

1.A エネルギー回収を伴う焼却（産業廃棄物） (Incineration of waste with energy recovery—Industrial 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、産業廃棄物のうち、化石燃料起源の廃油・化石燃料起源の廃プラスチック類・紙くずの焼却に伴い排出される CO₂ のほか、種類を問わず、全ての産業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産業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産業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（産業廃棄物）」で計上する。また、産業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（産業廃棄物）」に計上する。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

施設外に電気又は熱を供給する産業廃棄物焼却施設の割合は緩やかな増加傾向にあり、本排出源の CO₂ 排出量は増加傾向にある。なお、2009 年度における CO₂ 排出量の減少は、廃プラスチック類の焼却量及び廃プラスチック類のエネルギー回収を伴う焼却割合の一時的な減少のためである。また、ガス別にトレンドが異なるのは、CO₂ 排出係数については 1990 年度以降一律に設定されているのに対し、CH₄ 排出係数及び下水汚泥を除く N₂O 排出係数についてはダイオキシン対策による施設の更新・改良を踏まえて 2001 年度以前と 2002 年度以降で異なる値を設定しているためである。

現時点において、各産業廃棄物のエネルギー回収を伴う焼却割合は数%から 20%程度であり、産業廃棄物の焼却に伴う CO₂・CH₄・N₂O 排出量の大部分は「5.C.1.- 廃棄物の焼却（産業廃棄物）」で計上されている。

【CO₂】

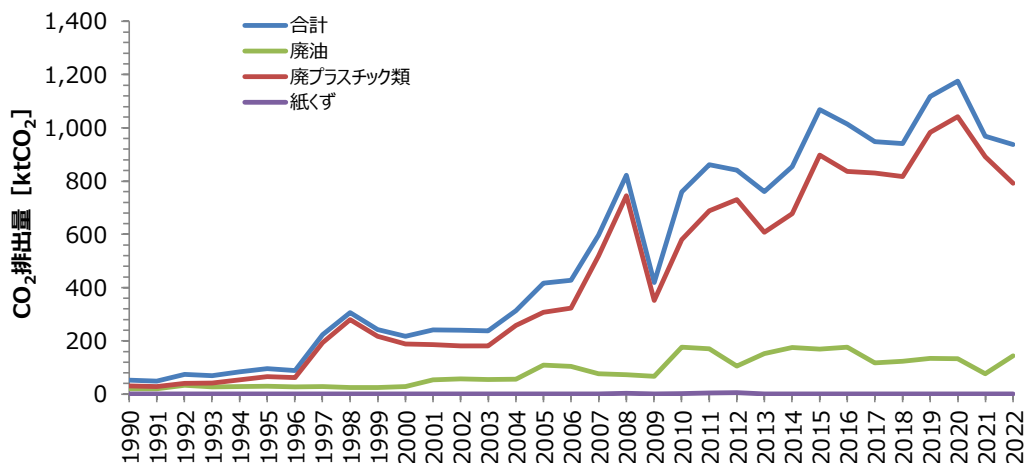


図 1 エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量（産業廃棄物）の推移

【CH₄】

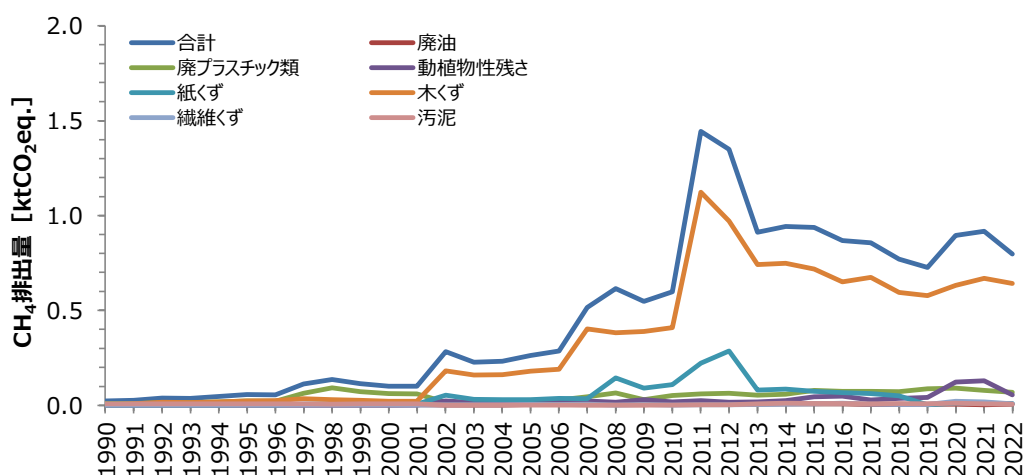


図 2 エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CH₄ 排出量（産業廃棄物）の推移

【N₂O】

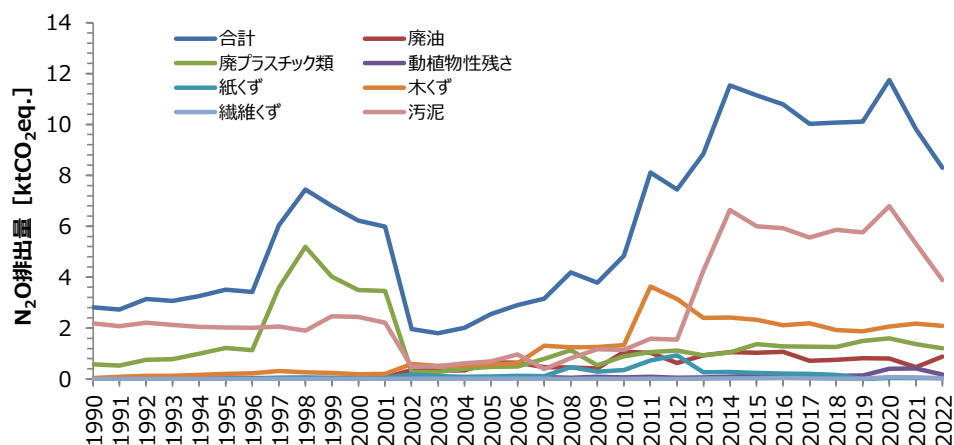


図 3 エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う N₂O 排出量（産業廃棄物）の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

2.1.1 CO₂

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（産業廃棄物）」と同様の算定式で産業廃棄物の焼却に伴う CO₂・CH₄・N₂O 排出量を算定し、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乗じて、本排出源の CO₂・CH₄・N₂O 排出量を算定する。

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

- E : エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量（産業廃棄物）[kg-CO₂]
- EF_i : 産業廃棄物（種類 i ）の CO₂ 排出係数 [kg-CO₂/t（排出ベース）]（紙くずは乾燥ベース。）
- A_i : 産業廃棄物（種類 i ）の焼却量 [t（排出ベース）]（紙くずは乾燥ベース。）
- R_i : エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却施設で焼却される産業廃棄物（種類 i ）の割合

2.1.2 CH₄・N₂O

CO₂と同様の考え方のため省略。

2.2 排出係数

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（産業廃棄物）」と同様のため省略。

2.3 活動量

2.3.1 CO₂

「5.C.1.- 廃棄物の焼却（産業廃棄物）」と同様の考え方をを用いて算定した種類別の産業廃棄物焼却量に、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乗じて活動量を算定する。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は、「5.C.1.- 廃棄物の焼却（産業廃棄物）」と同様、「産業廃棄物処理施設状況調査（環境省）」を用い、施設外に電気又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別の量を、産業廃棄物の種類別の焼却量で除して算定する。

表 1 産業廃棄物の種類別焼却量 (A_i) [kt (排出ベース)]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
廃油	1,299	1,359	1,592	1,397	1,779	1,567	1,481	1,519	1,516	1,522
廃プラスチック類	842	801	954	1,087	1,580	1,794	1,703	2,064	2,227	1,983
動植物性残さ	77	65	75	88	109	125	124	107	181	168
紙くず	335	87	71	106	480	712	388	735	950	771
木くず	2,679	2,462	2,979	2,865	3,968	4,744	5,431	4,674	4,172	3,794
繊維くず	31	31	28	33	38	49	49	41	52	57
汚泥(合計)	5,186	5,204	5,535	5,397	5,708	5,851	5,882	5,957	6,097	6,291
下水汚泥(合計)	3,214	3,222	3,542	3,394	3,695	3,829	3,849	3,915	4,054	4,270
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	971	1,031	1,113	1,151	1,045	1,541	1,246	1,361	1,830	1,768
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	474	436	644	696	732	886	1,182	1,295	1,379	1,465
高分子凝集剤・多段炉	679	683	743	683	1,024	611	798	571	305	445
石灰系	877	877	783	598	545	529	363	453	308	372
多段吹込燃焼式流動床炉等	213	195	260	266	350	262	259	234	233	220
炭化固形燃料化炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他有機性汚泥	1,972	1,982	1,992	2,003	2,013	2,023	2,033	2,043	2,043	2,021

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
廃油	1,749	1,587	1,600	1,539	1,528	1,608	1,550	1,564	1,422	1,217
廃プラスチック類	1,780	1,678	1,613	1,796	1,823	1,808	1,745	1,919	2,118	1,491
動植物性残さ	272	275	322	187	175	167	186	154	220	181
紙くず	718	730	707	453	365	323	322	141	494	299
木くず	3,114	2,922	2,425	2,222	2,034	1,865	1,660	1,659	1,313	1,283
繊維くず	50	51	46	40	36	43	36	36	33	26
汚泥(合計)	6,371	6,222	6,521	6,949	7,375	7,461	7,449	7,313	7,050	6,999
下水汚泥(合計)	4,300	4,524	4,785	4,973	5,005	5,174	5,196	5,038	4,968	4,893
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	1,721	1,851	1,381	2,536	2,588	2,792	2,580	2,450	2,207	1,989
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	1,491	1,714	2,344	1,672	1,513	1,524	1,832	1,852	2,098	2,267
高分子凝集剤・多段炉	504	381	404	209	186	109	96	69	56	64
石灰系	319	407	474	376	295	284	219	211	166	142
多段吹込燃焼式流動床炉等	266	171	181	178	418	463	468	455	438	424
炭化固形燃料化炉	0	0	0	2	5	2	2	2	2	7
その他有機性汚泥	2,071	1,698	1,736	1,976	2,370	2,288	2,253	2,275	2,082	2,106

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
廃油	1,588	1,520	1,663	1,400	1,535	1,291	1,488	1,404	1,424	1,308
廃プラスチック類	1,703	1,511	1,632	1,778	1,591	1,826	1,777	1,840	1,864	1,848
動植物性残さ	190	184	153	151	153	168	154	133	159	204
紙くず	292	225	349	152	130	114	109	116	103	5
木くず	1,101	1,135	1,181	1,388	1,137	1,120	1,062	1,263	1,247	1,161
繊維くず	24	26	24	35	39	27	36	29	21	23
汚泥(合計)	7,197	6,928	6,734	7,032	7,035	6,926	6,848	7,191	7,136	7,198
下水汚泥(合計)	5,187	4,908	5,021	5,078	5,014	5,046	4,964	5,188	5,198	5,236
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	1,916	1,902	2,028	2,219	1,690	1,730	1,243	1,581	1,609	1,763
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	2,369	2,418	2,355	2,212	2,547	2,401	2,793	2,573	2,594	2,420
高分子凝集剤・多段炉	61	52	43	40	0	0	0	0	0	0
石灰系	108	83	73	22	1	0	0	0	0	0
多段吹込燃焼式流動床炉等	726	452	481	518	654	781	800	876	817	832
炭化固形燃料化炉	6	1	40	68	122	133	129	157	178	221
その他有機性汚泥	2,010	2,020	1,713	1,954	2,021	1,880	1,884	2,003	1,938	1,962

	2020	2021	2022
廃油	1,242	1,265	1,114
廃プラスチック類	1,574	1,626	1,549
動植物性残さ	170	198	197
紙くず	18	16	15
木くず	1,055	958	927
繊維くず	30	28	27
汚泥(合計)	6,813	6,628	6,180
下水汚泥(合計)	5,023	4,938	4,529
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	1,630	1,549	1,512
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	2,327	2,271	2,032
高分子凝集剤・多段炉	0	0	0
石灰系	0	0	0
多段吹込燃焼式流動床炉等	818	881	752
炭化固形燃料化炉	248	238	232
その他有機性汚泥	1,790	1,690	1,651

表 2 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 (R_i) [-]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
廃油	0.6%	0.5%	0.7%	0.7%	0.6%	0.7%	0.7%	0.7%	0.6%	0.6%
廃プラスチック類	1.4%	1.4%	1.7%	1.5%	1.3%	1.4%	1.4%	3.6%	4.9%	4.3%
動植物性残さ	0.2%	0.6%	0.8%	0.8%	0.7%	0.8%	0.7%	1.2%	1.1%	1.1%
紙くず	0.2%	0.6%	0.8%	0.8%	0.7%	0.8%	0.7%	1.2%	1.1%	1.1%
木くず	0.2%	0.6%	0.8%	0.8%	0.7%	0.8%	0.7%	1.2%	1.1%	1.1%
繊維くず	0.2%	0.6%	0.8%	0.8%	0.7%	0.8%	0.7%	1.2%	1.1%	1.1%
汚泥(下水汚泥除く)	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	1.0%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
廃油	0.6%	1.2%	1.3%	1.3%	1.3%	2.5%	2.5%	1.8%	2.0%	2.1%
廃プラスチック類	4.1%	4.3%	4.4%	3.9%	5.5%	6.6%	7.2%	10.5%	13.7%	9.2%
動植物性残さ	1.1%	1.2%	1.2%	1.1%	1.3%	1.5%	1.8%	2.4%	1.2%	2.5%
紙くず	1.1%	1.2%	1.2%	1.1%	1.3%	1.5%	1.8%	3.9%	4.6%	4.8%
木くず	1.1%	1.2%	1.2%	1.1%	1.3%	1.5%	1.8%	3.9%	4.6%	4.8%
繊維くず	1.1%	1.2%	1.2%	1.1%	1.3%	1.5%	1.8%	2.4%	1.2%	2.5%
汚泥(下水汚泥除く)	1.0%	1.1%	1.0%	1.0%	1.0%	1.1%	1.6%	0.7%	1.5%	2.1%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
廃油	4.1%	4.1%	2.3%	4.0%	4.2%	4.8%	4.4%	3.1%	3.2%	3.8%
廃プラスチック類	13.3%	17.8%	17.5%	13.3%	16.7%	19.2%	18.4%	17.6%	17.1%	20.8%
動植物性残さ	1.5%	2.2%	1.8%	1.9%	2.6%	4.2%	5.0%	3.3%	3.6%	3.3%
紙くず	5.9%	15.7%	13.1%	8.5%	10.5%	10.2%	9.7%	8.5%	7.6%	7.9%
木くず	5.9%	15.7%	13.1%	8.5%	10.5%	10.2%	9.7%	8.5%	7.6%	7.9%
繊維くず	1.5%	2.2%	1.8%	1.9%	2.6%	4.2%	5.0%	3.3%	3.6%	3.3%
汚泥(下水汚泥除く)	2.2%	3.0%	3.4%	8.3%	12.5%	12.2%	12.0%	10.6%	11.5%	11.2%
	2020	2021	2022							
廃油	4.0%	2.2%	4.8%							
廃プラスチック類	25.8%	21.4%	20.0%							
動植物性残さ	11.4%	10.4%	4.4%							
紙くず	9.5%	11.1%	11.0%							
木くず	9.5%	11.1%	11.0%							
繊維くず	11.4%	10.4%	4.4%							
汚泥(下水汚泥除く)	14.5%	12.0%	9.0%							

※下水汚泥についてはエネルギー回収が行われない ($R=0\%$) と設定

表 3 エネルギー回収を伴う産業廃棄物中の化石燃料起源の廃油・化石燃料起源の廃プラスチック類・紙くずの焼却量 [kt (排出ベース)] (紙くずは乾燥ベース)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
廃油	7	7	11	9	10	10	9	10	9	8
廃プラスチック類	12	11	16	16	21	26	24	75	109	85
紙くず	1	0	0	1	3	5	2	7	9	7
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
廃油	9	19	20	19	19	37	36	26	25	23
廃プラスチック類	73	72	70	71	101	120	125	202	291	137
紙くず	7	7	7	4	4	4	5	5	19	12
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
廃油	60	58	36	52	60	58	60	40	42	46
廃プラスチック類	226	268	285	237	264	350	326	323	318	383
紙くず	15	30	39	11	12	10	9	8	7	0
	2020	2021	2022							
廃油	45	26	49							
廃プラスチック類	406	347	309							
紙くず	1	2	1							

2.3.2 CH₄・N₂O

「5.C.1.- 廃棄物の焼却 (産業廃棄物)」と同様の考え方をを用いて算定した産業廃棄物の種類別焼却量に、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 (表 2 と同様) を乗じて活動量を算定する。

表 4 エネルギー回収を伴う産業廃棄物の種類別焼却量 [kt (排出ベース)]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
廃油	7	7	12	10	10	11	10	10	9	9
廃プラスチック類	12	11	16	16	21	26	24	75	109	85
動植物性残さ	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2
紙くず	1	1	1	1	3	5	3	9	11	9
木くず	5	15	24	22	29	36	40	55	47	42
繊維くず	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
汚泥(合計)	18	17	18	18	17	17	17	17	16	20
下水汚泥(合計)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・多段炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石灰系	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
多段吹込燃焼式流動床炉等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
炭化固形燃料化炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他有機性汚泥	18	17	18	18	17	17	17	17	16	20

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
廃油	10	20	21	20	20	40	38	28	28	25
廃プラスチック類	73	72	70	71	101	120	125	202	291	137
動植物性残さ	3	3	4	2	2	3	3	4	3	5
紙くず	8	9	8	5	5	5	6	5	23	14
木くず	34	35	29	25	25	29	30	64	61	62
繊維くず	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
汚泥(合計)	20	18	18	19	24	26	37	15	31	45
下水汚泥(合計)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・多段炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石灰系	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
多段吹込燃焼式流動床炉等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
炭化固形燃料化炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他有機性汚泥	20	18	18	19	24	26	37	15	31	45

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
廃油	65	62	38	56	64	62	65	43	45	50
廃プラスチック類	227	268	286	237	265	351	327	324	319	383
動植物性残さ	3	4	3	3	4	7	8	4	6	7
紙くず	17	35	46	13	14	12	11	10	8	0
木くず	65	179	154	118	119	114	104	107	94	92
繊維くず	0	1	0	1	1	1	2	1	1	1
汚泥(合計)	44	60	59	162	253	229	226	212	223	220
下水汚泥(合計)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子凝集剤・多段炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石灰系	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
多段吹込燃焼式流動床炉等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
炭化固形燃料化炉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他有機性汚泥	44	60	59	162	253	229	226	212	223	220

	2020	2021	2022
廃油	49	28	53
廃プラスチック類	406	348	309
動植物性残さ	19	21	9
紙くず	2	2	2
木くず	101	106	102
繊維くず	3	3	1
汚泥(合計)	259	203	148
下水汚泥(合計)	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼	0	0	0
高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼	0	0	0
高分子凝集剤・多段炉	0	0	0
石灰系	0	0	0
多段吹込燃焼式流動床炉等	0	0	0
炭化固形燃料化炉	0	0	0
その他有機性汚泥	259	203	148

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

	2010 年提出	2011 年提出	2013 年提出
排出・吸収量 算定式	—	—	—
排出係数	2002 年度以降に適用する新たな CH ₄ ・N ₂ O 排出係数を設定。	—	多段吹込燃焼式流動炉・二段燃焼式循環流動炉・ストーカー炉を一つの区分とした新たな N ₂ O 排出係数を設定。
活動量	動植物性廃油の焼却量を CO ₂ 排出の活動量から控除。	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	2022 年提出
排出・吸収量 算定式	紙くずの焼却に伴う CO ₂ 排出を新たに追加。	—	—
排出係数	・酸化率を変更。 ・下水汚泥固形燃料化を一つの区分とした新たな N ₂ O 排出係数を設定。	—	紙くずの焼却に伴う 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プラスチック樹脂量を活動量から控除。	—

（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

CH₄・N₂O 排出については、1990 年代の実測調査に基づく排出係数を全ての算定対象期間に対して設定していた。

N₂O 排出係数については、多段吹込燃焼式流動炉・二段燃焼式循環流動炉及び固形燃料化の算定区分が設定されていなかった。

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

動植物性廃油の割合が不明であったため、廃油焼却量の全量を化石燃料起源の廃油と扱い、CO₂ 排出量を算定していた。

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。

2009 年度以降の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 2008 年度の値で据置きとしていた。

（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

初期割当量報告書における排出量算定式と同様。

2) 排出係数

「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、2002 年度以降に適用する新たな CH₄・N₂O 排出係数を設定した。

3) 活動量

「平成 21 年度京都議定書目標達成のための産業廃棄物緊急調査（環境省廃棄物・リサイクル対策部）」に基づき、動植物性廃油の焼却量を CO₂ 排出の活動量から控除することとした。

（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

初期割当量報告書における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の焼却量を活動量から控除することとした。

（４）2013 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

初期割当量報告書における排出量算定式と同様。

2) 排出係数

国土交通省の調査結果に基づき、多段吹込燃焼式流動炉・二段燃焼式循環流動炉・ストーカー炉を一つの区分とした新たな N₂O 排出係数を設定した。

3) 活動量

2011 年提出インベントリの活動量と同様。

（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

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（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。また、国土交通省の調査結果に基づき、下水汚泥固形燃料化を一つの区分とした新たな N₂O 排出係数を設定した（現行の排出係数と同様。）。

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

2015 年提出インベントリの算定式と同様（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

2009 年度以降の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更新した。また、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）を活動量から控除することとした（現行の活動量と同様。）。

(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

2015 年提出インベントリの算定式と同様（現行の排出量算定式と同様。）。

2) 排出係数

産業廃棄物の紙くずの炭素含有率及び化石燃料起源炭素割合について、一般廃棄物の紙くずの炭素含有率及び化石燃料起源炭素割合を代用し、産業廃棄物の紙くずの焼却に伴う CO₂ 排出係数を更新した。

3) 活動量

2019 年提出インベントリの活動量と同様（現行の活動量と同様。）。