

1.A 廃棄物の原燃料利用（ごみ固形燃料） (Utilization of waste as fuel—Waste derived fuel) (CO₂, CH₄, N₂O)

1. 排出・吸収源の概要

1.1 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

本排出源では、一般廃棄物又は産業廃棄物を原料として製造された燃料（RDF：Refuse Derived Fuel 及び RPF：Refuse Paper and Plastic Fuel）を利用する場合に排出される CO₂・CH₄・N₂O を扱う。我が国のエネルギー分野の統計では、このような廃棄物を原料として製造された燃料の使用量を正確に把握できないため、RDF 及び RPF の使用量を活動量に用い、本排出源で一括して、RDF 及び RPF の利用に伴う温室効果ガス排出量を算定する。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

RDF の普及は 1990 年代中頃から始まり、それに伴い、CO₂・CH₄・N₂O のいずれも排出量が増加傾向にあったが、2000 年代後半以降は緩やかに減少から横ばいで推移している。また、RPF の普及は 2000 年度頃から始まり、それに伴い排出量が大きく増加した後、2007 年度以降は緩やかながらも概ね増加傾向が続いている。

【CO₂】

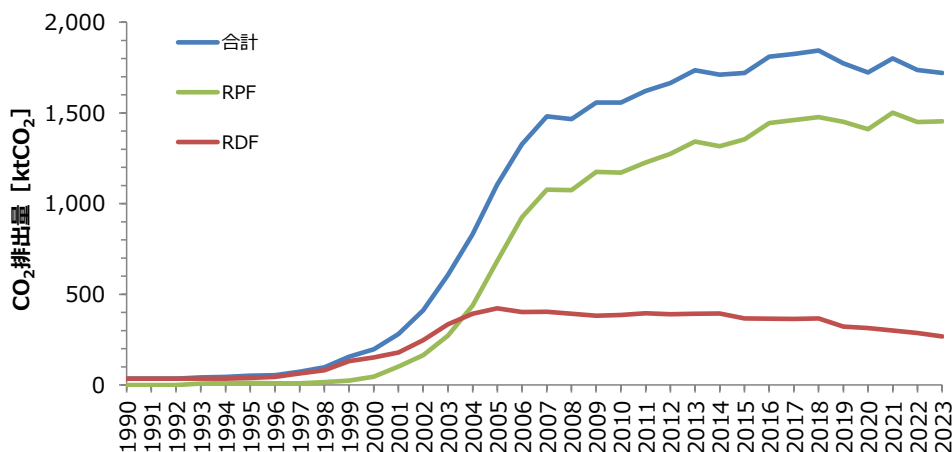


図 1 ごみ固形燃料の利用に伴う CO₂ 排出量の推移

【CH₄】

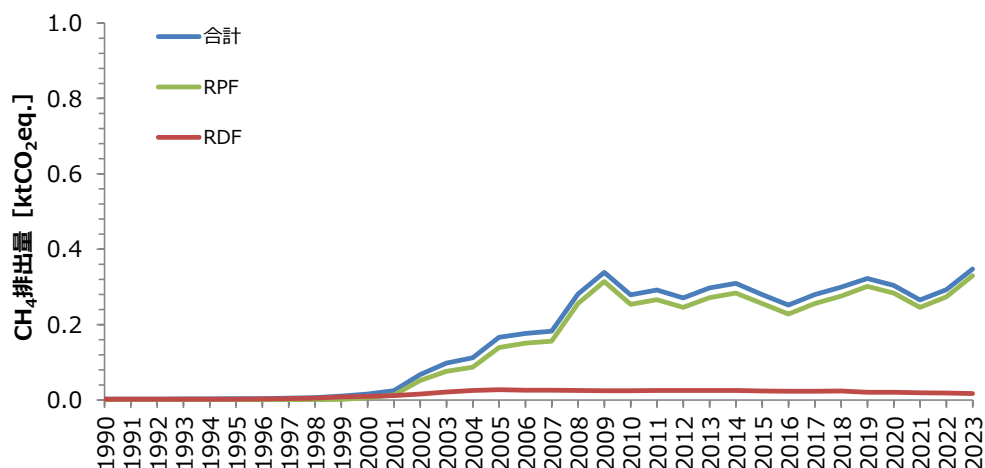


図 2 ごみ固形燃料の利用に伴う CH₄ 排出量の推移

【N₂O】

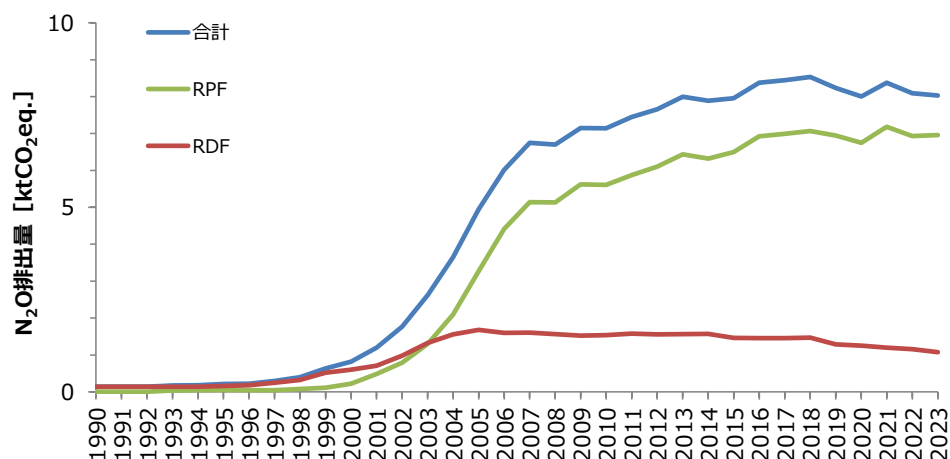


図 3 ごみ固形燃料の利用に伴う N₂O 排出量の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

2.1.1 CO₂

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い、ごみ固形燃料中の化石燃料起源の炭素含有率より設定した CO₂ 排出係数に、ごみ固形燃料利用量を乗じて CO₂ 排出量を算定する (Tier 2b)。

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

- E : ごみ固形燃料の利用に伴う CO₂ 排出量 [kg-CO₂]
 EF_i : ごみ固形燃料の利用に伴う CO₂ 排出係数 (種類 i) [kg-CO₂/t (乾燥ベース)]
 A_i : ごみ固形燃料の利用量 (種類 i) [t (乾燥ベース)]

2.1.2 CH₄・N₂O

「1.A. 廃棄物の原燃料利用（一般廃棄物）」と同様、ごみ固形燃料利用量に燃焼排ガス中の CH₄ 及び N₂O 濃度より設定した CH₄ 及び N₂O 排出係数を乗じて排出量を算定する。

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

- E : ごみ固形燃料の利用に伴う CH₄ or N₂O 排出量 [kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 EF_i : ごみ固形燃料の利用に伴う CH₄ or N₂O 排出係数（種類・用途 i ）
[kg-CH₄/t（排出ベース）] or [kg-N₂O/t（排出ベース）]
 A_i : ごみ固形燃料の利用量（種類・用途 i ）[t（排出ベース）]

2.2 排出係数

2.2.1 CO₂

（1）RDF

RDF の利用に伴う CO₂ 排出係数は、RDF に含まれる一般廃棄物（紙くず、合成繊維くず、プラスチック）の化石燃料起源成分を考慮し、次式で算定する。

$$EF_{RDF} = \sum_j (F_{RDF,j} \times CF_j \times FCF_j) \times OF \times 1000 \times 44 \div 12$$

- $F_{RDF,j}$: RDF における廃棄物 j の組成比（乾燥ベース）[-]
 CF_j : 廃棄物 j の炭素含有率（乾燥ベース）[-]
 FCF_j : 廃棄物 j の炭素の化石燃料起源割合（プラスチックについては、プラスチック中のバイオマス由来成分割合より設定。）[-]
 OF : RDF 利用施設における RDF 中の炭素の酸化率（我が国の場合、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いて 1.0 と設定。）[-]

（2）RPF

RPF の利用に伴う CO₂ 排出係数は、RPF 中の廃プラスチック成分の組成比、廃プラスチック成分の炭素含有率、廃プラスチック成分の炭素の化石燃料起源割合及び RPF 利用施設における RPF 中の炭素の酸化率を乗じて算定する。

$$EF_i = F_i \times CF_i \times FCF_i \times OF \times 1000 \times 44 \div 12$$

- F_i : RPF 中の廃プラスチック成分の組成比（種類 i ）[-]
 CF_i : RPF 中の廃プラスチック成分の炭素含有率（種類 i ）[-]
 FCF_i : RPF 中の廃プラスチック成分の炭素の化石燃料起源割合（プラスチック中のバイオマス由来成分割合より設定。）[-]
 OF : RPF 利用施設における RPF 中の炭素の酸化率（我が国の場合、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いて 1.0 と設定。）[-]

表 1 ごみ固形燃料の種類別の CO₂ 排出係数の設定根拠

種類	炭素含有率の設定根拠
RDF	RDF 中の一般廃棄物の種類別の組成比の推計値（紙くず：38.2%、合成繊維くず：10.3%、プラスチック：28.0%）※1、一般廃棄物の種類別の炭素含有率（紙くず：40.8%、合成繊維くず：63.0%、プラスチック：76.8%）及び炭素の化石燃料起源割合（紙くず：9.6%、合成繊維くず：100%、プラスチック：「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」参照）より算定
RPF（石炭相当品）	石炭相当品の廃プラスチック類割合を 50%と設定し※2、産業廃棄物中の廃プラスチック類の炭素含有率（70%）を用いて算定
RPF（コークス相当品）	コークス相当品の廃プラスチック類割合を 90%と設定し※2、産業廃棄物中の廃プラスチック類の炭素含有率（70%）を用いて算定
RPF（加重平均値）	石炭相当品とコークス相当品の製造量割合（0.797：0.203）※2で両者の炭素含有率を加重平均して算定

※1：「ごみ固形燃料の適正管理方策について（2003 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平均値、「令和 2 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 1 回廃棄物分科会（環境省）」、「繊維ハンドブック（日本化学繊維協会）」、「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」において設定した一般廃棄物組成別の含水率（紙くず：20%、合成繊維くず：20%、プラスチック：26.1%）を基に推計

※2：日本 RPF 工業会ヒアリング結果

表 2 ごみ固形燃料の種類・用途別の CO₂ 排出係数（EF_i）[kg-CO₂/t（乾燥ベース）]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
RDF	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081
RPF(石炭相当品)	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426
RPF(コークス相当品)	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457
RPF(加重平均値)	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RDF	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,078	1,077	1,077	1,077	1,076
RPF(石炭相当品)	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426	1,426
RPF(コークス相当品)	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457
RPF(加重平均値)	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RDF	1,075	1,075	1,076	1,076	1,075	1,075	1,074	1,074	1,073	1,073
RPF(石炭相当品)	1,424	1,423	1,422	1,421	1,421	1,420	1,421	1,423	1,424	1,424
RPF(コークス相当品)	2,455	2,453	2,451	2,450	2,449	2,447	2,449	2,452	2,454	2,454
RPF(加重平均値)	1,634	1,633	1,631	1,631	1,630	1,629	1,630	1,632	1,633	1,634
	2020	2021	2022	2023						
RDF	1,071	1,071	1,065	1,064						
RPF(石炭相当品)	1,425	1,424	1,424	1,424						
RPF(コークス相当品)	2,455	2,453	2,454	2,455						
RPF(加重平均値)	1,634	1,633	1,633	1,634						

- ・ RPF（石油精製業）：RPF（石炭相当品）の CO₂ 排出係数を使用
- ・ RPF（化学工業）：RPF（石炭相当品）の CO₂ 排出係数を使用
- ・ RPF（製紙業）：RPF（石炭相当品）の CO₂ 排出係数を使用
- ・ RPF（セメント業）：RPF（加重平均値）の CO₂ 排出係数を使用

2.2.2 CH₄・N₂O

「1.A. 廃棄物の原燃料利用（一般廃棄物）」と同様、各種炉分野の CH₄・N₂O 排出係数（発熱量ベース）にごみ固形燃料の発熱量を乗じ、重量ベースの CH₄・N₂O 排出係数を設定する。ごみ固形燃料の発熱量は、エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数（資源エネルギー庁）より、RDF：18.0 [MJ/kg] 及び RPF：29.3 [MJ/kg] と設定する。

表 3 ごみ固形燃料の種類・用途別の CH₄ 及び N₂O 排出係数 (*Efi*)
[kg-CH₄/t (排出ベース)] 又は [kg-N₂O/t (排出ベース)]

用途	CH ₄	N ₂ O	設定根拠
RDF	0.0024	0.015	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
RPF ボイラー（石油精製）	0.0038	0.025	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
RPF ボイラー（化学工業）	0.0038	0.025	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
RPF ボイラー（製紙業）	0.0038	0.025	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
RPF セメント焼成炉（セメント業）	0.38	0.034	その他の工業炉（固体燃料）

2.3 活動量

RDF の利用量は、「一般廃棄物処理実態調査（環境省環境再生・資源循環局）」より把握する。
RPF の利用量は業界団体より提供を受ける（個別のデータについては非公開。）。

表 4 RDF 及び RPF の利用量 (*A_i*) [kt (乾燥ベース)]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
RDF	32	32	32	32	32	37	41	59	75	122
RPF (合計値)	0	0	0	5	7	8	6	7	11	17
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RDF	140	166	229	309	363	392	374	375	365	356
RPF (合計値)	32	71	115	190	306	478	647	754	751	821
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RDF	359	368	363	365	367	341	340	339	342	301
RPF (合計値)	820	859	894	942	924	951	1,015	1,025	1,036	1,016
	2020	2021	2022	2023						
RDF	293	280	270	251						
RPF (合計値)	988	1,053	1,016	1,017						

3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 5 初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	2009 年提出	2010 年提出	2011 年提出
排出・吸収量 算定式	—	—	—
排出係数	—	—	—
活動量	RPF の発熱量を廃プラスチック類の標準発熱量に変更。	化学工業及び石油製品業における RPF の使用量を活動量に追加。	バイオマスプラスチックの焼却量を活動量から控除。

	2015 年提出	2019 年提出	2021 年提出
排出・吸収量 算定式	—	—	—
排出係数	酸化率を変更。	—	一般廃棄物の紙くず及びプラスチックの炭素含有率の改訂に伴い、RDF の利用に伴う CO ₂ 排出係数を更新。
活動量	—	日本バイオマス製品推進協議会及び日本バイオプラスチック協会の調査で未把握となっていたバイオマスプラスチック樹脂量を考慮し、ごみ固形燃料中のプラスチック成分の炭素の化石燃料起源割合を設定。	—

（1）初期割当量報告書における算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

酸化率は、IPCC グッドプラクティスガイダンスのデフォルト値を用いて 99%と設定していた。

3) 活動量

RPF の発熱量については公的な公表値がなかったことから、業界団体より発熱量データの提供を受けていた。また、RPF の利用量については、化学工業及び石油製品業における利用量が把握されていなかった。

バイオマスプラスチックの焼却量も活動量の算定対象に含んでいた。

（2）2009 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

初期割当量報告書における排出係数と同様。

3) 活動量

「2005 年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について（資源エネルギー庁）」に基づき、RPF の発熱量を廃プラスチック類の標準発熱量に変更することとした。

(3) 2010 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

初期割当量報告書における排出係数と同様。

3) 活動量

新たに、化学工業及び石油製品業における RPF の使用量が把握されたことから、活動量に追加することとした。

(4) 2011 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

初期割当量報告書における排出係数と同様。

3) 活動量

バイオマスプラスチックの焼却量を活動量から控除することとした。

(5) 2015 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、酸化率をデフォルト値の 100%に変更した。

3) 活動量

2011 年提出インベントリの活動量と同様。

(6) 2019 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

2015 年提出インベントリの排出係数と同様。

3) 活動量

日本バイオマス製品推進協議会及び日本バイオプラスチック協会の調査で未把握となっていたバイオマスプラスチック樹脂量（未把握樹脂量）を考慮し、ごみ固形燃料中のプラスチック成分の炭素の化石燃料起源割合を設定することとした（現行の活動量と同様。）。

(7) 2021 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室の「令和元年度廃棄物の燃焼に伴う CO₂ 排出量算定方法精緻化等調査委託業務」及び「令和 2 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会第 1 回廃棄物分科会」に基づく一般廃棄物の紙くず及びプラスチックの炭素含有率の改訂に伴い、RDF の利用に伴う CO₂ 排出係数を更新した（現行の排出係数と同様。）。

3) 活動量

現行の活動量と同様。