102
高負荷脱窒素	kl/日	8,158	13,817	16,498	17,493	15,980	15,784	15,784
膜分離	kl/日	0	1,616	2,375	3,055	4,264	3,861	3,861
その他	kl/日	13,777	20,028	25,917	30,292	34,733	33,115	33,115

表 8-21 処理形式ごとのし尿処理量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
嫌気性処理	千kl/年	9,455	5,589	3,073	1,638	1,443	1,193	1,193
好気性処理	千kl/年	7,288	5,546	3,400	2,141	1,973	1,961	1,961
標準脱窒素	千kl/年	6,889	8,483	8,917	7,499	6,989	6,983	6,983
高負荷脱窒素	千kl/年	2,231	3,887	4,611	4,424	3,938	3,922	3,922
膜分離	千kl/年	0	455	664	773	1,051	959	959
その他	千kl/年	3,767	5,634	7,243	7,660	8,559	8,229	8,229
合計	千kl/年	29,630	29,594	27,907	24,135	23,953	23,248	23,248

2) N₂O

■ 算定方法

当該排出源から排出される N₂O 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、排出量を算定した。

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

E し尿処理施設における生活・商業排水の処理に伴う N₂O 排出量 (kg N₂O)

EF_i し尿処理施設 (処理方式 i) の排出係数 (kg N₂O/kgN)

A_i し尿処理施設 (処理方式 i) に投入されたし尿及び浄化槽汚泥中の窒素量 (kg N)

■ 排出係数

高負荷脱窒素処理、膜分離処理、その他の各処理形式ごとに我が国の研究事例を用いて N₂O 排出係数を設定した。

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 8-22 処理形式ごとの N₂O 排出係数

処理方法	N ₂ O 排出係数[kg N ₂ O-N/kgN]		
	1990～1994 年度	1995～2002 年度	2003 年度～
高負荷脱窒素処理	0.033 ^a	1994 年度値と 2003 年度値を用いて内挿	0.0029 ^b
膜分離	0.033 ^a	1994 年度値と 2003 年度値を用いて内挿	0.0024 ^b
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 ^{c*}		

^a：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

^b：参考文献50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60

*：標準脱窒素処理における上限値（0.00001kg N₂O/m³）を、1994 年度における投入窒素濃度 2,211 mg/L で除して算出。

■ 活動量

活動量であるし尿処理施設における投入窒素量は、収集し尿及び収集浄化槽汚泥中の窒素量をし尿処理施設で処理されたし尿及び浄化槽汚泥の量で加重平均して算出した投入窒素濃度に、「日本の廃棄物処理」に示されたし尿処理施設におけるし尿処理量（汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の合計量）を乗ずることによって算出した。

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 CH₄ 排出量算定に用いたデータ（表 8-19）と同様。

- し尿処理方式別のし尿処理割合

し尿処理施設からの CH₄ 排出量算定に用いたデータ（表 8-20）と同様。

- 投入されたし尿及び浄化槽汚泥の窒素濃度

表 8-23の通り設定した。

表 8-23 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	2006	2007	2008
し尿	mg N/l	3,940	3,100	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
加重平均値	mg N/l	3,043	2,008	1,695	1,491	1,453	1,425	1,425

収集し尿及び浄化槽汚泥の窒素量は、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。

2001 年度以降の値は 2000 年度値にて代替。出典：参考文献51

表 8-24 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	2006	2007	2008
嫌気性処理	kt N	28.8	11.2	5.2	2.4	2.1	1.7	1.7
好気性処理	kt N	22.2	11.1	5.8	3.2	2.9	2.8	2.8
標準脱窒素	kt N	21.0	17.0	15.1	11.2	10.2	9.9	9.9
高負荷脱窒素	kt N	6.8	7.8	7.8	6.6	5.7	5.6	5.6
膜分離	kt N	0.0	0.9	1.1	1.2	1.5	1.4	1.4
その他	kt N	11.5	11.3	12.3	11.4	12.4	11.7	11.7
合計	kt N	90.2	59.4	47.3	36.0	34.8	33.1	33.1

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CH₄ 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した。CH₄ 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した。N₂O 排出係数の不確実性も同じく処理方式別に設定した。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した。N₂O 排出の活動量の不確実性は CH₄ 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した。

し尿処理施設における分解に伴う CH₄ と N₂O 排出量の不確実性は 101%と 106%であった。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

N₂O 排出係数について実測データが得られない期間は、表 8-22 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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

- 前年度値の据え置きをしていた 2007 年度の活動量データの更新を行ったため、2007 年度値を再計算している。

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 CH₄、N₂O 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した。自然界における排水の分解では汚泥として引き抜かれた有機物量と CH₄回収量はゼロとなるため、CH₄排出量は未処理のまま公共用水域に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。N₂O排出量は排水中に含まれる窒素量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF \times A$$

E : 生活排水の自然界における分解に伴う CH₄、N₂O 排出量 (kg CH₄、kg N₂O)

EF : 排出係数 (kg CH₄/kg BOD、kg N₂O/kg N)

A : 生活排水中の有機物量 (kg BOD) または窒素量 (kg N)

■ 排出係数

CH₄排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに従い最大メタン生成能 (B₀) にメタン補正係数 (MCF) を乗じて設定する。最大メタン生成能は「2006年 IPCC ガイドラインに示される生活排水 (Domestic Waste Water) のデフォルト値を用いて 0.6 (kg CH₄/kg BOD) と設定した。メタン補正係数は「Untreated system」の「Sea, river and lake discharge」のデフォルト値を用いて 0.1 と設定した。

$$\begin{aligned} EF_{CH_4} &= 0.6 \text{ (kg CH}_4\text{/kg BOD)} \times 0.1 \\ &= 0.06 \text{ (kg CH}_4\text{/kg BOD)} \end{aligned}$$

N₂Oの排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値 0.005 (kg N₂O-N/kg N) を単位換算して設定した。

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

■ 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 8-25で定義する。見積もった活動量は表 8-26に記す。

表 8-25 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 ₄ 排出活動量	N ₂ O 排出活動量
単独処理浄化槽	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)
汲み取り便槽		
自家処理 ^{a)}	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)

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9

生活雑排水の BOD 原単位、窒素原単位：参考文献35

し尿及び浄化槽汚泥中の有機物濃度、窒素濃度：参考文献51

^{a)} 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 N₂O 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、2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 8-26 活動量：生活排水の自然界における分解に伴う排出

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
単独処理浄化槽	kt BOD	366.7	381.1	341.0	267.2	250.9	232.5	233.1
汲み取り便槽	kt BOD	568.2	429.4	298.0	203.2	189.6	177.0	177.5
自家処理	kt BOD	46.2	21.0	9.4	3.9	3.2	2.7	2.7
し尿の海洋投入量	kt BOD	21.7	13.5	9.3	3.5	2.2	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	0.0
合計	kt BOD	1,002.9	845.1	657.7	477.8	445.9	412.1	413.3

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
単独処理浄化槽	kt N	18.3	19.1	17.0	13.4	12.5	11.6	11.7
汲み取り便槽	kt N	28.4	21.5	14.9	10.2	9.5	8.8	8.9
自家処理	kt N	2.3	1.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1
し尿の海洋投入量	kt N	7.2	3.2	2.2	0.8	0.5	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	0.0
合計	kt N	56.3	44.7	34.6	24.5	22.7	20.6	20.7

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CH₄ の排出係数の不確実性は最大メタン生成能とメタン補正係数の不確実性の合成、N₂O 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した。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）に対して設定した。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、メタン補正係数
- 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 CH₄ と N₂O 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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。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

- 前年度値の据え置きをしていた 2007 年度の活動量データについてデータの更新を行ったため、2007 年度値を再計算している。

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 CH₄ の回収量 (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いて汚泥消化に伴い発生するメタンの回収が行われている。

日本での嫌気性排水処理ではメタンはすべて回収されている。また、好気性処理においては少量のメタンが発生しており、国独自の排出係数を用いて大気中への放出量を直接算定している。このため、本セクションで記述する、生活・商業排水の処理に伴い回収されている CH₄ の量は、GPG(2000)の方法と異なり、メタン回収量を排出量の算定に用いてない。

よって、生活・商業排水の処理に伴う終末処理場及びし尿処理施設で回収されるメタン量を参考値として報告する。

b) 方法論

1) 終末処分場におけるメタン回収

■ 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 CH₄)

A : 消化ガス発生量 (m³)

EF : 排出係数 (Gg CH₄ /m³)

■ 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 CH₄/m³)

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 CH₄ 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 行政編」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 8-27 終末処理場の汚泥消化槽から回収されるメタン量 (単位: Gg CH₄)

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
CH ₄ 回収量	Gg CH ₄	88.7	110.5	113.3	122.0	130.2	134.1	130.3
うちエネルギー利用量	Gg CH ₄	65.3	73.9	75.3	85.0	90.6	93.0	93.2

2) し尿処理施設におけるメタン回収

■ 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 CH₄)

A : バイオガスの資源化量 (m³)

EF : 排出係数 (Gg CH₄/m³)

■ 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°C 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 CH₄/m³)

F_{CH_4} : 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、環境省」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した。

表 8-28 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	2006	2007	2008
CH ₄ 回収量	Gg CH ₄	0.3	0.5	0.8	0.9	1.0	1.4	1.4

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

算定した CH₄ 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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。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

し尿処理施設で回収されるメタン量を新たに算定した。

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 8-29 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 CO₂、CH₄、N₂O 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 8-29 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 8-29 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 ₂	CH ₄	N ₂ 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	6.C.1	○	○ まとめて計上	○ まとめて計上
		合成繊維くず	6.C.1	○		
		その他バイオマス起源 ^{a)}	6.C.1	△		
	産業廃棄物	廃油	6.C.2	○ ^{b)}	○ ^{c)}	○ ^{c)}
		廃プラスチック類	6.C.2	○	○	○
		その他バイオマス起源 ^{a)}	6.C.2	△	○	○
	特別管理産業廃棄物	廃油	6.C.3	○ ^{b)}	○ ^{b)}	○ ^{b)}
		感染性廃棄物のうちプラスチック	6.C.3	○	○	○
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外 ^{a)}	6.C.3	△	○	○
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	1.A.1	○	○ まとめて計上	○ まとめて計上
		合成繊維くず	1.A.1	○		
		その他バイオマス起源	1.A.1	△		
	産業廃棄物	廃油	1.A.1	○ ^{b)}	○ ^{c)}	○ ^{c)}
		廃プラスチック類	1.A.1	○	○	○
		その他バイオマス起源	1.A.1	△	○	○
廃棄物が燃料として直接利用	一般廃棄物	プラスチック	1.A.1/2	○	○	○
	産業廃棄物	廃油	1.A.2	○ ^{b)}	○ ^{c)}	○ ^{c)}
		廃プラスチック類	1.A.2	○	○	○
		木くず	1.A.2	△	○	○
	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	1.A.1/2	△	○	○
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	1.A.1/2	○	○	○
		バイオマス起源	1.A.1/2	△	○	○

a) バイオマス起源の廃棄物の焼却に伴う CO₂ 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。

b) 鉱物性廃油のみ計上。

c) 鉱物性廃油および動植物性廃油を計上。廃棄物分野で計上する動植物性廃油は CRF の「Table6.A.C」の「Biogenic」に報告する。

推定した廃棄物の焼却からの温室効果ガス排出量を表 8-30に示す。2008 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 13,398 Gg CO₂ eq であり、我が国の温室効果ガス総排出量の 1.0%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 2.9%の減少となっている。

1990~1997 年度には、最終処分量の削減のために焼却による中間処理が増え、CO₂ 排出量が増加した。2001 年度以降は、化石由来廃棄物の焼却による中間処理が廃棄物を原料あるいは燃料として利用することで代替され、当該排出源からの CO₂ 排出量がエネルギー分野に移行し、廃棄物分野で計上する CO₂ 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、N₂O 排出量は当該期間に増加している。2005 年度以降は、下水汚泥の高温焼却が普及し、N₂O 排出量は減少している。

表 8-30 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	2006	2007	2008	
CO ₂	一般廃棄物	プラスチック	Gg CO ₂	5041	5031	5222	3060	2530	2420	2312	
		合成繊維くず ^a	Gg CO ₂	503	539	421	428	518	447	434	
		その他バイオマス起源 ^{a)}	Gg CO ₂	/	/	/	/	/	/	/	
	産業廃棄物	廃油 ^{b)}	Gg CO ₂	3652	4344	4775	4249	4084	4112	3410	
		廃プラスチック類	Gg CO ₂	2120	4516	4358	4311	4135	4549	3840	
		その他バイオマス起源 ^{a)}	Gg CO ₂	/	/	/	/	/	/	/	
	特別管理産業廃棄物	廃油 ^{b)}	Gg CO ₂	748	1110	1636	1504	1449	1463	1217	
		感染性廃棄物のうちプラスチック	Gg CO ₂	198	327	426	433	417	459	388	
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外	Gg CO ₂	/	/	/	/	/	/	/	
	合計			Gg CO ₂	12263	15867	16838	13984	13133	13449	11600
CH ₄	一般廃棄物			Gg CH ₄	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
	産業廃棄物	廃油 ^{b)}	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		廃プラスチック類	Gg CH ₄	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
		その他バイオマス起源 ^{a)}	Gg CH ₄	0.1	0.2	0.2	0.5	0.5	0.4	0.5	
	特別管理産業廃棄物	廃油 ^{b)}	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		感染性廃棄物のうちプラスチック	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	
	合計			Gg CH ₄	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
				Gg CO ₂ eq	13	15	13	14	13	12	12
	N ₂ O	一般廃棄物			Gg N ₂ O	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
産業廃棄物		廃油 ^{b)}	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	
		廃プラスチック類	Gg N ₂ O	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
		その他バイオマス起源 ^{a)}	Gg N ₂ O	3.7	5.1	5.9	6.1	5.7	5.2	5.1	
特別管理産業廃棄物		廃油 ^{b)}	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		感染性廃棄物のうちプラスチック	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		感染性廃棄物のうちプラスチック以外	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
合計			Gg N ₂ O	4.9	6.5	7.3	6.8	6.4	5.8	5.8	
			Gg CO ₂ eq	1519	2012	2260	2096	1973	1809	1785	
全ガス合計			Gg CO ₂ eq	13796	17894	19111	16095	15119	15271	13398	

- a) バイオマス起源の廃棄物の焼却に伴う CO₂ 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。
- b) 鉱物性廃油のみ計上。
- c) 鉱物性廃油および動植物性廃油を計上。廃棄物分野で計上する動植物性廃油は 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 8-31に示す。2008 年度におけるこの排出量は 27,656 GgCO₂ eq であり、我が国の温室効果ガス総排出量の 2.2% を占める。1990 年度の排出量と比較すると 18.5% の増加となっている。

表 8-31 【参考値】 廃棄物の焼却に伴い発生する全ての温室効果ガス排出量
エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量を含めた
場合の排出量

ガス	廃棄物の焼却形態	廃棄物の分類	算定区分	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	
CO ₂	エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却 (単純焼却)			Gg CO ₂	12263	15867	16838	13984	13133	13449	11600	
	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 ₂	5857	6309	8188	6611	5340	5010	4786	
			合成繊維くず	Gg CO ₂	585	676	660	925	1094	925	899	
		産業廃棄物	その他バイオマス起源	Gg CO ₂								
			廃油 ^{a)}	Gg CO ₂	21	30	28	108	104	104	87	
			廃プラスチック類 その他バイオマス起源	Gg CO ₂	31	65	187	306	320	353	298	
	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 ₂	0	0	91	507	469	440	368	
			廃油 ^{b)}	Gg CO ₂	2019	2504	2345	3602	3471	3858	3677	
		産業廃棄物	廃プラスチック類	Gg CO ₂	41	30	425	1206	1207	1378	1333	
			木くず	Gg CO ₂								
			廃タイヤ	化石燃料起源成分 バイオマス起源成分	Gg CO ₂	524	841	1039	865	945	993	1023
	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 ₂	26	41	159	984	1201	1348	1342	
			バイオマス起源	Gg CO ₂								
	合計				Gg CO ₂	21365	26363	29959	29097	27284	27857	25412
CH ₄	エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却 (単純焼却)			Gg CH ₄	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	
	廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収	一般廃棄物	一般廃棄物	Gg CH ₄	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	
			廃油 ^{b)}	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		産業廃棄物	廃プラスチック類	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			その他バイオマス起源	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	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 CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			廃油 ^{b)}	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		産業廃棄物	廃プラスチック類	Gg CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	
			木くず	Gg CH ₄	1.8	1.8	2.2	2.9	3.1	3.3	3.7	
			廃タイヤ	化石燃料起源成分	Gg CH ₄	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	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 ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			合計	Gg CH ₄	3.0	3.1	3.6	3.9	4.1	4.3	4.7	
					Gg CO ₂ eq	63	65	76	83	86	90	98
	N ₂ O	エネルギー回収を伴わない廃棄物焼却 (単純焼却)			Gg N ₂ O	4.9	6.5	7.3	6.8	6.4	5.8	5.8
廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収		一般廃棄物	一般廃棄物	Gg N ₂ O	1.2	1.3	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	
			廃油 ^{b)}	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		産業廃棄物	廃プラスチック類	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			その他バイオマス起源	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
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 N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			廃油 ^{b)}	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		産業廃棄物	廃プラスチック類	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			木くず	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			廃タイヤ	化石燃料起源成分	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
廃棄物が燃料に加工された後に利用		ごみ固形燃料 (RDF・RPF)	化石燃料起源	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			合計	Gg N ₂ O	6.1	7.9	8.9	8.0	7.6	7.0	6.9	
				Gg CO ₂ eq	1905	2441	2766	2487	2360	2184	2146	
全ガス合計				Gg CO ₂ eq	23333	28870	32802	31667	29730	30130	27656	

- a) 鉱物性廃油のみ計上。
- b) 鉱物性廃油および動植物性廃油を計上。

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。CO₂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。CH₄排出量、N₂O排出量は焼却される炉種ごとに排出量を計算するが、この際用いる一般廃棄物の焼却データでは生物起源廃棄物と非生物起源廃棄物を区分できないことから、生物起源分も含めた全排出量を「plastics and other non-biogenic waste」にまとめて計上する。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

当該排出源から排出される CO₂ については、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 CO₂ を算定対象とするため、一般廃棄物中のプラスチック及び合成繊維くずを算定対象とした²。

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

E : 各廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量 (kg CO₂)

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

A : 各廃棄物中の焼却量 (乾燥ベース) (t)

R : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

■ 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した。

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出係数 (乾燥ベース)}}{= 1000 [\text{kg}] \times \text{炭素含有率} \times \text{燃焼率} \times 44 / 12}$$

○ 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、「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) に従い、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、全年度一律に適用した。

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した。

表 8-32 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

項目	炭素含有率	備考
プラスチック	75.1%	4 自治体の平均
合成繊維	63.0%	合成繊維種類ごと炭素含有率を消費量で加重平均

○ 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% を採用した。

² 「biogenic waste」として食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くず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。

■ 活動量

一般廃棄物のプラスチックの焼却に伴う CO₂ 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。同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た。

$$\frac{\text{プラスチック焼却の活動量 (乾燥ベース)}}{\text{プラスチック焼却量 (排出ベース)}} = (1 - \text{プラスチックの含水率})$$

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

表 8-33 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	2006	2007	2008
プラスチック焼却量	kt / 年 (dry)	3,998	4,160	4,919	3,548	2,887	2,725	2,604
合成繊維くず焼却量	kt / 年 (dry)	476	531	473	592	705	600	583

○ 一般廃棄物種類別焼却量

「循環利用量調査報告書」及び平成20年度循環利用量調査データに示された値を用いた。

○ 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%）を用いた。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%）を用いた。

○ 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、「繊維統計年報」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した。

表 8-34 繊維くず中の合成繊維の割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
合成繊維くずの割合	%	49.1	50.7	53.5	52.8	53.7	55.3	55.9

■ 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、環境省」より把握した。

表 8-35 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	2006	2007	2008
場外での発電・熱利用なし	%	46.3	44.4	38.9	31.6	32.1	32.6	32.6
場外での発電・熱利用あり	%	53.7	55.6	61.1	68.4	67.9	67.4	67.4

2) CH₄

■ 算定方法

該当排出源である焼却炉とガス化溶融炉からの CH₄ 排出量について算定する。

焼却炉からの CH₄ 排出量は、燃焼方式別の一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、各々定めた排出係数を乗じ算定する。ガス化溶融炉からの CH₄ 排出量は、ガス化溶融炉での一般廃棄物焼却量（排出ベース）に、排出係数を乗じ算定する。

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

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

E : 一般廃棄物の焼却に伴う CH₄ 排出量 (kg CH₄)

EF_i : 燃焼方式 i (あるいは炉種 i) の排出係数 (排出ベース) (kg CH₄/t)

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

R : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

■ 排出係数

○ 焼却炉

我が国の焼却炉は 1990 年後半から 2000 年代前半にかけてダイオキシン類削減対策のため施設の更新・改修が行われた。そのため、2000 年度以降に対策が施された施設は、それ以前の施設に比べ CH₄ 排出係数の改善が認められる (参考文献70)。この調査結果および専門家判断により、焼却炉の炉種別 (ストーカ炉、流動床炉)・燃焼方式別 (全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式) の CH₄ 排出係数は 2001 年以前については「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 2 部、環境庁」(2000) を、2002 年度以降については「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) の値を用いる。採用した排出係数はいずれも実測調査に基づいている。

活動量は燃焼方式ごとの焼却量を使用するため、排出係数は「日本の廃棄物処理」から算出した各年度の炉種別焼却量の比率で加重平均をおこない、燃焼方式 (全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式) ごとに推計する。これら CH₄ 排出係数は大気中の CH₄ 濃度を考慮した補正は行っていない。

表 8-36 焼却炉の燃焼方式別 CH₄ 排出係数 (一般廃棄物)

燃焼方式	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
全連続燃焼式	g CH ₄ /t	8.2	8.2	8.3	2.6	2.6	2.6	2.6
准連続燃焼式	g CH ₄ /t	69.6	69.6	75.1	19.9	20.7	20.9	20.9
バッチ燃焼式	g CH ₄ /t	80.5	80.5	84.1	13.2	13.2	13.3	13.3

(出典) 参考文献6、9、38、44、48

○ ガス化溶融炉

「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) にある炉種ごと (シャフト式、流動床式、ロータリー式) の排出係数を用いる。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 8-37 ガス化溶融炉の CH₄ 排出係数 (一般廃棄物)

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
ガス化溶融炉	g CH ₄ /t	-	-	5.6	6.9	6.9	7.0	7.0

■ 活動量

焼却炉およびガス化溶融炉における CH₄ 排出の活動量は、「循環利用量調査報告書」及び平成 20 年度 循環利用量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した。

表 8-38 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	2006	2007	2008
全連続燃焼式	kt / 年 (wet)	26,215	29,716	32,749	32,246	31,962	30,840	29,538
准連続燃焼式	kt / 年 (wet)	4,810	5,455	5,882	4,047	3,852	3,609	3,457
バッチ燃焼式	kt / 年 (wet)	5,643	4,328	3,131	1,562	1,470	1,369	1,312

表 8-39 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	2006	2007	2008
ガス化溶融炉	kt / 年 (wet)	0	0	370	2,397	2,630	2,954	2,830

3) N₂O

■ 算定方法

CH₄ 排出量と同様に、該当排出源である焼却炉及びガス化溶融炉からの N₂O 排出について算定する。

焼却炉からの N₂O 排出量は、燃焼方式別の一般廃棄物焼却量 (排出ベース) に、各々定めた排出係数を乗じ算定する。ガス化溶融炉からの N₂O 排出量は、ガス化溶融炉での一般廃棄物焼却量 (排出ベース) に、排出係数を乗じ算定する。

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

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

E : 一般廃棄物の焼却に伴う N₂O 排出量 (kg N₂O)

EF_i : 燃焼方式 i (あるいは炉種 i) の排出係数 (排出ベース) (kg N₂O / t)

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

R : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

■ 排出係数

○ 焼却炉

CH₄ 排出係数と同様に、焼却炉の炉種別・燃焼方式別の排出係数は 2001 年以前については「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 2 部、環境庁」(2000 年)を、2002 年度以降については「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) の値を用

いる。活動量は燃焼方式ごとの焼却量を使用するため、排出係数は「日本の廃棄物処理」から算出した各年度の炉種別焼却量の比率で加重平均をおこない、燃焼方式（全連続燃焼式、准連続燃焼式、バッチ燃焼式）ごとに推計する。

表 8-40 焼却炉の燃焼方式別 N₂O 排出係数（一般廃棄物）

燃焼方式	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
全連続燃焼式	g N ₂ O/t	58.8	58.8	59.1	37.9	37.9	37.9	37.9
准連続燃焼式	g N ₂ O/t	56.8	56.8	57.3	71.5	72.8	73.1	73.1
バッチ燃焼式	g N ₂ O/t	71.4	71.4	74.8	76.0	76.0	76.0	76.0

（出典）参考文献6、9、38、44、48

○ ガス化溶融炉

「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」にある炉種ごと（シャフト式、流動床式、ロータリー式）の排出係数を用いる。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 8-41 ガス化溶融炉の N₂O 排出係数（一般廃棄物）

炉種	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
ガス化溶融炉	g N ₂ O/t	-	-	16.9	12.0	11.3	11.5	11.5

■ 活動量

焼却炉及びガス化溶融炉ともに、CH₄ 排出量算定に用いた活動量を用いる。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂ 排出係数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した。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した。

CH₄、N₂O 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した。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 CH₄・N₂O 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 CO₂ 排出量の不確実性は 17%と 23%であった。また、一般廃棄物の焼却に伴う CH₄ と N₂O の排出量の不確実性は 101%と 42%評価された。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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野についてQA活動が行われた。QA/QC活動については、別添6に詳述している。

e) 再計算

- 各自治体より提供される一般廃棄物中のプラスチック炭素含有率について、分析手法や調査方法を吟味のうえ再検討し算定に適用した。それに伴い、1990～2007年度の排出量を再計算した。
- これまで焼却炉の算定方法を代用していたガス化溶融炉での焼却からの排出について、新たに算定方法を設定し排出量を算定した。
- 焼却炉のCH₄及びN₂Oの排出係数について新たな知見が得られたため、2002～2007年度の排出量を再計算した。
- 過去の据え置き値を用いていた焼却量のデータについて、データ更新を行ったため、2006、2007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 先般

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CO₂、CH₄、N₂Oの排出量を産業廃棄物の種類ごとに算定し、それぞれ該当する「biogenic」、「plastics and other non-biogenic waste」のカテゴリーで計上した。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

産業廃棄物の鉱物性廃油、廃プラスチック類の焼却に伴い排出されるCO₂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した。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CO₂排出として日本の総排出量には含めなかった。

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

E : 各廃棄物の焼却に伴うCO₂排出量 (kg CO₂)

EF : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数 (排出ベース) (kg CO₂/t)

A : 各廃棄物中の焼却量 (排出ベース) (t)

R : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合（種類別）

■ 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した。

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出係数 (排出ベース)}}{= 1000[\text{kg}] \times \text{炭素含有率} \times \text{燃焼率} \times 44 / 12}$$

○ 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)」に示される係数 0.8 (tC/t) より、80%とした（排出ベース）。

廃プラスチック類の炭素含有率は、「二酸化炭素排出量調査報告書、環境庁、(1992)」に示される係数 0.7 (tC/t) より、70%とした（排出ベース）。

○ 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%を採用した。

■ 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 CO₂ 排出の活動量は、「循環利用量調査報告書」及び平成20年度循環利用量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鉱物性廃油の活動量とした。

$$\frac{\text{鉱物性廃油の活動量 (排出ベース)}}{= \text{産業廃棄物廃油焼却量} \times (1 - \text{動植物性廃油割合}) - \text{特別管理産業廃棄物の廃油焼却量}^*$$

*特別管理産業廃棄物の廃油は全量が鉱物性廃油である。

$$\frac{\text{廃プラスチック類焼却の活動量 (排出ベース)}}{= \text{産業廃棄物廃プラスチック類焼却量} - \text{特別管理産業廃棄物廃プラスチック類焼却量}$$

表 8-42 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	2006	2007	2008
鉱物性廃油	kt / 年 (wet)	1,258	1,498	1,646	1,493	1,435	1,445	1,198
廃プラスチック	kt / 年 (wet)	842	1,794	1,780	1,808	1,745	1,919	1,620

表 8-43 動植物性廃油割合

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
動植物性廃油割合	%	2.6	3.5	4.5	5.4	5.6	5.8	6.0

■ 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」より把握した。

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 8-44 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	2006	2007	2008
廃油 ^{a)}	%	0.6	0.7	0.6	2.5	2.5	2.5	2.5
廃プラ	%	1.4	1.4	4.1	6.6	7.2	7.2	7.2
木くず ^{b)}	%	0.2	0.8	1.1	1.5	1.8	1.8	1.8
汚泥	%	0.9	0.8	1.0	1.1	1.6	1.6	1.6
その他 ^{c)}	%	0.2	0.8	1.1	1.5	1.8	1.8	1.8

a) : 「鉱物性廃油」および「動植物性廃油」に適用する。

b) : 「紙くず又は木くず」に適用する。

c) : 「繊維くず」及び「動植物性残渣・家畜の死体」に適用する。

2) CH₄

■ 算定方法

産業廃棄物の焼却に伴い排出される CH₄ は、ごみ種類別の廃棄物焼却量に日本独自の排出係数を乗じ、更にエネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合を用いて排出量を算定した。

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

E : 産業廃棄物の焼却に伴う CH₄ 排出量 (kg CH₄)

EF_j : 産業廃棄物 j の排出係数 (排出ベース) (kg CH₄/t)

A_j : 産業廃棄物 j の焼却量 (排出ベース) (t)

R_j : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

■ 排出係数

廃棄物の種類別の排出係数について、1990～2001年度については「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部、環境庁」（2000年）の値を用いた。また、2002年以降の値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「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」の結果を用いた。これら排出係数は実測調査により設定されており、また、大気中 CH₄ 濃度による排出係数の補正は行っていない。

「繊維くず」「動植物性残渣・家畜の死体」は「紙くずまたは木くず」の値を代用した。

表 8-45 産業廃棄物の種類別の CH₄ 排出係数

項目	単位	1990-2001 年度	2002 年度以降
廃油（鉱物性及び動植物性）	g CH ₄ / t	4.8	4.0
廃プラスチック	g CH ₄ / t	30	8.0
紙くず又は木くず	g CH ₄ / t	22	225
繊維くず [※]	g CH ₄ / t	22	225
動植物性残渣・家畜の死体	g CH ₄ / t	22	225
汚泥	g CH ₄ / t	14	1.5

■ 活動量

産業廃棄物の焼却に伴う CH₄ 排出の活動量については、廃棄物の種類ごとの焼却量（排出ベース）を用いた。

- 紙くず木くず、廃油、繊維くず、動植物性残渣または家畜の死体

「循環利用量調査報告書」及び平成 20 年度 循環利用量調査データに示された種類ごとの焼却量を用いた。

- 汚泥

「循環利用量調査報告書」及び平成 20 年度 循環利用量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（鉱物性及び動植物性）、廃プラスチック類

「循環利用量調査報告書」及び平成 20 年度 循環利用量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。廃油については CO₂ 排出量の活動量と異なり、鉱物性廃油に加え動植物性廃油も算定対象に含める。

表 8-46 産業廃棄物種類別焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
動植物性廃油	kt / 年 (wet)	40	69	103	115	115	120	103
紙くず又は木くず [※]	kt / 年 (wet)	3,014	5,455	3,832	2,188	1,982	1,800	1,840
繊維くず [※]	kt / 年 (wet)	31	49	50	43	36	36	37
動植物性残渣・家畜の死体	kt / 年 (wet)	77	125	272	167	186	154	125
汚泥	kt / 年 (wet)	5,032	5,850	6,371	7,275	7,114	7,094	7,197

鉱物性廃油及び廃プラスチックの焼却量は表 8-42を参照のこと。

3) N₂O

■ 算定方法

当該排出源から排出される N₂O については、主要な排出源である下水汚泥とそれ以外に分けて排出量を算定した。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した。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した。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した。

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

- E : 産業廃棄物の焼却に伴う N_2O 排出量 (kg N_2O)
 EF_j : 産業廃棄物 j の排出係数 (排出ベース) (kg N_2O/t)
 A_j : 産業廃棄物 j の焼却量 (排出ベース) (t)
 R_j : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

■ 排出係数

○ 下水汚泥

下水汚泥の焼却の N_2O 排出係数は、実測調査が行われた各焼却施設の N_2O 排出係数を当該施設の下水汚泥焼却量で加重平均して排出係数を算定した。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 8-47に示す区分ごとの排出係数を設定した。

表 8-47 下水汚泥の焼却における N_2O 排出係数 (排出ベース)

凝集剤の種類	炉の形式	焼却温度	排出係数[g N_2O/t]
高分子凝集剤	流動床炉	通常燃焼 (燃焼温度約 800℃)	1,508
高分子凝集剤	流動床炉	高温燃焼 (燃焼温度約 850℃)	645
高分子凝集剤	多段炉	—	882
その他	—	—	
石灰系	—	—	294

排出係数は各年度で同じ値とする。

(出典) : 参考文献の40、41、42、43、45、46、63、65

○ 下水汚泥以外

廃棄物の種類別の排出係数について、1990～2001 年度については「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部、環境庁」(2000) の値を用いた。また、2002 年度以降の値については、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「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」(2010)の結果を用いた。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。「繊維くず」「動植物性残渣・家畜の死体」は「紙くずまたは木くず」の値を代用した。

表 8-48 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 (鉱物性及び動植物性)	g N_2O/t	12	62
廃プラスチック	g N_2O/t	180	15
紙くず又は木くず	g N_2O/t	21	77
繊維くず	g N_2O/t	21	77
動植物性残渣・家畜の死体	g N_2O/t	21	77
汚泥 (下水汚泥を除く)	g N_2O/t	457	99

■ 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 8-49 下水汚泥の焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
高分子・流動床・通常	kt/年 (wet)	1,112	1,869	2,397	2,839	2,474	1,935	1,930
高分子・流動床・高温	kt/年 (wet)	128	219	723	1,469	1,781	2,355	2,348
高分子・多段炉	kt/年 (wet)	560	656	572	102	88	69	56
石灰系	kt/年 (wet)	1,070	767	341	289	219	211	193
その他	kt/年 (wet)	190	316	267	289	299	249	233

○ 下水汚泥以外の産業廃棄物

産業廃棄物からの CH₄ 排出と同様に活動量（排出ベース）を把握する。但し汚泥（下水汚泥を除く）については、「その他有機性汚泥焼却量」を活動量とする。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂ 排出係数及び CO₂ 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した。CH₄、N₂O 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。CH₄、N₂O 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した。

以上の結果、産業廃棄物の焼却に伴う CH₄ と N₂O 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 CO₂ 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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。QA/QC 活動については、別添 6 を参照。

e) 再計算

- 統計値の修正により、2003 年度の廃油の活動量を修正し、排出量の再計算を行った。
- 生物起源の廃油焼却割合が把握されたため、CO₂ の排出量算定について 1990～2007 年度の排出量を再計算した。
- 下水汚泥の焼却に伴う N₂O 排出については、全量を廃棄物分野で計上することとした。なお、本再計算はエネルギー分野からの割り当て変更であるため、日本国の温室効果ガス総排出量には影響しない。
- CH₄ 及び N₂O の排出係数に新たな知見が得られたため、2002～2007 年度の排出量を再計算した。
- 過去の据え置き値を用いていた焼却量のデータについて、データ更新を行ったため、2006 と 2007 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。

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 CO₂、CH₄、N₂O 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した。

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.)で計上した。

b) 方法論

1) CO₂

■ 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 CO₂ 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した。

■ 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スチ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した。

■ 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、当該廃油はすべて鉱物性廃油である。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した。

<p>特別管理産業廃棄物中の鉱物性廃油焼却の活動量(排出ベース) = 特別管理産業廃棄物中の廃油の排出量</p>
--

<p>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</p>
--

2) CH₄

■ 算定方法

特別管理産業廃棄物中の「廃油」「感染性廃棄物」の焼却に伴い排出される CH₄ は、ごみ種別別廃棄物焼却量 (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した。

■ 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した。鉱物性廃油は産業廃棄物の鉱物性廃油、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た。

■ 活動量

廃油と感染性廃棄物中のプラスチック類には CO₂ 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以外の組成割合を用いて求めた。

3) N₂O

■ 算定方法

特別管理産業廃棄物の「廃油」「感染性廃棄物」の焼却に伴い排出される N₂O は、ごみ種類別廃棄物焼却量（排出ベース）に日本独自の排出係数を乗じて排出量を算定した。

■ 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した。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た。

■ 活動量

CH₄ 排出量の算定に用いた活動量と同一の値を用いた。

表 8-50 特別管理産業廃棄物の焼却量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
鉱物性廃油	kt / 年 (wet)	256	380	560	515	496	501	417
感染性廃棄物 (プラスチック)	kt / 年 (wet)	78	128	167	169	163	180	152
感染性廃棄物 (プラ以外)	kt / 年 (wet)	105	172	225	228	220	242	205

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂、CH₄ と N₂O 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した。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した。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った。

特別管理産業廃棄物の焼却に伴う CO₂、CH₄、N₂O の排出量の不確実性は 167%、142%及び 159%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

活動量の元データが一部期間でしか入手できないことから、推計により時系列的に一貫した活動量を構築している。排出量算定における時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

- 統計値の修正により、2003 年の廃油の活動量を修正し、排出量の再計算を行った。
- 推計に用いているデータが更新されたため 2006 及び 2007 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。

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.)

8.4.2.1. 一般廃棄物のエネルギー回収を伴う焼却 (1.A.1.a)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、一般廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合の CO₂、CH₄、N₂O 排出量の算定・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) と同様の方法論を用いる。排出量算定式は以下のとおり設定する。

1) CO₂

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

E : 各廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量 (kg CO₂)

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

A : 各廃棄物中の焼却量 (乾燥ベース) (t)

R : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

2) CH₄ 及び N₂O

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

E : 一般廃棄物の焼却に伴う CH₄ または N₂O 排出量 (kg CH₄) (kg N₂O)

EF_i : 一般廃棄物の焼却方式 i の排出係数 (排出ベース) (kg CH₄/t) (kg N₂O/t)

A_i : 一般廃棄物の焼却方式 i の焼却量 (排出ベース) (t)

R : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

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) と同様のため省略。

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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

- 過去の据え置き値を用いていた焼却量のデータについて、データ更新が行われたため、2006、2007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。

8.4.2.2. 産業廃棄物のエネルギー回収を伴う焼却 (1.A.1.a)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、産業廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収される場合の CO₂、CH₄、N₂O 排出量の算定・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

8.4.1.2. 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) CO₂

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

E : 各廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量 (kg CO₂)

EF : 各廃棄物の焼却に伴う排出係数 (排出ベース) (kg CO₂/t)

A : 各廃棄物中の焼却量 (排出ベース) (t)

R : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物の割合 (種類別)

2) CH₄ 及び N₂O

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

E : 産業廃棄物の焼却に伴う CH₄ または N₂O 排出量 (kg CH₄) (kg N₂O)

EF_j : 産業廃棄物 j の排出係数 (排出ベース) (kg CH₄/t) (kg N₂O/t)

A_j : 産業廃棄物 j の焼却量 (排出ベース) (t)

R_j : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物 j の割合

c) 不確実性と時系列の一貫性

8.4.1.2. 産業廃棄物の焼却 (6.C.2) と同様のため省略。

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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動

が行われた。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

過去の据え置き値を用いていた焼却量のデータについて、データ更新が行われたため、2006 と 2007 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。

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 CO₂、CH₄、N₂O 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 8-51 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	ボイラー	一般燃料利用	1A2f 機械
	(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*

※：利用先の業種が特定できていないため、1A1a とした。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

原燃料として利用された各廃棄物の量に日本独自の排出係数を乗じて排出量を算定した。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鉱物性廃油、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した。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した。

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 8-52 本カテゴリーで独自に設定する CO₂ 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
一般廃棄物-コークス炉	kg CO ₂ /t (dry)	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420
廃タイヤ	kg CO ₂ /t (dry)	1,858	1,785	1,790	1,737	1,729	1,722	1,725

■ 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 8-53 CO₂ 排出に係る廃棄物の原燃料利用量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
一般廃棄物プラスチック・油化	kt (dry)	0	0	3	7	4	4	3
一般廃棄物プラスチック・高炉還元剤	kt (dry)	0	0	24	35	37	32	17
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	150	137	136
一般廃棄物プラスチック・ガス化	kt (dry)	0	0	1	56	52	54	45
産業廃棄物廃プラスチック類(鉄鋼業)	kt (wet)	0	0	57	160	92	112	74
産業廃棄物廃プラスチック類(セメント業)	kt (wet)	0	0	102	302	365	408	427
産業廃棄物廃プラスチック類(ボイラー)	kt (wet)	16	12	8	10	15	19	21
産業廃棄物鉱物性廃油(セメント焼成炉)	kt (wet)	137	225	343	423	447	451	384
産業廃棄物鉱物性廃油(ボイラー)	kt (wet)	554	633	460	811	742	871	876
廃タイヤ	kt (dry)	282	471	580	498	546	577	593

2) CH₄、N₂O

■ 算定方法

原燃料として利用された各廃棄物の量に我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定した。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 8-54 原燃料として利用された廃棄物のうち、CH₄及びN₂O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)

廃棄物の原燃料利用の排出係数は、該当するエネルギー分野のCH₄及びN₂O排出係数に、廃棄物別の発熱量を乗じて重量ベースの排出係数に換算して設定した。利用したデータは表 8-55の通りである。

排出係数の計算（排出ベース）

= (エネルギー分野 (CH₄、N₂O) の排出係数 (kg CH₄/TJ)、(kg N₂O/TJ)) × (対応する廃棄物の発熱量 (MJ/kg)) /1000

表 8-55 廃棄物の原燃料利用に伴うCH₄、N₂O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)		プラスチック発熱量
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 ₄ : ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料)、N ₂ O: 常圧流動床ボイラー (固体燃料)	
	廃油 (鉱物性及び動植物生物性)	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 ^{a)}
		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 ₄ : ボイラー (木材、木炭)、N ₂ O: ボイラー (流動床炉以外) (固体燃料)	木材の発熱量 ^{b)}	
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 ₄ : ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料)、N ₂ 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) ^{c)}		

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 8-56 廃棄物の原燃料利用に伴うCH₄、N₂O排出係数設定に用いるエネルギー分野の排出係数及び発熱量

炉種・燃料種	CH ₄ 排出係数 (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O 排出係数 (kg N ₂ O/TJ)	燃料種	発熱量 (MJ/kg)
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	廃プラスチック類	29.3
ボイラー (気体燃料)	0.23	0.17	再生油*	40.2 (TJ/l)
ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料)	0.13	/	廃タイヤ	
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	(2005年度以降)	33.2
その他の工業炉 (液体燃料)	0.83	1.8	ごみ固形燃料 (RDF)	18.0
その他の工業炉 (固体燃料)	13.1	1.1	ごみ固形燃料 (RPF)	29.3
その他の工業炉 (気体燃料)	2.3	1.2	木材	14.4

排出係数は「第3章 エネルギー分野」より。発熱量は「総合エネルギー統計」より。

*: 再生油の発熱量単位は (TJ/l) である。

■ 活動量

活動量はいずれも排出ベースで把握した (表 8-57)。把握方法の詳細は各節参照。

表 8-57 CH₄、N₂O 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	2006	2007	2008
一般廃棄物・油化	kt (wet)	0	0	3	7	4	4	3
産業廃棄物・木くず	kt (wet)	1,635	1,635	2,061	2,683	2,841	3,045	3,417
産業廃棄物鉍物性/動植物性廃油 (セメント焼成炉)	kt (wet)	141	233	359	447	474	479	408
産業廃棄物鉍物性/動植物性廃油 (ボイラー)	kt (wet)	569	657	482	858	786	924	932
廃タイヤ・セメント焼成用	kt (wet)	111	275	361	181	168	148	141
廃タイヤ・ボイラー	kt (wet)	119	184	163	255	316	369	394
廃タイヤ・乾留炉	kt (wet)	67	37	30	10	8	8	2
廃タイヤ・ガス化	kt (wet)	0	0	0	27	34	42	48

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 8-53を参照。

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。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

原燃料として利用された一般廃棄物のプラスチック焼却量に、日本独自の排出係数を乗じて排出量を算定した。

■ 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以外は、一般廃棄物の焼却における排出係数を利用した。プラスチックのコークス炉化学原料利用の排出係数は、一般廃棄物 (プラスチック) の焼却に伴う排出係数から、プラスチック中炭素の炭化水素油への炭素ベース移行割

合（47.9%）を控除し、化学原料として製品利用され大気中への CO₂ 排出を伴わない炭化水素油分を除いた排出係数を設定した。

$$\begin{aligned} & \text{プラスチックのコークス炉化学原料利用に伴う CO}_2 \text{ 排出係数の計算 (乾燥ベース)} \\ & = (\text{一般廃棄物中のプラスチックの燃焼に伴う排出係数}) \\ & \times \{1 - (\text{コークス炉化学原料プラスチックのうち炭化水素油に移行する割合})\} \end{aligned}$$

■ 活動量

一般廃棄物のプラスチックのうち原燃料利用分（乾燥ベース）は、容器包装リサイクル法（以下、容り法）に基づき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原燃料利用量合計値（排出ベース）から含水量を差し引いて求めた。算定に使用した含水率は、（財）日本容器包装リサイクル協会提供値より、4%と設定した。

○ 指定法人ルート

指定法人ルート処理におけるプラスチックの原燃料利用分は、「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）」の再商品化製品量から把握する。ただし CO₂ を排出しない製品原料としての利用量は控除する。

○ 市町村独自ルート

市町村独自ルート処理におけるプラスチックの原燃料利用分は、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）から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）を減じた量に、再商品化方法別のプラスチック量割合及び再商品化製品量割合を乗じて算定する。

【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」から把握する。

【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」から把握する。

【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を用いる。

【再商品化方法別の再商品化製品量割合】

指定法人ルートの活動量として把握した、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を、再商品化量で除して、指定法人ルートの再商品化製品量割合を求め、市町村独自ルートの値として代用する。再商品化方法別の再商品化量は、指定法人ルート再商品化される量に「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」より把握した再商品化方法別の再商品化量割合を乗じて求める。

2) CH₄、N₂O

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。活動量は CO₂ 排出量の算定の際に求めた活動量を排出ベースで用いる。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂ 排出係数の不確実性は「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した。CO₂ 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。CH₄の排出係数の不確実性はエネルギー分野（CH₄、N₂O）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。CH₄、N₂O 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した。

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CO₂、CH₄、N₂O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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野についてQA活動が行われた。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。

8.4.3.2. 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) CO₂

■ 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、鉱物性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した。

■ 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

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。

○ 鉱物性廃油

「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鉱物性廃油の活動量とした。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した。

2) CH₄、N₂O

■ 算定方法、排出係数

算定方法と排出係数については「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CO₂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めない。

廃油（鉱物性及び動植物性廃油）

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CO₂排出量の活動量と異なり、鉱物性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した。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂ 排出係数の不確実性は「産業廃棄物の焼却に伴う排出」の排出係数と同様に設定した。CH₄、N₂O 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した。

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した。廃油はセメント焼成炉（統計種別の設定値）とボイラ

一 (CO₂ 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た。

以上より、産業廃棄物の焼却に伴う CO₂、CH₄、N₂O 排出量の不確実性は 13-105%、74-128% 及び 31-110% 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

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 ヶ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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。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

- 化学工業、製紙業、自動車製造業における廃プラスチック類の使用実績が確認されたため、1990～2007 年度の排出量について再計算した。
- 生物起源の廃油焼却割合が把握されたため、1990～2007 年度の CO₂ 排出量を再計算した。
- 木くずの活動量について誤計上を修正したため、2001～2007 年度の CH₄ 及び N₂O 排出量を再計算した。

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) CO₂

■ 算定方法

原燃料利用された廃タイヤの焼却量に日本独自の排出係数を乗じて算定を行った。

■ 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した。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% と設定した。

<p>廃タイヤの燃料利用に伴う CO₂ 排出係数の計算 (乾燥ベース)</p> $= (\text{廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率}) \times (\text{廃タイヤの燃焼率}) \times 1000/12 \times 44$
--

■ 活動量

「日本のタイヤ産業」（参考文献32）で把握した原燃料利用された廃タイヤ量（排出ベース）に、「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000（財）日本環境衛生センター」に示された分割タイヤの三成分分析例を用いて設定した廃タイヤ中の含水量を差し引いて廃タイヤ焼却量（乾燥ベース）を求める。

2) CH₄、N₂O

■ 算定方法、排出係数

算定方法については 8.4.3 参照。

■ 活動量

CO₂ 排出量の算定の際に把握した「用途別廃タイヤ原燃料利用量」を用いる。セメント焼成用は「セメント焼成用」、ボイラー用は「中・小ボイラー」「タイヤメーカー工場用」「製紙」「発電」、乾留用は「金属精錬」、ガス化は「ガス化」にそれぞれ計上されている廃タイヤの量を活動量とする。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

CO₂ 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。

CH₄、N₂O 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（CH₄、N₂O）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 CO₂、CH₄、N₂O 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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。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

「総合エネルギー統計」の 2005 年度以降に使用する発熱量の改訂に伴い、2005 年度以降の廃タイヤの発熱量を修正し、排出量を再計算した。

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 CO₂、CH₄、N₂O 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 8-58 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
ごみ固形燃料 (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

※: 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 に含めて計上した。

b) 方法論

1) CO₂

■ 算定方法

RDF、RPF 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

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た。RPF は石炭相当品とコークス相当品別の排出係数をそれぞれ算定し、さらに両者の燃料利用量割合で加重平均を行って RPF 全体の燃料利用に伴う排出係数の算定も行った。

$$\begin{aligned} & \underline{RDF、RPF の燃料利用に伴う CO_2 排出係数の計算 (乾燥ベース)} \\ & = 1000 \times (1 - \text{平均的な含水率}) \times (\text{プラスチック由来の成分割合: 乾燥ベース}) \times \\ & (\text{プラスチック中の炭素含有率: 乾燥ベース}) \times (\text{燃焼率}) / 12 \times 44 \end{aligned}$$

○ 平均的な含水率

RDF 中の含水率は「ごみ固形燃料の適正管理方策について、ごみ固形燃料適正管理検討会」に示される各施設で製造された RDF の含水率を単純平均した値を用い、5.5%と設定した。RPF の含水率は日本 RPF 工業会の RPF 品質基準に示される石炭相当品とコークス相当品の水分品質をそれぞれの製造量割合で加重平均した値を用い、2.6%と設定した。

○ プラスチック由来の成分割合

RDF 中のプラスチック由来成分の割合 (乾燥ベース) は、排出ベースの値を管理処分場からの排出 (6.A.1.) において設定した一般廃棄物組成別水分割合を用い乾燥ベースに換算して設定

する。排出ベースのごみ組成分析結果は「ごみ固形燃料の適正管理方策について」に示される各施設の「ごみ組成分析結果」を用いる。RPF中のプラスチック由来成分の割合（乾燥ベース）は、日本RPF工業会ヒアリング結果より、石炭相当品50%、コークス相当品90%と設定する。

○ プラスチック中の炭素含有率

RDF中のプラスチック中炭素含有率（乾燥ベース）は、一般廃棄物（プラスチック）の焼却（表8-32）で用いた平均炭素含有率を用いる。RPF中のプラスチック中炭素含有率（乾燥ベース）は、産業廃棄物（廃プラスチック類）の焼却で用いた炭素含有率（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%）を用いて乾燥ベースに換算して設定した（73.7%）。

○ 燃焼率

RDFの燃焼率は一般廃棄物（プラスチック）と同様にGPG（2000）のデフォルト値を用いて99%、RPFの燃焼率は産業廃棄物（廃プラスチック類）と同様にGPG（2000）のデフォルト値を用いて99.5%とする。

表 8-59 ごみ固形燃料（RDF、RPF）の燃料利用に伴うCO₂排出係数（kgCO₂/t）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
RDF	kg CO ₂ /t (dry)	808	808	808	808	808	808	808
RPF（石炭相当品）	kg CO ₂ /t (dry)	1,419	1,419	1,419	1,419	1,419	1,419	1,419
RPF（コークス相当品）	kg CO ₂ /t (dry)	2,445	2,445	2,445	2,445	2,445	2,445	2,445
RPF（加重平均値）	kg CO ₂ /t (dry)	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	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、環境省廃棄物・リサイクル対策部」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の含水率から活動量（乾燥ベース）を求めた。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た。

○ 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た。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、(社)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した。

表 8-60 ごみ固形燃料（RDF、RPF）の燃料利用量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
RDF	kt (dry)	31.7	36.7	140.0	391.8	373.5	375.1	375.1
RPF	kt (dry)	0.0	7.9	32.2	469.0	632.7	735.5	730.2

2) CH₄、N₂O

■ 算定方法、排出係数

算定方法と排出係数については「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 8-61 CH₄とN₂O 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 ₄ : ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料)、N ₂ 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 ₄ : ボイラー (一般炭、コークス、その他固体燃料)、N ₂ O: ボイラー (流動床炉以外) (固体燃料)	

※: 「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 CO₂ 排出量算定の際に把握した RDF の製造量 (排出ベース) の全量を RDF のボイラーにおける利用量と設定した。

○ RPF

RPF は CO₂ 排出量算定の際に把握した燃料利用量のうち、化学工業、製紙業及び石油製品業で利用された量をボイラーにおける燃料利用量 (排出ベース) とした。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した。

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 CO₂ 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。

CH₄、N₂O 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 (CH₄、N₂O) 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 CO₂、CH₄、N₂O 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した。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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。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

- 化学工業、石油製品業における RPF の使用実績が確認されたため、1998～2007 年度の排出量について再計算された。

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 CH₄ と N₂O 及び石油由来の界面活性剤の分解に伴い排出される CO₂ 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 8-62 に示す。2008 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 562 Gg CO₂ eq であり、我が国の温室効果ガス総排出量の 0.04% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 23.1% 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 CO₂ 排出量が減少したことが大きく寄与している。

表 8-62 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	2006	2007	2008
CO ₂	6.D.2. 石油由来の界面活性剤	Gg CO ₂	703	668	656	507	522	561	530
CH ₄	6.D.1. 有機性廃棄物のコンポスト化	Gg CH ₄	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8
		Gg CO ₂ eq	14	11	13	15	17	18	17
N ₂ O	6.D.1. 有機性廃棄物のコンポスト化	Gg N ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
		Gg CO ₂ eq	13	10	12	13	15	16	15
全ガス合計		Gg CO ₂ eq	730	689	681	534	555	595	562

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 CH₄、N₂O がコンポスト化設備から排出されている。

なお、家畜ふん尿のコンポスト化からの排出は農業分野の家畜ふん尿の処理に伴う排出 (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した。算定方法はCH₄、N₂Oと同様である。

$$E = EF \times A$$

E : 有機性廃棄物のコンポスト化に伴うCH₄ (N₂O) 排出量 (kg CH₄) (kgN₂O)

EF : 排出係数 (乾燥ベース) (kg CH₄/t) (kg N₂O/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CH₄排出係数を10.0 (kg CH₄/t)、N₂O排出係数を0.6 (kg N₂O/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た。

○ 一般廃棄物

「日本の廃棄物処理」に示される高速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

- ・ 「一般廃棄物処理実態調査」に示される、し尿処理施設における堆肥化量

○ 産業廃棄物

- ・ 「下水道統計」に示される、コンポスト化設備に投入された汚泥量

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 8-63 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	2006	2007	2008
一般廃棄物	kt (dry)	38	22	29	30	31	32	32
産業廃棄物	kt dry)	31	33	34	39	50	52	46

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した。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した。

有機性廃棄物のコンポスト化に伴うCH₄とN₂O排出量の不確実性は74.0%と86.3%と評価された。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

一般廃棄物の堆肥化施設に投入されたごみ量については、統計区分の変更により、2005年度以降のデータは2004年度以前のデータと連続性が確保されていないため、2005年度以降のデータには暫定的に2004年度のデータを代用している。連続性を確保した活動量の設定について、現在検討を行っているところであり、データが得られ次第活動量の更新を行う予定である。なお、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。また、2009年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野についてQA活動が行われた。QA/QC活動については、別添6に詳述している。

e) 再計算

- 一般廃棄物のし尿処理施設における堆肥化量を新たに活動量に加えたため、2005～2007年度の排出量を再計算した。

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。

QA活動の結果、以下の課題を改善計画に加えた。

- 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）

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CO₂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CH₄・N₂O排出」と「石油由来の界面活性剤の分解に伴うCO₂排出」は異なるガス種類を算定対象としており、温室効果ガスの重複計上等の相互関係は存在しない。

b) 方法論

■ 算定方法

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CO₂として大気中に排出されることから、排水処理施設及び自然界に排出された界面活性剤中の炭素量をベースにCO₂排出量の算定を行う。算定対象は石油由来の界面活性剤中炭素であり、界面活性剤中炭素の全量が最終的にCO₂に分解されると想定する。また、国内で使用された界面活性剤の全量が排水処理施設及び自然界に排出されるとする。石油由来の界面活性剤中炭素量は、界面活性剤生産企業における界面活性剤原料消費量の集計結果と界面活性剤の輸出入量を用いて把握する。

以上より、CO₂排出量は石油由来の界面活性剤原料別の使用量に、当該原料中の炭素含有率

を乗じて算定する。算定対象は「合成アルコール」「アルキルベンゼン」「アルキルフェノール」「エチレンオキサイド」とする。

なお、排水処理施設に排出された石油由来の界面活性剤中の炭素分の一部は汚泥により吸着及び資化される。これらの炭素分は微生物による分解ではなく、余剰汚泥の焼却及び埋立処分に伴い大気中に排出されるが、本算定におけるCO₂排出に含めて計算されている。

■ 排出係数

石油由来の界面活性剤原料別の種類別に、分子中の平均的な炭素含有率より1tの界面活性剤が分解された際に排出されるkgで表したCO₂の量を求め、排出係数を設定する。

$$EF_i = C_i \times 1000 / 12 \times 44$$

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 8-64 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
エチレンオキサイド	2	44	54.5%	エチレンオキサイドの分子より設定 (C ₂ H ₄ O)

■ 活動量

活動量は、排水処理施設及び自然界に排出された界面活性剤の製造に用いられた石油由来界面活性剤原材料使用量である。日本で生産される界面活性剤は一部輸出されるため、界面活性剤原料使用統計から把握した界面活性剤使用量に輸出入量補正係数を乗じて活動量を算定する。

○ 界面活性剤使用量

界面活性剤原料別使用量は「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。

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

表 8-65 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	2006	2007	2008
合成アルコール	t	29,239	16,253	28,285	31,609	34,575	36,896	32,988
アルキルベンゼン	t	105,432	102,794	80,832	47,349	46,281	51,251	55,442
アルキルフェノール	t	10,141	8,798	7,454	3,448	3,184	3,084	2,338
エチレンオキサイド	t	124,984	132,175	146,509	127,150	132,828	141,104	125,628

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。また、2009 年度はインベントリ品質保証ワーキンググループにより廃棄物分野について QA 活動が行われた。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

貿易統計の数値の微修正により、排出量の計算結果が若干変更された年がある。

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年)
2. IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(2000年)
3. IPCC「2006年 IPCC ガイドライン」(2006年)
4. 環境庁「平成7年度大気汚染物質排出量総合調査」(1995年)
5. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」(1992年)
6. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(2000年)
7. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」(2006年)
8. 環境省環境管理局水環境部「水質汚濁物質排出量総合調査」
9. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「日本の廃棄物処理」
10. 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」
11. 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)」
12. 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」
13. 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年)
14. 環境省廃棄物・リサイクル対策部「平成19年度 産業廃棄物処理施設状況調査」
15. 環境省水・大気環境局「発生負荷量管理等調査」
16. (財)容器包装リサイクル協会「再商品化(リサイクル)実績」(2005年)
17. (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))
18. 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年)
19. 国土交通省総合政策局情報管理部「自動車輸送統計年報」
20. 国土交通省都市・地域整備局下水道部「バイオン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. 資源・エネルギー庁「総合エネルギー統計 平成15年度版」
25. (財)クリーン・ジャパン・センター「産業廃棄物(鉱物廃棄物)・有価発生物の動向調査」
26. (財)日本環境衛生センター「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000」
27. (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」
28. 日本化学繊維協会「繊維ハンドブック 2006」(2005年)
29. 廃棄物学会「廃棄物ハンドブック」(1997年)
30. (社)日本鉄鋼連盟「廃プラ等利用の現状と今後の課題」
31. (社)セメント協会「セメントハンドブック」
32. (社)日本自動車タイヤ協会「日本のタイヤ産業」
33. (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年)
34. (社)日本下水道協会「下水道統計(行政編)」
35. (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」
36. (社)日本水道協会「水道統計(施設・業務編)」
37. 化学工業日報社「14705の化学商品」(2005年)

38. 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年)
39. 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年)
40. 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年)
41. 兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1994年)
42. 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年)
43. 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. 116-122 (2002年)
44. 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年)
45. 土木研究所下水道部汚泥研究室、名古屋市下水道局「流動路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」建設省土木研究所下水道部汚泥研究室、名古屋市下水道局協同研究報告書第109号(平成6年12月)
46. 土木研究所下水道部汚泥研究室、名古屋市下水道局「流動路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」建設省土木研究所下水道部汚泥研究室、名古屋市下水道局協同研究報告書第109号(平成8年3月)
47. 稲森、水落「B-16(8)汚水、廃棄物の CH_4 、 N_2O 収支に関する現地調査」平成10年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
48. 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年)
49. 上野、辰市、大岩川「下水処理場における N_2O の削減対策の検討」東京都環境科学研究所年報(1995年)
50. 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)」
51. 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
52. 京才、水落「B-2(7)下水処理場からの放出量の解明に関する研究」平成2年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
53. 佐藤、水落、鈴木「B-2(7)下水処理場からの放出量の解明に関する研究」平成4年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
54. 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年)
55. 竹石、鈴木、松原「B-2(7)下水処理場からの放出量の解明に関する研究」平成5年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
56. 竹石、鈴木、松原「B-2(7)下水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成果報告集
57. 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年)
58. 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年)
59. 田中、井上、大迫、山田、渡辺「B-16(7)廃棄物分野における CH_4 ・ N_2O の発生抑制対策に関する研究」平成9年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書
60. 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

61. 田中勝「廃棄物学概論」丸善（1998年）
62. 中村、鈴木、重村、落、原田「B-51(2)温室効果ガス排出抑制のための下水処理システム対策技術」平成9年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
63. 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年）
64. 松澤ら「最終処分場からのメタン放出量の推定」第4回廃棄物学会研究発表会講演論文集（1993年）
65. 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年）
66. 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年）
67. 渡辺ら「有機性廃棄物の生物分解に伴い発生する温室効果ガスの一次スクリーニング」第13回全国都市清掃研究発表会講演論文集（1992年）
68. 岩田、加藤、澤田、森「浄水場発生土の有効利用に関する研究（第2報）水田への客土効果」愛知農総試研報14、46-52（1982年）
69. 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」
70. 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）
71. 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CH₄およびN₂Oの削減対策の評価」環境省地球温暖化環境研究総合推進費研究（2010）
72. 大嶋・河井，土木研究所資料第2509号 下水汚泥の燃料化に関する調査，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
73. 藤島ら，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，石川県工業試験場平成15年度研究報告
74. 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
75. 藤本，下水汚泥と街路樹剪定枝葉の有効利用について，福井県雪対策・建設技術研究所年報，2002・7
76. 社団法人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」
77. 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）