

第3章 エネルギー分野

3.1. エネルギー分野の概要

エネルギー分野は、化石燃料と呼ばれる石炭、石油、天然ガス等の化石燃料を燃焼させた際に排出される温室効果ガスを扱う「燃料の燃焼」と、人為的な活動からの意図的または非意図的な化石燃料由来のガスの放出を扱う「燃料からの漏出」という2つの主要なカテゴリーから成っている。

日本の社会システムにおいては、生産、運輸、出荷、エネルギー製品の消費等、様々な場面において化石燃料が使われており、温室効果ガスが排出されている。また、CO₂だけではなくCH₄、N₂O、NO_x（窒素酸化物）、CO（一酸化炭素）及びNMVOC（非メタン揮発性有機化合物）など直接的及び間接的な温室効果ガスも排出されている。

2009年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は1,098,088 Gg-CO₂換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の90.8%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると1.8%の増加となっている。

3.2. 燃料の燃焼（1.A.）

燃料の燃焼分野は、石炭、石油、天然ガス等の化石燃料の燃焼や、エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の燃焼¹により大気中に排出される温室効果ガスを扱う。

当該分野は、主に発電及び熱供給からの温室効果ガスの排出を扱う「1.A.1 エネルギー産業」、製造業や建設業からの温室効果ガスの排出を扱う「1.A.2 製造業及び建設業」、航空、自動車、鉄道及び船舶等の移動発生源から排出される温室効果ガスを扱う「1.A.3 運輸」、業務/公共、家庭、農林水産業からの温室効果ガスを扱う「1.A.4 その他部門」、その他からの温室効果ガスを扱う「1.A.5 その他」の5分野から構成されている。

2009年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は1,097,658 Gg-CO₂換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の90.8%を占めている。1990年度の排出量と比較すると2.0%の増加となっている。

2009年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は2008年度の排出量と比較すると5.4%の減少であった。2008年度と比べて2009年度の排出量が減少した原因としては、深刻な景気悪化に伴う、産業部門をはじめとする各部門のエネルギー需要の減少などが挙げられる。

¹ エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出は、2008年提出インベントリまでは廃棄物分野で報告を実施していた。しかし、ERT（専門家審査チーム）の勧告とIPCCガイドラインのルールに従い、これらの排出は2009年提出インベントリよりエネルギー分野で報告している。

表 3-1 燃料の燃焼分野（1.A）からの温室効果ガス排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	
CO ₂	1.A.1. エネルギー産業	a. 発電及び熱供給	Gg-CO ₂	297,074	315,399	330,863	378,920	423,153	394,442	357,595
		b. 石油精製	Gg-CO ₂	15,893	16,956	17,285	16,441	16,018	14,324	14,564
		c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	Gg-CO ₂	11,286	12,592	9,426	10,677	7,684	11,225	14,270
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	Gg-CO ₂	149,600	141,862	150,776	152,741	159,979	143,269	134,525
		b. 非鉄地金	Gg-CO ₂	6,092	4,770	3,042	2,634	2,659	2,333	2,120
		c. 化学	Gg-CO ₂	64,736	74,806	67,216	58,650	59,320	53,325	52,532
		d. パルプ紙板紙	Gg-CO ₂	25,825	29,449	29,035	26,552	24,920	22,843	21,240
		e. 食料品	Gg-CO ₂	13,129	14,407	13,161	11,326	9,776	8,862	8,728
		f. その他	Gg-CO ₂	111,929	105,245	113,547	119,326	113,601	105,432	99,427
	1.A.3. 運輸	a. 航空	Gg-CO ₂	7,162	10,278	10,677	10,799	10,876	10,277	9,781
		b. 自動車	Gg-CO ₂	189,228	225,381	232,827	222,652	214,161	205,933	201,943
		c. 鉄道	Gg-CO ₂	932	819	707	644	624	600	600
		d. 船舶	Gg-CO ₂	13,731	14,687	14,865	12,915	12,170	11,288	10,590
	1.A.4. その他部門	a. 業務	Gg-CO ₂	83,593	93,269	101,450	110,678	102,731	98,756	93,568
		b. 家庭	Gg-CO ₂	56,668	66,320	68,958	67,583	62,590	59,023	57,792
		c. 農林水産業	Gg-CO ₂	21,380	19,526	16,207	15,158	12,653	10,657	10,453
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	Gg-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
b. 移動発生源		Gg-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	合計	Gg-CO ₂	1,068,260	1,145,769	1,180,044	1,217,696	1,232,916	1,152,590	1,089,728	
CH ₄	1.A.1. エネルギー産業	a. 発電及び熱供給	Gg-CH ₄	1.35	1.55	1.95	1.66	1.90	1.84	1.76
		b. 石油精製	Gg-CH ₄	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
		c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	Gg-CH ₄	0.02	0.03	0.06	0.05	0.17	0.17	0.18
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	Gg-CH ₄	4.59	4.22	4.49	3.95	4.24	3.88	4.09
		b. 非鉄地金	Gg-CH ₄	0.29	0.25	0.20	0.16	0.16	0.15	0.13
		c. 化学	Gg-CH ₄	0.23	0.28	0.25	0.24	0.24	0.22	0.22
		d. パルプ紙板紙	Gg-CH ₄	1.10	1.08	1.11	1.39	1.63	1.70	1.68
		e. 食料品	Gg-CH ₄	0.11	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
		f. その他	Gg-CH ₄	10.60	14.88	10.57	10.83	11.22	11.08	11.07
	1.A.3. 運輸	a. 航空	Gg-CH ₄	0.14	0.17	0.21	0.23	0.23	0.22	0.22
		b. 自動車	Gg-CH ₄	12.70	13.11	12.54	9.79	8.44	7.75	7.59
		c. 鉄道	Gg-CH ₄	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
		d. 船舶	Gg-CH ₄	1.26	1.35	1.39	1.21	1.13	1.05	0.99
	1.A.4. その他部門	a. 業務	Gg-CH ₄	1.02	3.19	4.38	4.46	4.70	5.69	5.12
		b. 家庭	Gg-CH ₄	8.23	8.61	8.15	7.76	7.05	6.64	6.49
		c. 農林水産業	Gg-CH ₄	0.63	0.45	0.32	0.28	0.24	0.22	0.21
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	Gg-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
b. 移動発生源		Gg-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	合計	Gg-CH ₄	42.37	49.41	45.85	42.24	41.60	40.83	39.97	
		Gg-CO ₂ 換算	890	1,038	963	887	874	857	839	
N ₂ O	1.A.1. エネルギー産業	a. 発電及び熱供給	Gg-N ₂ O	2.89	4.46	5.33	6.75	6.94	6.73	6.46
		b. 石油精製	Gg-N ₂ O	0.08	0.14	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18
		c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	Gg-N ₂ O	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	Gg-N ₂ O	1.11	1.34	1.34	1.19	1.30	1.16	1.09
		b. 非鉄地金	Gg-N ₂ O	0.20	0.18	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03
		c. 化学	Gg-N ₂ O	0.59	1.08	1.07	0.94	0.93	0.88	0.86
		d. パルプ紙板紙	Gg-N ₂ O	0.49	0.93	0.95	0.97	0.98	1.15	1.19
		e. 食料品	Gg-N ₂ O	0.24	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24
		f. その他	Gg-N ₂ O	1.80	2.38	3.18	3.44	3.53	3.32	3.12
	1.A.3. 運輸	a. 航空	Gg-N ₂ O	0.23	0.30	0.34	0.35	0.35	0.33	0.32
		b. 自動車	Gg-N ₂ O	12.59	13.96	13.76	9.65	8.39	7.76	7.76
		c. 鉄道	Gg-N ₂ O	0.39	0.34	0.29	0.27	0.26	0.25	0.25
		d. 船舶	Gg-N ₂ O	0.36	0.39	0.40	0.35	0.32	0.30	0.28
	1.A.4. その他部門	a. 業務	Gg-N ₂ O	0.38	0.59	0.69	0.77	0.75	0.74	0.71
		b. 家庭	Gg-N ₂ O	0.29	0.33	0.34	0.33	0.29	0.27	0.26
		c. 農林水産業	Gg-N ₂ O	0.21	0.20	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	Gg-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
b. 移動発生源		Gg-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	合計	Gg-N ₂ O	21.87	26.92	28.46	25.63	24.65	23.48	22.87	
		Gg-CO ₂ 換算	6,778	8,346	8,821	7,945	7,641	7,279	7,091	
	全ガス合計	Gg-CO ₂ 換算	1,075,928	1,155,153	1,189,828	1,226,528	1,241,430	1,160,727	1,097,658	

3.2.1. エネルギー産業 (1.A.1)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、電気事業者による発電及び熱供給事業者による温熱・冷熱製造の際のエネルギー転換に伴う排出(1.A.1.a)、石油精製業におけるエネルギー転換に伴う排出(1.A.1.b)、固体燃料製造及びその他エネルギー産業(都市ガス製造業)におけるエネルギー転換に伴う排出(1.A.1.c)を扱う。

b) 方法論

温室効果ガス排出量の算定方法、活動量、排出係数及びその他パラメータについては、基本的に、エネルギー産業(1.A.1)、製造業及び建設業(1.A.2)、その他部門(1.A.4)で共通である。従って、方法論については、本項(エネルギー産業(1.A.1))にまとめて記載する。

なお、エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の燃焼における温室効果ガス排出量算定方法等の説明は第8章に記載している。

【CO₂】

■ 算定方法

「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(以下、「GPG(2000)」)のデシジョンツリー(page 2.10、Fig.2.1)に従い、Tier 1 部門別アプローチ(Sectoral Approach)法を用いて排出量の算定を行った。

$$E = \sum_{ij} [(A_{ij} - N_{ij}) \times GCV_i \times 10^3 \times EF_i \times OF_i] \times 44/12$$

E : 化石燃料の燃焼に伴う CO₂ 排出量 (tCO₂)

A : エネルギー消費量 (t, kl, 10³×m³)

N : 非エネルギー利用量 (t, kl, 10³×m³)

GCV : 高位発熱量 (MJ/kg, MJ/l, MJ/m³)

EF : 炭素排出係数 (tC/TJ)

OF : 酸化係数

i : エネルギー源

j : 部門

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)に従い、「エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出」に該当する熱量と排出量を、燃料の燃焼(1.A.)で計上している。計上する際の燃料種は「Other fuels」とする。

エネルギー利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量の算定には、1996年改訂 IPCC ガイドラインに従い、廃棄物の焼却(カテゴリー6.C.)で用いる排出係数や算定方法を適用している。詳細な算定方法は第8章を参照のこと。

■ 排出係数

○ 炭素排出係数

炭素排出係数は、全て発熱量(高位発熱量)当たりの炭素含有量で表される値を用いており、2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を採用している一部の燃料種を除き、日本独

自の値である。

炭素排出係数は、(a) 高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源、(b) 高炉ガス、(c) 都市ガス（一般ガス）の3つに分けて設定している。

エネルギー源別炭素排出係数を表 3-2に示す。

(a) 高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源

高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源における炭素排出係数については、「二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁 1992年）」、「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（環境省、温室効果ガス排出量算定方法検討会）」及び「2006年 IPCC ガイドライン」に示された値を用いた。

【排出係数の設定方法について】

排出係数の設定にあたっては、「エネルギー源別炭素排出係数の妥当性の評価と分析（戒能、2005年）」において実施された排出係数の評価分析結果を活用した。

2005年提出版インベントリまでのCO₂排出量算定に使用してきた「二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁 1992年）」に示されたエネルギー源別排出係数について、

①理論上限値・下限値との比較による評価分析

②1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値との比較による評価分析

③総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）を用いた炭素収支による群評価分析

によってその妥当性を評価し、妥当性が確認された値についてはその値を使用した。

以下、①～③の評価分析の概要を示す。

①理論上限値・下限値との比較による評価分析

炭素排出係数の評価を必要とするエネルギー源の大部分は若干の不純物を含んだ炭化水素であり、純粋な炭化水素の標準総発熱量と炭素排出係数の間には物理化学的な対応関係が存在していることから、水素、メタン、一酸化炭素などの純粋物質の標準生成エンタルピーから理論的に算出される排出係数と評価対象の排出係数を比較することで、係数の妥当性を評価する。

②1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値との比較による評価分析

1996年改訂 IPCC ガイドライン標準値や2006年 IPCC ガイドライン試算値²とその統計的な信頼性（不確実性）情報を利用して、エネルギー源別の炭素排出係数の妥当性を判断する。ただし、IPCC ガイドラインが想定する平均的なエネルギー源の性状と、日本が固有に利用するエネルギー源の性状は必ずしも同一ではないため、数値が乖離している場合があっても当該乖離を説明する正当な根拠が存在する場合、後述する「群評価分析」などの統計的な検討・検証を加えた上で、適切な判断を行う。

③総合エネルギー統計を用いた炭素収支による群評価分析

エネルギー源別炭素排出係数のうち、石油製品、石炭製品の係数の群の一部については、総合エネルギー統計を用いて石油・石炭製品部門における炭素収支を分析することにより、各炭素排出係数の妥当性を評価する。

妥当性がないと判断されたものに関しては、「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（環境省、温室効果ガス排出量算定方法検討会）」及び「2006年 IPCC ガイドライン」に示された値を比較検証し、妥当と考えられる値を用いた。

² 「エネルギー源別炭素排出係数の妥当性の評価と分析」の公表時において、2006年 IPCC ガイドラインはまだ公表されていなかったため、その値は試算値であり、公表時には若干の変更がある。

表 3-2 エネルギー源別炭素排出係数（高位発熱量ベース）

エネルギー源	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	出典	
石炭	原料炭	tC/TJ	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	—	
	コークス用原料炭	tC/TJ	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	2006年IPCCガイドライン	
	吹込用原料炭	tC/TJ	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	コークス用原料炭と同一。	
	輸入一般炭	tC/TJ	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	—	
	輸入一般炭	tC/TJ	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	発電用輸入一般炭	tC/TJ	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	輸入一般炭と同一。	
	国産一般炭	tC/TJ	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	坑内掘国産炭	tC/TJ	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	国産一般炭と同一。	
	露天掘国産炭	tC/TJ	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	国産一般炭と同一。	
無煙炭	tC/TJ	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	2006年IPCCガイドライン		
石炭製品	コークス	tC/TJ	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	コールタール	tC/TJ	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	2006年IPCCガイドライン	
	練豆炭	tC/TJ	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	コークス炉ガス	tC/TJ	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	2006年IPCCガイドライン	
	高炉ガス	tC/TJ	27.3	26.9	26.6	26.5	26.3	26.4	26.5	高炉・転炉における炭素収支に基づき毎年算定。
	転炉ガス	tC/TJ	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	2006年IPCCガイドライン
原油	精製用原油	tC/TJ	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	発電用原油	tC/TJ	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	瀝青質混合物	tC/TJ	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	2006年IPCCガイドライン	
	NGL・コンデンセート	tC/TJ	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	温室効果ガス排出量算定方法検討会（環境省） 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果
石油製品	揮発油留分	tC/TJ	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	ナフサの値を使用。
	灯油留分	tC/TJ	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	灯油の値を使用。
	軽油留分	tC/TJ	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	軽油の値を使用。
	常圧残油留分	tC/TJ	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	C重油の値を使用。
	分解揮発油留分	tC/TJ	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	ナフサの値を使用。
	分解軽油留分	tC/TJ	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	軽油の値を使用。
	精製混合原料油	tC/TJ	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	精製用原油の値を使用。
	純ナフサ	tC/TJ	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	改質生成油	tC/TJ	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	ガソリンの値を使用。
	ガソリン	tC/TJ	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	プレミアムガソリン	tC/TJ	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	ガソリンと同一。
	レギュラーガソリン	tC/TJ	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	ガソリンと同一。
	ジェット燃料油	tC/TJ	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	灯油	tC/TJ	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	軽油	tC/TJ	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	A重油	tC/TJ	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	C重油	tC/TJ	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	B重油	tC/TJ	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	一般用C重油	tC/TJ	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
	発電用C重油	tC/TJ	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
潤滑油	tC/TJ	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
アスファルト	tC/TJ	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
他重質油・ハーフイン等製品（アスファルト以外）	tC/TJ	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
オイルコークス	tC/TJ	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
電気炉ガス	tC/TJ	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	転炉ガスの値を使用。	
製油所ガス	tC/TJ	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
液化石油ガス(LPG)	tC/TJ	16.3	16.3	16.3	16.1	16.1	16.1	16.1	温室効果ガス排出量算定方法検討会（環境省） 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果	
天然ガス	液化天然ガス(LNG)	tC/TJ	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）	
	国産天然ガス	tC/TJ	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	2006年IPCCガイドライン	
	ガス田・随伴ガス	tC/TJ	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	国産天然ガスの値を使用。
	炭鉱ガス	tC/TJ	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁）
原油溶解ガス	tC/TJ	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	国産天然ガスの値を使用。	
都市ガス	都市ガス	tC/TJ	14.0	14.0	13.8	13.6	13.6	13.7	13.6	一般ガスと同一。
	一般ガス	tC/TJ	14.0	14.0	13.8	13.6	13.6	13.7	13.6	都市ガス製造における炭素収支に基づき毎年算定。
	簡易ガス	tC/TJ	16.3	16.3	16.3	16.1	16.1	16.1	16.1	LPGの値を使用。

(b) 高炉ガス

鉄鋼製造工程における高炉・転炉においては、投入される吹込用原料炭、コークスのエネルギー量・炭素量と、産出される高炉ガス、転炉ガスのエネルギー量・炭素量の収支は理論上成立していなければならない。この高炉・転炉での炭素収支を成立させるため、高炉ガス組成の不安定性を鑑み、高炉ガスの炭素排出係数については、高炉・転炉に関する炭素収支から毎年度算定する。具体的には、鉄鋼系ガス部門に示された高炉に投入された炭素量（投入された吹込用原料炭及びコークスに含まれる炭素量）から、転炉ガスに含まれる可燃炭素を差し引いた炭素量を高炉ガスの排出量とみなし、当該炭素量を高炉ガスの発生量で除すことで排出係数を算定する。算定式及び算定過程を以下に示す。

なお、高炉ガスの排出係数の算定は毎年行う。

$$EF_{BFG} = [(A_{coal} \times EF_{coal} + A_{coke} \times EF_{coke}) - A_{CFG} \times EF_{CFG}] / A_{BFG}$$

- EF : 炭素排出係数 (tC/TJ)
- A : エネルギー量 (TJ)
- BFG : 高炉ガス
- coal : 吹込用原料炭
- coke : コークス
- CFG : 転炉ガス

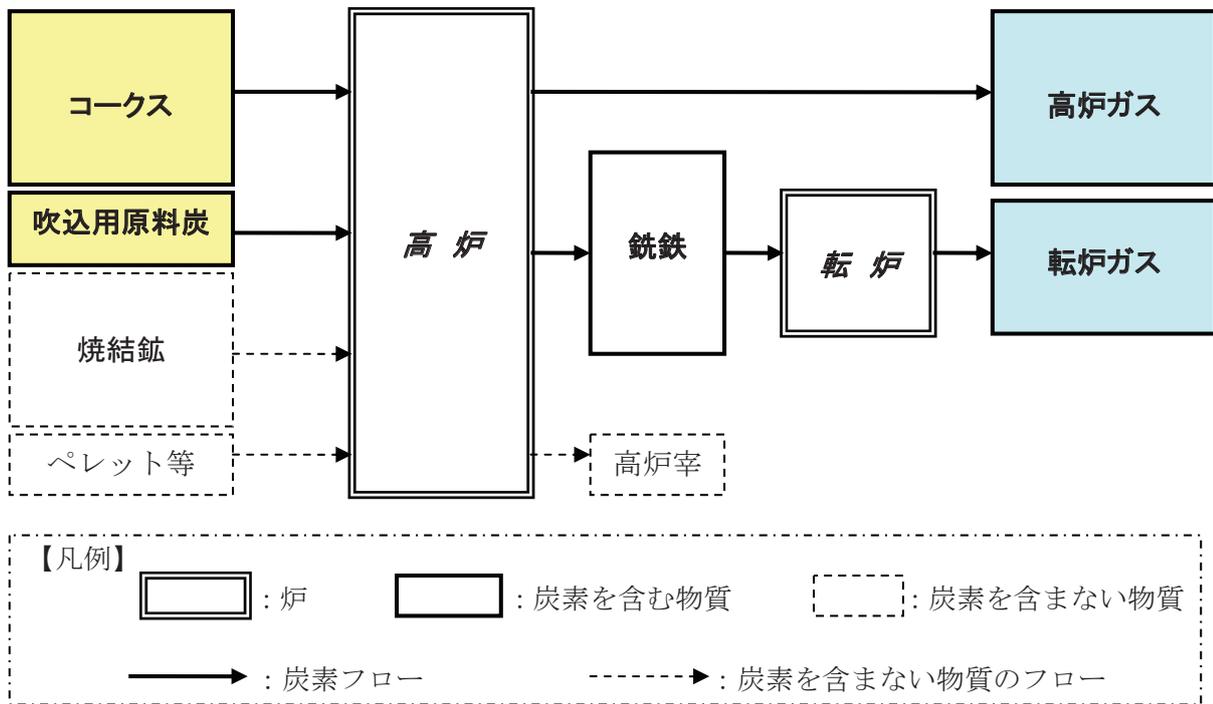


図 3-1 コークス、コークス炉ガス、高炉ガス等の製造フロー
(鉄鋼製造における炭素フローの概略図)

表 3-3 高炉ガスの炭素排出係数

鉄鋼系ガス		1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	備考
Input									
吹込用原料炭	Gg-C	1,574	2,593	3,518	3,111	3,515	2,950	2,659	A
コークス	Gg-C	12,830	11,432	12,021	11,382	11,782	10,818	10,358	B
合計	Gg-C	14,404	14,024	15,539	14,492	15,297	13,768	13,017	C: A + B
Output									
転炉ガス	Gg-C	2,541	2,359	2,726	2,804	3,038	2,727	2,589	D
差	Gg-C	11,863	11,665	12,813	11,688	12,259	11,041	10,428	E: C - D
Output									
高炉ガス	TJ	434,801	433,504	481,768	441,357	465,388	417,636	393,685	F
EF 高炉ガス	t-C/TJ	27.3	26.9	26.6	26.5	26.3	26.4	26.5	E / F

(c) 都市ガス（一般ガス）

都市ガスは、一般ガス事業者が供給する一般ガスと、簡易ガス事業者が供給する簡易ガスに分けられる。

簡易ガスの炭素排出係数は、その大部分が LPG 直接供給によるプロパンガスであることから、LPG と同一の値を採用する。

一般ガスの炭素排出係数については、一般ガスはその大部分が原材料を混合・空気希釈して製造されたものであることから、一般ガス製造における炭素収支から毎年度設定する。具体的には、一般ガスの原料として消費された炭素量（コークス炉ガス、灯油、製油所ガス、LPG、LNG、国産天然ガスに含まれる炭素量）を、一般ガスの生産量で除すことで排出係数を設定する。算定式及び算定過程を以下に示す。

なお、一般ガスの排出係数の算定は毎年行う。

$$EF_{TG} = \sum (A_i \times EF_i) / P_{TG}$$

EF : 炭素排出係数 (tC/TJ)

A : エネルギー量 (TJ)

P : 生産量 (TJ)

TG : 都市ガス（一般ガス）

i : 都市ガス原料（コークス炉ガス、灯油、製油所ガス、LPG、LNG、国産天然ガス）

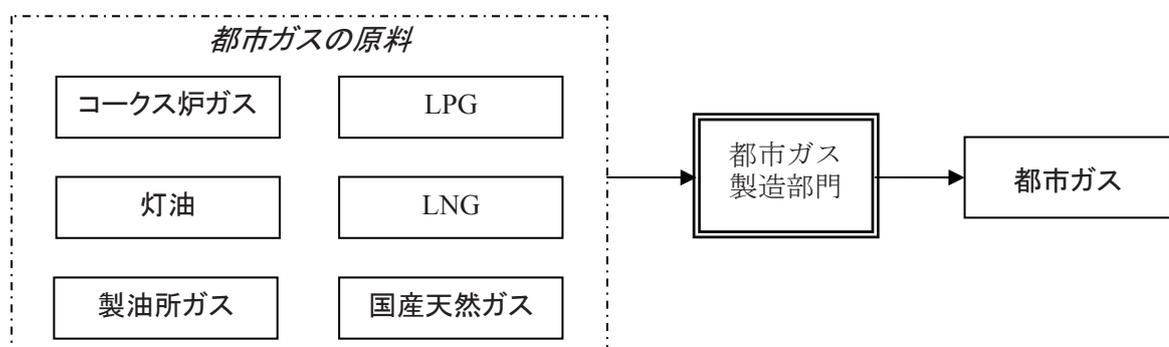


図 3-2 都市ガスの製造フロー

表 3-4 一般ガスの炭素排出係数

一般ガス製造		1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	備考
Input									
コークス炉ガス	Gg-C	211	134	105	22	0	0	0	a1
灯油	Gg-C	200	275	69	6	0	0	0	a2
製油所ガス	Gg-C	186	199	186	145	95	88	13	a3
LPG	Gg-C	1,931	2,104	1,791	1,069	727	679	700	a4
LNG	Gg-C	6,253	9,107	11,642	16,563	19,774	19,378	19,181	a5
国産天然ガス	Gg-C	551	661	848	1,190	1,748	1,822	1,768	a6
合計	Gg-C	9,331	12,480	14,641	18,994	22,344	21,967	21,663	A: Σ a
Output									
一般ガス	TJ	664,661	892,307	1,061,122	1,391,962	1,644,783	1,607,991	1,593,032	B
EF 一般ガス	t-C/TJ	14.0	14.0	13.8	13.6	13.6	13.7	13.6	A/B

○ 酸化係数

燃料種ごとに、燃料の燃焼に伴う未燃炭素の実態について、関係業界団体、関連メーカー、専門家等への調査を行い、燃焼の実態を考慮した日本固有の酸化係数を設定した。

・ ガス燃料

ガス燃料の燃焼については、発電用ボイラーにおける平成 16 年度のガス燃焼時の煤塵濃度測定結果がいずれもゼロであるため、定量的に完全燃焼であることを示すことができる。ヒアリングの結果においても、いずれも 100%燃焼しているとの回答が得られた。以上より、気体燃料については酸化係数を 1.0 と設定した。

表 3-5 気体燃料の燃焼に関するデータ

燃焼状況	情報提供元	調査
完全燃焼	電気事業連合会	平成 16 年度のガス燃焼時の煤塵濃度測定結果

・ 石油燃料

石油燃料については、燃料に含まれる炭素ほぼ全量が燃焼していると想定できるものの、燃焼状況によっては 0.5%程度の未燃損失が生じる可能性があることが指摘された。ただし、いずれも具体的な定量データを示すのは困難であったため、我が国ではきめ細かな燃焼管理、煤煙処理を実施していることを勘案し、酸化係数を 1.0 と設定した。

・ 石炭燃料

石炭の燃焼については、燃焼条件、炉種、炭質により燃焼の状況が異なることもあり、具体的にどれだけの未燃炭素が生じているかを示す直接的な定量データの提供は困難な状況である。一方、炉で発生する未燃炭素については、ほぼ全量が石炭灰中に含まれるものと考えられる。石炭灰は有効利用または埋立処理が行われており、有効利用が行われる石炭灰のうち、セメント原料に利用されたもののように、製造過程において焼成工程を経るものについては、焼成過程で石炭灰中に含まれる未燃炭素が酸化され CO₂ として大気中に放出される。

焼成工程により酸化される未燃炭素も考慮した、石炭燃焼における酸化係数は 1990～2003 年の平均値は有効数字 3 桁で 0.996 となる。我が国のインベントリに用いるデータの精度を考慮すると、有効数字 2 桁の設定が妥当であるため、3 桁目の四捨五入を行い、我が国の石炭燃焼に係る酸化係数は 1.0 と設定した。

■ 活動量

当該分野の活動量については、「総合エネルギー統計」（資源エネルギー庁）に示されたエネルギー消費量を用いている。

総合エネルギー統計は、日本国内に供給された石炭・石油・天然ガスなどのエネルギー源が、どのような形態に転換され、日本国内においてどの部門によりどのような形で消費されたのかを捉え、国内のエネルギー需給の状況を表した統計(エネルギーバランス表)である。この統計(エネルギーバランス表)の目的は、日本のエネルギー需給の概要を示し、エネルギー・環境政策の企画立案やその効果の実測・評価などに貢献するとともに、エネルギー需要に対する定量的な理解や情勢判断を支援するために策定するものである。

総合エネルギー統計(エネルギーバランス表)は、各種エネルギー源を「列」、エネルギー供給・転換・消費部門を「行」として、国内のエネルギー需給を行列形式で表現している。具体的には、各種エネルギー源「列」においては、11の大項目区分(石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都市ガス、再生可能・未活用エネルギー、事業用水力発電、原子力発電、電力、熱)と必要な中項目以下の区分で構成されている。そして需給部門「行」の構成については、一次エネルギー供給(一次供給)、エネルギー転換(転換)、最終エネルギー消費(最終消費)の3つの大部門と必要な中部門以下の部門で構成されている。

総合エネルギー統計におけるエネルギー需給量の算定では、ガソリン・電力などの各エネルギー源が一律に固有単位あたりの総発熱量(高位発熱量)(MJ/kg, MJ/l, MJ/m³)で均質とし、それぞれのエネルギー源が供給・転換・消費されていると仮定している。そして各種の公的統計で把握されている固有単位での供給・転換・消費の数値に、固有単位あたりの総発熱量(高位発熱量)を乗じてエネルギー需給量を算定している。総合エネルギー統計の算定作業は以下の手順で行われている。

- (1) 発熱量・炭素排出係数の設定
- (2) 各種公的統計からエネルギー需給モジュールの構築
- (3) 固有単位表の作成(モジュールを合成し、本表及び簡易表を作成)(t, kl, 10³×m³などの単位で表記)
- (4) エネルギー単位表の作成(ジュール単位で表記)
- (5) エネルギー起源炭素表の作成(炭素含有量で表記)

なお、総合エネルギー統計では、各エネルギー源の固有単位当たりの総発熱量(高位発熱量)が毎年度再計算可能なエネルギーについては毎年度公的統計から再計算を行って算定した「実質発熱量」を用いている。また、毎年度再計算することができないエネルギー源や物理的性状が安定しているエネルギー源については、各種公的文献・資料などから推計された「標準発熱量」の値を用いている。

総合エネルギー統計(エネルギーバランス表)は下記の資源エネルギー庁のHPで1990年度から入手可能である。

<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyu/result-2.htm>

また、総合エネルギー統計の簡易表を別添2に掲載しているので参照のこと。

エネルギー産業の活動量については、総合エネルギー統計に示された、電気事業者が行う発電に伴うエネルギー消費量を計上している一般用発電(#2110、以下、総合エネルギー統計の対応部門番号を示す)及び外部用発電(#2150)、熱供給事業者が行う温熱・冷熱の発生に伴う消費量を計上している地域熱供給(#2350)、及び各エネルギー産業における自家消費(一般用発電(#2911)、外部用発電(#2912)、地域熱供給(#2913)、石油精製(#2916)、一般ガス製造(#2914)、鉄鋼コークス製造(#2915)、他転換(#2917))の各部門の値を用いている。

総合エネルギー統計の部門とCRFの部門対応を表3-6に示す。

表 3-6 総合エネルギー統計とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.1）

CRF		総合エネルギー統計	
1A1	Energy Industries		
1A1a	Public Electricity and Heat Production	事業用発電 一般用発電	#2110
		自家消費 一般用発電	#2911
		事業用発電 外部用発電	#2150
		自家消費 外部用発電	#2912
		地域熱供給	#2350
		自家消費 地域熱供給	#2913
1A1b	Petroleum Refining	自家消費 石油精製	#2916
1A1c	Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	自家消費 石炭製品製造	#2500
		自家消費 一般ガス製造	#2914
		自家消費 鉄鋼コークス製造	#2915
		自家消費 他転換	#2917

○ 発熱量

エネルギー源別の高位発熱量は、総合エネルギー統計で用いられている値を使用した。エネルギー源ごとの高位発熱量の推移を表 3-7に示す。総合エネルギー統計では、各エネルギー源の固有単位当たりの高位発熱量が毎年度再計算可能なエネルギーについては、毎年度公的統計から再計算を行って算定した「実質発熱量」を用いている。また、毎年度再計算することができないエネルギー源や、物理的性状が安定しているエネルギー源については、各種公的文献・資料などから推計された「標準発熱量」の値を用いている。

なお、標準発熱量は、概ね5年に一度改訂される。

表 3-7 エネルギー源ごとの高位発熱量の推移

エネルギー源	コード	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
石炭	原料炭	\$110	MJ/kg	31.8	31.8	28.9	29.0	29.0	29.0
	コークス用原料炭	\$111	MJ/kg	31.8	30.5	29.1	29.1	29.1	29.1
	吹込用原料炭	\$112	MJ/kg	31.8	30.5	28.2	28.2	28.2	28.2
	輸入一般炭	\$130	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7
	輸入一般炭	\$131	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7
	発電用輸入一般炭	\$132	MJ/kg	24.9	26.1	26.4	25.5	25.5	25.4
	国産一般炭	\$135	MJ/kg	24.3	24.3	22.5	22.5	22.5	22.5
	坑内掘国産炭	\$136	MJ/kg	24.3	24.3	23.2	23.2	23.2	23.2
	露天掘国産炭	\$137	MJ/kg	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
無煙炭	\$140	MJ/kg	27.2	27.2	27.2	26.9	26.9	26.9	
石炭製品	コークス	\$161	MJ/kg	30.1	30.1	30.1	29.4	29.4	29.4
	コールタール	\$162	MJ/kg	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
	練豆炭	\$163	MJ/kg	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
	コークス炉ガス	\$171	MJ/m ³ N	21.5	21.6	21.3	21.4	21.3	21.1
	高炉ガス	\$172	MJ/m ³ N	3.5	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4
	転炉ガス	\$173	MJ/m ³ N	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
原油	精製用原油	\$210	MJ/l	38.3	38.3	38.2	38.1	38.1	38.2
	発電用原油	\$220	MJ/l	39.1	39.2	39.6	38.5	39.5	39.7
	瀝青質混合物	\$221	MJ/kg	30.1	30.3	29.9	22.4	22.4	22.4
	NGL・コンデンセート	\$230	MJ/l	35.7	35.5	35.4	35.0	35.5	34.8
石油製品	揮発油留分	\$271	MJ/l	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5
	灯油留分	\$272	MJ/l	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7
	軽油留分	\$273	MJ/l	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
	常圧残油留分	\$274	MJ/l	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8	41.8
	分解揮発油留分	\$275	MJ/l	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5
	分解軽油留分	\$276	MJ/l	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
	精製混合原料油	\$277	MJ/l	38.3	38.3	38.2	38.1	38.1	38.1
	純ナフサ	\$281	MJ/l	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5
	改質生成油	\$282	MJ/l	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1
	ガソリン	\$310	MJ/l	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6
	プレミアムガソリン	\$311	MJ/l	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1
	レギュラーガソリン	\$312	MJ/l	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
	ジェット燃料油	\$320	MJ/l	36.4	36.4	36.7	36.7	36.7	36.7
	灯油	\$330	MJ/l	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7
	軽油	\$340	MJ/l	38.1	38.1	38.2	37.8	38.0	37.9
	A重油	\$351	MJ/l	39.7	39.6	39.3	39.1	40.0	39.9
	C重油	\$355	MJ/l	42.7	42.2	42.0	42.0	42.2	42.0
	B重油	\$356	MJ/l	40.2	40.2	40.4	40.4	40.4	40.4
	一般用C重油	\$357	MJ/l	42.7	42.2	42.0	42.0	42.2	42.0
	発電用C重油	\$358	MJ/l	41.1	41.1	41.3	41.2	41.2	41.2
	潤滑油	\$365	MJ/l	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2
	アスファルト	\$371	MJ/kg	41.6	41.2	40.9	41.0	41.1	41.0
	他重質油・ハーフライン等製品(アスファルト以外)	\$372	MJ/kg	41.6	41.2	40.9	41.0	41.1	41.0
オイルコークス	\$375	MJ/kg	35.6	35.6	35.6	29.9	29.9	29.9	
電気炉ガス	\$376	MJ/m ³ N	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
製油所ガス	\$380	MJ/m ³ N	39.3	39.3	44.9	44.9	44.9	44.9	
液化石油ガス(LPG)	\$390	MJ/kg	50.2	50.2	50.2	50.8	50.8	50.8	
天然ガス	液化天然ガス(LNG)	\$410	MJ/kg	54.6	54.6	54.6	54.6	54.5	54.6
	国産天然ガス	\$420	MJ/m ³ N	42.1	42.4	42.6	42.9	44.6	44.8
	ガス田・随伴ガス	\$421	MJ/m ³ N	42.1	42.4	42.6	42.9	44.6	44.8
	炭鉱ガス	\$422	MJ/m ³ N	36.0	36.0	16.7	16.7	16.7	16.7
都市ガス	原油溶解ガス	\$423	MJ/m ³ N	42.1	42.4	42.6	42.9	44.6	44.8
	都市ガス	\$450	MJ/m ³ N	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8
	一般ガス	\$460	MJ/m ³ N	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8
簡易ガス	\$470	MJ/m ³ N	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	

【CH₄、N₂O】

■ 算定方法

当該分野における燃料の燃焼に伴う CH₄、N₂O 排出量については、燃料種別、部門別、炉種別の活動量（エネルギー消費量）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 の国独自の排出係数を使用して排出量を算定した。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した。

排出量の算定式を以下に示す。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排出量を算定している。

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

- E : 化石燃料の燃焼に伴う固定発生源からの CH₄、N₂O 排出量 (kgCH₄、kgN₂O)
 EF_{ij} : 燃料種 i、炉種 j における排出係数 (kgCH₄/TJ、kgN₂O/TJ)
 A_{ijk} : 燃料種 i、炉種 j、部門 k におけるエネルギー消費量 (TJ)
 i : 燃料種
 j : 炉種
 k : 部門

■ 排出係数

我が国で行われた実測調査（表 3-9）のデータを基に、煙道における CH₄ 濃度、N₂O 濃度、O₂ 濃度と、表 3-8 に示す理論排ガス量（乾き）、理論空気量、高位発熱量を用いて、以下の式より各施設の排出係数の設定を行なった。

$$EF = C_{CH_4, N_2O} \times \{G_0' + (m - 1) \times A_0\} \times MW \div V_m \div GCV$$

- EF : 排出係数 (kgCH₄/TJ、kgN₂O/TJ)
 C_{CH₄,N₂O} : 排ガス中の CH₄ 濃度、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 : CH₄ の分子量（定数）=16 (g/mol)
 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)

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_{O₂} : 排ガス中の O₂ 濃度 (%)

燃料種、炉種別の CH₄、N₂O 排出係数は、各施設における排出係数の値を燃料種、炉種別に

区分した上で平均して設定した（表 3-10、表 3-11）。平均値を求める際には t 検定及び専門家判断により異常値を棄却し、算定を行なった。

また、電気炉からの CH₄、N₂O 排出係数は、排ガス中の CH₄、N₂O 濃度、単位時間当りの実測乾き排ガス量、及び単位時間当りの発生熱量の測定結果より算定した。

表 3-8 燃料種ごとの理論排ガス量、理論空気量、高位発熱量

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
COG (コークス炉ガス)	m ³	4.500	21,100	4.800	1
BFG (高炉ガス)	m ³	1.460	3,410	0.626	1
LNG (液化天然ガス)	kg	11.766	54,500	13.093	1
LPG (液化石油ガス)	kg	11.051	50,200	12.045	1
CFG (LDG) (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) 理論排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 年度の温室効果ガス排出量算定方法検討会で設定したものである。

表 3-9 排出係数の設定に用いた実測データの出典一覧

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
32	1996年改訂IPCCガイドライン（レファレンスマニュアル）

表 3-10 燃料種別、炉種別 CH₄ 排出係数 (単位 : kgCH₄/TJ)

炉種	燃料種	排出係数	備考
ボイラー	C 油、B 重油、原油	0.10	9 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	0.26	2 データの平均値
ボイラー	気体燃料	0.23	5 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	0.13	7 データの平均値
ボイラー	木材、木炭	75	4 データの平均値
ボイラー	パルプ廃液	4.3	2 データの平均値
金属(銅、鉛及び亜鉛を除く) 精錬用焼結炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	31	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	1.7	2 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	0.43	11 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	0.16	27 データの平均値
触媒再生塔	コークス、炭素	0.054	11 データの平均値
レンガ焼成炉、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	2 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	固体燃料、液体燃料、気体燃料	29	6 データの平均値
その他の乾燥炉	固体燃料、液体燃料、気体燃料	6.6	8 データの平均値
電気炉	電気	13	6 データの平均値
その他の工業炉	固体燃料	13	14 データの平均値
その他の工業炉	液体燃料	0.83	14 データの平均値
その他の工業炉	気体燃料	2.3	6 データの平均値
ガスタービン	液体燃料、気体燃料	0.81	11 データの平均値
ディーゼル機関	液体燃料、気体燃料	0.70	8 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	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

表 3-11 燃料種別、炉種別 N₂O 排出係数 (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	54	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	0.047	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	0.21	27 データの平均値
触媒再生塔	コークス、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	0.090	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

■ 活動量

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ため、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「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用して炉種別の燃料消費量割合を推計した。具体的には、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、業務他部門、家庭部門）の燃料消費量を「大気汚染物質排出量総合調査」の燃料消費量に比例して炉種別に按分することにより、部門別燃料種別炉種別の活動量を算定した。ただし、大気汚染物質排出量総合調査のデータは、常圧流動床ボイラー、加圧流動床ボイラーとそれ以外のボイラーを区別できないため、これら流動床ボイラーにおける燃料消費量は別途計算した。加圧流動床炉の活動量については、電気事業連合会から提供された燃料消費量データを用いた。また、常圧流動床炉の活動量については、1990 年度以降に稼働実績のある常圧流動床炉を保有する事業者から提供された燃料使用量データを用いた。

流動床炉以外の固体燃料ボイラーの活動量は、大気汚染物質排出量総合調査及び総合エネルギー統計から把握した全体の活動量から、別途推計した流動床炉の活動量を差し引くことにより推計した。

なお、大気汚染物質排出量総合調査は、1992、1995、1996、1999 年度において全てのば

い煙発生施設を対象とした悉皆調査が行われているが、悉皆調査が実施されていない年度の炉種割合については、調査年度のデータによる内挿値を利用した。

活動量の算定の具体的な手順は以下の通りである。

- 1) 大気汚染物質排出量総合調査の燃料消費量を、燃料種別－炉種別－部門別に集計する。
- 2) 各燃料種－部門において、それぞれの炉種の占める割合を求める。
- 3) 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に2)で求めた割合を乗じて、燃料種別－炉種別－部門別活動量を求める。

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

- A_{ijk} : 燃料種 i、炉種 j、部門 k におけるエネルギー消費量 (TJ)
 A_{EBik} : 総合エネルギー統計における燃料種 i、部門 k のエネルギー消費量 (TJ)
 W_{ijk} : 燃料種 i、部門 k における炉種 j のエネルギー消費量の占める割合
 i : 燃料種
 j : 炉種
 k : 部門

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

- A_{MAPijk} : 大気汚染物質排出量総合調査（通称、MAP 調査）における燃料種 i、部門 k における炉種 j のエネルギー消費量 (TJ)

4) 総合エネルギー統計では把握されていない燃料や、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、大気汚染物質排出量総合調査の燃料種別－炉種別－部門別燃料消費量を活動量とする。

5) 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。

なお、1.A.1.a「発電及び熱供給」（Public Electricity and Heat Production）における固体燃料の燃焼による N_2O の排出量は 1994-1995 年にかけて大きく増加しているが、これは 1995 年に事業用発電用の大型流動床ボイラーが稼働を開始したことにより、1995 年における固体燃料使用量が増加したためである。

○「大気汚染物質排出量総合調査」の概要

「大気汚染物質排出量総合調査」とは、大気汚染防止法に基づき、地方自治体に届出されたばい煙発生施設、一般粉じん及び特定粉じん発生施設等の固定発生源に係る届出状況並びに規制事務実施状況等大気汚染防止法施行状況の把握、ばい煙発生施設に係る届出データの整備及びばい煙発生施設から排出される大気汚染物質の排出量を把握することにより、合理的かつ効率的な大気環境行政を推進することを目的とした調査である。調査は、工場・事業場に設置されている施設のうち、調査対象となる施設に調査用紙と調査方法書を配布し、アンケート方式により実施している。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

【CO₂】

排出係数の不確実性については、炭化水素の炭素・水素構成比が原理的に発熱量と高い相関関係にあることから、エネルギー源別発熱量のサンプルデータより分散を求め、それが炭素排出係数の分散と等しいと仮定することにより評価を行った。また、活動量の不確実性は、固体燃料、液体燃料、気体燃料の統計誤差により評価を行った。その結果、燃料の燃焼による CO₂ 排出量の不確実性は 1%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

【CH₄、N₂O】

排出係数の不確実性については、エネルギー源別に、統計的処理、専門家判断、デフォルト値の採用による各手法を用いて評価を行った。また、活動量については、大気汚染物質排出量総合調査におけるデータの標準偏差及び回収率等を元に不確実性評価を行った。その結果、燃料の燃焼による CH₄ 排出量の不確実性は 47%、N₂O 排出量の不確実性は 33%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

全ての時系列において一貫した算定方法を用いて排出量の算定を行っている。

炭素排出係数については、全てのエネルギー源は、全ての時系列において同一の方法にて算定を行っている。

CH₄、N₂O の排出係数については、1990 年から直近年まで全ての時系列において同じ値を用いている。

活動量については、全ての時系列において総合エネルギー統計の値を使用しており、本統計は全ての時系列において一貫した方法にて作成されている。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

総合エネルギー統計における 2008 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2008 年度の排出量が再計算された。

バイオマスの活動量を注釈記号 (NO) から統計値に変更したことにより、1.A.1.a (public electricity and heat production) のバイオマスからの CH₄、N₂O 排出量が再計算された。同時に炉種別の燃料消費量割合を精査し、CH₄、N₂O 排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

「二酸化炭素排出量調査報告書」(環境庁 1992 年 5 月)は調査実施から既に 15 年以上の時間が経過してしまっている。そこで、資源エネルギー庁の協力を得て、エネルギー源別標準発熱量改訂のための調査に合わせ、各エネルギー源の発熱量及び炭素含有量の実測値の調査による炭素排出係数の改訂について検討を行うこととする。

大気汚染物質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統計の目的外使用の禁止により使用できなくなっていたが、再使用に向けた検討を行い、同調査の目的に温室効果ガスインベントリでのデータ使用が追加され、調査データのインベン

トリでの使用が正式に認められた。来年以降のインベントリにおいて、最新の調査データを適用するよう継続して検討を行っている。

3.2.2. 製造業及び建設業（1.A.2）

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、鉄鋼（1.A.2.a）、非鉄金属（1.A.2.b）、化学（1.A.2.c）、紙・パルプ・印刷（1.A.2.d）、食品加工、飲料、煙草（1.A.2.e）、その他（1.A.2.f）の各製造業及び鉱業・建設業部門におけるエネルギー消費に伴う排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.1. b) を参照のこと。

■排出係数

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.1. b) を参照のこと。

■活動量

エネルギー産業（1.A.1）と同様に、当該部門の活動量は総合エネルギー統計を用いている。

製造業の各部門における活動量については、総合エネルギー統計に示された、工場・事業所内での生産活動により消費されたエネルギー消費量（最終エネルギー消費）、自らの工場・事業所内で使用するために行った発電に伴うエネルギー消費量（自家用発電）、同じく自らの工場・事業所内で使用するために行った蒸気の発生に伴うエネルギー消費量（産業用蒸気）の合計を計上している。なお、工場・事業所内での生産活動により消費されたエネルギー消費量には、原料用として用いられた分（非エネルギー利用）が内数として含まれているため、当該分を差し引いている。

なお、自家用発電及び産業用蒸気部門は、総合エネルギー統計においてはエネルギー転換部門に計上されているが、1996年改訂 IPCC ガイドラインでは、発電等のために消費したエネルギーから排出される CO₂ は、その発電等を行った部門に計上することを原則としているため、それに従い、最終エネルギー消費部門における各製造業からの CO₂ 排出量と合計し、「1.A.2」に計上している。

また、1.A.2.f (Other) における液体燃料の燃焼による CO₂ 排出の IEF（見かけの排出係数）が1997-1998年にかけて減少し、1998-1999年にかけては増加しているが、これは活動量の出典として使用している総合エネルギー統計の1次統計である石油等消費動態統計の調査対象範囲の変更が要因である。総合エネルギー統計の製造業部門は石油等消費動態統計（経済産業省）をベースに作成されているが、石油等消費動態統計は1997年12月に調査対象範囲の変更が行われ、1998年以降は、染色整理、ゴム製品、非鉄金属加工製品工業に対する調査が廃止になるとともに、化学工業、窯業土石製品工業、ガラス製品工業、鉄鋼業、非鉄金属地金工業、機械工業の調査対象範囲が変更となっている。このため、1.A.2.f (Other) に計上している各部門の捕捉範囲が変わり、結果的に IEF が変動している。詳細は別添2を参照のこと。

CRF における 1.A.2 部門と総合エネルギー統計の部門対応を表 3-12に示す。

表 3-12 総合エネルギー統計とインベントリ (CRF 共通報告様式) の部門対応 (1.A.2)

CRF		総合エネルギー統計	
1A2	Manufacturing Industries and Construction		
1A2a	Iron and Steel	自家用発電 鉄鋼	#2217
		産業用蒸気 鉄鋼	#2307
		最終エネルギー消費 鉄鋼	#6580
		▲非エネルギー利用 鉄鋼	#9680
1A2b	Non-Ferrous Metals	自家用発電 非鉄地金	#2218
		産業用蒸気 非鉄地金	#2308
		最終エネルギー消費 非鉄地金	#6590
		▲非エネルギー利用 非鉄地金	#9690
1A2c	Chemicals	自家用発電 化学繊維	#2212
		産業用蒸気 化学繊維	#2302
		最終エネルギー消費 化学繊維	#6530
		▲非エネルギー利用 化学繊維	#9630
		自家用発電 化学	#2214
		産業用蒸気 化学	#2304
		最終エネルギー消費 化学	#6550
		▲非エネルギー利用 化学	#9650
1A2d	Pulp, Paper and Print	自家用発電 パルプ紙板紙	#2211
		産業用蒸気 パルプ紙板紙	#2301
		最終エネルギー消費 パルプ紙板紙	#6520
		▲非エネルギー利用 パルプ紙板紙	#9620
1A2e	Food Processing, Beverages and Tobacco	最終エネルギー消費 食料品	#6510
		▲非エネルギー利用 農林水産・鉱・建設・食料品(食料品)	#9610
1A2f	Other		
	Mining	最終エネルギー消費 鉱業	#6120
		▲非エネルギー利用 農林水産・鉱・建設・食料品(鉱業)	#9610
	Construction	最終エネルギー消費 建設業	#6150
		▲非エネルギー利用 農林水産・鉱・建設・食料品(建設)	#9610
	Oil Products	自家用発電 石油製品	#2213
		産業用蒸気 石油製品	#2303
		最終エネルギー消費 石油製品	#6540
		▲非エネルギー利用 石油製品	#9640
	Glass Wares	自家用発電 ガラス製品	#2215
		産業用蒸気 ガラス製品	#2305
		最終エネルギー消費 ガラス製品	#6560
		▲非エネルギー利用 ガラス製品	#9660
	Cement & Ceramics	自家用発電 窯業土石	#2216
		産業用蒸気 窯業土石	#2306
		最終エネルギー消費 窯業土石	#6570
		▲非エネルギー利用 窯業土石	#9670
	Machinery	自家用発電 機械他	#2219
		産業用蒸気 機械他	#2309
		最終エネルギー消費 機械	#6600
▲非エネルギー利用 機械		#9700	
Duplication Adjustment	自家用発電 重複補正	#2220	
	産業用蒸気 重複補正	#2310	
	最終エネルギー消費 重複補正	#6700	
	▲非エネルギー利用 重複補正	#9710	
Other Industries & Small and Medium Enterprises	自家用発電 他自家発電	#2250	
	最終エネルギー消費 他業種・中小製造業	#6900	
	▲非エネルギー利用 他業種・中小製造業	#9720	

c) 不確実性と時系列の一貫性

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. e) を参照のこと。

バイオマスの活動量を注釈記号から統計値に変更したことにより、「1.A.2.d (Pulp, Paper and Print)」、「1.A.2.f (Machinery)」及び「1.A.2.f (Duplication Adjustment)」のバイオマスからの CH₄、N₂O 排出量が再計算された。同時に炉種別の燃料消費量割合を精査し、他の燃料種からの CH₄、N₂O 排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. f) を参照のこと。

3.2.3. 運輸 (1.A.3) -CO₂-

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、航空機 (1.A.3.a)、自動車 (1.A.3.b)、鉄道 (1.A.3.c)、船舶 (1.A.3.d) からの CO₂ 排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. b) を参照のこと。

なお、天然ガス自動車及び石炭蒸気機関車からの CO₂ 排出は、その他部門 (1.A.4) の業務／公共部門 (1.A.4.a) に含まれていることから、これらからの CO₂ 排出を「IE」として報告する。

■排出係数

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. b) を参照のこと。

なお、1.A.3.b (Road Transportation) における液体燃料 (軽油) の炭素排出係数は、附属書 I 国中で最も低い値であるが、これは自動車排出ガス規制の関係上、我が国では道路輸送用のガスオイルとして硫黄分の多い中東産原油を一度分解し超深度脱硫した低硫黄軽油 (< 10ppm) が義務づけられており、軽油の品質規格が他国と異なること、道路輸送用以外のガスオイルは「A 重油」として厳格に区別して扱われていることに起因するものである。我が国では当該軽油や A 重油分を含めた石油精製の炭素収支がほぼ成立していることが統計上確認されており、これらの炭素排出係数は異常値ではない。

■活動量

エネルギー産業 (1.A.1) と同様に、当該部門の活動量は総合エネルギー統計を用いてい

る。

総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）に示された、航空 [#8140] [#8540]、車 [#8110] [#8510] [#8115] [#8190] [#8590]、鉄道 [#8120] [#8520]、船舶 [#8130] [#8530] のエネルギー消費量から、非エネルギー利用 [#9850] に計上されているエネルギー消費量を除いた量を用いる。非エネルギー利用 [#9850] に計上されているエネルギー消費量は、燃料以外の用途に用いられており CO₂ を排出していないものと考えられるため、この分を控除する。

CRF における 1.A.3 部門と総合エネルギー統計の部門対応を表 3-13に示す。

表 3-13 総合エネルギー統計とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応(1.A.3)

CRF		総合エネルギー統計	
1A3	Transport		
1A3a	Civil Aviation	最終エネルギー消費 旅客 航空	#8140
		最終エネルギー消費 貨物 航空	#8540
		▲非エネルギー利用 運輸部門(航空)	#9850
1A3b	Road Transportation	最終エネルギー消費 旅客 乗用車	#8110
		最終エネルギー消費 貨物 貨物自動車・トラック	#8510
		最終エネルギー消費 旅客 バス	#8115
		最終エネルギー消費 旅客 輸送機関内訳推計誤差	#8190
		最終エネルギー消費 貨物 輸送機関内訳推計誤差	#8590
		▲非エネルギー利用 運輸部門(乗用車、貨物自動車・トラック、バス)	#9850
1A3c	Railways	最終エネルギー消費 旅客 鉄道	#8120
		最終エネルギー消費 貨物 鉄道	#8520
		▲非エネルギー利用 運輸部門(鉄道)	#9850
1A3d	Navigation	最終エネルギー消費 旅客 船舶	#8130
		最終エネルギー消費 貨物 船舶	#8530
		▲非エネルギー利用 運輸部門(船舶)	#9850
1A3e	Other Transportation	-	-

c) 不確実性と時系列の一貫性

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.1.c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

総合エネルギー統計における 2008 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2008 年度の排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.4. 運輸（1.A.3）-CH₄、N₂O-

当該分野では、航空機（1.A.3.a）、自動車（1.A.3.b）、鉄道（1.A.3.c）、船舶（1.A.3.d）からの CH₄、N₂O 排出量の算定について記述する。

3.2.4.1. 航空機 (1.A.3.a)

a) 排出源カテゴリーの説明

航空機の航行に伴うエネルギー消費からの CH₄ 及び N₂O の排出を扱う。我が国の国内の航空機の飛行に伴う温室効果ガスの排出は、ジェット燃料油を使用するものが主である。その他小型軽飛行機、ヘリコプターなどに僅かに利用されている航空ガソリンからの排出が存在する。

b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.58、Fig.2.7) に従い、ジェット燃料については Tier 2a 法、航空ガソリンについては Tier 1 を用いて排出量の算定を行った。

$$\frac{\text{ジェット燃料 国内線航空機離着陸時の排出量 (CH}_4, \text{N}_2\text{O)}}{\text{国内線航空機の LTO1 サイクル当りの排出係数} \times \text{国内線の航空機の LTO サイクル数}}$$

$$\frac{\text{ジェット燃料 国内線航空機巡航時の排出量 (CH}_4, \text{N}_2\text{O)}}{\text{ジェット燃料の消費に伴う排出係数} \times \text{国内線の航空機の巡航時ジェット燃料消費量}}$$

$$\frac{\text{航空ガソリン 国内線航空機の飛行に伴う排出量 (CH}_4, \text{N}_2\text{O)}}{\text{航空ガソリンの消費に伴う排出係数} \times \text{国内線の航空機の航空ガソリン消費量}}$$

■排出係数

【ジェット燃料油】

離着陸時の CH₄、N₂O の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いた。巡航時の CH₄、N₂O の排出係数は、離着陸時の排出係数と同様に 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたジェット燃料比重のデフォルト値 (0.78t/kl) を用いてキロリットルあたりに換算した値を用いた。(以下の表参照)

【航空ガソリン】

航空ガソリンの CH₄、N₂O の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いた (以下の表参照)。

表 3-14 航空機の CH₄、N₂O の排出係数

		CH ₄	N ₂ O
ジェット機 (ジェット燃料)	離着陸時	0.3 [kg CH ₄ /LTO]	0.1 [kg N ₂ O/LTO]
	巡航時	0 [kg CH ₄ /kl]	0.078 [kg N ₂ O/kl]
ジェット機以外 (航空ガソリン)	—	0.06 [g CH ₄ /MJ]	0.0009 [g N ₂ O/MJ]

(出典) 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第3部」(平成14年8月)
1996年改訂 IPCC ガイドライン、Vol 3、Table 1-47

■活動量

【ジェット燃料油】

離着陸時の活動量については、国土交通省「航空輸送統計年報」に示された離着陸回数を用いた。離着陸時のジェット燃料消費量は、上記の離着陸回数に1996年改訂IPCCガイドラインに示された1回の離着陸時に消費される燃料消費量を乗じることによって算出した。

巡航時の燃料消費量については、国土交通省「航空輸送統計年報」に示されたジェット燃料消費量から推計した離着陸時のジェット燃料消費量を差し引いて算出した。

【航空ガソリン】

活動量については、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された航空部門のガソリン消費量を用いた。

表 3-15 航空機からの排出の算定に使用する活動量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
LTOサイクル数	LTO	430,654	532,279	667,559	715,767	741,430	726,415	716,804
ジェット燃料巡航時消費量	kl	2,330,514	3,223,547	3,537,205	3,543,856	3,560,400	3,334,851	3,146,174
航空ガソリン消費量	kl	5,345	6,029	4,287	7,662	4,184	2,773	2,352

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性は、GPG(2000)に示されたデフォルト値(CH₄:200%、N₂O:10,000%)を採用した。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値(10%)を採用した。その結果、排出量の不確実性は、CH₄が200%、N₂Oが10,000%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添7に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を使用している。ジェット燃料油の活動量は「航空輸送統計年報」を、航空ガソリンの活動量は「総合エネルギー統計」を、1990年度から直近年まで全ての時系列において一貫して使用している。

d) QA/QC と検証

GPG(2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、別添6に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.4.2. 自動車 (1.A.3.b)

我が国の自動車からの排出量は、以下に示す車種別に求めている。

表 3-16 自動車からの排出における計上区分とその定義

車種	定義	排出量を計上する燃料種			
		ガソリン	ディーゼル	LPG	LNG
軽乗用車	軽自動車のうち、人の輸送用に供する車両	○	—	—	—
軽貨物車	軽自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	—	—	—
乗用車	普通乗用車又は小型自動車のうち、人の輸送用に供する車両で、乗車定員 10 人以下の車両	○	○	○	—
バス	普通乗用車又は小型自動車のうち、人の輸送用に供する車両で、乗車定員 11 人以上の車両	○	○	—	—
小型貨物車	小型自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	○	—	—
普通貨物車	普通自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	○	—	—
特殊用途車	普通自動車、小型自動車又は軽自動車のうち、散水自動車、広告宣伝用自動車、霊柩自動車その他特種の用途に供する車両	○	○	—	—
天然ガス自動車	上記の車種のうち、天然ガスを燃料として用いているもの	—	—	—	○
二輪車	二輪車	○	—	—	—

「3.2.4.2.a.軽乗用車、軽貨物車、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、特殊用途車」、「3.2.4.2.b.天然ガス自動車」、「3.2.4.2.c.二輪車」は算定方法が異なるため、以下では分類して記述する。

3.2.4.2.a. 軽乗用車、軽貨物車、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、特殊用途車

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、軽自動車、軽貨物車、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、特殊用途車からの CH₄、N₂O 排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.45、Fig.2.5) に従い、Tier 3 法を用いて、車種別の走行量に、車種別に設定した排出係数を乗じて排出量の算定を行った。

■排出係数

CH₄ 及び N₂O の排出係数の設定方法は表 3-17の通りである。

「自工会データ」と記されたものについては、(社)日本自動車工業会(以下、自工会)により提供された排出係数データを、車両規制年別のコンバインモード³排出係数等として整理したのち、その排出係数に規制年別保有台数を掛けることにより、各年の排出係数を算出した。(表 3-18、表 3-19参照)

「測定データ」と記されたものについては、我が国における実測データを基に走行速度区分別に推計した排出係数を、国土交通省「道路交通センサス」に示された走行速度区分別の走行量割合により加重平均し設定した。当該排出係数は混雑時走行速度別の走行量割合を用いており、日本の自動車走行実態を反映させた排出係数となっている。

我が国独自のデータが入手できないものについては、1996 年改訂 IPCC ガイドライン、

³ 自工会提供データは試験モード別に提供。主にコンバインモード=10.15 モード×0.88+11 モード×0.12 にて計算。10.15 モードはホットスタートの走行モード、11 モードはコールドスタートの走行モードである。

GPG(2000)に掲載されたデフォルトの排出係数を利用した。

詳細な設定方法は、環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 運輸分科会報告書」(平成18年2月)に記されている。

表 3-17 自動車の排出係数の設定方法

車種	ガソリン車		ディーゼル車	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
軽乗用車	自工会データ	自工会データ		
軽貨物車	自工会データ	自工会データ		
普通乗用車	自工会データ	自工会データ	自工会データ	自工会データ
バス	1996GL	GPG(2000)+	測定データ	1996GL
小型貨物車	自工会データ	自工会データ	自工会データ	自工会データ
普通貨物車	1996GL	GPG(2000)+	自工会データ	自工会データ
特殊用途車	1996GL	GPG(2000)+	測定データ	1996GL

- 1) 自工会データ：(社)日本自動車工業会による提供データを基に設定
- 2) 測定データ：上記外の実測データを基に設定
- 3) 1996GL：1996年改訂 IPCC ガイドラインに掲載されたデフォルト値を利用
- 4) GPG(2000)+：GPG(2000)に示されたデフォルト値に「総合エネルギー統計」で示された熱量及び「自動車輸送統計年報」に示された車種ごとの燃費を考慮して算出

表 3-18 自動車の CH₄ 排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
ガソリン	軽乗用	g-CH ₄ /km	0.008	0.008	0.008	0.007	0.006	0.006	0.006
	乗用 (LPG含む)	g-CH ₄ /km	0.015	0.015	0.014	0.011	0.010	0.009	0.009
	軽貨物	g-CH ₄ /km	0.020	0.020	0.019	0.013	0.010	0.009	0.009
	小型貨物	g-CH ₄ /km	0.022	0.021	0.021	0.015	0.012	0.011	0.011
	普通貨物	g-CH ₄ /km	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
	バス	g-CH ₄ /km	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
	特殊用途	g-CH ₄ /km	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
ディーゼル	乗用	g-CH ₄ /km	0.011	0.012	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013
	小型貨物	g-CH ₄ /km	0.010	0.011	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009
	普通貨物	g-CH ₄ /km	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.013	0.013
	バス	g-CH ₄ /km	0.019	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
	特殊用途	g-CH ₄ /km	0.017	0.015	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013

表 3-19 自動車の N₂O 排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
ガソリン	軽乗用	g-N ₂ O/km	0.015	0.015	0.014	0.009	0.008	0.007	0.007
	乗用 (LPG含む)	g-N ₂ O/km	0.024	0.024	0.020	0.012	0.010	0.009	0.009
	軽貨物	g-N ₂ O/km	0.024	0.024	0.022	0.013	0.010	0.009	0.009
	小型貨物	g-N ₂ O/km	0.020	0.021	0.021	0.013	0.010	0.009	0.009
	普通貨物	g-N ₂ O/km	0.039	0.041	0.038	0.037	0.035	0.035	0.035
	バス	g-N ₂ O/km	0.045	0.046	0.044	0.041	0.040	0.042	0.040
	特殊用途	g-N ₂ O/km	0.039	0.042	0.037	0.031	0.030	0.030	0.028
ディーゼル	乗用	g-N ₂ O/km	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	小型貨物	g-N ₂ O/km	0.009	0.010	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012
	普通貨物	g-N ₂ O/km	0.015	0.015	0.015	0.016	0.019	0.021	0.022
	バス	g-N ₂ O/km	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	特殊用途	g-N ₂ O/km	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

■活動量

車種ごと燃料種ごとの年間走行量の推計値を活動量として用いた。国土交通省「自動車輸

送統計年報」に示された車種ごとの走行距離に、燃料消費量と燃費から算出される燃料種ごとの走行距離の割合を乗じて走行量の推計を行った。

表 3-20 自動車の車種別走行量

車種	燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
軽乗用車	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	15,281	39,386	70,055	102,601	116,442	121,327	128,585
普通乗用車	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	289,697	323,022	363,991	372,663	363,707	351,943	355,499
	ディーゼル車	10 ⁶ 台 km	42,252	66,787	58,832	30,902	21,445	17,692	14,879
	LPG車	10 ⁶ 台 km	18,368	17,192	15,382	13,971	13,427	12,864	12,362
バス	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	95	32	21	46	69	73	85
	ディーゼル車	10 ⁶ 台 km	7,016	6,736	6,598	6,605	6,658	6,503	6,464
軽貨物車	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	85,336	84,534	74,914	73,789	73,382	73,312	72,382
小型貨物+貨客	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	36,981	25,892	24,988	26,597	27,051	26,345	26,054
	ディーゼル車	10 ⁶ 台 km	55,428	62,032	57,221	41,674	38,064	36,295	33,281
普通貨物車	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	447	361	331	741	993	1,059	1,088
	ディーゼル車	10 ⁶ 台 km	66,434	78,086	82,693	78,866	80,516	77,887	74,146
特殊(種)用途車	ガソリン車	10 ⁶ 台 km	827	851	1,584	1,556	1,690	1,726	1,822
	ディーゼル車	10 ⁶ 台 km	10,420	15,373	19,115	18,869	20,185	19,851	19,361

■ガソリン自動車からの N₂O 排出量の推移について

昭和 53 年度排出ガス規制が 1978 年に導入され、三元触媒が自動車に装着され始めると、ガソリン自動車の走行距離当たりの N₂O 排出量が増加した。三元触媒装着車が広く普及する 1986 年までは、走行距離当たりの N₂O 排出量は増加傾向にあった。1997 年までは新しい規制は発令されず、そのため、1986 年～1997 年の間は走行距離当たりの N₂O 排出量は定常状態であった。しかし、1997 年より低排出ガス対策車販売、2000 年より新短期規制が導入され、直下型触媒コンバータが装着されたことにより、走行距離当たりの N₂O 排出量が減少し始め、1997 年以降減少傾向にある。

■完全性について

【バイオマス燃料】

現在、国内ではバイオマス起源のエタノール燃料がほとんど流通していないため、エタノールを使用する自動車は走行していない。したがって、バイオマスを燃料とする自動車の使用に伴う CH₄、N₂O の排出量は「NO」として報告した。

【その他(メタノール)】

国内のメタノール自動車の保有台数は 19 台(2007 年 3 月末時点、国土交通省調べ)と活動量は微少であるため、排出量はごく微量であると仮定し報告を行っていない。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

自動車(すべての車種)からの CH₄、N₂O 排出に関して、排出係数の不確実性は GPG(2000)に示されたデフォルト値を採用した(CH₄: 40%、N₂O: 50%)。活動量の不確実性は平成 14 年度温室効果ガス算定方法検討会の設定した不確実性の標準値である 50%を採用した。その結果、排出量の不確実性(天然ガス自動車・二輪車を含むすべての車種)は CH₄が 64%、N₂O が 71%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の手法を用い構築されている。活動量は、「自動車輸送統計年報」の値を元に、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で推

計している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

ガソリン乗用車、ガソリン軽乗用車、ガソリン軽貨物車、ディーゼル小型貨物車について、新長期規制施行後（2005 年～）の新たな CH₄ 及び N₂O 排出係数が自動車工業会から提供されたため、2005～2008 年度の CH₄ 及び N₂O 排出係数が変更され、CH₄ 及び N₂O 排出量に変更された。

f) 今後の改善計画及び課題

一部の車種の排出係数として、1996 年改訂ガイドライン及び GPG(2000)に示されたデフォルト値を使用しているため、より我が国の実態に合った値を実測等により設定するかどうか検討する必要がある。

3.2.4.2.b. 天然ガス自動車

a) 排出源カテゴリの説明

当該分野では、天然ガス自動車からの CH₄、N₂O 排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

天然ガスを燃料とする自動車の車種別走行量に、車種別排出係数を乗じて排出量を算定した。

■排出係数

天然ガスを燃料とする小型貨物車、乗用車、軽乗用車、軽貨物車、普通貨物車、バスの CH₄ 排出係数は、自工会提供データを用い、天然ガス車以外の自動車と同様の方法にて設定を行った。

小型貨物車、普通貨物車の N₂O 排出係数は国内における実測値を用いて、走行速度区別に設定した排出係数を、国土交通省「道路交通センサス」に示された走行速度区別の走行量割合により加重平均し設定した。

乗用車、軽乗用車、軽貨物車、特殊用途車、バスの N₂O 排出係数及び特殊用途車の CH₄ 排出係数は国内における調査結果がないため、以下の表 3-21 で示す方法で設定した。

表 3-21 天然ガス自動車からの CH₄、N₂O の排出係数

車種	排出係数設定方法		排出係数平均値	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄ [g-CH ₄ /km]	N ₂ O [g-N ₂ O/km]
小型貨物車	自工会データ	実測値を基に設定	0.020	0.0002
乗用車	自工会データ	車種の規格を考慮し、小型貨物車の排出係数を利用	0.019	0.0002
軽乗用車、軽貨物車	自工会データ		0.013	
普通貨物車	自工会データ	実測値を基に設定	0.082	0.0128
特種用途車	普通貨物車の速度別排出係数と、天然ガス特種用途車の走行パターンを考慮して補正した走行速度別走行量割合を用いて設定		0.093	0.0145
バス	自工会データ	車両重量を考慮し、普通貨物車の排出係数を、等価慣性重量比率で補正して設定	0.050	0.0384

■活動量

天然ガス自動車の台数に1台当りの年間走行量を乗じて、車種別年間走行量を把握した。台数は日本ガス協会データによる天然ガス自動車の車種別登録台数を用いた。車種別年間走行量は、天然ガス自動車独自の値は把握できなかったため、「自動車輸送統計年報」の車種別年間走行量と車種別登録台数から求めた、全燃料を対象とした1台当りの車種別年間走行量を用いた。

表 3-22 天然ガス自動車の車種別年間走行量

車種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
乗用車	千台km/年	54	104	6,516	13,528	14,110	14,016	14,271
バス	千台km/年	0	1,860	18,743	53,936	61,444	64,005	65,079
普通貨物（トラック）	千台km/年	91	2,459	77,394	384,460	512,957	565,364	572,016
小型貨物	千台km/年	184	8,088	32,426	57,045	67,137	72,550	75,529
軽自動車等	千台km/年	0	301	12,934	49,543	62,894	69,299	74,951
塵芥車	千台km/年	0	300	6,955	38,816	47,039	50,304	52,287

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性は、専門家判断により CH₄、N₂O とも 1000%を採用した。活動量の不確実性は平成 14 年度温室効果ガス算定方法検討会の設定した不確実性の標準値である 50%を採用した。その結果、排出量の不確実性は CH₄、N₂O とも 1001%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を使用している。活動量は、「自動車輸送統計年報」及び「日本ガス協会データ」の値を元に、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で推計している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

現状より正確な排出係数の設定のため、さらに多くの自動車の走行量データを蓄積し、設定方法について見直していく必要がある。

3.2.4.2.c. 二輪車

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、二輪車からの CH₄、N₂O 排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

我が国では、PRTR 制度⁴の届け出対象外の排出量の推計方法が環境省によりまとめられており、その方法に準拠して二輪車からの排出量を推計した。排出量は「ホットスタート」「コールドスタート時の増分」の2つの発生源区分において以下の式により算定を行なった。詳細な算定方法は「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 運輸分野」（平成 18 年 2 月）に記されている。

$$\frac{\text{ホットスタートにおける二輪車からの排出量 (CH}_4\text{、N}_2\text{O)}}{\text{=車種別の台 km あたりの排出係数} \times \text{二輪車車種別年間総走行量}}$$

$$\frac{\text{コールドスタート時の増分における二輪車からの排出量 (CH}_4\text{)}}{\text{=車種別の 1 始動回あたりの排出係数} \times \text{二輪車車種別年間エンジン始動回数}}$$

■排出係数

【ホットスタート】

国内測定結果によるホットスタート時の THC (Total hydrocarbon) 排出係数に、実測結果より得られた CH₄ 排出係数と THC 排出係数の比率を乗じる。THC 排出係数は車種別・ストローク別・未規制/規制対応別に設定されているため、これらの保有台数構成比を推計して按分を行ない、車種別旅行速度別排出係数を設定した。N₂O の排出係数については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「US Motorcycles/European Motorcycles」のデフォルト値 0.002[gN₂O/km] を使用する。

【コールドスタート時の増分】

国内測定結果によるコールドスタート時の増分の THC 排出係数に、ホットスタート時の CH₄ 排出係数と THC 排出係数の比率を乗じ、保有台数構成比による按分により車種別排出係数を設定した。N₂O の排出係数については、ホットスタート時のデフォルト排出係数に含まれているものと考えられるため、設定しない。

⁴ PRTR 制度：Pollutant Release and Transfer Register（化学物質排出移動量届出制度）

表 3-23 二輪車の CH₄ 排出係数

発生源区分	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
ガソリン二輪車(ホットスタート)	原付一種	g-CH ₄ /km	0.124	0.118	0.101	0.064	0.048	0.042	0.037
	原付二種	g-CH ₄ /km	0.088	0.090	0.082	0.050	0.038	0.030	0.026
	軽二輪	g-CH ₄ /km	0.155	0.159	0.137	0.071	0.050	0.043	0.038
	小型二輪	g-CH ₄ /km	0.117	0.119	0.112	0.069	0.054	0.046	0.041
ガソリン二輪車(コールドスタート)	原付一種	g-CH ₄ /始動回	0.039	0.039	0.033	0.022	0.019	0.018	0.017
	原付二種	g-CH ₄ /始動回	0.012	0.012	0.013	0.016	0.017	0.018	0.018
	軽二輪	g-CH ₄ /始動回	0.016	0.016	0.018	0.024	0.026	0.026	0.027
	小型二輪	g-CH ₄ /始動回	0.043	0.043	0.042	0.035	0.033	0.032	0.032

■活動量

【ホットスタート】

車種別・旅行区分速度別の年間走行量は、「道路交通センサス調査」による二輪車の走行データを基本に、「二輪車市場動向調査」等から求めた車種別総走行量比率、「道路交通センサス」を基に推計した旅行速度区分別の走行量比率等を用いて把握した。降雨・降雪による使用低下率や、調査非実施年における保有台・走行量増加率等の勘案もなされている。

【コールドスタート時の増分】

二輪車の車種別年間エンジン始動回数（回／年）を以下の式に従って設定した。

始動回数

$$= (\text{新車の年間使用予定日数})_{\text{都道府県}} \times (\text{使用係数})_{\text{車種}} \times (\text{経過年})_{\text{車種}} \times (\text{降雨・降雪による使用日数低下率})_{\text{都道府県}} \times (1 \text{ 日あたりの平均始動回数})_{\text{車種}} \times (\text{保有台数})_{\text{車種、都道府県、経過年}}$$

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性は GPG(2000)の自動車のデフォルト値を採用した（CH₄：40%、N₂O：50%）。活動量の不確実性は平成 14 年度温室効果ガス算定方法検討会の設定した不確実性の標準値である 50%を採用した。その結果、排出量の不確実性は CH₄が 64%、N₂Oが 71%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の方法を用いて算定している。活動量は、「自動車輸送統計年報」の値を元に、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で推計している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

保有台数の統計（「自動車保有車両数」自動車検査登録協会、自工会データ）が更新されたため、2008 年度の CH₄、N₂O 排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

- ・排出係数についてはより正確に設定していくため、さらに多くの実測データの収集が必要である。
- ・現状より正確な活動量の設定のため、四輪車のデータで代用しているものを二輪車のデータに代えるなど、算定に必要なデータのさらなる充実が必要である。

3.2.4.3. 鉄道 (1.A.3.c)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、鉄道の走行に伴うエネルギー消費からの CH₄、N₂O 排出を扱う。
 鉄道からの CH₄、N₂O 排出量は、軽油を利用するディーゼル鉄道車両からの排出が主であり、石炭を利用する蒸気機関車からの排出が少量存在する。

b) 方法論

■算定方法

排出係数に発熱量ベースの燃料消費量を乗じて排出量の算定を行った。
 なお、GPG (2000) には当該排出源からの算定方法に関するデシジョンツリーは示されていない。

$$\begin{aligned} & \text{ディーゼル鉄道車両からの排出量 (CH}_4\text{, N}_2\text{O)} \\ & = \text{鉄道におけるディーゼルエンジンの排出係数} \times \text{ディーゼル鉄道車両の年間軽油消費量} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{蒸気機関車からの排出量 (CH}_4\text{, N}_2\text{O)} \\ & = \text{鉄道輸送における石炭の排出係数} \times \text{蒸気機関車の年間石炭消費量} \end{aligned}$$

■排出係数

ディーゼル鉄道車両における排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Diesel engines - Railways」のデフォルト値を軽油の発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を用いた。

蒸気機関車における排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Coal Railways」のデフォルト値を輸入一般炭の発熱量を用いて重量あたりに換算した値を用いた。

表 3-24 鉄道の排出係数のデフォルト値

	ディーゼル鉄道車両	蒸気機関車
CH ₄ の排出係数	0.004 [g-CH ₄ /MJ]	10 [kg-CH ₄ /TJ]
N ₂ O の排出係数	0.03 [g-N ₂ O/MJ]	1.4 [kg-N ₂ O/TJ]

(出典) 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p.1.91, Table 1-49、p 1.35, Table 1-7、p 1.36、Table 1-8

■活動量

ディーゼル鉄道車両における軽油の消費量は、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された鉄道部門の軽油の消費量を活動量として用いた。

蒸気機関車における石炭の消費量は、「鉄道統計年報 (国土交通省)」の「運転用電力、燃料及び油脂消費額表」の中の「その他の燃料 代価」を蒸気機関車による石炭消費量と見込ん

だ。この数値は金額ベースのため「エネルギー・経済統計要覧」における各年の石炭価格（輸入一般炭価格を利用）で除して石炭消費量を推計した。

表 3-25 鉄道からの排出の算定に使用する活動量

燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
軽油消費量	kl	356,224	313,235	269,711	248,211	239,334	230,381	230,381
石炭使用量	kt	17	19	28	13	9	7	7

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性は平成 14 年度温室効果ガス算定方法検討会での設定方法に従い、CH₄ : 5.0%、N₂O : 5.0%とした。ディーゼル鉄道車両の活動量の不確実性は「鉄道統計年報」に基づく値である 10%を採用した。また、蒸気機関車の活動量の不確実性は、「鉄道統計年報」及び「エネルギー・経済統計要覧」等の不確実性の合成に基づく値である 105%を採用した。その結果、排出量の不確実性は、ディーゼル鉄道車両では CH₄、N₂O とも 11%、蒸気機関車では CH₄、N₂O とも 101%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を使用している。ディーゼル鉄道車両の活動量は、1990 年度から直近年まで全ての時系列において「総合エネルギー統計」の値を一貫して使用している。また、蒸気機関車の活動量は、「鉄道統計年報」及び「エネルギー・経済統計要覧」を基に、全ての時系列において一貫した方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

総合エネルギー統計における 2008 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2008 年度の排出量が再計算された。また、蒸気機関車からの CH₄ 及び N₂O 排出について、「2008 年度鉄道統計年報」の出版により 2008 年度の活動量（石炭消費量）が変更されたため、2008 年度の CH₄ 及び N₂O 排出量が変更となった。

f) 今後の改善計画及び課題

- ・ 鉄道（ディーゼル鉄道車両）の排出係数については、1996 年改訂ガイドラインのデフォルト値を使用しているため、より国内の実態に合った値を実測する必要があるかどうかについて実測方法も含めて検討する必要がある。

3.2.4.4. 船舶（1.A.3.d）

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、船舶の航行におけるエネルギー消費に伴う CH₄、N₂O の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.52、Fig.2.6) に従い、排出量の算定を行った。

$$\text{内航船舶の航行に伴う排出量 (CH}_4\text{、N}_2\text{O)} \\ = \text{内航船舶における軽油} \cdot \text{A重油} \cdot \text{B重油} \cdot \text{C重油の排出係数} \times \text{内航船舶における各燃料消費量}$$

■排出係数

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Ocean-going Ships (diesel engines)」のデフォルト値 (以下の表参照) を、燃料種 (軽油、A重油、B重油、C重油) ごとの発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を使用した。

表 3-26 船舶の排出係数のデフォルト値

	値
CH ₄ の排出係数	0.007 [g CH ₄ /MJ]
N ₂ Oの排出係数	0.002 [g N ₂ O/MJ]

(出典) 1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p.1.90, Table 1-48

■活動量

資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された船舶部門の燃料種ごとの消費量を活動量として用いた。

表 3-27 船舶からの排出の算定に使用する活動量

燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
軽油	1000kl	133	208	204	195	189	189	189
A重油	1000kl	1,602	1,625	1,728	1,324	1,126	1,046	966
B重油	1000kl	526	215	152	63	42	25	19
C重油	1000kl	2,446	3,002	3,055	2,873	2,792	2,592	2,450

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性は GPG (2000) に示されたデフォルト値を採用した (CH₄: 200%、N₂O: 1,000%)。活動量の不確実性は「総合エネルギー統計」の元統計である「内航船舶輸送統計年報」で記載されている精度値 (信頼区間 95%) の 13%を採用した。その結果、排出量の不確実性は CH₄ が 64%、N₂O が 71%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、全ての時系列において同一の値を使用している。船舶の活動量は「総合エネルギー統計」の値を、1990年度から最新年まで全ての時系列において一貫して使用している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

総合エネルギー統計における 2008 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2008 年度の排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

船舶の排出係数については、1996 年改訂ガイドラインのデフォルト値を使用しているため、より国内の実態に合った値を実測する必要があるかどうかについて実測方法も含めて検討する必要がある。

3.2.5. その他部門 (1.A.4)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、業務／公共 (1.A.4.a)、家庭 (1.A.4.b)、農林水産業 (1.A.4.c) におけるエネルギー消費からの排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. b) を参照のこと。

■排出係数

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. b) を参照のこと。

■活動量

エネルギー産業 (1.A.1) と同様に、当該部門の活動量は総合エネルギー統計を用いている。

各部門の活動量については、総合エネルギー統計に示された、業務他部門 (#7500)、家庭部門 (#7100)、農林水産業部門 (#6110) の最終エネルギー消費量を計上している。なお、上記の最終エネルギー消費量には、原料用として用いられた分 (非エネルギー利用) が内数として含まれているため、当該分を差し引いている。

表 3-28 総合エネルギー統計とインベントリ (CRF 共通報告様式) の部門対応 (1.A.4)

CRF		総合エネルギー統計	
1A4	Other Sectors		
1A4a	Commercial/Institutional	最終エネルギー消費 業務他 ▲非エネルギー利用 民生部門他(業務他)	#7500 #9800
1A4b	Residential	最終エネルギー消費 家庭 ▲非エネルギー利用 民生部門他(家庭)	#7100 #9800
1A4c	Agriculture/Forestry/Fisheries	最終エネルギー消費 農林水産業 ▲非エネルギー利用 農林水産・鉱・建設・食料品 (農林水産業)	#6110 #9610

c) 不確実性と時系列の一貫性

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.1. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

GPG (2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算

定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

総合エネルギー統計の 2008 年度におけるエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2008 年度の排出量が再計算された。

エネルギー産業 (1.A.1) と同様に、炉種別の燃料消費量割合を精査し、CH₄、N₂O 排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.6. 特徴的なトレンドの説明

過去のインベントリ審査において専門家審査チームより排出量、活動量及び排出係数等のトレンドに関する解説が求められた。本節では、これを記載する。

1.A.1.a 「発電と熱供給」 (Public Electricity and Heat Production) における固体燃料の燃焼による N₂O の排出量は 1994-1995 年にかけて大きく増加しているが、これは 1995 年に事業用発電用の大型流動床ボイラーが稼働を開始したことにより、1995 年における固体燃料使用量が増加したためである。

1.A.1.c 「固体燃料製造及びその他エネルギー産業」 (Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries) における固体燃料からの CO₂ 排出量の IEF (Implied Emission Factor、見かけの排出係数) は、固体燃料製造による固体燃料の転換から算出される「炭素バランスからの排出」によって上下している。この見かけの年次変動は、コークス用原料炭及びコークス、そしてその他石炭製品間のマスバランスの違いに起因している。また、統計誤差やプロセス上では見えてこない貯蔵あるいは自然発生的な入出力のアンバランスに起因することもある。

固体燃料の高位発熱量 (GCV) のトレンドは、1990 年以降、減少傾向にある。これは、コークス用原料炭と一般炭の比率の変化に起因する。1970~1990 年においては、コークスの原料として、コークス用原料炭が使用されていたが、コークス用原料炭の不足と価格上昇のため、コークスの代わりに前処理(調湿と増粘)をした一般炭を使う新しいコークス技術が開発された。同様に、PCI (吹込用原料炭) がコークス用原料炭や一般炭の混合から、前処理(微粉化)をした一般炭に変更された。これは、日本の鉄鋼製造が、経済的な理由で安い石炭から高品質のコークスを製造してきたためである。従来のコークス用原料炭は、一般炭に比べて高い炭素含有量と発熱量を有するため、新技術が徐々に導入された結果、近年の見かけの GCV が減少傾向にある。

3.2.7. 部門別アプローチとレファレンスアプローチの比較について

部門別アプローチとレファレンスアプローチによる CO₂ 排出量の比較、差の分析等の情報については、別添 4 に詳述している。

3.2.8. 国際バンカー

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、貿易や海外渡航で利用される国際航空や国際海運から排出される温室効果ガスを扱う。

なお、国際バンカーからの排出は、我が国の総排出量には含めず、CRFのMemo Itemの欄で報告している。

b) 方法論

■算定方法

当該排出源からのCO₂、CH₄、N₂O排出については、ボンド扱いの各燃料種の消費量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

■排出係数

【CO₂】

CO₂の排出係数については、1.A.1における燃料の燃焼(CO₂)と同じ排出係数を用いた(3.2.1.b)参照)。

【CH₄、N₂O】

CH₄、N₂Oの排出係数については、1996年改訂IPCCガイドラインに示されたデフォルト値を採用した。

表 3-29 国際バンカー油起源のCH₄、N₂O排出係数

輸送機関	燃料種	CH ₄ 排出係数	N ₂ O排出係数
航空機	ジェット燃料油	0.002 [g CH ₄ /MJ] ^a	0.1 [kg N ₂ O/t] ^b
船舶	A 重油、B 重油、C 重油、 軽油、灯油	0.007 [g CH ₄ /MJ] ^c	0.002 [g N ₂ O/MJ] ^c

a. 1996年改訂IPCCガイドライン Vol.3 Table.1-47

b. " Table.1-52

c. " Table.1-48

■活動量

当該排出源からのCO₂、CH₄、N₂O排出については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報(旧:エネルギー生産・需給統計年報)」に示された「ボンド輸入」と「ボンド輸出」の合計値を用いた。

下図のA、Bは、それぞれ「資源・エネルギー統計年報(旧:エネルギー生産・需給統計年報)」のボンド輸出、ボンド輸入の項に計上される量に対応している。AとBの合計であるCを当該排出源の活動量とした。この量は、国際航空、外航海運のための燃料の日本における販売量にほぼ相当すると考えられる。

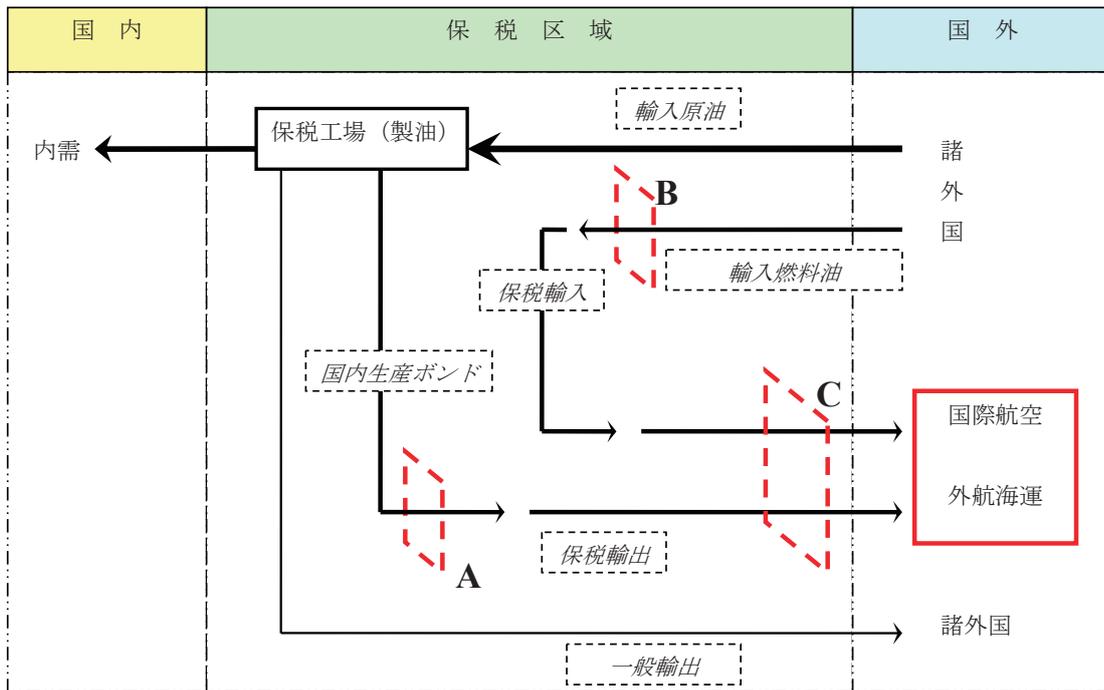


図 3-3 国際バンカー油の活動量

ジェット燃料油は航空機、A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油は船舶での利用と仮定した。なお、外航船舶の推進燃料として用いられるのは重油のみで、軽油、灯油は外航船における自家発電の燃料（暖房等）に使用されている。

【CO₂】

CO₂の活動量については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報(旧：エネルギー生産・需給統計年報)」に示された「kl」ベースの消費量を、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された標準発熱量を用いて「J」ベース（高位発熱量）に換算した。

【CH₄、N₂O】

CH₄、N₂Oの活動量については、1996年改訂IPCCガイドラインのデフォルト値が低位発熱量ベースの排出係数が示されているため、高位発熱量に換算した値に0.95を乗じて低位発熱量に換算した。

なお、航空機のN₂Oの活動量については、1996年改訂IPCCガイドラインの排出係数のデフォルト値が重量当たりの排出係数となっているため、これに合わせるために、「kl」ベースの消費量に石油連盟調べの密度（0.78 [g/cm³]）を乗じて重量に換算した。

c) 特記事項

2004年度の机上審査において、CRFにおいて報告されたバンカー活動量（表「1.C」）と国際エネルギー機関（IEA）に報告されたバンカー消費量データとの間には大きな差異があることが指摘された。

以下に、IEA エネルギーバランス表と我が国が利用するエネルギー統計の差異の原因となる理由を示す。

- ・データの更新によるもの

2004年度の専門家レビューチームが分析に利用したデータは、下記のIEA エネルギーバランスを使用している。

2000～2001年データ「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2000-2001」II 94～95

2002～2003年データ「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2002-2003」II 94～95

本冊子発行以降、IEAに提出された2000、2001年の数値には、バンカー油について輸入分が計上されていなかったこと、及び軽油の輸出量が誤りであったこと等の誤りがあることが見つかった。この数字の誤りについては2006年3月にIEAに修正の報告をしており、現在は修正済みである。

- ・バンカー油として報告している燃料種の違い

2004年度5月提出インベントリまでは、我が国の海洋バンカーとして、A重油、B重油、C重油のボンド輸入、ボンド輸出量を計上していた。一方、IEAエネルギーバランスでは、上記各重油の他に、軽油、灯油、潤滑油が含まれており、この違いにより誤差が生じていた。なお、2004年8月提出インベントリ以降、軽油と灯油についても海洋バンカーとして計上するよう、算定方法の変更を行った⁵。

- ・比重、換算係数による誤差

IEAエネルギーバランスに用いられるデータは、 10^3t （メトリックトン）を用いた提出が求められている。我が国では「資源・エネルギー統計」における燃料消費量（kl）に、「石油資料（石油通信社）」に記載された比重を乗じてメトリックトン換算を行った値をIEAに提出している。IEAエネルギーバランスでは、提出されたメトリックトンの数値に更に換算係数を乗じ、TOE（石油換算トン）に換算した値が掲載されている。なお、IEAエネルギーバランスは真発熱量（NCV、低位発熱量）換算で表現されているため、IEAにおける換算係数は真発熱量ベースの数値である。

インベントリで記載されている情報を用いて、燃料使用量をTOE換算する場合は、燃料消費量に標準発熱量（GCV、高位発熱量）を乗じて計算が行われる。

従って、換算の過程において、比重と換算係数を使った場合と標準発熱量を使った場合とで誤差が生ずることになる。

■用語

保税ジェット燃料油（ボンドジェット燃料油）

国際線に就航する航空機（邦機、外機）については、関税法上では外国往来機とみなされ、その消費する燃料は、所定の手続を経て関税の免除が受けられる。この適用により、国内製油所で輸入原油から精製された燃料であれば、原油輸入関税と石油税が免税となる。また、製品輸入された燃料であれば製品輸入関税が免税となる。これらを保税ジェット燃料と呼ぶ。

保税重油（ボンド重油）

日本と諸外国を往来する外航船舶については、関税法上では外国貿易船とみなされ、その大部分が日本の領域外で消費されるため、関税と石油税が免除されている。これらを保税重油と呼ぶ。

保税輸出（ボンド輸出）

国際線に就航する航空機（邦機、外機）及び外国航路に就航する船舶（邦船、外船）などに

⁵・潤滑油は非燃焼用途と考えられるため、燃料の燃焼に伴う排出量の計上対象からは除外した。

給油される燃料需要を保税需要といい、ジェット燃料油が航空機に、C 重油等が船舶に積み込まれており、その保税需要のうち、原油から生産された製品が供給されるものは、経済産業省統計において、保税輸出に計上される。

保税輸入（ボンド to ボンド）

海外から製品を輸入し保税地域に陸揚げし、国内に通関せずに保税のままに供給するものは、経済産業省統計において、保税輸入に計上される。

3.2.9. 原料の利用及び非エネルギー利用分について

燃料からの燃焼に伴う温室効果ガスの排出量（1.A.）の算定においては、総合エネルギー統計における非エネルギー利用部門（#9500）に計上された、燃焼・酸化などを伴わない原材料として用いる目的で使用されたエネルギー量を控除している。

当該部門には、総合エネルギー統計の出典となっている石油等消費動態統計などの公的統計において非エネルギー利用されたことが確認できる量、及び最初から非エネルギー利用を目的として製造された量を計上している（ただし、公的統計においてエネルギー利用されたことが確認されている量は含めない）。

原料及び非エネルギー利用された後、製品の製造・使用・廃棄過程で酸化・燃焼される分からの CO₂ 排出量は、以下の分野にて別途計上している。

- ◆ アンモニア製造（2.B.1）
- ◆ シリコンカーバイド製造（2.B.4）
- ◆ カルシウムカーバイド製造（2.B.4）
- ◆ エチレン製造（2.B.5）
- ◆ 鉄鋼製造における電気炉の使用（2.C.1）
- ◆ 廃棄物の焼却（単純焼却）（廃油、廃プラスチック）（6.C）
- ◆ 石油由来の界面活性剤の分解に伴う排出（6.D）

3.2.10. 煙道ガスからの CO₂ 捕捉及び CO₂ 貯留について

我が国の CO₂ 排出量算定においては、煙道ガスからの CO₂ 捕捉量及び CO₂ 貯留量は算定していない。

3.2.11. エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量

エネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出には、以下のような方法で廃棄物が原料あるいは燃料として使用される場合が該当する。

- 「廃棄物が焼却される際にエネルギー回収が行われる場合」
- 「廃棄物が燃料として直接利用される場合」
- 「廃棄物が燃料に加工された後に利用される場合」

これらに該当する排出源からの排出量の算定には、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに従い廃棄物の焼却（カテゴリー6.C.）の方法論を適用し、算定した排出量は 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG（2000）に従い燃料の燃焼（カテゴリー1.A.1.及び 1.A.2.）で計上する。算定方法については、8 章を参照のこと。

排出量の計上カテゴリーは、廃棄物ごとに、原燃料としての利用用途に応じて、以下の通りエネルギー産業（1.A.1）もしくは製造業・建設業（1.A.2）に計上する。計上する際の燃料

種は「Other fuels」とする。なお、プラスチックの高炉還元剤利用やコークス炉化学原料利用のように、廃棄物を原料として直接利用する過程もしくは廃棄物を原料として製造した中間製品を利用する際に温室効果ガスが排出される場合は、本カテゴリにおいて排出量を計上する。

また、廃棄物から加工された燃料として、ごみ固形燃料（RDF：Refuse Derived Fuel、RPF：Refuse Paper and Plastic Fuel）を算定対象とする。排出量の計上カテゴリは、燃料の利用用途に応じて、以下の通りエネルギー産業（1.A.1）及び製造業・建設業（1.A.2）の各業種とする。計上する際の燃料種は「Other fuels」とする。

表 3-30 廃棄物の焼却形態に伴う温室効果ガス排出量の算定区分ごとの計上カテゴリ

廃棄物の焼却形態	廃棄物の分類	算定区分	計上カテゴリ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
廃棄物が焼却される際にエネルギーが回収	一般廃棄物	プラスチック	1.A.1	○	○ まとめて計上	○ まとめて計上
		合成繊維くず	1.A.1	○		
		その他バイオマス起源	1.A.1	△		
	産業廃棄物	廃油	1.A.1	○	○	○
		廃プラスチック類	1.A.1	○	○	○
		その他バイオマス起源	1.A.1	△	○	○
廃棄物が燃料として直接利用	一般廃棄物	プラスチック	1.A.1/2	○	○	○
	産業廃棄物	廃油	1.A.2	○	○	○
		廃プラスチック類	1.A.2	○	○	○
		木くず	1.A.2	△	○	○
	廃タイヤ	化石燃料起源成分	1.A.1/2	○	○	○
		バイオマス起源成分	1.A.1/2	△		
廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料（RDF・RPF）	化石燃料起源	1.A.1/2	○	○	○
		バイオマス起源	1.A.1/2	△		

※ 生物起源の廃棄物（バイオマスプラスチック、動植物性廃油を含む）の焼却に伴う CO₂ 排出量は、1996年改訂 IPCC ガイドラインに従い総排出量には含めず参考値として算定し、CRF の「Table 6.A,C」の「Biogenic」に報告する。

エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量を含めた廃棄物の焼却からの温室効果ガス排出量を表 3-31に示す。

表3-31 エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの温室効果ガス排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009		
CO ₂	1.A.1 エネルギー産業	a.発電熱供給	Gg-CO ₂	6,493	7,080	9,075	7,965	6,409	6,435	7,286	
		b.石油精製	Gg-CO ₂	NO	NO	1	6	5	4	5	
		c.石炭製品製造	Gg-CO ₂	NO	NO	15	239	194	193	204	
	1.A.2 製造業及び建設業	a.鉄鋼	Gg-CO ₂	NO	NO	308	634	507	377	444	
		b.非鉄地金	Gg-CO ₂	118	63	51	17	13	3	2	
		c.化学	Gg-CO ₂	14	64	89	66	62	66	67	
		d.紙パルプ	Gg-CO ₂	NO	55	113	993	1,595	1,604	1,651	
		e.食料品	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		f.その他	鋳業	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			建設業	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			石油製品	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			ガラス製品	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			窯業土石	Gg-CO ₂	597	1,122	1,876	2,317	2,612	2,467	2,428
			機械	Gg-CO ₂	41	26	20	10	NO	NO	NO
			重複補正	Gg-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
他業種	Gg-CO ₂	1,854	2,092	1,595	2,877	3,021	3,001	2,305			
合計		Gg-CO ₂	9,116	10,503	13,142	15,122	14,419	14,149	14,390		
CH ₄	1.A.1 エネルギー産業	a.発電熱供給	Gg-CH ₄	0.54	0.54	0.60	0.15	0.14	0.14	0.13	
		b.石油精製	Gg-CH ₄	NO	NO	0.000002	0.000018	0.000015	0.000010	0.000013	
		c.石炭製品製造	Gg-CH ₄	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	
	1.A.2 製造業及び建設業	a.鉄鋼	Gg-CH ₄	NO	NO	NA	0.00036	0.00057	0.00065	0.00065	
		b.非鉄地金	Gg-CH ₄	0.00032	0.00018	0.00014	0.00008	0.00006	0.00002	0.00001	
		c.化学	Gg-CH ₄	0.00006	0.00013	0.00019	0.00019	0.00017	0.00019	0.00019	
		d.紙パルプ	Gg-CH ₄	NO	0.0001	0.0002	0.0027	0.0044	0.0045	0.0046	
		e.食料品	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		f.その他	鋳業	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			建設業	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			石油製品	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			ガラス製品	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			窯業土石	Gg-CH ₄	0.04	0.08	0.15	0.21	0.24	0.25	0.24
			機械	Gg-CH ₄	0.00018	0.00012	0.00009	0.00005	NO	NO	NO
			重複補正	Gg-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
他業種	Gg-CH ₄	1.77	1.77	2.22	2.90	3.29	3.69	4.02			
合計		Gg-CH ₄	2.34	2.39	2.98	3.26	3.68	4.08	4.39		
		Gg-CO ₂ 換算	49.20	50.28	62.52	68.53	77.18	85.62	92.18		
N ₂ O	1.A.1 エネルギー産業	a.発電熱供給	Gg-N ₂ O	1.20	1.33	1.56	1.14	1.07	1.03	0.96	
		b.石油精製	Gg-N ₂ O	NO	NO	0.00001	0.00012	0.00009	0.00006	0.00008	
		c.石炭製品製造	Gg-N ₂ O	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	
	1.A.2 製造業及び建設業	a.鉄鋼	Gg-N ₂ O	NO	NO	NA	0.0007	0.0011	0.0013	0.0013	
		b.非鉄地金	Gg-N ₂ O	0.00024	0.00013	0.00011	0.00006	0.00004	0.00001	0.00001	
		c.化学	Gg-N ₂ O	0.00004	0.00060	0.00092	0.00107	0.00106	0.00110	0.00113	
		d.紙パルプ	Gg-N ₂ O	NO	0.0007	0.0014	0.0175	0.0278	0.0279	0.0286	
		e.食料品	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		f.その他	鋳業	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			建設業	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			石油製品	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			ガラス製品	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			窯業土石	Gg-N ₂ O	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05
			機械	Gg-N ₂ O	0.00013	0.00008	0.00007	0.00003	NO	NO	NO
			重複補正	Gg-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
他業種	Gg-N ₂ O	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06	0.06			
合計		Gg-N ₂ O	1.24	1.38	1.63	1.26	1.21	1.17	1.10		
		Gg-CO ₂ 換算	385.39	428.89	506.38	391.20	374.46	362.94	339.97		

3.3. 燃料からの漏出 (1.B)

燃料からの漏出分野は、化石燃料の採掘、生産、処理及び精製、輸送、貯蔵、配送時における意図的及び非意図的な非燃焼起源の温室効果ガスの排出を扱う。

当該分野は、主に、温室効果ガスの石炭採掘からの漏出を扱う「1.B.1 固体燃料」と、石油及び天然ガス産業からの漏出を扱う「1.B.2 石油及び天然ガス」の2分野から構成されている。固体燃料からの漏出の主な排出源は炭層からのCH₄であり、石油産業及び天然ガス産業からの主な排出源は、設備等からの漏出、通気弁・フレアリング、揮発、事故による排出等である。

2009年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は429Gg-CO₂換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量(LULUCFを除く)の約0.04%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると86%の減少となっている。

表 3-32 燃料からの漏出分野 (1.B) の温室効果ガス排出量

Gas	部門			単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009		
CH ₄	1.B.1 固体燃料	a 石炭採掘	i 坑内掘	Gg-CH ₄	132.63	63.45	36.11	3.07	1.90	1.55	1.67		
			ii 露天掘	Gg-CH ₄	1.01	0.58	0.51	0.43	0.55	0.63	0.53		
	1.B.2 石油及び天然ガス	a. 石油			Gg-CH ₄	1.35	1.75	1.42	1.41	1.33	1.30	1.21	
			b. 天然ガス			Gg-CH ₄	8.95	9.87	10.98	13.30	15.44	15.35	14.80
				c. 通気弁	- 通気弁	Gg-CH ₄	0.58	0.86	0.53	0.51	0.46	0.47	0.43
					- フレアリング	Gg-CH ₄	0.11	0.14	0.11	0.13	0.14	0.14	0.13
	合計				Gg-CH ₄	144.63	76.66	49.67	18.84	19.82	19.44	18.77	
				Gg-CO ₂ 換算	3,037.14	1,609.87	1,043.15	395.74	416.20	408.29	394.20		
CO ₂	1.B.1 固体燃料	a 石炭採掘	i 坑内掘	Gg-CO ₂	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
			ii 露天掘	Gg-CO ₂	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
	1.B.2 石油及び天然ガス	a. 石油			Gg-CO ₂	0.14	0.20	0.14	0.15	0.11	0.12	0.11	
			b. 天然ガス			Gg-CO ₂	0.25	0.27	0.31	0.38	0.46	0.45	0.43
				c. 通気弁	- 通気弁	Gg-CO ₂	0.005	0.007	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004
					- フレアリング	Gg-CO ₂	36.22	50.44	35.58	37.06	36.95	37.27	34.60
	合計				Gg-CO ₂	36.62	50.92	36.03	37.60	37.53	37.85	35.15	
N ₂ O	1.B.1 固体燃料	a 石炭採掘	i 坑内掘	Gg-N ₂ O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
			ii 露天掘	Gg-N ₂ O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
	1.B.2 石油及び天然ガス	a. 石油			Gg-N ₂ O	3.06E-07	3.40E-07	3.74E-07	5.10E-07	2.04E-07	2.38E-07	2.38E-07	
			b. 天然ガス			Gg-N ₂ O							
				c. 通気弁	- 通気弁	Gg-N ₂ O							
					- フレアリング	Gg-N ₂ O	0.00036	0.00050	0.00036	0.00038	0.00039	0.00039	0.00036
	合計				Gg-N ₂ O	0.00036	0.00050	0.00036	0.00038	0.00039	0.00039	0.00036	
				Gg-CO ₂ 換算	0.11	0.16	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11		
全ガス合計				Gg-CO ₂ 換算	3,073.88	1,660.95	1,079.29	433.46	453.84	446.26	429.46		

3.3.1. 固体燃料 (1.B.1)

3.3.1.1. 石炭採掘 (1.B.1.a)

3.3.1.1.a. 坑内掘 (1.B.1.a.i)

a) 排出源カテゴリーの説明

石炭はその石炭化過程で生じるCH₄を含んでおり、その多くは炭鉱が開発されるまでに自然に地表から放散されるが、炭層中に残されたCH₄が採掘に伴い大気中に排出される。

我が国では、稼働炭坑が減少し、それに伴って石炭生産量も大幅に減少している。その結果、CH₄排出量も年々減少傾向にある。

また、近年石炭採掘の仕方が変わってきており、その結果、IEF(見かけの排出係数)が減

少傾向にある。これは深い場所で採掘するより浅い場所で採掘する方がコストがかからないため、浅い場所で採掘する割合が高くなってきており、浅い場所での採掘の方が CH₄ 排出量が少なくなるためである。それに加えて、炭鉱採掘は最新技術を用いてすでに以前採掘されて CH₄ の抜け出た（去勢された）箇所も含まれた採掘坑からの再採掘を行っている。そのために石炭採掘量あたりの CH₄ 排出量は諸外国に比べても少なくなっている。

なお、石炭採掘に伴う CO₂ の排出に関しては、「NE」と報告する。我が国では石炭の採掘は行われており、採掘する石炭中に含有している CO₂ の濃度によっては、採掘に伴い CO₂ が大気中へ排出することも考えられる。我が国の炭層には大気より高い濃度の CO₂ は蓄えられていないと考えられるが、実測値が得られておらず、デフォルト値もないことから、算定は行っていない。

b) 方法論

■算定方法

○ 採掘時

GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.72、Fig.2.10) に従い、Tier 3 法を用いて各炭坑における実測データを排出量として報告している。

○ 採掘後工程

GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.73、Fig.2.11) に従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて排出量の算定を行う。石炭坑で採掘された石炭の量に、排出係数を乗じて排出量を算定している。

■排出係数

○ 採掘時

採掘時の CH₄ 排出係数は、(財) 石炭エネルギーセンターより提供された CH₄ 排出量の実測値を坑内掘石炭生産量で除することにより算出した。

表 3-33 坑内掘 採掘時の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	参照
坑内掘石炭生産量	kt	6,775	5,622	2,364	738	617	536	575	(財) 石炭エネルギーセンター調べ
CH ₄ 総排出量	1000 m ³	181,358	80,928	48,110	2,781	1,319	1,001	1,089	(財) 石炭エネルギーセンター調べ
CH ₄ 排出量	Gg-CH ₄	121.5	54.2	32.2	1.9	0.9	0.7	0.7	CH ₄ 総排出量 (体積ベース) を、20°C 1 気圧におけるメタンの密度 0.67 Gg/10 ⁶ m ³ をもって重量に換算したもの
排出係数	kg-CH ₄ /t	17.9	9.6	13.6	2.5	1.4	1.3	1.3	CH ₄ 排出量 / 坑内掘石炭生産量

○ 採掘後工程

採掘後工程の排出係数は、我が国の排出実態が明らかでないため、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値 (0.9~4.0 [m³/t]) の中間値 2.45 [m³/t] を、20°C 1 気圧における CH₄ の密度 0.67 [kg/t/10⁶m³] を用いて換算した値 (1.64 [kg CH₄/t]) を用いた。

■活動量

採掘時、採掘後工程の活動量は、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」(1990 年度から 2000 年度まで) 及び (財) 石炭エネルギーセンター (2001 年度以降) 提供データに示された「石炭生産量合計」から「露天掘生産量」を差し引いた値を用いた。

表 3-34 石炭生産量の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
石炭生産量合計	kt	7,980	6,317	2,974	1,249	1,280	1,290	1,206
うち露天掘	kt	1,205	695	610	511	663	754	631
うち坑内掘	kt	6,775	5,622	2,364	738	617	536	575

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

坑内掘の採掘時における CH₄ 排出量の不確実性は、測定誤差及び気体流速の変動による誤差を元に 5%と評価された。また、坑内掘の採掘後工程における CH₄ 排出量の不確実性は、GPG (2000) に示された値を採用し 5%と評価された。不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

坑内掘の採掘時における CH₄ 排出量は、(財) 石炭エネルギーセンターが 1990 年度から継続して調査を実施しており、時系列が一貫したデータである。

また、石炭生産量及び露天掘生産量は、1990～2000 年度が「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省)、2001 年度以降は(財) 石炭エネルギーセンターの提供データを使用している。これは、2001 年度以降、「エネルギー生産・需給統計年報」における石炭生産量及び露天掘生産量の項目が廃止されたためである。2000 年まで使用していた「エネルギー生産・需給統計年報」のデータは(財) 石炭エネルギーセンターによって経済産業省に提供されていたデータであり、「エネルギー生産・需給統計年報」及び(財) 石炭エネルギーセンターのデータとともに同じ国内の全石炭生産量をカバーしており、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

また、日本では炭鉱における就労者の安全のため、CH₄ ガスや CO ガス濃度をモニタリングすることが法律により定められている。この法律の下、事業者では管理に関する規定を定め、正確なモニタリングと厳しい管理・チェック、そして報告書の作成がおこなわれている。さらに、国の監督署によって計測や保安報告のチェックが定期的に行われている。

QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.1.1.b. 露天掘 (1.B.1.a.ii)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、露天炭坑における石炭の採掘時及び採掘後工程に伴う CH₄ の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

○ 採掘時

採掘時の排出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.71、Fig.2.9) に従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて CH₄ 排出量を算定した。

○ 採掘後工程

採掘後工程の排出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.73、Fig.2.11) に従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて排出量の算定を行った。

いずれも露天掘炭坑で採掘された石炭の量に、排出係数を乗じて算定した。

■排出係数

○ 採掘時

採掘時の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値 (0.3~2.0 [m³/t]) の中間値 1.15 [m³/t] を、20°C1 気圧における CH₄ の密度 0.67 [千 t/10⁶m³] を用いて換算した値 (0.77 [kg CH₄/t]) を用いた。

○ 採掘後工程

採掘後工程の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値 (0~0.2 [m³/t]) の中間値 0.1 [m³/t] を、20°C1 気圧における CH₄ の密度 0.67 [千 t/10⁶m³] を用いて換算した値 (0.067 [kg CH₄/t]) を用いた。

■活動量

採掘時、採掘後工程の活動量は、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び(財)石炭エネルギーセンター提供データに示された「露天掘生産量」を用いた(表 3-34参照)。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数については、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (200%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (10%) を採用した。その結果、露天掘における CH₄ 排出量の不確実性は、採掘時、採掘後工程ともに 200%と評価された。

不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

石炭生産量及び露天掘生産量は、1990~2000 年度が「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省)、2001 年度以降は(財)石炭エネルギーセンターの提供データを使用している。これは、2001 年度以降、「エネルギー生産・需給統計年報」における石炭生産量及び露天掘生産量の項目が廃止されたためである。2000 年まで使用していた「エネルギー生産・需給統計年報」の石炭生産量及び露天掘生産量は(財)石炭エネルギーセンターによって経済産業省に提供されていたデータであり、「エネルギー生産・需給統計年報」及び(財)石炭エネルギーセンターのデータともに同じ国内の全石炭生産量をカバーしており、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.1.2. 固体燃料転換 (1.B.1.b)

我が国において固体燃料転換にあたる活動として、練炭製造が該当すると考えられる。練炭の製造工程は、石炭に水分を加え圧縮乾燥させるものであり、本工程において化学的な反応は起こっていないと考えられるが、CO₂ 及び CH₄、N₂O の発生は否定できない。しかし、排出量の実測値は得られていないため、現状では排出量の算定はできない。また、固体燃料転換に伴う CO₂、CH₄、N₂O の排出に関しては、デフォルト値もないことから「NE」として報告している。

3.3.2. 石油及び天然ガス (1.B.2)

3.3.2.1. 石油 (1.B.2.a)

3.3.2.1.a. 試掘 (1.B.2.a.i)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、油田及びガス田の試掘時及び生産開始前のテスト時に漏出する CO₂、CH₄、N₂O の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

試掘時及び生産開始前のテスト時については、GPG (2000) のデシジョンツリーに従い、Tier1 により CO₂、CH₄、N₂O の排出量の算定を行う。試掘時については試掘井数、生産開始前のテスト時については試油試ガステストを実施した坑井数に排出係数を乗じて算定した。

■排出係数

GPG (2000) に示されている試掘井、試油試ガステスト井の排出係数を用いた。

表 3-35 試掘井、試油試ガステスト井の排出係数 [千 t/井数]

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
試掘井 (Drilling)	4.3×10^{-7}	2.8×10^{-8}	0
試油試ガステスト井 (Testing)	2.7×10^{-4}	5.7×10^{-3}	6.8×10^{-8}

(出典) GPG (2000) 、p.2.86 Table1 2.16

■活動量

○ 試掘井

試掘井については、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」に記された値を用いた。

○ 試油試ガステスト井

試油試ガステストを実施した坑井数について統計的に把握することは困難であり、また、試油試ガステストを実施しても成功井とならない坑井もある。このため、試油試ガステストを実施した坑井数については、「天然ガス資料年報」に示された試掘井数と成功井数の中間値を用いた。

なお、最新年度については前年度値を代用した。

表 3-36 試掘井、試油試ガステストを実施した坑井数の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
試掘井数	本	8	7	7	10	6	6	6
成功井数	本	1	3	4	5	0	1	1
試油試ガステストを実施した坑井数	本	5	5	6	8	3	4	4

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数については、すべて GPG (2000) に示された値を採用しているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (10%) を採用した。その結果、試掘に伴う燃料からの漏出の CO₂、CH₄、N₂O の排出量の不確実性は、それぞれ 27% と評価された。

なお、不確実性の評価手法については、別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、活動量は「天然ガス資料年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

2008 年度の活動量のデータが得られたため、2008 年度の排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.b. 生産 (1.B.2.a.ii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、原油の生産時に漏出する CO₂ 及び CH₄ の排出、また稼働中の油田の点検時に測定器を井中に下ろす際に漏出する CO₂ 及び CH₄ の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

油生産、油田生産井の点検に伴う漏出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page

2.81、Fig.2.13) に従い、Tier 1 法を用いて算定を行った。原油生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

■排出係数

○ 生産時

石油生産時の漏出の排出係数については、GPG (2000) に示されている一般原油のデフォルト値を用いている。ただし、CH₄についてはデフォルト値の中間値を用いた。

表 3-37 石油生産時の漏出の排出係数 [Gg/10³kl]

		CH ₄ ¹⁾	CO ₂	N ₂ O ²⁾
一般原油 (Conventional Oil)	漏出	1.45×10 ⁻³	2.7×10 ⁻⁴	0

(出典) GPG (2000)、Table 2.16

1) デフォルト値は、1.4×10⁻³ ~ 1.5×10⁻³

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

○ 点検時

石油生産井の点検時の漏出の排出係数については、GPG (2000) に示されているデフォルト値を用いた。

表 3-38 石油生産井の点検時の排出係数 [千 t/坑井数]

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O ¹⁾
生産井 (Servicing)	6.4×10 ⁻⁵	4.8×10 ⁻⁷	0

(出典) GPG (2000)、Table 2.16

1) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

■活動量

○ 生産時

生産時の漏出の活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を用いた。ただし、コンデンセートは含まない。

○ 点検時

生産井の点検時の漏出は、天然ガス生産井数と石油生産井数の活動量を分割できないため、天然ガス生産における点検時 (1.B.2.b.ii) にまとめて計上し、石油については「IE」と報告する。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数については、すべて GPG (2000) に示された値を採用しているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (5%) を採用した。その結果、原油の生産に伴う CO₂、CH₄ 排出量の不確実性は、それぞれ 25% と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、生産時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.c. 輸送 (1.B.2.a.iii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、原油やコンデンセートをパイプライン、ローリー、タンク貨物車等で製油所へ輸送する際に漏出する CO₂、CH₄ の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

原油、コンデンセートの輸送時の漏出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.81、Fig.2.13) に従い、Tier 1 法を用い算定を行った。原油の生産量、コンデンセート生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

当該区分では、国内の海上油田で生産された原油を陸地まで海上輸送する際の漏出と、陸上での輸送時の漏出を算定した。

海上輸送分は全量パイプライン輸送であり他の手段による輸送に伴う漏出はないものと考えられる。また、陸上輸送分はパイプライン、ローリー、タンク貨車など幾つかの手段で輸送されているが、これらを統計的に分離することが困難なことから、全量をタンクローリー及び貨車で輸送しているものと仮定して算定した。

■排出係数

排出係数については、GPG (2000) に示されているデフォルト値を用いた。

表 3-39 原油、コンデンセート輸送時の排出係数 [Gg/10³kl]

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O ¹⁾
原油輸送	2.5×10 ⁻⁵	2.3×10 ⁻⁶	0
コンデンセート輸送	1.1×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁶	0

(出典) GPG (2000)、Table 2.16

1) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

■活動量

輸送時の漏出の活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を用いた。

表 3-40 我が国の原油生産量及びコンデンセート生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	kl	420,415	622,679	385,565	370,423	334,467	340,593	309,526
コンデンセート生産量	kl	234,111	242,859	375,488	540,507	644,525	632,654	607,672
原油生産量(合計)	kl	654,526	865,538	761,053	910,930	978,992	973,247	917,198

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

原油及びコンデンセートの輸送に伴う CO₂、CH₄ の漏出の排出係数については、すべて GPG (2000) に示された値を採用しているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (5%) を採用した。その結果、原油及びコンデンセートの輸送に伴う CO₂、CH₄ の排出量の不確実性は、それぞれ 25% と評価された。

不確実性の評価手法の概要については別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、輸送時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.d. 精製及び貯蔵 (1.B.2.a.iv.)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、石油精製所で原油精製及び貯蔵する際に漏出する CH₄ の排出を扱う。

なお、CO₂ の排出については「NE」と報告している。我が国では原油及び NGL の精製及び貯蔵は行われており、原油中に CO₂ が溶存している場合には当該活動により CO₂ が排出されることが考えられる。当該活動による CO₂ の排出はごく微量と考えられるが、原油中の CO₂ 含有量の測定例は存在せず、排出係数のデフォルト値もないことから、算定を行っていない。

b) 方法論

■算定方法

○ 原油の精製

精製時の漏出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.82、Fig.2.14) に従い、Tier 1 法を用いて排出量の算定を行った。

○ 原油の貯蔵

貯蔵時の漏出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.82、Fig.2.14) に従うと Tier 1 法を用いることとなるが、日本の独自排出係数を用いることができるため、これを用いて排出量の算定を行った。

■排出係数

○ 原油の精製

精製時の漏出の排出係数については、日本における原油の精製時の CH₄ 漏出は通常運転時には起こりえないため、原油精製に伴う CH₄ 排出量は非常に少量であると考えられる。このことから、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値の下限值を用いた。

表 3-41 原油精製時の排出係数

排出係数 [kg CH ₄ /PJ]	
原油精製	90 ¹⁾

(出典) 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Volume 3、Table1-58

デフォルト値は、90~1,400

○ 原油の貯蔵

原油の貯蔵施設としては、固定屋根タンクと浮屋根タンクの 2 種類がある。日本においては全ての原油貯蔵施設で浮屋根原油タンクを用いていることから、CH₄ の漏出量は非常に少ないと考えられる。CH₄ の漏出が起これば、貯蔵油を払い出す際の浮き屋根下降に伴い、原油で濡れた壁面が露出し付着した油が蒸発し、わずかな CH₄ の漏出が起これると考えられる。

石油連盟では浮屋根貯蔵タンクのモデルを作成して壁面からの CH₄ 蒸発に関する実験を行い、その結果に基づき、CH₄ 排出の推計を行っている。

原油の貯蔵に係る排出係数は、石油連盟の推計結果 (0.007 千トン/年 (1998 年度)) を低位発熱量に換算した当該活動量で除した値を排出係数として用いた。

表 3-42 原油貯蔵時の排出係数の算出仮定

CH ₄ 排出量 [kg CH ₄ /year]	原油の石油精製業への投入量		排出係数 [kg CH ₄ /PJ]
	[PJ : 高位発熱量] ¹⁾	[PJ : 低位発熱量] ²⁾	
7,000	9,921	9,424.95	0.7427

1) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

2) 低位発熱量=高位発熱量×0.95 として換算

■活動量

精製時、貯蔵時の活動量については資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された、石油精製業で精製された原油及び NGL を低位発熱量に換算した値を用いた。

表 3-43 原油・NGL の国内精製量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
原油・NGL精製量	PJ(低位発熱量)	7,732	8,907	8,898	8,820	8,438	8,054	7,540

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

原油及び NGL の精製に伴う CH₄ の漏出の排出係数は、1996 年改訂ガイドラインに示された値を採用しており、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、総合エネルギー統計における原油及び NGL の不確実性を合成し、0.9%と評価した。その結果、原油及び NGL の精製に伴う CH₄ の漏出の排出量の不確実性は 25%と評価された。

なお、原油及び NGL の貯蔵に伴う CH₄ の漏出の不確実性評価も同上である。

不確実性の評価手法については、別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、精製時、貯蔵時の活動量は「総合エネルギー統計」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

総合エネルギー統計における 2006～2008 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2006～2008 年度の排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.e. 供給 (1.B.2.a.v.)

石油製品中に CO₂ 及び CH₄ が溶存している場合には当該活動により CO₂ 及び CH₄ が排出されることが考えられる。当該活動による CO₂、CH₄ の排出は、石油製品の組成を考慮するとほぼ無いと考えられるが、石油製品中の CO₂ 及び CH₄ の溶存量の測定例は存在しないため現状は排出量の算定はできない。また、排出係数のデフォルト値もないことから「NE」として報告した。

3.3.2.2. 天然ガス (1.B.2.b)

3.3.2.2.a. 試掘 (1.B.2.b.i)

我が国では油田及びガス田の試掘は行われており、当該活動量による CO₂、CH₄、N₂O の排出はあり得る。しかし、試掘する以前に油田とガス田を区別することが困難なため、前述の油田の試掘に伴う漏出 (1.B.2.a.i) に一括して計上することとし、「IE」として報告した。

3.3.2.2.b. 生産及び処理 (1.B.2.b.ii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、天然ガスの生産時、成分調整等の処理時、生産井の点検時に測定器を井中に降ろす際に漏出する CO₂、CH₄ の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

天然ガス生産、天然ガスの成分調整等の処理、天然ガス生産井の点検に伴う漏出については、GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.80、Fig.2.12) に従い、Tier 1 法を用いて排出量の算定を行った。

天然ガス生産時の漏出及び天然ガス成分調整処理等における漏出は天然ガス生産量にそれぞれの排出係数を乗じて排出量を算定した。ガス田点検時の漏出は生産井の抗井数に排出係数を乗じて排出量を算定した。

■排出係数

○ 生産時

天然ガス生産時の漏出の排出係数については、GPG (2000) に示されているデフォルト値を用いる。ただし、CH₄ についてはデフォルト値の中間値を用いた。

表 3-44 天然ガス生産時の漏出の排出係数 [Gg/10⁶ m³]

		CH ₄ ¹⁾	CO ₂	N ₂ O ²⁾
天然ガス生産	漏出	2.75×10 ⁻³	9.5×10 ⁻⁵	0

(出典) GPG (2000) Table2.16

1) デフォルト値は、2.6×10⁻³ ~ 2.9×10⁻³

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

○ 処理時

天然ガス処理時の漏出の排出係数については、GPG (2000) に示されているデフォルト値を用いる。ただし、CH₄ についてはデフォルト値の中間値を用いた。

表 3-45 天然ガス処理時の排出係数 [Gg/10⁶ m³]

		CH ₄ ¹⁾	CO ₂	N ₂ O ²⁾
天然ガスの処理時 (Processing)	処理時全般 (一般処理プラント)	8.8×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁵	0

(出典) GPG (2000) Table2.16

1) デフォルト値は、6.9×10⁻⁴ ~ 10.7×10⁻⁴

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

○ 点検時

天然ガス生産井の点検時の漏出の排出係数については、GPG (2000) に示されているデフォルト値を用いた。

表 3-46 天然ガス生産井の点検時の排出係数 [Gg/井数]

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O ¹⁾
生産井 (Servicing)	6.4×10 ⁻⁵	4.8×10 ⁻⁷	0

(出典) GPG (2000) Table2.16

1) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

■活動量

○ 生産時・処理時

生産時・処理時の活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び

「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における天然ガス生産量を用いた。

○ 点検時

油田とガス田を時系列に沿って統計的に区別することはできないため、油田とガス田を併せた生産井数を用いることとし、生産井の点検時の漏出の活動量については、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」に示された生産井数を用いた。なお、最新年度については前年度値を代用した。

表 3-47 天然ガス生産量、天然ガス及び原油生産井数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
天然ガス生産量	10 ⁶ m ³	2,066	2,237	2,499	3,140	3,729	3,706	3,555
天然ガス及び原油生産井数	本	1,230	1,205	1,137	1,115	1,099	1,065	1,065

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

天然ガス生産時及び処理時の CO₂、CH₄ の漏出の排出係数については、すべて GPG (2000) に示された値を採用しているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (5%) を採用した。その結果、天然ガス生産時の CO₂、CH₄ 排出量の不確実性は、それぞれ 25% と評価された。

油田・ガス田点検時の CO₂、CH₄ の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用しているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (10%) を採用した。その結果、油田・ガス田点検時の CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ 27% と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、生産時・処理時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、点検時の活動量は「天然ガス資料年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

2008 年度の活動量のデータが得られたため、2008 年度の排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.c. 輸送 (1.B.2.b.iii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、パイプラインの移設工事に伴うガスの放散、パイプラインの設置工事に伴うガスの放散、整圧器の駆動用ガスの放散など、国内において生産される天然ガスの輸送に伴う CH₄ の排出を扱う。

なお、当該分野からの CO₂ 排出は、「NA」と報告している。都市ガスの 9 割程度を占める LNG 系の都市ガスには CO₂ は存在しないが、我が国の一部の天然ガス層に存在する国産天然ガス中には CO₂ が含まれている。この CO₂ は天然ガスの生産プラントにてほとんど除去した後、天然ガス輸送パイプラインに送られているため、天然ガス輸送パイプラインからは CO₂ はほとんど排出されず、天然ガスの生産プラントにて除去された CO₂ は天然ガス生産及び処理 (1.B.2.b.ii) にて排出量が計上されているため、当該排出源からの CO₂ 排出は「NA」としている。

b) 方法論

■算定方法

天然ガスパイプライン総延長に我が国独自の排出係数を乗じ、パイプラインの移設・設置工事に伴う放散及び整圧器の駆動用ガスの放散に伴う CH₄ 排出量を算定する。

■排出係数

国内における天然ガスパイプラインの敷設距離 1 km から 1 年間に排出される CH₄ の量を排出係数として定義し、CH₄ 排出量をパイプラインの延長距離で除して設定した。なお、過去の実績値についてはデータが不足しているため、2004 年度の実績を用いて設定した係数を 1990 年度以降一律に用いることとする（データは天然ガス鉱業会提供）。

(i) パイプラインの移設工事に伴うガスの放散

パイプラインの移設工事において移設するパイプライン内のガスを減圧する時に放散される CH₄ 量を以下の計算式に基づき算定した。更に、移設工事完了後、導管内を天然ガスに置換する必要があるが、その置換に使用した天然ガスを導通前に放散する。その CH₄ 量をガス計量器による実測もしくはガス導入時の導管圧力等により算定する。これらを移設工事毎に算定し、年間に渡り累計した。

$$\text{CH}_4 \text{ 排出量} = \text{減圧作業区間導管の容積} \times \text{減圧前の圧力 (絶対圧力)} / \text{大気圧力 (絶対圧力)} \times \text{CH}_4 \text{ 含有量 (Nm}^3 \text{ 当たりの CH}_4 \text{)}$$

(ii) パイプラインの設置工事に伴うガスの放散

パイプライン設置工事完了後、導管内を天然ガスに置換する必要があるが、その置換に使用した天然ガスを導通前に放散する。その CH₄ 量をガス計量器により実測もしくはガス導入時の導管圧力等により設置工事毎に算定し、これらを年間に渡り累計した。

(iii) 整圧器の駆動用ガスの放散

ガス供給減圧用整圧器の仕様上の天然ガス使用量から、以下に基づき算定する。

$$\text{CH}_4 \text{ 排出量} = \text{整圧器の仕様上の使用量} \times \text{整圧器の設置台数} \times \text{CH}_4 \text{ 含有量 (Nm}^3 \text{ 当たりの CH}_4 \text{ 量)}$$

表 3-48 2004 年度における天然ガスの輸送に伴う CH₄ 排出量

排出源	使用量 Nm ³ /日	工事件数	設置台数	放散ガス量 千 Nm ³	CH ₄ 含有量 t-CH ₄ /千 Nm ³	CH ₄ 放散量 t-CH ₄
パイプラインの設置、移設工事	---	77	---	843	0.645	544
整圧器の駆動用ガス	19	---	48	333	0.643	215
合計	---	---	---	---	---	759

○ パイプライン総延長

排出量調査の対象となる、天然ガス鉱業会の 2004 年度調査対象の主要会員会社における天然ガス輸送パイプラインの総延長距離 2,090km を用いた。

$$\begin{aligned} \text{排出係数} &= \text{CH}_4 \text{ 放散量} / \text{パイプライン総延長} \\ &= 759 \text{ t-CH}_4 / 2,090 \text{ km} \\ &= 0.363 \text{ t-CH}_4/\text{km} \end{aligned}$$

■ 活動量

天然ガスのパイプライン敷設距離については、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」に示された国内の天然ガスパイプライン敷設距離を用いた。なお、最新年度については前年度値を代用した。

表 3-49 天然ガスパイプライン敷設距離

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
天然ガスパイプライン総延長	km	1,984	2,195	2,434	2,721	2,987	3,016	3,016

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

天然ガス輸送に伴う CH₄ の漏出の排出係数は、我が国独自の値を採用しており、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家判断もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (10%) を採用した。その結果、天然ガス輸送に伴う CH₄ の漏出の排出量の不確実性は 27% と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■ 時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、活動量は「天然ガス資料年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

2008 年度の活動量のデータが得られたため、2008 年度の排出量が再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

天然ガスの輸送 (1.B.2.b.iii.) に関しては、全量がパイプラインで輸送されていると仮定し

て算定を行っているが、我が国では近年一部でタンクローリーや貨車による LNG の輸送も行われている。タンクローリー輸送や貨車輸送は基本的に密閉状態で輸送されるが、国内全体の排出の実態の確認は行われておらず、デフォルトの排出係数も存在しないことから、引き続き現在の算定方法を用いることとし、今後天然ガスのタンクローリー輸送及び貨車輸送に伴う CH₄ 排出に関する情報が入手でき次第、インベントリへの反映が必要か検討する。

3.3.2.2.d. 供給 (1.B.2.b.iv.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、国内の LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地における通常作業及び定期整備、建設等の際に排出される CH₄ (天然ガスの供給) 及び都市ガス供給網 (導管) からの CH₄ (都市ガスの供給) の排出を扱う。

我が国では、液化石油ガス、石炭、コークス、ナフサ、原油、天然ガスなどの原料をガス製造工場で精製混合し、所定の発熱量に調整したガスを、ガス配管により都市部に供給している。このような気体燃料は「都市ガス」と称しており、その 90%以上を LNG 系の都市ガスが占める。

我が国では、都市ガスの生産 (天然ガスの供給) に伴う排出を、インベントリにおける「1.B.2.b. Natural Gas Distribution」に相当すると整理している。1996 年改訂 IPCC ガイドラインの定義と、この都市ガスの生産は正確には合致しないと考えられるが、都市ガスの生産に伴う排出を報告するのに適当な区分がないことから、上記区分に計上することとする。

なお、当該分野からの CO₂ 排出は、「NA」と報告している。都市ガスの 9 割以上を占める LNG 系の都市ガスには CO₂ は存在しないが、我が国の一部の天然ガス層に存在する国産天然ガス中には CO₂ が含まれている。この CO₂ は天然ガスの生産プラントにてほとんど除去した後、天然ガス輸送パイプラインに送られているため、都市ガス事業者等へ供給されている天然ガス中の CO₂ はほとんどないと考えられ、天然ガスの生産プラントにて除去された CO₂ 排出量は天然ガス生産及び処理 (1.B.2.b.ii) にて計上されているため、「NA」としている。

b) 方法論

■算定方法

○ LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地 (天然ガスの供給)

主な排出源は、ガス分析時のサンプリングガス、製造設備の定期整備等において排出される残ガス等が挙げられる。GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.82、Fig.2.14) に従って Tier 1 法を用いる。ただし、我が国独自の排出係数を用いることができるため、都市ガスの原料として利用された液化天然ガス及び天然ガスの量に我が国独自の排出係数を乗じて排出量の算定を行った。

○ 都市ガス供給網

高圧導管及び中低圧導管・ホルダーからの CH₄ 排出量については、都市ガスの導管総延長数に排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。管内管からの CH₄ 排出量については需要家数に排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。

■排出係数

○ LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地 (天然ガスの供給)

国内の主要な LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地において実測された通

常作業及び定期整備、建設等の際に排出される CH₄ の排出量を、投入された原料 (LNG、天然ガス) の発熱量で除した値を排出係数として用いた。1998 年度の実績から算定された排出係数は 905.41 [kg CH₄/PJ] に対し、2007 年度の実績から算定された排出係数は 264.07 [kg CH₄/PJ] であった。排出係数が変化した主な要因は、LNG 受入・都市ガス生産基地において、ガス分析時のサンプリング回収ラインの新設 (ガスを大気拡散から回収するラインへの変更) 等の削減対策が進んだことにより、CH₄ 排出量が低減されたためである。CH₄ 排出量の削減対策は徐々にすすめられたものであるため、1999 年度から 2006 年度の期間の排出係数については、線形に内挿することで設定した。また、現在は既に CH₄ 排出の削減対策が概ね実施済みであり、当面排出係数の大きな変化は無いと考えられるため、2008 年度以降は 2007 年度値の排出係数を一定で用いる。

○ 都市ガス供給網

国内において生産される都市ガスの供給に関わる排出源としては、(i) 高压導管、(ii) 中低压導管、ホルダー、(iii) 供内管がある。表 3-50 に示す各排出源の詳細区分毎に、2004 年度の実績から CH₄ 排出量を算定し、高压導管及び中低压導管・ホルダーについては、都市ガス導管総延長数 1 km から 1 年間に排出される CH₄ の量、供内管については、需要家数 1,000 戸から 1 年間に排出される CH₄ の量により排出係数を設定した。

表 3-50 都市ガス導管からの CH₄ 排出量及び排出係数 (2004 年度実績により設定)

排出源		CH ₄ 排出量 (t/年)	排出対象	排出係数
高压導管	導管新設工事 導管移設工事	180	高压導管総延長 1,799km	0.100 t-CH ₄ /km
中低压導管 ホルダー	新設・撤去等工事、漏洩 ガバナール等点検 ホルダー建設及び開放検査	93	中低压導管総延長 226,016km	0.411 kg- CH ₄ /km
供内管	供給管取り出し工事 工事後パージ 撤去工事 メーター取替え 漏洩等 開栓・定期保安巡回 機器修理 (主に需要家 (家庭) における 工事時に排出)	19	需要家数 27,298 千戸	0.696 kg- CH ₄ /千戸

■ 活動量

○ LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地 (天然ガスの供給)

資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの量を用いた。

表 3-51 都市ガスの原料として用いられた液化天然ガス及び天然ガス

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
都市ガス製造における LNG 消費量	PJ	464	676	864	1,230	1,468	1,439	1,424
都市ガス製造における天然ガス消費量	PJ	40	48	61	86	126	131	127

○ 都市ガス供給網

資源エネルギー庁ガス市場整備課「ガス事業年報」に示された高压導管延長数、中低導管総延長数、需要家数を用いた。

表 3-52 高圧導管延長数、中低導管総延長数、需要家数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
高圧導管延長数	km	1,067	1,281	1,443	1,898	2,098	2,029	2,066
中低圧導管延長数	km	180,239	197,474	214,312	230,430	236,729	239,336	241,675
需要家数	千戸	21,334	23,580	25,858	27,762	28,377	28,599	28,774

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

天然ガスの供給に伴う CH₄ の漏出の排出係数は我が国独自の値であるが、統計的処理を行うことが適さないことから、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量の不確実性は、総合エネルギー統計における LNG 及び天然ガスの不確実性を合成し、8.7%と評価した。その結果、天然ガスの供給に伴う CH₄ の漏出の排出量の不確実性は 26%と評価された。

都市ガスの供給に伴う CH₄ の漏出の排出係数は我が国独自の値を用いており、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家判断もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG(2000) に示された標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (10%) を採用した。その結果、都市ガスの供給に伴う CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、27%と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの活動量は「総合エネルギー統計」、都市ガス供給網に関する活動量は「ガス事業統計年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.e. 工場及び発電所における漏出・家庭及び業務部門における漏出 (1.B.2.b.v.)

当該排出源における CH₄ の排出として、建物内のガス配管の工事等の排出が考えられるが、これらは「天然ガスの供給 (都市ガス供給網)」(1.B.2.b.iv) における排出量に含まれているため、当該排出源からの CH₄ 排出量は「IE」として報告する。また、都市ガス成分には基本的に CO₂ は含まれていないため、当該排出源からの CO₂ 排出量は「NA」として報告する。

3.3.2.3. 通気弁及びフレアリング (1.B.2.c)

当該分野では、石油産業、天然ガス産業における油田、ガス田の開発、輸送、精製、配送時の CO₂、CH₄ の通気弁からの排出を扱う。

また、上記のプロセスにおける CO₂、CH₄ 及び N₂O のフレアリングによる排出を扱う。

3.3.2.3.a. 通気弁 (石油産業) (1.B.2.c.-venting i)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、石油産業における通気弁からの CO₂、CH₄ の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) のデシジョンツリー (page 2.81, Fig.2.13) に従い、Tier 1 法を用いて排出量の算定を行った。原油生産量にデフォルトの排出係数を乗じて算定を行った。

■排出係数

油田の通気弁の排出係数については、GPG (2000) に示されている一般原油のデフォルト値を用いた。ただし、CH₄ についてはデフォルト値の中間値を用いた。

表 3-53 油田の通気弁の排出係数

一般原油 (Conventional Oil)	通気弁 (Venting) [千 t/1000 m ³]	CH ₄ ¹⁾	CO ₂	N ₂ O ²⁾
		1.38×10 ⁻³	1.2×10 ⁻⁵	0

(出典) GPG (2000) Table2.16

1) デフォルト値は、6.2×10⁻⁵ ~ 270×10⁻⁵

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外とした。

■活動量

通気弁からの漏出の活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を用いた。なお、コンデンセート生産量は対象外とした (表 3-40 参照)。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

石油産業における通気弁からの CO₂、CH₄ の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用しているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (5%) を採用した。

その結果、石油産業における通気弁での CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ 25% と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、通気弁からの漏出の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.3.b. 通気弁（天然ガス産業）（1.B.2.c.-venting ii）

天然ガス産業における通気弁からの排出については、GPG (2000) には天然ガスの輸送時の排出係数しか設定されていないため、輸送時のみの排出量を対象とする。我が国では天然ガスの輸送による CO₂ 排出量（1.B.2.b.iii）を「NA」と整理していることから、天然ガスパイプラインからの意図的な CO₂ 排出も「NA」と報告する。天然ガスパイプラインからの意図的な CH₄ 排出量は、天然ガス輸送時の排出（1.B.2.b.iii）に含まれているため「IE」と報告している。

3.3.2.3.c. 通気弁（石油産業・天然ガス産業）（1.B.2.c.-venting iii）

我が国では統計上、石油と天然ガスの 2 区分で整理を行っており、石油産業・天然ガス産業における通気弁からの漏出については、（1.B.2.c.i）石油産業及び（1.B.2.c.ii）天然ガス産業における通気弁からの排出に含まれているため「IE」として報告する。

3.3.2.3.d. フレアリング（石油産業）（1.B.2.c.-flaring i）

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、石油産業におけるフレアリングからの CO₂、CH₄、N₂O の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) のデシジョンツリーに従い、Tier 1 を用いて我が国の原油生産量にデフォルトの排出係数を乗じて CO₂、CH₄、N₂O 排出量の算定を行う。

■排出係数

我が国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000) に示されたデフォルト値を採用する。CH₄ については、中間値を採用する。

表 3-54 石油産業のフレアリングの排出係数

	単位	CH ₄ ¹⁾	CO ₂	N ₂ O
フレアリング (Conventional Oil)	Gg/10 ³ m ³	1.38×10 ⁻⁴	6.7×10 ⁻²	6.4×10 ⁻⁷

(出典) GPG (2000) Table2.16

1) デフォルト値は、0.05×10⁻⁴ ~ 2.7×10⁻⁴**■活動量**

石油産業におけるフレアリングの活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」に示された原油の生産量を使用する。なお、コンデンセート生産量は対象外とする（表 3-40 参照）。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

石油産業におけるフレアリングからの CO₂、CH₄、N₂O の漏出の排出係数は、すべて GPG (2000) に示された値を採用していることから、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (5%) を採用した。その結果、石油産業におけるフレアリングからの CO₂、CH₄、N₂O の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ 25% と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、石油産業におけるフレアリングの活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.3.e. フレアリング（天然ガス産業）(1.B.2.c.-flaring ii)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、天然ガス産業におけるフレアリングからの CO₂、CH₄、N₂O の排出を扱う。

b) 方法論

■算定方法

天然ガス産業におけるフレアリングの排出については、GPG (2000) のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO₂、CH₄、N₂O 排出量の算定を行う。排出量は天然ガスの生産量に排出係数を乗じて算定する。ガスの生産時とガスの処理時におけるフレアリングに伴う排出量の合計を天然ガスにおけるフレアリングの排出量とする。

■排出係数

油田の通気弁の排出係数については、GPG (2000) に示されている天然ガス産業におけるフレアリングのデフォルト値を用いた。

表 3-55 天然ガス産業におけるフレアリングの排出係数

		単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
天然ガス産業におけるフレアリング (flaring)	ガスの生産 (gas production)	Gg/10 ⁶ m ³	1.1×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻³	2.1×10 ⁻⁸
	ガス処理時 (gas processing)	Gg/10 ⁶ m ³	1.3×10 ⁻⁵	2.1×10 ⁻³	2.5×10 ⁻⁸

(出典) GPG (2000) Table2.16

■活動量

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された天然ガスの国内生産量を用いる (表 3-47 参照)。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

天然ガス産業におけるフレアリングからの CO₂、CH₄、N₂O の漏出の排出係数は、すべて GPG (2000) に示された値を採用していることから、GPG (2000) に示された不確実性の標準値 (25%) を採用した。また、活動量については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した標準値 (5%) を採用した。その結果、天然ガス産業におけるフレアリングからの CO₂、CH₄、N₂O の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ 25% と評価された。

なお、不確実性の評価手法の概要については、別添 7 に記載している。

■時系列の一貫性

排出係数は、上記した方法を使用して、1990 年度から直近年まで一定値を使用している。また、天然ガス産業におけるフレアリングの活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

GPG (2000) に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。QA/QC 活動については、別添 6 に詳述している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.3.f. フレアリング（石油産業・天然ガス産業）（1.B.2.c.-flaring iii）

我が国では統計上、石油と天然ガスの2区分で整理を行っており、石油産業・天然ガス産業におけるフレアリングからの漏出については、（1.B.2.c.i）石油産業及び（1.B.2.c.ii）天然ガス産業におけるフレアリングからの排出に含まれているため「IE」として報告している。

参考文献

1. IPCC「1996年改訂IPCCガイドライン」(1997年)
2. IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(2000年)
3. UNFCCC「UNFCCCインベントリ報告ガイドライン」(FCCC/SBSTA/2004/8)
4. UNFCCC「個別審査報告書」(FCCC/WEB/IRI(2)/2003/JPN)(2004年4月)
5. 独立行政法人経済産業研究所 戒能一成「エネルギー源別炭素排出係数の妥当性の評価と分析」(2005年)
6. 独立行政法人経済産業研究所 戒能一成「総合エネルギー統計の解説」(2009年6月)
7. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第1部」(平成12年9月)
8. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(平成12年9月)
9. 環境庁「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第3部」(平成12年9月)
10. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」(1992年5月)
11. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第1部」(平成14年8月)
12. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(平成14年8月)
13. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第3部」(平成14年8月)
14. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第1部」(平成18年8月)
15. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(平成18年8月)
16. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
17. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
18. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
19. 経済産業省「石油等消費構造統計」
20. 国土交通省「航空輸送統計年報」
21. 国土交通省「自動車輸送統計年報」
22. 国土交通省「道路交通センサス」
23. 資源エネルギー庁「ガス事業年報」
24. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
25. 自動車検査登録協会 HP (<http://www.airia.or.jp/data/data.html>)
26. 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(1996年)
27. 天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」
28. 日本ガス協会 HP (<http://www.gas.or.jp/default.html>)