

5.D.2.- 産業排水（産業排水の処理） (Industrial Wastewater — Industrial Wastewater Treatment) (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、工場等における産業排水の処理に伴い排出される CH₄ 及び N₂O を扱う。なお、下水道に直接又は処理後に放流され、終末処理場で処理される産業排水については、「5.D.1.- 生活排水（終末処理場）」の活動量に含めて CH₄・N₂O 排出量を算定するため、本排出源の算定対象には含めない。

最終処分場浸出液の処理に伴う CH₄・N₂O 排出は「5.D.2.- 産業排水（最終処分場浸出液の処理）」で算定する。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

算定対象業種における産業排水の排出状況は業種によって異なるが、CH₄ 排出量については、最大の排出業種である「パルプ・紙・紙加工品製造業」の排水量が経年的に減少傾向にあるため、全体的に減少傾向にあるが、近年は横ばいで推移している。N₂O 排出量については、最大の排出業種である「化学工業」の排水量の増減の影響を受け、1990～2000 年度まで経年的に減少した後、2004 年度まで大きく増加し、その後は概ね横ばいで推移している。

【CH₄】

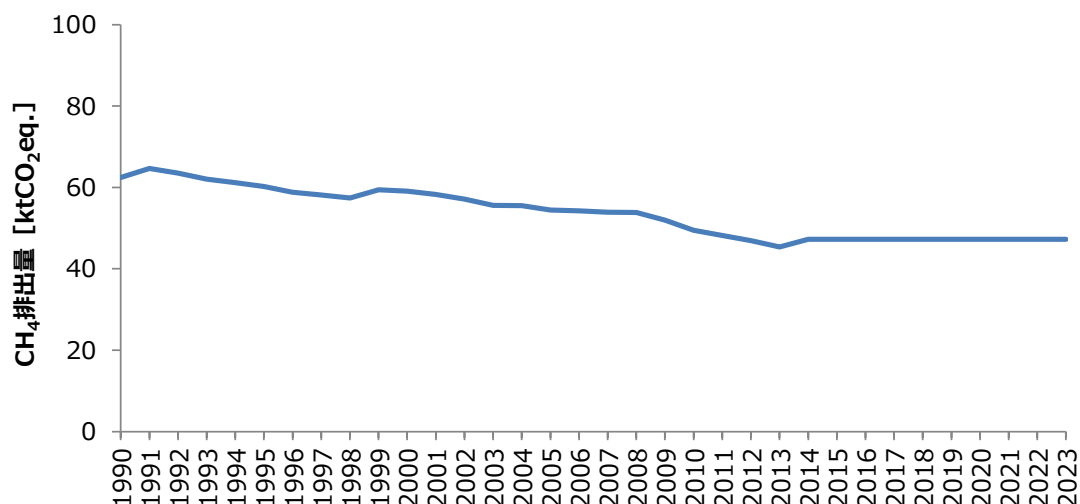


図 1 産業排水の処理に伴う CH₄ 排出量（産業排水の処理）の推移

【N₂O】

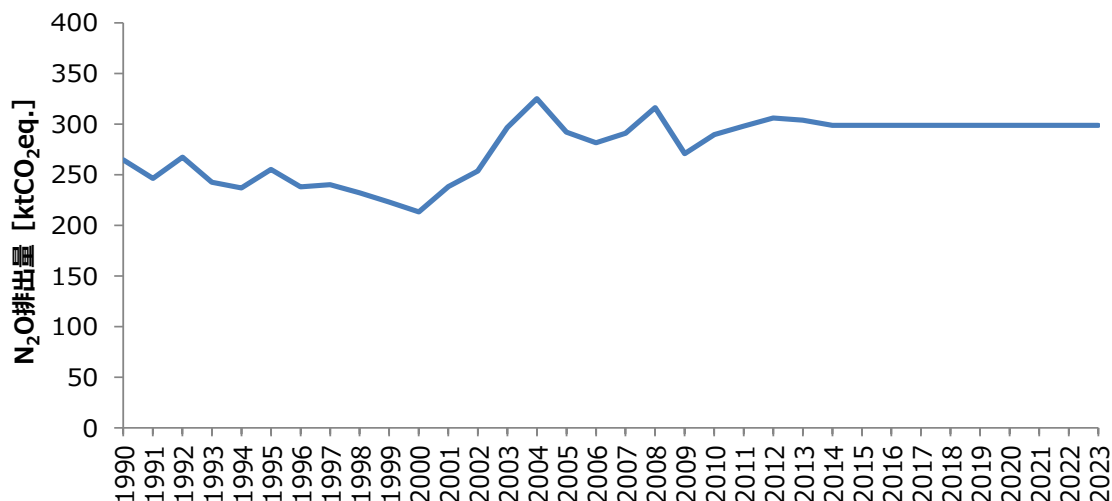


図 2 産業排水の処理に伴う N₂O 排出量（産業排水の処理）の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

CH₄については、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い、排水中の有機物量が多い業種を算定対象に、我が国独自の CH₄ 排出係数を用いて CH₄ 排出量を算定する（Tier 2）。なお、同ガイドラインのデフォルトの算定方法は COD ベースで CH₄ 排出量の算定を行っているが、CH₄ は生物処理プロセスで発生するため、活動量である排水中の生物分解可能な有機物量を把握するには、BOD ベースの方がより望ましいと考えられることから、我が国では BOD ベースで CH₄ 排出量の算定を行う。

N₂O については、同ガイドラインには、産業排水の処理に伴う N₂O 排出量算定方法や算定対象の考え方が示されていないことから、CH₄ と同一の業種を算定対象に、「5.D.1. 生活排水（N₂O）」を参考に、産業排水中の窒素量に我が国独自の N₂O 排出係数を乗じて N₂O 排出量を算定する。

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

- E : 産業排水の処理に伴う CH₄ or N₂O 排出量（産業排水の処理）[kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 EF_i : 業種 i における産業排水の処理に伴う CH₄ or N₂O 排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD] or [kg-N₂O/kg-N]
 A_i : 業種 i における産業排水中の有機物量又は窒素量 [kg-BOD] or [kg-N]

2.2 排出係数（EF_i）

CH₄ 及び N₂O 排出係数は、環境省地球環境局総務課低炭素社会推進室の「平成 28 年度廃棄物分野の温室効果ガス排出削減対策効果の算定に向けた排出係数開発等調査委託業務」における実測調査結果に基づき設定する。

表 1 産業排水の処理に伴う CH₄・N₂O 排出係数 (EF_i)

対象業種	CH ₄ 排出係数 [g-CH ₄ /kg-BOD]	N ₂ O 排出係数 [g-N ₂ O/kg-N]
食料品製造業	1.2	0.47
化学工業	0.92	17
鉄鋼業	7.3	4.0
パルプ・紙・紙加工品製造業	2.5	0.014
その他の業種	3.0	5.3

2.3 活動量 (A_i)

産業排水中の有機物量の大きな業種を対象に、産業細分類ごとに、生物処理プロセスに流入する産業排水量に流入排水中の有機物 (BOD) 濃度又は窒素 (TN) 濃度を乗じて活動量を算定する。

$$A_i = \sum (C_{i,j} \times W_{i,j} \times B_i)$$

- $C_{i,j}$: 産業細分類 j の流入排水中の有機物又は窒素濃度 [mg-BOD/L] or [mg-N/L]
 $W_{i,j}$: 産業細分類 j の産業排水処理量 [m³] ¹
 B_i : 業種 i における生物処理プロセスに流入する産業排水の割合 (業種ごとに算定) [-]

産業細分類別の排水処理量に流入排水中の有機物濃度を乗じて算定した産業細分類別の有機物量を産業中分類別に合計し、上位にランクする産業中分類を本排出源の算定対象業種とする。

産業細分類別の流入排水中の有機物・窒素濃度は、「平成 11 年度版 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 (日本下水道協会)」の「工場排水汚濁負荷量, 排水量原単位」の「BOD 及び TN 原水水質」を用いる。産業細分類別の排水処理量については、製品の処理及び洗浄に用いられる用水量を産業排水量とみなし、「工業統計表 用地・用水編 (経済産業省経済産業政策局調査統計部)」の「製品処理用水及び洗じょう用水」より把握する。生物処理プロセスに流入する産業排水量の割合は、「発生負荷量管理等調査 (環境省水・大気環境局)」を用い、排水処理方法が「活性汚泥」、「その他生物処理」、「膜処理 (生物)」、「硝化脱窒」、「その他高度処理」である届出排水量の割合を産業中分類別に算定して設定する。

表 2 産業細分類 j の流入排水中の有機物又は窒素濃度 ($C_{i,j}$)

産業中分類	業種	有機物濃度 [mg-BOD/L]	窒素濃度 [mg-N/L]
9	食料品製造業	1,470	62
10	飲料・たばこ・飼料製造業	1,138	77
11	繊維工業	386	36
14	パルプ・紙・紙加工品製造業	556	37
16	化学工業	1,093	191
17	石油製品・石炭製品製造業	975	289
18	プラスチック製品製造業	268	11
19	ゴム製品製造業	112	32
20	なめし革・同製品・毛皮製造業	1,810	60
22	鉄鋼業	246	310

出典：「平成 11 年度版 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 (日本下水道協会)」

¹ 発生する産業排水のうち、工場等のオンサイトで処理される排水量の割合を把握することができないため、産業排水量の全量がオンサイトで処理されると扱っている。

表 3 業種 i における生物処理プロセスに流入する産業排水の割合 (B_i) [-]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	58.4%	58.4%	58.4%	57.9%	58.8%	59.6%	58.3%	58.4%	57.7%	60.4%
飲料・たばこ・飼料製造業	64.3%	70.9%	71.0%	72.2%	71.4%	70.4%	69.3%	68.6%	62.1%	63.4%
繊維工業	34.9%	35.0%	33.4%	33.4%	35.9%	35.7%	34.0%	33.4%	31.6%	32.7%
パルプ・紙・紙加工品製造業	30.6%	30.3%	30.2%	29.6%	29.6%	29.1%	28.4%	28.4%	29.5%	31.2%
化学工業	18.9%	17.7%	17.9%	17.9%	17.0%	17.9%	17.9%	18.0%	18.0%	18.4%
石油製品・石炭製品製造業	11.1%	11.9%	11.9%	12.0%	11.9%	11.9%	12.1%	12.0%	11.5%	11.6%
プラスチック製品製造業	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%
ゴム製品製造業	17.4%	17.7%	18.3%	19.3%	16.2%	15.3%	15.5%	15.6%	14.5%	16.3%
なめし革・同製品・毛皮製造業	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%
鉄鋼業	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
食料品製造業	56.5%	56.2%	55.9%	55.7%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%
飲料・たばこ・飼料製造業	66.2%	64.1%	62.0%	59.9%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%
繊維工業	32.0%	32.3%	32.7%	33.1%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%
パルプ・紙・紙加工品製造業	31.4%	31.4%	31.4%	31.4%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%
化学工業	17.8%	19.8%	21.7%	23.7%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%
石油製品・石炭製品製造業	11.6%	12.0%	12.5%	13.0%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%
プラスチック製品製造業	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%
ゴム製品製造業	15.1%	15.4%	15.7%	15.9%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%
なめし革・同製品・毛皮製造業	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%
鉄鋼業	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
食料品製造業	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%
飲料・たばこ・飼料製造業	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%
繊維工業	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%
パルプ・紙・紙加工品製造業	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%
化学工業	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%
石油製品・石炭製品製造業	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%
プラスチック製品製造業	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%
ゴム製品製造業	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%
なめし革・同製品・毛皮製造業	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%
鉄鋼業	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%
	2020	2021	2022	2023						
食料品製造業	55.4%	55.4%	55.4%	55.4%						
飲料・たばこ・飼料製造業	57.7%	57.7%	57.7%	57.7%						
繊維工業	33.4%	33.4%	33.4%	33.4%						
パルプ・紙・紙加工品製造業	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%						
化学工業	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%						
石油製品・石炭製品製造業	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%						
プラスチック製品製造業	50.2%	50.2%	50.2%	50.2%						
ゴム製品製造業	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%						
なめし革・同製品・毛皮製造業	21.5%	21.5%	21.5%	21.5%						
鉄鋼業	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%						

出典：「発生負荷量管理等調査（環境省水・大気環境局）」を基に算出

表 4 CH₄ 排出量算定用の活動量の推移 (A_i) [kt-BOD]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	298	300	303	297	306	326	314	307	305	320
化学工業	110	108	105	97	89	95	97	100	100	105
鉄鋼業	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
パルプ・紙・紙加工品製造業	472	480	476	459	442	423	416	411	428	454
その他の業種	195	214	203	205	208	202	196	192	170	165
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
食料品製造業	307	309	320	304	295	289	291	304	313	306
化学工業	103	127	132	143	158	160	161	165	160	152
鉄鋼業	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
パルプ・紙・紙加工品製造業	457	450	445	434	435	423	423	420	416	401
その他の業種	165	154	137	130	127	127	124	116	116	111
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
食料品製造業	312	300	288	307	348	348	348	348	348	348
化学工業	163	157	151	154	146	146	146	146	146	146
鉄鋼業	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
パルプ・紙・紙加工品製造業	365	353	341	321	324	324	324	324	324	324
その他の業種	106	107	109	99	105	105	105	105	105	105
	2020	2021	2022	2023						
食料品製造業	348	348	348	348						
化学工業	146	146	146	146						
鉄鋼業	1	1	1	1						
パルプ・紙・紙加工品製造業	324	324	324	324						
その他の業種	105	105	105	105						

表 5 N₂O 排出量算定用の活動量の推移 (A_i) [kt-N]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	16	16	16	15	16	17	16	16	16	17
化学工業	40	36	41	36	35	39	35	36	34	32
鉄鋼業	58	57	57	55	53	54	54	54	54	55
パルプ・紙・紙加工品製造業	18	19	19	19	18	16	16	16	17	18
その他の業種	15	16	15	15	15	15	14	14	12	12
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
食料品製造業	16	17	17	16	15	15	15	16	16	15
化学工業	30	36	40	50	56	49	46	48	54	47
鉄鋼業	56	54	55	55	55	55	55	56	56	42
パルプ・紙・紙加工品製造業	18	17	17	17	17	16	16	16	16	20
その他の業種	12	11	10	10	10	10	10	9	8	8
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
食料品製造業	16	15	15	16	17	17	17	17	17	17
化学工業	51	51	51	51	50	50	50	50	50	50
鉄鋼業	46	53	61	59	58	58	58	58	58	58
パルプ・紙・紙加工品製造業	14	14	13	12	12	12	12	12	12	12
その他の業種	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	2020	2021	2022	2023						
食料品製造業	17	17	17	17						
化学工業	50	50	50	50						
鉄鋼業	58	58	58	58						
パルプ・紙・紙加工品製造業	12	12	12	12						
その他の業種	8	8	8	8						

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

	2018 年提出
排出・吸収量 算定式	—
排出係数	排出係数を更新。
活動量	鉄鋼業を新たに算定対象に追加。

(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

CH₄ 及び N₂O 発生プロセスが比較的類似すると考えられる「5.D.1.- 生活排水（終末処理場）」の CH₄・N₂O 排出係数を代用していた。

3) 活動量

現行の活動量と同様。ただし、鉄鋼業は算定対象に含まれていなかった。

(2) 2018 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

「平成 28 年度廃棄物分野の温室効果ガス排出削減対策効果の算定に向けた排出係数開発等調査委託業務」に基づき、現行の排出係数に更新した。

3) 活動量

現行の活動量と同様だが、鉄鋼業を新たに算定対象に追加した。