

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、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。

2012年度における当該分野からの温室効果ガス（CO₂、CH₄及びN₂O）排出量は1,229,578 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91.5%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると13.9%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、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部門から構成されている。

2012年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は1,229,181 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91.5%を占めている。1990年度の排出量と比較すると14.2%の増加となっているが、これは「1.A.1. エネルギー産業」が187,201 Gg-CO₂換算（57.6%）、「1.A.3 運輸」が4,186 Gg-CO₂換算（1.9%）増加したこと等によるもので、一方で「1.A.2 製造業及び建設業」は37,441 Gg-CO₂換算（10.0%）減少している。1990年度からの増減を左右した主な要因として、「1.A.1.a 発電及び熱供給」の電力消費の増加に伴い化石燃料消費が増加したこと、「1.A.3.b. 自動車」で乗用車の交通需要が増加したこと、一方で「1.A.2.c 化学」、「1.A.2.f その他（窯業土石）」、「1.A.2.f その他（機械）」等の製造業で近年リーマンショックや東日本大震災の影響により生産需要が減少し燃料消費が減少したこと、また液体燃料から気体燃料への転換が進んでいること等が挙げられる。

2012年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は2011年度の排出量と比較すると2.9%の増加であった。2011年度と比べて2012年度の排出量が増加した原因としては、火力発電所における化石燃料使用量の増加により、エネルギー産業部門において発電に伴う排出量が増加したことが挙げられる。

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	2008	2009	2010	2011	2012	
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	378,921	395,340	356,702	379,340	439,704	485,184
		b. 石油精製	Gg-CO ₂	15,893	16,956	17,285	16,441	14,324	14,564	15,038	14,064	13,745
		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	11,225	14,227	10,994	13,167	11,334
	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	143,269	134,610	151,892	147,767	149,983
		b. 非鉄金属	Gg-CO ₂	6,092	4,770	3,042	2,634	2,333	2,120	2,075	1,974	1,889
		c. 化学	Gg-CO ₂	64,736	74,806	67,216	58,650	53,325	52,549	53,588	52,420	50,096
		d. パルプ・紙	Gg-CO ₂	25,825	29,449	29,035	26,553	22,845	21,242	20,329	20,805	20,950
		e. 食品加工・飲料	Gg-CO ₂	13,129	14,407	13,161	11,326	8,862	8,826	8,974	8,538	8,236
		f. その他	Gg-CO ₂	111,929	105,245	113,547	119,326	104,987	99,746	105,800	103,378	101,941
	1.A.3. 運輸	a. 航空	Gg-CO ₂	7,162	10,278	10,677	10,799	10,277	9,781	9,193	9,001	9,524
		b. 自動車	Gg-CO ₂	189,228	225,389	232,885	222,851	206,180	202,289	205,025	201,417	196,380
		c. 鉄道	Gg-CO ₂	935	822	711	647	604	590	574	555	554
		d. 船舶	Gg-CO ₂	13,731	14,687	14,865	12,915	11,288	10,383	10,716	10,586	10,850
	1.A.4. その他部門	a. 業務	Gg-CO ₂	83,590	93,259	101,388	110,476	98,506	92,932	91,877	94,093	91,426
		b. 家庭	Gg-CO ₂	56,668	66,320	68,958	67,583	59,023	57,792	61,074	58,941	58,324
		c. 農林水産業	Gg-CO ₂	21,380	19,526	16,207	15,158	10,657	10,449	10,495	10,526	11,152
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	Gg-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		b. 移動発生源	Gg-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計		Gg-CO ₂	1,068,260	1,145,769	1,180,044	1,217,697	1,153,045	1,088,802	1,136,981	1,186,937	1,221,568
	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	1.90	1.36	1.32	1.24	1.80	3.08
b. 石油精製			Gg-CH ₄	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10
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	0.06	0.10	0.10	0.11	0.11	0.13
1.A.2. 製造業及び建設業		a. 鉄鋼	Gg-CH ₄	4.59	4.22	4.88	6.40	7.23	7.12	8.33	8.23	8.60
		b. 非鉄金属	Gg-CH ₄	0.29	0.25	0.19	0.15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11
		c. 化学	Gg-CH ₄	0.22	0.27	0.33	0.67	1.18	1.35	1.59	1.58	1.50
		d. パルプ・紙	Gg-CH ₄	1.10	1.08	1.13	1.47	1.94	1.89	2.06	2.02	1.98
		e. 食品加工・飲料	Gg-CH ₄	0.11	0.14	0.12	0.09	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
		f. その他	Gg-CH ₄	10.60	11.39	10.24	9.66	10.31	10.23	12.43	12.35	11.41
1.A.3. 運輸		a. 航空	Gg-CH ₄	0.14	0.17	0.21	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.24
		b. 自動車	Gg-CH ₄	12.57	13.00	12.47	9.69	7.63	7.14	6.64	6.26	6.08
		c. 鉄道	Gg-CH ₄	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		d. 船舶	Gg-CH ₄	1.27	1.37	1.41	1.23	1.07	0.98	1.01	1.00	1.01
1.A.4. その他部門		a. 業務	Gg-CH ₄	1.02	3.18	4.09	4.33	4.17	3.80	4.07	2.64	2.45
		b. 家庭	Gg-CH ₄	8.23	8.61	8.15	7.76	6.64	6.49	6.89	6.65	6.49
		c. 農林水産業	Gg-CH ₄	0.63	0.52	0.30	0.19	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1.A.5. その他		a. 固定発生源	Gg-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		b. 移動発生源	Gg-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計		Gg-CH ₄	42.25	45.89	45.57	43.39	42.23	40.99	45.58	44.57	43.83	
		Gg-CO ₂ 換算	887	964	957	911	887	861	957	936	920	
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	2.88	4.40	5.27	6.44	6.27	5.99	5.92	6.40	6.39
		b. 石油精製	Gg-N ₂ O	0.08	0.14	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19
		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	0.03	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	Gg-N ₂ O	1.08	1.31	1.36	1.39	1.45	1.37	1.39	1.39	1.42
		b. 非鉄金属	Gg-N ₂ O	0.19	0.18	0.14	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		c. 化学	Gg-N ₂ O	0.58	1.05	1.03	0.80	0.69	0.69	0.71	0.68	0.67
		d. パルプ・紙	Gg-N ₂ O	0.48	0.90	0.93	0.95	1.12	1.16	1.16	1.19	1.20
		e. 食品加工・飲料	Gg-N ₂ O	0.24	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23
		f. その他	Gg-N ₂ O	1.79	2.21	3.10	3.15	2.88	2.71	2.89	2.83	2.87
	1.A.3. 運輸	a. 航空	Gg-N ₂ O	0.23	0.30	0.34	0.35	0.33	0.32	0.30	0.29	0.31
		b. 自動車	Gg-N ₂ O	12.63	13.98	13.70	9.66	8.22	7.72	7.21	6.83	6.57
		c. 鉄道	Gg-N ₂ O	0.39	0.34	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.23	0.23
		d. 船舶	Gg-N ₂ O	0.36	0.39	0.40	0.35	0.30	0.28	0.29	0.28	0.29
	1.A.4. その他部門	a. 業務	Gg-N ₂ O	0.38	0.59	0.68	0.72	0.72	0.69	0.72	0.74	0.81
		b. 家庭	Gg-N ₂ O	0.29	0.33	0.34	0.33	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26
		c. 農林水産業	Gg-N ₂ O	0.21	0.21	0.13	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	Gg-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		b. 移動発生源	Gg-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	合計		Gg-N ₂ O	21.83	26.61	28.20	25.00	23.08	21.99	21.68	21.70	21.59
			Gg-CO ₂ 換算	6,768	8,249	8,742	7,749	7,155	6,816	6,721	6,726	6,693
全ガス合計		Gg-CO ₂ 換算	1,075,915	1,154,982	1,189,743	1,226,357	1,161,086	1,096,479	1,144,659	1,194,599	1,229,181	

3.2.1. エネルギー産業（1.A.1）におけるCO₂の排出

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（1.A.1.a）、石油精製業におけるエネルギー転換（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（1.A.1.c）に伴うCO₂排出を扱う。

2012年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は510,263 Ggであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の38.0%を占めている。その内訳は、「1.A.1.a 発電及び熱供給」からの排出が95.1%と最も多く、「1.A.1.b石油精製」からの排出が2.7%、「1.A.1.c固体燃料製造及び他エネルギー産業」からの排出が2.2%）である。

当該カテゴリーの排出量は、発電量や火力発電の比率、熱効率等により変動する。当該カテゴリーでCO₂排出量の最も多い「1.A.1.a 発電及び熱供給」は発電量²の変化の傾向に概ね沿って変化している。1995年度から1998年度までは電力量の増加に反してCO₂排出量が減少しているが、これは発電量に占める火力発電の比率が低下したためである。また、2011年度以降は電力量の減少に反してCO₂排出量が増加しているが、これは逆に火力発電の比率が増加したためである。

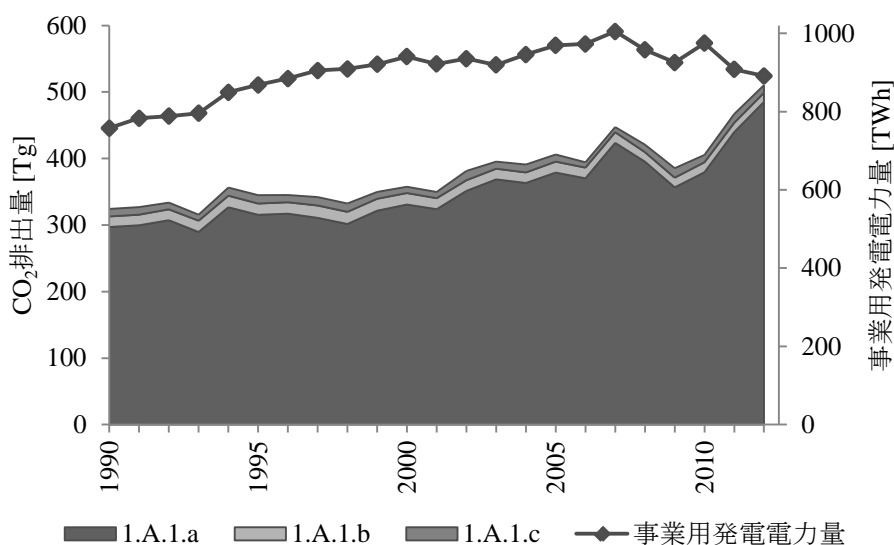


図 3-1 エネルギー産業（1.A.1）からのCO₂排出量及び関連する指標の推移

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、固体燃料製造部門の固体燃料の転換における炭素バランスの変動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、エネルギーバランス及び炭素バランスに起因している。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。

² 事業用発電電力量（資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より算出）

b) 方法論

■ 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 [t-CO₂]
- A : エネルギー消費量 (固有単位 [t, kl, 10³ × m³])
- N : 非エネルギー利用量 (固有単位)
- GCV : 高位発熱量 [MJ/固有単位]
- EF : 炭素排出係数 [t-C/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.) の「その他燃料 (other fuels)」に計上している。

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。

表 3-2 エネルギー源別炭素排出係数 (単位: t-C/TJ、高位発熱量ベース)

エネルギー源		コード ¹⁾	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	出典
石炭	原料炭	\$110	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	—
	コークス用原料炭	\$111	24.5	24.5	24.5	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	\$112	24.5	24.5	24.5	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	\$130	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	—
	輸入一般炭	\$131	24.7	24.7	24.7	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	\$132	24.7	24.7	24.7	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	\$135	24.9	24.9	24.9	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	\$136	24.9	24.9	24.9	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	\$137	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	国産一般炭と同一。
無煙炭	\$140	25.5	25.5	25.5	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	\$161	29.4	29.4	29.4	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	\$162	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	2006年IPCCガイドライン
	練豆炭	\$163	29.4	29.4	29.4	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	\$171	11.0	11.0	11.0	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	\$172	27.3	26.9	26.6	26.5	26.4	26.5	26.3	26.3	26.1	高炉・転炉における炭素収支に基づき毎年算定
転炉ガス	\$175	38.4	38.4	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	\$210	18.7	18.7	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)
	発電用原油	\$220	18.7	18.7	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)
	瀝青質混合物	\$221	20.0	20.0	20.0	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	\$230	18.4	18.4	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	\$271	18.2	18.2	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	\$272	18.5	18.5	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	\$273	18.7	18.7	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	\$274	19.5	19.5	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	\$275	18.2	18.2	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	\$276	18.7	18.7	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	\$277	18.7	18.7	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	\$281	18.2	18.2	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	\$282	18.3	18.3	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	\$310	18.3	18.3	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	\$311	18.3	18.3	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	\$312	18.3	18.3	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	\$320	18.3	18.3	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	\$330	18.5	18.5	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	\$340	18.7	18.7	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	\$351	18.9	18.9	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	\$355	19.5	19.5	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	\$356	19.2	19.2	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	\$357	19.5	19.5	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	\$358	19.5	19.5	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	\$365	19.2	19.2	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	\$371	20.8	20.8	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・パラフィン等製品(アスファルト以外)	\$372	20.8	20.8	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	\$375	25.4	25.4	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	\$376	38.4	38.4	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	\$380	14.2	14.2	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)	\$390	16.3	16.3	16.3	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)、 2005以降: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)	\$410	13.5	13.5	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)
	国産天然ガス	\$420	13.9	13.9	13.9	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	\$421	13.9	13.9	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	\$422	13.5	13.5	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	\$423	13.9	13.9	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	\$450	14.0	14.0	13.8	13.6	13.7	13.6	13.7	13.8	13.7	一般ガスと同一。
	一般ガス	\$460	14.0	14.0	13.8	13.6	13.7	13.6	13.7	13.8	13.7	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	\$470	16.3	16.3	16.3	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	LPGの値を使用。

1) 総合エネルギー統計(エネルギーバランス表)のエネルギー源別コード番号

(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³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。

(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

³ 「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。

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 [t-C/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

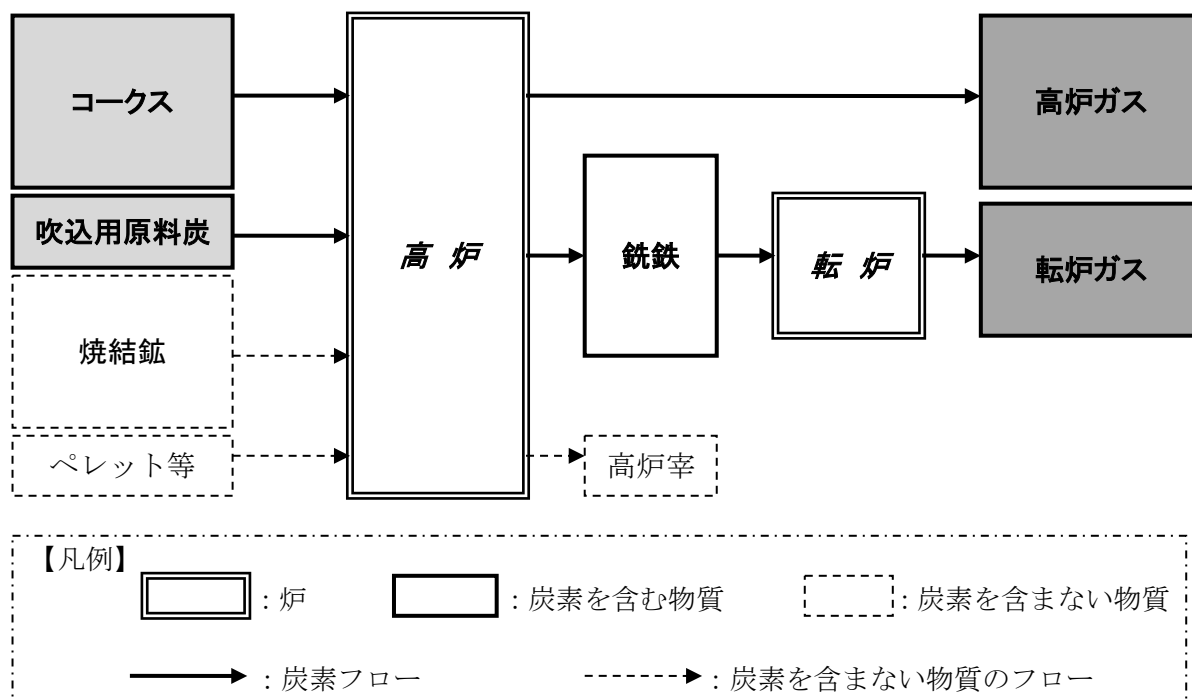


図 3-2 鉄鋼製造における炭素フローの概略図

表 3-3 高炉ガスの炭素排出係数

鉄鋼系ガス		1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	備考
Input											
吹込用原料炭	Gg-C	1,574	2,593	3,518	3,111	2,950	2,659	3,550	3,776	4,134	A
コークス	Gg-C	12,830	11,432	12,021	11,382	10,818	10,358	11,067	10,008	10,049	B
合計	Gg-C	14,404	14,024	15,539	14,492	13,768	13,017	14,616	13,784	14,183	C: A + B
Output											
転炉ガス	Gg-C	2,541	2,359	2,726	2,804	2,727	2,589	2,798	2,502	2,612	D
差	Gg-C	11,863	11,665	12,813	11,688	11,041	10,428	11,818	11,282	11,571	E: C - D
Output											
高炉ガス	TJ	434,801	433,504	481,768	441,357	417,636	393,685	448,708	429,625	442,758	F
EF 高炉ガス	t-C/TJ	27.3	26.9	26.6	26.5	26.4	26.5	26.3	26.3	26.1	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。

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

EF : 炭素排出係数 [t-C/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）

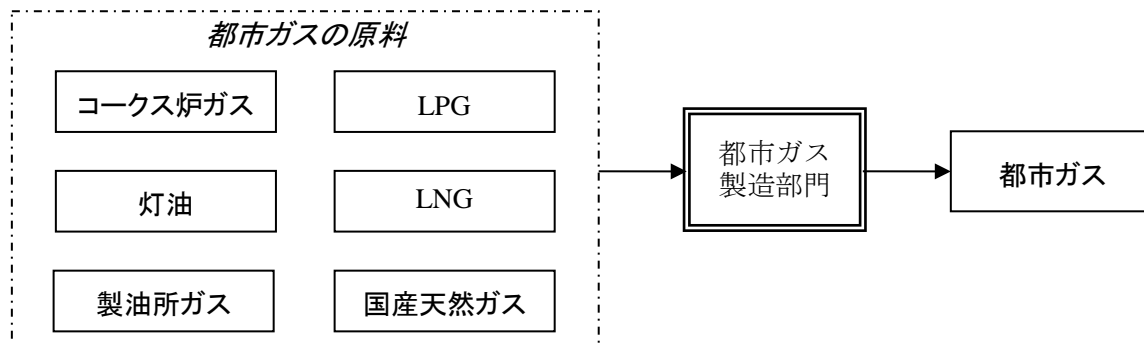


図 3-3 都市ガスの製造フロー

表 3-4 一般ガスの炭素排出係数

一般ガス製造		1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	備考
Input											
コークス炉ガス	Gg-C	211	134	105	22	0	0	0	0	0	a1
灯油	Gg-C	200	275	69	6	0	0	0	0	0	a2
製油所ガス	Gg-C	186	199	186	145	88	13	0	0	0	a3
LPG	Gg-C	1,931	2,104	1,791	1,069	679	700	782	851	873	a4
LNG	Gg-C	6,253	9,107	11,642	16,563	19,378	19,181	20,919	21,435	21,416	a5
国産天然ガス	Gg-C	551	661	848	1,190	1,822	1,768	1,603	1,775	1,683	a6
合計	Gg-C	9,331	12,480	14,641	18,994	21,967	21,663	23,304	24,062	23,971	A: Σa
Output											
一般ガス	TJ	664,661	892,307	1,061,122	1,391,962	1,607,991	1,593,032	1,697,063	1,745,748	1,755,849	B
EF 一般ガス	t-C/TJ	14.0	14.0	13.8	13.6	13.7	13.6	13.7	13.8	13.7	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。エネルギー消費量の推移を表3-6に示す。

表 3-6 エネルギー産業 (1.A.1) におけるエネルギー消費量 (単位: PJ)

エネルギー源 ¹⁾	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
石油系燃料	2,241	1,838	1,181	1,164	1,177	774	852	1,405	1,698
石炭系燃料	1,008	1,422	1,839	2,462	2,386	2,313	2,418	2,311	2,449
天然ガス系燃料	1,553	1,776	2,157	2,036	2,471	2,467	2,589	3,238	3,450
バイオマス	NO	NO	NO	26	26	23	43	80	90
その他燃料	196	219	258	284	266	247	246	243	250
合計	4,998	5,255	5,436	5,973	6,325	5,823	6,149	7,277	7,938

1) 共通報告様式 (CRF) における燃料種区分

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 (A2.2) 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 (#2110⁴) 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 3-7 に示す。

表 3-7 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	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 3-8 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。

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が、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。

⁴ 総合エネルギー統計の対応部門番号

表 3-8 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	2008	2009	2010	2011	2012
石炭	原料炭	\$110	MJ/kg	31.8	31.8	28.9	29.0	29.0	29.0	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	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	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	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	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	25.3	25.4	25.3	25.3	25.3
	国産一般炭	\$135	MJ/kg	24.3	24.3	22.5	22.5	22.5	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	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	18.7	18.7	18.7
無煙炭	\$140	MJ/kg	27.2	27.2	27.2	26.9	26.9	26.9	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	29.4	29.4	29.4
	コークスタール	\$162	MJ/kg	37.3	37.3	37.3	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	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	21.2	21.1	21.3	21.1	20.7
	高炉ガス	\$172	MJ/m ³ N	3.5	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
	転炉ガス	\$175	MJ/m ³ N	8.4	8.4	8.4	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	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1
	発電用原油	\$220	MJ/l	39.1	39.2	39.6	38.5	39.5	39.7	39.7	39.4	39.3
	瀝青質混合物	\$221	MJ/kg	30.1	30.3	29.9	22.4	22.4	22.4	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	32.9	34.8	34.8	36.9	34.8
	揮発油留分	\$271	MJ/l	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5
石油製品	灯油留分	\$272	MJ/l	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7	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	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	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	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	38.6	38.6	38.6
	精製混合原料油	\$277	MJ/l	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1
	純ナフサ	\$281	MJ/l	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5	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	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	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	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	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	36.7	36.7	36.7
	灯油	\$330	MJ/l	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7
	軽油	\$340	MJ/l	38.1	38.1	38.2	37.8	37.9	37.9	38.1	38.0	37.9
	A重油	\$351	MJ/l	39.7	39.6	39.3	39.1	39.9	39.9	39.9	39.8	39.8
	C重油	\$355	MJ/l	42.7	42.2	42.0	42.0	42.2	42.0	42.1	42.5	42.9
	B重油	\$356	MJ/l	40.2	40.2	40.4	40.4	40.4	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	42.1	42.5	42.9
	発電用C重油	\$358	MJ/l	41.1	41.1	41.3	41.2	41.2	41.2	41.3	41.2	41.2
	潤滑油	\$365	MJ/l	40.2	40.2	40.2	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	41.0	41.4	41.9
	他重質油・パラフィン等製品(アスファルト以外)	\$372	MJ/kg	41.6	41.2	40.9	41.0	41.1	41.0	41.0	41.4	41.9
	オイルコークス	\$375	MJ/kg	35.6	35.6	35.6	29.9	29.9	29.9	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	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	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	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	54.6	54.6	54.6	54.7	54.7
	国産天然ガス	\$420	MJ/m ³ N	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.8	44.7	44.7	44.8
	ガス田・随伴ガス	\$421	MJ/m ³ N	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.8	44.7	44.7	44.8
	炭鉱ガス	\$422	MJ/m ³ N	36.0	36.0	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
	原油溶解ガス	\$423	MJ/m ³ N	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.8	44.7	44.7	44.8
都市ガス	都市ガス	\$450	MJ/m ³ N	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	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	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	100.5	100.5	100.5

○ CRF 報告値と IEA 報告値の相違点

日本が共通報告様式（CRF）にて報告しているエネルギー需給データと、国際エネルギー機関（IEA）にて報告しているエネルギー需給データに相違が生じているものがある。その相違や理由について詳細を別添 2（A2.1）に掲載しているので参照のこと。

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。

■ 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について、全ての時系列において同一の方法にて設定を行っている。

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 2010～2011 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2010～2011 年度のCO₂排出量が再計算された。

計算間違いの訂正により、2005～2009 年度のバイオマス燃料のCO₂排出量が再計算された。

廃棄物焼却量等の更新に伴い、2007 年～2011 年度のその他燃料のCO₂排出量が再計算された。廃棄物焼却の詳細については第 8 章の 8.4 節を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

炭素排出係数の出典として利用している「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 20 年以上の時間が経過している。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の検討を開始した。これまでに本調査設計のためのプレ調査を実施し、本調査で測定を行う必要のある燃料種、測定項目及び測定方法等の検討を行った。今後、本調査及び調査結果に基づく炭素排出係数の設定に関する検討を行い、検討が終わり次第、改訂された炭素排出係数をインベントリに適用する予定である。

3.2.2. エネルギー産業（1.A.1）におけるCH₄とN₂Oの排出

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（1.A.1.a）、石油精製業におけるエネルギー転換（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（1.A.1.c）に伴うCH₄、N₂O排出を扱う。

CH₄は、化石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。

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ため、窒素分を多く含む燃料を使用するとN₂Oが発生しやすくなる。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°C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。

わが国の温室効果ガス総排出量に対するこのカテゴリー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。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の排出量が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。

b) 方法論

■ 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。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。

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

E	: 化石燃料の燃焼に伴う固定発生源からのCH ₄ 、N ₂ O排出量 [kg-CH ₄ 、kg-N ₂ O]
EF_{ij}	: 燃料種 <i>i</i> 、炉種 <i>j</i> における排出係数 [kg-CH ₄ /TJ、kg-N ₂ O/TJ]
A_{ijk}	: 燃料種 <i>i</i> 、炉種 <i>j</i> 、部門 <i>k</i> 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

表 3-9 に示す理論排ガス量（乾き）と、煙道におけるCH₄濃度、N₂O濃度、O₂濃度の我が国で行った実測調査データ（表 3-10）、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 [kg-CH₄/TJ, kg-N₂O/TJ]
 C_{CH_4, N_2O} : 排ガス中のCH₄濃度、N₂O濃度 [ppm]
 G_0' : 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]
 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_{O_2} : 排ガス中のO₂濃度 [%]

表 3-9 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

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 3-10 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）

燃料種、炉種別の CH_4 、 N_2O 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 3-11、表 3-12）。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。排出係数設定に用いた実測値については、別添 3.1 を参照のこと。

表 3-11 燃料種別、炉種別CH₄排出係数 (単位: kg-CH₄/TJ)

エネルギー源	コード	工業炉										内燃機関				
		ボイラー	金属(銅、鉛及び亜鉛を除く)精錬用焼結炉	(鉄鋼用、非鉄金属用)	金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉	石油加熱炉、ガス加熱炉	触媒再生塔	その他の焼成炉、陶磁器焼成炉、レンガ焼成炉	セメント原料乾燥炉、骨材乾燥炉	その他の乾燥炉	その他の工業炉	ガスタービン	ディーゼル機関	ガス機関、ガソリン機関		
石炭	原料炭	\$110														
	コークス用原料炭	\$111														
	吹込用原料炭	\$112														
	輸入一般炭	\$130	0.13	31	1.7	NA	NA	NA	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA	
	輸入一般炭	\$131														
	発電用輸入一般炭	\$132														
	国産一般炭	\$135														
	坑内掘国産炭	\$136														
	露天掘国産炭	\$137														
	無煙炭	\$140														
石炭製品	コークス	\$161	0.13	31	1.7	NA	NA	0.054	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA	
	コールタール	\$162														
	練豆炭	\$163														
	コークス炉ガス	\$171														
原油	高炉ガス	\$172	0.23			0.43	0.16	NA				2.3	0.81	0.70	54	
	転炉ガス	\$175														
	精製用原油	\$210	0.10	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54	
	発電用原油	\$220														
石油製品	揮発油留分	\$271	0.26													
	灯油留分	\$272														
	軽油留分	\$273														
	常圧残油留分	\$274	0.10													
	分解揮発油留分	\$275														
	分解軽油留分	\$276														
	精製混合原料油	\$277														
	純ナフサ	\$281														
	改質生成油	\$282														
	ガソリン	\$310	0.26													
	プレミアムガソリン	\$311														
	レギュラーガソリン	\$312														
	ジェット燃料油	\$320														
	灯油	\$330		31	1.7					1.5	29	6.6				
	軽油	\$340														
	A重油	\$351														
	C重油	\$355														
	B重油	\$356	0.10													
	一般用C重油	\$357														
	発電用C重油	\$358														
潤滑油	\$365	0.26														
ガスファルト	\$371															
他重質油・ハフイン等製品(ガスファルト以外)	\$372	0.13				NA	NA	0.054				13	NA	NA	NA	
オイルコークス	\$375															
電気炉ガス	\$376															
製油所ガス	\$380	0.23				0.43	0.16	NA				2.3	0.81	0.70	54	
液化石油ガス(LPG)	\$390															
天然ガス	液化天然ガス(LNG)	\$410														
	国産天然ガス	\$420														
	ガス田・随伴ガス	\$421	0.23	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54	
	炭鉱ガス	\$422														
	原油溶解ガス	\$423														
都市ガス	都市ガス	\$450														
	一般ガス	\$460	0.23	31	1.7	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54	
	簡易ガス	\$470														
バイオマス	バイオマス・エネルギー	\$N130	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
	バイオマス発電	\$N131														
	バイオマス直接利用	\$N132														
	黒液直接利用	\$N522	4.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
木炭	廃材直接利用	\$N523	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
	木炭	-	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

表 3-12 燃料種別、炉種別N₂O排出係数（単位：kg-N₂O/TJ）

エネルギー源	コード	ボイラー			工業炉					内燃機関		
		ボイラー (流動床以外)	常圧 流動床ボイラー	加圧 流動床ボイラー	溶鉱炉 (熱風炉)	石油加熱炉、 ガス加熱炉	触媒再生塔	コークス炉	その他の工業炉	ガスタービン	ディーゼル機関	ガス機関、 ガソリン機関
石炭	原料炭	\$110										
	コークス用原料炭	\$111		0.85								
	吹込用原料炭	\$112										
	輸入一般炭	\$130	0.85	54					1.1	NA	NA	NA
	輸入一般炭	\$131										
	発電用輸入一般炭	\$132			5.2							
	国産一般炭	\$135										
	坑内掘国産炭	\$136										
	露天掘国産炭	\$137										
	無煙炭	\$140			0.85							
石炭製品	コークス	\$161	0.85	54	0.85	NA	NA	7.3	NA	1.1	NA	NA
	コールタール	\$162										
	練炭	\$163										
原油	コークス炉ガス	\$171	0.17	0.17	0.17	0.047	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2
	高炉ガス	\$172				NA						0.85
	転炉ガス	\$175				NA						
石油製品	揮発油留分	\$271	0.19	0.19	0.19							
	灯油留分	\$272										
	軽油留分	\$273										
	常圧残油留分	\$274	0.22	0.22	0.22							
	分解揮発油留分	\$275										
	分解軽油留分	\$276										
	精製混合原料油	\$277										
	純ナフサ	\$281										
	改質生成油	\$282										
	ガソリン	\$310	0.19	0.19	0.19		0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2
天然ガス	アミオンガソリン	\$311										0.85
	レキゾール	\$312										
	ジェット燃料油	\$320				NA						
	灯油	\$330										
	軽油	\$340										
	A重油	\$351										
	C重油	\$355										
	B重油	\$356	0.22	0.22	0.22							
	一般用C重油	\$357										
	発電用C重油	\$358										
都市ガス	潤滑油	\$365	0.19	0.19	0.19							
	アスファルト	\$371										
	他重質油・パラフィン等製品(アスファルト以外)	\$372	0.85	54	0.85		NA	7.3		1.1	NA	NA
	オイルコークス	\$375										
	電気炉ガス	\$376										
	製油所ガス	\$380	0.17	0.17	0.17		0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2
	液化石油ガス (LPG)	\$390										0.85
	液化天然ガス (LNG)	\$410										
	国産天然ガス	\$420										
	バイオマス	ガス田・随伴ガス	\$421	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	0.14	1.2	0.58
炭鉱ガス		\$422										0.85
原油溶解ガス		\$423										
バイオマス	都市ガス	\$450										
	一般ガス	\$460	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2
	簡易ガス	\$470										0.85
バイオマス	バイオマス・エネルギー	\$N130										
	バイオマス発電	\$N131	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
	バイオマス直接利用	\$N132										
	黒液直接利用	\$N522	4.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
バイオマス	廃材直接利用	\$N523	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
	木炭	-	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

■ 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」及び各燃料消費統計（石油等消費動態統計、エネルギー消費統計、電力調査統計、ガス事業生産動態統計）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」等で推計した炉種別の燃料消費量割合で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、1989、1992、1995、1996、1999、2008年度において全てのばい煙発生施設を対象とした全数調査が行われているが、全数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。

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

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

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
A_{MAPijk}	: 大気汚染物質排出量総合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) なお、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。

○ 「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

排出係数の不確実性については、エネルギー源別に、統計的处理、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。

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2010～2011年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2010～2011年度のCH₄とN₂Oの排出量が再計算された。

計算間違いの訂正により、1990～2007年度のCH₄とN₂Oの排出量が再計算された。

廃棄物焼却量等の更新に伴い、2010～2011年度のその他燃料からの排出量が再計算された。廃棄物焼却の詳細については第8章の8.4節を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.3. 製造業及び建設業（1.A.2）におけるCO₂の排出

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)、パルプ・紙・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CO₂排出を扱う。

2012年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は333,095 Ggであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の24.8%を占めている。その内訳は、「1.A.2.a鉄鋼」から

の排出が45.0%と最も多く、「1.A.2.fその他」からの排出が30.6%、「1.A.2.c化学」からの排出が15.0%、「1.A.2.dパルプ・紙・印刷」からの排出が6.3%、「1.A.2.e食品加工・飲料・煙草」からの排出が2.5%、「1.A.2.b非鉄金属」からの排出が0.6%である。

当該カテゴリからのCO₂排出量は、製造業及び建設業の生産水準や生産効率等により変動する。当該カテゴリからのCO₂排出量は、生産水準を示す代表的な指標である鉱工業生産指数（経済産業省）の変化の傾向に概ね沿って変化している。2000年代中盤に鉱工業生産指数の伸びに比してCO₂排出量は横ばいで推移しているが、これは設備稼働率の向上に伴い生産効率が向上したこと等による。

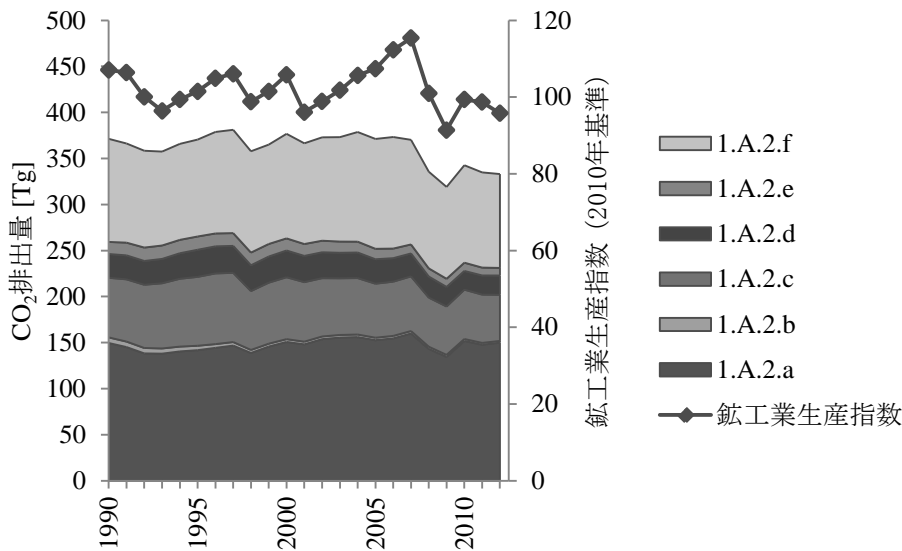


図 3-4 製造業及び建設業（1.A.2）からのCO₂排出量及び関連する指標の推移

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）節を参照のこと。

■ 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）節を参照のこと。

■ 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。

表 3-13 製造業及び建設業（1.A.2）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
石油系燃料	2,140	2,265	2,226	1,942	1,516	1,469	1,471	1,459	1,368
石炭系燃料	2,289	2,179	2,245	2,321	2,213	2,066	2,297	2,209	2,264
天然ガス系燃料	156	236	257	373	428	432	458	486	473
バイオマス	194	193	198	203	202	186	277	263	253
その他燃料	63	75	89	153	173	173	178	181	169
合計	4,842	4,948	5,015	4,992	4,532	4,326	4,681	4,598	4,527

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 #6xxx⁵）、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 #22xx）、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 #23xx）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（#6xxx）には、原料用として用いられた分（非エネルギー利用 #95xx～#98xx）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 (A2.2) 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3-14に示す。

⁵ x は任意の数を表す。

表 3-14 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	

▲非エネルギー利用：原料用として用いられた分を控除している。

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) 節を参照のこと。

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 2009～2011 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2009～2011 年度のCO₂排出量が再計算された。

計算間違いの訂正により、1990 年度から 2010 年度のバイオマス燃料のCO₂排出量が再計算された。

廃棄物原燃料利用量等の更新に伴い、2006～2007、2010～2011 年度のその他燃料のCO₂排出量が再計算された。廃棄物焼却の詳細については第 8 章の 8.4 節を参照のこと。

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) 節を参照のこと。

3.2.4. 製造業及び建設業（1.A.2）における CH₄ と N₂O の排出

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)、パルプ・紙・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CH₄、N₂O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。3.2.2. b) 節を参照のこと。

■ 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。3.2.2. b) 節を参照のこと。

■ 活動量

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.2. b) 節を参照のこと。

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。3.2.2. c) 節を参照のこと。

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 2008～2011 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2008～2011 年度のCH₄とN₂Oの排出量が再計算された。

一部事業所の常圧流動床ボイラーの活動量が修正されたことに伴い、2011 年度のN₂O排出量が再計算された。

計算間違いの訂正により、1990～2007 年度のCH₄とN₂Oの排出量が再計算された。

廃棄物原燃料利用量等の更新に伴い、2007、2011 年度のその他燃料の排出量が再計算された。廃棄物焼却の詳細については第 8 章の 8.4 節を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.5. 運輸（1.A.3）における CO₂の排出

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、航空（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。

2012 年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は 217,309 Ggであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の 16.2%を占めている。その内訳は、「1.A.3.b自動車」からの排出が 90.4%と最も多く、「1.A.3.d船舶」からの排出が 5.0%、「1.A.3.a航空」からの排出が 4.4%、「1.A.3.c鉄道」からの排出が 0.3%である。

当該カテゴリーからのCO₂排出量は輸送量や輸送効率等により変動する。当該カテゴリーで最もCO₂排出量の多い「1.A.3.b自動車」では、自動車の走行距離（国土交通省「自動車輸送統計年報」）の変化の傾向に概ね沿って排出量も変化している。1.A.3.bからのCO₂排出量は1990年代にかけて走行距離の増加に伴い一貫して増加していたが、2000年代に入り走行距離の減少や輸送効率の向上等により減少傾向にある。

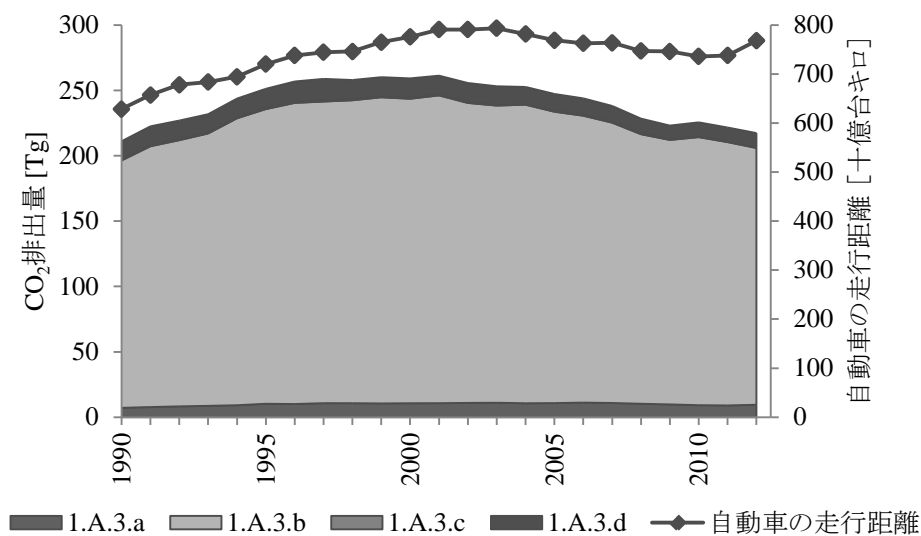


図 3-5 運輸（1.A.3）からのCO₂排出量及び関連する指標の推移

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）節を参照のこと。

■ 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）節を参照のこと。

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。

我が国における軽油の品質規格については別添 2（A.2.3）に掲載しているので参照のこと。

■ 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。

表 3-15 運輸（1.A.3）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
石油系燃料	3,116	3,706	3,827	3,653	3,375	3,298	3,334	3,275	3,213
石炭系燃料	0.033	0.031	0.046	0.037	0.038	0.044	0.043	0.043	0.043
天然ガス系燃料	0.0033	0.14	1.14	3.97	4.92	4.80	4.67	4.59	4.33
バイオマス	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
その他燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計	3,116	3,707	3,828	3,657	3,380	3,302	3,339	3,280	3,217

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 3-16 に示す。

表 3-16 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	-	-

▲非エネルギー利用：燃料以外の用途に用いられた分を控除している。

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) 節を参照のこと。

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 2009～2011 年度の本カテゴリーの各エネルギー消費量が修正されたことに伴い、2009～2011 年度の排出量が再計算された。

また、従来天然ガス自動車からのCO₂排出は、消費量が少なく天然ガス自動車だけの天然ガス消費量統計が存在せず、当該消費量はその他部門（1.A.4）の業務（1.A.4.a）の気体燃料に含めて報告してきたことから、CO₂排出量を 2009 年度まで「IE」として報告してきた。同様に、石炭蒸気機関車も消費量が少なく蒸気機関車だけの石炭消費量統計が存在せず、当該消費量はその他部門（1.A.4）の業務（1.A.4.a）の固体燃料に含めて報告してきたことから、CO₂排出量を「IE」として報告してきた。国連審査チームの指摘に対応して、これらの燃料消費量が総合エネルギー統計において 1990 年度まで遡って推計されるようになったため、2014 年提出インベントリから、本カテゴリーの気体燃料と固体燃料において報告することとした。これに伴い本カテゴリーの気体燃料は 1990～2009 年度について、また固体燃料は 1990～2011 年度について再計算された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.6. 運輸（1.A.3）におけるCH₄とN₂Oの排出

当該分野では、航空（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。

3.2.6.1. 航空（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。

ジェット燃料 国内線航空機離着陸時の排出量 (CH₄、N₂O)
= 国内線航空機の LTO 1 サイクル当りの排出係数 × 国内線の航空機の LTO サイクル数

LTO : Landing and Take-off (離着陸)

ジェット燃料 国内線航空機巡航時の排出量 (CH₄、N₂O)
= ジェット燃料の消費に伴う排出係数 × 国内線の航空機の巡航時ジェット燃料消費量

航空ガソリン 国内線航空機の飛行に伴う排出量 (CH₄、N₂O)
= 航空ガソリンの消費に伴う排出係数 × 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、1996年改訂IPCCガイドラインに示されたデフォルト値に石油連盟調べのジェット燃料比重（0.78 t/kl）を乗じてキロリットルあたりに換算した値を用いた。（表 3-17 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（表 3-17 参照）。

表 3-17 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
	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 3-18 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	2008	2009	2010	2011	2012
LTOサイクル数	LTO	430,654	532,279	667,559	715,767	726,415	716,804	714,671	728,194	778,363
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	3,334,851	3,146,174	2,923,113	2,829,543	2,985,803
航空ガソリン消費量	kl	5,345	6,029	4,287	7,662	2,773	2,358	1,882	1,660	1,907

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。

3.2.6.2. 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 3-19 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	軽油	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。

3.2.6.2.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 3-20 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⁶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 3-21、表 3-22 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、GPG (2000) に掲載されたデフォルトの排出係数を利用した。

⁶ 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。

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 3-20 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 3-21 自動車のCH₄排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガソリン	軽乗用車	g-CH ₄ /km	0.008	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005
	乗用車 (LPG含む)	g-CH ₄ /km	0.015	0.015	0.014	0.011	0.009	0.009	0.008	0.007	0.007
	軽貨物車	g-CH ₄ /km	0.019	0.019	0.018	0.012	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006
	小型貨物車	g-CH ₄ /km	0.021	0.021	0.021	0.015	0.011	0.010	0.010	0.009	0.008
	普通貨物車	g-CH ₄ /km	0.035	0.035	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	0.035	0.035
	特殊用途車	g-CH ₄ /km	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
軽油	乗用車	g-CH ₄ /km	0.011	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014
	小型貨物車	g-CH ₄ /km	0.010	0.011	0.010	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008
	普通貨物車	g-CH ₄ /km	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.012	0.011	0.011
	バス	g-CH ₄ /km	0.019	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
	特殊用途車	g-CH ₄ /km	0.017	0.015	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013

表 3-22 自動車のN₂O排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガソリン	軽乗用車	g-N ₂ O/km	0.014	0.014	0.014	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004
	乗用車 (LPG含む)	g-N ₂ O/km	0.024	0.024	0.020	0.012	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005
	軽貨物車	g-N ₂ O/km	0.024	0.024	0.022	0.013	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006
	小型貨物車	g-N ₂ O/km	0.021	0.022	0.022	0.013	0.009	0.008	0.008	0.007	0.006
	普通貨物車	g-N ₂ O/km	0.039	0.041	0.038	0.037	0.035	0.035	0.036	0.036	0.036
	バス	g-N ₂ O/km	0.045	0.046	0.044	0.041	0.042	0.040	0.040	0.040	0.040
	特殊用途車	g-N ₂ O/km	0.039	0.042	0.037	0.031	0.030	0.028	0.028	0.028	0.028
軽油	乗用車	g-N ₂ O/km	0.006	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006
	小型貨物車	g-N ₂ O/km	0.009	0.010	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
	普通貨物車	g-N ₂ O/km	0.015	0.015	0.015	0.017	0.028	0.030	0.032	0.033	0.035
	バス	g-N ₂ O/km	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	特殊用途車	g-N ₂ O/km	0.025	0.025	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 3-23 自動車の車種別走行量

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガソリン	軽乗用車	10 ⁶ 台 km	15,281	39,386	70,055	102,601	121,327	128,585	128,756	131,574	146,330
	乗用車	10 ⁶ 台 km	289,697	323,022	363,991	372,663	351,943	355,499	352,902	359,394	376,019
	軽貨物車	10 ⁶ 台 km	85,336	84,534	74,914	73,789	73,312	72,382	70,097	68,131	72,255
	小型貨物車	10 ⁶ 台 km	36,981	25,892	24,988	26,597	26,345	26,054	26,427	26,961	27,685
	普通貨物車	10 ⁶ 台 km	447	361	331	741	1,059	1,088	1,083	1,122	1,196
	バス	10 ⁶ 台 km	95	32	21	46	73	85	97	95	107
	特殊用途車	10 ⁶ 台 km	827	851	1,584	1,556	1,726	1,822	1,754	1,660	1,763
軽油	乗用車	10 ⁶ 台 km	42,252	66,787	58,832	30,902	17,692	14,879	13,993	13,837	13,061
	小型貨物車	10 ⁶ 台 km	55,428	62,032	57,221	41,674	36,295	33,281	30,697	30,630	31,376
	普通貨物車	10 ⁶ 台 km	66,434	78,086	82,693	78,866	77,887	74,146	71,859	68,064	61,255
	バス	10 ⁶ 台 km	7,016	6,736	6,598	6,605	6,503	6,464	6,346	6,116	6,169
	特殊用途車	10 ⁶ 台 km	10,420	15,373	19,115	18,869	19,851	19,361	19,245	18,524	19,157
LPG	乗用車	10 ⁶ 台 km	18,368	17,192	15,382	13,971	12,864	12,362	12,599	11,628	11,332

■ 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、二輪車を含めても 12 台（2013 年 3 月末時点、自動車検査登録情報協会調べ）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（天然ガス自動車・二輪車を除くすべての車種）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

ガソリン車及びLPG車については、一部車種にCH₄及びN₂O排出係数の設定に用いるテストデータが新たに自工会から提供され、また各車種のテストデータの整理及び精緻化等を行ったため、1990～2011 年度のCH₄及びN₂O排出係数が変更され、CH₄及びN₂O排出量が再計算された。またディーゼル乗用車、ディーゼル普通貨物車についても排出係数の設定に用いるテストデータの追加や整理を行ったため、1994～2011 年度のCH₄及びN₂O排出係数が変更され、CH₄及びN₂O排出量が再計算された。

活動量については各車種の走行量データが自動車燃料消費量調査に移管され、従来データとの接続性を図ったため、2010～2011 年度のCH₄及びN₂O排出量が再計算された。

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。

3.2.6.2.b. 天然ガス自動車

a) 排出源カテゴリーの説明

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乗用車、バス、貨物車の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。

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、バス、特殊用途車の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 3-24 で示す方法で設定した。

表 3-24 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]
乗用車	自工会データ	車種の規格を考慮し、貨物車の排出係数を利用	0.013	0.0002
バス	自工会データ	車両重量を考慮し、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
貨物車	自工会データ	実測値を基に設定	0.082	0.0128
特殊用途車	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

■ 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1990年から1996年までは日本ガス協会データによる天然ガス自動車の車種別導入台数を用い、1997年以後は自動車検査登録情報協会統計「諸分類別自動車保有車両数」による天然ガス自動車登録台数とした。1台当りの車種別年間走行量は、「自動車燃料消費量統計年報」(国土交通省)の天然ガス自動車の総走行量、「自動車輸送統計年報」の車種別年間走行量、自動車検査登録情報協会統計「自検協統計自動車保有車両数」の車種別登録台数から求めた。

表 3-25 天然ガス自動車の車種別年間走行量

車種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
乗用車	千台km/年	54	104	2,043	6,270	7,299	7,301	6,401	5,340	4,383
バス	千台km/年	0	1,856	15,132	48,026	57,072	56,272	52,391	49,048	46,599
貨物車	千台km/年	205	9,127	74,516	238,612	297,707	289,637	285,443	285,990	265,800
特殊用途車	千台km/年	62	2,755	22,495	72,031	89,870	87,434	84,317	83,666	84,279

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1,000%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1,001%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、天然ガス自動車が多く普及する以前の1996年までの台数は日本ガス協会の累積普及台数を、1997年以降は実際に運用している台数を把握し始めた「諸分類別自動車保有車両数」の登録台数を用いている。その他の活動量データは「自動車輸送統計年報」及び「自検協統計自動車保有車両数」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

走行量の算定に用いる天然ガス自動車の台数を、廃車等を考慮しない累計普及台数から実際の登録台数に変更するなど、活動量の精緻化を行ったため、1990~2011年度のCH₄及びN₂O排出量が再計算された。

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。

3.2.6.2.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⁷の届け出対象外の排出量の推計方法として、二輪車からの全炭化水素（THC）排出量の算定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CH₄及びN₂O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 [g-N₂O/km]を未規制車に使用し、自動車工業会から提供された値を規制対応車に使用した（最終的な排出係数は未規制/規制対応別保有台数構成比を用いて算出）。

【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

⁷ PRTR 制度：Pollutant Release and Transfer Register（化学物質排出移動量届出制度）

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。

表 3-26 二輪車のCH₄、N₂O排出係数

発生源区分	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
ガソリン二輪車 (ホットスタートCH ₄)	原付一種	g-CH ₄ /km	0.124	0.118	0.101	0.067	0.043	0.038	0.034	0.029	0.026
	原付二種	g-CH ₄ /km	0.088	0.090	0.083	0.051	0.032	0.028	0.024	0.022	0.020
	軽二輪	g-CH ₄ /km	0.155	0.159	0.137	0.070	0.045	0.040	0.035	0.031	0.027
	小型二輪	g-CH ₄ /km	0.117	0.119	0.112	0.070	0.046	0.042	0.036	0.032	0.029
ガソリン二輪車 (コールドスタートCH ₄)	原付一種	g-CH ₄ /始動回数	0.039	0.039	0.034	0.023	0.019	0.019	0.018	0.018	0.017
	原付二種	g-CH ₄ /始動回数	0.012	0.012	0.013	0.016	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
	軽二輪	g-CH ₄ /始動回数	0.016	0.016	0.018	0.024	0.026	0.026	0.026	0.027	0.027
	小型二輪	g-CH ₄ /始動回数	0.043	0.043	0.042	0.035	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030
ガソリン二輪車 (ホットスタートN ₂ O)	原付一種	g-N ₂ O/km	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	原付二種	g-N ₂ O/km	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	軽二輪	g-N ₂ O/km	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	小型二輪	g-N ₂ O/km	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

■ 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

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

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

活動量の算定に用いる降雨・降雪による使用日数低下率の精緻化を行ったため、2009～2011年度のCH₄及びN₂Oの排出量が再計算された。また規制対応車のCH₄排出係数が更新されたため、2007～2011年度のCH₄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。

3.2.6.3. 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。

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

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

■ 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 3-27 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及び蒸気機関車における石炭の消費量は、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及び石炭の消費量をそれぞれ活動量として用いた。

表 3-28 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	2008	2009	2010	2011	2012
軽油消費量	kl	356,224	313,235	269,711	248,211	230,381	224,972	217,955	211,255	211,255
石炭使用量	kt	1.3	1.2	1.7	1.4	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7

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「総合エネルギー統計」の元統計である「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である「総合エネルギー統計」の石炭消費量は「鉄道統計年報」の蒸気機関車走行量に走行量あたり燃料消費量割合を乗じたものであるが、その不確実性は、「鉄道統計年報」及び燃料消費量割合の不確実性の合成に基づく値である 11.2%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 11.2%、蒸気機関車ではCH₄、N₂Oとも 12.2%と評価された。鉄道(1.A.3.c)全体の排出量の不確実性は、CH₄が 10.3%、N₂Oが 11.2%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。また活動量は、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。

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

石炭消費量が総合エネルギー統計において推計され、1990 年度から全年にわたり石炭消費量が修正されたため、1990 年度から 2011 年度のCH₄及びN₂O排出量が再計算された。

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。

3.2.6.4. 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。

内航船舶の航行に伴う排出量 (CH₄、N₂O)

= 内航船舶における軽油・A 重油・B 重油・C 重油の排出係数 × 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 3-29 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 3-30 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	2008	2009	2010	2011	2012
軽油	1000kl	133	208	204	195	189	163	154	149	149
A重油	1000kl	1,602	1,625	1,728	1,324	1,046	946	1,007	969	968
B重油	1000kl	526	215	152	63	25	20	18	16	15
C重油	1000kl	2,446	3,002	3,055	2,873	2,592	2,420	2,482	2,460	2,521

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 200%、N₂Oが 1,000%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。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 2011 年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2011 年度のCH₄及びN₂O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。

3.2.7. その他部門（1.A.4）におけるCO₂の排出

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、業務（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CO₂排出を扱う。

2012年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は160,902 Ggであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の12.0%を占めている。その内訳は、「1.A.4.a業務」からの排出が56.8%と最も多く、「1.A.4.b家庭」からの排出が36.2%、「1.A.4.c農林水産業」からの排出が6.9%である。

当該カテゴリーからのCO₂排出量は業務部門の活動水準や世帯数等により変動する。当該カテゴリーで最もCO₂排出量の多い「1.A.4.a業務」では、業務部門の活動水準を示す指標の一種である第三次産業活動指数（経済産業省）の変化の傾向に概ね沿って排出量も変化している。2000年代中盤に第三次産業活動指数の増加に反してCO₂排出量が減少しているが、これはエネルギー需要が液体燃料から電力や排出係数の相対的に低い気体燃料へ変化したためである。

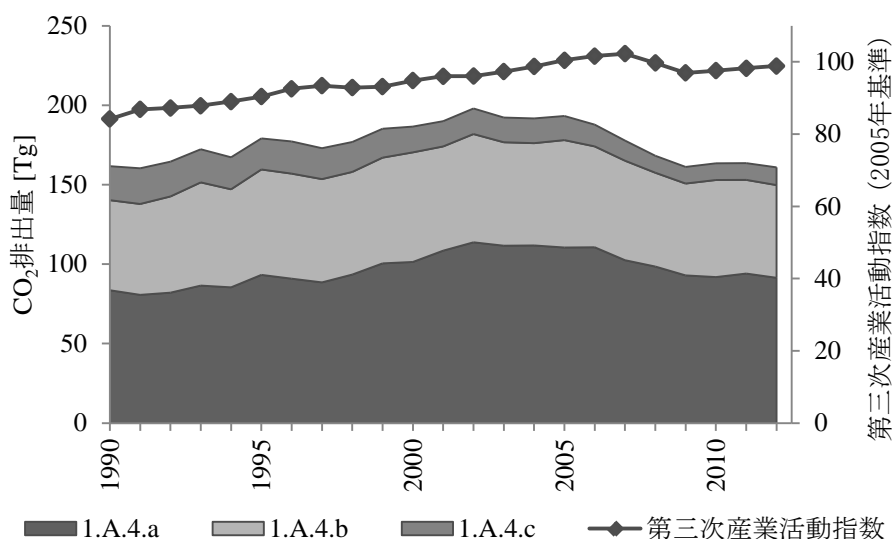


図 3-6 その他部門（1.A.4）からのCO₂排出量及び関連する指標の推移

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) 節を参照のこと。

■ 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) 節を参照のこと。

■ 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 #9610, #9800）

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 3-31 その他部門（1.A.4）におけるエネルギー消費量（単位：PJ）

エネルギー源	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
石油系燃料	2,053	2,242	2,216	2,144	1,659	1,563	1,531	1,527	1,505
石炭系燃料	56	34	34	25	23	23	23	22	22
天然ガス系燃料	397	536	721	955	1,117	1,107	1,186	1,198	1,187
バイオマス	4.44	3.18	2.01	0.99	0.96	0.88	1.00	0.94	0.76
その他燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計	2,510	2,815	2,973	3,125	2,799	2,693	2,740	2,749	2,715

表 3-32 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	#7500
		▲非エネルギー利用 民生部門他（業務他）	#9800
1A4b	Residential	最終エネルギー消費 家庭	#7100
		▲非エネルギー利用 民生部門他（家庭）	#9800
1A4c	Agriculture/forestry/fisheries	最終エネルギー消費 農林水産業	#6110
		▲非エネルギー利用 農林水産・鉱・建設・食料品（農林水産業）	#9610

▲非エネルギー利用：原料用として用いられた分を差し引いている。

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) 節を参照のこと。

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 1990～2011 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、1990～2011 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。

3.2.8. その他部門（1.A.4）における CH₄ と N₂O の排出

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、業務（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 CH₄、N₂O 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。3.2.2. b）節を参照のこと。

■ 排出係数

業務（1.A.4.a）及び農林水産業（1.A.4.c）については、エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.2. b）節を参照のこと。

家庭（1.A.4.b）については、炉種別の活動量が利用可能でないため、Tier 1 の IPCC デフォルト排出係数を使用して排出量を算定した。

表 3-33 家庭（1.A.4.b）におけるCH₄排出係数（単位：kg-CH₄/TJ）

炉種	燃料種	排出係数	備考
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	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	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 3-34 家庭（1.A.4.b）におけるN₂O排出係数（単位：kg-N₂O/TJ）

炉種	燃料種	排出係数	備考
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	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	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

エネルギー産業（1.A.1）に記載した内容と同一である。3.2.2. b）節を参照のこと。

なお、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) 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。3.2.2. c）節を参照のこと。

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 1990～2011 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、1990～2011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。

3.2.9. 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。

3.2.10. 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)節を参照)。

2012年及び2013年提出インベントリの対日審査報告書(FCCC/ARR/2012/JPN及びFCCC/ARR/2013/JPN)において、わが国独自のジェット燃料油の炭素排出係数(18.3 t-C/TJ)が1996年改訂IPCCガイドラインのデフォルト値(18.5 t-C/TJ(高位発熱量換算))より低いと専門家審査チーム(ERT)から指摘され、追加情報を提供するよう推奨された。

わが国のジェット燃料の炭素排出係数は実測調査より得られたものである。加えて、以下の観点から、わが国独自の排出係数を採用することはGPG(2000)に即しており、かつデフォルト値及び他国の値と比較しても適切な値であると考えている。

- GPG(2000)のFigure 2.2によれば、得られた値とデフォルト値とに大きな差異(約2%)がなければ、国独自の値を用いるべきとされている。我が国の排出係数とデフォルト値の差異は1.2%しかない。
- GPG(2000)の2.1.1.6項によれば、排出係数の不確実性は概ね5%未満とされている。我が国の排出係数とデフォルト値との差異はその範囲内である。
- 2006年IPCCガイドラインTable 1.4によれば、ジェット燃料の排出係数の95%信頼区間は18.1-19.3 t-C/TJ(高位発熱量換算)であり、わが国の排出係数もまたこの範囲内である。
- 2013年提出インベントリにおいて、ギリシャ、ポルトガル、トルコ、イギリスはわが国より低い排出係数を用いている。(FCCC/WEB/SAI/2013)

【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 3-35 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。

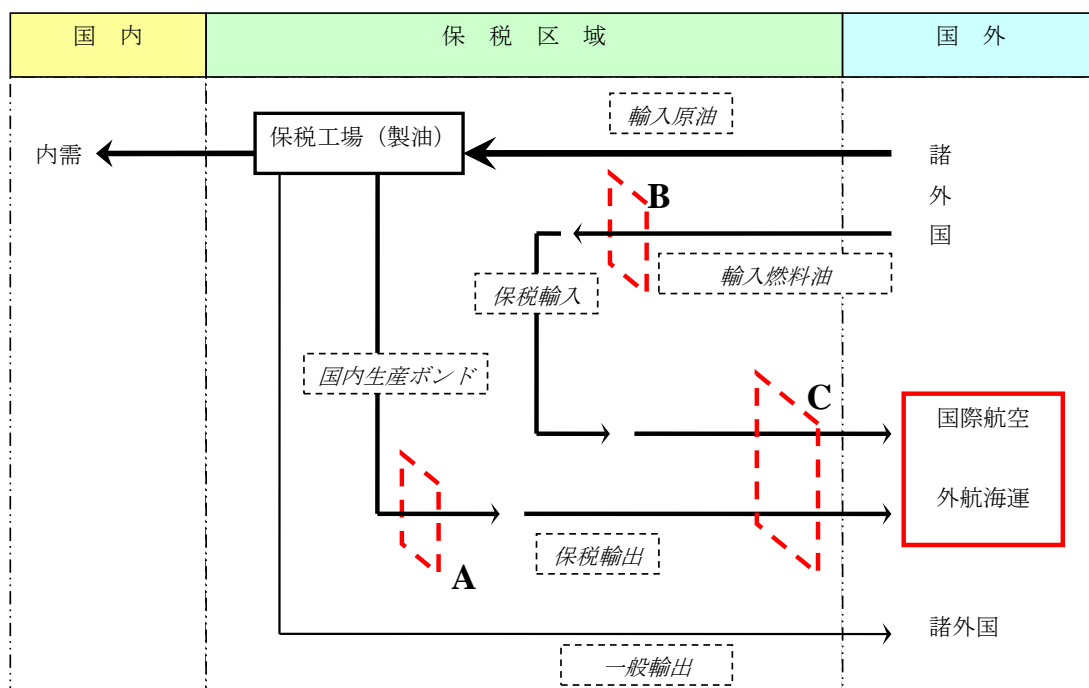


図 3-7 国際バンカー油の活動量

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各換算係数（C重油の0.975を除き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ジェット燃料の密度（0.78 [g/cm³]) を乗じて重量に換算した。

■ 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。

3.2.11. 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最終エネルギー消費量には燃焼・酸化などを伴わないエネルギー量も含まれているため、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燃料のエネルギー量が計上されている非エネルギー利用部門（#9500）に計上されたエネルギー量を、最終エネルギー消費量から控除して活動量として使用している。

この非エネルギー利用部門には、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燃料が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が計上されている（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まない）。

製品の原料等に非エネルギー利用された燃料が、製品の製造・使用・廃棄等のいずれかの過程で酸化・燃焼されることに伴うCO₂排出量は、以下の分野にて別途計上している。(詳細は各章参照)

表 3-36 原料等に非エネルギー利用される燃料のCO₂排出量別計上

CO ₂ の排出を伴う過程	IPCC区分	原料等に非エネルギー利用される燃料の種類	排出係数	
				発熱量 (2005年度値)
アンモニア製造	2.B.1	ナフサ	18.17 [t-C/TJ]	33.6 [MJ/l]
		液化石油ガス (LPG) (2002年度まで)	16.13 [t-C/TJ]	50.8 [MJ/kg]
		製油所ガス (オフガス)	14.15 [t-C/TJ]	44.9 [MJ/m ³]
		天然ガス	13.90 [t-C/TJ]	43.5 [MJ/m ³]
		石炭 (一般炭・輸入炭)	24.71 [t-C/TJ]	25.7 [MJ/kg]
		オイルコークス	25.35 [t-C/TJ]	29.9 [MJ/kg]
		液化天然ガス (LNG)	13.47 [t-C/TJ]	54.6 [MJ/kg]
		コークス炉ガス (COG) (2001年度まで)	10.99 [t-C/TJ]	21.1 [MJ/m ³]
シリコン カーバイド製造	2.B.4	オイルコークス	2.3[t-CO ₂ /t] (オイルコークス消費量当たり)	
カルシウム カーバイド製造	2.B.4	オイルコークス	生産時還元剤起源: 1.09 [t-CO ₂ /t] (2008年度以降秘匿情報)、使用時: 1.10 [t-CO ₂ /t] (いずれもカルシウムカーバイド生産量当たり係数)	
エチレン製造	2.B.5	ナフサ	秘匿情報	
鉄鋼製造における 電気炉の使用	2.C.1	オイルコークス	炭素電極消費量より算定	
廃棄物の焼却	6.C	潤滑油、 パラフィン、 ナフサ、 LPG 等	産業廃棄物 廃油: 2,919 [kg-CO ₂ /t (wet)]、 産業廃棄物 廃プラスチック類: 2,554 [kg-CO ₂ /t (wet)]、 一般廃棄物 プラスチック類: 2,726 [kg-CO ₂ /t (dry)] (いずれも廃棄物焼却量当たり係数)	
石油由来の界面活性剤 の分解に伴う排出	6.D	ナフサ 等	合成アルコール: 2,839 [kg-CO ₂ /t]、 アルキルベンゼン: 3,220 [kg-CO ₂ /t]、 アルキルフェノール: 3,000 [kg-CO ₂ /t]、 エチレンオキシド: 2,000 [kg-CO ₂ /t] (いずれも活性剤分解量当たり係数)	

なお、日本における鉄鋼及び非鉄金属製造プロセスからの排出については、エネルギー分野 (1.A) で計上すべき燃料の燃焼に由来する排出量と、工業プロセス分野 (2.B、2.C) で計上すべき還元剤に由来する排出量があるが、両者を分離することなく、鉄鋼及び非鉄金属製造プロセス全体からの排出を包括的に捉える方が排出量の正確性の観点や二重計上、把握漏れを防ぐ観点からも最適であると考え、本エネルギー分野 (1.A) にてまとめて報告する。具体的な製造プロセスと区分は表 3-37 のとおり。

表 3-37 鉄鋼及び非鉄金属製造プロセスからのCO₂排出量の計上・報告区分

CO ₂ の排出を伴う過程	IPCC区分	還元剤の酸化等によりCO ₂ を発生する燃料の種類	エネルギー分野での計上・報告区分
コークス製造	2.B.5, 2.C.1	石炭	1.A.1.c (固体燃料製造及び他エネルギー産業)
鉄鋼製造、銑鉄製造、 焼結鉱製造	2.C.1	コークス	1.A.2.a (鉄鋼)
フェロアロイ製造	2.C.2	コークス	1.A.2.a (鉄鋼)
アルミニウム製造	2.C.3	コークス	1.A.2.b (非鉄金属)

3.2.12. 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。

3.2.13. 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、第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「その他燃料（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、本カテゴリー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ーは、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）並びに製造業及び建設業（1.A.2）の各業種とする。計上する際の燃料種は「その他燃料（other fuels）」とする。

表 3-38 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ー

廃棄物の 焼却形態	廃棄物の 分類	算定区分		計上 カテゴリー	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
廃棄物が焼却 される際にエ ネルギーを回 収	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	1.A.1	○	○ ^b	○ ^b
			バイオマスプラスチック (生物起源)		NA		
		繊維くず	合成繊維		○		
			天然繊維 (生物起源)		NA		
	その他 (生物起源)				NA		
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油		○		
			動植物性廃油 (生物起源)		NA		
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック		○		
			バイオマスプラスチック (生物起源)		NA		
		食物くず [動植物性残さ・動物の死体 (生物起源)]			NA		
		紙くず (生物起源)			NA		
		木くず (生物起源)			NA		
		繊維くず	合成繊維くず		IE ^c		
			天然繊維くず (生物起源)		NA		
		汚泥	下水汚泥 (生物起源)		NA		
	下水汚泥以外 (生物起源)		NA				
特別管理 産業廃棄物			IE ^d	IE ^d	IE ^d		
廃棄物を燃料 として直接利 用	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	1.A.1/2	○	○	○
			バイオマスプラスチック (生物起源)	NA			
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	1.A.2	○	○	○
			動植物性廃油 (生物起源)		NA		
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	1.A.2	○		
	バイオマスプラスチック (生物起源)		NA				
	木くず (生物起源)		1.A.2	NA			
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			NA			
廃棄物が燃料 に加工された 後に利用	ごみ固形燃 料 (RDF・ RPF)	化石燃料起源成分	1.A.1/2	○	○	○	

(注)

- a) 1996年改訂IPCCガイドラインに従い、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、総排出量には含めず参考値として算定し、CRFの「Table6.A,C」の「Biogenic」に報告する。
- b) 対象のカテゴリーをまとめて計上。
- c) 産業廃棄物の化石燃料起源プラスチックに含まれる。
- d) エネルギー回収を伴わない特別管理産業廃棄物の焼却に含まれる。

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 3-39 に示す。

表 3-39 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	2008	2009	2010	2011	2012		
CO ₂	1.A.1 エネルギー産業	a.発電及び熱供給	Gg-CO ₂	6,493	7,080	9,075	7,965	7,333	6,392	5,934	6,232	6,456	
		b.石油精製	Gg-CO ₂	NO	NO	0.6	6.4	3.5	4.6	5.7	4.6	5.5	
		c.固体燃料製造及び他エネルギー産業	Gg-CO ₂	NO	NO	15	239	192	204	240	230	232	
	1.A.2 製造業及び建設業	a.鉄鋼	Gg-CO ₂	NO	NO	308	634	377	443	552	522	568	
		b.非鉄金属	Gg-CO ₂	118	63	51	17	3.3	1.6	1.7	1.6	NO	
		c.化学	Gg-CO ₂	14	64	89	66	66	67	72	71	82	
		d.パルプ・紙	Gg-CO ₂	NO	55	113	993	1,606	1,654	1,719	1,745	1,763	
		e.食品加工・飲料	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		f.その他	鉱業	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			建設業	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			石油製品	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			ガラス製品	Gg-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			窯業土石	Gg-CO ₂	597	1,122	1,876	2,317	2,467	2,428	2,539	2,522	2,499
			機械	Gg-CO ₂	41	26	20	10	NO	NO	NO	NO	NO
			重複補正	Gg-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
他業種	Gg-CO ₂	1,854	2,092	1,595	2,877	2,556	2,367	2,448	2,483	2,406			
合計		Gg-CO ₂	9,116	10,503	13,142	15,124	14,603	13,561	13,511	13,811	14,012		
CH ₄	1.A.1 エネルギー産業	a.発電及び熱供給	Gg-CH ₄	0.54	0.54	0.60	0.15	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	
		b.石油精製	Gg-CH ₄	NO	NO	0.000002	0.000018	0.000010	0.000013	0.000016	0.000013	0.000015	
		c.固体燃料製造及び他エネルギー産業	Gg-CH ₄	NO	NO	IE	IE	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	0.00065	0.00065	0.00066	0.00061	0.00061	
		b.非鉄金属	Gg-CH ₄	0.00032	0.00018	0.00014	0.000077	0.000015	0.000008	0.000008	0.000008	NO	
		c.化学	Gg-CH ₄	0.00006	0.00013	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00020	0.00020	0.00023	
		d.パルプ・紙	Gg-CH ₄	NO	0.0001	0.0002	0.0027	0.0045	0.0046	0.0048	0.0048	0.0049	
		e.食品加工・飲料	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		f.その他	鉱業	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			建設業	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			石油製品	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			ガラス製品	Gg-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			窯業土石	Gg-CH ₄	0.036	0.084	0.15	0.21	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22
			機械	Gg-CH ₄	0.00018	0.00012	0.000091	0.000046	NO	NO	NO	NO	NO
			重複補正	Gg-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
他業種	Gg-CH ₄	1.77	1.77	2.22	2.90	4.02	4.23	4.21	4.38	3.55			
合計		Gg-CH ₄	2.34	2.39	2.98	3.26	4.41	4.60	4.57	4.74	3.90		
		Gg-CO ₂ 換算	49.20	50.28	62.52	68.53	92.70	96.69	95.90	99.58	81.91		
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	1.20	1.33	1.56	1.14	1.04	0.96	0.94	0.92	0.95	
		b.石油精製	Gg-N ₂ O	NO	NO	0.00001	0.00012	0.00006	0.00008	0.00010	0.00008	0.00010	
		c.固体燃料製造及び他エネルギー産業	Gg-N ₂ O	NO	NO	IE	IE	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	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	
		b.非鉄金属	Gg-N ₂ O	0.00024	0.00013	0.00011	0.00006	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	NO	
		c.化学	Gg-N ₂ O	0.00004	0.00060	0.00092	0.00107	0.00110	0.00113	0.00121	0.00121	0.00140	
		d.パルプ・紙	Gg-N ₂ O	NO	0.00066	0.0014	0.0175	0.0279	0.0287	0.0297	0.0303	0.0307	
		e.食品加工・飲料	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		f.その他	鉱業	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			建設業	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			石油製品	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			ガラス製品	Gg-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
			窯業土石	Gg-N ₂ O	0.014	0.025	0.040	0.052	0.052	0.051	0.055	0.054	0.054
			機械	Gg-N ₂ O	0.00013	0.000085	0.000066	0.000033	NO	NO	NO	NO	NO
			重複補正	Gg-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
他業種	Gg-N ₂ O	0.027	0.028	0.033	0.047	0.058	0.060	0.060	0.062	0.052			
合計		Gg-N ₂ O	1.24	1.38	1.63	1.26	1.18	1.10	1.09	1.07	1.09		
		Gg-CO ₂ 換算	385.39	428.89	506.38	391.21	364.87	340.85	336.98	332.35	337.33		

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。

2012年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は397 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)の約0.03%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると89%の減少となっている。

表 3-40 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	2008	2009	2010	2011	2012			
CH ₄	1.B.1 固体燃料	a 石炭採掘	i.坑内掘	Gg-CH ₄	153.06	63.42	35.16	2.66	1.55	1.67	1.65	1.58	1.65		
			ii.露天掘	Gg-CH ₄	1.01	0.58	0.51	0.43	0.63	0.53	0.47	0.55	0.60		
	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	1.30	1.21	1.17	1.12	1.11	
			b. 天然ガス			Gg-CH ₄	8.95	9.87	10.98	13.30	15.35	14.81	14.07	14.07	13.50
				c.通気弁 フレアリング	- 通気弁	Gg-CH ₄	0.58	0.86	0.53	0.51	0.47	0.43	0.40	0.39	0.39
			- フレアリング		Gg-CH ₄	0.11	0.14	0.11	0.13	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12	
	合計				Gg-CH ₄	165.06	76.63	48.72	18.43	19.44	18.77	17.89	17.83	17.37	
					Gg-CO ₂ 換算	3,466.24	1,609.19	1,023.20	387.09	408.29	394.26	375.74	374.43	364.74	
	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	NE	NE	
				ii.露天掘	Gg-CO ₂	NE	NE	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	0.12	0.11	0.09	0.09	0.09	
			b. 天然ガス			Gg-CO ₂	0.25	0.27	0.31	0.38	0.45	0.43	0.41	0.41	0.39
				c.通気弁 フレアリング	- 通気弁	Gg-CO ₂	0.0050	0.0075	0.0046	0.0044	0.0041	0.0037	0.0035	0.0034	0.0034
			- フレアリング		Gg-CO ₂	36.22	50.44	35.58	37.06	37.27	34.60	32.64	32.03	31.23	
合計				Gg-CO ₂	36.62	50.92	36.03	37.60	37.85	35.15	33.14	32.52	31.71		
				Gg-CO ₂ 換算	3,502.98	1,660.27	1,059.34	424.80	446.26	429.52	408.98	407.06	396.54		
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	NE	NE	
				ii.露天掘	Gg-N ₂ O	NE	NE	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	2.72E-07	2.04E-07	6.80E-08	6.80E-08	6.80E-08	
			b. 天然ガス			Gg-N ₂ O									
				c.通気弁 フレアリング	- 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	0.00036	0.00034	0.00034	0.00033	
	合計				Gg-N ₂ O	0.00036	0.00050	0.00036	0.00038	0.00039	0.00036	0.00034	0.00034	0.00033	
					Gg-CO ₂ 換算	0.11	0.16	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	
					Gg-CO ₂ 換算	3,502.98	1,660.27	1,059.34	424.80	446.26	429.52	408.98	407.06	396.54	

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CH₄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CH₄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CH₄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総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。

1991 年度から 1994 年度についてはCH₄総排出量の実測値が得られなかったため、実測に基づき設定された 1990 年度と 1995 年度の排出係数を内挿することで排出係数を求めた。

表 3-41 坑内掘 採掘時の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	参照
坑内掘石炭生産量	kt	6,775	5,622	2,364	738	536	575	588	543	528	(財)石炭エネルギーセンター調べ
CH ₄ 総排出量	1000m ³	261,994	91,992	56,502	4,210	1,989	2,079	1,966	1,761	1,763	(財)石炭エネルギーセンター調べ
CH ₄ 総排出量	Gg-CH ₄	175.5	61.6	37.9	2.8	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	CH ₄ 総排出量(体積ベース)を、20℃ 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	25.9	11.0	16.0	3.8	2.5	2.4	2.2	2.2	2.2	CH ₄ 総排出量/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℃1気圧におけるCH₄の密度 0.67 [Gg/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 3-42 石炭生産量の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
石炭生産量合計	kt	7,980	6,317	2,974	1,249	1,290	1,206	1,145	1,195	1,247
うち露天掘	kt	1,205	695	610	511	754	631	557	652	719
うち坑内掘	kt	6,775	5,622	2,364	738	536	575	588	543	528

■ 回収・フレアリング

○ 採掘時

採掘時に炭層から排出されたCH₄をフレアリングにより燃焼させる事例は我が国には存在しないが、CH₄を回収し燃料として利用している事例は存在する。そのため、CH₄総排出量から回収量を控除して正味の排出量を報告している。回収量は経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」（1990年度から1997年度まで）及び（財）石炭エネルギーセンター提供データ（1998年度以降）を用いた。

表 3-43 採掘時のCH₄回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
回収量	1000 m ³	50,139	11,112	9,810	2,044	988	990	941	733	591

○ 採掘後工程

採掘後工程の回収・フレアリングについては、我が国の実態が明らかでないため、「NE」と報告する。

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

坑内掘の採掘時におけるCH₄総排出量は、（財）石炭エネルギーセンターが1990年度及び1995年度以降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。1991年度から1994年度までは、排出係数を内挿により推計し、時系列の一貫性を確保している。

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。

採掘時におけるCH₄回収量についても、石炭生産量及び露天掘生産量と同様の理由で、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。

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。

e) 再計算

採掘時のCH₄回収量が計上された。これに伴い、採掘時のCH₄の回収・フレアリングの報告を注釈記号「NE」から数値の報告に変更した。併せて、採掘時のCH₄総排出量が修正された。

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。なお、露天掘における石炭採掘に伴うCO₂の排出とCH₄の回収・フレアリングは我が国の実態が明らかでないため、「NE」と報告する。

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°C 1気圧におけるCH₄の密度 0.67 [Gg/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°C 1気圧におけるCH₄の密度 0.67 [Gg/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 3-35 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 3-44 試掘井、試油試ガステスト井の排出係数 [Gg/本]

	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 Table 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 3-45 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	2008	2009	2010	2011	2012
試掘井数	本	8	7	7	10	7	4	2	2	2
成功井数	本	1	3	4	5	1	2	0	0	0
試油試ガステストを実施した坑井数	本	5	5	6	8	4	3	1	1	1

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

特になし。

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 3-46 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 3-47 石油生産井の点検時の排出係数 [Gg/本]

	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 3-48 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 3-49 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	2008	2009	2010	2011	2012
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	340,593	309,526	292,539	283,932	281,166
コンデンセート生産量	kl	234,111	242,859	375,488	540,507	632,654	607,672	560,106	540,510	477,789
原油生産量 (合計)	kl	654,526	865,538	761,053	910,930	973,247	917,198	852,645	824,442	758,955

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 (Natural Gas Liquids : 天然ガス液) 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 3-50 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

1) 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模型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CH₄/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 3-51 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 3-52 原油・NGLの国内精製量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
原油・NGL精製量	PJ(低位発熱量)	7,732	8,907	8,898	8,820	8,054	7,542	7,505	7,109	7,101

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2009年度と2011年度のエネルギー消費量が修正されたことに伴い、2009年度と2011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 3-53 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 3-54 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 3-55 天然ガス生産井の点検時の排出係数 [Gg/本]

	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 3-56 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	2008	2009	2010	2011	2012
天然ガス生産量	10 ⁶ m ³	2,066	2,237	2,499	3,140	3,706	3,555	3,343	3,334	3,177
天然ガス及び原油生産井数	本	1,230	1,205	1,137	1,115	1,065	1,049	1,046	1,047	1,047

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

2011年度の活動量のデータが得られたため、2011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に、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中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。

<p>CH₄排出量 = 減圧作業区間導管の容積 × 減圧前の圧力 (絶対圧力) / 大気圧力 (絶対圧力) × CH₄ 含有量 (m³N当たりのCH₄)</p>
--

(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。

CH₄排出量
 = 整圧器の仕様上の使用量×整圧器の設置台数×CH₄含有量 (m³N当たりのCH₄量)

表 3-57 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 [m ³ N/日]	工事件数	設置台数	放散ガス量 [10 ³ m ³ N]	CH ₄ 含有量 [t-CH ₄ /10 ³ m ³ N]	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。

排出係数 = CH₄放散量 / パイプライン総延長
 = 759 t-CH₄ / 2,090 km
 = 0.363 t-CH₄/km

■ 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 3-58 天然ガスパイプライン敷設距離

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
天然ガスパイプライン総延長	km	1,984	2,195	2,434	2,721	3,016	3,027	3,030	3,039	3,039

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

2011年度の活動量のデータが得られたため、2011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系のガスが占める。（図 3-3）

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他にないことから、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) 中低圧導管、ホルダー、(iii) 供内管がある。表 3-51 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、高压導管及び中低圧導管・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 3-59 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]	活動量	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
中低圧導管ホルダー	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	中低圧導管総延長 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 3-60 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	2008	2009	2010	2011	2012
都市ガス製造におけるLNG消費量	PJ	464	676	864	1,230	1,439	1,424	1,553	1,591	1,590
都市ガス製造における天然ガス消費量	PJ	40	48	61	86	131	127	115	128	121

○ 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 3-61 高压導管延長数、中低導管総延長数、需要家数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
高压導管延長	km	1,067	1,281	1,443	1,898	2,029	2,066	2,124	2,196	2,220
中低圧導管延長	km	180,239	197,474	214,312	230,430	239,336	241,675	244,022	246,197	248,429
需要家数	千戸	21,334	23,580	25,858	27,762	28,599	28,774	28,902	29,041	29,230

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 3-62 油田の通気弁の排出係数

		CH ₄ ¹⁾	CO ₂	N ₂ O ²⁾
一般原油 (Conventional oil)	通気弁 (Venting) [Gg/1000 m ³]	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 3-49 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 3-63 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 3-41 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) のデレンジョンツリーに従い、Tier 1 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 3-64 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 3-48 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

2011 年度の活動量が更新されたため、2011 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。

3.3.2.3.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)
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)
3. IPCC「2006年IPCCガイドライン」(2006)
4. UNFCCC「UNFCCCインベントリ報告ガイドライン」(FCCC/SBSTA/2006/9)
5. UNFCCC「個別審査報告書」(FCCC/ARR/2012/JPN)(2013年7月)
6. UNFCCC「個別審査報告書」(FCCC/ARR/2013/JPN)(2014年3月)
7. UNFCCC「統合評価報告書」(FCCC/WEB/SAI/2013)(2013年6月)
8. 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)
9. 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」(2012年4月)
10. 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)
11. 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)
12. 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)
13. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」(1992年5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14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14年8月)
16. 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)
17. 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)
18. 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)
19. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
20. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
21. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
22. 経済産業省「石油等消費動態統計年報」
23. 経済産業省「鉱工業指数」
24. 経済産業省「第三次産業活動指数」
25. 国土交通省「航空輸送統計年報」
26. 国土交通省「自動車輸送統計年報」
27. 国土交通省「道路交通センサス」
28. 国土交通省「内航船舶輸送統計年報」
29. 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」
30. 資源エネルギー庁「ガス事業年報」
31. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
32. 自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有車両数」
33. 自動車検査登録情報協会「諸分類別 自動車保有車両数」
34. 日本自動車工業会「二輪車市場動向調査」
35. 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)
36. 天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」
37. 日本ガス協会 HP (<http://www.gas.or.jp>)