

温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（案）

エネルギー・工業プロセス分科会報告書 （各種炉（固定発生源からの非 CO₂ 排出）分野）

< 目 次 >

I . 各種炉（固定発生源からの非 CO ₂ 排出）分野	1
1 . 背景	1
2 . 固定発生源からの非 CO ₂ 排出（1A1,1A2,1A4）	2
(1) 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出（1A1,1A2,1A4）CH ₄	2
(2) 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出（1A1,1A2,1A4）N ₂ O	35

I. 各種炉（固定発生源からの非 CO₂ 排出）分野

1. 背景

固定発生源における燃料の燃焼に伴い、非 CO₂ ガスが発生する。以下では CH₄ と N₂O の排出について述べる。

CH₄ は燃料の不完全燃焼により発生する。従って、不完全燃焼を起こさないように燃焼管理を徹底すれば、CH₄ は発生しない。なお、コークス炉からの CH₄ 排出は工業プロセス分野で算定されており、この分野の排出量には含まれない。

N₂O は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生成する。従って、窒素分を多く含む燃料を使用すると、N₂O は発生しやすくなる。また、この生成反応の起こりやすさは温度条件に依存し、低温になるほど N₂O は発生しやすい。そのため、例えば流動床ボイラーのような、800～900 程度の低温で燃焼する炉の場合、N₂O の排出が大きくなる。また、N₂O は NO_x 除去用の触媒と NO_x の接触によっても発生することがある。

わが国におけるこの分野の排出量の算定は、Tier2 の国別の排出係数を使用して行う。活動量データとしては、基本的にわが国の総合エネルギー統計を用いるが、そのデータを炉種別に細分するために、大気汚染物質排出量総合調査のデータを間接的に使用している。

わが国の温室効果ガス総排出量に対するこの分野からの排出量の寄与は小さい。その中で相対的に寄与の大きいものとして、流動床ボイラーからの N₂O 排出がある。わが国では 1990 年以降流動床ボイラーの新設が進んでおり、この分野からの排出量の増加に寄与している。

2. 固定発生源からの非 CO₂ 排出 (1A1,1A2,1A4)

(1) 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出 (1A1,1A2,1A4) CH₄

背景

固定発生源において燃料を燃焼させると、不完全燃焼によって CH₄ が発生する。このプロセスから発生する CH₄ 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) CH₄」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 CH₄ の量。

なお、コークス炉からの CH₄ 排出については、工業プロセス分野で算定する。

(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 (kgCH₄)

EF_{ij} : 第 i 燃料種、第 j 炉種の排出係数 (kgCH₄/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 CH₄ の量 (kg)。

(b) 設定方法

我が国の各種固定発生源における CH₄ 排出濃度実測調査結果を元に、燃料種別、炉種別の CH₄ 排出係数を設定する。

設定された CH₄ 排出係数の一覧を表 1 に示す。

表 1 燃料種別、炉種別 CH₄ 排出係数一覧 (単位: kgCH₄/TJ)

炉種	燃料種	排出係数	備考
ボイラー	C 重油、B 重油、原油	0.109	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	0.262	データの平均値
ボイラー	気体燃料	0.235	データの平均値
ボイラー	一般炭、コークス、その他固体燃料	0.137	データの平均値
ボイラー	木材、木炭	754	データの平均値
ボイラー	パルプ廃液	4.32	データの平均値
金属(銅、鉛および亜鉛を除く)精錬用焼結炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	316	データの平均値
ペレット焼成炉(鉄鋼用、非鉄金属用)	固体燃料、液体燃料、気体燃料	1.72	データの平均値
金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉	液体燃料、気体燃料	0.4311	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	0.1627	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)	0.05411	データの平均値
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	固体燃料、液体燃料、気体燃料	1.52	データの平均値
骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鋳型乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	296	データの平均値
洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	6.68	データの平均値
電気炉	電気	136	データの平均値
その他の工業炉	固体燃料	1314	データの平均値
その他の工業炉	液体燃料	0.8314	データの平均値
その他の工業炉	気体燃料	2.36	データの平均値
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	0.8111	データの平均値
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	0.708	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	546	データの平均値
家庭で使用される機器	固体燃料	290	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	9.5	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	4.5	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	290	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

我が国では、固定発生源からの非 CO₂ 排出に関して過去に多数の実測調査が行われ、データが蓄積されている。

収集された実測データを元に、以下の手順で燃料種別、炉種別の排出係数を設定する。

(i) 実測データからの排出係数の算定

燃焼設備からの CH₄ 排出係数は、煙道における排ガス中 CH₄ 濃度および O₂ 濃度から、次式により計算できる。

$$EF = C_{CH_4} \times \{G_0' + (m - 1) \times A_0\} \times MW / V_m / GCV$$

EF : 排出係数 (kgCH₄/TJ)

C_{CH₄} : 排ガス中の CH₄ 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)

- A_0 : 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 : CH₄の分子量 (定数)=16 (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)

ただし、空気比 m は、排ガス中 O₂ 濃度を用いて近似的に次式で与える。

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

C_{O_2} : 排ガス中の O₂ 濃度 (%)

算定に使用する燃料種ごとの理論排ガス量 (乾き)、理論空気量および高位発熱量を表 2 に示す。

また、電気炉については次式により排出係数が計算できる。

$$EF = C_{CH_4} \times G \times MW / V_m / H$$

EF : 排出係数 (kgCH₄/TJ)
 C_{CH_4} : 排ガス中の CH₄ 濃度 (ppm)
 G : 単位時間あたりの実測乾き排ガス量 (m³_N/h)
 MW : CH₄の分子量 (定数)=16 (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)

以上より、電気炉以外の施設の場合は煙道における排ガス中 CH₄ 濃度および O₂ 濃度を測定すれば、表 2 のデータを用いて、その施設の CH₄ 排出係数が算定できる。また、電気炉の場合は排ガス中の CH₄ 濃度、単位時間あたりの実測乾き排ガス量および単位時間あたりの発生熱量を測定すれば、その施設の CH₄ 排出係数が算定できる。

なお、同一の施設で複数回の測定が行われている場合には、各々の測定結果から得られた排出係数の平均値をもってその施設の排出係数とする。

表 2 燃料種ごとの高位発熱量、理論排ガス量、理論空気量

燃料種	固有単位	理論排ガス量(乾)	高位発熱量	理論空気量	備考
		m ³ N/l,kg,m ³ N	kJ/l,kg,m ³ N, kWh	m ³ N/l,kg,m ³ N	
A 重油	l	8.900	39,100	9.500	1
B 重油	l	9.300	40,400	9.900	1
C 重油	l	9.500	41,700	10.100	1
軽油	l	8.800	38,200	9.400	1
灯油	l	8.400	36,700	9.100	1
原油	l	8.747	38,200	9.340	1
ナフサ	l	7.550	34,100	8.400	1
その他液体	l	9.288	37,850	9.687	2
その他液体(重質)	l	9.064	37,674	9.453	2
その他液体(軽質)	l	9.419	35,761	9.824	2
石炭(一般炭)	kg	7.210	26,600	7.800	1
コークス	kg	7.220	30,100	7.300	1
木材	kg	3.450	14,367	3.720	2
木炭	kg	7.600	30,500	7.730	3
その他固体	kg	7.000	33,141	7.000	2
都市ガス	m ³	9.850	46,047	10.949	2
C O G(コークス炉ガス)	m ³	4.500	21,100	4.800	1
B F G(高炉ガス)	m ³	1.460	3,410	0.626	1
L N G(液化天然ガス)	kg	11.766	54,500	13.093	1
L P G(液化石油ガス)	kg	11.051	50,200	12.045	1
L D G(転炉ガス)	m ³	2.200	8,410	1.500	1
製油所ガス(オフガス)	m ³	11.200	44,900	12.400	1
その他気体	m ³	4.587	28,465	4.096	2
その他気体(石油)	m ³	7.889	40,307	7.045	2
その他気体(鉄鋼)	m ³	2.812	19,097	2.511	2
その他気体(鋳業)	m ³	3.396	38,177	3.032	2
その他気体(その他)	m ³	4.839	23,400	4.321	2
パルプ廃液	kg	3.245	13,898	3.499	2
電力	kWh		3,600		1

注 1) 理論ガス量及び理論空気量は、「大気汚染物質排出量総合調査」における標準値である。ただし、都市ガス、LNG、LPGについては、成分データから試算した値を採用した。なお、都市ガスの成分については、都市ガス(13A)の成分で代表できるものとみなした。高位発熱量については、備考欄が1のものは「総合エネルギー統計」の標準発熱量のデータを用いたもの、備考欄が2のものは「大気汚染物質排出量総合調査」の標準値(1992年度実績ベース)を用いて設定したものである。なお、石炭(一般炭)の高位発熱量は「一般炭(輸入炭)」の高位発熱量を用いている。また、備考欄が3のものは、文献等を元に、2005年度の本検討会で設定したものである。

(ii) 燃料種別、炉種別の平均排出係数の算定

上のようにして求められた各施設のCH₄排出係数を、燃料種別、炉種別に区分した上で平均することで排出係数を設定する。燃料種、炉種の区分の詳細については、次項(「2)燃料種別、炉種別のCH₄排出係数」)で述べる。

平均値を求める際には、有意水準1%のt検定を実施し、棄却されたデータについては異常値と見て平均値の算定には使用しないようにする。ただし、別途実施する専門家判断により、当該データは除外すべきでないとは判断された場合には、この限りではない。また、検定により棄却されない場合でも、専門家の判断によって異常値であると判定された場合には、当該データは平均

値の算定には使用しない。

なお、以下の記述で「固体燃料」「液体燃料」「気体燃料」と言う場合、それぞれ表 3に示す燃料種を指す。

表 3 固定発生源からの非 CO₂ 排出 (1A1,1A2,1A4) で用いる燃料種の区分

固体燃料	一般炭、コークス、木材、木炭、その他固体燃料
液体燃料	A重油、B重油、C重油、軽油、灯油、原油、ナフサ、その他液体燃料(ガソリン等)
気体燃料	都市ガス、LPG、LNG、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス、製油所ガス(オフガス)、その他気体燃料

即ち、常温・常圧でそれぞれ固体、液体、気体であるかどうかを分類の基準として用いている。他方、IPCC ガイドラインの燃料種の区分では、二次燃料についてはその燃料が生成する元になった燃料種の分類が適用される。そのため例えば原料炭起源のコークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガスなどは固体燃料 (Solid) に分類されることになる。我々がここで IPCC の区分を採用しないのは、排出係数の設定に際し、燃料の性状および燃焼条件の違いを主として考慮に入れているためである。

なお、ここで設定した区分は、固定発生源からの非 CO₂ 排出における排出係数の設定と排出量の算定の際にのみ用いるものである。条約事務局に排出量を報告する際には、IPCC の区分に従って燃料種を区分し直した上で排出量を報告する。

2) 燃料種別、炉種別の CH₄ 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 CH₄ 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 4から表 24で使用されている記号・番号についての凡例を次に示す。

<p>【表 4から表 24で使用されている記号・番号の凡例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表中で* 1のついてるデータは、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 4から表 24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9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 4 ボイラー (C重油、B重油、原油) の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
その他・連続	C重油	2.5	0.5	0.093	-0.260	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	0.235	0.050	-0.353	2
ボイラー (電力用) 重油噴霧燃焼式連続炉単胴放射形	C重油	11.0	1.2	0.424	-0.230	23
その他・連続	C重油	5.8	3.32	*1 0.759	*1 0.329	14
ボイラー (その他) 円筒型液体燃焼炉・連続	C重油	15.5	0.8	*3 0.405	*3 -0.784	7
		15.5	0.5			
		15.5	0.57			
円筒型液体燃焼炉・連続	C重油	5.1	0.61	0.124	-0.288	7
		5.1	0.55			
		5.1	0.54			
その他・連続	C重油	8.6	0.57	0.161	-0.366	9
その他・連続	C重油	1.4	0.2	0.035	-0.299	29
その他・連続	C重油	4.0	0.07	0.014	-0.370	29
その他・連続	C重油	1.5	0.19	0.033	-0.302	29
その他・連続	C重油	4.0	0.04	0.008	-0.377	29
	B重油、C重油、原油単純平均			0.105	-0.316	

表 5 ボイラー (A重油、軽油、灯油、ナフサ、その他液体燃料) の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ボイラー (その他 (炉筒煙管式))・連続	A重油	6.7	0.09	0.022	-0.437	4
蒸気ボイラー・連続	A重油	11.0	1.4	0.495	-0.161	23
	A重油他単純平均			0.258	-0.299	

(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5施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 6 ボイラー (気体燃料) の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ボイラー (電力用) その他・連続	LNG	3.8	0.16	0.030	-0.347	10
		3.8	0.14			
		3.8	0.13			
		3.9	0.2			
その他・連続	LNG	1.8	2.11	0.358	0.021	14
ボイラー (電力用)	LNG	3.2	* ³ 8.2	0.093	-0.272	30
			0.5			
			0.5			
ボイラー (電力用)	LNG	14.5	1.05	0.522	-0.412	8
		13.6	0.97			
		14.0	1.1			
連続	都市ガス(13A)	9.8	0.5	0.150	-0.420	30
		9.7	0.5			
		9.7	0.5			
気体燃料単純平均				0.231	-0.286	

(ウ) ボイラー (固体燃料 (木材、木炭を除く))

固体燃料ボイラー (木材、木炭を除く) については、一般炭を燃料とする7施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 7 ボイラー (固体燃料 (木材、木炭を除く)) の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ストーカ炉・連続	一般炭	10.5	0.38	0.153	-0.601	4
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	7.6	0.35	0.109	-0.482	1
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	5.4	0.25	0.067	-0.441	4
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	5.4	0.36	0.098	-0.409	12
			0.38			
			0.37			
微粉炭燃焼炉・連続	石炭	5.5	0.27	0.072	-0.438	28
ストーカ炉・バッチ	一般炭	13.5	2.1	* ¹ 1.198	* ¹ 0.143	4
微粉炭燃焼炉・連続	一般炭	8.2	0.3	0.098	-0.520	16
微粉炭燃焼炉・連続 (単胴放射自然循環)	一般炭	7.0	1.2	0.318	-0.247	13
			1			
			1			
固体燃料単純平均				0.131	-0.448	

(I) ボイラー (木材、木炭)

木材・木炭ボイラーについては、木材を燃料とする 4 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 8 ボイラー (木材、木炭) の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ストーカ炉・連続	木材	7.9	* ³ 0.8	* ³ 0.178	* ³ -0.350	30
		7.3	* ³ 0.5			
		8.0	* ³ 0.6			
流動床炉・連続	木材	7.7	561	156.299	155.774	4
ストーカ炉	木材	5.8	170	49.015	48.544	30
		6.2	180			
		6.5	240			
固定床炉・連続	木材	16.6	94	81.715	80.126	16
固定床炉・連続	木材	15.8	17.2	12.616	11.272	16
木材単純平均				74.911	73.929	

(オ) 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 9 ボイラー (パルプ廃液) の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
その他 (圧力噴霧式)・連続	パルプ廃液	3.0	24.4	4.801	4.423	4
その他・バッチ	パルプ廃液	* ³ 10.5	0.38	* ³ 0.132	* ³ -0.516	26
連続	パルプ廃液	4.2	28.8	3.841	3.431	30
		4.5	18.7			
		4.6	6.4			
パルプ廃液単純平均				4.321	3.927	

(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) 金属（銅、鉛および亜鉛を除く）精錬用焼結炉

金属（銅、鉛および亜鉛を除く）精錬用焼結炉については、鉄鋼用焼結炉の6施設の平均値を使用して排出係数を設定する。他の工業炉と比較して、CH₄排出係数はかなり大きい。

表 10 金属（銅、鉛および亜鉛を除く）精錬用焼結炉の
CH₄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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
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	64.4	34.025	33.031	5
		13.6	60.9			
		13.6	59.2			
焼結炉 (鉄鋼用)	石炭、ブリーズ (粉コークス)	13.8	25.52	15.186	14.086	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	158	* ² 88.505	* ² 87.408	12
		15.0	144			
		15.1	135			
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	13.4	8.920	7.669	6
		15.7	12.6			
		15.9	12.6			
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス炉ガス	12.7	14.5	6.447	5.698	30
		12.9	17.2			
		12.8	15.9			
焼結炉 (鉄鋼用・ドワイトロイド式)	コークス	12.2	75	31.647	30.897	30
		12.5	74			
		12.1	80			
金属精錬用焼結炉単純平均				30.788	29.798	

(イ) ペレット焼成炉（鉄鋼用、非鉄金属用）

ペレット焼成炉（鉄鋼用、非鉄金属用）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 11 ペレット焼成炉（鉄鋼用、非鉄金属用）の
CH₄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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ペレット焼成炉 (鉄鋼用)	一般炭 (コークス炉ガス)	12.7	1.22	0.637	-0.316	5
		12.7	1.25			
		12.7	1.25			
ペレット焼成炉 (鉄鋼用)	石炭	17.3	2.36	2.768	0.628	28
ペレット焼成炉単純平均				1.703	0.156	

(ウ) 金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉

金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉については、11 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

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 12 金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	C 重油	6.5	0.85	0.207	-0.244	5
		6.5	0.93			
		6.5	0.81			
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	その他気体燃料 (鉄鋼)	10.7	1	0.203	-0.142	20
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	C 重油	7.9	1.08	0.288	-0.211	21
金属圧延加熱炉 (鉄鋼、連続)	MIX ガス (COG,BFG,LDG)	10.1	1.41	0.515	0.006	21
金属圧延加熱炉 (その他、バッチ)	都市ガス(13A)	9.4	1.8	0.523	-0.031	19
金属加熱処理炉 (鉄鋼、連続)	都市ガス(13A)	9.1	0.71	0.201	-0.339	24
金属加熱処理炉 (鉛浴炉)	都市ガス(13A)	16.2	2	1.452	0.115	24
金属加熱処理炉 (鉄鋼、バッチ)	都市ガス(9-14Mcal)	10.4	2.9	0.926	0.321	20
金属加熱処理炉 (鉄鋼、バッチ)	灯油	12.9	0.2	0.089	-0.737	20
金属加熱炉 (その他、バッチ)	都市ガス(13A)	14.6	0.37	0.202	-0.801	27
		14.6	0.49			
		14.6	0.26			
金属鍛造炉 (鉄鋼、バッチ)	L P G	11.5	0.3	0.109	-0.573	20
金属鍛造炉 (鉄鋼、バッチ)	ナフサ	18.7	1.8	*1 2.860	-0.032	20
金属圧延加熱炉等単純平均				0.429	-0.222	

(I) 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 13 石油加熱炉の CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
石油加熱炉 (イソフロー)	LNG、オフガス	5.0	0.71	0.141	-0.265	27
			0.64			
			0.68			
石油加熱炉 (イソフロー)	LPG	3.8	2.7	0.319	-0.070	30
			4.6			
			4.7			
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	77.69	*1 17.560	*1 17.119	28
石油加熱炉 (アップドラフト)	LPG	3.9	37.2	2.774	2.392	30
			4.4			
			3.9			
石油加熱炉 (接触改質装置加熱炉)	精油所ガス	6.4	0.1	0.017	-0.493	8
			6.4			
			6.3			
石油加熱炉 (中間留出油水素化脱硫装置加熱炉)	精油所ガス	4.6	0.14	0.027	-0.427	8
			4.5			
			4.6			
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.9	0.12	0.027	-0.409	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.0	0.06	0.011	-0.362	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.4	1.8	0.415	-0.034	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.2	0.1	0.023	-0.421	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.1	0.35	0.074	-0.342	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.0	0.03	0.007	-0.432	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.1	0.02	0.004	-0.371	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.1	0.15	0.032	-0.385	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	2.1	0.04	0.008	-0.387	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.0	0.12	0.025	-0.389	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	10.0	0.17	0.061	-0.617	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.4	0.23	0.050	-0.374	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	4.2	0.17	0.039	-0.405	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.2	0.06	0.011	-0.365	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.2	0.05	0.011	-0.408	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	2.9	0.08	0.017	-0.395	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.5	0.04	0.008	-0.375	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.8	0.08	0.018	-0.416	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	1.1	0.04	0.008	-0.367	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	3.0	0.09	0.019	-0.395	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	2.4	0.07	0.014	-0.387	29
石油加熱炉 (ボックス)	精油所オフガス	10.0	0.11	0.039	-0.639	29
石油加熱炉単純平均				0.155	-0.279	

(オ) 触媒再生塔

触媒再生塔については、11 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。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 14 触媒再生塔の CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	1.5	4.5	* ¹ 0.665	* ¹ 0.373	11
		1.4	4.1			
		1.5	3.7			
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	1.4	0.23	0.037	-0.254	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.6	0.11	0.019	-0.291	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.5	0.83	0.128	-0.150	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.1	0.43	0.065	-0.208	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.2	0.12	0.020	-0.283	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	1.8	0.07	0.012	-0.285	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	3.5	0.14	0.025	-0.301	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.5	0.83	0.128	-0.150	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	0.0	0.73	0.110	-0.161	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.0	0.15	0.025	-0.275	29
触媒再生塔	その他固体燃料 (炭素)	2.0	0.14	0.023	-0.277	29
触媒再生塔単純平均				0.054	-0.240	

(カ) 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

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、その他の焼成炉については、レンガ焼成炉の 2 施設の平均値を使用して排出係数を設定する。

表 15 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、その他の焼成炉の CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
レンガ焼成炉 (トンネルキルン)	A 重油	17.1	1.47	1.358	-0.324	16
レンガ焼成炉 (トンネルキルン)	A 重油	18.1	1.38	1.719	-0.543	16
レンガ焼成炉単純平均				1.538	-0.434	

(キ) 骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鋳型乾燥炉

骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鋳型乾燥炉については、骨材乾燥炉の6施設の平均値を使用して排出係数を設定する。他の工業炉と比較して、CH₄ 排出係数はかなり大きい。

表 16 骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鋳型乾燥炉の

CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
骨材乾燥炉	A重油	14.8	6.77	3.893	2.838	17
骨材乾燥炉	A重油	17.7	11.8	15.855	13.867	5
		17.7	17.1			
		17.7	14.6			
骨材乾燥炉	A重油	16.2	69	45.436	44.079	12
		16.2	63.7			
		16.1	50.5			
骨材乾燥炉 (ドラム型)	A重油	16.0	5.25	3.886	2.574	25
			6.14			
			5.02			
			5.24			
骨材乾燥炉	灯油	* ³ 2.0	4.13	* ³ 0.752	* ³ 0.400	19
骨材乾燥炉	灯油	15.4	34.8	27.063	25.867	27
			34.7			
			55.3			
骨材乾燥炉 (熱風乾燥炉)	都市ガス	20.0	21.5	76.318	69.898	19
	セメント等乾燥炉単純平均			28.742	26.520	

(ク) 洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉

洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉については、その他の乾燥炉の8施設の平均値を使用して排出係数を設定する。他の工業炉と比較して、CH₄ 排出係数はやや大きい。

表 17 洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉の

CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
その他乾燥炉 (原土)	C重油	17.6	0.81	0.857	-1.066	16
その他乾燥炉 (ビート)	C重油	17.7	2.36	2.574	0.592	16
その他乾燥炉	A重油	18.3	2.1	2.812	0.382	22
その他乾燥炉 (汚泥)	灯油	19.5	7	17.262	12.798	15
その他乾燥炉 (汚泥)	灯油	19.4	2.5	5.777	1.593	15
その他乾燥炉 (染料)	都市ガス	19.5	1.89	4.462	0.182	14
その他乾燥炉 (直接熱風乾燥炉)	都市ガス(13A)	19.8	4.33	12.934	7.584	27
			4.78			
			4.02			
その他乾燥炉 (乾燥炉、脱臭炉)	LNG	16.7	7.62	6.253	4.745	24
	その他乾燥炉単純平均			6.616	3.351	

(ケ) 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 18 電気炉の CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正 なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正 あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
電気炉 (製鋼用アーク炉)	電気	4.9	19,000.0	2.3	6.232	1.246	13
		4.9	19,000.0	2.2			
		4.9	19,000.0	2.3			
		4.9	19,000.0	2.2			
電気炉 (製鋼用アーク炉)	電気	10.1	107,000.0	2.1	15.417	1.769	30
		10.1	107,000.0	2			
		10.1	107,000.0	2			
電気炉 (製鋼用アーク炉)	電気	79.2	90,000.0	1.1	1.055	-0.406	30
		79.2	90,000.0	1.2			
		79.2	90,000.0	1.6			
電気炉 (製鋼用低周波誘導炉)	電気	10.8	89,900.0	2.4	12.486	1.784	30
		10.8	89,900.0	2			
		10.8	89,900.0	1.9			
低周波溝型電気炉	電気	9.7	66,000.0	6.6	32.011	* ² 23.280	23
電気炉 (高周波るつぼ型誘導炉)	電気	5.3	15,500.0	4.6	9.664	5.882	17
電気炉単純平均					12.811	5.593	

(1) 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、無機化学工業品用焼結炉、か焼炉、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、セメント製造用焼成炉、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、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 19 その他の工業炉（固体燃料）の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
焙焼炉 (石灰焙焼炉)	コークス、石灰石	1.3	39	7.128	6.795	24
金属溶解炉 (鉄鋼精錬用・キュボラ)	コークス	15.0	2.58	1.634	0.543	27
			2.72			
			2.81			
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	11.5	0.85	0.291	-0.398	11
			0.77			
			0.67			
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	12.7	67.1	30.189	29.400	5
			54.15			
			86.28			
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	16.5	1.71	1.379	-0.076	14
金属溶解炉 (鉄鋼鑄造用・キュボラ)	コークス	16.8	2.41	2.083	0.524	22
セメント焼成炉 (乾式 S P 型)	一般炭	10.5	1.86	0.750	-0.004	26
セメント焼成炉 (乾式 S P 型)	一般炭	12.2	6.38	3.088	2.188	26
セメント焼成炉 (乾式 S P 型)	一般炭	10.5	3.9	1.599	0.845	13
			4.1			
			3.9			
セメント焼成炉 (乾式 N S P 型)	一般炭	14.7	4.53	2.877	1.620	5
			4.43			
			3.69			
セメント焼成炉 (乾式 N S P 型)	一般炭	11.5	78	34.878	34.045	22
セメント焼成炉 (乾式 N S P 型)	一般炭	10.0	22.8	8.756	8.036	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	7.83	5.370	4.239	25
			8.78			
			9.8			
			8.66			
溶鋳炉 (亜鉛用)	コークス	14.0	240	* ² 82.848	* ² 81.912	13
			120			
			120			
固体燃料単純平均				13.062	12.119	

表 20 その他の工業炉（液体燃料）の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
焙焼炉 (石灰焙焼炉)	灯油	11.1	0.8	0.290	-0.387	20
焙焼炉 (塩酸回収用焙焼炉・円筒堅型)	灯油	7.3	0.82	0.211	-0.277	21
焼結炉 (無機化学工業品用)	灯油	15.0	1.5	0.864	-0.245	30
		14.9	1.4			
		15.0	1.4			
焼結炉 (無機化学工業品用)	灯油	16.8	1.5	1.231	-0.339	30
		16.7	1.4			
		16.7	1.4			
か焼炉 (非鉄金属用)	エチレンボトム	13.2	1.1	0.547	-0.335	30
		13.2	1.2			
		13.1	1.1			
か焼炉 (無機化学工業品用)	灯油(その他気体燃料)	14.0	0.7	0.380	-0.577	13
		14.0	0.7			
		14.0	0.8			
金属溶解炉 (アルミ鑄造用・傾斜式反射炉)	灯油	18.4	2.14	3.032	0.457	22
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油	12.5	1.1	0.416	-0.313	9
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油	7.7	5	1.389	* 2 0.899	11
		7.7	5.3			
		7.6	5.6			
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油	13.0	1.85	0.920	0.103	27
			2.16			
			2.21			
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	0.7	0.230	-0.381	2
ガラス溶融炉 (タンク炉)	C 重油(都市ガス)	7.5	2.76	0.698	0.218	14
反応炉 (無機化学工業品用)	A 重油	15.0	1.34	0.799	-0.294	22
直火炉 (熱風発生炉)	A 重油	19.6	1.78	* 1 4.614	-0.072	24
溶解炉 (亜鉛用その他)	灯油	15.7	1.2	0.676	-0.388	30
		14.2	1.2			
		13.9	1.1			
液体燃料単純平均				0.835	-0.129	

表 21 その他の工業炉（気体燃料）の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
焙焼炉 (流動焙焼炉)	転炉ガス	13.9	1	0.278	-0.407	30
		14.0	0.5			
		14.0	0.4			
か焼炉 (無機化学工業品用)	都市ガス(13A)	17.4	4.8	4.343	2.576	30
		17.4	4.4			
		17.3	4.3			
ペレット焼成炉 (無機化学工業品用)	L P G (プロパン)	19.2	1.7	3.444	-0.029	30
		19.1	1.8			
		19.1	1.9			
反応炉 (連続式黒化熱処理炉)	都市ガス(電気)	10	3.9	1.198	0.614	23
直火炉 (排気炉)	都市ガス	19	2.5	4.416	1.206	23
溶鋳炉 (亜鉛用)	高炉ガス	0.1	0.17	0.052	-0.185	28
気体燃料単純平均				2.289	0.629	

(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 11 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 22 ガスタービンの CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス	15.0	8.1	3.926	2.856	11
		15.0	5			
		15.0	7.3			
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス(13A)	15.5	0.255	0.161	-1.006	19
ガスタービン (常用、水噴霧)	L N G	15.0	3.6	2.100	1.018	19
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス(13A)	15.7	0.87	0.518	-0.693	27
			0.79			
			0.71			
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス(13A)	18.4	0.26	0.330	-2.140	27
			0.22			
			0.25			
ガスタービン (常用、水噴霧)	都市ガス	15.5	0.14	0.086	-1.081	5
		15.5	0.12			
		15.5	0.15			
ガスタービン (常用、水噴霧・触媒脱硝)	都市ガス	15.0	0.99	0.572	-0.498	14
ガスタービン (常用、触媒脱硝)	都市ガス	16.2	0.78	0.566	-0.771	14
ガスタービン (常用、水噴霧) 単筒缶型	都市ガス(13A)	15.9	0.45	0.307	-0.952	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	27.9	* ¹ 16.983	* ¹ 15.856	24
ガスタービン (常用)	A 重油	14.7	0.4	0.149	-0.871	30
		14.5	0.2			
		14.5	0.2			
ガスタービン (常用)	L N G	13.9	0.5	0.245	-0.669	30
		13.9	0.5			
		13.9	0.5			
ガスタービン単純平均				0.815	-0.437	

(イ) ディーゼル機関

ディーゼル機関については、8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 23 ディーゼル機関の CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ディーゼル機関(常用)	C重油	13.8	1.36	0.672	-0.236	26
ディーゼル機関(常用)	C重油	12.9	1.25	0.548	-0.260	26
ディーゼル機関(常用)	A重油	15.5	100	* ¹ 65.168	* ¹ 63.975	9
		15.5				
		15.5				
ディーゼル機関(常用)	A重油	10.2	1.37	0.447	-0.160	19
ディーゼル機関(常用)	A重油	12.5	0.56	0.235	-0.540	5
		12.5				
		12.6				
ディーゼル機関(常用)	A重油	13.1	1.22	0.573	-0.265	12
		13.2				
		13.2				
ディーゼル機関(常用)	C重油	13.5	1.7	0.794	-0.078	13
		13.5				
		13.5				
		13.5				
ディーゼル機関(常用)	A重油	13.7	1.8	0.806	-0.093	13
		13.7				
		13.7				
		13.7				
ディーゼル機関	A重油	18.0	1.3	1.565	-0.622	23
	ディーゼル機関単純平均			0.705	-0.282	

(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6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 24 ガス機関、ガソリン機関の
CH₄ 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 CH ₄ 測定濃度 (ppm)	排出係数 (吸気補正なし) (kgCH ₄ /TJ)	排出係数 (吸気補正あり) (kgCH ₄ /TJ)	出典
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス	0.0	730	111.541	111.235	9
		0.0				
		0.0				
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス	0.0	650	99.827	99.521	11
		0.0				
		0.0				
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス(13A)	0.0	83	12.682	12.376	19
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス	0.0	450	62.188	61.882	5
		0.0				
		0.0				
ガス機関 (常用、三元触媒)	都市ガス(13A)	6.7	172	37.644	37.195	27
			146			
			168			
ガス機関 (常用、希薄燃焼)	都市ガス(13A)	11.0	2,167	注)*1 909.242	注)*1 908.352	19
		14.4	1,900			
			1,829			
			1,814			
ガス機関 (アンモニア接触還元法)	L P G	12.7	5.37	2.259	1.472	12
		12.8	5.22			
		12.8	5.43			
ガス機関単純平均				54.357	53.947	

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。なお、このデータは有意水準 1%の棄却検定で棄却された。

(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 CH₄ 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 300kgCH₄/TJ、木炭 (Charcoal) が 200kgCH₄/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。

なお、IPCC デフォルト値は低位発熱量で記載されているため、我が国で使用する排出係数は、これを高位発熱量に換算したものを使用する。換算には、IEA の便宜的な換算係数を用いる。換算式は以下の通りである。

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)

なお、都市ガスと LPG にはいずれも換算係数 0.9 を適用し、高位発熱量ベースで排出係数が同じ値となるように設定する。

また、木材、木炭などのバイオマス燃料については、換算係数を石炭・石油と同一の 0.95 とする。

表 25 家庭で使用される機器の CH₄ 排出係数

燃料種	CH ₄ 排出係数 (kgCH ₄ /TJ)	デフォルト値 (原典通り) (kgCH ₄ /TJ)
一般炭、練豆炭	290	300
灯油	9.5	10
都市ガス、LPG	4.5	5
バイオマス (木材、木炭等)	290	300

(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

表 26 排出係数実測データの出典

	出典
1	北海道(1991):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査結果報告書
2	兵庫県(1991):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
3	大阪市(1991):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査
4	北海道(1992):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査結果報告書
5	兵庫県(1992):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
6	北九州市(1992):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
7	兵庫県(1993):固定発生源からの温室効果ガス排出係数作成調査
8	兵庫県(1994):固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
9	神奈川県(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
10	新潟県(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
11	大阪府(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
12	広島県(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
13	福岡県(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
14	大阪市(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
15	神戸市(1995):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
16	北海道(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
17	石川県(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
18	京都府(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
19	大阪府(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
20	兵庫県(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
21	広島県(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
22	福岡県(1996):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
23	京都府(1997):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
24	兵庫県(1997):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
25	福岡県(1997):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
26	社団法人大気環境学会(1996):温室効果ガス排出量推計手法調査報告書 - 排出量推計手法 -
27	大阪府(1999):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
28	兵庫県(2000):固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
29	財団法人エネルギー総合工学研究所(2000):大気環境負荷低減に資する燃料の品質動向に関する調査報告書
30	平成11年度温室効果ガス排出量算定方法検討会実測データ
31	電気事業連合会提供データ

表 27 燃料種別の理論排ガス量、理論空気量の出典

資料名	「大気汚染物質排出量総合調査」, 環境省環境管理局
対象データ	燃料種別の理論排ガス量、理論空気量

表 28 燃料種別の高位発熱量の出典

資料名	・「総合エネルギー統計」, 資源エネルギー庁長官官房総合政策課 ・「大気汚染物質排出量総合調査」, 環境省環境管理局
対象データ	・エネルギー源別標準発熱量

- ・ 阿部房子、「森林バイオマスの熱化学的研究」、林業試験場研究報告、No.352、1988(木炭の高位発熱量の出典)
- ・ 1996年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

- 1) ボイラー
 - ・ ボイラーの規模や用途の違いによって排出実態が異なっている可能性がある。
- 2) 工業炉
 - ・ 電気炉に関しては、何を溶解しているかなどによって、排出実態が異なっている可能性がある。
 - ・ ガス発生炉など、排出係数の設定が困難である、実測事例が存在しない等の理由で現在排出係数を設定していない炉について、排出係数を設定する必要があるかどうか検討する必要がある。
 - ・ 炉種・燃料種の分類の妥当性について精査する必要がある。
- 3) 内燃機関
 - ・ 特になし。
- 4) 家庭で使用される機器
 - ・ IPCC デフォルト値を使用しているため、我が国の実態に即していない可能性がある。
- 5) 全般
 - ・ この排出源の、我が国における温室効果ガス総排出量や不確実性に占める寄与度の評価を踏まえ、実測データの充実が必要な炉種、燃料種を把握していく。

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

総合エネルギー統計の各燃料種の部門別 (エネルギー転換部門、産業部門、業務部門、家庭部門) の燃料消費量を、炉種別に分割することにより活動量を算定する。なお、産業部門については業種別に細分して算定する。

燃料の燃焼からの CO₂ 排出の算定の際には、総合エネルギー統計の燃料消費量データを使用している。しかし総合エネルギー統計では、固定発生源における炉種別の燃料消費量は把握されていない。我が国には、固定発生源における炉種別・燃料種別の燃料消費量を把握できる統計として、「大気汚染物質排出量総合調査」(以下、排出量総合調査)のデータが存在している。そこで、同調査のデータを使用して炉種別の燃料消費量割合を推計する。

活動量の算定式は以下ようになる。

$$A_{ijk} = A_{EBik} \times w_{ijk}$$

- 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。

排出量総合調査は概ね 3 年に一度悉皆調査が実施されている。悉皆調査が実施されていない年度については、直近の悉皆調査年度のデータを代用する。

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 : 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。

4) 手順 4 : 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。

5) 手順 5 : 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 29 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

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

(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 30 炉種別燃料消費量の出典

資料名	「大気汚染物質排出量総合調査」, 環境省環境管理局
対象データ	悉皆調査年度の年度間燃原料使用量(1989,1992,1995,1996, 1999 年度)

表 31 燃料種別、部門別燃料消費量の出典

資料名	「総合エネルギー統計」, 資源エネルギー庁長官官房総合政策課
発行日	2005 年 5 月
記載されている最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	燃料種別、部門別エネルギー消費量(各年度のエネルギーバランス表)

(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。
- ・ 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。
- ・ 排出量総合調査の燃料消費量には、カーボンブラック製造施設など、別途工業プロセス分野で排出量算定対象となっている施設における燃料消費量が含まれている場合がある。本来であれば、排出量総合調査の燃料消費量の集計の際にこのような施設の燃料消費量を控除すべきであるが、控除分の把握が困難であるため、現在控除を行っていない。そのため現在の活動量設定方法では、炉種別の燃料消費量割合に、一部歪みが生じている可能性がある。
- ・ 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 32 1990～2003 年度の CH₄ 排出量 (単位: GgCO₂ 換算)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出量	494	486	501	512	517	549	559

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
排出量	573	592	656	683	672	684	664

(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

わが国では、2005 年提出インベントリまで、固定発生源からの非 CO₂ 排出係数を、排出量算定方法に関する過去の検討結果(「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書(社団法人 大気環境学会、1996)」等)を踏まえ、排気ガス中の濃度と吸気ガス中の濃度の差を考慮して設定(吸気補正)してきた。このうち、一部の排出源については、吸気ガス中に存在する CH₄ または N₂O が燃焼作用によって酸化あるいは分解され、排気ガス中の濃度が吸気ガス中の濃度よりも低くなるとの実測データを基に、排出係数を負の値としてきた。

しかし、2003 年訪問審査では、正確な排出量の把握の上では吸気補正の実施を行うべきだが、国際的な比較の観点から、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)において、排出量の算定には排気ガス中の CH₄ または N₂O の実排出量に基づく正の排出係数を用いるべきとされておりこれに従うべき、との指摘を受けた。そのため 2006 年以降提出のインベントリでは、吸気補正は行わず、排気ガス中の CH₄ または N₂O の濃度の測定値をそのまま用いた排出係数を設定することとした。

なお、吸気補正を実施した場合、CH₄ 排出係数の算定式は以下ようになる。

【電気炉以外の施設】

$$EF = C_{CH_4} \times \{G_0' + (m-1) \times A_0\} \times MW / V_m / GCV - C_{env} \times m \times A_0 \times MW / V_m / GCV$$

EF : 排出係数 (kgCH₄/TJ)

C_{CH₄} : 排気ガス中の CH₄ 濃度 (ppm)

G₀' : 燃焼された燃料の理論排気ガス量 (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 : CH₄ の分子量 (定数) =16 (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} : CH₄ の環境濃度 (定数) =1.80 (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} : 排気ガス中の O₂ 濃度 (%)

【電気炉】

$$EF = (C_{CH_4} - C_{env}) \times G \times MW / V_m / H$$

- EF : 排出係数 (kgCH₄/TJ)
- C_{CH₄} : 排ガス中の CH₄ 濃度 (ppm)
- C_{env} : CH₄ の環境濃度 (定数)=1.80 (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 : CH₄ の分子量 (定数)=16 (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 CH₄ 排出係数の一覧を、参考のため表 33に示す。

表 33 (参考) 吸気補正を実施した場合の
燃料種別、炉種別 CH₄ 排出係数一覧 (単位: kgCH₄/TJ)

炉種	燃料種	排出係数	備考
ボイラー	C 重油、B 重油、原油	-0.329	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	-0.302	データの平均値
ボイラー	気体燃料	-0.295	データの平均値
ボイラー	一般炭、コークス、その他固体燃料	-0.457	データの平均値
ボイラー	木材、木炭	7.44	データの平均値
ボイラー	パルプ廃液	3.92	データの平均値
金属(銅、鉛および亜鉛を除く)精錬用焼結炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	30.6	データの平均値
ペレット焼成炉(鉄鋼用、非鉄金属用)	固体燃料、液体燃料、気体燃料	0.162	データの平均値
金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉	液体燃料、気体燃料	-0.2212	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	-0.2827	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)	-0.2411	データの平均値
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	固体燃料、液体燃料、気体燃料	-0.432	データの平均値
骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鋳型乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	27.6	データの平均値
洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	3.48	データの平均値
電気炉	電気	5.66	データの平均値
その他の工業炉	固体燃料	12.14	データの平均値
その他の工業炉	液体燃料	-0.1315	データの平均値
その他の工業炉	気体燃料	0.636	データの平均値
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	-0.4411	データの平均値
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	-0.288	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	54.6	データの平均値
家庭で使用される機器	固体燃料	29.0	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	液体燃料	9.5	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	4.5	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	29.0	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

わが国では、2005年提出インベントリまで、固定発生源からの非CO₂排出の算定において、活動量の設定の際に、排出量総合調査の燃料消費量の集計結果を直接使用していた。そのため、固定発生源からのCO₂排出との間で、一部活動量の不一致が生じていた。

2003年訪問審査では、この点に対し、排出量総合調査を重要な情報源として認識しつつも、原則的には算定に用いられる活動量データはガス間で一致すべきである、との指摘を受けている。

本指摘を受けて、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

排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、データのサンプル数が5以上の排出係数については、データセットの標準偏差を用いて統計的処理により95%信頼区間を求める。サンプル数が5未満の排出係数については、専門家判断により95%信頼区間を求める。なお、サンプル数が5以上の場合にも、専門家からより妥当と考えられる不確実性の値が示された場合には、専門家判断によって不確実性を求める場合がある。

また、IPCCデフォルト値を使用しているものについては、GPG(2000)のデフォルトの不確実性の幅を使用する。

なお、ここでは排出係数の不確実性の値として、次の2種類の値を求める。

(i) 平均値の不確実性

平均値の不確実性とは、サンプルから求めた平均排出係数の95%信頼区間の幅を表す数字である。統計的処理によって計算する場合は、次の式により求める。

$$\text{平均値の不確実性} : U_{EF} = \frac{1.96 \times \sigma}{EF \times \sqrt{n}}$$

- U_{EF} : 平均値の不確実性
- σ : データセットの標準偏差 (kgCH₄/TJ)
- \overline{EF} : データセットの平均値 (kgCH₄/TJ)
- n : データ数

(ii) 個別値の不確実性

個別値の不確実性とは、母集団に属する個々のデータのばらつきの幅を表す数字である。統計的処理によって計算する場合は、次の式により求める。

$$\text{個別値の不確実性} : U_{EF} = \frac{1.96 \times \sigma}{EF}$$

- U_{EF} : 個別値の不確実性
- σ : データセットの標準偏差 (kgCH₄/TJ)

EF データセットの平均値 (kgCH₄/TJ)

排出係数の不確実性と言う場合、通常は「平均値の不確実性」を指すが、以下では「個別値の不確実性」を主として計算に使用する（詳細については「(c) 1) 評価方法」を参照）。

2) 評価結果

CH₄ 排出係数の不確実性は表 34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 34 燃料種別、炉種別 CH₄ 排出係数の不確実性

炉種	燃料種	排出係数 (kgCH ₄ /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	0.10	81%	244%	9	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	0.26	179%	254%	2	専門家判断
ボイラー	気体燃料	0.23	78%	174%	5	統計的処理
ボイラー	一般炭、コークス、その他固体燃料	0.13	49%	131%	7	統計的処理
ボイラー	木材、木炭	75	80%	160%	4	専門家判断
ボイラー	パルプ廃液	4.3	22%	31%	2	専門家判断
金属(銅、鉛および亜鉛を除く)精錬用焼結炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	31	79%	194%	6	統計的処理
ペレット焼成炉(鉄鋼用、非鉄金属用)	固体燃料、液体燃料、気体燃料	1.7	123%	173%	2	専門家判断
金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉	液体燃料、気体燃料	0.43	58%	191%	11	統計的処理
石油加熱炉、ガス加熱炉	液体燃料、気体燃料	0.16	129%	671%	27	統計的処理
触媒再生塔	コークス、その他個体燃料(炭素)	0.054	51%	168%	11	統計的処理
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	固体燃料、液体燃料、気体燃料	1.5	23%	33%	2	専門家判断
骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉、鋳型乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	29	78%	192%	6	統計的処理
洗剤乾燥炉、その他の乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	6.6	59%	167%	8	統計的処理
電気炉	電気	13	67%	163%	6	統計的処理
その他の工業炉	固体燃料	13	92%	343%	14	統計的処理
その他の工業炉	液体燃料	0.83	46%	171%	14	統計的処理
その他の工業炉	気体燃料	2.3	70%	173%	6	統計的処理
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	0.81	85%	282%	11	統計的処理
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	0.70	39%	110%	8	統計的処理
ガス機関、ガソリン機関	液体燃料、気体燃料	54	66%	162%	6	統計的処理
家庭で使用される機器	固体燃料	290	50%	50%		デフォルト値
家庭で使用される機器	液体燃料	9.5	50%	50%		デフォルト値
家庭で使用される機器	気体燃料	4.5	50%	50%		デフォルト値
家庭で使用される機器	バイオマス燃料	290	50%	50%		デフォルト値

表 35 燃料種別、炉種別 CH₄ 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
CH ₄ 排出係数の不確実性	表 34に示す通り。	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} を使用している。以下では A_{MAPijk} と A_{EBik} の不確実性評価方法について述べる。

(i) 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} の不確実性

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 A_{MAPijk} の不確実性要因としては、以下の2つが考えられる。

排出量総合調査のデータそのものに由来する不確実性

排出量総合調査の未回収分に由来する不確実性

A_{MAPijk} の不確実性は、これら2つの要因を考慮して、次式により算定する。

$$U_{MAPijk} = \sqrt{V_{MAPijk}^2 + W_{MAPijk}^2}$$

U_{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 A_{MAPijk} の不確実性

V_{MAPijk} : 排出量総合調査のデータそのものに由来する A_{MAPijk} の不確実性

W_{MAPijk} : 排出量総合調査の未回収分に由来する A_{MAPijk} の不確実性

(ア) 排出量総合調査のデータそのものに由来する不確実性

排出量総合調査はアンケート調査により実施されているため、回答者の記入ミス等により、場合によっては大きな誤差が含まれている可能性がある。

ここでは、現在利用可能な5年度分(1989、1992、1995、1996、1999年度)の悉皆調査のデータを使用して、排出量総合調査のデータそのものに由来する不確実性を以下のように見積もる。

$$V_{MAPijk} = \frac{1.96 \times \sigma_{MAPijk}}{A_{MAPijk}}$$

V_{MAPijk} : 排出量総合調査のデータそのものに由来する A_{MAPijk} の不確実性

σ_{MAPijk} : 5年度分の A_{MAPijk} の標準偏差 (TJ)

なお、ここで求めた V_{MAPijk} の値には A_{MAPijk} の実際の経年的な変動が反映されているため、不確実性の値としては過大評価の傾向になっていると考えられる。

(イ) 排出量総合調査の未回収分に由来する不確実性

排出量総合調査は、悉皆調査の場合でもアンケートの未回収分が存在するため、これによる誤差が発生する。1999年度悉皆調査における回収率は全体で85.3%である。

回収率は燃料種別、炉種別、部門別に異なると考えられるが、ここでは回収率の最大値を100%、平均値を85.3%として、排出量総合調査の未回収分に由来する A_{MAPijk} の不確実性を次式により見積もる。不確実性は14.7%となる。

$$W_{MAPijk} = 1 - K$$

- W_{MAPijk} : 排出量総合調査の未回収分に由来する A_{MAPijk} の不確実性
 K : 排出量総合調査の平均回収率 (1999 年度の場合、85.3%)

(ii) 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} の不確実性

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} の不確実性 U_{EBik} は、暫定的に 5% とする。なお、他の要因による不確実性が大きい場合、この値の選択は最終的な不確実性評価結果にほとんど影響を与えない。

2) 評価結果

U_{MAPijk} の値は、数 10% の値となる場合が多いが、時として極めて大きい値となる場合が存在する。

3) 評価方法の課題

- ・ 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、上述の方法では不確実性が適切に評価できていない可能性がある。
- ・ 活動量の不確実性について、現在、正規分布を仮定して算定しているが、他の分布に従うと仮定する必要があるかどうかについて検討する必要がある。

(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。

なお、以下では特に断らない限り、排出係数の不確実性としては「個別値の不確実性」を用いる。平均値の不確実性を用いない理由は、以下に述べる合成手順では、同一の排出係数に対する不確実性の値が何度も繰り返し合成される場合があるため、平均値の不確実性を使用した場合、最終的な排出量の不確実性が過小に評価されるおそれがあるためである。

(i) 活動量として総合エネルギー統計の燃料消費量をそのまま使用する場合

家庭部門など、活動量として総合エネルギー統計の燃料消費量をそのまま使用するには、排出量は次式で与えられる。

$$E = \sum (EF_{ik} \times A_{EBik})$$

- E : 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出量 (kgCH₄)
 EF_{ik} : 第 i 燃料種、第 k 部門の排出係数 (k は家庭部門) (kgCH₄/TJ)
 A_{EBik} : 総合エネルギー統計の第 i 燃料種、第 k 部門の燃料消費量 (k は家庭部門) (TJ)

EF_{ik} と A_{EBik} の不確実性は既に与えられている。この場合、排出量の不確実性は次式で与えられる。

$$U_E = \frac{\sqrt{\sum (EF_{ik} \times A_{EBik})^2 \times (U_{EFik}^2 + U_{EBik}^2)}}{\sum (EF_{ik} \times A_{EBik})}$$

- U_E : 排出量の不確実性
- U_{EF_{ik}} : 排出係数 EF_{ik} の不確実性
- U_{EB_{ik}} : 総合エネルギー統計の燃焼消費量 A_{EB_{ik}} の不確実性

(ii) 活動量として排出量総合調査の燃料消費量をそのまま使用する場合
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など、活動量として排出量総合調査の燃料消費量をそのまま使用する場合には、排出量は次式で与えられる。

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

- E : 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出量 (kgCH₄)
- EF_{ij} : 第 i 燃料種、第 j 炉種の排出係数 (kgCH₄/TJ)
- 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)

EF_{ij} と A_{MAPijk} の不確実性は既に与えられている。この場合、排出量の不確実性は次式で与えられる。

$$U_E = \frac{\sqrt{\sum (EF_{ij} \times A_{MAPijk})^2 \times (U_{EFij}^2 + U_{MAPijk}^2)}}{\sum (EF_{ij} \times A_{MAPijk})}$$

- U_E : 排出量の不確実性
- U_{EF_{ij}} : 排出係数 EF_{ij} の不確実性
- U_{MAPijk} : 排出量総合調査の燃焼消費量 A_{MAPijk} の不確実性

(iii) 活動量として総合エネルギー統計の燃料消費量と排出量総合調査の炉種別燃料消費割合を使用する場合
活動量として総合エネルギー統計の燃料消費量と排出量総合調査の炉種別燃料消費割合を使用する場合には、排出量は次式で与えられる。

$$E = \sum_{ik} \left(A_{EBik} \times \sum_j (w_{ijk} \times EF_{ij}) \right)$$

- E : 固定発生源における燃料の燃焼に伴う排出量 (kgCH₄)
- EF_{ij} : 第 i 燃料種、第 j 炉種の排出係数 (kgCH₄/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
- A_{EB_{ik}} : 総合エネルギー統計の第 i 燃料種、第 k 部門の燃料消費量 (TJ)

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

- 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)

ここで、

$$IEF_{ik} \equiv \sum_j (w_{ijk} \times EF_{ij}) = \frac{\sum_j A_{MAPijk} \times EF_{ij}}{\sum_j A_{MAPijk}}$$

と置くと、 IEF_{ik} の不確実性は次式により計算される（導出については囲み参照）。

$$U_{IEFik} = \frac{1}{IEF_{ik}} \sqrt{\sum_j w_{ijk}^2 \times EF_{ij}^2 \times U_{EFij}^2 + \sum_j w_{ijk}^2 \times (EF_{ij} - IEF_{ik})^2 \times U_{MAPijk}^2}$$

- U_{IEFik} : IEF_{ik} の不確実性
- U_{EFij} : 排出係数 EF_{ij} の不確実性
- U_{MAPijk} : 排出量総合調査の燃焼消費量 A_{MAPijk} の不確実性

【 IEF_{ik} の不確実性の算定式の導出】

IEF_{ik} の不確実性は、次のように計算される。

IEF_{ik} の分散を σ_{IEFik}^2 、 EF_{ij} の分散を σ_{EFij}^2 、 A_{MAPijk} の分散を σ_{MAPijk}^2 とすると、誤差伝播の式として知られる式により σ_{IEFik}^2 は次のように表される。

$$\begin{aligned} \sigma_{IEFik}^2 &= \sum_j \left\{ \left(\frac{\partial IEF_{ik}}{\partial EF_{ij}} \right)^2 \times \sigma_{EFij}^2 + \left(\frac{\partial IEF_{ik}}{\partial A_{MAPijk}} \right)^2 \times \sigma_{MAPijk}^2 \right\} \\ &= \sum_j \left\{ w_{ijk}^2 \times \sigma_{EFij}^2 + w_{ijk}^2 \times \left(\frac{EF_{ij} - IEF_{ik}}{A_{MAPijk}} \right)^2 \times \sigma_{MAPijk}^2 \right\} \end{aligned}$$

正規分布を仮定すると、 IEF_{ik} の不確実性 U_{IEFik} 、 EF_{ij} の不確実性 U_{EFij} 、 A_{MAPijk} の不確実性 U_{MAPijk} は、それぞれ、

$$U_{IEFik} = \frac{1.96 \times \sigma_{IEFik}}{IEF_{ik}}, \quad U_{EFij} = \frac{1.96 \times \sigma_{EFij}}{EF_{ij}}, \quad U_{MAPijk} = \frac{1.96 \times \sigma_{MAPijk}}{A_{MAPijk}},$$

となる。これらを上式に代入すると、

$$U_{IEFik} = \frac{1}{IEF_{ik}} \sqrt{\sum_j w_{ijk}^2 \times EF_{ij}^2 \times U_{EFij}^2 + \sum_j w_{ijk}^2 \times (EF_{ij} - IEF_{ik})^2 \times U_{MAPijk}^2}$$

が得られる。

排出量の不確実性は、 IEF_{ik} と A_{EBik} の不確実性を合成して、次式により計算される。

$$U_E = \frac{\sqrt{\sum (IEF_{ik} \times A_{EBik})^2 \times (U_{IEFik}^2 + U_{EBik}^2)}}{\sum (IEF_{ik} \times A_{EBik})}$$

- U_E : 排出量の不確実性
- U_{IEFik} : IEF_{ik} の不確実性
- U_{EBik} : 総合エネルギー統計の燃焼消費量 A_{EBik} の不確実性

(iv) 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 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

CH₄ 排出量全体の不確実性評価結果を表 36に示す。

表 36 CH₄ 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 (%)
664	182%

(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

- ・ 排出係数と活動量から排出量の不確実性を算定する場合、GPG(2000)においては、変動係数が 30% 以上の場合にはモンテカルロ法 (Tier2) を用いて合成すべきとされている。今後、変動係数の大きい排出源に対し、モンテカルロ法の適用可能性を検討する。

今後の調査の方針

- ・ 特になし。