5.D.2.- 産業排水（産業排水の自然界における分解）
（Industrial Wastewater－Natural Decomposition of Industrial Wastewater）
（CH_4, N_2O）

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

我が国で発生する産業排水の大部分は産業排水処理施設又は終末処理場において処理されているが、産業排水処理施設から公共用水域に直接排出されている処理後排水中に窒素が残存している。また、一部の産業排水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、産業排水処理施設から公共用水域に直接排出された未処理の産業排水が自然界で分解される際に排出される CH_4 及び N_2O、並びに産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水が自然界で分解される際に排出される N_2O を扱う [1]。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

本排出源の CH_4・N_2O 排出量の大部分は、未処理のまま公共用水域に直接排出される産業排水の自然界における分解に伴う CH_4・N_2O の排出が占める。本排出源の CH_4・N_2O 排出量は、未処理排水量の減少に伴い経年的に減少しているが、近年は横ばいで推移している。

【CH_4】

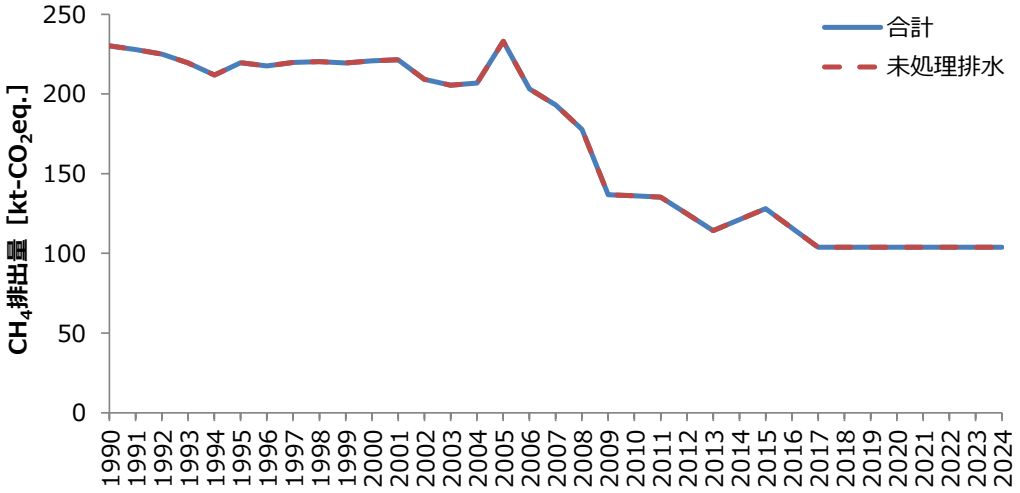

図 1　産業排水の自然界における分解に伴う CH_4 排出量の推移

[1] 2006 年 IPCC ガイドラインでは、処理後排水が自然界で分解される際に排出される CH_4 排出は算定対象となっていないと判断されるため、算定対象には含めていない。

【N_2O】

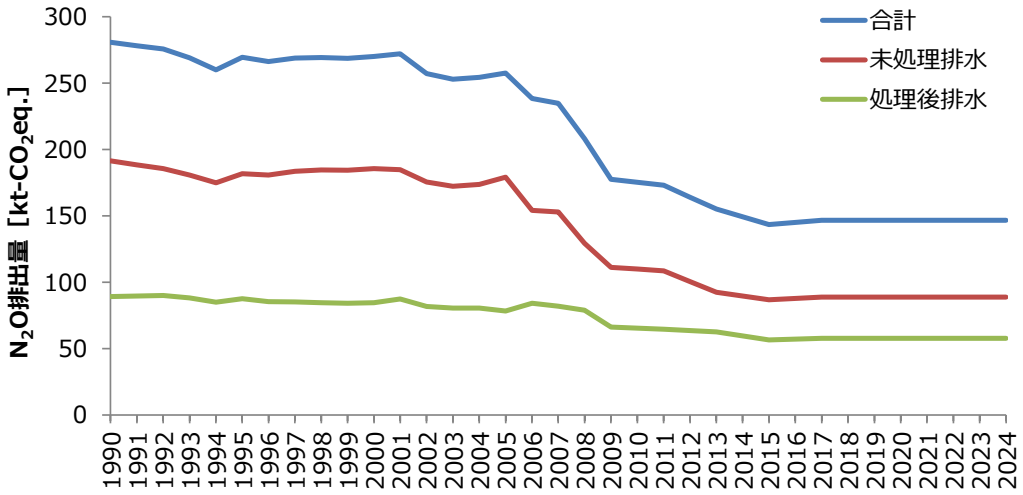

図 2　産業排水の自然界における分解に伴う N_2O 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

産業排水の自然界における分解に伴う CH_4 及び N_2O 排出に関する我が国の研究事例はほとんどなく、我が国独自の排出量算定方法を設定するには至っていないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルトの排出係数及び算定方法を用いて CH_4 及び N_2O 排出量を算定する（Tier 1）。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 CH_4 排出量の算定を行うこととなっているが、CH_4 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 CH_4 排出量の算定を行う。また、算定対象とする業種は、CH_4 及び N_2O ともに「5.D.2.- 産業排水（産業排水の処理）」と同様とする。

$$E = EF \times (A_1 + A_2)$$

E　：　産業排水の自然界における分解に伴う CH_4 or N_2O 排出量［kg-CH_4］or［kg-N_2O］

EF　：　2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数［kg-CH_4/kg-BOD］or［kg-N_2O/kg-N］

A_1　：　産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される未処理排水中の有機物量又は窒素量［kg-BOD］or［kg-N］

A_2　：　産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水中の窒素量［kg-N］

2.2 排出係数

「生活排水の自然界における分解に伴う CH_4・N_2O 排出」と同様に、CH_4 及び N_2O 排出係数ともに 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値より排出係数を設定する。CH_4 については、同ガイドラインに基づき、最大メタン生成能（B_0）にメタン変換係数（MCF）を乗じて算定する。最大メタン生成能は、同ガイドラインの生活排水のデフォルト値の 0.6［kg-CH_4/kg-BOD］を用い、メタン変換係数は、同ガイドライン Table 6.3 の「Untreated system」の「Sea, river and lake discharge」のデフォルト値の 0.1 を用いる。この結果、CH_4 排出係数は 0.06［kg-

CH_4/kg-BOD］と算定される。

N_2O については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されるデフォルト値 0.005［kg-N_2O-N/kg-N］を窒素量当たりの N_2O 発生量に変換した値（0.0079［kg-N_2O/kg-N］）を用いる。経年的な排出係数の変動については知見がないことから、算定対象期間中は一律の排出係数を用いる。

表 1　産業排水の自然界における分解に伴う CH_4・N_2O 排出係数（*EF*）

排出係数	値
CH_4 排出係数［kg-CH_4/kg-BOD］	0.06
N_2O 排出係数［kg-N_2O/kg-N］	0.0079

2.3 活動量

2.3.1 産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される未処理排水中の有機物量又は窒素量（A_1）

「水質汚濁物質排出量総合調査（環境省）」を用いて、産業細分類ごとに、工場・事業場の未処理排水量に未処理排水中の有機物（BOD）濃度又は窒素（TN）濃度を乗じて活動量を算定する。なお、一部の工場・事業場では排水の年平均 BOD・TN 水質が報告されていないため、その場合は産業中分類別の平均 BOD・TN 水質を代用することとする。

$$A_1 = \sum \left(C_i \times W_{1,i} \right)$$

C_i　：　産業細分類 i の工場・事業場の排水中の有機物又は窒素濃度［mg-BOD/L］or［mg-N/L］

$W_{1,i}$　：　産業細分類 i の工場・事業場から公共用水域に直接排出される未処理排水量［m^3］

なお、2009 年度以降は隔年で調査が行われているため、調査が行われていない年度の値は前後年度の活動量を内挿する。また、2003 年度以前のデータは入手が困難なため、「5.D.2.- 産業排水（産業排水の処理）」の活動量算定に用いている「工業統計表　用地・用水編（経済産業省）」より、産業中分類別の産業排水量を推計のドライバーに用い、2003 年度以前の BOD 及び TN 負荷量を推計する。

表 2　2003 年度以前の産業中分類別の産業排水量の 2004 年度比［-］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	1.03	1.02	1.00	1.01	1.08
飲料・たばこ・飼料製造業	1.02	1.09	1.03	1.05	1.05	1.04	1.05	1.08	1.07	1.06
繊維工業	1.81	1.84	1.81	1.71	1.62	1.57	1.52	1.44	1.34	1.26
パルプ・紙・紙加工品製造業	1.09	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
化学工業	1.12	1.12	1.18	1.16	1.07	1.14	1.07	1.06	1.04	1.01
石油製品・石炭製品製造業	1.43	1.37	1.19	1.14	1.17	1.17	1.30	1.28	1.35	1.36
プラスチック製品製造業	0.72	0.74	0.52	0.52	0.51	0.71	0.57	0.72	0.67	0.65
ゴム製品製造業	1.17	0.98	1.04	0.92	1.12	1.12	0.98	0.93	0.89	0.94
なめし革・同製品・毛皮製造業	2.05	2.09	2.15	2.00	2.08	1.71	1.85	1.64	1.30	1.26
鉄鋼業	0.97	0.95	0.94	0.91	0.89	0.92	0.92	0.98	0.98	0.99

	2000	2001	2002	2003	2004
食料品製造業	1.10	1.12	1.08	1.03	1.00
飲料・たばこ・飼料製造業	1.03	1.03	1.00	0.97	1.00
繊維工業	1.20	1.25	1.07	1.02	1.00
パルプ・紙・紙加工品製造業	1.04	1.02	1.01	1.00	1.00
化学工業	1.02	1.13	0.99	0.99	1.00
石油製品・石炭製品製造業	1.39	1.15	1.07	0.96	1.00
プラスチック製品製造業	0.71	0.73	0.76	0.79	1.00
ゴム製品製造業	0.74	0.92	0.83	0.78	1.00
なめし革・同製品・毛皮製造業	1.31	1.16	0.99	1.03	1.00
鉄鋼業	0.99	0.97	1.00	1.01	1.00

出典：「工業統計表　用地・用水編（経済産業省）」を基に算出

表 3　CH_4 排出量算定用の活動量の推移（A_1）［kt-BOD］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	8.0	8.1	8.1	8.0	8.1	8.5	8.4	8.2	8.3	8.8
飲料・たばこ・飼料製造業	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
繊維工業	3.4	3.4	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7	2.5	2.3
パルプ・紙・紙加工品製造業	9.4	9.7	9.5	9.3	9.2	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0
化学工業	49.5	49.7	52.1	51.2	47.4	50.6	47.3	46.7	46.1	44.7
石油製品・石炭製品製造業	25.4	24.3	21.0	20.2	20.8	20.8	23.0	22.7	24.0	24.2
プラスチック製品製造業	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
ゴム製品製造業	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
鉄鋼業	39.7	38.7	38.4	37.2	36.1	37.3	37.5	39.9	39.8	40.2

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
食料品製造業	9.0	9.2	8.9	8.4	8.2	16.3	8.0	8.0	7.3	6.0
飲料・たばこ・飼料製造業	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3
繊維工業	2.2	2.3	2.0	1.9	1.9	2.2	1.4	0.7	6.0	4.4
パルプ・紙・紙加工品製造業	8.9	8.8	8.7	8.6	8.6	8.4	9.8	9.1	8.8	3.7
化学工業	44.9	50.0	43.8	43.9	44.2	46.7	49.7	46.0	41.6	28.2
石油製品・石炭製品製造業	24.6	20.5	18.9	17.0	17.7	26.9	20.3	16.6	13.3	12.3
プラスチック製品製造業	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	1.1	1.2	0.8	0.7
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	40.3	39.6	40.7	41.0	40.7	36.5	30.0	32.6	27.5	25.7

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
食料品製造業	6.2	6.3	5.3	4.3	4.6	5.0	5.3	5.5	5.5	5.5
飲料・たばこ・飼料製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4
繊維工業	4.4	4.5	4.8	5.1	3.8	2.5	2.9	3.3	3.3	3.3
パルプ・紙・紙加工品製造業	3.6	3.6	5.3	6.9	5.2	3.4	3.7	4.1	4.1	4.1
化学工業	28.3	28.4	25.9	23.4	25.3	27.2	24.0	20.8	20.8	20.8
石油製品・石炭製品製造業	11.3	10.2	9.3	8.5	9.8	11.2	10.2	9.1	9.1	9.1
プラスチック製品製造業	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	26.1	26.4	22.8	19.1	22.5	26.0	22.2	18.5	18.5	18.5

	2020	2021	2022	2023	2024
食料品製造業	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
飲料・たばこ・飼料製造業	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
繊維工業	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
パルプ・紙・紙加工品製造業	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
化学工業	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
石油製品・石炭製品製造業	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
プラスチック製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5

出典：「水質汚濁物質排出量総合調査（環境省水・大気環境局）」、「工業統計表　用地・用水編（経済産業省）」を基に算出

表 4　N_2O 排出量算定用の活動量の推移（A_1）［kt-N］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.3	5.2	5.1	5.1	5.5
飲料・たばこ・飼料製造業	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
繊維工業	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5
パルプ・紙・紙加工品製造業	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
化学工業	31.4	31.6	33.1	32.5	30.1	32.2	30.0	29.7	29.2	28.4
石油製品・石炭製品製造業	19.6	18.7	16.2	15.5	16.0	16.0	17.7	17.5	18.5	18.6
プラスチック製品製造業	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
ゴム製品製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	33.3	32.4	32.2	31.2	30.2	31.2	31.4	33.4	33.4	33.7

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
食料品製造業	5.6	5.7	5.5	5.2	5.1	5.3	4.4	4.3	4.5	3.1
飲料・たばこ・飼料製造業	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3
繊維工業	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	2.6	1.7
パルプ・紙・紙加工品製造業	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.8	0.8	0.8	0.6
化学工業	28.5	31.7	27.8	27.9	28.1	28.2	27.0	24.0	25.8	22.1
石油製品・石炭製品製造業	18.9	15.8	14.6	13.1	13.7	8.8	9.1	10.3	8.7	7.6
プラスチック製品製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.4	0.7	0.3
ゴム製品製造業	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	33.7	33.1	34.1	34.3	34.1	41.8	30.9	32.6	18.6	17.6

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
食料品製造業	3.2	3.3	3.3	3.3	2.9	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4
飲料・たばこ・飼料製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
繊維工業	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
パルプ・紙・紙加工品製造業	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
化学工業	21.3	20.6	18.3	16.1	15.8	15.5	15.9	16.2	16.2	16.2
石油製品・石炭製品製造業	7.6	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7	6.5	6.3	6.3	6.3
プラスチック製品製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	17.6	17.6	16.3	14.9	14.6	14.2	14.7	15.2	15.2	15.2

	2020	2021	2022	2023	2024
食料品製造業	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
飲料・たばこ・飼料製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
繊維工業	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
パルプ・紙・紙加工品製造業	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
化学工業	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
石油製品・石炭製品製造業	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
プラスチック製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2

出典：「水質汚濁物質排出量総合調査（環境省水・大気環境局）」、「工業統計表 用地・用水編（経済産業省）」を基に算出

2.3.2 産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水中の窒素量（A_2）

水質汚濁物質排出量総合調査（環境省）を用いて、産業細分類ごとに、工場・事業場から公共用水域に直接排出される処理後排水量に排水中の TN 濃度を乗じて活動量を算定する。なお、一部の工場・事業場では排水の年平均 TN 水質が報告されていないため、その場合は産業中分類別の平均 TN 水質を代用することとする。

$$A_2 = \sum \left(C_i \times W_{2,i} \right)$$

C_i　：　産業細分類 i の工場・事業場の排水中の窒素濃度［mg-N/L］

$W_{2,i}$　：　産業細分類 i の工場・事業場から公共用水域に直接排出される処理後排水量［m^3］

なお、2009 年度以降は隔年で調査が行われているため、調査が行われていない年度の値は前後年度の活動量を内挿する。また、2003 年度以前のデータは入手が困難なため、「5.D.2.- 産業排水（産業排水の処理）」の活動量算定に用いている「工業統計表　用地・用水編」より、産業中分類別の産業排水量を推計のドライバーに用い、2003 年度以前の TN 負荷量を推計する。

表 5　N_2O 排出量算定用の活動量の推移（A_2）［kt-N］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
食料品製造業	5.8	5.9	5.9	5.8	5.9	6.2	6.1	6.0	6.0	6.4
飲料・たばこ・飼料製造業	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
繊維工業	2.5	2.5	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.8	1.7
パルプ・紙・紙加工品製造業	8.4	8.7	8.5	8.3	8.2	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
化学工業	17.0	17.1	17.9	17.6	16.3	17.4	16.3	16.1	15.9	15.4
石油製品・石炭製品製造業	2.2	2.1	1.8	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1
プラスチック製品製造業	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
鉄鋼業	5.3	5.2	5.1	5.0	4.8	5.0	5.0	5.3	5.3	5.4

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
食料品製造業	6.5	6.7	6.4	6.1	6.0	7.0	12.6	11.7	7.2	3.9
飲料・たばこ・飼料製造業	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.7	0.5	0.6	1.1	0.6
繊維工業	1.6	1.7	1.5	1.4	1.4	2.1	1.3	1.2	2.0	1.7
パルプ・紙・紙加工品製造業	8.0	7.9	7.8	7.7	7.7	8.0	8.2	7.8	7.0	5.4
化学工業	15.5	17.2	15.1	15.1	15.2	14.2	12.9	13.0	16.0	16.5
石油製品・石炭製品製造業	2.1	1.7	1.6	1.4	1.5	1.1	0.8	0.8	0.7	0.5
プラスチック製品製造業	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
鉄鋼業	5.4	5.3	5.4	5.5	5.4	4.1	3.8	3.8	3.6	3.1

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
食料品製造業	4.0	4.2	6.0	7.9	6.6	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4
飲料・たばこ・飼料製造業	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.7	1.1	1.1	1.1
繊維工業	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.2	1.4	1.4	1.4
パルプ・紙・紙加工品製造業	5.4	5.4	4.6	3.8	4.1	4.4	5.6	6.8	6.8	6.8
化学工業	15.9	15.4	14.6	13.7	13.2	12.7	11.2	9.7	9.7	9.7
石油製品・石炭製品製造業	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
プラスチック製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	3.1	3.1	2.6	2.1	2.4	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9

	2020	2021	2022	2023	2024
食料品製造業	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
飲料・たばこ・飼料製造業	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
繊維工業	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
パルプ・紙・紙加工品製造業	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
化学工業	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
石油製品・石炭製品製造業	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
プラスチック製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
なめし革・同製品・毛皮製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉄鋼業	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9

出典：「水質汚濁物質排出量総合調査（環境省水・大気環境局）」、「工業統計表　用地・用水編（経済産業省）」を基に算出

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

	2019 年提出
排出・吸収量算定式	新たに本排出源からの排出量を計上。
排出係数	－
活動量	－

（１）初期割当量報告書における算定方法

本排出源はインベントリに計上されていなかった。

（２）2019 年提出インベントリにおける算定方法

新たに本排出源からの排出量を計上した。

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

現行の排出係数と同様。

3）活動量

現行の活動量と同様。