

1.A エネルギー回収を伴う焼却（一般廃棄物） (Incineration of waste with energy recovery—Municipal solid waste) (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、一般廃棄物のうち、PET ボトルを除く化石燃料起源のプラスチック（以下、「プラスチック」という。）・化石燃料起源の PET ボトル・紙くず・合成繊維くず・紙おむつの焼却に伴い排出される CO₂ のほか、組成を問わず、全ての一般廃棄物の焼却に伴い排出される CH₄ 及び N₂O のうち、施設外に電気又は熱を供給する一般廃棄物焼却施設からの排出を扱う。施設外への電気及び熱の供給を行わない一般廃棄物焼却施設からの CO₂・CH₄・N₂O 排出については、「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」で計上する。また、一般廃棄物の原料又は燃料としての利用に伴う温室効果ガス排出量は、「1.A. 廃棄物の原燃料利用（一般廃棄物）」に計上する。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

一般廃棄物焼却量は 2000 年度頃まで経年的に増加し、その後は、3R の推進等の取組により漸減傾向にある。また、一般廃棄物焼却施設における発電・熱回収設備等のエネルギー回収設備の設置は経年的に進んでおり、エネルギー回収を伴う一般廃棄物焼却施設での廃棄物焼却割合は増加している。これらの要素が複合的に作用し、CO₂ 排出量は 2003 年度頃まで経年的に増加し、その後は 2007 年度まで急落した後、緩やかに増加から横ばいで推移している。

CH₄・N₂O については、1990 年代後半～2000 年代前半に、ダイオキシン類対策で焼却炉の更新・改良が行われており、その結果、CH₄・N₂O 排出係数が低減され、排出量が減少している。

【CO₂】

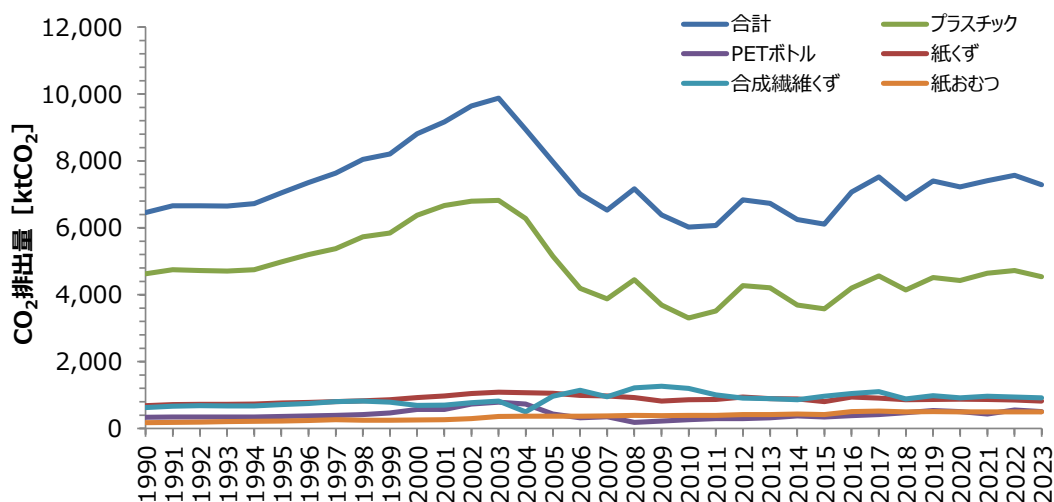


図 1 エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量（一般廃棄物）の推移

【CH₄】

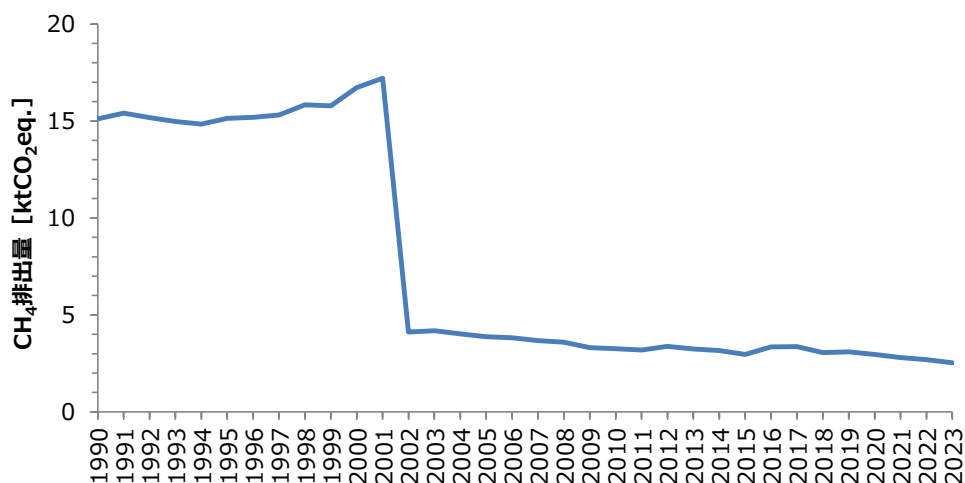


図 2 エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CH₄ 排出量（一般廃棄物）の推移

【N₂O】

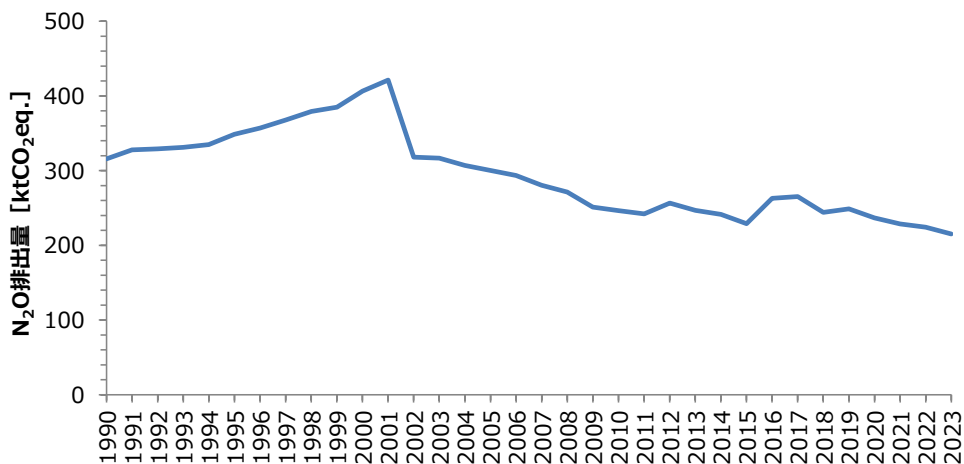


図 3 エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う N₂O 排出量（一般廃棄物）の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

(1) CO₂

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」と同様の算定式で一般廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量を算定し、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乗じて、本排出源の CO₂ 排出量を算定する。

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

E : エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量（一般廃棄物）[kg-CO₂]

EF_i : 一般廃棄物中の組成 i の CO₂ 排出係数 [kg-CO₂/t（乾燥ベース）]

A_i : 一般廃棄物中の組成 i の焼却量 [t（乾燥ベース）]

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・N₂O

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」と同様の算定式で一般廃棄物の焼却に伴う CH₄・N₂O 排出量を算定し、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乗じて、本排出源の CH₄・N₂O 排出量を算定する。

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

- E : エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CH₄ or N₂O 排出量（一般廃棄物）
[kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 EF_j : 焼却方式 j の一般廃棄物焼却炉の CH₄ or N₂O 排出係数
[kg-CH₄/t（排出ベース）] or [kg-N₂O/t（排出ベース）]
 A_j : 焼却方式 j の一般廃棄物焼却炉で焼却される一般廃棄物の量 [t（排出ベース）]
 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

2.2 排出係数

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」と同様のため省略。

2.3 活動量

(1) CO₂

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」と同様の考え方に基づき算定した種類別（プラスチック・化石燃料起源 PET ボトル・合成繊維くず・紙くず・紙おむつ）の一般廃棄物焼却量に、

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」と同様の考え方に基づき「一般廃棄物処理実態調査（環境省環境再生・資源循環局）」を用いて算定した、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乗じて活動量を算定する（活動量の設定方法の詳細については、「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」を参照）。

表 1 一般廃棄物中の化石燃料起源プラスチック・化石燃料起源 PET ボトル・合成繊維くず・紙くず・紙おむつの焼却量 (A_i) [kt（乾燥ベース）]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
プラスチック	3,056	3,090	3,078	3,072	3,117	3,180	3,304	3,367	3,501	3,537
PETボトル	275	278	277	277	281	286	298	303	315	345
合成繊維くず	505	527	543	536	543	555	577	611	613	582
紙くず	8,885	9,133	9,200	9,295	9,459	9,583	9,746	9,897	9,967	10,202
紙おむつ	272	270	285	307	328	333	356	376	347	348
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
プラスチック	3,708	3,739	3,652	3,577	3,293	2,676	2,191	2,042	2,309	1,983
PETボトル	412	396	486	510	473	280	207	230	120	146
合成繊維くず	489	476	507	523	316	610	727	608	770	826
紙くず	10,523	10,741	10,992	11,210	11,021	10,751	10,198	10,076	9,438	8,671
紙おむつ	340	343	368	439	445	442	449	458	469	479
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
プラスチック	1,755	1,914	2,240	2,247	1,933	1,955	1,947	2,071	2,021	2,174
PETボトル	173	199	193	210	243	231	221	235	287	320
合成繊維くず	774	665	579	582	551	644	591	612	528	576
紙くず	8,964	9,303	9,682	9,366	9,092	8,662	8,541	8,106	8,204	8,224
紙おむつ	483	493	505	515	525	524	537	546	556	564
	2020	2021	2022	2023						
プラスチック	2,169	2,294	2,339	2,266						
PETボトル	309	267	338	312						
合成繊維くず	550	582	567	559						
紙くず	8,471	8,440	8,314	8,066						
紙おむつ	562	566	570	573						

表 2 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 (R) [-]

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
53.7%	54.6%	54.5%	54.4%	54.1%	55.6%	55.9%	56.7%	58.1%	58.7%
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
61.1%	63.3%	66.1%	67.7%	67.7%	68.4%	67.9%	67.4%	68.4%	66.1%
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
66.9%	65.2%	67.7%	66.4%	67.8%	65.0%	76.6%	78.3%	72.8%	73.7%
2020	2021	2022	2023						
72.4%	71.8%	71.7%	71.2%						

表 3 エネルギー回収を伴う一般廃棄物中の化石燃料起源プラスチック・化石燃料起源 PET ボトル・合成繊維くず・紙くず・紙おむつの焼却量 [kt (乾燥ベース)]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
プラスチック	1,642	1,687	1,678	1,670	1,685	1,769	1,847	1,910	2,034	2,076
PETボトル	148	152	151	151	152	159	167	172	183	203
合成繊維くず	272	288	296	291	293	309	322	347	356	342
紙くず	4,775	4,985	5,015	5,054	5,114	5,332	5,449	5,613	5,791	5,988
紙おむつ	146	147	155	167	177	185	199	213	202	204
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
プラスチック	2,264	2,366	2,413	2,422	2,230	1,829	1,487	1,377	1,579	1,312
PETボトル	252	250	321	346	321	191	141	155	82	97
合成繊維くず	298	301	335	354	214	417	493	410	527	546
紙くず	6,425	6,797	7,264	7,590	7,462	7,349	6,920	6,795	6,454	5,736
紙おむつ	208	217	243	297	301	302	304	309	321	317
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
プラスチック	1,175	1,248	1,517	1,493	1,310	1,270	1,491	1,621	1,471	1,602
PETボトル	116	130	131	140	165	150	169	184	209	236
合成繊維くず	518	434	392	387	373	419	452	479	384	425
紙くず	5,998	6,063	6,557	6,223	6,163	5,628	6,542	6,344	5,972	6,059
紙おむつ	323	322	342	342	356	340	412	428	405	415
	2020	2021	2022	2023						
プラスチック	1,570	1,648	1,678	1,613						
PETボトル	223	192	243	222						
合成繊維くず	398	418	407	397						
紙くず	6,131	6,062	5,965	5,740						
紙おむつ	407	406	409	408						

(2) CH₄・N₂O

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（一般廃棄物）」と同様の考え方をを用いて算定した燃焼方式別の一般廃棄物焼却量に、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（表 2 と同様）を乗じて活動量を算定する。

表 4 一般廃棄物の燃焼方式別焼却量 (A_j) [kt (排出ベース)]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
焼却炉-全連続燃焼式	26,215	27,144	27,619	28,192	29,010	29,716	30,654	31,488	31,721	32,147
焼却炉-准連続燃焼式	4,810	4,981	5,069	5,174	5,325	5,455	5,628	5,782	5,892	5,852
焼却炉-バッチ燃焼式	5,643	5,450	5,153	4,867	4,613	4,328	4,063	3,769	3,504	3,241
ガス化溶融炉	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	282	305
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
焼却炉-全連続燃焼式	32,749	32,842	33,299	33,112	32,373	32,246	31,962	30,840	29,426	28,444
焼却炉-准連続燃焼式	5,882	6,019	5,249	4,861	4,463	4,047	3,852	3,609	3,339	3,155
焼却炉-バッチ燃焼式	3,131	2,919	2,268	1,842	1,773	1,562	1,470	1,369	1,346	1,144
ガス化溶融炉	370	405	1,157	2,118	2,332	2,397	2,630	2,954	3,122	3,245
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
焼却炉-全連続燃焼式	27,603	27,892	28,702	28,246	27,360	27,364	26,961	26,883	26,877	27,266
焼却炉-准連続燃焼式	2,968	2,932	2,849	2,827	2,524	2,349	2,164	2,072	1,894	1,849
焼却炉-バッチ燃焼式	1,078	1,057	1,061	970	867	842	744	693	660	625
ガス化溶融炉	3,605	3,857	4,122	4,098	4,161	4,328	4,423	4,599	4,739	4,889
	2020	2021	2022	2023						
焼却炉-全連続燃焼式	26,344	25,998	25,812	25,196						
焼却炉-准連続燃焼式	1,760	1,580	1,488	1,326						
焼却炉-バッチ燃焼式	589	562	509	485						
ガス化溶融炉	4,875	4,902	4,785	4,612						

表 5 エネルギー回収を伴う一般廃棄物の燃焼方式別焼却量 [kt (排出ベース)]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
焼却炉-全連続燃焼式	14,089	14,816	15,054	15,328	15,684	16,533	17,139	17,860	18,430	18,868
焼却炉-准連続燃焼式	2,585	2,719	2,763	2,813	2,879	3,035	3,147	3,279	3,423	3,434
焼却炉-バッチ燃焼式	3,033	2,975	2,809	2,646	2,494	2,408	2,271	2,137	2,036	1,902
ガス化溶融炉	0	0	0	0	0	0	0	0	164	179
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
焼却炉-全連続燃焼式	19,996	20,781	22,007	22,418	21,921	22,042	21,689	20,796	20,124	18,814
焼却炉-准連続燃焼式	3,592	3,809	3,469	3,291	3,022	2,766	2,614	2,434	2,283	2,087
焼却炉-バッチ燃焼式	1,912	1,847	1,499	1,247	1,200	1,068	998	923	920	757
ガス化溶融炉	226	256	765	1,434	1,579	1,638	1,784	1,992	2,135	2,147
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
焼却炉-全連続燃焼式	18,472	18,178	19,438	18,768	18,548	17,780	20,650	21,042	19,567	20,088
焼却炉-准連続燃焼式	1,986	1,911	1,929	1,878	1,711	1,526	1,658	1,622	1,379	1,362
焼却炉-バッチ燃焼式	721	689	719	645	588	547	570	542	480	460
ガス化溶融炉	2,412	2,514	2,792	2,723	2,821	2,812	3,388	3,599	3,450	3,602
	2020	2021	2022	2023						
焼却炉-全連続燃焼式	19,067	18,673	18,518	17,929						
焼却炉-准連続燃焼式	1,274	1,135	1,068	943						
焼却炉-バッチ燃焼式	426	403	365	345						
ガス化溶融炉	3,529	3,521	3,433	3,282						

3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 6 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

	2010 年提出	2011 年提出	2015 年提出
排出・吸収量 算定式	—	—	紙くず及び紙おむつの焼却に伴う CO ₂ を新たに追加。
排出係数	- プラスチックの炭素含有率を変更。 2002 年度以降に適用する新たな CH₄・N₂O 排出係数及びガス化溶融炉に適用する新たな CH₄・N₂O 排出係数を設定。	—	酸化率を変更。
活動量	—	バイオマスプラスチック及びバイオ PET の焼却量を活動量から控除。	—

	2019 年提出	2021 年提出	2022 年提出
排出・吸収量 算定式	—	プラスチックの焼却に伴う CO ₂ 排出と PET ボトルの焼却に伴う CO ₂ 排出を切り分けて算定。	—
排出係数	—	- 紙くず、紙おむつ及びプラスチックの焼却に伴う CO₂ 排出係数を更新。 - PET ボトルの焼却に伴う CO₂ 排出係数を新たに設定。	—
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プラスチック樹脂量を活動量から控除。 - マテリアルリサイクルされたボトル用途の PET 樹脂量を考慮し活動量を設定。	- プラスチックの活動量と PET ボトルの活動量を切り分けて把握。 - 一般廃棄物のプラスチック及び PET ボトルの水分割合を更新し、付着物割合を新たに設定。 2005 年度以降の紙おむつの活動量を更新。	繊維くず中の合成繊維割合を更新。

（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

紙くずの焼却及び紙おむつの焼却に伴う CO₂ 排出は算定対象に含まれていなかった。

2) 排出係数

プラスチックの CO₂ 排出係数算定時の炭素含有率は、自治体が算定対象年度に測定するプラスチック中の炭素含有率を用い、毎年度設定していた。

表 7 初期割当量報告書におけるプラスチックの CO₂ 排出係数 [kg-CO₂/t（乾燥ベース）]

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2,614	2,623	2,634	2,659	2,660	2,664	2,672	2,682	2,696

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2,705	2,695	2,721	2,733	2,731	2,767	2,782	2,774	2,766

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

バイオマスプラスチック及びバイオ PET 焼却量も活動量の算定対象に含んでいた。

(2) 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

初期割当量報告書と同様。

2) 排出係数

プラスチックの CO₂ 排出係数算定時の炭素含有率を「平成 21 年度廃棄物分野の温室効果ガス排出係数正確化に関する調査業務報告書（環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部）」に基づき、一定値とすることとした。

同出典に基づき、2002 年度以降に適用する新たな CH₄・N₂O 排出係数を設定するとともに、ガス化溶融炉に適用する新たな CH₄・N₂O 排出係数を設定した。

3) 活動量

2009 年提出インベントリの活動量と同様。

(3) 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

2010 年提出インベントリの排出量算定式と同様。

2) 排出係数

2010 年提出インベントリの排出係数と同様。

3) 活動量

バイオマスプラスチック及びバイオ PET の焼却量を活動量から控除することとした。

(4) 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

2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、紙くずの焼却に伴う CO₂ 排出を新たに追加した。また、新たに得られたデータに基づき、紙おむつの焼却に伴う CO₂ 排出を新たに追加した。

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。

(5) 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

2015 年提出インベントリの算定式と同様。

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プラスチック樹脂量（未把握樹脂量）を活動量から控除することとした。また、マテリアルリサイクルされたボトル用途の PET 樹脂量を考慮し活動量を設定することとした。

(6) 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

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」に基づき、プラスチックの焼却に伴う CO₂ 排出と PET ボトルの焼却に伴う CO₂ 排出を切り分けて算定することとした（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」に基づき、紙くず及びプラスチックの焼却に伴う CO₂ 排出係数を更新し、PET ボトルの焼却に伴う CO₂ 排出係数を新たに設定した（現行の排出係数と同様。）。

日本衛生材料工業連合会ヒアリング結果を踏まえ、紙おむつの焼却に伴う CO₂ 排出係数を更新した（現行の排出係数と同様。）。

3) 活動量

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」に基づき、プラスチックの活動量と PET ボトルの活動量を切り分けて把握することとした。また、プラスチック及び PET ボトルの水分割合を更新し、付着物割合を新たに設定した（現行の活動量と同様。）。

「使用済紙おむつの再生利用に関するガイドライン（環境省環境再生・資源循環局）」等より推計した紙おむつの国内消費量の全量が焼却処理されるとみなし、2005 年度以降の紙おむつの活動量を設定することとした。

(7) 2022 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

2021 年提出インベントリの算定式と同様。

2) 排出係数

2021 年提出インベントリの排出係数と同様。

3) 活動量

繊維くず中の合成繊維割合について、繊維別のファイバーベース最終消費量（日本化学繊維協会提供データ）を用いて設定することとした。