

(2) 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出 (1A1,1A2,1A4) N₂O

背景

燃料の燃焼の際、燃料中の窒素を含む揮発成分と燃焼によって生じた NO の反応などによって N₂O が発生する。固定発生源においてこのプロセスから発生する N₂O の量を「固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出 (1A1,1A2,1A4) N₂O」として計上する。

算定方法

(a) 算定の対象

固定発生源における燃料の燃焼に伴い排出される N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

燃料種別、部門別、炉種別の活動量が利用可能であり、また我が国独自の排出係数の設定が可能であることから、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)に従い、Tier 2 の国別の排出係数を使用して排出量を算定する。

ただし、家庭部門など、炉種別の活動量が利用可能でない部門については、Tier 1 の IPCC デフォルトの排出係数を使用して排出量を算定する。

(c) 算定式

燃料種別、炉種別の排出係数に、燃料種別、炉種別、部門別の活動量を乗じて合計することにより、排出量を算定する。

$$E = \sum (EF_{ij} \times A_{ijk})$$

- E : 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出量 (kgN₂O)
- EF_{ij} : 第 i 燃料種、第 j 炉種の排出係数 (kgN₂O/TJ)
- A_{ijk} : 第 i 燃料種、第 j 炉種、第 k 部門の燃料消費量 (TJ)

(d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

排出係数

(a) 定義

固定発生源において燃料 1TJ を燃焼した際に排出される N₂O の量 (kg)。

(b) 設定方法

我が国の各種固定発生源における N₂O 排出濃度実測調査結果を元に、燃料種別、炉種別の N₂O 排出係数を設定する。

設定された N₂O 排出係数の一覧を表 37に示す。

表 37 燃料種別、炉種別 N₂O 排出係数一覧 (単位: kgN₂O/TJ)

炉種	燃料種	排出係数	備考
ボイラー	C 重油、B 重油、原油	0.22	10 データの平均値
ボイラー	A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料	0.19	2 データの平均値
ボイラー	気体燃料	0.17	5 データの平均値
ボイラー (流動床ボイラー以外)	固体燃料	0.85	9 データの平均値
常圧流動床ボイラー	固体燃料	5.4	11 データの平均値
加圧流動床ボイラー	一般炭	5.2	1 データの値
ボイラー	パルプ廃液	0.17	2 データの平均値
溶鉱炉 (熱風炉)	コークス炉ガス、高炉ガス、その他気体燃料	0.04	7 データの平均値
石油加熱炉、ガス加熱炉	液体燃料、気体燃料	0.21	27 データの平均値
触媒再生塔	コークス、その他個体燃料 (炭素)	7.3	12 データの平均値
電気炉	電気	3.3	6 データの平均値
コークス炉	都市ガス、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス、製油所ガス、その他気体燃料	0.14	3 データの平均値
その他の工業炉	固体燃料	1.1	20 データの平均値
その他の工業炉	液体燃料	1.8	31 データの平均値
その他の工業炉	気体燃料	1.2	18 データの平均値
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	0.58	12 データの平均値
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	2.2	9 データの平均値
ガス機関、ガソリン機関	液体燃料、気体燃料	0.85	7 データの平均値
家庭で使用される機器	固体燃料	1.3	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
家庭で使用される機器	液体燃料	0.57	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
家庭で使用される機器	気体燃料	0.09	0 IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
家庭で使用される機器	バイオマス燃料	3.8	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算

1) 排出係数設定方法の概要

排出係数設定の基本的な手順は CH₄ の場合と同様である。

実測データからの排出係数の算定式は以下のようになる。

【電気炉以外の施設】

$$EF = C_{N_2O} \times \{G_0' + (m - 1) \times A_0\} \times MW / V_m / GCV$$

EF : 排出係数 (kgN₂O/TJ)

C_{N₂O} : 排ガス中の N₂O 濃度 (ppm)

G₀' : 燃焼された燃料の理論排ガス量 (乾き) (m³N/固有単位)

A₀ : 燃焼された燃料の理論空気量 (m³N/固有単位)

m : 空気比 実際空気量/理論空気量 (-)

MW : N₂O の分子量 (定数) = 44 (g/mol)

V_m : 理想気体 1 モルの標準状態での体積 (定数) = 22.4 (10⁻³m³/mol)

GCV : 燃焼された燃料の高位発熱量 (MJ/固有単位)

$$m = \frac{21}{21 - C_{O_2}}$$

C_{O₂} : 排ガス中の O₂ 濃度 (%)

【電気炉】

$$EF = C_{N_2O} \times G \times MW / V_m / H$$

- EF : 排出係数 (kgN₂O/TJ)
- C_{N₂O} : 排ガス中の N₂O 濃度 (ppm)
- G : 単位時間あたりの実測乾き排ガス量 (m³N/h)
- MW : N₂O の分子量 (定数) =44 (g/mol)
- V_m : 理想気体 1 モルの標準状態での体積 (定数) =22.4 (10⁻³m³/mol)
- H : 単位時間あたりの発生熱量 (MJ/h)

2) 燃料種別、炉種別の N₂O 排出係数

以下、(i) ボイラー、(ii) 工業炉、(iii) 内燃機関、(iv) 家庭で使用される機器、の順に燃料種別、炉種別の N₂O 排出係数設定の詳細について述べる。

なお、排出係数データを示す表 38から表 55で使用されている記号・番号についての凡例を次に示す。

【表 38から表 55で使用されている記号・番号の凡例】

- ・表中で* 1のついているデータは、棄却検定(有意水準 1%)の結果棄却されたため、平均値の算定に使用されなかったデータである。
- ・表中で* 2のついているデータは、棄却検定(有意水準 1%)の結果棄却されたが、専門家判断の結果除外すべきでないとされたため、平均値の算定に使用したデータである。
- ・表中で* 3のついているデータは、専門家判断の結果除外すべきであるとされたため、平均値の算定に使用されなかったデータである。
- ・出典欄の番号については表 26を参照。

また、表 38から表 55では「吸気補正なし」と「吸気補正あり」の2種類の排出係数が示されているが、インベントリにおける排出量算定には「吸気補正なし」の排出係数を使用する(「吸気補正あり」の排出係数については、「(a) 排出係数の吸気補正について」を参照)。

(i) ボイラー

ボイラーについては、以下のように燃料種別に排出係数を設定する。

(ア) ボイラー (液体燃料)

液体燃料ボイラーについては、重質油 (C重油、B重油、原油) と軽質油 (A重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料 (ガソリン等)) とに分けて排出係数を設定する。通常、重質油が使用されるのは大型ボイラー、軽質油が使用されるのは小型ボイラーである。重質油を使用するボイラーについてはC重油を使用する 10 施設の平均値、また軽質油を使用するボイラーに関してはA重油を使用する 2 施設の平均値を使用する。

なお、インベントリにおける排出量算定には「吸気補正なし」の排出係数を使用する (以下同様)。

表 38 ボイラー (C重油、B重油、原油) の

N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度 (%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
その他・連続	C重油	2.5	0.1	0.051	-0.116	9
ボイラー (電力用) 単胴放射形再熱式、二段燃焼	C重油	4.8	0.37	0.218	0.027	2
ボイラー (電力用) 重油噴霧燃焼式連続炉単胴放射型	C重油	11.0	0.3	0.291	-0.018	23
その他・連続	C重油	5.8	0.319	0.201	-0.003	14
ボイラー (その他) 円筒型液体燃焼炉・連続	C重油	* ₃ 15.5	0.65	* ¹ 1.299	* ¹ 0.736	7
		* ₃ 15.5	0.69			
		* ₃ 15.5	0.84			
円筒型液体燃焼炉・連続	C重油	5.1	0.38	0.228	0.033	7
		5.1	0.38			
		5.1	0.38			
その他・連続	C重油	8.6	0.4	0.311	0.061	9
その他・連続	C重油	1.4	0.51	0.246	0.088	29
その他・連続	C重油	4.0	0.33	0.185	0.002	29
その他・連続	C重油	1.5	0.43	0.208	0.049	29
その他・連続	C重油	4.0	0.41	0.229	0.047	29
	C重油、B重油、原油単純平均			0.217	0.017	

表 39 ボイラー (A重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料) の

N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度 (%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ボイラー (その他 (炉筒煙管式))・連続	A重油	6.7	0.12	0.080	-0.137	4
蒸気ボイラー・連続	A重油	11.0	0.3	0.292	-0.019	23
	A重油他単純平均			0.186	-0.078	

(イ) ボイラー (気体燃料)

気体燃料ボイラーについては、LNGまたは都市ガスを燃料とする4施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 40 ボイラー (気体燃料) の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度 (%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ボイラー (電力用) その他・連続	LNG	3.8	0.37	0.182	0.004	10
		3.8	0.38			
		3.8	0.37			
		3.9	0.26			
その他・連続	LNG	1.8	0.311	0.145	-0.014	14
ボイラー (電力用)	LNG	3.2	0.146	0.043	-0.129	30
			0.052			
			0.057			
ボイラー (電力用)	LNG	14.5	0.237	0.328	-0.114	8
		13.6	0.234			
		14.0	0.242			
連続	都市ガス(13A)	9.8	* ³ 2.91	0.148	-0.122	30
		9.7	0.19			
		9.7	0.17			
気体燃料単純平均				0.169	-0.075	

(ウ) ボイラー (固体燃料)

固体燃料ボイラーについては、流動床ボイラーの場合とそれ以外の場合とで、排出係数が大きく異なる。また、流動床ボイラーの中でも常圧流動床ボイラーと加圧流動床ボイラーとで排出係数が異なる。

流動床ボイラーでない固体燃料ボイラーについては、一般炭または木材を燃料とする 9 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。常圧流動床ボイラーについては、11 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。加圧流動床ボイラーについては、1 施設のデータから排出係数を設定する。

表 41 ボイラー (固体燃料、流動床ボイラーを除く) の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度 (%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ストーカ炉・連続	一般炭	10.5	0.56	0.621	0.264	4
ストーカ炉・連続	木材	7.9	1.05	0.611	0.361	30
		7.3	0.69			
		8.0	0.64			
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	7.6	1.15	0.988	0.708	1
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	5.4	1.04	0.761	0.521	4
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	5.4	0.24	0.173	-0.067	12
		5.4	0.23			
		5.4	0.24			
微粉炭燃焼炉・連続	石炭	5.5	0.527	0.388	0.146	28
ストーカ炉・バッチ	一般炭	13.5	2.65	* ¹ 4.158	* ¹ 3.658	4
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	8.2	2.44	2.199	1.907	16
ストーカ炉	木材	5.8	0.58	1.137	0.913	30
		6.2	1.32			
		6.5	3.03			
固定床炉・連続	木材	16.6	1.08	* ³ 2.582	* ³ 1.829	16
固定床炉・連続	木材	15.8	0.53	* ³ 1.069	* ³ 0.432	16
微粉炭燃焼炉・連続 (単胴放射自然循環)	一般炭	7.0	0.9	0.759	0.491	13
			1			
			0.9			
			0.9			
固体平均 (流動床炉以外)				0.849	0.583	

表 42 ボイラー（固体燃料、常圧流動床ボイラー）の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
流動床炉・連続	一般炭	5.4	79.9	58.471	58.231	26
流動床炉・連続	一般炭	6.8	76.9	62.155	61.891	16
流動床炉・連続	一般炭	5.5	43.7	31.388	31.146	5
		5.5	41.4			
		5.5	42.7			
流動床炉・連続	一般炭	5.7	91	67.978	67.733	21
流動床炉・連続	一般炭	5.6	94.3	68.358	68.116	6
		5.5	92.2			
		5.4	91.8			
流動床炉・連続	木材	7.7	83.3	63.822	63.573	4
流動床炉・連続	一般炭、産廃	6.5	69.5	54.949	54.690	1
流動床炉・連続	一般炭	10.5	68.5	79.695	79.338	30
		10.5	73.7			
		10.5	73.5			
流動床炉・連続	石炭	4.3	39.72	27.039	26.814	28
流動床炉・連続	一般炭	4.8	23.3	15.996	15.765	12
		4.7	23.3			
		4.8	21.8			
流動床炉・連続	一般炭	6.6	86	68.492	68.232	22
固体平均（流動床炉）				54.395	54.139	

表 43 ボイラー（固体燃料、加圧流動床ボイラー）の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
加圧流動床ボイラー・連続	一般炭	3.8	9.0	5.249	5.032	31
		3.6	7.0			
		単純平均				

(I) ボイラー（パルプ廃液）

パルプ廃液（黒液）を使用するボイラーについては、2 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 44 ボイラー（パルプ廃液）の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

炉形式・運転状況	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ボイラー（電力用）その他（圧力噴霧式）・連続	パルプ廃液	3.0	0.13	0.070	-0.109	4
ボイラー（電力用）その他・バッチ	パルプ廃液	* ³ 10.5	0.44	* ³ 0.419	* ³ 0.113	26
ボイラー（電力用）・連続	パルプ廃液	4.2	0.47	0.274	0.079	30
		4.5	0.46			
		4.6	0.46			
パルプ廃液単純平均				0.172	-0.015	

(ii) 工業炉

工業炉に関しては、炉の特性を考慮に入れて、以下のように排出係数を設定する。

(ア) 溶鋳炉 (熱風炉)

溶鋳炉 (熱風炉) については、2 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。排出係数を設定する燃料種は、コークス炉ガス、高炉ガス、その他気体燃料である。

表 45 溶鋳炉 (熱風炉) の

N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度 (%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
溶鋳炉 (鉄鋼用・熱風炉)	コークス炉ガス、高炉ガス	4.2	0.1	0.073	-0.083	20
溶鋳炉 (鉄鋼用・高炉熱風炉)	MIX ガス(COG,BFG)	1.0	0.03	0.020	-0.111	21
	溶鋳炉単純平均			0.047	-0.097	

(イ) 石油加熱炉、ガス加熱炉

石油加熱炉については、27 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。ガス加熱炉については、実測データが存在しないため、排出実態が類似していると考えられる石油加熱炉の排出係数を適用する。

なお、固体燃料に関しては、この炉種では使用されないと考えられるので、液体燃料および気体燃料に対して排出係数を設定する。

表 46 石油加熱炉の N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
石油加熱炉 (イソフロー)	LNG、オフガス	4.1	130	* ¹ 67.658	* ¹ 67.478	11
		3.8	120			
		4.0	130			
石油加熱炉 (イソフロー)	LNG、オフガス	5.0	186	* ¹ 100.019	* ¹ 99.827	27
			182			
			157			
石油加熱炉 (イソフロー)	LPG	3.8	* ³ 3.46	0.110	-0.077	30
		4.6	0.2			
		4.7	0.19			
石油加熱炉 (灯軽油添脱硫装置加熱炉)	製油所オフガス	4.1	0.409	0.254	0.045	28
石油加熱炉 (アップドラフト)	LPG	3.9	0.55	0.201	0.020	30
		4.4	0.24			
		3.9	0.32			
石油加熱炉 (接触改質装置加熱炉)	精油所ガス	6.4	0.469	0.309	0.068	8
		6.4	0.401			
		6.3	0.408			
石油加熱炉 (中間留出水素化脱硫装置加熱炉)	精油所ガス	4.6	0.343	0.221	0.006	8
		4.5	0.342			
		4.6	0.348			
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.9	0.12	0.074	-0.133	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.0	0.39	0.202	0.025	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.4	0.26	0.165	-0.048	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.2	0.15	0.094	-0.116	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.1	0.74	0.432	0.235	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.0	0.32	0.198	-0.010	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.1	0.45	0.234	0.057	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.1	0.45	0.263	0.065	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	2.1	0.1	0.055	-0.132	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.0	0.33	0.192	-0.005	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	10.0	0.72	0.708	0.387	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.4	0.37	0.220	0.019	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.2	0.16	0.100	-0.110	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.2	0.41	0.214	0.036	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.2	0.14	0.082	-0.116	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	2.9	0.11	0.063	-0.132	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.5	0.44	0.234	0.053	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.8	0.29	0.177	-0.028	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.1	0.45	0.234	0.057	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.0	0.26	0.151	-0.045	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	2.4	0.1	0.056	-0.134	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	10.0	0.36	0.354	0.033	29
石油加熱炉単純平均				0.207	0.001	

(ウ) 触媒再生塔

触媒再生塔については、12 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。排出係数を設定する燃料種は、コークスおよびその他固体燃料（具体的には炭素）である（通常、これ以外の燃料は使用されない）。

表 47 触媒再生塔の N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	1.5	41	17.695	17.557	11
		1.4	37			
		1.5	41			
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	1.4	1.6	0.711	0.573	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.6	54	* ² 25.570	* ² 25.423	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.5	3.7	1.573	1.441	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.1	7.7	3.210	3.081	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.2	28	12.976	12.833	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	1.8	12	5.445	5.305	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	3.5	12	5.974	5.820	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.5	3.3	1.403	1.271	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.0	5.8	2.406	2.278	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.0	7.8	3.577	3.435	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.0	16	7.337	7.195	29
触媒再生塔単純平均				7.323	7.184	

(イ) 電気炉

電気炉については、6 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 48 電気炉の N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	発生熱量 (GJ/h)	実測乾き排ガス量 (m ³ N/h)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
電気炉 (製鋼用アーク炉)	電気	4.9	19,000.0	0.3	2.095	-0.267	13
		4.9	19,000.0	0.3			
		4.9	19,000.0	0.3			
		4.9	19,000.0	0.2			
電気炉 (製鋼用アーク炉)	電気	10.1	107,000.0	0.311	6.415	-0.049	30
		10.1	107,000.0	0.314			
		10.1	107,000.0	0.298			
電気炉 (製鋼用アーク炉)	電気	79.2	90,000.0	0.294	0.640	-0.052	30
		79.2	90,000.0	0.289			
		79.2	90,000.0	0.277			
電気炉 (製鋼用低周波誘導炉)	電気	10.8	89,900.0	* ³ 0.925	5.101	0.033	30
		10.8	89,900.0	0.31			
		10.8	89,900.0	0.314			
低周波溝型電気炉	電気	9.7	66,000.0	0.3	4.001	-0.133	23
電気炉 (高周波るつぼ型誘導炉)	電気	5.3	15,500.0	0.247	1.427	-0.364	17
電気炉単純平均					3.280	-0.139	

(オ) コークス炉

コークス炉については、3 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。排出係数を設定する燃料種は、都市ガス、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス、製油所ガス、その他気体燃料である。

表 49 コークス炉の N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
コークス炉 (ウイルプットオート型)	コークス炉ガス、高炉ガス	4.1	0.36	0.270	0.114	12
		4.2	0.41			
		4.2	0.34			
コークス炉 (コッパース式複式炉)	コークス炉ガス、高炉ガス	7.1	0.12	0.078	-0.132	2
コークス炉 (コッパース式複式炉)	コークス炉ガス、高炉ガス	2.7	0.08	0.072	-0.057	2
	コークス炉単純平均			0.140	-0.025	

(カ) その他の工業炉

上記以外の工業炉については、固体燃料、液体燃料、気体燃料に分けて燃料種別に排出係数を設定する。

なお、この区分には以下の種類の工業炉が含まれる。

焙焼炉、金属（銅、鉛および亜鉛用を除く）精錬用焼結炉、無機化学工業品用焼結炉、か焼炉、金属精錬用ペレット焼成炉、無機化学工業品用ペレット焼成炉、金属（銅、鉛および亜鉛を除く）の精製又は鑄造用溶解炉、金属圧延加熱炉（液体燃料、気体燃料）、金属熱処理炉（液体燃料、気体燃料）、金属鍛造炉（液体燃料、気体燃料）、セメント製造用焼成炉、レンガ焼成炉、ドロマイト焼成炉、石灰焼成炉、炭素焼成炉、陶磁器焼成炉、その他の焼成炉、ガラス溶融炉、その他の溶融炉、無機化学工業品、食料品製造用反応炉および直火炉、骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鑄型乾燥炉、洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉、銅・鉛・亜鉛用焼結炉（一般炭、コークス、液体燃料、気体燃料）、銅・鉛・亜鉛用溶鋳炉（一般炭、コークス）、銅・鉛・亜鉛用溶解炉（一般炭、コークス、液体燃料、気体燃料）

表 50 その他の工業炉 (固体燃料) の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度 (%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
焙焼炉 (石灰焙焼炉)	コークス、石灰石	1.3	1.15	0.578	0.421	24
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス(コークス炉ガス)	15.6	0.81	1.213	0.742	5
		13.6	0.79			
		13.6	0.8			
焼結炉 (鉄鋼用)	石炭、ブリーズ (粉コークス)	13.8	0.598	2.904	2.383	28
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス(コークス炉ガス)	15.0	0.85	1.432	0.912	12
		15.0	0.86			
		15.1	0.86			
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス、その他固体燃料	15.7	0.98	1.818	1.225	6
		15.7	0.94			
		15.9	0.94			
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス	12.2	0.64	0.803	0.447	30
		12.5	0.74			
		12.1	0.73			
ペレット焼成炉 (鉄鋼用)	一般炭(コークス炉ガス)	12.7	0.37	0.537	0.085	5
		12.7	0.38			
		12.7	0.39			
ペレット焼成炉 (鉄鋼用)	石炭	17.3	0.706	2.277	1.264	28
金属溶解炉 (鉄鋼精錬用・キュボラ)	コークス	15.0	0.32	0.543	0.026	27
			0.32			
			0.34			
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	11.5	0.16	0.196	-0.131	11
		11.5	0.2			
		11.5	0.2			
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	12.7	0.28	0.336	-0.038	5
		12.7	0.28			
		12.7	0.28			
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	16.5	0.303	0.672	-0.017	14
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	16.8	0.37	0.879	0.141	22
セメント焼成炉 (乾式 S P 型)	一般炭	10.5	0.57	0.632	0.275	26
セメント焼成炉 (乾式 S P 型)	一般炭	12.2	2.63	*1 3.500	*1 3.074	26
セメント焼成炉 (乾式 S P 型)	一般炭	10.5	1.1	1.145	0.788	13
		10.5	1			
		10.5	1			
セメント焼成炉 (乾式 N S P 型)	一般炭	14.7	0.62	1.276	0.681	5
		14.7	0.67			
		14.7	0.75			
セメント焼成炉 (乾式 N S P 型)	一般炭	11.5	1.7	2.090	1.696	22
セメント焼成炉 (乾式 N S P 型)	一般炭	10.0	0.59	0.623	0.282	22
セメント焼成炉 (ロータリーキルン+プレヒータ)	一般炭、ボタ	14.0	1.63	2.430	1.894	25
			1.41			
			1.32			
			1.41			
溶鉱炉 (垂鉛用)	コークス	14.0	0.4	0.570	0.127	13
		14.0	0.4			
		14.0	0.4			
固体燃料単純平均				1.148	0.660	

表 51 その他の工業炉（液体燃料）の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
焙焼炉 (石灰焙焼炉)	灯油	11.1	0.1	0.100	-0.221	20
焙焼炉 (塩酸回収用焙焼炉・円筒型)	灯油	7.3	35	*1 24.819	*1 24.588	21
焼結炉 (無機化学工業品用)	灯油	15.0	0.264	0.359	-0.167	30
		14.9	0.2			
		15.0	0.185			
焼結炉 (無機化学工業品用)	灯油	16.8	0.497	0.661	-0.083	30
		16.7	0.171			
		16.7	0.166			
か焼炉 (非鉄金属用)	エチレンボトム	13.2	0.469	0.411	-0.007	30
		13.2	0.232			
		13.1	0.226			
か焼炉 (無機化学工業品用)	灯油 (その他気体燃料)	14.0	5.8	7.451	6.998	13
		14.0	5.7			
		14.0	4.2			
金属溶解炉 (アルミ鑄造用・傾斜式反射炉)	灯油	18.4	0.39	1.520	0.300	22
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	C 重油	6.5	0.13	0.101	-0.112	5
		6.5	0.16			
		6.5	0.17			
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	C 重油	7.9	0.57	0.419	0.182	21
金属加熱処理炉 (鉄鋼、バッチ)	灯油	12.9	0.5	0.613	0.221	20
石灰焼成炉	C 重油	8.2	0.33	0.302	0.065	30
		7.6	0.44			
		8.1	0.46			
レンガ焼成炉 (トンネルキルン)	A 重油	17.1	1.35	3.429	2.632	16
レンガ焼成炉 (トンネルキルン)	A 重油	18.1	0.83	2.843	1.772	16
その他焼成炉	灯油	15.3	0.61	1.142	0.586	30
		15.3	0.65			
		15.3	0.69			
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油	12.5	0.87	0.998	0.653	9
		12.5				
		12.5				
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油	7.7	0.89	0.654	0.422	11
		7.7	1			
		7.6	0.83			
		7.6	-			
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油	13.0	0.31	0.378	-0.009	27
			0.31			
			0.31			
ガラス溶融炉 (サイドポート式タンク炉)	C 重油、その他原料 (芒硝)	10.3	6.92	6.266	5.976	2
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油、都市ガス	7.5	0.845	0.588	0.361	14
反応炉 (無機化学工業品用)	A 重油	15.0	0.8	1.312	0.794	22
直火炉 (熱風発生炉)	A 重油	19.6	0.4	2.851	0.632	24
骨材乾燥炉	A 重油	14.8	0.974	1.540	1.041	17
骨材乾燥炉	A 重油	17.7	0.54	1.684	0.742	5
		17.7	0.55			
		17.7	0.59			
骨材乾燥炉	A 重油	16.2	0.37	0.797	0.154	12
		16.2	0.39			
		16.1	0.41			
骨材乾燥炉 (ドラム型)	A 重油	16.0	0.88	1.624	1.003	25
			0.79			
			0.79			
			0.83			
骨材乾燥炉	灯油	*3 2.0	0.53	*3 0.265	*3 0.099	19

(その他の工業炉 (液体燃料) 続き)

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
骨材乾燥炉	灯油	15.4	0.78	1.395	0.829	27
			0.79			
			0.77			
その他乾燥炉 (原土)	C 重油	17.6	1.15	3.347	2.436	16
その他乾燥炉 (ピート)	C 重油	17.7	2.14	6.419	5.480	16
その他乾燥炉	A 重油	18.3	0.38	1.399	0.248	22
その他乾燥炉 (汚泥)	灯油	19.5	0.28	1.899	-0.215	15
その他乾燥炉 (汚泥)	灯油	19.4	0.26	1.652	-0.329	15
溶解炉 (垂鉛用その他)	灯油	15.7	0.26	0.375	-0.129	30
			14.2			
			13.9			
液体燃料単純平均				1.759	1.040	

表 52 その他の工業炉 (気体燃料) の N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
焙焼炉 (流動焙焼炉)	転炉ガス	13.9	1.466	1.828	*1 1.504	30
			14.0			
			14.0			
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス炉ガス	12.7	0.934	0.783	0.428	30
			12.9			
			12.8			
か焼炉 (無機化学工業品用)	都市ガス(13A)	17.4	0.39	1.071	0.234	30
			17.4			
			17.3			
ペレット焼成炉 (無機化学工業品用)	L P G (プロパン)	19.2	0.45	2.249	0.605	30
			19.1			
			19.1			
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	その他気体燃料 (鉄鋼)	10.7	0.4	0.223	0.060	20
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	都市ガス	20.0	0.376	3.670	0.630	14
金属圧延加熱炉 (その他、バッチ)	都市ガス(13A)	9.4	0.46	0.367	0.105	19
金属加熱処理炉 (鉄鋼、連続)	都市ガス(13A)	9.1	0.18	0.140	-0.116	24
金属加熱処理炉 (鉛浴炉)	都市ガス(13A)	16.2	0.24	0.479	-0.154	24
金属加熱処理炉 (鉄鋼、バッチ)	都市ガス(9-14Mcal)	10.4	0.3	0.264	-0.023	20
金属加熱炉 (その他、バッチ)	都市ガス(13A)	14.6	0.25	0.392	-0.083	27
			0.28			
			0.26			
陶磁器焼成炉 (その他)	L P G	14.3	0.232	0.222	-0.238	30
			14.3			
			14.4			
反応炉 (連続式黒化熱処理炉)	都市ガス(電気)	10.0	0.3	0.253	-0.023	23
直火炉 (排気炉)	都市ガス	19.0	0.3	1.457	-0.063	23
骨材乾燥炉 (熱風乾燥炉)	都市ガス	20.0	0.345	3.368	0.327	19
その他乾燥炉 (染料)	都市ガス	19.5	0.257	1.668	-0.359	14
その他乾燥炉 (直接熱風乾燥炉)	都市ガス(13A)	19.8	0.36	2.926	0.392	27
			0.36			
			0.36			
その他乾燥炉 (乾燥炉、脱臭炉)	L N G	16.7	0.7	1.580	0.865	24
溶鋳炉 (垂鉛用)	高炉ガス	0.1	0.039	0.033	-0.079	28
気体燃料単純平均				1.209	0.139	

(iii) 内燃機関

内燃機関については、ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関およびガソリン機関に区分して排出係数を設定する。

(ア) ガスタービン

ガスタービンについては 12 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

なお、排出係数は液体燃料および気体燃料に対して設定する。

表 53 ガスタービンの N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス	15.0	0.42	0.662	0.155	11
		15.0	0.42			
		15.0	0.41			
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス(13A)	15.5	0.27	0.469	-0.084	19
ガスタービン (常用、水噴霧)	L N G	15.0	0.27	0.433	-0.079	19
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス(13A)	15.7	0.37	0.601	0.028	27
			0.31			
			0.32			
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス(13A)	18.4	0.41	* ¹ 1.577	0.408	27
			0.45			
			0.41			
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス	15.5	0.29	0.504	-0.049	5
		15.5	0.29			
		15.5	0.29			
ガスタービン (常用、水噴霧・触媒脱硝)	都市ガス	15.0	0.417	0.662	0.155	14
ガスタービン (常用、触媒脱硝)	都市ガス	16.2	0.314	0.627	-0.007	14
ガスタービン (常用、水噴霧) 単筒缶型	都市ガス(13A)	15.9	0.29	0.544	-0.052	24
ガスタービン (常用) 一軸オープンサイクル	都市ガス(13A)	15.3	0.47	0.787	0.253	24
ガスタービン (常用)	A 重油	14.7	0.374	0.584	0.091	30
		14.5	0.414			
		14.5	0.421			
ガスタービン (常用)	L N G	13.9	0.41	0.553	0.120	30
		13.9	0.46			
		13.9	0.46			
ガスタービン単純平均				0.584	0.078	

(イ) ディーゼル機関

ディーゼル機関については、9 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

なお、排出係数は液体燃料および気体燃料に対して設定する。

表 54 ディーゼル機関の N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ディーゼル機関 (常用)	C 重油	13.8	1.97	2.678	2.248	26
ディーゼル機関 (常用)	C 重油	12.9	2.92	3.519	3.137	26
ディーゼル機関 (常用)	A 重油	15.5	0.87	1.559	0.994	9
		15.5				
		15.5				
ディーゼル機関 (常用)	A 重油	10.2	1.83	1.643	1.355	19
ディーゼル機関 (常用)	A 重油	12.5	1.08	1.257	0.890	5
		12.5	1.1			
		12.6	1.09			
ディーゼル機関 (常用)	A 重油	13.1	2.47	2.948	2.551	12
		13.2	2.21			
		13.2	2.4			
ディーゼル機関 (常用)	C 重油	13.5	1.8	2.575	2.162	13
		13.5	1.7			
		13.5	2			
		13.5	2.4			
ディーゼル機関 (常用)	A 重油	13.7	1	1.343	0.917	13
		13.7	1			
		13.7	1			
		13.7	1			
ディーゼル機関	A 重油	18.0	0.6	1.986	0.951	23
ディーゼル機関単純平均				2.168	1.690	

(ウ) ガス機関、ガソリン機関

ガス機関、ガソリン機関については、ガス機関の7施設の平均値を使用して排出係数を設定する。ガソリン機関については、実測事例が存在しないため、ガス機関と同一の排出係数を適用する。

なお、排出係数は液体燃料および気体燃料に対して設定する。

表 55 ガス機関、ガソリン機関の
N₂O 排出係数設定に用いた個別データ及び平均排出係数

施設種別	燃料種	個別酸素濃度(%)	個別 N ₂ O 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgN ₂ O/TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgN ₂ O/TJ)	出典
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス	0.0	0.93	0.391	0.246	9
		0.0				
		0.0				
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス	0.0	2.9	1.177	1.032	11
		0.0	2.5			
		0.0	3			
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス(13A)	0.0	3.53	1.483	1.338	19
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス	0.0	0.42	0.202	0.057	5
		0.0	0.53			
		0.0	0.49			
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス(13A)	6.7	0.22	0.136	-0.076	27
			0.22			
			0.2			
ガス機関 (常用、希薄燃焼)	都市ガス(13A)	11.0	1	注) 0.827	注) 0.406	19
		14.4	0.56			27
			0.55			
			0.54			
ガス機関 (アンモニア接触還元法)	L P G	12.7	1.47	1.726	1.353	12
		12.8	1.49			
		12.8	1.49			
ガス機関単純平均				0.849	0.622	

注) 出典 19、27 のデータは、同一の施設について異なる年次に調査したものであるため、平均排出係数を求める際には1施設のデータとして取り扱った。

(iv) 家庭で使用される機器

こんろ、湯沸器、ストーブ等、家庭で使用される燃焼機器からの N₂O 排出については、我が国での適当な実測データが存在しない。そのため、1996年改訂 IPCC ガイドライン、レファレンスマニュアルのデフォルト値を使用して排出係数を設定する。バイオマス燃料については、IPCC デフォルト値は木材 (Wood/Wood Waste) が 4kgN₂O/TJ、木炭 (Charcoal) が 1kgN₂O/TJ とされているが、現在わが国の総合エネルギー統計では家庭部門の木材と木炭の消費量が区分されていないため、木材の値をバイオマス燃料に一律に適用する。

デフォルト値の高位発熱量ベースへの換算は、CH₄の場合と同様に行う。

石炭、石油 : $NCV = GCV \times 0.95$

天然ガス : $NCV = GCV \times 0.9$

NCV : 低位発熱量 (TJ)

GCV : 高位発熱量 (TJ)

表 56 家庭で使用される機器の N₂O 排出係数

燃料種	N ₂ O 排出係数 (kgN ₂ O/TJ)	デフォルト値 (原典通り) (kgN ₂ O/TJ)
一般炭、練豆炭	1.3	1.4
灯油	0.57	0.6
都市ガス、LPG	0.090	0.1
バイオマス(木材、木炭等)	3.8	4

(c) 排出係数の推移

1990年度から2003年度まで、同一の排出係数を使用する。

なお、平均排出係数が年度によって大幅に変動すると考えるべき理由はない。

(d) 排出係数の出典

- ・ CH₄と同様

(e) 排出係数の課題

CH₄と同様。

活動量

(a) 定義

固定発生源において燃焼された各種燃料の量 (TJ)。

(b) 活動量の把握方法

活動量の把握方法は基本的には CH₄の場合と同様である。

ただし、排出量総合調査のデータでは流動床ボイラーとそれ以外のボイラーを区別できない。そのため、流動床ボイラーにおける燃料消費量は別途把握する。流動床でない固体燃料ボイラーの活動量は、排出量総合調査および総合エネルギー統計から把握される固体燃料ボイラー全体の活動量から、別途把握された流動床ボイラーの活動量を差し引くことにより把握する。

活動量の算定式は以下のようになる。

固体燃料ボイラー以外： $A_{ijk} = A_{EBik} \times w_{ijk}$

固体燃料ボイラー（流動床ボイラー以外）:

$A_{i,j=\text{固体燃料ボイラー（流動床ボイラー以外）}k} = A_{EBik} \times w_{i,j=\text{固体燃料ボイラー全体},k} - A_{i,j=\text{流動床ボイラー},k}$

A_{ijk} : 第 i 燃料種、第 j 炉種、第 k 部門の活動量 (TJ)

A_{EBik} : 総合エネルギー統計における第 i 燃料種、第 k 部門の燃料消費量 (TJ)

w_{ijk} : 第 i 燃料種、第 k 部門の燃料消費量において、第 j 炉種の占める割合 (-)

$$w_{ijk} = A_{MAPijk} / \sum_m A_{MAPimk}$$

A_{MAPijk} : 排出量総合調査における第 i 燃料種、第 j 炉種、第 k 部門の燃料消費量 (TJ)

なお、家庭部門以外での木材の使用からの排出は、廃材を燃料としている場合が多いと考えられるため、廃棄物部門において別途計上する。

また、家庭部門については、総合エネルギー統計の燃料種別燃料消費量をそのまま使用する。活動量の算定の手順は以下の通りである。

1) 手順 1 : 排出量総合調査の集計

排出量総合調査の燃料消費量を、燃料種別、炉種別、部門別に集計し、 A_{MAPijk} (排出量総合調査における第 i 燃料種、第 j 炉種、第 k 部門の燃料消費量) を求める。

2) 手順 2 : w_{ijk} の算定

A_{MAPijk} を $\sum_m A_{MAPimk}$ で除することにより、 w_{ijk} (第 i 燃料種、第 k 部門の燃料消費量において、第 j 炉種の占める割合) を求める。

3) 手順 3 : 流動床ボイラーの活動量の算定

(i) 常圧流動床ボイラー

常圧流動床ボイラーの活動量は、「コール・ノート (資源エネルギー庁資源・燃料部監修)」および「ボイラー年鑑 (社団法人 日本ボイラ協会)」に記載されている日本国内に設置されている各流動床ボイラーの蒸発量データから、ボイラー効率 85%、年間稼働時間 8000 時間と仮定して、次式により推計する。

$$A = \sum V_i \times T \times \Delta H_{H_2O} / MW_{H_2O} / \alpha$$

A : 常圧流動床ボイラーの活動量 (GJ)

V_i : 施設 i の蒸発量 (t/h)

T : 年間稼働時間=8000 (h) (仮定)

H_{H_2O} : 水の蒸発熱 (蒸発エンタルピー) (定数) =40.66 (kJ/mol) (「理科年表」(丸善)による)

MW_{H_2O} : 水の分子量 (定数) =18 (g/mol)

: ボイラー効率=0.85 (-) (仮定)

(ii) 加圧流動床ボイラー

加圧流動床ボイラーについては、電気事業者連合会から燃料消費量データの提供を受けることにより活動量を把握する。なお、加圧流動床ボイラーは、現在、電気事業者以外使用していない。

4) 手順4：燃料種別、炉種別、部門別の活動量の算定

総合エネルギー統計における第 i 燃料種、第 k 部門の燃料消費量 A_{EBik} に w_{ijk} を乗じて、第 i 燃料種、第 j 炉種、第 k 部門の活動量 A_{ijk} を求める。流動床ボイラー以外の固体燃料ボイラーの活動量は、上述のように、固体燃料ボイラー全体の活動量から流動床ボイラーの活動量を差し引くことにより算定する。

5) 手順5：総合エネルギー統計では把握できない燃料種、炉種、部門の活動量の算定

総合エネルギー統計では把握されていない燃料（例えば木炭）や、総合エネルギー統計の燃料消費量が使用できない炉種（具体的には電気炉における電気の使用や触媒再生塔における炭素等の燃焼）の燃料消費量は、排出量総合調査の燃料消費量 A_{MAPIjk} を活動量とする。

6) 手順6：家庭部門の活動量の算定

家庭部門については、総合エネルギー統計の燃料種別燃料消費量を活動量とする。

(c) 活動量の推移

表 57 1990～2003 年度の活動量（単位：TJ）

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
活動量	10,479,954	10,561,277	10,739,243	10,554,979	11,254,141	11,735,691	11,895,131
（うち、流動床ボイラー）	47,304	52,619	50,897	56,594	64,673	90,930	96,755

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
活動量	11,836,121	11,605,989	12,011,967	12,188,484	11,855,602	12,344,934	12,477,349
（うち、流動床ボイラー）	105,386	108,259	115,301	120,355	141,439	144,365	138,407

（注）エネバラ表の改訂等によって、今後値が変化する可能性がある。

(d) 活動量の出典

表 58 常圧流動床ボイラーの蒸発量の出典

資料名	「コール・ノート 2003 年版」、資源エネルギー庁資源・燃料部監修
発行日	2003 年 3 月
記載されている最新のデータ	2000 年 9 月現在のデータ
対象データ	「我が国の流動床ボイラ普及状況」

資料名	「ボイラー年鑑 平成 12～17 年版」、社団法人 日本ボイラー協会
発行日	～2005 年 11 月
記載されている最新のデータ	1999～2004 年度のデータ
対象データ	各年度における「新增設ボイラー火力設備一覧」

- ・ 電気事業連合会提供データ（加圧流動床ボイラーの活動量）
- ・ 上記以外については CH₄ と同様

(e) 活動量の課題

- ・ 排出量総合調査については、2002 年度調査から年度間燃原料使用量データが使用できなくなった。そのため、2000 年度以降の排出量の推計には、データが利用可能な最新年度である 1999 年度実績データを元にした炉種別燃料消費量割合を使用し続けている。炉種別の燃料消費量割合は短期的にはそれほど大きく変動しないと考えられるが、今後、1999 年度実績値との乖離が次第に広がる可能性がある。そのため、2000 年度以降の炉種別燃料消費量割合については、1999 年度実績データを使用し続けることの妥当性や、排出量総合調査以外のデータに基づく推計が可能かどうかについて検討を行う必要がある。
- ・ 常圧流動床ボイラーの活動量の推計方法について、ボイラー効率 85%、年間稼働時間 8000 時間という仮定の妥当性の検討を行う必要がある。
- ・ ガス発生炉については、燃料用と原料用の消費量の区分が困難であるなどの理由で現在活動量を設定していないが、設定方法について検討する必要がある。
- ・ 排出量総合調査と総合エネルギー統計のデータを業種別、燃料種別に比較すると、一方ではエネルギー消費量が計上されているが他方では計上されていないなど、矛盾点が見られる項目が、わずかではあるが存在する。総合エネルギー統計でエネルギー消費量が計上されているものの、排出量総合調査で消費量が「0」となっている項目については当面は活動量「0」とし、活動量の設定方法について長期的課題として検討する。
- ・ 業務部門など、排出量総合調査のカバー率が低い部門については、排出量総合調査における炉種別燃料消費量割合を用いた拡大推計は、適切でない可能性がある。なお、排出量総合調査において業務部門の活動として把握されているものは、ほとんどがボイラーにおける燃料の使用である。従って、現在の算定方法は、業務部門における燃料の消費がほとんどすべてボイラーによるものであると仮定したことに相当する。

排出量の推移

表 59 1990～2003 年度の N₂O 排出量（単位：GgCO₂ 換算）

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出量	2,228	2,314	2,449	2,565	2,786	3,194	3,376
（うち、流動床ボイラー）	798	887	858	954	1,091	1,533	1,632

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
排出量	3,513	3,405	3,753	3,804	3,961	4,039	4,062
（うち、流動床ボイラー）	1,777	1,782	1,916	1,925	2,114	2,119	2,109

（注）エネバラ表の改訂等によって、今後値が変化する可能性がある。

その他特記事項

(a) 排出係数の吸気補正について

CH₄の場合と同様に、2006年以降提出のインベントリでは、吸気補正を行わない排出係数を使用するように算定方法を改めた。

なお、吸気補正を実施した場合、N₂O 排出係数の算定式は以下のようになる。

【電気炉以外の施設】

$$EF = C_{N_2O} \times \{G_0' + (m-1) \times A_0\} \times MW / V_m / GCV - C_{env} \times m \times A_0 \times MW / V_m / GCV$$

EF : 排出係数 (kgN₂O/TJ)

C_{N₂O} : 排ガス中の N₂O 濃度 (ppm)

G₀' : 燃焼された燃料の理論排ガス量 (乾き) (m³N/固有単位)

A₀ : 燃焼された燃料の理論空気量 (m³N/固有単位)

m : 空気比 実際空気量/理論空気量 (-)

MW : N₂O の分子量 (定数) =44 (g/mol)

V_m : 理想気体 1 モルの標準状態での体積 (定数) =22.4 (10⁻³m³/mol)

GCV : 燃焼された燃料の高位発熱量 (MJ/固有単位)

C_{env} : N₂O の環境濃度 (定数) =0.31 (ppm) (「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(大気環境学会、1996)による)

$$m = \frac{21}{21 - C_{O_2}}$$

C_{O₂} : 排ガス中の O₂ 濃度 (%)

【電気炉】

$$EF = (C_{N_2O} - C_{env}) \times G \times MW / V_m / H$$

EF : 排出係数 (kgN₂O/TJ)

C_{N₂O} : 排ガス中の N₂O 濃度 (ppm)

C_{env} : N₂O の環境濃度 (定数) =0.31 (ppm) (「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(大気環境学会、1996)による)

G : 単位時間あたりの実測乾き排ガス量 (m³N/h)

MW : N₂O の分子量 (定数) =44 (g/mol)

V_m : 理想気体 1 モルの標準状態での体積 (定数) =22.4 (10⁻³m³/mol)

H : 単位時間あたりの発生熱量 (MJ/h)

吸気補正を実施した場合の N₂O 排出係数の一覧を、参考のため表 60に示す。

表 60 (参考) 吸気補正を実施した場合の
燃料種別、炉種別 N₂O 排出係数一覧 (単位: kgN₂O/TJ)

炉種	燃料種	排出係数	備考
ボイラー	C 重油、B 重油、原油	0.017	10 データの平均値
ボイラー	A 重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料	-0.078	2 データの平均値
ボイラー	気体燃料	-0.075	5 データの平均値
ボイラー (流動床ボイラー以外)	固体燃料	0.589	9 データの平均値
常圧流動床ボイラー	固体燃料	54	11 データの平均値
加圧流動床ボイラー	一般炭	5.0	1 データの値
ボイラー	パルプ廃液	-0.015	2 データの平均値
溶鉱炉 (熱風炉)	コークス炉ガス、高炉ガス、その他気体燃料	-0.097	2 データの平均値
石油加熱炉、ガス加熱炉	液体燃料、気体燃料	0.00069	27 データの平均値
触媒再生塔	コークス、その他個体燃料 (炭素)	7.2	12 データの平均値
電気炉	電気	-0.14	6 データの平均値
コークス炉	都市ガス、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス、製油所ガス、その他気体燃料	-0.025	3 データの平均値
その他の工業炉	固体燃料	0.66	20 データの平均値
その他の工業炉	液体燃料	1.0	31 データの平均値
その他の工業炉	気体燃料	0.14	18 データの平均値
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	0.078	12 データの平均値
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	1.7	9 データの平均値
ガス機関、ガソリン機関	液体燃料、気体燃料	0.62	7 データの平均値
家庭で使用される機器	固体燃料	1.3	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
家庭で使用される機器	液体燃料	0.57	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
家庭で使用される機器	気体燃料	0.090	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
家庭で使用される機器	バイオマス燃料	3.8	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算

(b) 活動量設定方法の変更について

CH₄ の場合と同様に、2006 年以降提出のインベントリでは CO₂ と非 CO₂ とで活動量が一致するよう、活動量の設定方法を「活動量」で述べた方法に改めた。

(c) その他

- ・ 特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方法

N₂O 排出係数の不確実性評価方法は、CH₄ 排出係数の場合と基本的に同様である。

2) 評価結果

N₂O 排出係数の不確実性は表 61に示す通りである。なお、専門家判断はエネルギー・工業プロセス分科会委員が行った。

表 61 燃料種別、炉種別 N₂O 排出係数の不確実性

炉種	燃料種	排出係数 (kgN ₂ O/TJ)	平均値の 不確実性 (%)	個別値の 不確実性 (%)	サンプル 数	評価方法
ボイラー	C 重油、B 重油、原油	0.22	20%	63%	10	統計的処理
ボイラー	A 重油、軽油、灯油、ナフサ、 その他液体燃料	0.19	111%	157%	2	専門家判断
ボイラー	気体燃料	0.17	53%	119%	5	統計的処理
ボイラー（流動床ボイラー以外）	固体燃料	0.85	45%	135%	9	統計的処理
常圧流動床ボイラー	固体燃料	5.4	50%	180%	11	専門家判断
加圧流動床ボイラー	一般炭	5.2	30%	118%	1	専門家判断
ボイラー	パルプ廃液	0.17	116%	281%	2	専門家判断
溶鉱炉（熱風炉）	コークス炉ガス、高炉ガス、 その他気体燃料	0.047	111%	158%	2	専門家判断
石油加熱炉、ガス加熱炉	液体燃料、気体燃料	0.21	25%	129%	27	統計的処理
触媒再生塔	コークス、その他個体燃料（炭素）	7.3	59%	205%	12	統計的処理
電気炉	電気	3.3	55%	135%	6	統計的処理
コークス炉	都市ガス、コークス炉ガス、高炉ガス、 転炉ガス、製油所ガス、 その他気体燃料	0.14	91%	158%	3	専門家判断
その他の工業炉	固体燃料	1.1	30%	132%	20	統計的処理
その他の工業炉	液体燃料	1.8	38%	210%	31	統計的処理
その他の工業炉	気体燃料	1.2	43%	187%	18	統計的処理
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	0.58	10%	34%	12	統計的処理
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	2.2	24%	72%	9	統計的処理
ガス機関、ガソリン機関	液体燃料、気体燃料	0.85	55%	147%	7	統計的処理
家庭で使用される機器	固体燃料	1.3	900%	900%		デフォルト値
家庭で使用される機器	液体燃料	0.57	900%	900%		デフォルト値
家庭で使用される機器	気体燃料	0.090	900%	900%		デフォルト値
家庭で使用される機器	バイオマス燃料	3.8	900%	900%		デフォルト値

表 62 燃料種別、炉種別 N₂O 排出係数の不確実性の専門家判断結果

判断項目	判断結果	設定根拠
N ₂ O 排出係数の不確実性	表 61 に示す通り。	常圧流動床ボイラー、加圧流動床ボイラー、パルプ廃液ボイラーについては、考えられる最大・最小の排ガス中 N ₂ O 濃度を元に設定。それ以外については、データの統計的処理により見積もった不確実性の値が、特に問題ない値であると考えられるため、統計的処理による値を採用。

3) 評価方法の課題
特になし。

(b) 活動量

1) 評価方法

活動量の設定には、排出量総合調査の燃料種別、炉種別、部門別燃料消費量 A_{MAPijk} および総合エネルギー統計における燃料種別、部門別の燃料消費量 A_{EBik} に加えて、常圧流動床および加圧流動床ボイラーの活動量データを使用している。

A_{MAPijk} と A_{EBik} の不確実性評価方法については CH₄ の場合と同様である。以下では、常圧流動床および加圧流動床ボイラーの活動量の不確実性評価方法について述べる。

(i) 常圧流動床ボイラーの活動量の不確実性評価方法

常圧流動床ボイラーの活動量は、わが国に設置されている各常圧流動床ボイラーの蒸発量データから、一律にボイラー効率を 85%、年間稼働時間を 8,000 時間と仮定して算定している。

各施設の活動量 A_{FBi} の不確実性要因としては、以下の 3 つが考えられる。

蒸発量データの不確実性

ボイラー効率の不確実性

年間稼働時間の不確実性

A_{FBi} の不確実性は、これら 3 つの要因による不確実性を合成して、次式により算定する。

$$U_{FBi} = \sqrt{U_{Vi}^2 + U_{ci}^2 + U_{Ti}^2}$$

U_{FBi} : i 番目の常圧流動床ボイラーの活動量の不確実性

U_{Vi} : i 番目の常圧流動床ボイラーの蒸発量の不確実性

U_{ci} : i 番目の常圧流動床ボイラーのボイラー効率の不確実性

U_{Ti} : i 番目の常圧流動床ボイラーの年間稼働時間の不確実性

なお、ボイラー効率 については、活動量算定式の中に逆数を乗じる形で現れているが、積の場合と同様の仕方で合成できる (式の導出については、囲み参照)。

【商の場合の不確実性の合成】

$f(x,y)=x/y$ 、 $f(x,y)$ の分散を σ_f^2 、変数 x の分散を σ_x^2 、変数 y の分散を σ_y^2 とすると、誤差伝播の式として知られる式により σ_f^2 は次のように表される。

$$\sigma_f^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 \times \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \times \sigma_y^2 = \left(\frac{\sigma_x}{x}\right)^2 \times f^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y}\right)^2 \times f^2$$

正規分布を仮定すると、 $f(x,y)$ の不確実性 U_f 、 x の不確実性 U_x 、 y の不確実性 U_y は、それぞれ、

$$U_f = \frac{1.96 \times \sigma_f}{f}, \quad U_x = \frac{1.96 \times \sigma_x}{x}, \quad U_y = \frac{1.96 \times \sigma_y}{y},$$

となる。これらを上式に代入すると、

$$U_f = \sqrt{U_x^2 + U_y^2}$$

が得られる。

(7) 蒸発量の不確実性

各施設の蒸発量データは基本的に t/h の単位で与えられている。ここでは数字の丸め誤差を考慮して、蒸発量データの誤差を ± 0.5 t/h とし、蒸発量の不確実性 U_{Vi} を次式で与える。

$$U_{Vi} = 0.5/V_i$$

V_i : 施設 i の蒸発量 (t/h)

(1) ボイラー効率の不確実性

現在、ボイラー効率を平均で 85% と仮定して全施設一律に適用している。エネルギー・工業プロセス分科会委員による専門家判断によれば、ボイラー効率は最大で 95% 程度のものがあり得ることから、ボイラー効率の不確実性 U_{ci} を次式で与える。

$$U_{ai} = (0.95 - 0.85) / 0.85 = 0.118$$

(ウ) 年間稼働時間の不確実性

現在、年間稼働時間を平均で 8,000 時間と仮定して全施設一律に設定している。エネルギー・工業プロセス分科会委員による専門家判断によれば、年間稼働時間には最大 1,000 時間程度の誤差があり得るため、年間稼働時間の不確実性 U_{Ti} を次式で与える。

$$U_{Ti} = 1000 / 8000 = 0.125$$

表 63 常圧流動床ボイラーの活動量の不確実性の専門家判断結果

判断項目	判断結果	設定根拠
常圧流動床ボイラーの活動量 (ボイラー効率、年間稼働時間)	上述の通り。	上述の通り。

(ii) 加圧流動床ボイラーの活動量の不確実性評価方法

加圧流動床ボイラーの活動量は、関係者から施設ごとの年度間石炭消費量データの提供を受け、これを熱量換算して設定している。

各施設の活動量 A_{PFBi} の不確実性要因としては、以下の 2 つが考えられる。

石炭消費量データの不確実性

熱量換算に使用する発熱量の不確実性

A_{PFBi} の不確実性は、これら 2 つの要因による不確実性を合成して、次式により算定する。

$$U_{PFBi} = \sqrt{U_{Ci}^2 + U_{Cvi}^2}$$

U_{PFBi} : i 番目の加圧流動床ボイラーの活動量の不確実性

U_{Ci} : i 番目の加圧流動床ボイラーの石炭消費量データの不確実性

U_{Cvi} : i 番目の加圧流動床ボイラーの熱量換算に使用する発熱量の不確実性

(ア) 石炭消費量データの不確実性

各施設の石炭消費量データは、関係者から千 t/年の単位で提供を受けている。ここでは数字の丸め誤差を考えて、石炭消費量データの誤差を ± 0.5 千 t/年とし、不確実性 U_{Ci} を次式で与える。

$$U_{Ci} = 0.5 / C_i$$

C_i : 施設 i の年度間石炭消費量 (千 t/年)

(イ) 熱量換算に使用する発熱量の不確実性

石炭消費量の熱量換算には、2000 年改訂エネバラ表標準発熱量の輸入一般炭の値 (26.6MJ/kg) を使用している。ここでは、各施設で使用される石炭の性状がわが国の平均の性状からずれている可能性があることを考えて、発熱量の不確実性 U_{Cvi} を 10% とする。

$$U_{Cvi} = 0.1$$

2) 評価結果

常圧流動床ボイラーの各施設の活動量の不確実性は、多くの施設で 17～18%となる。各施設の活動量の不確実性を合成して、常圧流動床ボイラーの活動量全体の不確実性を算定すると、約 4%となる。

加圧流動床ボイラーの各施設の活動量の不確実性は、10%程度となる。各施設の活動量の不確実性を合成して、加圧流動床ボイラーの活動量全体の不確実性を算定すると、約 6%となる。

3) 評価方法の課題

- ・ 常圧流動床ボイラーの新設や休止・廃止状況の捕捉漏れによる誤差がないかどうかについて検討する必要がある。
- ・ これ以外については CH₄ と同様。

(c) 排出量

1) 評価方法

上で求めた排出係数と活動量の不確実性を合成することにより、排出量の不確実性を評価する。排出係数の不確実性としては、CH₄の場合と同様、特に断らない限り「個別値の不確実性」を用いる。

活動量として総合エネルギー統計と排出量総合調査のデータを使用する場合の不確実性の合成については、CH₄の場合と同様に行う。以下では、常圧および加圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量の不確実性について述べる。

(i) 常圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量の不確実性

常圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量 E_{FB} の不確実性 U_{FB} は、各施設からの排出量の不確実性を合成することにより算定する。

$$U_{FB} = \frac{\sqrt{\sum (EF_{FB} \times A_{FBi})^2 \times (U_{EFFB}^2 + U_{FBi}^2)}}{\sum (EF_{FB} \times A_{FBi})}$$

U_{FB} : 常圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量の不確実性

U_{EFFB} : 常圧流動床ボイラーの排出係数の不確実性

U_{FBi} : i 番目の常圧流動床ボイラーの活動量の不確実性

EF_{FB} : 常圧流動床ボイラーの排出係数 (kgN₂O/TJ)

A_{FBi} : i 番目の常圧流動床ボイラーの活動量 (TJ)

なお、総合エネルギー統計から排出量を算定している部分との重複を処理するため、ここでは常圧流動床ボイラーの排出係数およびその不確実性の値として、常圧流動床ボイラーの排出係数から固体燃料ボイラーの排出係数を差し引いた値およびその不確実性を使用している。

(ii) 加圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量の不確実性

加圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量 E_{PFB} の不確実性 U_{PFB} は、各施設からの排出量の不確実性を合成することにより算定する。

$$U_{PFB} = \frac{\sqrt{\sum (EF_{PFB} \times A_{PFBi})^2 \times (U_{EFPFB}^2 + U_{PFBi}^2)}}{\sum (EF_{PFB} \times A_{PFBi})}$$

- U_{PFB} : 加圧流動床ボイラーからの N₂O 排出量の不確実性
 U_{EFPFB} : 加圧流動床ボイラーの排出係数の不確実性
 U_{PFBi} : i 番目の加圧流動床ボイラーの活動量の不確実性
 EF_{PFB} : 加圧流動床ボイラーの排出係数 (kgN₂O/TJ)
 A_{PFBi} : i 番目の加圧流動床ボイラーの活動量 (TJ)

なお、常圧流動床ボイラーの場合と同様の方法で、総合エネルギー統計から排出量を算定している部分との重複を処理している。

(iii) 排出量全体の不確実性

排出量全体の不確実性 U_{total} は、上で求めた各排出量 E_i (総合エネルギー統計および排出量総合調査の活動量を使用する部分を含む) の不確実性 U_{Ei} を合成して、次式により計算される。

$$U_{total} = \frac{\sqrt{\sum (E_i \times U_{Ei})^2}}{\sum E_i}$$

- U_{total} : 排出量全体の不確実性
 E_i : 各排出源の排出量
 U_{Ei} : E_i の不確実性

2) 評価結果

N₂O 排出量全体の不確実性評価結果を表 64に示す。

表 64 N₂O 排出量の不確実性評価結果

2003 年度の 排出量 (GgCO ₂ 換算)	排出量の 不確実性 (%)
4,062	43%

(注) エネバラ表の改訂等によって、今後値が変化する可能性がある。

3) 評価方法の課題

CH₄ と同様。

今後の調査の方針

- ・ 特になし。