

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又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。

2020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994,360 kt-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86.5%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると8.9%の減少となっている。

方法論は下表のとおり。

表 3-1 エネルギー分野で用いている方法論

温室効果ガスの種類 カテゴリー	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
1.A. 燃料の燃焼	CS,T2	CS	CS,T1,T2,T3	CR,CS,D	CS,T1,T2,T3	CR,CS,D
1. エネルギー産業	CS,T2	CS	CS,T3	CS	CS,T3	CS
2. 製造業・建設業	CS,T2	CS	CS,T1,T3	CR,CS,D	CS,T1,T3	CR,CS,D
3. 運輸	T2	CS	T1,T2,T3	CS,D	T1,T2,T3	CS,D
4. その他部門	CS,T2	CS	CS,T1,T3	CR,CS,D	CS,T1,T3	CR,CS,D
5. その他						
1.B. 燃料からの漏出	CS,T1	CS,D	CS,T1,T2,T3	CS,D	T1	D
1. 固体燃料	CS	CS	T1,T2,T3	CS,D	T1	D
2. 石油・天然ガス等	CS,T1	CS,D	CS,T1	CS,D	T1	D
1.C. CO ₂ の輸送・貯蔵						

(注) D: IPCC デフォルト値、T1: IPCC Tier1、T2: IPCC Tier2、T3: IPCC Tier3、CS: 国独自の方法または排出係数、CR: CORINAIR

3.2. 燃料の燃焼（1.A.）

燃料の燃焼カテゴリーは、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。

本カテゴリーは、主に発電及び熱供給からの排出を扱う「1.A.1 エネルギー産業」、製造業や建設業からの排出を扱う「1.A.2 製造業・建設業」、旅客や貨物の輸送に伴う排出を扱う「1.A.3 運輸」、業務、家庭、農林水産業からの排出を扱う「1.A.4 その他部門」、その他からの排出を扱う「1.A.5 その他」の5部門から構成されている。

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 3-2 燃料の燃焼カテゴリー (1.A) からの温室効果ガス排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
CO ₂	1.A.1. エネルギー産業	kt-CO ₂	368,530	378,905	395,494	449,664	473,846	534,790	581,481	583,474	553,352	527,291	522,505	508,552	471,310	449,002	436,334	
	a. 発電・熱供給	kt-CO ₂	303,055	317,587	330,118	378,044	404,239	468,951	516,376	521,862	493,837	468,472	467,080	454,977	415,850	396,732	391,961	
	b. 石油精製	kt-CO ₂	36,397	41,085	46,978	50,888	47,715	44,478	43,298	42,943	41,103	41,664	37,609	36,812	37,600	35,909	29,498	
	c. 固体燃料製造等	kt-CO ₂	29,078	20,232	18,398	20,732	21,892	21,360	21,807	18,670	18,412	17,155	17,816	16,764	17,860	16,361	14,875	
	1.A.2. 製造業・建設業	kt-CO ₂	349,816	357,726	346,942	334,557	301,070	300,078	299,833	304,851	297,268	288,073	274,255	269,955	267,449	259,988	233,834	
	a. 鉄鋼	kt-CO ₂	150,691	143,097	152,106	154,168	153,154	148,879	151,286	157,550	155,101	148,878	142,756	139,752	136,179	134,140	111,996	
	b. 非鉄金属	kt-CO ₂	8,429	7,381	6,311	5,686	3,964	3,834	3,994	3,743	3,635	3,242	3,499	3,122	3,284	2,871	2,771	
	c. 化学	kt-CO ₂	58,039	64,339	59,518	54,952	50,118	49,491	47,332	48,266	46,579	45,564	42,363	42,881	42,208	42,121	39,552	
	d. パルプ・紙・印刷	kt-CO ₂	27,106	31,428	31,672	29,732	22,646	23,318	23,812	23,832	22,899	23,308	20,847	20,491	20,430	18,984	17,855	
	e. 食品加工・飲料・たばこ	kt-CO ₂	7,649	10,133	11,468	12,169	9,830	10,785	10,535	9,811	9,521	8,471	8,414	7,764	8,738	7,690	8,034	
	f. 窯業土石	kt-CO ₂	43,634	46,461	40,100	35,443	28,716	28,625	28,839	29,804	28,989	28,059	27,097	26,885	26,997	25,846	25,119	
	g. その他	kt-CO ₂	54,267	54,888	45,766	42,407	32,642	35,147	34,036	31,846	30,545	30,550	29,279	29,060	29,614	28,337	28,706	
	1.A.3. 運輸	kt-CO ₂	202,140	242,797	253,091	238,065	221,969	217,138	218,004	215,115	210,149	208,875	207,066	205,253	203,016	198,579	177,643	
	a. 国内航空	kt-CO ₂	7,162	10,278	10,677	10,799	9,193	9,001	9,524	10,149	10,173	10,067	10,187	10,399	10,537	10,488	5,238	
	b. 道路輸送	kt-CO ₂	180,367	217,028	226,690	213,605	201,457	197,148	197,158	193,437	188,540	187,641	185,722	183,803	181,451	177,185	161,847	
	c. 鉄道	kt-CO ₂	935	822	711	647	574	554	554	540	524	523	499	520	492	490	488	
	d. 国内船舶	kt-CO ₂	13,675	14,669	15,012	13,014	10,745	10,434	10,769	10,989	10,912	10,645	10,659	10,530	10,537	10,417	10,070	
	e. その他輸送	kt-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	1.A.4. その他部門	kt-CO ₂	158,178	175,411	190,258	196,029	156,914	152,726	145,801	149,320	141,932	139,220	140,895	145,040	142,017	140,581	138,804	
	a. 業務	kt-CO ₂	79,069	88,210	98,179	105,958	74,897	73,680	66,989	74,224	69,188	67,108	67,279	67,723	74,580	70,551	66,109	
	b. 家庭	kt-CO ₂	58,167	67,477	72,226	70,395	64,217	62,541	62,626	60,319	58,014	55,392	55,712	59,260	52,156	53,361	55,807	
	c. 農林水産業	kt-CO ₂	20,942	19,723	19,853	19,676	17,800	16,505	16,186	14,777	14,730	16,720	17,905	18,058	15,280	16,669	16,888	
	1.A.5. その他	kt-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	a. 固定発生源	kt-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	b. 移動発生源	kt-CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	合計	kt-CO ₂	1,078,663	1,154,838	1,185,785	1,218,316	1,153,798	1,204,732	1,245,119	1,252,760	1,202,701	1,163,458	1,144,721	1,128,800	1,083,793	1,048,150	986,615	
	CH ₄	1.A.1. エネルギー産業	kt-CH ₄	18.37	16.01	10.53	9.94	10.79	11.60	12.02	9.57	9.00	11.07	14.16	15.60	14.96	14.19	16.07
		a. 発電・熱供給	kt-CH ₄	0.82	1.02	1.31	1.21	1.19	4.50	5.02	3.61	3.36	5.63	8.45	10.33	9.93	9.29	11.60
		b. 石油精製	kt-CH ₄	0.09	0.11	0.22	1.51	2.50	0.12	0.12	0.12	0.11	0.21	0.26	0.32	0.34	0.33	0.26
		c. 固体燃料製造等	kt-CH ₄	17.46	14.88	9.01	7.22	7.10	6.99	6.88	5.84	5.52	5.24	5.45	4.94	4.69	4.57	4.21
		1.A.2. 製造業・建設業	kt-CH ₄	14.39	15.14	14.82	17.68	21.52	17.55	18.58	19.82	20.74	21.04	21.59	22.53	22.70	22.71	21.50
		a. 鉄鋼	kt-CH ₄	4.66	4.28	5.03	7.03	9.19	6.20	6.57	6.84	7.08	7.82	8.57	9.13	9.10	9.12	7.85
		b. 非鉄金属	kt-CH ₄	0.39	0.36	0.29	0.23	0.18	0.23	0.25	0.24	0.25	0.24	0.27	0.27	0.28	0.24	0.23
c. 化学		kt-CH ₄	0.31	0.32	0.49	1.27	2.38	0.94	0.87	0.87	0.78	0.72	0.67	0.64	0.68	0.63	0.62	
d. パルプ・紙・印刷		kt-CH ₄	1.06	1.06	1.13	1.34	1.60	1.36	1.33	1.43	1.50	1.51	1.43	1.48	1.56	1.47	1.31	
e. 食品加工・飲料・たばこ		kt-CH ₄	0.09	0.13	0.15	0.16	0.14	0.23	0.37	0.50	0.59	0.75	0.93	1.02	1.14	1.03	1.05	
f. 窯業土石		kt-CH ₄	4.16	4.96	3.94	3.63	3.08	2.72	2.89	3.18	3.18	2.98	2.81	2.71	2.83	2.71	2.64	
g. その他		kt-CH ₄	3.72	4.02	3.79	4.03	4.95	5.86	6.30	6.75	7.36	7.02	6.92	7.28	7.11	7.50	7.78	
1.A.3. 運輸		kt-CH ₄	11.65	12.36	12.48	9.88	6.97	6.63	6.38	6.03	5.70	5.47	5.29	5.09	4.94	4.75	4.22	
a. 国内航空		kt-CH ₄	0.23	0.26	0.29	0.22	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.02	
b. 道路輸送		kt-CH ₄	10.10	10.68	10.76	8.43	5.87	5.56	5.28	4.96	4.64	4.42	4.24	4.06	3.91	3.74	3.27	
c. 鉄道		kt-CH ₄	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
d. 国内船舶		kt-CH ₄	1.27	1.36	1.39	1.20	1.00	0.97	1.00	0.98	0.97	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93	0.90	
e. その他輸送		kt-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
1.A.4. その他部門		kt-CH ₄	9.55	11.73	13.10	19.83	18.20	10.09	9.63	9.01	8.46	8.22	8.31	8.77	7.93	8.07	8.29	
a. 業務		kt-CH ₄	1.30	3.01	4.23	10.27	8.96	2.78	2.34	2.08	1.76	1.74	1.72	1.83	1.87	1.88	1.80	
b. 家庭		kt-CH ₄	7.04	7.71	7.88	7.69	6.89	6.73	6.69	6.38	6.12	5.82	5.88	6.27	5.46	5.54	5.81	
c. 農林水産業		kt-CH ₄	1.21	1.02	0.99	1.86	2.35	0.59	0.59	0.55	0.58	0.66	0.71	0.67	0.60	0.64	0.68	
1.A.5. その他		kt-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
a. 固定発生源		kt-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
b. 移動発生源		kt-CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
合計		kt-CH ₄	53.96	55.24	50.93	57.33	57.46	45.86	46.60	44.42	43.90	45.80	49.35	51.99	50.53	49.73	50.07	
		kt-CO ₂ 換算	1,349	1,381	1,273	1,433	1,437	1,147	1,165	1,111	1,097	1,145	1,234	1,300	1,263	1,243	1,252	
N ₂ O		1.A.1. エネルギー産業	kt-N ₂ O	2.98	4.54	5.41	7.10	6.95	7.61	7.68	7.91	7.88	8.01	7.57	8.20	7.60	6.31	6.25
		a. 発電・熱供給	kt-N ₂ O	1.72	3.09	3.72	5.32	5.13	6.02	6.12	6.61	6.64	6.69	6.28	6.92	6.43	5.31	5.27
		b. 石油精製	kt-N ₂ O	1.05	1.31	1.58	1.61	1.61	1.42	1.42	1.21	1.17	1.26	1.22	1.21	1.10	0.95	0.93
		c. 固体燃料製造等	kt-N ₂ O	0.22	0.14	0.12	0.17	0.21	0.17	0.14	0.09	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05
		1.A.2. 製造業・建設業	kt-N ₂ O	4.23	5.73	6.30	6.27	5.79	5.77	5.83	5.91	5.78	5.82	5.61	5.61	5.52	5.38	4.97
		a. 鉄鋼	kt-N ₂ O	1.12	1.34	1.40	1.47	1.50	1.21	1.26	1.32	1.32	1.34	1.33	1.33	1.28	1.35	1.20
	b. 非鉄金属	kt-N ₂ O	0.25	0.23	0.21	0.08	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	
	c. 化学	kt-N ₂ O	0.74	1.19	1.20	1.04	0.96	1.08	1.03	1.07	1.00	1.00	0.91	1.01	0.94	0.93	0.87	
	d. パルプ・紙・印刷	kt-N ₂ O	0.48	0.91	0.95	0.98	1.14	1.15	1.18	1.23	1.26	1.26	1.22	1.19	1.19	1.07	0.84	
	e. 食品加工・飲料・たばこ	kt-N ₂ O	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	
	f.																	

2020年度における本カテゴリーからのCO₂排出量を前年度と比較すると5.9%の減少となった。これは、製造業・建設業(1.A.2)における排出が減少したこと等による。

部門別にCO₂排出量の増減をみると、エネルギー産業(1.A.1)における排出は、1990年度比で18.4%増加、前年度比で2.8%の減少となった。1990年度からの排出量の増加は、火力発電の増加等による。1990年度から2007年度までは電力需要が増加傾向にあり、それに伴い排出量が増加傾向にあった。2011年度から2013年度は東日本大震災をきっかけとした原子力発電所の稼働停止に伴う火力発電の比率の増加もあり排出量が増加した。それ以降は、再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働などが進み排出量が減少している。

製造業・建設業(1.A.2)におけるCO₂排出は、1990年度比で33.2%減少、前年度比で10.1%の減少となった。1990年度からの排出量の減少は、液体燃料消費量が減少したこと等による。排出量の推移は経済産業省「鉱工業生産指数」の変化の傾向とある程度の関連がみられるが、2000年代中盤においては「鉱工業生産指数」の伸びに比して排出量は横ばいで推移している。これは省エネルギーの進展等による。(資源エネルギー庁、2020)

運輸(1.A.3)におけるCO₂排出は、1990年度比で12.1%減少、前年度比で10.5%の減少となった。1990年度からの排出量の減少は、乗用車からの排出量が増加した一方で、貨物からの排出量が減少したことによる。自動車からの排出量は1990年代にかけて走行量の増加に伴い増加傾向にあったが、2000年代に入り燃費の改善等により減少傾向にある。

その他部門(1.A.4)におけるCO₂排出は、1990年度比で12.2%減少、前年度比で1.3%の減少となった。1990年度からの排出量の減少は、液体燃料消費量が減少したこと等による。2005年度までは経済産業省「第三次産業活動指数」の変化の傾向と業務他からの排出量にある程度の関連がみられるが、それ以降、液体燃料の需要減少により排出量は減少傾向にある。

2012年提出インベントリの対日審査(FCCC/ARR/2012/JPN パラグラフ33)において、エネルギー分野の排出量増減傾向の要因に関する情報の透明性を改善することが勧告された。これに対応するため、排出量の増減傾向に関連する指標を下表に示す。なお、これらの指標は排出量の算定に用いていないことに留意されたい。また、排出量の推移の図を第2章に掲載しているため、そちらも併せて参照されたい。

表 3-3 燃料の燃焼カテゴリー(1.A)からの温室効果ガス排出量に関連する指標の推移

No.	関連サブカテゴリー	項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	1.A. 燃料の燃焼	最終電力消費	TWh	765	872	973	1,025	1,035	997	991	990	974	949	951	965	946	927	914
2	1.A.2. 製造業・建設業	鉱工業生産指数	2015年基準	109.1	103.3	107.7	109.3	101.2	100.5	97.8	101.1	100.5	99.8	100.6	103.5	103.8	99.9	90.4
3	1.A.3.b. 道路輸送	自動車の走行量	十億台キロ	585	673	728	727	708	712	723	724	718	721	730	740	748	745	666
4	1.A.4.a. 業務	第三次産業活動指数	2015年基準	83.8	90.8	95.2	100.7	97.6	98.3	99.6	100.8	99.2	100.3	100.5	101.9	103.0	102.3	95.2

(出典) 1: 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、2: 経済産業省、3: 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」等、4: 経済産業省

3.2.1. レファレンスアプローチと部門別アプローチの比較

ここでは、UNFCCC インベントリ報告ガイドライン(決定24/CP.19 附属書I)の paragraph 40 に則り、レファレンスアプローチと部門別アプローチの比較を行う。部門別アプローチの方法論については3.2.4. b) 節を参照のこと。

3.2.1.1. レファレンスアプローチの方法論

レファレンスアプローチは燃焼によるCO₂排出量を一国のエネルギー供給データを用いて算定する方法である。レファレンスアプローチにより算定したCO₂排出量は、我が国の総排出量には含めず、部門別アプローチの検証目的に用いる。

レファレンスアプローチによる CO₂ 排出量は次式で算定した。

$$E = \sum_i [(A_i - N_i) \times GCV_i \times 10^{-3} \times EF_i \times OF_i] \times 44/12$$

- E : 化石燃料の燃焼に伴う CO₂ 排出量 [t-CO₂]
- A : 見かけのエネルギー消費量 (固有単位 [t, kL, 10³×m³])
- N : 非エネルギー利用量 (固有単位)
- GCV : 総発熱量 (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

見かけのエネルギー消費量 A は次式で算定した。

一次エネルギー: $A = P + IM - EX \pm SC - IB$

二次エネルギー: $A = IM - EX \pm SC - IB$

表 3-4 レファレンスアプローチ算定式各項の出所

記号	項	出所 ²
P	生産量	・ 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の国内産出 (#110000) ・ 廃棄物に限り部門別アプローチの消費量 ³
IM	輸入量	同統計の輸入 (#120000) + 国際バンカー油 (3.2.2. 節参照)
EX	輸出量	同統計の輸出 (#160000)
SC	在庫変動	同統計の供給在庫変動 (#170000)
IB	国際バンカー油	3.2.2. 節参照
N	非エネルギー利用	同統計の非エネルギー利用 (#950000) (3.2.3. 節参照)

炭素排出係数、酸化係数、高位発熱量は部門別アプローチと共通である。3.2.4. b) 節を参照のこと。

レファレンスアプローチによる算定結果の詳細は共通報告様式 (CRF) 表 1.A(b)に示している。同表の燃料種と「総合エネルギー統計」の燃料種の対応関係を別添 4 に掲載しているので参照のこと。

○ 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 4 (A4.1) に掲載しているので参照のこと。

3.2.1.2. エネルギー消費量の差異について

1990~2020 年度におけるエネルギー消費量の差異⁴の変動幅は、-1.79% (2012 年度) ~ +1.76% (2004 年度) となっている。

なお、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のエネルギー消費量は、国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドラインに従い、部門別アプローチに報告している。

また、2004 年度の石炭系燃料 (固体燃料) において大きな差異 (+10.63%) が生じている。

² #から始まる数字は「総合エネルギー統計」(エネルギーバランス表)の対応する部門 (行) 番号を示す。

³ 2018 年提出インベントリの対日審査における勧告 (FCCC/ARR/2018/JPN E.11) への対応

⁴ 差異 = [(レファレンスアプローチ) - (部門別アプローチ)] / (部門別アプローチ)

これは、2004年度の製造業の原料炭（\$0110⁵）の消費側の在庫が増加したため、供給側から算定するレファレンスアプローチと消費側から算定する部門別アプローチとの間で大きな差異が生じたことを意味する。更に、2008年度の石炭系燃料（固体燃料）においても大きな差異（+6.82%）が生じているが、これも2004年度と同様に製造業の輸入一般炭（\$0121）の在庫が増加したためである。なお、ここで言う在庫変動は、エネルギー供給部門における在庫変動（供給在庫変動）ではなく、エネルギー転換部門及びエネルギー消費部門における在庫変動（転換・消費在庫変動）であることに留意されたい。

3.2.1.3. CO₂排出量の差異について

1990～2020年度におけるCO₂排出量の差異の変動幅は、-0.74%（1990年度）～+3.83%（2004年度）となっている。

なお、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CO₂排出量は、2006年IPCCガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.C.）ではなく、燃料の燃焼（カテゴリー1.A.）にて報告している。

また、石炭系燃料（固体燃料）の2004年度、2008年度の差異が大きく、それぞれ+9.94%、+6.24%となり、2005年度、2009年度の差異が小さく（それぞれ+2.05%、-1.92%）なっているが、これは先に述べたエネルギー消費量の差異と同様の理由によるものである。

表 3-5 エネルギー消費量の比較⁶

[PJ]	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
レファレンスアプローチ															
液体燃料	9,526	10,132	9,442	8,919	7,179	7,531	7,640	7,395	6,811	6,501	6,285	6,196	5,839	5,555	5,155
固体燃料	3,285	3,603	4,180	4,763	4,979	4,653	4,864	5,284	5,079	5,137	5,022	5,024	4,927	4,830	4,401
気体燃料	2,042	2,465	3,050	3,275	3,979	4,665	4,854	4,882	4,948	4,646	4,718	4,686	4,499	4,271	4,262
その他化石燃料	281	318	373	457	452	451	473	462	468	464	496	507	494	510	506
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	15,135	16,518	17,045	17,415	16,589	17,300	17,831	18,024	17,306	16,747	16,521	16,412	15,759	15,165	14,324
部門別アプローチ															
液体燃料	9,459	9,973	9,451	8,949	7,261	7,704	7,850	7,463	6,839	6,544	6,308	6,139	5,903	5,646	5,244
固体燃料	3,368	3,598	3,986	4,638	4,819	4,660	4,878	5,223	5,124	5,049	4,956	4,981	4,826	4,723	4,374
気体燃料	2,209	2,667	3,226	3,355	4,093	4,772	4,954	4,939	4,981	4,744	4,850	4,731	4,535	4,341	4,319
その他化石燃料	281	318	373	457	452	451	473	462	468	464	496	507	494	510	506
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	15,318	16,556	17,035	17,399	16,626	17,588	18,155	18,088	17,412	16,802	16,610	16,358	15,757	15,220	14,444
差異 (%)															
液体燃料	0.71%	1.60%	-0.09%	-0.33%	-1.13%	-2.25%	-2.68%	-0.91%	-0.40%	-0.66%	-0.37%	0.93%	-1.08%	-1.61%	-1.69%
固体燃料	-2.46%	0.15%	4.87%	2.70%	3.32%	-0.17%	-0.29%	1.17%	-0.87%	1.73%	1.34%	0.86%	2.11%	2.25%	0.60%
気体燃料	-7.56%	-7.58%	-5.43%	-2.38%	-2.80%	-2.24%	-2.01%	-1.16%	-0.67%	-2.08%	-2.72%	-0.96%	-0.79%	-1.61%	-1.33%
その他化石燃料	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	-1.20%	-0.23%	0.06%	0.09%	-0.22%	-1.64%	-1.79%	-0.35%	-0.61%	-0.32%	-0.54%	0.33%	0.01%	-0.36%	-0.83%

⁵ \$ から始まる数字は「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）の対応するエネルギー源（列）番号を示す。

⁶ 特記なき限り、本章において、固体燃料は石炭及び石炭製品（石炭ガスを含む）、液体燃料は原油及び石油製品（LPG等を含む）、気体燃料は天然ガス（LNGを含む）及び都市ガスを意味する。（2006年IPCCガイドライン Vol.2, Table 1.1を参照）泥炭は固体燃料に含まれる。

表 3-6 CO₂ 排出量の比較

[Mt-CO ₂]	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
レファレンスアプローチ															
液体燃料	659.9	701.9	656.2	621.1	501.8	523.6	532.9	512.2	472.1	450.1	434.6	428.9	403.6	383.6	354.9
固体燃料	295.7	323.8	377.9	431.1	450.8	420.8	439.9	474.5	457.2	462.1	451.1	450.8	440.8	431.6	392.3
気体燃料	104.4	126.1	155.9	167.4	203.5	238.6	248.4	249.9	253.2	237.8	241.5	239.9	228.9	217.2	216.6
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	16.5	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	19.0
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	1,071	1,164	1,205	1,237	1,173	1,199	1,239	1,254	1,199	1,167	1,145	1,138	1,092	1,052	983
部門別アプローチ															
液体燃料	644.3	677.4	640.7	606.1	488.9	520.3	530.8	508.5	464.7	444.0	428.2	415.7	398.8	381.7	354.2
固体燃料	309.5	327.2	364.1	422.4	438.5	423.2	442.8	473.8	465.6	458.8	449.6	451.6	435.2	425.7	393.2
気体燃料	114.2	137.9	166.1	172.4	209.9	244.7	254.1	253.4	255.5	243.4	248.8	242.8	231.3	221.4	220.2
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	16.5	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	19.0
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	1,079	1,155	1,186	1,218	1,154	1,205	1,245	1,253	1,203	1,163	1,145	1,129	1,084	1,048	987
差異 (%)															
液体燃料	2.42%	3.62%	2.43%	2.47%	2.64%	0.62%	0.40%	0.74%	1.58%	1.38%	1.49%	3.17%	1.21%	0.52%	0.18%
固体燃料	-4.47%	-1.05%	3.80%	2.05%	2.79%	-0.58%	-0.65%	0.15%	-1.80%	0.72%	0.34%	-0.18%	1.29%	1.38%	-0.22%
気体燃料	-8.56%	-8.61%	-6.11%	-2.89%	-3.06%	-2.48%	-2.24%	-1.39%	-0.92%	-2.29%	-2.93%	-1.20%	-1.07%	-1.91%	-1.64%
その他化石燃料	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
合計	-0.74%	0.80%	1.62%	1.53%	1.62%	-0.44%	-0.52%	0.07%	-0.28%	0.33%	0.06%	0.84%	0.73%	0.35%	-0.39%

3.2.1.4. エネルギー消費量の差異及び CO₂ 排出量の差異の比較

エネルギー消費量の差異と CO₂ 排出量の差異は概ね同じ傾向を示している。

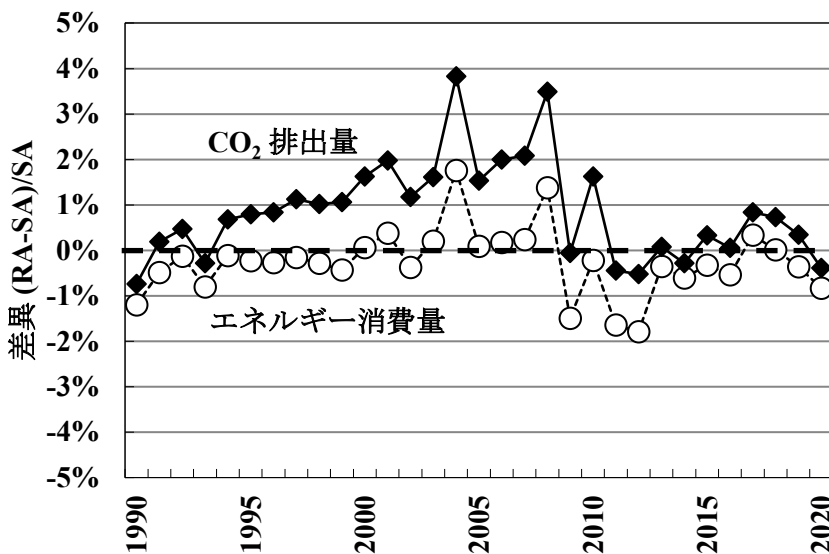


図 3-1 エネルギー消費量の差異及び CO₂ 排出量の差異の推移

3.2.1.5. レファレンスアプローチと部門別アプローチの差異の原因について

我が国のインベントリで、レファレンスアプローチと部門別アプローチのエネルギー消費量、CO₂ 排出量に差異が生じる主な原因は、インベントリの作成に用いられるエネルギーバランス表「総合エネルギー統計」のエネルギー転換部門において控除される非エネルギー利用量の差である。

1) レファレンスアプローチの計算で十分に考慮されないもの

我が国のレファレンスアプローチの現計算では、国内に供給されたエネルギー量のうち非燃焼用途を除いた量が全て燃焼されたと仮定して計算しているが、実際には燃焼されずに備蓄されている量があり、その積み増し、取り崩しがレファレンスアプローチには反映されない。

【他転換増減（#289000）】

石油精製などのエネルギー転換部門においては、自らが輸入により受け入れたり、精製により生産したりしたエネルギー以外に、既に出荷した製品の消費・販売部門からの返品、他者からの少量の副生エネルギー源の引取、工場・事業者の製品タンクの新設・廃止による在庫積増・払出、事故・火災による減減などの諸要因により、エネルギー源の出荷量・払出量が生産量・受入量と一致しないことがある。

当該部門には、エネルギー転換部門における、消費・販売部門からの返品、製造業等における副産エネルギー源の受入、備蓄の増減などによるエネルギー源の出荷・払出量の増減が表現されているが、レファレンスアプローチではこの増減が考慮されていない。

【転換・消費在庫変動（#350000）】

当該部門には、エネルギー転換部門や最終エネルギー消費部門における在庫の積み増し、取り崩しの量が表現されているが、レファレンスアプローチではこの増減が考慮されていない。

【その他の要因】

レファレンスアプローチの計算では過度に複雑にならないように、総量に対して微々たる排出源は省略している（2006年 IPCC ガイドライン Vol.2, page 6.12 参照）。例えば、2ストロークエンジンに用いられる潤滑油からの排出はレファレンスアプローチの計算では考慮していない。

CO₂を地中に貯留するために回収した量を部門別アプローチでは控除しているが、レファレンスアプローチでは控除していない。

2) 調査データの性質上避けられないもの

【統計誤差（#400000）】

統計誤差には本来各種統計調査の段階で本質的に含まれている誤差（本源誤差）及び供給・転換・消費に関する各統計相互間の不整合であってその帰属を推計することが困難であるもの（相対誤差）が存在する。この誤差のため、国内供給、転換、最終エネルギー消費に不整合量が生じ、両アプローチの差異として報告される。

3) 投入側と産出側のエネルギー・炭素収支に差があるもの

【「石炭品種振替（#211000）」、「石油品種振替（#221000）」、「石炭製品二次品種振替（#281000）」、「石油製品二次品種振替（#282000）」】

当該部門は、エネルギー転換であって、コークス製造（#212000）～鉄鋼系ガス生成（#215000）、石油精製（#222000）～地域熱供給（#270000）のいずれにも属さないエネルギー転換や、混合・順湿などの簡単な操作のみで石炭や石油製品の品種が変更されるものがエネルギー転換として表現されている。炭素重量は品種振替、転換前後で変化しないと考えられるが、品種振替等に伴い、対応する発熱量当たりの炭素含有量が変化することにより、統計上品種振替、転換前後で炭素重量が変化する場合がある。この差分が両アプローチの差の原因となる。

4) 異なる燃料種に転換されるもの

【一般ガス製造 (#231000)】

当該部門は、都市ガスの製造に伴うエネルギー転換を表現している。都市ガスは液化天然ガス (LNG) 等の気体燃料だけでなく液化石油ガス (LPG) やコークス炉ガス等の液体、固体燃料も原材料として用いられる。すなわち、一部の液体、固体燃料が気体燃料へ転換されているが、レファレンスアプローチではこれが考慮されていない。したがって、気体燃料に関しては部門別アプローチによる排出量がレファレンスアプローチの排出量に比べて大きくなり、液体、固体燃料に関しては部門別アプローチの方がレファレンスアプローチより小さくなる傾向にある。ただし、当該部門は両アプローチによる合計 CO₂ 排出量の差異には影響を与えない。

表 3-7 CO₂排出量の比較（詳細）

[Mt-CO ₂]	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
RA	1,071	1,164	1,205	1,237	1,173	1,199	1,239	1,254	1,199	1,167	1,145	1,138	1,092	1,052	983
液体燃料	659.9	701.9	656.2	621.1	501.8	523.6	532.9	512.2	472.1	450.1	434.6	428.9	403.6	383.6	354.9
固体燃料	295.7	323.8	377.9	431.1	450.8	420.8	439.9	474.5	457.2	462.1	451.1	450.8	440.8	431.6	392.3
気体燃料	104.4	126.1	155.9	167.4	203.5	238.6	248.4	249.9	253.2	237.8	241.5	239.9	228.9	217.2	216.6
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	16.5	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	19.0
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
SA	1,079	1,155	1,186	1,218	1,154	1,205	1,245	1,253	1,203	1,163	1,145	1,129	1,084	1,048	987
液体燃料	644.3	677.4	640.7	606.1	488.9	520.3	530.8	508.5	464.7	444.0	428.2	415.7	398.8	381.7	354.2
固体燃料	309.5	327.2	364.1	422.4	438.5	423.2	442.8	473.8	465.6	458.8	449.6	451.6	435.2	425.7	393.2
気体燃料	114.2	137.9	166.1	172.4	209.9	244.7	254.1	253.4	255.5	243.4	248.8	242.8	231.3	221.4	220.2
その他化石燃料	10.7	12.3	15.0	17.3	16.4	16.5	17.5	17.1	16.8	17.3	18.1	18.6	18.5	19.4	19.0
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
RA-SA	-8.0	9.2	19.2	18.7	18.7	-5.3	-6.5	0.9	-3.4	3.9	0.6	9.5	8.0	3.6	-3.8
液体燃料	15.6	24.5	15.6	15.0	12.9	3.2	2.1	3.7	7.4	6.1	6.4	13.2	4.8	2.0	0.6
固体燃料	-13.8	-3.4	13.8	8.6	12.2	-2.5	-2.9	0.7	-8.4	3.3	1.5	-0.8	5.6	5.9	-0.9
気体燃料	-9.8	-11.9	-10.1	-5.0	-6.4	-6.1	-5.7	-3.5	-2.3	-5.6	-7.3	-2.9	-2.5	-4.2	-3.6
その他化石燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
泥炭	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
統計誤差	-12.0	4.6	13.1	11.6	8.7	-6.3	-5.0	-2.2	-1.5	0.7	0.1	5.0	1.1	2.4	-2.7
液体燃料	1.4	7.2	0.8	0.5	-0.5	-1.0	-1.8	-2.4	-2.3	-0.1	-1.0	1.6	-7.8	-8.5	-6.1
固体燃料	-14.3	-2.7	13.0	11.1	11.0	-3.5	-2.0	-0.7	-1.3	1.2	2.5	3.7	6.9	10.0	3.5
気体燃料	0.9	0.0	-0.7	0.0	-1.7	-1.8	-1.2	0.9	2.1	-0.4	-1.4	-0.4	1.9	1.0	-0.2
石炭品種振替	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1
液体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
固体燃料	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石油品種振替	-1.8	-0.5	0.2	0.4	0.1	0.0	-0.1	-1.4	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.6	-1.4	-1.3
液体燃料	-1.8	-0.5	0.2	0.4	0.1	0.0	-0.1	-1.4	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.6	-1.4	-1.3
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石炭製品二次品種振替	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
液体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石油製品二次品種振替	1.1	0.4	0.4	0.8	1.5	1.2	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2	1.9	2.1	1.9	1.3
液体燃料	1.1	0.4	0.4	0.8	1.5	1.2	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2	1.9	2.1	1.9	1.3
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ガス製造	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
液体燃料	9.7	10.9	9.0	5.9	4.4	4.6	4.7	4.7	4.9	4.1	4.2	4.6	4.6	4.6	4.6
固体燃料	0.8	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	-10.5	-11.4	-9.4	-6.0	-4.4	-4.6	-4.7	-4.7	-4.9	-4.1	-4.2	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6
他転換増減	-0.4	-0.5	2.2	2.8	2.7	-3.9	-5.6	-1.1	-4.5	-0.9	-2.1	-0.8	-0.3	1.2	-3.3
液体燃料	-0.5	-0.6	2.1	2.8	2.6	-3.9	-5.7	-1.2	-4.6	-0.9	-2.2	-0.9	-0.1	1.5	-3.1
固体燃料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
気体燃料	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	-0.2	-0.3	-0.3
転換・消費在庫変動	2.6	1.7	2.4	-0.3	2.7	1.3	2.8	1.3	-4.3	1.7	-2.9	-1.7	1.1	-3.5	-3.7
液体燃料	0.7	1.5	-0.9	-0.1	0.4	-0.9	2.6	-2.9	-0.3	-1.6	-2.7	-1.4	-0.3	-1.2	-2.4
固体燃料	1.9	0.6	3.0	-1.6	2.4	1.7	-0.2	3.7	-4.6	4.3	1.4	-2.4	0.9	-2.1	-2.9
気体燃料	0.0	-0.3	0.3	1.4	-0.1	0.6	0.4	0.5	0.6	-0.9	-1.6	2.1	0.5	-0.1	1.6
合計	-10.4	6.0	18.7	16.0	16.4	-6.9	-5.7	-2.6	-10.6	1.3	-5.3	2.8	2.3	0.6	-9.6
液体燃料	10.5	18.9	11.6	10.3	8.5	0.0	1.1	-2.1	-2.4	1.2	-2.0	4.4	-3.0	-3.0	-6.9
固体燃料	-11.4	-1.2	16.9	10.3	14.1	-1.1	-1.5	2.7	-6.1	5.5	3.8	1.2	7.6	7.7	0.7
気体燃料	-9.5	-11.6	-9.8	-4.6	-6.2	-5.8	-5.4	-3.2	-2.1	-5.4	-7.1	-2.8	-2.4	-4.1	-3.5
(RA-SA)-(合計)	2.4	3.2	0.5	2.6	2.3	1.6	-0.7	3.5	7.2	2.5	5.9	6.7	5.7	3.1	5.8
液体燃料	5.1	5.6	3.9	4.7	4.4	3.2	1.0	5.8	9.7	4.9	8.3	8.8	7.8	5.0	7.5
固体燃料	-2.4	-2.2	-3.0	-1.7	-1.8	-1.3	-1.4	-2.0	-2.3	-2.1	-2.3	-2.1	-2.0	-1.9	-1.6
気体燃料	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

3.2.2. 国際バンカー油

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、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、国際バンカー油からの排出は、UNFCCC インベントリ報告ガイドライン及び2006年 IPCC ガイドラインに従い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(3.2.4.b)節を参照)。

2012年及び2013年提出インベントリの対日審査(FCCC/ARR/2012/JPN及びFCCC/ARR/2013/JPN)において、我が国独自のジェット燃料油の炭素排出係数(18.3 t-C/TJ)が国家温室効果ガスインベントリのための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)⁷)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勧告された。

我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、2006年IPCCガイドライン Vol.2, Table 1.4によれば、ジェット燃料のデフォルト排出係数の95%信頼区間は18.1-19.3 t-C/TJ(高位発熱量換算)であり、我が国の排出係数はこの範囲内にある。したがって、我が国独自の排出係数を採用することはデフォルト値と比較して適切な値であると考えている。

【CH₄、N₂O】

CH₄、N₂Oの排出係数については、2006年IPCCガイドラインに示されたデフォルト値を採用した。

表 3-8 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 [kg-CH ₄ /TJ(NCV)]	N ₂ O 排出係数 [kg-N ₂ O/TJ(NCV)]
航空機	ジェット燃料油	0.5 ¹⁾	2 ¹⁾
船舶	A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油	7 ²⁾	2 ²⁾

(注)

1) 2006年IPCCガイドライン Vol.2 Table 3.6.5

2) 同 Table 3.5.3。2006年IPCCガイドライン Vol.3 page 5.7によれば、潤滑油からのCH₄、N₂O排出は、CO₂排出と比較して非常に小さく、排出量の算定上は無視できるとされていることから、排出量を算定していない。

■ 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

⁷ 2006年IPCCガイドラインでもこの値がデフォルト値となっている。

計値を用いた。

図 3-2 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。

ジェット燃料油は航空機、A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油、潤滑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。潤滑油については、油種別消費量が不明のため安全側に見て全量が使用中に酸化されるとみなした。

【CO₂】

CO₂ の活動量については、「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、「総合エネルギー統計」に示された実質発熱量を用いて「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、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数が低位発熱量ベースで示されているため、高位発熱量換算の燃料消費量に換算係数を乗じて低位発熱量に換算した。

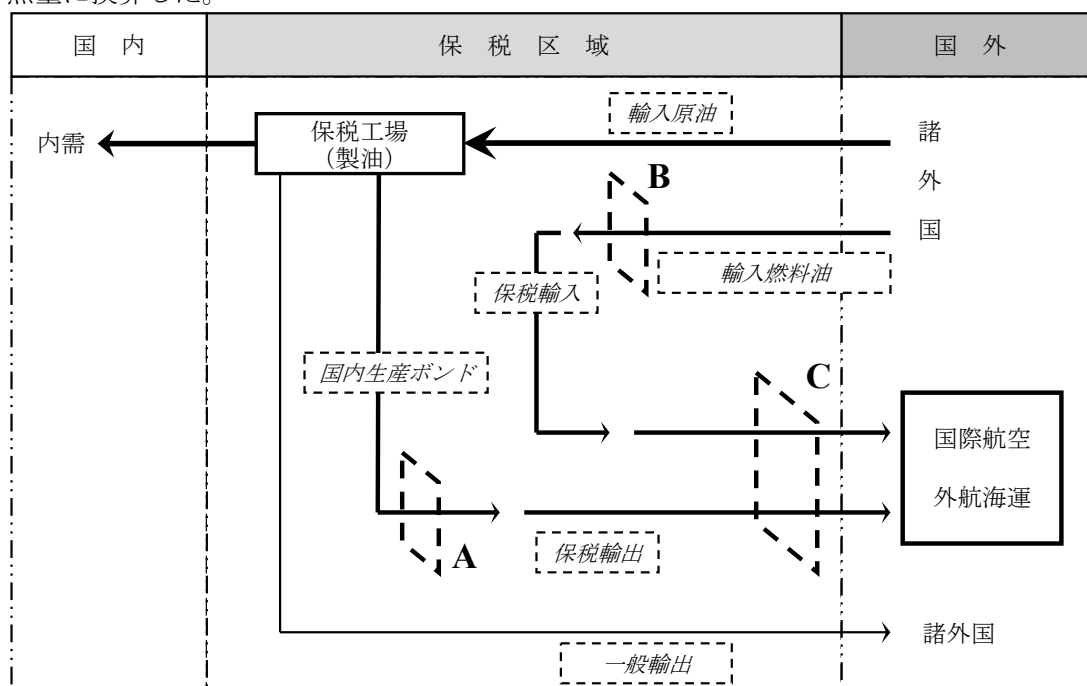


図 3-2 国際バンカー油の活動量

■ 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石炭税が免税となる。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。

保稅重油（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、関税と石油石炭税が免除されている。これらを保稅重油と呼ぶ。

保稅輸出（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稅需要といい、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、その保稅需要のうち、原油から生産された製品が供給されるものは、「資源・エネルギー統計年報」において、保稅輸出に計上される。

保稅輸入（ボンド to ボンド）

海外から製品を輸入し保稅地域に陸揚げし、国内に通關せずに保稅のままに供給するものは、「資源・エネルギー統計年報」において、保稅輸入に計上される。

3.2.3. 燃料の非エネルギー利用分について

燃料の燃焼に伴う温室効果ガスの排出量（1.A.）の算定において活動量として使用している「総合エネルギー統計」の最終エネルギー消費量（#500000）には、燃焼・酸化などを伴わない原材料等として使用された燃料のエネルギー量も含まれているため、排出量算定においては、そのようなエネルギー量が計上されている非エネルギー利用部門（#950000）におけるエネルギー量を、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経済産業省「石油等消費動態統計年報」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）。

燃料の非エネルギー利用分については共通報告様式（CRF）表 1.A(d)の“Fuel quantity for NEU”及び“Carbon excluded”列に掲載している。同表の燃料種と「総合エネルギー統計」の燃料種の対応関係を別添 4 に掲載しているので参照のこと。

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、表 3-9 に示すとおり他の分野にて別途報告している（詳細は各章参照）。その排出量は CRF 表 1.A(d)の“Reported CO₂ emissions”列に報告している。

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）で報告すべき燃料の燃焼に由来する排出量と、工業プロセス及び製品の使用分野（2.C）で報告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 3-10 のとおり。

表 3-9 原料等に非エネルギー利用される燃料の CO₂ 排出量の報告区分

CO ₂ の排出を伴う過程	CRF 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
アンモニア製造	2.B.1	ナフサ	表 3-11 参照	表 3-19 参照
		液化石油ガス (LPG) (2002 年度まで)		
		製油所ガス (オフガス) (2011 年度まで)		
		国産天然ガス		
		石炭 (一般炭・輸入炭)		
		オイルコークス		
		輸入天然ガス (LNG) コークス炉ガス (COG) (2001 年度まで)		
シリコンカーバイド製造	2.B.5.a	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.5.b	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)	
二酸化チタン製造	2.B.6	オイルコークス 等	ルチル型二酸化チタン: 秘匿情報 合成ルチル: 1.43 [t-CO ₂ /t] (生産量当たり)	
メタノール製造	2.B.8.a	天然ガス (1995 年度まで)	0.67 [t-CO ₂ /t] (メタノール生産量当たり)	
エチレン製造	2.B.8.b	ナフサ LPG 等	秘匿情報	
カーボンブラック製造	2.B.8.f	コールタール 等	2.06 [t-CO ₂ /t] (カーボンブラック生産量当たり)	
無水マレイン酸製造	2.B.8.g	LPG	1.65 [t-CO ₂ /t] (n-ブタン法により製造された無水マレイン酸生産量当たり)	
水素製造	2.B.8.g	天然ガス 等	日本産業・医療ガス協会加盟企業調べ	
全損型以外の自動車・ 船舶エンジン油 ^り	2.D.1	潤滑油	表 3-11 参照	
パラフィンろうの使用	2.D.2	他重質石油製品	表 3-11 参照	

(注)

- 1) 全損型の自動車・船舶エンジン油からの CO₂ 排出量は運輸 (1.A.3) に報告される。
- 2) 非エネルギー利用される燃料からの CO₂ 排出には、化石燃料由来の廃棄物の焼却・分解に伴う排出や、化石燃料由来の化学物質が別の化学物質の原料として使用される際の排出もある。これらの CO₂ 排出は、1.A の Other fossil fuels、2.D.3、2.B.8、2.H.2、5.C、5.E に報告されている。しかし、2006 年 IPCC ガイドライン Vol.3, page 1.16 に沿って、本表及び CRF 表 1.A(d) の Reported CO₂ emissions 欄には、これらの排出は含まない。

表 3-10 鉄鋼及び非鉄金属製造プロセスからの CO₂ 排出量の報告区分

CO ₂ の排出を伴う過程	還元剤の酸化等により CO ₂ を発生する主な燃料	IPCC ガイドライン上の区分	我が国での報告区分
鋼製造、銑鉄製造	コークス、吹込用原料炭、 廃プラスチック類、コークス ス炉ガス、高炉ガス	2.C.1	1.A.2.a (鉄鋼)
焼結鉄製造	コークス	2.C.1	1.A.2.a (鉄鋼)
ペレット製造	コークス	2.C.1	1.A.2.a (鉄鋼)
フェロアロイ製造	コークス、一般炭	2.C.2	1.A.2.a (鉄鋼)
アルミニウム製造	コークス (陽極ペーストの主原料)	2.C.3	1.A.2.f (窯業土石)
鉛製造	コークス	2.C.5	1.A.2.b (非鉄金属)
亜鉛製造	コークス	2.C.6	1.A.2.b (非鉄金属)

3.2.4. 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

本カテゴリーでは、発電・熱供給（1.A.1.a）、石油精製（1.A.1.b）、固体燃料製造等（1.A.1.c）におけるエネルギー転換に伴う CO₂ 排出を扱う。

2020 年度における当該カテゴリーからの CO₂ 排出量は 436,334 kt であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 37.9%を占めている。うち「1.A.1.a 発電及び熱供給」からの排出が 89.8%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

1.A.1.c「固体燃料製造等」（Manufacture of solid fuels and other energy industries）における固体燃料からの CO₂ 排出量の見かけの排出係数⁸は、石炭製品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投入、産出のアンバランスに起因することもある。

b) 方法論

■ 算定方法

我が国独自の排出係数が得られることから、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 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。

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

<i>E</i>	: 化石燃料の燃焼に伴う CO ₂ 排出量 [t-CO ₂]
<i>A</i>	: エネルギー消費量（固有単位 [t, kL, 10 ³ × m ³]
<i>N</i>	: 非エネルギー利用量（固有単位）
<i>GCV</i>	: 高位発熱量 [MJ/固有単位]
<i>EF</i>	: 炭素排出係数 [t-C/TJ]
<i>OF</i>	: 酸化係数
<i>i</i>	: エネルギー源
<i>j</i>	: 部門

2006 年 IPCC ガイドラインに従い、「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「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」に報告している。

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、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー 5.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 7 章を参照のこと。

バイオマスからの CO₂ 排出は、2006 年 IPCC ガイドラインに従い、我が国の総排出量には含まれず⁹、CRF に参考値として報告している。「総合エネルギー統計」では、バイオ燃料消費量がガソリンと軽油の消費量に含まれているが、ガソリンと軽油の発熱量、炭素排出係数を調整することでバイオ燃料由来の CO₂ 排出量が化石燃料由来として報告されないようにしている。

2004 年度から 2007 年度、2016 年度以降において、石油精製工場で発生した CO₂ の回収・貯留が実施された。CO₂ の回収量を CRF table 1.A(a)の「1.A.1.b 石油精製」の「液体燃料」の

⁸ Implied emission factor（IEF）。共通報告様式（CRF）に記載される排出量を CRF の活動量で割り戻して求めた指標。

⁹ 総排出量に含まれないのは、LULUCF で算定される炭素蓄積変化による CO₂ 排出との二重計上を避けるためである。（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2、page 2.33 参照）

「CO₂ amount captured」に報告し、その分を上式で求めた排出量から控除している。詳細は3.4.4. 節を参照のこと。

■ 排出係数

○ 炭素排出係数

炭素排出係数は、全て総発熱量（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、概ね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 3-11 に示す。

精製用粗残油の炭素排出係数が2012年から2013年にかけて8.0%減少しているが、これは2013年に行われた標準発熱量の改訂の結果、高位発熱量が約8.3%増加したことによる。なお、精製用純原油が主（2018年の常圧蒸留装置の投入量の99.9%）で、精製用粗残油は従（0.1%）であり直接燃焼させていない。

表 3-11 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
固体燃料	石炭	原料炭	\$0110	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6
		コークス用原料炭	\$0111	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.5	24.5	24.5
		吹込用原料炭	\$0112	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1
		輸入一般炭	\$0121	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.3	24.3	24.3
		汎用輸入一般炭	\$0122	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.3	24.3	24.3
		発電用輸入一般炭	\$0123	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.3	24.3	24.3
	石炭製品	国産一般炭	\$0124	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	23.7	23.7	23.7	23.7	24.2	24.2	24.2
		無煙炭	\$0130	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9
		コークス	\$0211	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	30.2	30.2	30.2	30.2	29.9	29.9	29.9
		コールタール	\$0212	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
		練豆炭	\$0213	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9
		コークス炉ガス	\$0221	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
		高炉ガス	\$0222	27.2	26.9	26.7	26.5	26.4	26.3	26.2	26.5	26.6	26.5	26.5	26.3	26.3	26.4
転炉ガス	\$0225	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	41.7	41.7	41.7	41.7	42.0	42.0	42.0	
原油	精製用原油	\$0310	19.1	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	
	精製用純原油	\$0311	19.1	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	
	精製用粗残油	\$0312	21.3	21.4	21.4	21.4	21.4	21.5	21.5	19.7	19.6	19.5	19.6	19.4	19.4	19.3	
	発電用原油	\$0320	19.1	19.1	19.2	19.6	19.2	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.2	
	瀝青質混合物	\$0321	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
	NGL・コンデンセート	\$0330	16.1	16.7	17.5	18.2	18.4	17.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.3	
	精製用NGLコンデンセート	\$0331	17.4	18.1	18.0	18.3	18.4	17.3	18.4	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.3	
	発電用NGLコンデンセート	\$0332	17.5	17.6	17.6	18.2	17.9	17.9	17.9	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	
	石油化学用NGLコンデンセート	\$0333	15.6	16.2	16.8	17.6	18.0	16.9	18.2	18.3	18.2	18.2	18.3	18.2	18.2	18.2	
	液体燃料	原料	純ナフサ	\$0420	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
改質生成油			\$0421	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	
燃料油		ガソリン(原油由来) ²⁾	\$0431	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	
		ガソリン(バイオマス考慮) ³⁾	\$0431	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.2	18.2	18.6	18.6	18.6	18.5	18.5	18.5	
		ジェット燃料油	\$0432	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
		灯油	\$0433	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	
		軽油(原油由来) ²⁾	\$0434	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	
		軽油(バイオマス考慮) ³⁾	\$0434	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	
		A重油	\$0436	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	
		C重油	\$0437	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	
		B重油	\$0438	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
		一般用C重油	\$0439	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	
発電用C重油		\$0440	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	20.1		
他石油製品		潤滑油	\$0451	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	
		他重質石油製品	\$0452	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	
		オイルコークス	\$0455	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	
		電気炉ガス	\$0456	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	42.0	
	製油所ガス	\$0457	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4		
液化石油ガス (LPG)	\$0458	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4			
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス (LNG)	\$0510	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	
		国産天然ガス	\$0520	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	
		ガス田・随伴ガス	\$0521	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	
		炭鉱ガス	\$0522	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	
	原油溶解ガス	\$0523	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9		
ガ都市	一般ガス	\$0610	14.4	14.4	14.2	14.1	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		
	簡易ガス	\$0620	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4			
(参考)	バイオマス	木材利用	\$N131	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6		
		廃材利用	\$N132	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6		
		バイオエタノール	\$N134	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6		
		バイオディーゼル	\$N135	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6		
		黒液直接利用	\$N136	26.8	26.8	26.8	25.6	25.6	25.6	25.6	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9		
バイオガス	\$N137	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5				

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

2) レファレンスアプローチで使用。

3) 部門別アプローチで使用。

表 3-12 エネルギー源別炭素排出係数の出典・設定方法（1990～2012年度）

エネルギー源		コード	1990-2012年度	
固体燃料	石炭	原料炭	\$0110 コークス用原料炭と同一	
		コークス用原料炭	\$0111 戒能(2005)	
		吹込用原料炭	\$0112 コークス用原料炭と同一	
		輸入一般炭	\$0121 汎用輸入一般炭と同一	
		汎用輸入一般炭	\$0122 環境庁(1992)	
		発電用輸入一般炭	\$0123 汎用輸入一般炭と同一	
		国産一般炭	\$0124 環境庁(1992)	
		無煙炭	\$0130 戒能(2005)	
	石炭製品	コークス	\$0211 環境庁(1992)	
		コールタール	\$0212 戒能(2005)	
		練豆炭	\$0213 環境庁(1992)	
		コークス炉ガス	\$0221 戒能(2005)	
		高炉ガス	\$0222 総合エネルギー統計(資源エネルギー庁)の高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値	
		転炉ガス	\$0225 戒能(2005)	
液体燃料	原油	精製用原油	\$0310 精製用純原油と同一	
		精製用純原油	\$0311 銘柄別の炭素排出係数を輸入量の構成比で加重平均	
		精製用粗残油	\$0312	
		発電用原油	\$0320 精製用原油の補間・近似式より推計	
		瀝青質混合物	\$0321 戒能(2005)	
		NGL・コンデンセート	\$0330	
		精製用NGLコンデンセート	\$0331 銘柄別の炭素排出係数を銘柄別輸入量の構成比で加重平均	
		発電用NGLコンデンセート	\$0332	
		石油化学用NGLコンデンセート	\$0333	
		石油製品	原料	純ナフサ
	改質生成油			\$0421 ガソリンの値
	燃料油		ガソリン(原油由来)	\$0431 環境庁(1992)
				ガソリン(バイオマス考慮)
			ジェット燃料油	\$0432 環境庁(1992)
			灯油	\$0433 環境庁(1992)
			軽油(原油由来)	\$0434 環境庁(1992)
			軽油(バイオマス考慮)	原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
A重油			\$0436 環境庁(1992)	
C重油			\$0437 一般用C重油と同一	
B重油			\$0438 環境庁(1992)	
一般用C重油			\$0439 環境庁(1992)	
発電用C重油	\$0440 環境庁(1992)			
他石油製品	潤滑油		\$0451 環境庁(1992)	
	他重質石油製品		\$0452 環境庁(1992)	
	オイルコークス		\$0455 環境庁(1992)	
	電気炉ガス		\$0456 転炉ガスの値	
	製油所ガス	\$0457 環境庁(1992)		
	液化石油ガス(LPG)	\$0458 プロパン・ブタン理論値を国内生産・輸入量の構成比で加重平均		
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス(LNG)	\$0510 産地別の炭素排出係数を国別輸入量で加重平均	
		国産天然ガス	\$0520 戒能(2005)	
		ガス田・随伴ガス	\$0521 国産天然ガスの値	
		炭鉱ガス	\$0522 環境庁(1992)	
		原油溶解ガス	\$0523 国産天然ガスの値	
	ガ都市	一般ガス	\$0610 総合エネルギー統計(資源エネルギー庁)の都市ガス製造における炭素収支に基づき算定	
		簡易ガス	\$0620 LPGの値	
(参考)	バイオマス	木材利用	\$N131 実測値(日本製紙連合会提供)	
		廃材利用	\$N132	
		バイオエタノール	\$N134 エタノールの理論炭素排出係数(ノルマル状態)	
		バイオディーゼル	\$N135	
		黒液直接利用	\$N136 実測値(日本製紙連合会提供)	
バイオガス	\$N137 メタンの理論炭素排出係数(ノルマル状態)			

表 3-13 エネルギー源別炭素排出係数の出典・設定方法（2013～2017年度）

エネルギー源		コード	2013-2017年度	
固体燃料	石炭	原料炭	S0110 コークス用原料炭・吹込用原料炭の炭素排出係数を消費量で加重平均	
		コークス用原料炭	S0111 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		吹込用原料炭	S0112 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		輸入一般炭	S0121 汎用輸入一般炭と同一	
		汎用輸入一般炭	S0122 実測値(電気事業連合会提供)から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均	
		発電用輸入一般炭	S0123 汎用輸入一般炭と同一	
		国産一般炭	S0124 実測値(電気事業連合会提供)から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均	
	石炭製品	無煙炭	S0130 輸入一般炭の補間・近似式より推計	
		コークス	S0211 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		コールタール	S0212 前回改定値を据え置き	
		練豆炭	S0213 輸入無煙炭の値	
		コークス炉ガス	S0221 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により算出された炭素排出係数を単純平均	
		高炉ガス	S0222 総合エネルギー統計の高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値	
		転炉ガス	S0225 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により算出された炭素排出係数を単純平均	
原油	精製用原油	S0310 精製用純原油と同一		
	精製用純原油	S0311 実測値(石油連盟)により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量で加重平均		
	精製用粗残油	S0312		
	発電用原油	S0320 電力調査統計(資源エネルギー庁)の発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した月別の炭素排出係数を各月の受入量で加重平均		
	瀝青質混合物	S0321 前回改定値を据え置き		
	NGL・コンデンセート	S0330		
	精製用NGLコンデンセート	S0331 実測値(石油連盟)により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量・出荷量で加重平均		
	発電用NGLコンデンセート	S0332		
	石油化学用NGLコンデンセート	S0333		
	液体燃料	原料油	純ナフサ	S0420 実測値(石油連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均したレギュラーガソリンの値
			改質生成油	S0421 実測値(石油連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均したプレミアムガソリンの値
燃料油		ガソリン(原油由来)	S0431 実測値(石油連盟)により得られたプレミアムガソリンとレギュラーガソリンの炭素排出係数を国内向け出荷量で加重平均	
		ガソリン(バイオマス考慮)		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
		ジェット燃料油	S0432 実測値(石油連盟)により得られたガソリン型・灯油型の炭素排出係数を総合エネルギー統計の各最終消費量で加重平均	
		灯油	S0433 実測値(石油連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		軽油(原油由来)	S0434 実測値(石油連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		軽油(バイオマス考慮)		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
		A重油	S0436 実測値(石油連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		C重油	S0437 一般用C重油と同一	
		B重油	S0438 実測値(石油連盟)により得られた発熱量を基に石油製品の補間・近似式より推計	
		一般用C重油	S0439 実測値(石油連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
発電用C重油		S0440 電力調査統計(資源エネルギー庁)の発熱量を基に石油製品の補間・近似式により推計		
他石油製品		潤滑油	S0451 実測値(石油連盟)により得られた発熱量を基に石油製品の補間・近似式より推計	
		他重質石油製品	S0452 常圧残油投入量とC重油生産量のエネルギー収支から算定した発熱量に基づき、石油製品の補間・近似式より推計	
		オイルコークス	S0455 実測値(日本化学工業協会提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		電気炉ガス	S0456 転炉ガスの値	
		製油所ガス	S0457 実測値(石油連盟提供)により算出された炭素排出係数を単純平均	
		液化石油ガス(LPG)	S0458 プロパン・ブタンの理論炭素排出係数を各ガスの国内供給量で加重平均	
気体燃料		天然ガス	輸入天然ガス(LNG)	S0510 ガス事業便覧(日本ガス協会)から算出した産地別の炭素排出係数を国別輸入量で加重平均
	国産天然ガス		S0520 実測値(天然ガス鉱業会提供)から算出したガス田別の炭素排出係数をガス田別産出量で加重平均	
	ガス田・随伴ガス		S0521 国産天然ガスの値	
	炭鉱ガス		S0522 実測値(天然ガス鉱業会提供)から算出したガス田別の炭素排出係数をガス田別産出量で加重平均	
	原油溶解ガス	S0523 国産天然ガスの値		
	ガ都市	一般ガス	S0610 総合エネルギー統計の都市ガス製造における炭素収支に基づき算定	
簡易ガス		S0620 LPGの値		
(参考)	バイオマス	木材利用	SN131	
		廃材利用	SN132 実測値(日本製紙連合会提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		バイオエタノール	SN134 エタノールの理論炭素排出係数(SATP状態)	
		バイオディーゼル	SN135	
		黒液直接利用	SN136 実測値(日本製紙連合会提供)	
		バイオガス	SN137 メタンの理論炭素排出係数(SATP状態)	

表 3-14 エネルギー源別炭素排出係数の出典・設定方法（2018年度以降）

エネルギー源		コード	2018年度以降	
固体燃料	石炭	原料炭	S0110 コークス用原料炭・吹込用原料炭の炭素排出係数を消費量で加重平均	
		コークス用原料炭	S0111 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		吹込用原料炭	S0112 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		輸入一般炭	S0121 汎用輸入一般炭と同一	
		汎用輸入一般炭	S0122 実測値(電気事業連合会提供)から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均	
		発電用輸入一般炭	S0123 汎用輸入一般炭と同一	
	石炭製品	国産一般炭	S0124 実測値(電気事業連合会提供)から算出した各サンプルの炭素排出係数を受入量で加重平均	
		無煙炭	S0130 前回改定値を据え置き	
		コークス	S0211 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により得られた炭素排出係数を単純平均	
		コークス灰	S0212 前回改定値を据え置き	
		練豆炭	S0213 前回改定値を据え置き	
		コークス炉ガス	S0221 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により算出された炭素排出係数を単純平均	
		高炉ガス	S0222 総合エネルギー統計の高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値	
		転炉ガス	S0225 実測値(日本鉄鋼連盟提供)により算出された炭素排出係数を単純平均	
原油	精製用原油	S0310 精製用純原油と同一		
	精製用純原油	S0311 実測値(石油連盟)により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量で加重平均		
	精製用粗残油	S0312		
	発電用原油	S0320 電力調査統計(資源エネルギー庁)の発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した月別の炭素排出係数を各月の受入量で加重平均		
	瀝青質混合物	S0321 前回改定値を据え置き		
	NGL・コンデンセート	S0330		
	精製用NGLコンデンセート	S0331 実測値(石油連盟)により得られた銘柄別発熱量を基に原油の補間・近似式により推計した銘柄別炭素排出係数を銘柄別輸入量・出荷量で加重平均		
	発電用NGLコンデンセート	S0332		
	石油化学用NGLコンデンセート	S0333		
	液体燃料	原料油	純ナフサ	S0420 前回改定値を据え置き
			改質生成油	S0421 前回改定値を据え置き
燃料油		ガソリン(原油由来)	S0431 実測値(石油連盟)により得られたプレミアムガソリンとレギュラーガソリンの炭素排出係数を国内向け出荷量で加重平均	
		ガソリン(バイオマス考慮)		原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均
		ジェット燃料油	S0432 実測値(石油連盟)により得られたガソリン型・灯油型の炭素排出係数を総合エネルギー統計の各最終消費量で加重平均	
		灯油	S0433 前回改定値を据え置き	
		軽油(原油由来)	S0434 原油由来・バイオマス由来の炭素排出係数を国内消費量の構成比で加重平均	
		軽油(バイオマス考慮)		
		A重油	S0436 前回改定値を据え置き	
		C重油	S0437 一般用C重油と同一	
		B重油	S0438 前回改定値を据え置き	
		一般用C重油	S0439 前回改定値を据え置き	
発電用C重油		S0440 電力調査統計(資源エネルギー庁)の発熱量を基に石油製品の補間・近似式により推計		
他石油製品		潤滑油	S0451 前回改定値を据え置き	
		他重質石油製品	S0452 常圧残油投入量とC重油生産量のエネルギー収支から算定した発熱量に基づき、石油製品の補間・近似式より推計	
		オイルコークス	S0455 前回改定値を据え置き	
		電気炉ガス	S0456 転炉ガスの値	
		製油所ガス	S0457 前回改定値を据え置き	
	液化石油ガス(LPG)	S0458 プロパン・ブタンの理論炭素排出係数を各ガスの国内供給量で加重平均		
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス(LNG)	S0510 実測値(電気事業連合会、日本ガス協会)から算出した産地別の炭素排出係数を国別輸入量で加重平均	
		国産天然ガス	S0520 実測値(天然ガス鉱業会提供)から算出したガス田別の炭素排出係数をガス田別産出量で加重平均	
		ガス田・随伴ガス	S0521 国産天然ガスの値	
		炭鉱ガス	S0522 前回改定値を据え置き	
		原油溶解ガス	S0523 国産天然ガスの値	
	ガス市	一般ガス	S0610 総合エネルギー統計の都市ガス製造における炭素収支に基づき算定	
(参考)	バイオマス	簡易ガス	S0620 LPGの値	
		木材利用	SN131 前回改定値を据え置き	
		廃材利用	SN132 前回改定値を据え置き	
		バイオエタノール	SN134 前回改定値を据え置き	
		バイオディーゼル	SN135 前回改定値を据え置き	
		黒液直接利用	SN136 前回改定値を据え置き	
		バイオガス	SN137 前回改定値を据え置き	

(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、環境庁（1992）、環境省（2002a）、戒能（2005）、戒能（2014）及び資源エネルギー庁（2020）に基づき設定した。

【2012年度までの炭素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、戒能（2005）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環境庁（1992）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
- 2) 1996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」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。

2) 1996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ガイドラインデフォルト値や2006年IPCCガイドライン試算値¹⁰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、評価する。

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、環境省（2002a）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。

【2013年度から2017年度の炭素排出係数の設定方法について】

2013年度から2017年度の炭素排出係数については、2013年度及び2014年度に経済産業省・環境省により実施された発熱量・炭素排出係数の設定に関する調査を通じて得られた値を設定した。

¹⁰ 「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。

設定方法の概要は以下のとおり。

1) 調査方法

2013年度から2014年度において、経済産業省・環境省により、関係諸団体が有する各種エネルギー源の物性値等の収集と、関係団体より提供された試料の物性値の実測等に関する調査が実施された。本調査により得られた各種エネルギー源に関する物性値を基に、戒能(2014)で示された手法などを用い、2013年度から適用する発熱量・炭素排出係数を設定した。

2) 炭素排出係数の基本的算定方法

各エネルギー源別の発熱量・炭素排出係数については、各エネルギー源の性質や精度面での優先順位等を踏まえ、「(1) 理論値からの算定」、「(2) 関係諸団体から提供された実測値及び経済産業省・環境省による実測調査結果より算定」、「(3) 他の主要エネルギー源の数値やその加重平均・回帰分析式からの推計により算定」、「(4) 現行値を継続使用」の各方法により設定した。

理論値及び実測値を用いた固体・液体・気体の各燃料における発熱量・炭素排出係数の算定方法(1),(2)の方法に該当)は下記のとおり。

・気体燃料

気体などのエネルギー源においてガスクロマトグラフィーなどにより成分組成値が実測できる場合には、メタン・プロパンなど各成分組成値に関する純物質の理論発熱量・炭素排出係数を標準生成エンタルピーから算定し、統計処理した成分組成値でこれを加重平均して発熱量・炭素排出係数を算定した。

・固体・液体燃料

固体及び純成分で加重平均できない液体のエネルギー源については、高位発熱量と炭素含有率などの物性値を直接実測し、当該結果を統計処理して発熱量・炭素排出係数を算定した。

(3)の方法については、一般炭・原油・石油製品の実測結果を基に、発熱量・炭素排出係数を密度・水分など物性値から推計する補間・近似推計式を作成し、これを用いて対象エネルギー源の発熱量・炭素排出係数を推計した。

3) 精度管理

上記により得られた標準発熱量・炭素排出係数は、現行値及び2006年IPCCガイドラインのデフォルト値との比較検証を行い、妥当性を確認した上でインベントリに適用した。

【2018年度以降の炭素排出係数の設定方法について】

2017年度から2019年度にかけて経済産業省・環境省により実施された発熱量・炭素排出係数の設定に関する調査を基に、2018年度以降の炭素排出係数を発熱量とともに改定した。なお、改定対象とする燃料種は、2013年度に発熱量・炭素排出係数の全面的な改定が行われたこと、5年程度では組成が大きく変動しない燃料種があること、及び実測調査に要するコストや作業負荷と排出量への影響とのバランス等を踏まえ、選別した。

設定方法は「1.業界団体提供データを用いた設定」「2.既存統計・文献及び推計式等を用いて設定」あるいは「3.現行値を継続使用」の3手法に分別される。このうち1.及び2.について、2013年度値設定時の推計手法を踏襲する場合は戒能(2014)を参照した。

上記により得られた発熱量・炭素排出係数の妥当性を評価するため、2013年度改定値及び2006年IPCCガイドラインデフォルト値との比較検証を行った。また、石炭製品製造・石油製品製造部門におけるエネルギー・炭素収支を確認し、上記の発熱量・炭素排出係数の設定により産出量が投入量を上回らないことを確認した。

(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、鉄鋼系ガス生成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

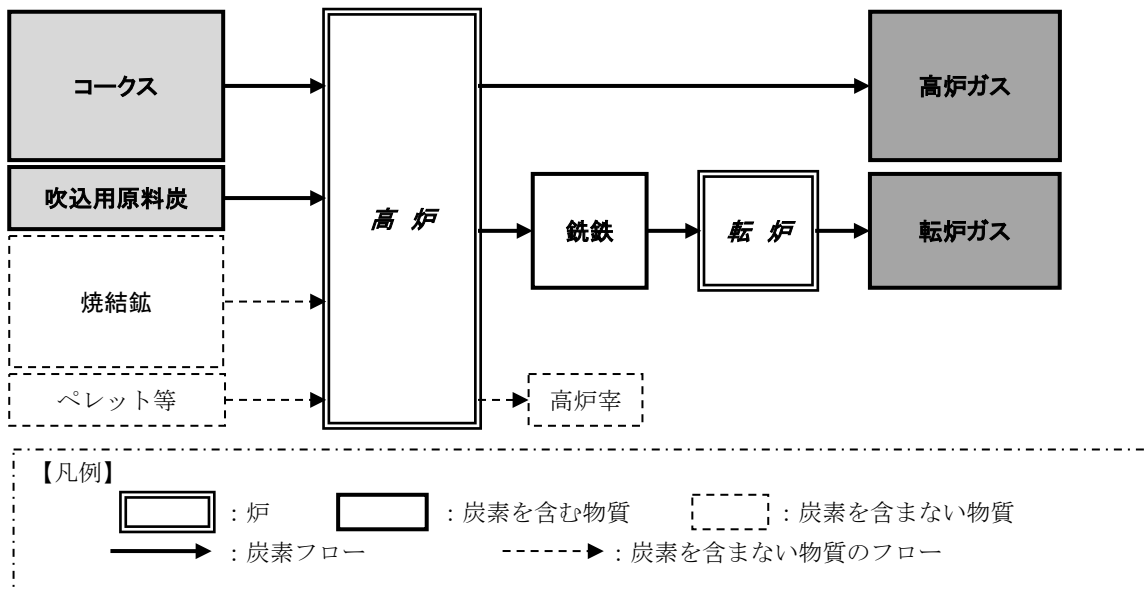


図 3-3 鉄鋼製造における炭素フローの概略図

表 3-15 高炉ガスの炭素排出係数の算定過程

鉄鋼系ガス	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	備考	
Input																	
吹込用原料炭	kt-C	1,650	2,619	3,351	3,014	3,444	3,669	4,019	4,401	4,283	4,180	4,206	4,250	4,094	4,043	2,965	A
コークス	kt-C	12,739	11,400	12,221	11,497	11,194	10,137	10,187	10,870	10,917	10,270	10,196	9,739	9,586	9,273	7,833	B
合計	kt-C	14,389	14,019	15,572	14,511	14,637	13,806	14,206	15,271	15,200	14,449	14,402	13,989	13,680	13,316	10,799	C: A + B
Output																	
転炉ガス	kt-C	2,541	2,359	2,726	2,804	2,798	2,502	2,612	2,955	2,941	2,778	2,770	2,589	2,552	2,478	2,066	D
差	kt-C	11,848	11,660	12,846	11,707	11,839	11,304	11,594	12,316	12,260	11,671	11,632	11,400	11,127	10,838	8,733	E: C - D
Output																	
高炉ガス	PJ	434.8	433.5	481.8	441.4	448.7	429.6	442.8	464.5	461.7	440.1	438.9	429.8	423.2	412.4	331.1	F
EF 高炉ガス	t-C/TJ	27.2	26.9	26.7	26.5	26.4	26.3	26.2	26.5	26.6	26.5	26.5	26.5	26.3	26.3	26.4	E/F

(c) 都市ガス

都市ガスは、ガス小売事業者、一般ガス導管事業者、特定ガス導管事業者（旧一般ガス事業者等）が供給する一般ガスと、ガス小売事業のうち特定ガス発生設備においてガスを発生させ、導管によりこれを供給する事業者（旧簡易ガス事業者）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、一般ガス製造部門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。

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

EF : 炭素排出係数 [t-C/TJ]

A : エネルギー量 [TJ]

P : 生産量 [TJ]

CG : 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、バイオガス）

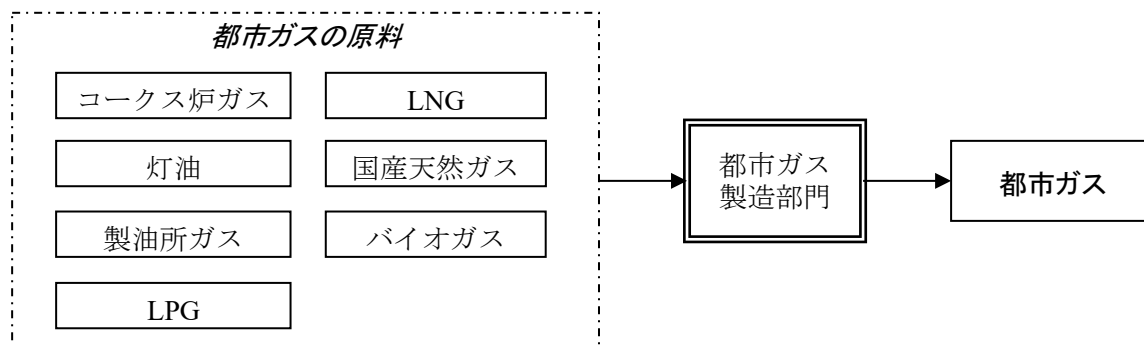


図 3-4 都市ガスの製造フロー

表 3-16 一般ガスの炭素排出係数の算定過程

一般ガス		1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	備考
Input																	
コークス炉ガス	kt-C	211	134	105	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a1
灯油	kt-C	200	275	69	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a2
製油所ガス	kt-C	186	199	186	145	89	83	82	67	56	37	48	43	46	77	81	a3
LPG	kt-C	1,957	2,129	1,809	1,092	786	869	891	930	992	818	837	947	965	942	932	a4
LNG	kt-C	6,473	9,429	12,051	17,146	21,357	21,957	22,216	21,709	21,863	21,868	22,907	23,252	22,682	21,960	21,239	a5
国産天然ガス	kt-C	551	661	848	1,190	1,603	1,635	1,557	1,498	1,479	1,435	1,415	1,347	1,187	1,048	991	a6
合計	kt-C	9,577	12,827	15,068	19,601	23,834	24,544	24,746	24,205	24,390	24,159	25,205	25,589	24,879	24,028	23,243	A: Σ a
Output																	
一般ガス	PJ	664.7	892.3	1,061.1	1,392.0	1,700.3	1,750.3	1,764.1	1,724.3	1,737.3	1,722.1	1,796.5	1,822.5	1,781.9	1,720.8	1,664.7	B
EF 一般ガス	t-C/TJ	14.4	14.4	14.2	14.1	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	A/B

○ 酸化係数

燃料種別に、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。

・ 気体燃料

気体燃料の燃焼については、電気事業連合会による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。

・ 液体燃料

液体燃料については、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。

・ 固体燃料

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。石炭灰は有効利用又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、我が国の固体燃料燃焼に係る酸化係数は1.0と設定した。

■ 活動量

本カテゴリーの活動量については、「総合エネルギー統計」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3-17に示す。

表 3-17 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	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
液体燃料	2,596	2,198	1,618	1,669	1,352	1,885	2,166	1,866	1,465	1,312	1,168	1,032	895	795	680
固体燃料	1,235	1,542	1,951	2,586	2,757	2,655	2,835	3,121	3,061	3,038	3,039	3,096	2,917	2,850	2,744
気体燃料	1,564	1,786	2,167	2,021	2,624	3,266	3,475	3,488	3,552	3,300	3,394	3,218	3,033	2,846	2,925
その他化石燃料	IE	IE	0.3	5	5	5	5	0.1	1	1	1	1	1	1	1
バイオマス	0.04	0.1	0.1	26	28	28	28	31	32	32	48	84	92	140	156
合計	5,395	5,526	5,737	6,308	6,766	7,838	8,510	8,506	8,111	7,683	7,649	7,432	6,938	6,632	6,507

(注) 燃料種区分は共通報告様式 (CRF) に準じている。

「総合エネルギー統計」は、日本国内に供給された石炭・石油・天然ガスなどのエネルギー源が、どのような形態に転換され、日本国内においてどの部門によりどのような形で消費されたのかを捉え、国内のエネルギー需給の状況を表した統計 (エネルギーバランス表) である。この統計の目的は、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」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、13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、再生可能エネルギー (水力を除く)、水力発電 (揚水除く)、揚水発電、未活用エネルギー、原子力発電、電力、熱) と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（各種公的統計からモジュールを通して、詳細表、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、直近の実測データや各種公的文献・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ウェブサイトで1990年度から入手可能である。

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html#headline2

また、「総合エネルギー統計」の簡易表を別添4（A4.2）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、石炭製品製造（#210000）、石油製品製造（#220000）、ガス製造（#230000）、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事業用発電（#240000）、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（#270000）、及び各エネルギー産業における自家消費（石炭製品製造（#301100）、石油製品製造（#301200）、ガス製造（#301300）、事業用電力（#301400）、地域熱供給（#301500））の各部門の値を用いている。

これに加え、1990～2015年度までの電気業（#255330）における自家用発電の化石燃料消費量も、エネルギー産業に含めている。これは、2006年IPCCガイドラインでは、発電を主たる業とする事業者は発電及び熱供給（1.A.1.a）に含めることとされており、2015年度までの電気業（#255330）には主に発電を主たる業とする独立系発電事業者（IPP）が含まれているためである。なお、電力小売全面自由化を定めた改正電気事業法が2016年4月に施行されたことに伴い電気事業者の定義が変更されたため、2016年度以降はIPP等の発電を主たる業とする事業者については電気業（#255330）ではなく事業用発電（#240000）に含まれている。

「総合エネルギー統計」の部門とCRFの部門対応を表3-18に示す。

表 3-18 「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	#240000
		自家消費 事業用電力	#301400
		地域熱供給	#270000
		自家消費 地域熱供給	#301500
		自家用発電 電気業(2015まで)	#255330
1A1b	Petroleum refining	石油製品製造	#220000
		自家消費 石油製品製造	#301200
		自家用発電 石油製品	#253171
		自家用蒸気発生 石油製品	#263171
		最終エネルギー消費 石油製品製造業(除 石油製品)	#626510
		▲非エネルギー利用(石油製品)	#951540
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	石炭製品製造	#210000
		自家消費 石炭製品製造	#301100
		自家用発電 石炭製品他	#253175
		自家用蒸気発生 石炭製品他	#263175
		最終エネルギー消費 石炭製品製造業他(除 石炭製品)	#626550
		ガス製造	#230000
		自家消費 ガス製造	#301300

(注) ▲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。

○ 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。エネルギー源別の高位発熱量の推移を表 3-19 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総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、直近の実測データや各種公的文献・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 年に一度改定されており、これまで、2000、2005、2013、2018 年度値に対して改定が実施された。

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。

表 3-19 エネルギー源別の高位発熱量の推移

エネルギー源		コード	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
固体燃料	石炭	原料炭	S0110	MJ/kg	31.8	30.5	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8	
		コークス用原料炭	S0111	MJ/kg	31.8	30.5	29.1	29.1	29.1	29.1	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9
		吹込用原料炭	S0112	MJ/kg	31.8	30.5	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.3	28.3	28.3
		輸入一般炭	S0121	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.1	26.1	26.1	26.1
		汎用輸入一般炭	S0122	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.1	26.1	26.1	26.1
		発電用輸入一般炭	S0123	MJ/kg	24.9	26.1	26.4	25.5	25.3	25.3	25.3	26.0	25.5	25.3	25.1	25.0	24.8	24.5	24.4	24.4
	石炭製品	国産一般炭	S0124	MJ/kg	24.3	24.3	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	24.2	24.2	24.2	
		無煙炭	S0130	MJ/kg	27.2	27.2	27.2	26.9	26.9	26.9	26.9	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
		コークス	S0211	MJ/kg	30.1	30.1	30.1	29.4	29.4	29.4	29.4	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	29.0	29.0	29.0	
		コールタール	S0212	MJ/kg	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	
		練豆炭	S0213	MJ/kg	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	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	S0221	MJ/m ³	21.5	21.6	21.3	21.4	21.3	21.1	20.7	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.4	18.4	18.4	
	原油	高炉ガス	S0222	MJ/m ³	3.5	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
転炉ガス		S0225	MJ/m ³	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5		
精製用原油		S0310	MJ/L	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.1	38.1	
精製用純原油		S0311	MJ/L	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.1	38.1	
精製用粗残油		S0312	MJ/L	38.3	38.3	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1	41.3	40.9	40.6	40.8	40.3	40.2	40.1	39.9		
発電用原油		S0320	MJ/L	39.1	39.2	39.6	38.5	39.7	39.4	39.3	39.3	39.4	39.8	40.0	39.5	39.8	40.1	40.4		
瀝青質混合物		S0321	MJ/kg	30.1	30.3	29.9	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4		
NGL・コンデンセート		S0330	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	36.9	34.8	34.8	34.7	34.6	34.8	34.5	34.5	34.6	34.6		
精製用NGLコンデンセート		S0331	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	36.9	34.8	34.8	34.7	34.7	34.8	34.6	34.5	34.7	34.6		
発電用NGLコンデンセート		S0332	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	36.9	34.8	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2		
石油化学用NGLコンデンセート		S0333	MJ/L	35.7	35.5	35.4	35.0	34.8	36.9	34.8	34.6	34.5	34.4	34.7	34.4	34.3	34.3	34.3		
液体燃料		原料油	純ナフサ	S0420	MJ/L	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	
			改質生成油	S0421	MJ/L	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	
	燃料油	ガソリン(原油由来) ¹⁾	S0431	MJ/L	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4		
		ガソリン(バイオマス考慮) ²⁾		MJ/L	34.6	34.6	34.6	34.6	34.5	34.5	34.5	33.3	33.3	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2		
		ジェット燃料油	S0432	MJ/L	36.4	36.4	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.3	36.3	36.2	36.3	36.4	36.4	36.3		
		灯油	S0433	MJ/L	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7	36.7	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5		
		軽油(原油由来) ¹⁾	S0434	MJ/L	38.1	38.1	38.2	37.8	38.1	38.0	37.9	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0		
		軽油(バイオマス考慮) ²⁾		MJ/L	38.1	38.1	38.2	37.8	38.1	38.0	37.9	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0		
		A重油	S0436	MJ/L	39.7	39.6	39.3	39.1	39.9	39.8	39.8	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9		
		C重油	S0437	MJ/L	40.2	40.3	40.3	40.3	40.4	40.0	40.6	41.2	40.9	41.4	41.0	41.1	41.1	41.1		
		B重油	S0438	MJ/L	40.2	40.2	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4	40.4		
		一般用C重油	S0439	MJ/L	40.2	40.3	40.3	40.3	40.4	40.0	40.6	41.2	40.9	41.4	41.0	41.1	41.1			
	発電用C重油	S0440	MJ/L	41.1	41.1	41.3	41.2	41.3	41.2	41.2	41.2	41.4	41.0	41.5	41.6	41.6				
潤滑油	S0451	MJ/L	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2					
他石油製品	他重質石油製品	S0452	MJ/kg	39.2	39.3	39.4	39.4	39.4	39.0	39.6	40.2	39.9	40.4	40.0	40.1	40.0				
	オイルコークス	S0455	MJ/kg	35.6	35.6	35.6	29.9	29.9	29.9	29.9	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3				
	電気炉ガス	S0456	MJ/m ³	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5				
	製油所ガス	S0457	MJ/m ³	39.3	39.3	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1	46.1				
液化石油ガス(LPG)	S0458	MJ/kg	50.5	50.6	50.7	50.7	50.8	50.8	50.8	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1					
気体燃料	天然ガス	輸入天然ガス(LNG)	S0510	MJ/kg	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.7	54.7			
		国産天然ガス	S0520	MJ/m ³	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.7	44.8	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	38.4	38.4		
		ガス田・随伴ガス	S0521	MJ/m ³	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.7	44.8	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	38.4	38.4		
		炭鉱ガス	S0522	MJ/m ³	36.0	36.0	16.7	16.7	16.7	16.7	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1			
		原油溶解ガス	S0523	MJ/m ³	42.1	42.4	42.6	42.9	44.7	44.7	44.8	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	38.4	38.4		
	ガ都ス市	一般ガス	S0610	MJ/m ³	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	44.8	40.8	40.7	40.7	40.8	40.0	40.0			
簡易ガス	S0620	MJ/m ³	105.4	103.6	102.3	101.5	101.1	101.2	101.0	96.0	95.7	95.3	95.3	95.0	94.8	94.9				
(参考)	バイオマス	木材利用	SN131	MJ/kg	15.4	15.4	15.4	19.9	17.4	17.7	17.9	17.6	17.2	17.0	13.1	12.9	13.6	14.8		
		廃材利用	SN132	MJ/kg	16.7	16.7	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1			
		バイオエタノール	SN134	MJ/L	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4			
		バイオディーゼル	SN135	MJ/L	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4			
		黒液直接利用	SN136	MJ/kg	12.6	12.6	12.6	13.2	13.2	13.2	13.2	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6			
		バイオガス	SN137	MJ/m ³	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2			

1) レファレンスアプローチで使用。

2) 部門別アプローチで使用。

3) 2012年度迄は気体は原則全て 0°C, 1気圧 (ノルマル状態)、液体は常温、固体は全て「有水・有灰」状態での数値を示す。
2013年度以降は気体・液体は原則全て 25°C, 1 bar (標準環境状態 SATP)、固体は全て「有水・有灰」状態での数値を示す。

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、炭素排出係数の元データから得られる 95%信頼区間の上限値、下限値等から設定した。また、活動量の不確実性は、出典である「総合エネルギー統計」における燃料種別・部門別のエネルギー消費量の不確実性を設定することが困難であるため、1990～2017年度の固体燃料、液体燃料、気体燃料の統計誤差率（対国内供給）の標準偏差から上限値、下限値を設定した。その結果、固体燃料、液体燃料、気体燃料の燃焼による CO₂ 排出量の不確実性は燃料の燃焼部門全体で-4～+2%と評価された。エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却による CO₂ 排出量の不確実性は、7.4.3.節を参照のこと。

■ 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。

時系列の一貫性の観点から、「総合エネルギー統計」における 1990～2015年度の自家用発電の電気業（#255330）の化石燃料消費量は発電及び熱供給（1.A.1.a）の活動量に含めている。3.2.4. b) 節の活動量の説明を参照のこと。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、1990～1992、1995～2019年度について排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新及び算定方法の改善に伴い、2005～2019年度のその他化石燃料の CO₂ 排出量が再計算された。詳細は 7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第10章参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

発熱量及び炭素排出係数の設定作業において、オイルコークスの炭素排出係数について、我が国の実態を反映するに足る試料数が確保できなかったことから、今後十分な試料数を確保したうえで設定の検討を行う必要がある。

3.2.5. 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

本カテゴリーでは、発電・熱供給（1.A.1.a）、石油精製（1.A.1.b）、固体燃料製造等（1.A.1.c）におけるエネルギー転換に伴う 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。したがって、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 N_2O 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 N_2O 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、 N_2O の排出が大きくなる。また、 N_2O 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。

我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 N_2O 排出がある。我が国では 1990 年以降流動床ボイラーの新設が進んでおり、このカテゴリーからの排出量の増加に寄与している。発電・熱供給 (1.A.1.a) における固体燃料の燃焼による N_2O 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。

コークスの製造に伴い排出される CH_4 は当該カテゴリーに報告する。コークス炉炉蓋からの漏洩ガス中の N_2O 濃度の実測結果は得られていないが、専門家意見によるとコークス炉内は通常 1,000°C 以上の還元雰囲気であり N_2O は発生しないと考えられる。

b) 方法論

■ 算定方法

○ 各種炉

本カテゴリーにおける化石燃料の燃焼に伴う CH_4 , N_2O 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が炉種別に設定可能であることから、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol.2、page 1.9、Fig.1.2) に従い、Tier 3 法を用い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た。

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

E : 化石燃料の燃焼に伴う固定発生源からの CH_4 , N_2O 排出量 [kg- CH_4 , kg- N_2O]

EF_{ij} : 燃料種 i 、炉種 j における排出係数 [kg- CH_4 /TJ, kg- N_2O /TJ]

A_{ijk} : 燃料種 i 、炉種 j 、部門 k におけるエネルギー消費量 [TJ]

i : 燃料種

j : 炉種

k : 部門

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーでの燃焼に伴う CH_4 、 N_2O 排出については、我が国独自の排出係数が発電施設及び熱利用施設の施設別に設定可能であることから、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol.2、page 1.9、Fig.1.2) に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定した。ただし、バイオガスは、国独自の排出係数が利用可能ではないため、Tier1 法を用いて算定した。

○ コークス製造

コークス製造に伴う CH_4 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインに示された手法に基づき、コークスの生産量に我が国独自の排出係数を乗じて算定した。

○ エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

■ 排出係数

○ 各種炉

表 3-20 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 3-21）、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。

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

EF	: 排出係数 [kg-CH ₄ /TJ, kg-N ₂ O/TJ]
C_{CH_4, N_2O}	: 排ガス中の CH ₄ 濃度、N ₂ O 濃度 [ppm]
G_0'	: 燃焼された燃料の理論排ガス量（乾き）[m ³ N/固有単位]
A_0	: 燃焼された燃料の理論空気量 [m ³ N/固有単位]
m	: 空気比≒実際空気量/理論空気量 [-]
MW	: CH ₄ の分子量（定数）= 16 [g/mol] N ₂ O 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 ⁻³ m ³ /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 [%]

燃料種、炉種別の CH₄、N₂O 排出係数は、各施設における排出係数の値を燃料種、炉種別に区分した上で平均して設定した（表 3-22、表 3-23）。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、環境省（2006a）を参照のこと。

【排出係数の吸気補正について】

我が国では、2005 年提出インベントリまで、固定発生源からの非 CO₂ 排出係数を、排出量算定方法に関する過去の検討結果（大気環境学会（1996）等）を踏まえ、排気ガス中の濃度と吸気ガス中の濃度の差を考慮して設定（吸気補正）してきた。このうち、一部の排出源については、吸気ガス中に存在する CH₄ 又は N₂O が燃焼作用によって酸化あるいは分解され、排気ガス中の濃度が吸気ガス中の濃度よりも低くなるとの実測データを基に、排出係数を負の値としてきた。しかし、2003 年訪問審査では、正確な排出量の把握の上では吸気補正の実施を行うべきだが、国際的な比較の観点から、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び「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)）において、排出量の算定には排気ガス中の CH₄ 又は N₂O の実排出量に基づく正の排出係数を用いるべきとされており、これに従うべきとの指摘を受けた。そのため、2006 年以降提出のインベントリでは、吸気補正は行わず、排気ガス中の CH₄ 又は N₂O の濃度の測定値をそのまま用いた排出係数を設定することとした。

表 3-20 燃料種別の理論排ガス量、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	
		$G_0^{1)}$	$GCV^{2)}$	$A_0^{1)}$		
		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	a	
B 重油	L	9.300	40,400	9.900	a	
C 重油	L	9.500	41,700	10.100	a	
軽油	L	8.800	38,200	9.400	a	
灯油	L	8.400	36,700	9.100	a	
原油	L	8.747	38,200	9.340	a	
ナフサ	L	7.550	34,100	8.400	a	
その他液体	L	9.288	37,850	9.687	b	
その他液体 (重質)	L	9.064	37,674	9.453	b	
その他液体 (軽質)	L	9.419	35,761	9.824	b	
石炭 (一般炭)	kg	7.210	26,600	7.800	a	
コークス	kg	7.220	30,100	7.300	a	
木材	kg	3.450	14,367	3.720	b	
木炭	kg	7.600	30,500	7.730	c	
その他固体	kg	7.000	33,141	7.000	b	
都市ガス	m ³	9.850	46,047	10.949	b	
COG (コークス炉ガス)	m ³	4.500	21,100	4.800	a	
BFG (高炉ガス)	m ³	1.460	3,410	0.626	a	
LNG (液化天然ガス)	kg	11.766	54,500	13.093	a	
LPG (液化石油ガス)	kg	11.051	50,200	12.045	a	
CFG (LDG) (転炉ガス)	m ³	2.200	8,410	1.500	a	
製油所ガス (オフガス)	m ³	11.200	44,900	12.400	a	
その他気体	m ³	4.587	28,465	4.096	b	
その他気体 (石油)	m ³	7.889	40,307	7.045	b	
その他気体 (鉄鋼)	m ³	2.812	19,097	2.511	b	
その他気体 (鋳業)	m ³	3.396	38,177	3.032	b	
その他気体 (その他)	m ³	4.839	23,400	4.321	b	
パルプ廃液	kg	3.245	13,898	3.499	b	
電力	kWh	—	3,600	—	a	

(注)

- 1) 理論排ガス量及び理論空気量は、環境省「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。
- 2) 高位発熱量については、備考欄が a 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 b 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。備考欄が c 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 3-21 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「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」(1991)
2	兵庫県「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」(1991)
3	大阪市「固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査」(1991)
4	北海道「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」(1992)
5	兵庫県「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」(1992)
6	北九州市「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」(1992)
7	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数作成調査」(1993)
8	兵庫県「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」(1994)
9	神奈川県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1995)
10	新潟県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1995)
11	大阪府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1995)
12	広島県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1995)
13	福岡県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」(1995)
14	大阪市「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1995)
15	神戸市「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1995)
16	北海道「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1996)
17	石川県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1996)
18	京都府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1996)
19	大阪府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1996)
20	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1996)
21	広島県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1996)
22	福岡県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」(1996)
23	京都府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1997)
24	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1997)
25	福岡県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」(1997)
26	大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書－排出量推計手法－」(1996)
27	大阪府「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」(1999)
28	兵庫県「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書」(2000)
29	財団法人エネルギー総合工学研究所「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」(2000)
30	環境省 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(1999)
31	電気事業連合会提供データ
32	2006年IPCCガイドライン
33	林野庁木材利用課「平成26年度木材利用推進・省エネ省CO ₂ 実証事業」(2015)
34	環境省「平成29年度バイオマスボイラーからの温室効果ガス排出量の実態把握に関する調査」(2018)

表 3-22 燃料種別、炉種別 CH₄ 排出係数 (単位: kg-CH₄/TJ、高位発熱量ベース)

エネルギー源	コード	ボイラー	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	金属(鉄鋼用、非鉄金属用)ベレット焼成炉	溶鉱炉、転炉、平炉	鉄鋼・非鉄金属用	金属熱処理炉、金属鍛造炉	金属圧延加熱炉、石油加熱炉、ガス加熱炉	触媒再生塔	レンガ焼成炉、陶磁器焼成炉、その他の焼成炉	骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉、レンガ原料乾燥炉	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	\$0110	0.13	31	1.7	NA	13	13	NA	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA
	コークス用原料炭	\$0111														
	吹込用原料炭	\$0112														
	輸入一般炭	\$0121														
	汎用輸入一般炭	\$0122														
	発電用輸入一般炭	\$0123														
	国産一般炭	\$0124														
無煙炭	\$0130															
石炭製品	コークス	\$0211	0.13	31	1.7	NA	13	13	0.054	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA
	コークス用原料炭	\$0212														
	練豆炭	\$0213														
	コークス炉ガス	\$0221														
	高炉ガス	\$0222														
転炉ガス	\$0225															
原油	精製用原油	\$0310	0.10	31	1.7	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54
	発電用原油	\$0320														
	瀝青質混合物	\$0321														
	NGL・コンデンサート	\$0330														
石油製品	純ナフサ	\$0420	0.26	31	1.7	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54
	改質生成油	\$0421														
	ガソリン	\$0431														
	ジェット燃料油	\$0432														
	灯油	\$0433														
	軽油	\$0434														
	A重油	\$0436														
	C重油	\$0437														
	B重油	\$0438														
	一般用C重油	\$0439														
	発電用C重油	\$0440														
	潤滑油	\$0451														
	他重質石油製品	\$0452														
	オイルコークス	\$0455														
電気炉ガス	\$0456															
製油所ガス	\$0457	0.23	31	1.7	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54	
液化石油ガス (LPG)	\$0458															
天然ガス	輸入天然ガス (LNG)	\$0510	0.23	31	1.7	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54
	国産天然ガス	\$0520														
	ガス田・随伴ガス	\$0521														
	炭鉱ガス	\$0522														
	原油溶解ガス	\$0523														
都市ガス	一般ガス	\$0610	0.23	31	1.7	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	2.3	0.81	0.70	54
	簡易ガス	\$0620														
バイオマス	木材利用	発電施設	\$N131	0.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		熱利用施設														
	廃材利用	発電施設	\$N132	0.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	黒液直接利用	\$N136	4.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオガス	\$N137	0.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
バイオマスその他	\$N138	16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

表 3-23 燃料種別、炉種別 N₂O 排出係数 (単位: kg-N₂O/TJ、高位発熱量ベース)

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	溶鉄・非鉄金属用 溶鉄炉、転炉、平炉	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	\$0110	0.85	54	0.85	NA	1.1	NA	NA	1.1	NA	NA	NA
	コークス用原料炭	\$0111											
	吹込用原料炭	\$0112											
	輸入一般炭	\$0121											
	汎用輸入一般炭	\$0122											
	発電用輸入一般炭	\$0123											
	国産一般炭	\$0124											
無煙炭	\$0130	0.85											
石炭製品	コークス	\$0211	0.85	54	0.85	NA	1.1	7.3	NA	1.1	NA	NA	NA
	コールタール	\$0212											
	練豆炭	\$0213											
	コークス炉ガス	\$0221											
	高炉ガス	\$0222											
転炉ガス	\$0225	NA											
原油	精製用原油	\$0310	0.22	0.22	0.22	NA	0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2	0.85
	発電用原油	\$0320											
	瀝青質混合物	\$0321											
	NGL・コンデンセート	\$0330											
石油製品	純ナフサ	\$0420	0.19	0.19	0.19	NA	0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2	0.85
	改質生成油	\$0421											
	ガソリン	\$0431											
	ジェット燃料油	\$0432											
	灯油	\$0433											
	軽油	\$0434											
	A重油	\$0436											
	C重油	\$0437	0.22	0.22	0.22								
	B重油	\$0438											
	一般用C重油	\$0439											
	発電用C重油	\$0440											
	潤滑油	\$0451	0.19	0.19	0.19		1.15	7.3	NA	1.1	NA	NA	NA
	他重質石油製品	\$0452	0.85	54	0.85								
	オイルコークス	\$0455											
電気炉ガス	\$0456	0.17	0.17	0.17	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85		
製油所ガス	\$0457											NA	
液化石油ガス (LPG)	\$0458												
天然ガス	輸入天然ガス (LNG)	\$0510	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85
	国産天然ガス	\$0520											
	ガス田・随伴ガス	\$0521											
	炭鉱ガス	\$0522											
	原油溶解ガス	\$0523											
都市ガス	一般ガス	\$0610	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85
	簡易ガス	\$0620											
バイオマス	木材利用	発電施設	\$N131	0.87	0.87	0.87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		熱利用施設	1.60	1.60	1.60	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	廃材利用	発電施設	\$N132	0.87	0.87	0.87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		熱利用施設	1.60	1.60	1.60	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	黒液直接利用	\$N136	0.17	0.17	0.17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオガス	\$N137	0.09	0.09	0.09	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	バイオマスその他	\$N138	1.60	1.60	1.60	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの燃料種別施設別 CH₄、N₂O 排出係数は、表 3-22、表 3-23 に示すとおり。

木材、廃材、バイオマスその他の排出係数は、環境省（2018）及び林野庁（2015）の実測結果をもとに、現状の木質バイオマスの利用状況を踏まえ、国独自の排出係数を設定した。

黒液の排出係数は、表 3-20 に示すパルプ廃液の理論排ガス量（乾）、理論空気量、高位発熱量を用いて設定した。

バイオガスの排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いた（Vol.2、page 2.16-2.23、table 2.2-2.5）。デフォルト値は低位発熱量ベースで示されているため、0.9（気体燃料）を乗じて高位発熱量へ換算した（2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2、page 1.16）。

○ コークス製造

コークス製造時の CH₄ 排出には、炭化室から燃焼室へのガス漏れによる燃焼排ガス中の CH₄ と、石炭の乾留過程において発生した CH₄ のうちコークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔から排出される CH₄ の二つの発生源がある。

【燃焼排ガス】

国内主要 5 社・7 事業所におけるコークス炉排ガス中の CH₄ 濃度（日本鉄鋼連盟調べ、1999 年度実績）を、コークス生産量を用いて加重平均した値を排出係数として設定した。排出係数は、0.089 [kgCH₄/t]。

【コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔】

日本鉄鋼連盟では、有害大気汚染物質の自主管理計画を 1997 年度より実施しており、コークス炉炉蓋等からの他物質の排出より CH₄ 排出量が推計されている。これらのデータを、コークス生産量を用いて加重平均した値を排出係数として設定した。

表 3-24 コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔の CH₄ 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CH ₄ EFs	kg-CH ₄ /t	0.238	0.238	0.119	0.043	0.031	0.042	0.045	0.039	0.038	0.036	0.033	0.031	0.027	0.030	0.030

（出典）日本鉄鋼連盟提供データ

（注） 1990～1996 年度については、排出係数の変動が小さいと仮定し、1995 年の実績値を実績のない他の年度に適用している。1997～1999 年度については、1998、1999 年度も 1997 年度値（0.18）と同等と仮定している。2000 年度以降は実績値。

【コークス製造時の CH₄ 排出係数】

前述の、「燃焼排ガス」と「コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔」を加えた値を排出係数として用いた。

■ 活動量

○ 各種炉

「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環境省「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計である経済産業省「石油等消費動態統計年報」、資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」、資源エネルギー庁「電力調査統計」及び資源エネルギー庁「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

一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、概ね3年ごとに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。各年度の炉種別の燃料消費量割合は表 3-25 のとおり設定した。

表 3-25 炉種別の燃料消費量割合の設定方法

年度	設定方法
1990～1991	1989年度と1992年度の調査結果による内挿値
1992	1992年度の調査結果
1993～1994	1992年度と1995年度の調査結果による内挿値
1995	1995年度の調査結果
1996	1996年度の調査結果
1997～1998	1996年度と1999年度の調査結果による内挿値
1999	1999年度の調査結果
2000～2007	1999年度と2008年度の調査結果による内挿値
2008	2008年度の調査結果
2009～2010	2008年度の調査結果を据え置き ¹⁾
2011	2011年度の調査結果
2012～2013	2011年度と2014年度の調査結果による内挿値
2014	2014年度の調査結果
2015～2016	2014年度と2017年度の調査結果による内挿値
2017	2017年度の調査結果
2018～	2017年度の調査結果を据え置き

(注)

- 1) 2011年3月に発生した東日本大震災の影響で2011年度の調査結果は2008年度と大きく異なることから、内挿せず2008年度データを据え置きとした。

活動量の算定の具体的な手順は以下のとおりである。

- 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。

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

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

- 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 [TJ]

【「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。

【東日本大震災による炉種別の燃料消費量割合への影響について】

2011年3月に発生した東日本大震災の影響により、2011年度の「大気汚染物質排出量総合調査」の結果が部門によってはその前後の年度の炉種別の燃料消費量割合の変化に大きく影響することとなった。

2018年提出インベントリに対して UNFCCC インベントリ審査で受けた勧告 (FCCC/ARR/2018/JPN、パラグラフ E.12) では、石油精製部門 (1.A.1.b) の気体燃料の CH₄ の IEF (見かけの排出係数) が 2010 年度 (6.32 kg/TJ) から 2011 年度 (0.28 kg/TJ) に、N₂O の IEF が 2010 年度 (0.42 kg/TJ) から 2011 年度 (0.20 kg/TJ) に大きく減少したと指摘されたが、これは当該調査の炉種別の燃料消費量割合を活動量に反映したことにより、排出係数の大きい「ガス機関 (CH₄ 排出係数: 54 kg/TJ、N₂O 排出係数: 0.85 kg/TJ)」及び「その他の工業炉 (CH₄ 排出係数: 2.29 kg/TJ、N₂O 排出係数: 1.2 kg/TJ)」の気体燃料消費量が 2010 年度から 2011 年度にかけて大きく減少したことによる影響が大きい。

一方、同時に上記の勧告では同部門の気体燃料の IEF について 2018 年提出の再計算値が 2017 年提出に比べて大きい年があると指摘された (CH₄ の 2012 年度は 15.3%増、2013 年度は 33.9%増、2014 年度は 50.7%増、2015 年度は 36.5%増、N₂O の 2012 年度は 15.1%増、2013 年度は 33.0%増、2014 年度は 49.4%増、2015 年度は 37.6%増)。これは前述のケースとは逆に、2014 年度の「大気汚染物質排出量総合調査」結果での炉種別の燃料消費割合を同年度のインベントリに反映した結果、排出係数の大きい「ガスタービン (CH₄ 排出係数: 0.81 kg/TJ、N₂O 排出係数: 0.58 kg/TJ)」及び「その他の工業炉 (排出係数は前述のとおり)」の両炉種での気体燃料消費量が震災直後の 2011 年度調査結果反映時から大きく増加したことによる影響が大きい。2017 年提出インベントリでは 2011 年度調査結果での炉種別の燃料消費量割合が 2011 年度から 2015 年度までの活動量に反映されていた。2018 年提出インベントリでは、まず 2014 年度調査時の炉種別の燃料消費量割合を 2014 年度の炉種別の活動量に反映し、更に年度間で炉種別の燃料消費量割合の内挿・据置処理を行って 2012、2013 及び 2015 年度の炉種別の活動量を計算して再計算を行った結果、2012～2015 年度の排出量及び IEF が大きく増加することとなった。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの活動量は、「総合エネルギー統計」の木材、廃材、黒液、バイオガス、バイオマスその他における部門別消費量を用いた。木材及び廃材については、「総合エネルギー統計」の事業用発電部門及び自家用発電部門の消費量を発電施設、それ以外の部門の消費量を熱利用施設と想定した。

○ コークス製造

コークス製造時の CH₄ 排出の活動量として、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示されたコーク

スの生産量を用いた。

表 3-26 コークス生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
コークス生産量	kt	47,338	42,279	38,511	38,009	37,036	34,875	35,024	35,082	33,785	32,439	33,138	32,587	32,659	32,640	29,287

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

○ 各種炉（バイオマスボイラー含む）

2006年 IPCC ガイドラインのデフォルトの排出係数を使用している場合は、デフォルトの排出係数の不確実性を設定し、我が国独自の排出係数を使用している場合は、当該排出係数の不確実性を設定した。

活動量については、出典である「総合エネルギー統計」における燃料種別・部門別のエネルギー消費量の不確実性を設定することが困難であるため、1990～2016年度の「石炭・石炭製品」、「原油・石油製品」、「天然ガス・都市ガス」、「バイオマスエネルギー」の統計誤差率（対国内供給）の標準偏差から上限値、下限値を設定した。

その結果、各種炉における CH₄ 排出量の不確実性は燃料の燃焼部門全体で-33～+46%、N₂O 排出量の不確実性は-33～+33%と評価された。

○ コークス製造

コークスの排出係数の不確実性については、コークス炉燃焼排ガスの排出係数とコークス炉炉蓋等の排出係数の不確実性を別々に評価した。コークス炉燃焼排ガスの排出係数は98.5%、コークス炉炉蓋等の排出係数の不確実性は61.8%と評価された。活動量の不確実性については、環境省（2006a）に記載の5%を採用した。

○ エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

■ 時系列の一貫性

○ 各種炉（バイオマスボイラー含む）

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。「総合エネルギー統計」の自家用発電部門の電気業に関する活動量については3.2.4. c) 節を参照のこと。

○ コークス製造

コークス製造の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990年度値から一貫した方法を使用して算定している。また、排出係数についても日本鉄鋼連盟からの提供データを受けて一貫した方法を使用して算定している。したがって、コークス製造による CH₄ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

○ エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

d) QA/QC と検証

■ QA/QC

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

■ 検証

現在使用している各種燃料の燃焼による N_2O の排出係数は、1990年代に調査された実測値により作成されたものを使用している。それ以来、省エネ技術の進歩等により燃焼条件が変化しているに伴い排出係数が変化している可能性があること、また、排出係数を定期的に見直す必要があることなどが 2009 年度に温室効果ガス排出量算定方法検討会より指摘された。加えて、2013年の対日審査において専門家審査チームから、当時の測定が現在のボイラー形式・技術にも適用できることを正当化できる追加情報の提供を強く勧告された。(FCCC/ARR/2013/JPN)

これを受けて、各種炉における排出量が多い固体燃料を燃焼する常圧流動床炉の N_2O 排出係数について、実測を 2009 年度に実施した。その結果、現状の排出係数と比較すると、値は同程度であり、1990年代の実測結果の妥当性が確認できた。

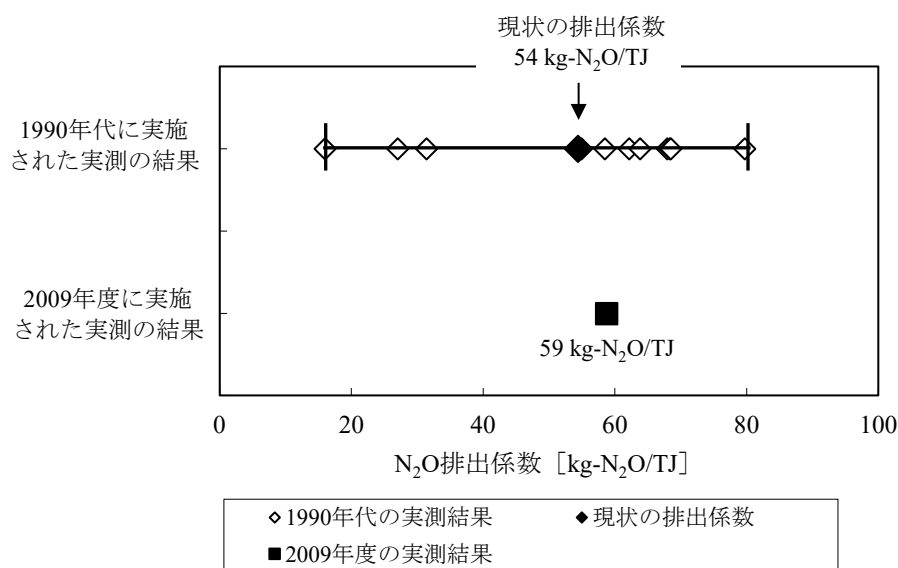


図 3-5 1990年代の調査結果と 2009年の調査結果との比較

(注) 図中 2009 年度の実測は 1 施設で 3 回測定した平均値を示す。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の 1990～1992、1995～2019 年度で活動量が更新されたため、当該年度の CH_4 及び N_2O 排出量が再計算された。

再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.6. 製造業・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

本カテゴリーでは、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・たばこ（1.A.2.e）、窯業土石（1.A.2.f）、その他（1.A.2.g）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。

2020年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は233,834 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の20.3%を占めている。うち「1.A.2.a 鉄鋼」からの排出が47.9%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

b) 方法論

■ 算定方法

エネルギー産業（1.A.1）と同様、2006年IPCCガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 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。3.2.4. b) 節を参照のこと。

2006年IPCCガイドラインに従い、「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「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」に報告している。

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、2006年IPCCガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.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7章を参照のこと。

バイオマスからのCO₂排出は、2006年IPCCガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めず、CRFに参考値として報告している。

■ 排出係数

エネルギー産業（1.A.1）に示した排出係数を用いた。3.2.4. 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 3-27 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
液体燃料	1,960	2,114	1,909	1,544	1,050	1,099	1,043	1,020	962	891	837	811	822	767	746
固体燃料	2,130	2,054	2,034	2,051	2,043	1,990	2,031	2,087	2,051	2,000	1,889	1,863	1,828	1,802	1,560
気体燃料	227	344	408	599	629	654	648	611	594	595	603	601	630	601	578
その他化石燃料	86	99	115	174	203	204	210	214	221	224	221	228	233	241	244
バイオマス	227	227	240	273	298	291	286	309	303	300	272	281	286	286	259
合計	4,629	4,837	4,705	4,641	4,224	4,238	4,218	4,241	4,131	4,010	3,821	3,785	3,799	3,697	3,387

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 #6xxxx¹¹）、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 #25xxxx）、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（自家用蒸気発生 #26xxxx）の合計としている。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（#6xxxx）には、原料用として用いられた分（非エネルギー利用 #95xxxx）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。

自家用発電及び自家用蒸気発生部門は、「総合エネルギー統計」においてはエネルギー転換部門に含まれるが、2006年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

¹¹ x は任意の数を表す。

ら排出される CO₂ は、その発電等を行った部門に報告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」に報告している。

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 3-28 に示す。

表 3-28 「総合エネルギー統計」とインベントリ (CRF 共通報告様式) の部門対応 (1.A.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 鉄鋼業	#253250
		自家用蒸気発生 鉄鋼業	#263220
		最終エネルギー消費 鉄鋼業	#629100
		▲非エネルギー利用 鉄鋼	#951560
1A2b	Non-ferrous metals	自家用発電 非鉄金属製造業	#253230
		自家用蒸気発生 非鉄金属製造業	#263260
		最終エネルギー消費 非鉄金属製造業	#629300
		▲非エネルギー利用 非鉄金属地金	#951570
1A2c	Chemicals	自家用発電 化学工業	#253160
		自家用蒸気発生 化学工業	#263160
		最終エネルギー消費 化学工業	#626100
		▲非エネルギー利用 化学	#951530
1A2d	Pulp, paper and print	自家用発電 パルプ・紙・紙加工品製造業	#253140
		自家用発電 印刷・同関連業	#253150
		自家用蒸気発生 パルプ・紙・紙加工品製造業	#263140
		自家用蒸気発生 印刷・同関連業	#263150
		最終エネルギー消費 パルプ・紙・紙加工品製造業	#624000
		最終エネルギー消費 印刷・同関連業	#625000
		▲非エネルギー利用 パルプ紙板紙	#951520
1A2e	Food processing, beverages and tobacco	自家用発電 食料品製造業	#253090
		自家用発電 飲料たばこ飼料製造業	#253100
		自家用蒸気発生 食料品製造業	#263090
		自家用蒸気発生 飲料たばこ飼料製造業	#263100
1A2f	Non-metallic minerals	最終エネルギー消費 食品飲料製造業	#621000
		自家用発電 窯業・土石製品製造業	#253210
		自家用蒸気発生 窯業・土石製品製造業	#263210
		最終エネルギー消費 窯業・土石製品製造業	#628100
1A2g	Other	▲非エネルギー利用 窯業・土石製品製造業	#951550
		自家用発電 農林水産鉱建設 (農林水産業[#251010-#251040]を除く。)	#251000
		自家用発電 製造業 (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#252000
		自家用蒸気発生 農林水産鉱建設 (農林水産業[#261010-#261040]を除く。)	#261000
		自家用蒸気発生 製造業 (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#262000
		最終エネルギー消費 農林水産鉱建設 (農林水産業[#611000]を除く。)	#610000
		最終エネルギー消費 製造業 (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#620000
		▲非エネルギー利用 農林水産鉱建設 (農林水産業を除く。)	#951100
▲非エネルギー利用 製造業(大規模・指定業種) (1A1b, 1A1c, 1A2aから1A2fに掲げられている業種を除く。)	#951500		
▲非エネルギー利用 製造業(中小規模他)	#951700		

(注) ▲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。3.2.4. c) 節を参照のこと。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、1990～1992、1994～2019年度について排出量の再計算を行った。

廃棄物分野における統計データの更新及び算定方法の改善に伴い、2005～2019年度のその他化石燃料のCO₂排出量が再計算された。詳細は7.4.3節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第10章参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.7. 製造業・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

本カテゴリーでは、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・たばこ（1.A.2.e）、窯業土石（1.A.2.f）、その他（1.A.2.g）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。

また、移動発生源のうち特殊自動車や作業用船舶等におけるエネルギー消費に伴うCH₄、N₂O排出も本カテゴリーで扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

○ 各種炉

エネルギー産業（1.A.1）と同様、2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 3法を用いて排出量を算定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーについては、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で算定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ 特殊自動車等

特殊自動車、作業用船舶等からの排出量を2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 3.34、Fig.3.3.1）に従い、Tier 1法で算定し、排出量をCRFの製造業及び建設業（1.A.2）の各部門に報告した。

○ エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3節を参照のこと。

■ 排出係数

○ 各種炉

エネルギー産業（1.A.1）で設定した各施設の排出係数を用いた。表 3-22、表 3-23 を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの排出係数は、エネルギー産業 (1.A.1) と同様の方法で設定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ 特殊自動車等

作業用船舶での A 重油の消費に係る排出係数については 2006 年 IPCC ガイドラインに記載の船舶のデフォルト値 (Vol.2, page 3.50, Table 3.5.3) に 0.95 (Vol.2, page 1.16) を乗じて高位発熱量ベースに換算し用いた。また、ガソリン、軽油、及び船舶用途以外の A 重油については、欧州環境機関 (2016) の Table 3-1 の「1.A.2.g.vii」の値を高位発熱量ベースに換算し用いた。

表 3-29 製造業及び建設業 (1.A.2) における特殊自動車等からの CH₄、N₂O 排出係数

燃料種	単位	CH ₄ 排出係数	N ₂ O 排出係数	出典
ガソリン	g/t	665	59	欧州環境機関 (2016)、Non-road mobile sources and machinery, Table 3-1
軽油 (船舶用途外 A 重油を含む)	g/t	83	135	
船舶用 A 重油	kg/TJ(NCV)	7	2	2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, Table 3.5.3

■ 活動量

○ 各種炉

「総合エネルギー統計」の部門別燃料種別燃料消費量に、平成 26 年度及び 27 年度の環境省調査結果に基づく移動・固定発生源別の燃料消費割合 (表 3-30) を乗じて、燃料消費量を移動発生源と固定発生源に振り分けた。

表 3-30 製造業及び建設業 (1.A.2) における移動・固定発生源別の燃料消費割合

CRF 区分	総合エネルギー統計における部門分類	ガソリン		軽油		A 重油		
		移動発生源	固定発生源	移動発生源	固定発生源	移動発生源 (船舶)	移動発生源	固定発生源
1A2a	鉄鋼業	1%	99%	16%	84%			
1A2b	非鉄金属製造業	24%	76%	1%	99%			
1A2c	化学工業	100%	0%	1%	99%			
1A2d	パルプ・紙・紙加工品製造業	74%	26%	10%	90%			
	印刷・同関連業			0%	100%			
1A2e	食品飲料製造業			1%	99%			
1A2f	窯業・土石製品製造業	7%	93%	1%	99%			
1A2g	金属製品製造業			1%	99%			
	機械製造業	2%	98%	1%	99%			
	鋳業他			100%	0%	17%	25%	58%
	木材・木製品製造業			2%	98%			
	建設業			100%	0%	0%	100%	0%
	繊維工業	100%	0%					
	なめし革・同製品・毛皮製造業			0%	100%			
	家具・装備品製造業			0%	100%			
	ゴム製品製造業			0%	100%			
	プラスチック製品製造業			0%	100%			
	他製造業			4%	96%			

(出典) 環境省 (2015b)、環境省 (2016) を基に算出。

更に、上記によって求めた固定発生源の燃料消費量に炉種別の燃料消費量割合を乗じて得られた燃料消費量を固定発生源すなわち各種炉の活動量とした。炉種別の燃料消費量割合は、

エネルギー産業 (1.A.1) と同様、「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計である「石油等消費動態統計年報」、「エネルギー消費統計」、「電力調査統計」及び「ガス事業生産動態統計」のデータを使用して推計した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの活動量は、「総合エネルギー統計」の部門別燃料別消費量を用いた。ただし、同統計では、2001 年度以前の自家用蒸気発生部門におけるバイオマスその他の業種別消費量は把握されていない。したがって、2001 年度以前のバイオマスその他の業種別消費量は、2002 年度の業種別蒸気発生量を基に、2001 年度以前の業種別蒸気発生量に比例すると仮定し、推計した。

○ 特殊自動車等

「総合エネルギー統計」の部門別燃料種別燃料消費量に、表 3-30 の移動発生源の燃料消費量割合を乗じて得られた燃料消費量を移動発生源すなわち特殊自動車等の活動量とした。

なお、表 3-30 に関して、「総合エネルギー統計」の建設業における軽油と A 重油の燃料消費量をすべて移動発生源とみなしたが、日本建設業連合会へのヒアリング結果によると、建設業の軽油・A 重油については固定発生源である発電機も含まれるとみられるが、燃焼機関はディーゼルエンジンに類似のものであると考えられるため、移動発生源の排出係数を適用することで問題がないものと考えられる。

c) 不確実性と時系列の一貫性

○ 各種炉 (バイオマスボイラー含む)

エネルギー産業 (1.A.1) に記載した内容と同一である。3.2.5. c) 節を参照のこと。

バイオマスボイラーについては、2001 年度以前のバイオマスその他の業種別消費量が把握されていないため、2002 年度の蒸気発生量を基に、2001 年度以前の業種別蒸気発生量に比例すると仮定して推計し、時系列の一貫性を確保した。

○ 特殊自動車等

排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値で代用した。活動量の不確実性は、「総合エネルギー統計」における液体燃料、気体燃料の統計誤差率 (対国内供給) の標準偏差から設定した。移動発生源割合を乗じて算出している活動量については、平成 26 年度及び 27 年度の環境省調査において実施されたアンケート結果を基に移動発生源割合の不確実性を設定して誤差伝播式で合成した。その結果、特殊自動車等における CH₄ 排出量の不確実性は燃料の燃焼部門全体で-29~+41%、N₂O 排出量の不確実性は-23~+91%と評価された。

○ エネルギー利用・回収を伴う廃棄物の焼却

7.4.3 節を参照のこと。

d) QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の 1990~2019 年度で活動量が更新されたため、当該年度の CH₄ 及び N₂O 排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新に伴い、2019年度のCH₄とN₂Oの排出量が再計算された。詳細は7.4.3節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

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。3.2.5. f) 節を参照のこと。

3.2.8. 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

本カテゴリーでは、国内航空（1.A.3.a）、道路輸送（1.A.3.b）、鉄道（1.A.3.c）、国内船舶（1.A.3.d）、その他輸送（1.A.3.e）からのCO₂排出を扱う。特殊自動車（建設機械、農業機械等）、作業用船舶、漁船といった、主な用途が旅客や貨物の輸送でない移動発生源からの排出は、製造業・建設業（1.A.2）とその他部門（1.A.4）において取り扱う。

2020年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は177,643 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の15.4%を占めている。うち「1.A.3.b 道路輸送」からの排出が91.1%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

b) 方法論

■ 算定方法

○ ガソリン、軽油等の燃料

エネルギー産業（1.A.1）と同様 2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 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。3.2.4. b) 節を参照のこと。

共通報告様式では、バイオ燃料のCO₂排出量を「総合エネルギー統計」の国内供給量 [#190000] から算定し、主な用途である自動車（1.A.3.b）で参考値として報告する。2006年 IPCC ガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めない。

○ 潤滑油

エンジン内の潤滑油が使用中に酸化されることによりCO₂が排出される。2006年 IPCC ガイドライン Vol. 3、page 5.6によれば、潤滑油と他の燃料とが混焼される2ストローク（2サイクル）エンジンにおいては、潤滑油からのCO₂排出量をエネルギー分野で報告することとされている。我が国では自動車用エンジン油の2サイクルエンジン油及び船舶エンジン油の船舶用シリンダー油が該当する。この排出量を次式で算定し、2サイクルエンジン油を1.A.3.bに、船舶用シリンダー油を1.A.3.dに報告する。

$$E = \sum_i (LC_i \times CC_i \times ODU_i \times 44/12)$$

E : 潤滑油の使用中の酸化に伴う排出量 [kt-CO₂]

LC_i : 潤滑油消費量 [TJ]

CC_i : 潤滑油の炭素含有量 [kt-C/TJ]

ODU_i : 使用時酸化（Oxidized During Use: ODU）係数

i : 潤滑油の油種（自動車用エンジン油の2サイクルエンジン油、船舶エンジン油の船舶用シリンダー油）

■ 排出係数

○ ガソリン、軽油等の燃料

エネルギー産業（1.A.1）に示した排出係数を用いた。3.2.4. 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 4 (A4.3) に掲載しているので参照のこと。

○ 潤滑油

炭素含有量 CC については、エネルギー産業 (1.A.1) に示した潤滑油の排出係数 (表 3-11) を用いた。ODU 係数については、全量が燃焼すると想定し、1.0 を用いた。

■ 活動量

表 3-31 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
液体燃料	2,982	3,581	3,735	3,514	3,286	3,215	3,228	3,135	3,065	3,049	3,024	2,999	2,967	2,901	2,597
固体燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
気体燃料	0	0	1	4	5	5	4	4	4	3	3	2	2	2	1
その他化石燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
バイオマス	NO	NO	NO	0	9	9	9	10	12	15	18	19	20	19	20
合計	2,983	3,581	3,736	3,518	3,299	3,228	3,241	3,149	3,081	3,067	3,045	3,021	2,988	2,922	2,618

○ ガソリン、軽油等の燃料

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

「総合エネルギー統計」に示された、航空 [#815000] [#854000]、自動車 [#811000] [#851000] [#811500] [#812000]、鉄道 [#813000] [#852000]、船舶 [#814000] [#853000] のエネルギー消費量から、非エネルギー利用 [#953000] 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 [#953000] 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 3-32 に示す。

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.3)

CRF		総合エネルギー統計		
IA3	Transport			
1A3a	Domestic aviation	最終エネルギー消費 旅客 航空	#815000	
		最終エネルギー消費 貨物 航空	#854000	
		▲非エネルギー利用 運輸(航空)	#953000	
1A3b	Road transportation			
		i Cars	最終エネルギー消費 旅客 乗用車	#811000
			▲非エネルギー利用 運輸(乗用車)	#953000
		ii Light duty trucks	IE (1A3biii)	-
		iii Heavy duty trucks and buses	最終エネルギー消費 旅客 バス	#811500
			最終エネルギー消費 貨物 貨物自動車/トラック	#851000
			▲非エネルギー利用 運輸(バス、貨物自動車/トラック)	#953000
iv Motorcycles	最終エネルギー消費 旅客 二輪車	#812000		
	▲非エネルギー利用 運輸(二輪車)	#953000		
1A3c	Railways	最終エネルギー消費 旅客 鉄道	#813000	
		最終エネルギー消費 貨物 鉄道	#852000	
		▲非エネルギー利用 運輸(鉄道)	#953000	
1A3d	Domestic navigation	最終エネルギー消費 旅客 船舶	#814000	
		最終エネルギー消費 貨物 船舶	#853000	
		▲非エネルギー利用 運輸(船舶)	#953000	
1A3e	Other transportation	NO	-	

(注) ▲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。

○ 潤滑油

全潤滑油の販売量から自動車用・船舶用のエンジン油の販売量を推計し、推計された各エンジン油の販売量を基に全損型のエンジン油消費量を推計した。

自動車用エンジン油（ガソリンエンジン油及びディーゼルエンジン油）及び船舶エンジン油の販売量（体積ベース）は、「資源・エネルギー統計年報」及び「エネルギー生産・需給統計年報」に示された全潤滑油の国内向販売量 DS に、同年報から推計した潤滑油の消費者・販売業者向販売量¹²に占める各エンジン油の割合 R_i を乗じて求めた。これに、各エンジン油に占める全損型の割合 R_{TLi} を乗じて全損型のエンジン油消費量を推計した。 R_{TLi} は、潤滑油協会（2013）に示された2011年度の2サイクルエンジン油、船舶用シリンダー油の製造・輸入量を、上記によって求めた2011年度の自動車用エンジン油、船舶エンジン油の国内向販売量でそれぞれ除して設定した（自動車用エンジン油については0.92%、船舶エンジン油については83%）。

体積ベースの消費量を「総合エネルギー統計」に示された潤滑油の発熱量を用いて熱量換算し、活動量とした。

$$LC_i = DS \times R_i \times R_{TLi} \times GCV$$

LC_i	：	各エンジン油の消費量 [TJ]
DS	：	全潤滑油の国内向販売量 [1,000 kL]
R_i	：	潤滑油の消費者・販売業者向販売量に占める各エンジン油の割合
R_{TLi}	：	各エンジン油に占める全損型の割合
i	：	自動車用エンジン油、船舶エンジン油
GCV	：	潤滑油の高位発熱量 [GJ/kL]

表 3-33 全損型のエンジン油消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
自動車用2サイクルエンジン油消費量 LC_1	TJ	207	215	210	194	183	172	157	158	154	142	135	137	149	149	144
船舶用シリンダー油消費量 LC_2	TJ	5,318	5,503	7,144	6,250	4,627	4,016	3,638	3,502	3,301	3,124	2,843	2,766	3,095	3,036	2,831
全潤滑油の国内向販売量 DS	1000 kL	2,439	2,335	2,192	2,047	1,763	1,695	1,538	1,531	1,511	1,460	1,414	1,433	1,590	1,548	1,430
自動車用エンジン油販売量の割合 R_1	-	23%	25%	26%	26%	28%	28%	28%	28%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	27%
船舶用エンジン油販売量の割合 R_2	-	6.5%	7.1%	9.8%	9.1%	7.9%	7.1%	7.1%	6.8%	6.5%	6.4%	6.0%	5.8%	5.8%	5.9%	5.9%
潤滑油の総発熱量 GCV	GJ/kL	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2

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。3.2.4. c) 節を参照のこと。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、2011～2019年度について排出量が再計算された。加えて、「資源・エネルギー統計年報」の修正に伴う活動量の更新により、2019年度の潤滑油からの排出量が再計算された。

再計算の影響の程度については第10章参照のこと。

¹² 2001年度以前は消費者向販売量

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9. 運輸（1.A.3）における CH₄ と N₂O の排出

本カテゴリでは、国内航空（1.A.3.a）、道路輸送（1.A.3.b）、鉄道（1.A.3.c）、国内船舶（1.A.3.d）、その他輸送（1.A.3.e）からの CH₄、N₂O 排出量の算定について記述する。特殊自動車（建設機械、農業機械等）、作業用船舶、漁船といった、主な用途が旅客や貨物の輸送でない移動発生源からの排出は、製造業・建設業（1.A.2）とその他部門（1.A.4）において取り扱う。

3.2.9.1. 国内航空（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

2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 3.60, Fig. 3.6.1）に従い、ジェット機に用いるジェット燃料については Tier 2 法を用いて離着陸時と巡航時に分けて排出量を算定する。離着陸時については、国内線航空機機種別の離着陸 1 回当たりの排出係数に、国内線航空機機種別の離着陸回数を乗じて、機種別に排出量を求めてそれらを積算する。ただし、2000 年度以前については活動量が機種別に得られないため、2001 年度のデータで得られる全機種加重平均の排出係数を総活動量に乗じて離着陸時の排出量を求める。巡航時については、国内線航空機の巡航時ジェット燃料総消費量より排出量を求める。

小型軽飛行機等に用いる航空ガソリンについては Tier 1 法を用いて国内線燃料総消費量より排出量を算定する。

$$E_{jet} = \sum_i (EF_{LTO,i} \times AD_{LTO,i}) + EF_{cruise} \times AD_{cruise}$$

E_{jet}	: ジェット機からの CH ₄ , N ₂ O 排出量
$EF_{LTO,i}$: 機種別の離着陸 1 回あたりの排出係数
$AD_{LTO,i}$: 国内線航空機機種別の離着陸回数
EF_{cruise}	: 巡航時の燃料消費に伴う排出係数
AD_{cruise}	: 国内線航空機の巡航時ジェット燃料消費量
i	: 機種

$$E_{gasoline} = EF_{gasoline} \times AD_{gasoline}$$

$E_{gasoline}$: 航空ガソリンの消費に伴う CH ₄ , N ₂ O 排出量
$EF_{gasoline}$: 航空ガソリンの消費に伴う排出係数
$AD_{gasoline}$: 国内線航空機の航空ガソリン消費量

■ 排出係数

【ジェット燃料】

離着陸時の CH₄、N₂O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.70, Table 3.6.9 に示されたデフォルト値を用いる。巡航時の CH₄、N₂O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイド

ライン Vol. 2, page 3.64, Table 3.6.5 に示されたデフォルト値を用いる。(表 3-34 参照)

【航空ガソリン】

航空ガソリンの CH₄、N₂O の排出係数は、2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.64, Table 3.6.5 に示されたデフォルト値を用いる (表 3-34 参照)。

表 3-34 航空機の CH₄、N₂O の排出係数

航空機の種類 (燃料)	区分	CH ₄	N ₂ O
ジェット機 (ジェット燃料)	離着陸時	機種別に設定 (表 3-35 参照)	
	巡航時	— ¹⁾	2 [kg-N ₂ O/TJ(NCV)]
ジェット機以外 (航空ガソリン)	—	0.5 [kg-CH ₄ /TJ(NCV)]	2 [kg-N ₂ O/TJ(NCV)]

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.64, Table 3.6.5

(注)

1) ガイドラインに negligible (無視可能) とあり、算定対象外とする。

表 3-35 ジェット機の主な機種別の離着陸時の CH₄、N₂O の排出係数、及び燃料消費量

機種	CH ₄ 排出係数 [kg-CH ₄ /LTO] ¹⁾	N ₂ O 排出係数 [kg-N ₂ O/LTO] ¹⁾	燃料消費量 [kg/LTO] ¹⁾
B737-300/400/500	0.08	0.1	780
B737-800	0.07	0.1	880
B747SR (B747-100, -200, -300)	4.84 ²⁾	0.4 ²⁾	3,440 ³⁾
B747-400	0.22	0.3	3,240
B767-300	0.12	0.2	1,780
B777-200/300	0.07	0.3	2,560
A320	0.06	0.1	770
2001 年度の全機種の平均的排出係数 (2000 年度以前の全機種に適用)	0.34	0.15	—

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.70, Table 3.6.9

(注)

- 1) LTO : Landing and take off (離着陸)
- 2) B747-100, -200, -300 の最大値として設定
- 3) B747-100, -200, -300 の平均値として設定

■ 活動量

【ジェット燃料油】

離着陸時の活動量については、環境省「PRTR 届出外排出量算定資料」に示された機種別の離着陸回数を用いる。ただしこのデータは国際線の離着陸回数を含むため、国内線と国際線の両方に使用される機種については、国内線の総着陸回数が国土交通省「空港管理状況調書」の数値に一致するように、各機種とも同じ比率で離着陸回数を減じる。

離着陸時のジェット燃料消費量は、上記の離着陸回数に 2006 年 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する。

また、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、上記の離着陸時のジェット燃料消費量を差し引いて算出する。

【航空ガソリン】

活動量については、「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る。

表 3-36 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
離着陸回数	千回	669	783	865	895	882	882	938	993	1,006	997	994	999	1,003	1,002	628
ジェット燃料巡航時消費量	千kL	1,621	2,425	2,742	3,031	2,629	2,589	2,758	2,933	2,996	3,005	3,072	3,145	3,172	3,407	1,917
航空ガソリン消費量	千kL	5.3	6.0	4.3	7.7	1.9	1.7	1.9	1.9	1.7	1.7	1.7	1.9	2.6	2.8	2.4

表 3-37 ジェット機の主な機種別の離着陸回数（2001年度以降）

機種	単位	2001	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
B737-300/400/500	千回	123	103	84	130	129	131	132	80	68	38	54	15	1
B737-800		NO	NO	97	89	97	118	130	166	165	178	210	157	10
B747SR		43	30	3	2	1	1	NO	1	1	NO	NO	NO	NO
B747-400		56	54	22	15	16	14	8	5	7	5	2	1	0
B767-300		146	103	101	105	95	87	79	75	73	80	82	52	3
B777-200/300		69	76	89	86	91	93	87	78	74	71	74	46	3
A320		59	47	48	55	88	95	102	103	97	54	54	63	4

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、2006年 IPCC ガイドラインの機種別の離着陸回数あたり排出係数を採用しており（Tier 2）、Tier 1 よりも正確な推計であると考えられる。同ガイドラインに示された Tier 1 のデフォルト不確実性の値が上限になると考えられるため、その値（CH₄：-57～+100%、N₂O：-70～+150%）を採用した。活動量の不確実性については、「空港管理状況調書」は国土交通省が行う全数調査であり、2006年 IPCC ガイドラインの設定値（-5～+5%）を使用した。その結果、航空からの排出量の不確実性は CH₄ が-57～+100%、N₂O が-70～+150%と評価された。

■ 時系列の一貫性

離着陸当たりの排出係数は、機種別に 2001 年度以降毎年度同一の値を使用する。2000 年度以前は機種別の活動量のデータがないため、2001 年度のデータを基に全機種に用いる平均的排出係数を設定して、同一の値を 1990 年度まで遡って使用する。また、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する。

d) QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

e) 再計算

ジェット燃料油について、「PRTR 届出外排出量算定資料」における 2019 年度の離着陸回数の入手、及び「航空輸送統計年報」におけるジェット燃料消費量の更新により、2019 年度の CH₄ と N₂O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.2. 道路輸送（1.A.3.b）

本カテゴリーでは、下表に示す車種のエネルギー消費に伴う CH₄、N₂O の排出を扱う。

表 3-38 自動車からの排出における報告区分とその定義

車種	定義	排出量を報告する燃料種			
		ガソリン	軽油	LPG	天然ガス
軽乗用車	軽自動車のうち、人の輸送用に供する車両	○	—	—	—
乗用車	普通自動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	普通自動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	○	○	—	○
軽貨物車	軽自動車のうち、貨物の輸送用に供する車両	○	—	—	—
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	○	○	—	○(貨物車として分類)
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	○	○	—	
特種用途車	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	○	○	—	○
二輪車	二輪車	○	—	—	—

表 3-39 車種とインベントリ (CRF 共通報告様式) の部門対応(1.A.3.b)

CRF	車種又は注釈記号
1A3b Road transportation	
i. Cars	軽乗用車、乗用車
ii. Light duty trucks	IE (iii. Heavy duty trucks and buses に含む)
iii. Heavy duty trucks and buses	バス、軽貨物車、小型貨物車、普通貨物車、特種用途車
iv. Motorcycles	二輪車
v. Other	IE (iii. Heavy duty trucks and buses に含む)

道路輸送のうち、二輪車とそれ以外の自動車では算定方法が異なるため、以下に「3.2.9.2.a. 自動車 (二輪車を除く)」と、「3.2.9.2.b. 二輪車」に分類して記述する。

3.2.9.2.a. 自動車 (二輪車を除く)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは二輪車を除く自動車、すなわち軽乗用車、軽貨物車、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、特種用途車からの CH₄、N₂O 排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol.2, page 3.14, Fig.3.2.3) に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times AD_i)$$

- E : 自動車 (二輪車を除く) からの CH₄、N₂O 排出量
 EF_i : 車種別の走行量あたりの排出係数
 AD_i : 車種別の走行量
 i : 車種

■ 排出係数

CH₄ 及び N₂O の排出係数の設定方法は表 3-40 のとおりである。

「自工会等データ」と記されたものについては、(一社) 日本自動車工業会 (以下、自工会)

や研究機関等¹³により提供された排出係数データを基に構築されている。なお、「自工会データ」と記されたものについては、自工会のみより提供されたデータを基に構築されている。そのデータを排出ガス規制¹⁴年別のコンバインモード¹⁵排出係数等として整理したのち、規制年別保有台数を重みとした加重平均により、各年の排出係数を算出する。保有台数は自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有車両数」等を用いる。(表 3-41、表 3-42 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しており、走行速度区分別に推計した排出係数と、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の加重平均で設定する。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。

天然ガス燃料の普通貨物車の N₂O 排出係数は国内における実測値を用いており、走行速度区分別に設定した排出係数を、「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する。

天然ガス燃料の乗用車、バス、特種用途車の N₂O 排出係数、及び天然ガス燃料の特種用途車の 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 3-40 で示す方法で設定する。

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 第2部（運輸分科会報告書）」（平成18年8月）に記されている。

表 3-40 自動車の排出係数の設定方法

車種	ガソリン		軽油		天然ガス	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
軽乗用車	自工会等データ	自工会等データ				
乗用車	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ	自工会データ	車種の規格を考慮し、小型貨物車の排出係数を利用
バス	2006GL	2006GL	測定データ	2006GL	自工会データ	車両重量を考慮し、普通貨物車の排出係数を、等価慣性重量比率で補正して設定
軽貨物車	自工会等データ	自工会等データ				
小型貨物車	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ	自工会等データ		実測値を基に設定 (貨物車として分類)
普通貨物車	2006GL	2006GL	自工会等データ	自工会等データ	自工会データ	
特種用途車	2006GL	2006GL	測定データ	2006GL	普通貨物車の速度別排出係数と、天然ガス特種用途車の走行パターンを考慮して補正した走行速度別走行量割合を用いて設定	

(注)

- 1) 自工会等データ：日本自動車工業会や研究機関等による提供データを基に設定
- 2) 自工会データ：日本自動車工業会による提供データを基に設定
- 3) 測定データ：上記外の実測データを基に設定
- 4) 2006GL：2006年 IPCC ガイドラインに掲載されたデフォルト値を利用
- 5) LPG 燃料車はガソリン燃料車の乗用車と同じ

¹³ 環境省、東京都環境局、国立環境研究所、交通安全環境研究所及び石油エネルギー技術センター

¹⁴ CO、非メタン炭化水素 (NMHC)、NO_x、粒子状物質 (PM) 等が規制対象

¹⁵ データは試験モード別に提供されている。JC08 モードの場合は、コンバインモード=暖機状態において測定した値×0.75+冷機状態において測定した値×0.25にて計算。

表 3-41 自動車の CH₄ 排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
ガソリン	軽乗用車	mg-CH ₄ /km	8.3	8.3	8.2	6.9	5.0	4.8	4.5	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	
	乗用車 (非ハイブリッド)		14.5	14.5	14.3	11.3	8.0	7.5	7.1	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3	5.1	5.0	
	乗用車 (ハイブリッド)		NO	NO	NO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.4
	バス																	
	軽貨物車		18.7	18.7	18.0	11.7	7.2	6.7	6.3	5.8	5.5	5.2	4.9	4.7	4.5	4.3	4.2	
	小型貨物車		21.2	21.2	21.2	14.5	8.7	8.0	7.4	6.8	6.2	5.8	5.4	5.0	4.7	4.4	4.4	
	普通貨物車																	
	特種用途車																	
軽油	乗用車	11.3	12.2	12.6	12.8	12.8	12.7	12.8	12.9	12.7	12.4	12.1	12.1	11.8	11.1	10.5		
	バス	19.0	18.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0		
	小型貨物車	9.6	10.7	10.1	8.7	8.3	8.2	8.1	7.9	7.8	7.7	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2		
	普通貨物車	17.0	16.0	15.0	13.9	11.1	10.6	10.1	9.6	9.0	8.4	7.9	7.3	6.8	6.3	5.8		
LPG	乗用車	14.5	14.5	14.3	11.3	8.0	7.5	7.1	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3	5.1	5.0		
	乗用車																	
天然ガス	バス																	
	貨物車																	
	特種用途車																	

表 3-42 自動車の N₂O 排出係数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
ガソリン	軽乗用車	mg-N ₂ O/km	14.2	14.2	13.9	9.3	5.2	4.7	4.1	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	
	乗用車 (非ハイブリッド)		23.7	23.7	20.3	12.2	6.3	5.6	5.0	4.4	4.0	3.7	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8	
	乗用車 (ハイブリッド)		NO	NO	NO	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
	バス																	
	軽貨物車		23.7	23.7	21.7	12.8	7.3	6.8	6.2	5.7	5.3	5.0	4.7	4.4	4.2	4.0	4.0	3.8
	小型貨物車		21.1	21.6	21.8	13.1	7.8	7.2	6.6	6.1	5.6	5.2	4.9	4.6	4.3	4.1	4.1	3.9
	普通貨物車																	
	特種用途車																	
軽油	乗用車	5.7	4.7	4.4	4.4	4.9	5.0	5.2	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.7	4.5	4.3		
	バス																	
	小型貨物車	9.3	10.3	11.1	11.7	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	13.0	13.0		
	普通貨物車	15.0	15.0	14.9	16.9	31.8	33.3	35.0	36.9	38.8	40.7	42.4	43.6	44.4	44.7	44.8		
LPG	乗用車	23.7	23.7	20.3	12.2	6.3	5.6	5.0	4.4	4.0	3.7	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8		
	乗用車																	
天然ガス	バス																	
	貨物車																	
	特種用途車																	

■ 活動量

車種別燃料種別の年間走行量の推計値を活動量として用いる。

2009年度以前のガソリン、軽油、LPG車については、国土交通省「自動車輸送統計年報」に示された車種別の走行量に、燃料消費量と燃費から算出される燃料種別の走行距離の割合を乗じて、車種別燃料種別の走行量を推計する。ガソリン乗用車の走行量からハイブリッド乗用車を区分するため、台数に一台当りの年間走行量を乗じて、ハイブリッド乗用車の走行量を推計する。なお、走行量の推計にあたり、国土交通省提供の接続係数により「自動車輸送統計年報」の値は2010年度以降の活動量と一貫するように予め換算しておく。

2010年度以降のガソリン、軽油、LPG車については、国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」の車種別燃料種別走行量を用いる。なお、一部車種については国土交通省「自動車輸送統計月報」の車種別走行量を補助的に用いている。

天然ガス車については、車種別台数に一台当りの年間走行量を乗じて、車種別年間走行量を把握する。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「自検協統計 自動車保有車両数」による天然ガス自動車登録台数とする。一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」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、「自検協統計 自動車保有車両数」の車種別登録台数から求める。

表 3-43 自動車の走行量

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ガソリン	軽乗用車	十億台km	16	41	72	106	137	138	146	150	157	161	170	176	180	181	163
	乗用車 (非ハイブリッド)		273	304	343	349	319	323	316	303	282	273	267	260	255	244	209
	乗用車 (ハイブリッド)		NO	NO	NO	3	14	20	29	38	48	58	67	78	88	97	91
	バス		0.09	0.03	0.02	0.04	0.31	0.23	0.18	0.19	0.19	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.17
	軽貨物車		91	90	80	78	75	73	75	77	78	76	76	75	73	71	66
	小型貨物車		29	20	20	21	22	23	23	23	23	23	21	21	21	21	20
	普通貨物車		0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	特殊用途車		1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2
軽油	乗用車	十億台km	40	63	55	29	10	9	8	8	8	9	9	11	12	14	13
	バス		7	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	
	小型貨物車		44	49	45	33	23	23	23	22	22	20	20	19	19	18	
	普通貨物車		58	68	72	69	63	61	59	59	59	59	59	60	60	60	56
	特殊用途車		9	14	17	17	21	20	21	21	21	21	21	21	21	21	19
LPG	乗用車	十億台km	18	17	15	14	12	11	11	10	10	9	8	8	7	6	4
	乗用車		0.05	0.10	1.93	5.91	6.00	5.03	3.99	3.01	2.17	1.57	1.17	0.70	0.28	0.19	0.09
天然ガス	バス	百万台km	NO	1.9	15	48	52	49	47	39	34	28	22	15	11	9	5
	貨物車		0.22	10	79	254	303	305	283	265	254	230	198	170	141	110	85
	特殊用途車		0.05	2.2	18	57	67	66	65	62	56	49	39	33	27	23	17

○ ガソリン乗用車からの N₂O 排出量の推移について

ガソリン乗用車に対する大気汚染物質の排出ガス規制が 1978 年に強化され、床下型の三元触媒が装着され始めると、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。その後しばらく新しい規制は定められず、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。

触媒による有害ガスの浄化は、触媒温度がある閾値を超えないと始まらない。そのため、冷始動時の触媒早期活性化（迅速な触媒の高温化）を図って、触媒が排気マニホールドの直下に配置されたものが直下型触媒コンバータである。N₂O は中間温度帯で生成されるが、直下型触媒コンバータは短時間でその温度帯以上の温度に達するため、N₂O 排出量を低減できる（後藤他、2003；依田他、2010）。床下型触媒搭載車両と直下型触媒搭載車両を同一の試験モードで走行させた際の N₂O 排出を下図に示す。

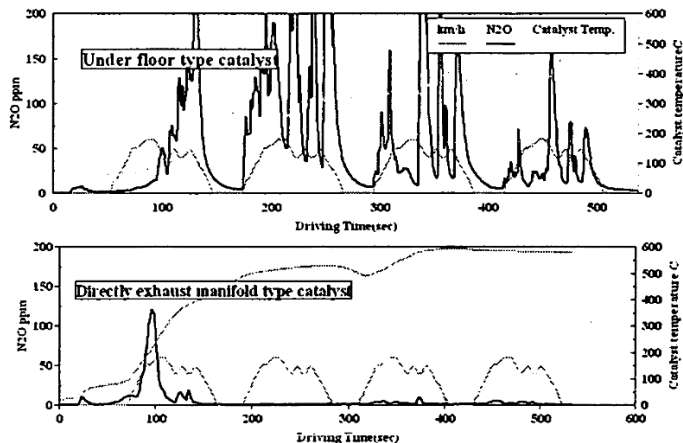


図 3-6 触媒設置位置による N₂O 排出の差異

(注) 試験モード：11 モード、上段：床下型、下段：直下型 (出典) 後藤他 (2003)

■ 完全性について

【バイオ燃料】

バイオ燃料が近年使用されているが、自動車からの CH₄、N₂O 排出量は燃料消費量ではなく車種別の走行量を活動量としており、バイオ燃料分の走行距離を抽出することが困難であることから、既存のガソリン・軽油由来の CH₄、N₂O 排出量にすでに含まれているものとみなし、「IE」と報告している。

【メタノール燃料】

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9台（2016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わない。

【潤滑油】

2006年 IPCC ガイドライン Vol.3, page 5.7によれば、潤滑油の使用によるCH₄、N₂Oの排出量はCO₂に比べて極めて少なく、排出量の算定上無視できるとされているので「NE」と報告している。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

自動車の排出係数は、自工会等から提供された実測排出データから推計している。サンプル数が5を超えるものについては（対数）正規分布を仮定し95%信頼区間を求めることにより不確実性を算定した。サンプル数が5未満については2006年 IPCC ガイドラインの不確実性のデフォルト値を採用した。活動量の不確実性については、「自動車燃料消費量統計年報」の値を使用していることから、内閣府のサービス統計・企業統計部会において示されている自動車燃料消費量調査の標本誤差率を採用した。推計の結果、二輪車を含む自動車の排出量の不確実性はCH₄が-36～+104%、N₂Oが-37～+107%と評価された。

■ 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している。ガソリン車、ディーゼル車、LPG車の2009年度までの活動量は、国土交通省提供の接続係数を用いて2010年度以降の活動量と一貫するように推計している。天然ガス車の活動量については、天然ガス車が広く普及する以前の1996年までの台数は日本ガス協会の累積普及台数を、1997年以降は実際の運用台数を把握し始めた「自検協統計 自動車保有車両数」の登録台数を用いて、より実態に近い台数の把握に努めている。その他の天然ガス車の活動量データは「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

■ QA/QC

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

■ 検証

2014年提出インベントリの対日審査（FCCC/ARR/2014/JPN パラグラフ 40）において、車種別の年次台数、一台当たりの年間走行量、そして車種別の燃費の情報を追加することをERTより勧告された。また、年間走行量と燃費がエネルギーバランス表に報告された燃料消費量と相違がないか比較することを勧告された。

まず、車種別の年次台数、一台当たりの年間走行量、そして車種別の燃費は次に示す表のとおりである。なお、前述のとおり必ずしもこれら全てのデータを活動量の算定に用いているわけではないことに留意されたい。

表 3-44 自動車の台数

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ガソリン	軽乗用車	千台	2,715	5,966	10,084	14,350	18,004	18,586	19,348	20,230	21,026	21,477	21,761	22,051	22,325	22,528	22,736
	乗用車 (非ハイブリッド)		29,140	33,891	37,794	40,104	37,594	37,099	36,178	35,023	33,793	32,685	31,733	30,688	29,525	28,413	27,469
	乗用車 (ハイブリッド)		NO	NO	NO	253	1,404	2,017	2,851	3,823	4,685	5,559	6,544	7,513	8,453	9,281	10,014
	バス		8	3	2	5	9	10	11	13	14	15	16	16	17	18	18
	軽貨物車		12,312	11,377	9,958	9,548	8,923	8,873	8,784	8,708	8,624	8,520	8,421	8,345	8,322	8,279	8,284
	小型貨物車		2,820	2,144	1,901	1,988	1,826	1,813	1,788	1,772	1,760	1,750	1,747	1,742	1,725	1,709	
	普通貨物車		41	38	39	90	128	134	138	140	146	150	153	155	157	160	162
	特種用途車		141	198	393	330	287	287	290	291	293	297	299	302	304	309	313
軽油	乗用車	千台	2,994	4,924	4,254	2,126	905	796	744	730	761	855	953	1,063	1,197	1,318	1,437
	バス		238	240	233	225	216	214	212	212	212	214	215	215	214	211	202
	小型貨物車		3,711	4,002	3,480	2,545	1,954	1,896	1,853	1,824	1,801	1,780	1,767	1,755	1,749	1,746	1,748
	普通貨物車		2,164	2,544	2,534	2,350	2,105	2,091	2,086	2,100	2,116	2,130	2,151	2,169	2,197	2,223	2,243
	特種用途車		628	804	994	903	820	814	814	818	822	829	840	850	856	862	869
LPG	全車種	千台	318	303	286	295	257	248	239	232	224	216	207	194	178	161	145
	乗用車		0.01	0.01	0.2	0.6	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.03	0.02	0.01
天然ガス	バス	千台	NO	0.04	0.3	1.1	1.2	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2
	貨物車		0.01	0.5	3.9	12.8	15.0	14.5	13.7	12.9	12.1	11.0	9.5	8.2	7.0	5.7	4.9
	特種用途車		0.004	0.2	1.5	4.8	5.6	5.4	5.2	4.9	4.4	3.9	3.3	2.8	2.3	1.9	1.5

(出典)「自検協統計 自動車保有車両数」、日本ガス協会

表 3-45 自動車の一台あたり年間走行量

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
ガソリン	軽乗用車	千km/台	5.8	6.8	7.2	7.4	7.6	7.4	7.6	7.4	7.5	7.5	7.8	8.0	8.1	8.0	7.1	
	乗用車 (非ハイブリッド)		9.4	9.0	9.1	8.7	8.5	8.7	8.7	8.6	8.3	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.6	7.6
	乗用車 (ハイブリッド) ¹⁾		NO	NO	NO	10.1	10.2	9.7	10.3	10.0	10.3	10.5	10.3	10.4	10.5	10.5	9.0	
	バス		11.9	9.3	9.0	8.6	34.7	22.8	15.8	14.9	14.2	14.5	13.6	12.9	12.7	12.5	9.3	
	軽貨物車		7.4	7.9	8.0	8.2	8.4	8.2	8.6	8.9	9.0	8.9	9.1	9.0	8.8	8.6	8.0	
	小型貨物車		10.3	9.5	10.3	10.5	12.2	12.7	13.0	13.1	13.2	13.1	12.3	12.2	12.3	12.3	11.7	
	普通貨物車		8.8	7.7	6.9	6.7	11.0	10.7	10.9	9.9	9.2	9.4	9.0	8.7	8.7	8.7	7.4	
	特種用途車		4.7	3.5	3.3	3.9	9.9	9.5	9.4	8.9	8.4	8.3	8.1	8.2	8.3	8.2	7.4	
軽油	乗用車	千km/台	13.3	12.8	13.0	13.7	11.4	11.7	11.4	11.1	10.4	10.1	9.7	10.0	10.2	10.5	9.2	
	バス		28.9	27.6	27.9	28.9	28.6	28.1	28.4	28.2	27.9	27.4	26.5	26.0	25.8	25.3	18.7	
	小型貨物車		11.8	12.2	12.9	12.9	11.8	11.9	12.2	12.4	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	11.1	10.2	
	普通貨物車		26.7	26.8	28.6	29.5	29.9	29.2	28.5	28.1	27.9	27.9	27.5	27.4	27.2	26.8	24.9	
	特種用途車		14.6	16.9	17.2	18.9	25.3	25.1	25.6	25.9	25.9	25.9	25.2	24.8	24.6	24.2	22.4	
LPG	全車種	千km/台	56.6	55.5	52.7	46.4	47.3	45.6	44.5	44.3	43.8	42.8	40.9	41.6	41.5	40.4	26.1	
	乗用車		10.2	9.8	9.8	9.2	8.9	9.0	9.1	9.0	8.8	8.9	8.9	9.0	9.2	9.2	8.1	
天然ガス	バス	千km/台	NO	47.6	45.9	44.9	43.3	42.0	42.5	41.9	41.3	39.9	38.3	37.2	36.7	36.1	26.8	
	貨物車		18.7	18.9	20.2	19.9	20.2	21.1	20.6	20.6	21.0	20.9	20.9	20.6	20.1	19.1	17.5	
	特種用途車		11.1	11.2	12.0	11.8	12.0	12.3	12.5	12.7	12.7	12.6	11.8	11.7	11.6	11.6	10.8	

(注) 表 3-43 の走行量を表 3-44 の台数で除して算出。

1) 2009 年度以前は走行量の統計データがなく、2010~2014 年度の平均値とした。

表 3-46 自動車の燃費

燃料種	車種	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ガソリン	軽乗用車	km/L	14.2	12.9	12.0	12.6	12.6	12.8	13.0	13.3	13.5	13.7	14.0	14.1	14.4	14.8	15.1
	乗用車 (非ハイブリッド) ¹⁾	km/L	10.0	9.2	9.0	9.8	9.8	9.9	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6
	乗用車 (ハイブリッド)	km/L	NO	NO	NO	IE	16.3	16.1	16.2	15.7	15.5	16.0	16.2	16.5	16.9	16.9	17.1
	バス ²⁾	km/L	4.1	3.9	4.1	4.3	5.8	6.0	6.2	6.5	6.7	6.8	7.1	7.3	7.6	7.7	7.7
	軽貨物車	km/L	12.3	11.4	11.1	11.7	12.1	12.1	12.0	12.0	12.1	12.3	12.4	12.6	12.8	13.0	
	小型貨物車 ³⁾	km/L	8.2	7.7	8.2	8.5	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0	9.0	9.2	9.3	9.4	9.7	9.9
	普通貨物車	km/L	4.4	4.2	4.4	4.6	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	特種用途車	km/L	5.1	4.8	5.2	6.4	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
軽油	乗用車	km/L	9.7	7.8	7.0	6.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.2	9.3	9.6	10.0	10.5	10.9	12.3
	バス	km/L	3.6	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.4
	小型貨物車	km/L	9.7	10.0	9.7	10.1	9.1	8.9	8.9	8.7	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.6
	普通貨物車	km/L	3.3	3.2	3.4	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
LPG	全車種	km/L	3.0	3.0	3.2	3.8	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	乗用車	km/L	6.0	5.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.8
天然ガス	全車種 ⁴⁾	km ³	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.2	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	4.0

(注)「自動車燃料消費量統計年報」及び「自動車輸送統計年報」の走行量を各統計の燃料消費量で除して算出。

- 1) 2009 年度以前はハイブリッド乗用車を含む。
- 2) 2010 年度以降は営業用旅客の乗用車、及び自家用旅客の特種用途車を含む。
- 3) 2010 年度以降は普通貨物車、及び営業用貨物の特種用途車を含む。
- 4) 2009 年度以前は燃料消費量の統計データがなく、2010 年度値と同じとした。

なお、排出量の算定に用いている走行量と燃料消費量の関係についてであるが、「自動車燃料消費量統計年報」及び「自動車輸送統計年報」には、走行量、燃料消費量（及びそれらから算出される燃費）が示されている。CH₄、N₂O 排出量算定にはこれらの統計の走行量を活動量の基礎として用いている。一方 CO₂ 排出量算定に用いている「総合エネルギー統計」（エネルギーバランス表）も一次統計として国土交通省の同統計の燃料消費量を用いており、したが

って、CO₂、CH₄、N₂O いずれのガスについても、排出量の算定の基礎として同一の統計を使用している。

e) 再計算

排出係数の実測値が自工会、環境省、国立環境研究所、東京都環境局より提供された。これにより、2003年度以降のガソリンハイブリッド乗用車、2005年度以降のガソリン乗用車、2007年度以降のガソリン軽貨物車、2009年度以降のディーゼル乗用車、2017年度以降のディーゼル普通貨物車、2018年度以降のガソリン軽乗用車について排出係数が更新された。以上より、2003～2019年度のCH₄及びN₂O排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

排出係数をより我が国の実態に合った値に見直すかどうか必要に応じて検討する。

3.2.9.2.b. 二輪車

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、二輪車からのCH₄、N₂O排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

二輪車からのCH₄及びN₂Oの排出量は、2006年IPCCガイドラインのデシジョンツリー (Vol.2, page 3.14, Fig.3.2.3) に従い、Tier 3法を用いて算定する。同ガイドラインのTier 3算定式 (Vol.2, page 3.15, Equation 3.2.5) は、エンジンが温まった状態 (暖機状態) での排出量と、始動時にエンジンが冷えている状態 (冷機状態) での排出量の、二つの状態区分別の算定値を合計する方法を示している。

我が国では、二輪車に対して1999年より排出ガス規制¹⁶を実施しており、規制対象の各車種の「暖機状態」及び「冷機状態」におけるエンジンからのCH₄及びN₂O排出係数について、自工会が試験により排出ガスデータを把握している。排出ガス規制対応車についてはこれらの排出係数を、未規制車に対しては2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を用い、以下の式より各車種・各規制対応別二輪車からのCH₄及びN₂O排出量を推計し、積算する。

$$E = \sum_{i,j} (EF_{hot,i,j} \times AD_{hot,i,j} + EF_{cold,i,j} \times AD_{cold,i,j})$$

E	: 二輪車からのCH ₄ 、N ₂ O排出量
$EF_{hot,i,j}$: 車種別、規制対応別の走行量あたりの排出係数
$AD_{hot,i,j}$: 車種別、規制対応別の年間総走行量
$EF_{cold,i,j}$: 車種別、規制対応別の1始動回あたりの排出係数
$AD_{cold,i,j}$: 車種別、規制対応別の年間始動回数
i	: 車種
j	: 規制対応

■ 排出係数

【暖機状態】

排出ガス規制対応車のCH₄及びN₂O排出係数は、自工会提供の車種別排出係数を用いる。排出ガス規制未対応車のCH₄及びN₂O排出係数については、2006年IPCCガイドラインのデ

¹⁶ CO、炭化水素 (HC) 及びNO_x が規制対象

フォルト値を用いる。

表 3-47 二輪車「暖機状態」の CH₄、N₂O 排出係数 [mg/km]

車種 (排気量)	3 次規制対応車 ¹⁾		1 次 2 次規制対応車 ¹⁾		排出ガス規制未対応車 ²⁾	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
原付一種 (50cc 以下)	2.1	0.18	13.3	2.64	53	4
原付二種 (51cc-125cc)	3.4	1.39	16.7	0.23		
軽二輪 (126cc-250cc)	4.6	0.95	12.5	0.85		
小型二輪 (250cc 超)	2.4	0.47	22.2	1.09		

(注)

- 1) 自工会提供データ
- 2) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.22, Table 3.2.3 Motorcycles/Uncontrolled/Running(hot)

【冷機状態】

排出ガス規制対応車の CH₄ 及び N₂O 排出係数は、自工会提供データを用いる。排出ガス規制未対応車の CH₄ 及び N₂O 排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 3-48 二輪車「冷機状態」の CH₄、N₂O 排出係数 [mg/回]

車種 (排気量)	3 次規制対応車 ¹⁾		1 次 2 次規制対応車 ¹⁾		排出ガス規制未対応車 ²⁾	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
原付一種 (50cc 以下)	32.3	5.6	15.8	11.2	33	15
原付二種 (51cc-125cc)	41.7	18.9	18.3	4.2		
軽二輪 (126cc-250cc)	31.9	17.2	30.2	13.7		
小型二輪 (250cc 超)	78.0	21.3	26.1	6.9		

(注)

- 1) 自工会提供データ
- 2) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 3.22, Table 3.2.3 Motorcycles/Uncontrolled/Cold Start

■ 活動量

【暖機状態】

車種別・排出ガス規制対応別年間走行量の推計にあたっては、まず車種別の保有台数（自工会「自動車統計月報」）をベースに、販売年別・車種別販売台数（自工会及び全国軽自動車協会連合会）に車種別・経過年数別残存率（日本自動車研究所、2008）を乗じて各年度の保有台数の経過年別の割合を把握して、販売年別・車種別保有台数を推計し、これに 1 台あたり車種別年間走行距離（自工会「二輪車市場動向調査」から算出）と車種別・経過年数別使用係数（日本自動車研究所、2007）を乗じて販売年別・車種別年間走行量とする。排出ガス規制対応の区分については販売年により判断する。

【冷機状態】

車種別・排出ガス規制対応別年間始動回数の推計にあたっては、「暖機状態」の活動量の算定過程で得られた販売年別・車種別保有台数に、1 台あたり車種別年間始動回数（「二輪車市場動向調査」から算出）と車種別・経過年数別使用係数（日本自動車研究所、2007）を乗じて販売年別・車種別年間始動回数とする。排出ガス規制対応の区分については販売年により判断する。

表 3-49 二輪車の活動量

活動量	車種 (排気量)	規制対応	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
走行量	原付一種 (50cc以下)	3次規制	百万台km	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	522	856	955	1,096		
		1次2次規制		NO	NO	1,773	4,165	3,643	3,182	3,092	3,325	3,248	2,829	2,646	1,905	1,434	933	686		
		未規制		10,623	6,268	3,153	753	112	66	42	29	18	10	6	3	2	1	0		
	原付二種 (51cc-125cc)	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	531	1,091	1,250	1,559
		1次2次規制		NO	NO	243	1,237	2,192	2,540	2,695	2,877	2,992	2,909	2,993	2,427	1,970	1,257	997		
		未規制		2,060	1,853	1,568	686	172	131	91	61	39	23	14	8	5	2	1		
	軽二輪 (126cc-250cc)	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	478	926	1,206	1,674
		1次2次規制		NO	NO	565	2,664	3,127	3,025	3,053	3,141	3,208	3,268	3,277	2,494	2,131	1,617	1,352		
		未規制		6,111	3,577	2,209	1,055	330	252	195	147	109	79	56	35	23	14	9		
	小型二輪 (290cc超)	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	474	920	1,235	1,634
		1次2次規制		NO	NO	317	1,662	2,751	2,781	2,952	2,883	3,037	3,471	3,568	2,896	2,552	2,017	1,761		
		未規制		3,568	3,083	2,505	1,292	559	448	367	271	212	179	136	93	69	44	31		
始動回数	原付一種 (50cc以下)	3次規制	百万回	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	110	180	222	254		
		1次2次規制		NO	NO	349	739	626	592	574	577	564	550	513	400	301	217	159		
		未規制		1,838	1,131	621	134	19	12	8	5	3	2	1	1	0	0			
	原付二種 (51cc-125cc)	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	58	119	164	204	
		1次2次規制		NO	NO	31	140	228	245	259	274	285	325	334	264	214	165	131		
		未規制		285	255	203	78	18	13	9	6	4	3	2	1	0	0			
	軽二輪 (126cc-250cc)	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	28	54	77	107	
		1次2次規制		NO	NO	41	177	193	195	196	179	183	204	204	146	124	104	86		
		未規制		361	223	159	70	20	16	13	8	6	5	4	2	1	1			
	小型二輪 (250cc超)	3次規制		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10	20	38	50	
		1次2次規制		NO	NO	19	78	111	111	117	95	87	111	114	62	55	62	54		
		未規制		187	177	154	60	23	18	14	9	6	6	4	2	1	1			

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

二輪車の排出量の不確実性は、二輪車を除く自動車とともに「3.2.9.2.a 自動車（二輪車を除く）」にまとめて報告しており、同項の不確実性の記述を参照されたい。

■ 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用いて算定している。活動量については、保有台数、1台あたり走行量、及び一台あたり始動回数ともに自工会、軽自動車協会連合会、及び環境省のデータを元に、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

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

2019年度の原付自転車の保有台数が得られたことから、2019年度のCH₄、N₂O排出量が再計算された。排出係数の実測値が自工会より提供された。これにより2017年度以降のCH₄、N₂O排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.3. 鉄道 (1.A.3.c)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、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

2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 3.41, Fig. 3.4.2) に従い、Tier 1 法を用いて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times AD_i)$$

- E : 鉄道からの CH₄, N₂O 排出量
- EF_i : 鉄道における燃料別の排出係数
- AD_i : 燃料種別の年間燃料消費量
- i : 燃料種 (軽油・石炭)

■ 排出係数

ディーゼル鉄道車両における排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに示された「Diesel」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る。

蒸気機関車における排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに示された「Sub-bituminous Coal」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る。

表 3-50 鉄道の排出係数のデフォルト値

ガス	単位	ディーゼル鉄道車両	蒸気機関車
CH ₄	kg-CH ₄ /TJ(NCV)	4.15	2
N ₂ O	kg-N ₂ O/TJ(NCV)	28.6	1.5

(出典) 2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, p. 3.43, Table 3.4.1

■ 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、「総合エネルギー統計」に示された鉄道の軽油及び石炭の消費量をそれぞれ活動量として用いる。

表 3-51 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
軽油	千kl	356	313	270	248	218	211	211	205	199	198	189	197	186	186	186
石炭	kt	1.3	1.2	1.7	1.4	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	0.6

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

鉄道の排出係数は2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を採用しており、排出係数の不確実性については同ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値 (CH₄: -60~+151%、N₂O: -50~+200%) を採用した。活動量は「総合エネルギー統計」の値を採用しており、活動量の不確実性については2006年 IPCC ガイドラインの示されたデフォルト値 (-5~+5%) を採用する。その結果、鉄道からの排出量の不確実性は、CH₄が-60~+151%、N₂Oが-50~+200%と評価された。

■ 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

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」における発熱量、エネルギー消費量の修正により、2011年度から2015年度、2017年度、2019年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章参照。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.4. 国内船舶 (1.A.3.d)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、旅客や貨物を輸送する内航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

2006年IPCCガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 3.49, Fig. 3.5.1) に従い、Tier 1法を用いて、排出量を算定する。

$$E = \sum_i (EF_i \times AD_i)$$

- E : 内航船舶からのCH₄、N₂O排出量
- EF_i : 内航船舶における燃料消費に伴う排出係数
- AD_i : 内航船舶における各燃料消費量
- i : 燃料 (軽油・A重油・B重油・C重油)

■ 排出係数

2006年IPCCガイドラインに示された「Ocean-going Ships」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) 別の発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を使用する。

表 3-52 船舶の排出係数のデフォルト値

ガス	排出係数
CH ₄	7 [kg-CH ₄ /TJ(NCV)]
N ₂ O	2 [kg-N ₂ O/TJ(NCV)]

(出典) 2006年IPCCガイドライン Vol. 2, p. 3.50, Table 3.5.3

■ 活動量

「総合エネルギー統計」に示された船舶の燃料種別の消費量を活動量として用いる。

表 3-53 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
軽油	千L	133	208	204	195	154	149	141	142	157	148	147	155	149	150	150
A重油	千L	1,602	1,625	1,728	1,324	1,007	969	1,006	994	984	980	1,013	1,010	993	1,020	1,036
B重油	千L	526	215	152	63	18	16	16	14	12	9	7	7	5	3	0
C重油	千L	2,446	3,002	3,055	2,873	2,482	2,460	2,517	2,487	2,482	2,386	2,392	2,347	2,361	2,300	2,178

■ 完全性について

2006年IPCCガイドライン Vol.3, page 5.7によれば、潤滑油の使用によるCH₄、N₂Oの排出量はCO₂に比べて極めて少なく、無視できるとされていることから、排出量の算定は行わない。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

船舶の排出係数は2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を採用しており、排出係数の不確実性については同ガイドラインに示された不確実性のデフォルト値（CH₄：-50～+50%、N₂O：-40～+140%）を採用した。活動量は「総合エネルギー統計」の値を採用しており、活動量の不確実性については2006年IPCCガイドラインの示されたデフォルト値（-13～+13%）を採用した。その結果、船舶からの排出量の不確実性は、CH₄が-52～+52%、N₂Oが-42～+141%と評価された。

■ 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

2006年IPCCガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリQC手続きを実施している。一般的なインベントリQC手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」における発熱量、エネルギー消費量の修正により、2011年度以降の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章参照。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.5. その他輸送（1.A.3.e）

我が国ではパイプラインによる物資の輸送の際、化石燃料を燃焼させておらず、また他に該当する活動が存在しないため、本カテゴリーを「NO」と報告している。

3.2.10. その他部門（1.A.4）及びその他（1.A.5）におけるCO₂の排出

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、業務（1.A.4.a）、家庭（1.A.4.b）、農林水産業（1.A.4.c）、その他（1.A.5）におけるエネルギー消費からのCO₂排出を扱う。国防用途での燃料の燃焼に伴う排出については業務（1.A.4.a）に含む。

2020年度における当該カテゴリーからのCO₂排出量は138,804 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の12.1%を占めている。うち「1.A.4.a 業務」からの排出が47.6%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

b) 方法論

■ 算定方法

エネルギー産業（1.A.1）と同様に、2006年IPCCガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 2 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。3.2.4. b) 節を参照のこと。

2006年 IPCC ガイドラインに従い、「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「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」に報告している。

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、2006年 IPCC ガイドラインに従い、廃棄物の焼却（カテゴリー5.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7章を参照のこと。

バイオマスからの CO₂ 排出は、2006年 IPCC ガイドラインに従い、我が国の総排出量には含めず、CRF に参考値として報告している。

■ 排出係数

エネルギー産業（1.A.1）に示した排出係数を用いた。3.2.4. b）節を参照のこと。

■ 活動量

エネルギー産業（1.A.1）同様、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（#650000）、家庭部門（#700000）、農林水産業部門（#611000）の最終エネルギー消費量、自らの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 #25xxxx）、同じく自らの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（自家用蒸気発生 #26xxxx）の合計としている。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 #951100, #951800, #952000）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。

「総合エネルギー統計」の農林水産業部門（#611000）における各燃料消費量に、平成26年度及び27年度の環境省調査結果に基づく移動・固定発生源別の燃料消費量割合（表3-56）を乗じて、燃料消費量を移動発生源と固定発生源に振り分けた。移動発生源、固定発生源それぞれの CRF における報告先は表3-55を参照のこと。

自家用発電及び自家用蒸気発生部門は、「総合エネルギー統計」においてはエネルギー転換部門に含まれるが、2006年 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報告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事業所からの CO₂ 排出量と合計し、「1.A.4」に報告している。

表 3-54 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
液体燃料	1,921	2,080	2,190	2,222	1,573	1,506	1,413	1,441	1,346	1,292	1,279	1,296	1,219	1,182	1,222
固体燃料	3	2	1	1	19	15	12	15	12	12	29	21	81	71	70
気体燃料	418	537	649	731	835	847	826	836	832	846	850	909	870	893	815
その他化石燃料	196	219	257	278	243	242	257	248	246	239	274	278	260	268	262
バイオマス	15	18	22	44	59	62	63	65	73	84	64	68	72	67	65
合計	2,553	2,856	3,118	3,277	2,729	2,672	2,571	2,606	2,509	2,473	2,495	2,573	2,501	2,480	2,433

表 3-55 「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、1.A.5）

CRF		総合エネルギー統計			
1A4	Other sectors				
1A4a	Commercial/institutional	自家用発電 (電気業[#255330] (2015まで)、農林水産鉱建設[#251000]、製造業[#252000]を除く。)	#250000		
		自家用蒸気発生 (農林水産鉱建設[#261000]、製造業[#262000]を除く。)	#260000		
		最終エネルギー消費 業務他	#650000		
		▲非エネルギー利用 業務他	#951800		
		最終エネルギー消費 家庭	#700000		
1A4b	Residential	▲非エネルギー利用 家庭	#952000		
1A4c	Agriculture/forestry/fishing				
i	Stationary	自家用発電 農林水産鉱建設(農林水産業)	#251000		
		自家用蒸気発生 農林水産鉱建設(農林水産業)	#261000		
		最終エネルギー消費 農林水産業(#611000)のうち固定発生源(推計値)			
		▲非エネルギー利用 農林水産鉱建設業(農林水産業)	#951100		
		最終エネルギー消費 農業(#611100)のうち移動発生源(推計値)			
		最終エネルギー消費 林業(#611200)のうち移動発生源(推計値)			
		最終エネルギー消費 漁業(#611300)のうち移動発生源(推計値)			
		最終エネルギー消費 水産養殖業(#611400)のうち移動発生源(推計値)			
		ii	Off-road vehicles and other machinery		
		iii	Fishing		
1A5	Other	NO	-		

(注) ▲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。

表 3-56 農林水産業（1.A.4.c）部門における固定・移動排出源別の燃料消費割合

燃料種	農業部門		林業部門		水産養殖業部門			漁業部門		
	移動発生源	固定発生源	移動発生源	固定発生源	移動発生源(船舶)	移動発生源	固定発生源	移動発生源(船舶)	移動発生源	固定発生源
軽油	99%	1%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A 重油	5%	95%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
灯油	2%	98%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
LPG、都市ガス	5%	95%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%

(出典) 環境省 (2015a)

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。3.2.4. c) 節を参照のこと。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の更新に伴う活動量及び排出係数の更新により、1990～1992、1995～2019年度について排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新及び算定方法の改善に伴い、1990～2019年度のその他化石燃料のCO₂排出量が再計算された。詳細は7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第10章参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.11. その他部門（1.A.4）及びその他（1.A.5）における CH₄ と N₂O の排出

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、業務（1.A.4.a）、家庭（1.A.4.b）、農林水産業（1.A.4.c）、その他（1.A.5）におけるエネルギー消費からの CH₄、N₂O 排出を扱う。

移動発生源のうち、特殊自動車（農業機械、林業機械等）、漁船等におけるエネルギー消費に伴う CH₄、N₂O 排出も本カテゴリーで扱う。国防用途での燃料の燃焼に伴う排出については業務（1.A.4.a）に含む。

b) 方法論

■ 算定方法

○ 各種炉

業務（1.A.4.a）及び農林水産業（1.A.4.c）の固定発生源については、エネルギー産業（1.A.1）と同様、2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 1.9、Fig.1.2）に従い、Tier 3 法を用いて排出量を算定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーについては、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で算定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ 家庭で使用される機器

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 法で算定した。

○ 特殊自動車等

農林水産業（1.A.4.c）の移動発生源については、2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol.2、page 3.34、Fig.3.3.1）に従い、Tier 1 法で算定した。

■ 排出係数

○ 各種炉

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）で設定した各施設の排出係数を用いた。表 3-22、表 3-23 を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーの排出係数は、エネルギー産業（1.A.1）と同様の方法で設定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ 家庭で使用される機器

家庭（1.A.4.b）については、2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2、pages 2.22-2.23、Table 2.5 に示されるデフォルト排出係数を使用した。

表 3-57 家庭 (1.A.4.b) における CH₄、N₂O 排出係数

炉種	燃料種	CH ₄ 排出係数 [kg-CH ₄ /TJ]	N ₂ O 排出係数 [kg-N ₂ O/TJ]
家庭で使用される機器	液体燃料	9.5	0.57
	固体燃料	290	1.4
	気体燃料	4.5	0.090
	バイオマス燃料	290	3.8

(注) デフォルト値 (2006年 IPCC ガイドライン Vol.2, page 1.16) に 0.95 (液体・固体・バイオマス燃料) ないし 0.9 (気体燃料) を乗じて高位発熱量換算

○ 特殊自動車等

農業、漁業、水産養殖業の移動発生源で使用される軽油については欧州環境機関 (2016) の表 3-1 の「Diesel」に記載の「1.A.4.c.ii-Agriculture」の排出係数を設定する。また、農業で使用される A 重油、灯油については、同ガイドブックに各燃料種固有の排出係数は示されていないが、主な使用機器がトラクターであることから、軽油と同じ値を使用する。農業の LPG、都市ガスについては同表の「LPG」の値を使用する。更に林業の軽油には同表の「Diesel」に記載の「1.A.4.c.ii-Forestry」の排出係数を設定する。

また、漁業と水産養殖業の船舶で使用する A 重油には、2006年 IPCC ガイドライン vol.2, page 3.50, Table 3.5.3 の「Default water-borne navigation CH₄ and N₂O emission factors」の排出係数を設定する。

表 3-58 農林水産業 (1.A.4.c) の特殊自動車等からの CH₄、N₂O 排出係数

燃料種	単位	CH ₄ 排出係数	N ₂ O 排出係数	出典
軽油、灯油、船舶用途外 A 重油	g/t	87	136	欧州環境機関 (2016)、Non-road mobile sources and machinery, Table 3-1
林業用軽油	g/t	49	138	
LPG、都市ガス	g/t	354	161	
船舶用 A 重油	kg/TJ(NCV)	7	2	2006年 IPCC ガイドライン Vol.2, Table 3.5.3

■ 活動量

○ 各種炉

「総合エネルギー統計」の部門別、燃料種別の燃料消費量に、表 3-56 の固定発生源の割合及び炉種別燃料消費量割合を乗じて得られた燃料消費量を固定発生源すなわち各種炉の活動量とした。炉種別の燃料消費量割合は、エネルギー産業 (1.A.1) と同様、「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計である「石油等消費動態統計年報」、「エネルギー消費統計」、「電力調査統計」及び「ガス事業生産動態統計」のデータを使用して推計した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ バイオマスボイラー

バイオマスボイラーについては、製造業及び建設業 (1.A.2) と同様の方法で設定した。3.2.5. b) 節を参照のこと。

○ 家庭で使用される機器

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。

○ 特殊自動車等

「総合エネルギー統計」の農林水産業部門における燃料種別の燃料消費量に表 3-56 の移動発生源の割合を乗じて算出した燃料消費量を、移動発生源すなわち特殊自動車等の活動量とする。

c) 不確実性と時系列の一貫性

○ 各種炉（バイオマスボイラー含む）

製造業及び建設業（1.A.2）に記載した内容と同一である。3.2.7. c) 節を参照のこと。

○ 家庭で使用される機器

排出係数の不確実性については、デフォルト値を使用する。活動量の不確実性については、3.2.4. c) 節で設定した固体燃料、液体燃料、気体燃料の活動量の不確実性を使用する。

○ 特殊自動車等

製造業及び建設業（1.A.2）に記載した内容と同一である。3.2.7. c) 節を参照のこと。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述している。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の1990～2019年度で活動量が更新されたため、当該年度のCH₄及びN₂Oの排出量が再計算された。

廃棄物分野における統計データの更新に伴い、2019年度のCH₄とN₂Oの排出量が再計算された。詳細は7.4.3.節を参照のこと。

再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

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。3.2.5. f) 節を参照のこと。

3.2.12. 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」
- 「廃棄物が原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、2006年 IPCC ガイドラインに従い廃棄物の焼却（カテゴリ5.C.）の方法論を適用し、算定した排出量は2006年 IPCC ガイドラインに従い燃料の燃焼（カテゴリ1.A.）で報告する。算定方法については、第7章を参照のこと。

排出量の報告カテゴリは、廃棄物別に、原燃料としての利用用途に応じて、表3-59のとおりエネルギー産業（1.A.1）、製造業・建設業（1.A.2）もしくはその他部門（1.A.4）に報告する。報告する際の燃料種は「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」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も算定対象とする。

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）も算定対象とする。

表 3-59 廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）で排出量の算定を行う区分

区分	算定対象		燃料種区分	処理方式	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
1.A.4. (7.4.3.1) ⁷⁾	一般廃棄物	プラスチック	石油由来プラスチック	Other fossil fuels	焼却される際にエネルギーを回収	○	○ ²⁾	○ ²⁾
			バイオマスプラスチック	Biomass ⁸⁾				
		ペットボトル	石油由来プラスチック	Other fossil fuels				
			バイオ PET ボトル	Biomass ⁸⁾				
		紙くず	石油由来成分	Other fossil fuels ⁹⁾				
			生物起源成分	Biomass				
		紙おむつ	石油由来成分	Other fossil fuels ⁹⁾				
			生物起源成分	Biomass				
	繊維くず	合成繊維	Other fossil fuels					
		天然繊維	Biomass					
	その他（生物起源）	Biomass						
	産業廃棄物	廃油	石油由来の廃油	Other fossil fuels	焼却炉	○	○	○
			動植物性廃油	Biomass		NA ¹⁾	○	○
		廃プラスチック類	石油由来プラスチック	Other fossil fuels		○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass ⁸⁾		NA ¹⁾	IE ³⁾	IE ³⁾
		食物くず [動植物性残さ・動物の死体]	Biomass			NA ¹⁾	○	○
			紙くず	石油由来成分		Other fossil fuels ⁹⁾	○	IE ⁴⁾
		生物起源成分		Biomass		NA ¹⁾	○	○
		木くず（生物起源）	Biomass			NA ¹⁾	○	○
		繊維くず	合成繊維くず	-		IE ³⁾	IE ³⁾	IE ³⁾
天然繊維くず			Biomass	NA ¹⁾		○	○	
汚泥	下水汚泥	-	NO	NO	NO			
	下水汚泥以外	Biomass	NA ¹⁾	○	○			
特別管理産業廃棄物	-		IE ⁵⁾	IE ⁵⁾	IE ⁵⁾			
1.A.1、 1.A.2 及び 1.A.4 (7.4.3.2) ⁷⁾	一般廃棄物	プラスチック	石油由来プラスチック	Other fossil fuels	原燃料として直接利用	○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass ⁸⁾		NA ¹⁾	IE ³⁾	IE ³⁾
		ペットボトル	-			NO	NO	NO
	産業廃棄物	廃油	石油由来の廃油	Other fossil fuels		○	○	○
			動植物性廃油	Biomass		NA ¹⁾	○	○
		廃プラスチック類	石油由来プラスチック	Other fossil fuels		○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass ⁸⁾		NA ¹⁾	IE ³⁾	IE ³⁾
	木くず	Biomass		NA ¹⁾		○	○	
	廃タイヤ	石油由来成分	Other fossil fuels	○		○	○	
		バイオマス起源成分	Biomass ⁸⁾	NA ¹⁾		IE ⁶⁾	IE ⁶⁾	
1.A.1 及び 1.A.2 (7.4.3.3) ⁷⁾	ごみ固形燃料 (RDF)	石油由来成分	Other fossil fuels	燃料に加工された後に利用	○	○	○	
		生物起源成分	Biomass ⁸⁾		NA ¹⁾	IE ⁶⁾	IE ⁶⁾	
	ごみ固形燃料 (RPF)	石油由来成分	Other fossil fuels		○	○	○	
		生物起源成分	Biomass ⁸⁾		NA ¹⁾	IE ⁶⁾	IE ⁶⁾	

(注)

- 2006年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源の廃棄物の焼却に伴う CO₂ 排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRF には燃料種「Biomass」として報告する。
- 対象の算定区分をまとめて焼却方式別に算定し、CRF には燃料種「Other fossil fuels」として報告する。
- 石油由来プラスチックに含まれる。
- 紙くず（生物起源成分）に含まれる。
- 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。
- 石油由来成分に含まれる。
- 報告カテゴリーの詳細は該当節の記述を参照のこと。
- 固形廃棄物等（プラスチック、廃タイヤ、RDF、RPF）に含まれる生物起源成分について、混合された固形廃棄物の熱量データを分離する適切な方法がなく、エネルギー分野で報告する熱量ベースでの活動量は石油由来成分から分離が困難なことから、「Other fossil fuels」に含めて IE として報告する。
- 紙くずに含まれる石油由来成分について、エネルギー分野で報告する熱量ベースでの活動量は生物起源成分から分離が困難なことから、「Biomass」に含めて IE として報告する。

表 3-60 廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）での排出量報告区分

処理方式	算定対象	燃料利用の内訳	主な用途	エネルギー分野 報告区分	CO ₂ 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	(区分無し)	エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却	1.A.4.a 業務	○	○	○	
	産業廃棄物				○	○	○	
廃棄物を原料として直接利用	一般廃棄物 プラスチック	油化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○	
		高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO ³⁾	NO ³⁾	
		コークス炉化学原料	コークス原料利用	1.A.1.c. 固体燃料製造等	○	IE ⁴⁾	NO ⁵⁾	
		ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE ⁶⁾	NE ⁶⁾	
	産業廃棄物	廃油	(区分無し)	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			高炉還元剤	高炉還元剤利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO ³⁾	NO ³⁾
		廃プラスチック類	化学工業	ボイラー燃料	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			製紙業	ボイラー燃料	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○
			セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○
			自動車製造業	ボイラー燃料	1.A.2.g. その他	○	○	○
			油化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE ⁶⁾	NE ⁶⁾
		木くず	(区分無し)	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	NA	○	○
		廃タイヤ	セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○
	ボイラー		一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○	
	製鉄		製鉄原燃料利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO ³⁾	NO ³⁾	
	ガス化		製鉄所燃料	1.A.2.a. 鉄鋼	○	○	○	
	金属精錬		金属精錬燃料利用	1.A.2.b. 非鉄金属	○	○	○	
	タイヤメーカー		タイヤメーカー燃料利用	1.A.2.c. 化学	○	○	○	
	製紙		製紙工場燃料利用	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○	
発電	発電利用	1.A.4.a 業務	○	○	○			
廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料 (RDF)	(区分無し)	一般燃料利用 (発電含む)	1.A.2.g. その他 ¹⁾	○	○	○	
	ごみ固形燃料 (RPF)	石油製品業	ボイラー燃料	1.A.1.b. 石油精製	○	○	○	
		化学工業	ボイラー燃料	1.A.2.c. 化学	○	○	○	
		製紙業	製紙工場燃料利用	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷	○	○	○	
		セメント製造業	セメント焼成利用	1.A.2.f. 窯業土石	○	○	○	

(注)

- 1) 自家利用以外の発電・熱供給分は1.A.1.a.で報告すべきだが、現時点では実態を把握できていないため、1.A.2.g.に含めて報告する。
- 2) 2006年 IPCC ガイドラインに従い、生物起源成分の焼却に伴うCO₂排出量は、総排出量には含めず参考値として算定し、CRFには燃料種「Biomass」として報告する。表3-59を参照。
- 3) 鉄鋼業から発生する高炉ガスは全量回収される。
- 4) 同じ報告区分（1.A.1.c.）における固体燃料に含まれる。
- 5) コークス炉内は通常1,000℃以上の還元雰囲気であり、N₂Oは発生しない。
- 6) 主にアンモニア合成原料等を得る目的で使用されており、燃料として燃焼される割合は少ないと考えられるため、算定は行わない。

廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）における温室効果ガス排出量を表3-61に示す。

表 3-61 廃棄物の焼却等（エネルギー分野での報告）（1.A）における排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
CO ₂ ¹⁾	1.A.1. エネルギー産業	a.発電・熱供給	kt-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		b.石油精製	kt-CO ₂	NO	NO	0.6	6.4	5.8	4.6	5.5	4.5	5.0	6.1	4.5	5.0	0.3	0.1	0.6
		c.固体燃料製造等	kt-CO ₂	NO	NO	15	246	247	237	240	NO	24	40	34	45	24	34	29
	1.A.2. 製造業・建設業	a.鉄鋼	kt-CO ₂	NO	NO	312	639	549	488	538	474	580	562	590	626	531	570	419
		b.非鉄金属	kt-CO ₂	119	63	51	17	2	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		c.化学	kt-CO ₂	14	64	89	67	73	72	84	82	65	68	63	65	63	48	29
		d.パルプ・紙・印刷	kt-CO ₂	NO	56	114	998	1,804	1,825	1,850	1,930	1,986	2,044	2,089	2,150	2,181	2,073	2,055
		e.食品加工・飲料・たばこ	kt-CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		f.窯業土石	kt-CO ₂	197	492	879	1,088	1,324	1,355	1,357	1,453	1,636	1,590	1,711	1,780	1,965	2,050	2,047
		g.その他	kt-CO ₂	3,878	4,474	4,462	5,874	5,624	5,479	5,724	5,607	5,357	5,742	5,399	5,434	5,827	5,995	6,163
	1.A.4	a.業務	kt-CO ₂	6,505	7,146	9,043	8,406	6,801	6,990	7,737	7,549	7,172	7,254	8,169	8,540	7,902	8,607	8,252
		合計	kt-CO ₂	10,712	12,294	14,966	17,341	16,430	16,452	17,537	17,100	16,826	17,308	18,060	18,645	18,494	19,377	18,995
	CH ₄ ²⁾	1.A.1. エネルギー産業	a.発電・熱供給	kt-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
b.石油精製			kt-CH ₄	NO	NO	1.7.E-06	1.8.E-05	1.6.E-05	1.3.E-05	1.5.E-05	1.3.E-05	1.4.E-05	1.7.E-05	1.2.E-05	1.4.E-05	8.6.E-07	3.2.E-07	1.6.E-06
c.固体燃料製造等			kt-CH ₄	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2. 製造業・建設業		a.鉄鋼	kt-CH ₄	NO	NO	NO	7.7.E-04	1.4.E-03	1.3.E-03	1.3.E-03	1.2.E-03	1.4.E-03	1.4.E-03	1.4.E-03	1.6.E-03	1.7.E-03	1.6.E-03	2.8.E-04
		b.非鉄金属	kt-CH ₄	3.2.E-04	1.8.E-04	1.4.E-04	7.7.E-05	7.7.E-06	7.7.E-06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		c.化学	kt-CH ₄	2.0.E-05	1.0.E-04	1.5.E-04	1.7.E-04	1.9.E-04	1.9.E-04	2.2.E-04	2.2.E-04	1.8.E-04	1.9.E-04	1.7.E-04	1.7.E-04	1.6.E-04	1.2.E-04	6.4.E-05
		d.パルプ・紙・印刷	kt-CH ₄	NO	1.0.E-04	2.2.E-04	2.7.E-03	4.8.E-03	4.9.E-03	5.0.E-03	5.2.E-03	5.4.E-03	5.6.E-03	5.7.E-03	5.9.E-03	6.0.E-03	5.7.E-03	5.7.E-03
		e.食品加工・飲料・たばこ	kt-CH ₄	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		f.窯業土石	kt-CH ₄	0.03	0.08	0.14	0.20	0.22	0.22	0.22	0.23	0.26	0.25	0.27	0.28	0.31	0.32	0.32
		g.その他	kt-CH ₄	1.8	1.8	2.2	2.9	4.2	4.4	4.5	4.8	5.3	5.0	4.9	5.2	5.1	5.5	5.8
1.A.4		a.業務	kt-CH ₄	0.54	0.54	0.60	0.15	0.14	0.17	0.17	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
		合計	kt-CH ₄	2.3	2.4	3.0	3.3	4.6	4.8	4.9	5.2	5.7	5.4	5.4	5.7	5.5	6.0	6.3
			kt-CO ₂ 換算	59	60	74	81	114	120	122	129	142	135	134	142	138	149	157
N ₂ O ³⁾	1.A.1. エネルギー産業	a.発電・熱供給	kt-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
		b.石油精製	kt-N ₂ O	NO	NO	1.1.E-05	1.2.E-04	1.0.E-04	8.3.E-05	1.0.E-04	8.1.E-05	9.0.E-05	1.1.E-04	8.0.E-05	9.1.E-05	5.6.E-06	2.1.E-06	1.0.E-05
		c.固体燃料製造等	kt-N ₂ O	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1.A.2. 製造業・建設業	a.鉄鋼	kt-N ₂ O	NO	NO	NO	9.1.E-04	1.6.E-03	1.5.E-03	1.5.E-03	1.5.E-03	1.7.E-03	1.6.E-03	1.7.E-03	1.9.E-03	2.0.E-03	1.9.E-03	3.4.E-04
		b.非鉄金属	kt-N ₂ O	2.4.E-04	1.3.E-04	1.1.E-04	5.6.E-05	5.6.E-06	5.6.E-06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		c.化学	kt-N ₂ O	8.5.E-03	6.8.E-03	8.5.E-03	4.5.E-03	3.3.E-03	3.0.E-03	3.2.E-03	2.4.E-03	1.7.E-03	1.9.E-03	1.5.E-03	5.8.E-03	6.5.E-03	6.8.E-03	8.2.E-03
		d.パルプ・紙・印刷	kt-N ₂ O	NO	6.6.E-04	5.9.E-03	2.2.E-02	5.9.E-02	5.7.E-02	5.7.E-02	5.6.E-02	6.2.E-02	6.1.E-02	6.4.E-02	6.7.E-02	6.8.E-02	6.5.E-02	6.3.E-02
		e.食品加工・飲料・たばこ	kt-N ₂ O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
		f.窯業土石	kt-N ₂ O	2.7.E-03	6.9.E-03	1.2.E-02	1.7.E-02	1.9.E-02	1.9.E-02	1.9.E-02	2.0.E-02	2.3.E-02	2.2.E-02	2.4.E-02	2.5.E-02	2.7.E-02	2.8.E-02	2.8.E-02
		g.その他	kt-N ₂ O	5.8.E-02	5.1.E-02	5.3.E-02	6.1.E-02	6.8.E-02	7.0.E-02	7.1.E-02	7.4.E-02	7.9.E-02	7.7.E-02	7.5.E-02	7.8.E-02	7.8.E-02	8.3.E-02	8.7.E-02
	1.A.4	a.業務	kt-N ₂ O	1.2	1.3	1.6	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		合計	kt-N ₂ O	1.3	1.4	1.6	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1
			kt-CO ₂ 換算	379	416	488	372	328	326	342	334	335	319	358	363	340	347	339

(注)

- 1) 石油由来成分のみ含む。
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、2006 年 IPCC ガイドラインに従い総排出量には含めず参考値として算定し、CRF table 1.A(a)の「Biomass」に報告する。
- 2) 石油由来成分及び生物起源成分を含む。

3.3. 燃料からの漏出 (1.B)

燃料からの漏出カテゴリーは、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、及び地熱発電所からの温室効果ガスの排出を扱う。

本カテゴリーは、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・天然ガス等」の2つのカテゴリー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、及び地熱発電所からの排出等である。

2020 年度における本カテゴリーからの温室効果ガス排出量は 1,037 kt-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 0.1% を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 80% の減少となっている。

表 3-62 燃料からの漏出カテゴリー (1.B) の温室効果ガス排出量

Gas	部門		単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
CO ₂	1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-CO ₂	5.4	2.5	1.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4			
		b. 固体燃料転換		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
		c. その他 (制御不能な燃焼および石炭ずりでの燃焼)		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	1.B.2 石油・天然ガス等	a. 石油		0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
		b. 天然ガス		0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	
		c. 通気弁・フレアリング		81.2	109.1	122.6	164.3	221.7	224.0	232.2	222.0	209.8	223.3	245.2	264.7	242.3	222.0	197.6	197.6	197.6	
		d. その他 (地熱発電)		104.4	409.2	386.6	341.9	251.2	251.9	256.5	215.2	237.9	200.1	210.5	170.0	179.8	145.7	145.7	145.7	145.7	
	合計			kt-CO ₂	192	522	512	508	475	478	490	439	449	425	457	436	423	369	345	345	
	CH ₄	1.B.1 固体燃料		a. 石炭採掘	kt-CH ₄	192.4	97.5	63.3	26.3	22.6	22.1	21.9	21.4	21.7	20.9	20.7	21.2	19.1	18.3	18.0	18.0
				b. 固体燃料転換		3.4	3.3	2.7	1.8	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
c. その他 (制御不能な燃焼および石炭ずりでの燃焼)			NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
1.B.2 石油・天然ガス等		a. 石油	1.0	1.1		1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
		b. 天然ガス	7.0	7.8		8.8	10.7	11.1	10.9	10.5	9.8	9.2	9.3	10.0	9.9	9.4	8.7	7.8	7.8	7.8	
		c. 通気弁・フレアリング	0.3	0.5		0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
		d. その他 (地熱発電)	0.2	0.8		0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	
合計		kt-CH ₄	204.3	110.9		76.9	41.0	36.8	36.0	35.3	33.9	33.5	32.6	33.0	33.4	30.6	29.0	27.7	27.7		
		kt-CO ₂ 換算	5,107	2,773		1,922	1,026	920	900	882	848	838	816	824	834	764	726	692	692		
N ₂ O		1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-N ₂ O		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
	b. 固体燃料転換		0.007		0.007	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002		
	c. その他 (制御不能な燃焼および石炭ずりでの燃焼)		NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	1.B.2 石油・天然ガス等	a. 石油	IE,NA		IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	
		b. 天然ガス	0.0004		0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	
		c. 通気弁・フレアリング	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
		d. その他 (地熱発電)	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	合計		kt-N ₂ O		0.0070	0.0071	0.0058	0.0040	0.0031	0.0028	0.0027	0.0027	0.0025	0.0023	0.0022	0.0021	0.0020	0.0020	0.0018	0.0018	
			kt-CO ₂ 換算		2.09	2.11	1.72	1.18	0.91	0.84	0.82	0.80	0.75	0.70	0.65	0.63	0.59	0.59	0.55	0.55	
	全ガス合計		kt-CO ₂ 換算		5,301	3,296	2,436	1,535	1,396	1,378	1,373	1,287	1,288	1,241	1,282	1,271	1,188	1,095	1,037	1,037	

(参考) バイオマス起源 CO₂ 排出量

CO ₂	1.B.1 固体燃料	b. 固体燃料転換	単位	130.7	129.2	105.9	70.5	53.5	49.0	47.5	46.5	43.6	40.6	37.3	36.3	34.1	33.5	31.0
-----------------	------------	-----------	----	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

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

本カテゴリーでは、坑内掘炭鉱における石炭の採掘時及び採掘後工程に伴う CH₄ と CO₂ の排出、及び閉山炭鉱からの CH₄ と CO₂ 排出の排出を扱う。

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。また、

選炭や輸送といった採掘後工程でも石炭中の CH₄ が排出されることがある。加えて、炭鉱が閉山されて以降も、一部の炭鉱では CH₄ が湧出する。また、CH₄ と比較すると濃度は低いですが、石炭中には CO₂ も含有されており、CH₄ と同様のプロセスで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、石炭採掘時の 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。

我が国での炭鉱の操業状況については、松本（2006）、松本他（2018）を参照のこと。

b) 方法論

■ 算定方法

○ CH₄

【採掘時】

2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（vol. 2, page 4.11, fig. 4.1.1）に従い、Tier 3法を用いて各炭坑における実測データを CH₄ 排出量として報告する。

【採掘後工程】

2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（vol. 2, page 4.11, fig. 4.1.1）に従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1法を用い、石炭坑で採掘された石炭の量に、排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。

【閉山炭鉱】

2006年 IPCC ガイドラインの Tier 2法を用いて、下式のとおり水没していない閉山炭鉱数に石炭種類及び炭鉱閉鎖期間を考慮した排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。

$$E = N \times F \times ER \times EF \times CF, \quad EF = (1 + a \times T)^b$$

<i>E</i>	: 閉山炭鉱からの GHG 漏出量 [kt/年]
<i>N</i>	: 水没していない閉山炭鉱の数 [ヶ所]
<i>F</i>	: ガスを漏出する炭鉱の割合
<i>ER</i>	: 閉山前の炭鉱からの GHG 排出量 [m ³ /年]
<i>EF</i>	: 排出量の減少係数
<i>a, b</i>	: 排出量の減少カーブを決定するパラメータ
<i>T</i>	: 炭鉱閉鎖期間 [年]
<i>CF</i>	: ガスの密度 [kt/m ³] CH ₄ :0.67×10 ⁻⁶

○ CO₂

【採掘時】

石炭生産量に CO₂ 排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

【採掘後工程】

石炭生産量に CO₂ 排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

【閉山炭鉱】

CO₂ 排出量の算定方法は上記 CH₄ の算定方法と同様であり、CO₂ 排出係数は CH₄ 排出係数から算定する。

■ 排出係数

○ CH₄

【採掘時】

採掘時のCH₄排出係数は、石炭フロンティア機構(旧石炭エネルギーセンター、以下JCOAL)より提供されたCH₄総排出量の実測値(体積ベース)を、20℃1気圧におけるCH₄の密度0.67 [kt/10⁶m³]をもって重量に換算したうえで、坑内掘石炭生産量で除することにより算出する。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、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る。

表 3-63 坑内掘 採掘時の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	参照
坑内掘石炭生産量(A)	kt	9,471	8,118	4,016	1,635	1,225	1,132	1,100	1,103	1,124	980	1,102	1,275	660	459	565	石炭エネルギーセンター調べ
CH ₄ 総排出量(B)	10 ⁶ m ³	262	92	57	4.2	2.0	1.8	1.8	1.9	2.3	2.4	2.4	2.9	1.5	1.3	1.2	石炭エネルギーセンター調べ
CH ₄ 総排出量(C)	kt-CH ₄	176	62	38	2.8	1.3	1.2	1.2	1.2	1.5	1.6	1.6	1.9	1.0	0.9	0.8	=(B)*0.67
排出係数	kg-CH ₄ /t	19	8	9	1.7	1.1	1.0	1.1	1.1	1.4	1.6	1.4	1.5	1.5	1.9	1.4	=(C)/(A)*1000

【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、2006年IPCCガイドライン Vol. 2, page 4.12, Equation 4.1.4 に示されたデフォルト値(平均値2.5 [m³/t])を、20℃1気圧におけるCH₄の密度0.67 [kt/10⁶m³]を用いて換算した値(1.675 [kg-CH₄/t])を用いる。

【閉山炭鉱】

ガスを排出する炭鉱の割合(F)には2006年IPCCガイドライン Vol. 2, page 4.24, Table 4.1.5のデフォルト値の中間値(1900-1925: 5%、1926-1950: 26.5%、1951-1975: 40%、1976-2000: 54%、2001-: 54.5%)を、閉山前の炭鉱からのGHG排出量(ER)には炭鉱の規模を考慮して2006年IPCCガイドライン vol. 2, page 4.27, Table 4.1.8の低位値(1.3 百万立方メートル/年/ヶ所)を用いる。また排出量の減衰カーブを決定するパラメータには2006年IPCCガイドライン Vol. 2, page 4.27, Table 4.1.9の日本で一般的な亜瀝青炭の数値(a=0.27、b=-1.00)を用いる。

○ CO₂

【採掘時】

CO₂排出係数は、CH₄排出係数(体積ベース)に北海道開発庁(1965)を用いて把握した「炭層ガス中のCO₂とCH₄の体積分率の比」(0.0088)及びCO₂の密度(1.84 kg/m³)を乗じて算定する。

【採掘後工程】

採掘時同様、CH₄排出係数(体積ベース)に0.0088を乗じる。

【閉山炭鉱】

採掘時同様、CH₄排出係数(体積ベース)に0.0088を乗じる。

■ 活動量

【採掘時、及び採掘後工程】

採掘時、採掘後工程の活動量は、「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JCOAL(2001年度以降)提供データに示された「原炭採掘量合計」から「露天掘生産量」を差し引いた値を用いる。

表 3-64 石炭生産量の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
石炭生産量合計	kt	10,676	8,814	4,625	2,146	1,782	1,784	1,819	1,824	1,903	1,774	1,855	1,991	1,307	1,014	1,042
うち露天掘		1,205	695	610	511	557	652	719	721	778	795	753	716	647	555	477
うち坑内掘		9,471	8,118	4,016	1,635	1,225	1,132	1,100	1,103	1,124	980	1,102	1,275	660	459	565

【閉山炭鉱】

活動量については、石炭エネルギーセンター（2002）における閉山炭鉱リスト等から把握した水没していない炭鉱数を用いる。

表 3-65 閉山年度別閉山炭鉱数（水没なし）

閉山年度	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
水没していない炭鉱数	39	34	28	48	12	32	91	103	61	46	33	42	21	42	29
閉山年度	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1980	1987	1989	1992	1994	1995	Total
水没していない炭鉱数	13	20	12	1	2	3	1	2	2	2	3	1	1	1	725

○ CH₄の回収とフレアリング

【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する。回収量は「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JCOAL提供データ（1998年度以降）を用いる。

表 3-66 採掘時のCH₄回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
回収量	1000.m ³	50,139	11,112	9,810	2,044	941	733	591	826	448	844	955	482	301	293	303

【採掘後工程】

採掘後工程のCH₄の回収や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。

【閉山炭鉱】

閉山炭鉱におけるCH₄の回収やフレアリングは実施されておらず、「NO」と報告する。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

採掘時におけるCH₄排出量の不確実性は、JCOAL提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006年IPCCガイドラインの設定値（測定誤差による不確実性と気体流速の変動による誤差の不確実性を誤差伝播式により合成）を使用して-5～+5%と設定した。また、採掘時におけるCO₂の不確実性はCH₄排出量の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中のCO₂とCH₄の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-19～+19%と設定した。

採掘後工程におけるCH₄排出係数の不確実性は、2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を使用していることから、2006年IPCCガイドラインの設定値（-33～+300%）を使用した。採掘後工程におけるCO₂排出係数の不確実性は、CH₄排出係数の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中のCO₂とCH₄の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-38～+301%と設定した。採掘後工程におけるCH₄とCO₂の活動量の不確実性は、JCOAL提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006年IPCCガイドラインの設定値（-2～+2%）を使用した。その結果、採掘後工程における排出量の不確実性は、CH₄排出量が-33～+300%、CO₂排出量が-38～+301%と評価された。

閉山炭鉱におけるCH₄排出量の不確実性は、2006年IPCCガイドラインに示されたTier 2

の不確実性に関する記述に基づき-50～+100%と設定した。閉山炭鉱におけるCO₂排出量の不確実性は、CH₄排出量の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中のCO₂とCH₄の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して-53～+102%と設定した。

■ 時系列の一貫性

坑内掘の採掘時におけるCH₄総排出量は、JCOAL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する。

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」、2001年度以降はJCOAL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JCOAL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JCOAL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る。

閉山炭鉱における活動量である閉山炭鉱数は、全年にわたり石炭エネルギーセンター(2002)より引用している。またガスを排出する炭鉱の割合、閉山前の炭鉱からのCH₄排出量、排出量の減衰カーブを決定するパラメータには2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を用いている。更に閉山前の炭鉱からのCO₂の排出量は体積比を一定としてCH₄排出量から類推しており、一貫性を確保している。

d) QA/QC と検証

2006年IPCCガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリQC手続きを実施している。一般的なインベントリQC手続きには、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、第1章に詳述する。

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行われている。更に、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

これまで活動量として精炭生産量を用いていたが、2006年IPCCガイドラインは活動量として原炭採掘量を用いることを求めているため、すべての年度について石炭生産量を見直した。これにより、すべての年度の採掘後工程の排出量及び1991～1994年度の採掘時の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

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

本カテゴリーでは、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 と CO₂ の排出を扱う。なお、露天掘における石炭採掘に伴う 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

○ CH₄

【採掘時】

採掘時の排出については、2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.18, Fig. 4.1.2 のデンジョンツリーに従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて CH₄ 排出量を算定する。

【採掘後工程】

採掘後工程の排出については、2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.18, Fig. 4.1.2 のデンジョンツリーに従い、デフォルト値の排出係数を用いた Tier 1 法を用いて排出量を算定する。

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する。

○ CO₂

【採掘時】

石炭生産量に CO₂ 排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

【採掘後工程】

石炭生産量に CO₂ 排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

■ 排出係数

○ CH₄

【採掘時】

採掘時の排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値(平均値 1.2[m³/t])を、20℃ 1気圧における CH₄ の密度 0.67 [kt/10⁶m³] を用いて換算した値 (0.804 [kg CH₄/t]) を用いる。

【採掘後工程】

採掘後工程の排出係数は、2006年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値(平均値 0.1 [m³/t])を、20℃ 1気圧における CH₄ の密度 0.67 [kt/10⁶m³] を用いて換算した値 (0.067 [kg CH₄/t]) を用いる。

○ CO₂

【採掘時】

CO₂ 排出係数は、CH₄ 排出係数(体積ベース)に北海道開発庁(1965)を用いて把握した「炭層ガス中の CO₂ と CH₄ の体積分率の比」(0.0088)及び CO₂ の密度(1.84 kg/m³)を乗じて算定する。

【採掘後工程】

採掘時同様、CH₄ 排出係数(体積ベース)に 0.0088 を乗じる。

■ 活動量

採掘時、採掘後工程の活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」及び JCOAL 提供デー

タに示された「露天掘生産量」を用いる（表 3-64 参照）。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

採掘時における CH₄ 排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-50~+200%) を使用した。採掘時における CO₂ 排出係数の不確実性は、CH₄ 排出係数の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中の CO₂ と CH₄ の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して -53~+201% と設定した。採掘時における CH₄ と CO₂ の活動量は、ともに JCOAL 提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-2~+2%) を使用した。その結果、採掘時における排出量の不確実性は、CH₄ 排出量が -50~+200%、CO₂ 排出量が -53~+201% と評価された。

採掘後工程における CH₄ 排出係数の不確実性は、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-33~+300%) を使用した。採掘後工程における CO₂ 排出係数の不確実性は、CH₄ 排出係数の不確実性と、北海道開発庁資料掲載のデータから計算する炭層ガス中の CO₂ と CH₄ の体積分率の比の不確実性を誤差伝播式により合成して -38~+301% と設定した。採掘後工程における CH₄ と CO₂ の活動量は、ともに JCOAL 提供の実測値を報告しているが、不確実性の把握が困難であることから、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-2~+2%) を使用した。その結果、採掘後工程における排出量の不確実性は、CH₄ 排出量が -33~+300%、CO₂ 排出量が -38~+301% と評価された。

■ 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」、2001 年度以降は JCOAL の提供データを使用する。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 JCOAL 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 JCOAL 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る。

d) QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

e) 再計算

露天掘生産量の修正により、1997 年度の排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

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)

a) 排出源カテゴリーの説明

木炭の原料となる木質材料を窯に入れて炭化する際に、木質材料に含まれる炭素が不完全燃焼して CH₄ が排出される。本カテゴリーでは、木炭の製造過程において発生する温室効果ガスの排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

木炭生産量に排出係数を乗じて算定する。

■ 排出係数

2006年 IPCC ガイドラインにデフォルト値が与えられていないことから、2006年 国家温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019年改良（以下、2019年改良 IPCC ガイドライン）の木炭製造のデフォルト値（Vol. 2, page 4.103, Table 4.3.3）を用いる。2019年改良 IPCC ガイドラインにはバイオ炭（農地に施用される木炭）の製造のデフォルト値も与えられているが、我が国の製造実態を考慮して、バイオ炭についても木炭のデフォルト値を用いる。バイオ炭のデフォルト値は flame curtain biochar kilns により製造された場合を想定しているが、我が国では主に炭窯、機械炉、平炉によりバイオ炭が製造されていることから、木炭のデフォルト値を適用するのが妥当と判断した。

■ 活動量

林野庁「特用林産基礎資料」及び林野庁「木炭関係資料」から把握した木炭生産量（白炭、黒炭、竹炭、粉炭、オガ炭）を活動量とする。

表 3-67 木炭生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
木炭生産量	kt	83.2	82.3	67.4	44.9	34.1	31.2	30.3	29.6	27.7	25.9	23.7	23.1	21.7	21.3	19.7

■ 完全性について

木炭の製造過程で CO₂ も排出されるが、バイオマス由来のためその排出量は総排出量に含めず、NIR に参考値として報告している。

木炭の燃焼に伴う排出量は、「1.A 燃料の燃焼」で別途報告する。ただし、2006年 IPCC ガイドラインに従い CO₂ 排出量は我が国の総排出量に含めず、CRF に参考値として報告している。

コークス製造に伴う排出量は「1.A 燃料の燃焼」に含まれている。2019年改良 IPCC ガイドラインではコークス製造の算定方法が新たに示された。2019年改良 IPCC ガイドラインではコークス製造の排出源の一つとして、コークス炉ガスのフレアリングが示されている。日本鉄鋼連盟へのヒアリングによると、通常の操業においてフレアリングは行われたいものの、使用先工程の停止や工事等でまれにフレアリング処理がされるとのことである。その場合もほぼ全ての事業所で、総合エネルギー統計の一次統計である石油等消費動態統計でフレアリングの分を含めてコークス炉ガスを報告しているとのことである。2019年改良 IPCC ガイドラインに示されるフレアリング以外のコークス製造の排出源については、活動量（総合エネルギー統計の燃料消費量）ないしコークス炉炉蓋の CH₄ 排出係数で排出量が考慮されている。

なお、我が国において固体燃料転換にあたる活動として、練炭製造も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おらず、デフォルト値もないことから、排出量は算定して

いない。

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、2019年改良 IPCC ガイドラインに示された木炭製造に伴うデフォルト排出係数の不確実性（CH₄ は-68%～+121%、N₂O は-75%～+163%）を用いた。また、活動量については、「特用林産基礎資料」の不確実性が把握できないため、2006年 IPCC ガイドラインにおける石炭採掘（1.B.1.a）の活動量の不確実性（-2%～+2%）で代用した。その結果、木炭の生産に伴う CH₄ 排出量の不確実性は-68%～+121%、N₂O 排出量の不確実性は-75%～+163%と評価された。

■ 時系列の一貫性

木炭生産量の出典は 1990 年度が「木炭関係資料」、1991 年度以降が「特用林産基礎資料」と異なっているが、ともに林野庁の資料であり捕捉範囲も同一としている。また排出係数は 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を全年にわたって使用しており、一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

e) 再計算

「特用林産基礎資料」の 2019 年度の活動量が更新されたため、当該年度の CH₄ 及び N₂O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.1.3. その他（制御不能な燃焼及び石炭ずり（coal dumps）での燃焼）（1.B.1.c）

本カテゴリーでは、炭鉱における火災により非意図的に燃焼した石炭から発生する CO₂ の排出を扱う。

1999 年度については、池島炭鉱における火災によって石炭の燃焼が生じたが、石炭の燃焼量が把握できないため「NE」として報告する。1990 年以降のその他の年度については、石炭への引火を伴う火災は発生していないことから、「NO」として報告する。

3.3.2. 石油・天然ガス等（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）

本カテゴリーでは、油田の試掘時に漏出する CO₂、CH₄、N₂O の排出を扱う。

我が国における油田及び天然ガス田の試掘時の温室効果ガスの排出は、基本的にはフレアリングによるもののみである。したがってフレアリングによる排出は、「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング（コンバインド）」において報告する。

なお、CRFにおける「1.B.2.a.1 石油の試掘」及び「1.B.2.b.1 天然ガスの試掘」の報告欄については、「IE」として報告する。これは、「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング (コンバインド)」において後述のように GPG(2000)に示されている排出係数のデフォルト値を用いており、概念上フレアリング以外の漏出に伴う温室効果ガス排出についても「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング (コンバインド)」に含まれることになるためである。

3.3.2.1.b. 生産 (1.B.2.a.ii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、原油の生産時に漏出する CO₂ 及び CH₄ の排出及び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。なお、原油の生産時の漏出に伴う排出については、海上・陸上油田別に排出量を算定する。また、稼働中の油田の点検時の排出については、活動量となる生産井数について、石油生産井数と天然ガス生産井数が分割できないことから、「1.B.2.b.ii 天然ガスの生産」にまとめて報告することとし、本カテゴリーでは排出量の算定を行わない。

b) 方法論

■ 算定方法

石油の生産に伴う漏出については、2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 4.39, Fig. 4.2.2) に従い、Tier 1 法を用いて算定を行う。

■ 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、2006年 IPCC ガイドラインに示されている一般原油の陸上油田及び海上油田からの漏出のデフォルト値を用いる。なお、陸上油田の排出係数についてはデフォルト値の中間値を用いる。

表 3-68 石油生産時の漏出の排出係数

		単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O ³⁾
一般原油 (Conventional Oil)	海上油田からの漏出	kt/10 ³ m ³	5.9×10 ⁻⁷	4.3×10 ⁻⁸	NA
	陸上油田からの漏出	kt/10 ³ m ³	1.8×10 ⁻³ ¹⁾	1.3×10 ⁻⁴ ²⁾	NA

(出典) 2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.50, Table 4.2.4

(注)

1) デフォルト値は 1.5×10⁻⁶ ~ 3.6×10⁻³

2) デフォルト値は 1.1×10⁻⁷ ~ 2.6×10⁻⁴

3) デフォルト値が「NA」のため算定対象外とする。

【点検時】

点検時の排出量は、「1.B.2.b.ii 天然ガスの生産」にて一括計上しており、排出係数についても同カテゴリーを参照のこと。

■ 活動量

【生産時】

活動量には、海上・陸上油田別の原油生産量 (コンデンセート¹⁷を含まない) を用いる。このうち海上油田における原油生産量 (コンデンセートを含まない) については、コンデンセート生産量に国内における天然ガス総生産量中の海上油田分の割合を乗じて海上油田にお

¹⁷ ガス井よりガスの生産に伴って産出される軽質の液状炭化水素

けるコンデンセート生産量を推計し、海上油田における原油生産量からこの推計値を減じて求める。また陸上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）については、国内における原油総生産量（コンデンセートを含まない）から上記海上油田における原油生産量（コンデンセートを含まない）を減じて求める。

天然ガス、原油、コンデンセートの国内における総生産量は、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」を用いて把握する。海上油田からの天然ガス、原油生産量は、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」を用いて把握する。

表 3-69 海上・陸上油田別の原油生産量（コンデンセートを含まない）

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
原油生産量（コンデンセートを含まない）	海上	1000 kL	175	391	167	76	78	76	72	70	82	76	67	70	59	104	104
	陸上	1000 kL	245	232	218	295	215	208	209	195	180	164	152	141	136	142	150

【点検時】

点検時の排出量は、「1.B.2.b.ii 天然ガスの生産」にて一括計上しており、活動量についても同カテゴリーを参照のこと。

■ 完全性について

本カテゴリーの排出量算定においては、コンデンセートを含まない原油生産量を用いているが、コンデンセート生産に伴う温室効果ガス排出量は 1.B.2.b.ii 及び 1.B.2.b.iii の内数となっている（両カテゴリーの排出係数の中で、コンデンセートの生産に伴う排出も考慮されている）。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

石油生産時の排出係数は、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の -15~+15%）を使用した。その結果、石油生産時の CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101~+101%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は、上記方法を使用して、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」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」及び「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

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

e) 再計算

「天然ガス資料年報」の 2019 年度の活動量が更新されたため、当該年度の CO₂ 及び CH₄ 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

油田の点検に伴う排出について、2006年 IPCC ガイドラインに基づいた算定方法では、天然ガス井の点検に伴う排出量と原油生産量との相関関係が不明であり、算定結果が実態から乖離する懸念があるため、GPG (2000) を用いて算定している。今後 2006年 IPCC ガイドラインにおける算定方法設定の根拠について情報収集を行い、新たな情報が得られた場合、再度 2006年 IPCC ガイドラインに基づく算定方法の適用について検討する。

3.3.2.1.c. 輸送 (1.B.2.a.iii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、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、2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 4.40, Fig. 4.2.3) に従い、Tier 1 法を用い原油の生産量、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する。

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、タンクローリー、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する。

■ 排出係数

排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値を用いる。

表 3-70 原油、コンデンセート輸送時の排出係数

項目	単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
原油輸送 (タンクローリー、タンク貨車)	kt/10 ³ m ³	2.5×10 ⁻⁵	2.3×10 ⁻⁶	NA
コンデンセート輸送	kt/10 ³ m ³	1.1×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁶	ND

(出典) 2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.50 及び 4.53, Table 4.2.4

(注) デフォルト値が「NA」又は「ND」のため N₂O は算定対象外とする。

■ 活動量

輸送時の漏出の活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量及びコンデンセート生産量を用いる。

表 3-71 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
原油生産量 (コンデンセートを含まない)	1000 kL	420	623	386	370	293	284	281	265	262	240	219	210	195	247	254
コンデンセート生産量		234	243	375	541	560	541	478	403	365	339	331	336	301	278	259
原油生産量 (合計)		655	866	761	911	853	824	759	668	626	578	549	546	496	524	513

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 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量以外) : -15~+15%) を使用した。その結果、原油及びコンデンセートの輸送に伴う CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101~+101% と評価された。

■ 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」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」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

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

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・貯蔵 (1.B.2.a.iv.)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、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、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 4.40, Fig. 4.2.3) に従い、Tier 1 法を用いて排出量の算定を行う。

【原油の貯蔵】

貯蔵時の漏出については、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う。

■ 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、2006 年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値の下限値を用いる。

表 3-72 原油精製時の CH₄ 排出係数

排出係数 [kt-CH ₄ /10 ³ m ³]	
原油精製	2.6×10 ⁻⁶

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.53, Table 4.2.4

(注) デフォルト値は、2.6×10⁻⁶~41.0×10⁻⁶

【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 の漏出が起こればと考えられる。

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

原油の貯蔵に係る排出係数は、石油連盟の推計結果 (0.007 千トン CH₄/年 (1998 年度)) を原油の石油精製業への投入量 (「総合エネルギー統計」より) で除した値とする。

表 3-73 原油貯蔵時の排出係数の算出仮定

CH ₄ 排出量 [kt-CH ₄ /year]	原油の石油精製業への投入量 [10 ³ kL]	排出係数 [kt-CH ₄ /10 ³ kL]
7×10 ⁻³	242,861	2.9×10 ⁻⁸

■ 活動量

精製時、貯蔵時の活動量については「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 の体積ベース精製量を用いる。

表 3-74 原油・NGL の国内精製量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
原油・NGL精製量	10 ⁶ m ³	204	241	242	241	209	197	197	200	189	188	191	184	177	174	139

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、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を使用した。また、活動量については、原油及び NGL について、それぞれ標準発熱量の不確実性と消費量の把握に使用されている統計の不確実性から、誤差伝播式により -21~+21%と設定した。ただし消費量の把握に使用されている統計 (「資源・エネルギー統計年報」、「石油等消費動態統計年報」) の不確実性が把握できないため、それらは 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量以外)) で代用した。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、それぞれ -102~+102%と評価された。

原油及び NGL の貯蔵に伴う CH₄ の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが、不確実性の設定が困難であるため 2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を採用した。また、活動量については、原油及び NGL について、それぞれ標準発熱量の不確実性

と消費量の把握に使用されている統計の不確実性から、誤差伝播式により-21~21%と設定した。ただし消費量の把握に使用されている統計（「資源・エネルギー統計年報」、「石油等消費動態統計年報」）の不確実性が把握できないため、それらは2006年IPCCガイドラインのデフォルト値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外））で代用した。その結果、原油及びNGLの貯蔵に伴うCH₄の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ-102~+102%と評価された。

■ 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

2006年IPCCガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリQC手続きを実施している。一般的なインベントリQC手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の2019年度の活動量が更新されたため、当該年度のCH₄排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.1.e. 石油製品の供給（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」として報告する。

3.3.2.1.f. その他（廃油井）（1.B.2.a.vi.）

本カテゴリーでは、2006年IPCCガイドラインに記載のなかった廃油井からの温室効果ガス排出量の算定方法が2019年改良IPCCガイドラインにおいて示されたことから、その排出について報告する。

鉱山保安法施行規則に基づき、鉱業権者が講ずべき措置事例として「坑井の密閉方法」、「セメントプラグの設置方法」、「泥水等の充てん」、「措置後の試験及び密閉状態の確認」、「坑口付近の原状回復の方法」が記載されており（経済産業省、2012）、休廃止鉱山からガスが漏洩しない体制が整えられている。また、同施行規則により、ガス突出又は有害ガスの湧出が生じた場合、災害の発生後速やかに災害の状況について経済産業大臣に報告する義務が課されており、同活動における漏洩が生じた場合は即時に把握可能な管理体制が構築されている。

また、天然ガス鉱業会によれば、国内に存在する休廃止石油¹⁸鉱山は鉱山保安法に従いガ

¹⁸ 鉱山保安法施行規則において、石油は可燃性天然ガス（石炭又は亜炭の掘採を目的とする鉱山において、石炭又は亜炭の掘採に関連して採集されるものを除く。）を含む。

スの突出の防止を実施しており、坑井からの漏出は生じていないとのことであった。なお、各事業者は、鉱業権の放棄後も定期的な見回り（年1回程度）を実施しているとのことであった。

以上における休廃止鉱山における措置体制から、我が国において廃油井からの排出はないと判断されることから、本カテゴリについては、「活動自体は存在するが、特定のガスの排出又は吸収が起こらない」ことを意味する「NA」として報告する。

3.3.2.2. 天然ガス（1.B.2.b）

我が国における天然ガスの供給網とその各プロセスから漏出する温室効果ガスのインベントリでの計上区分を図 3-7 に示す。

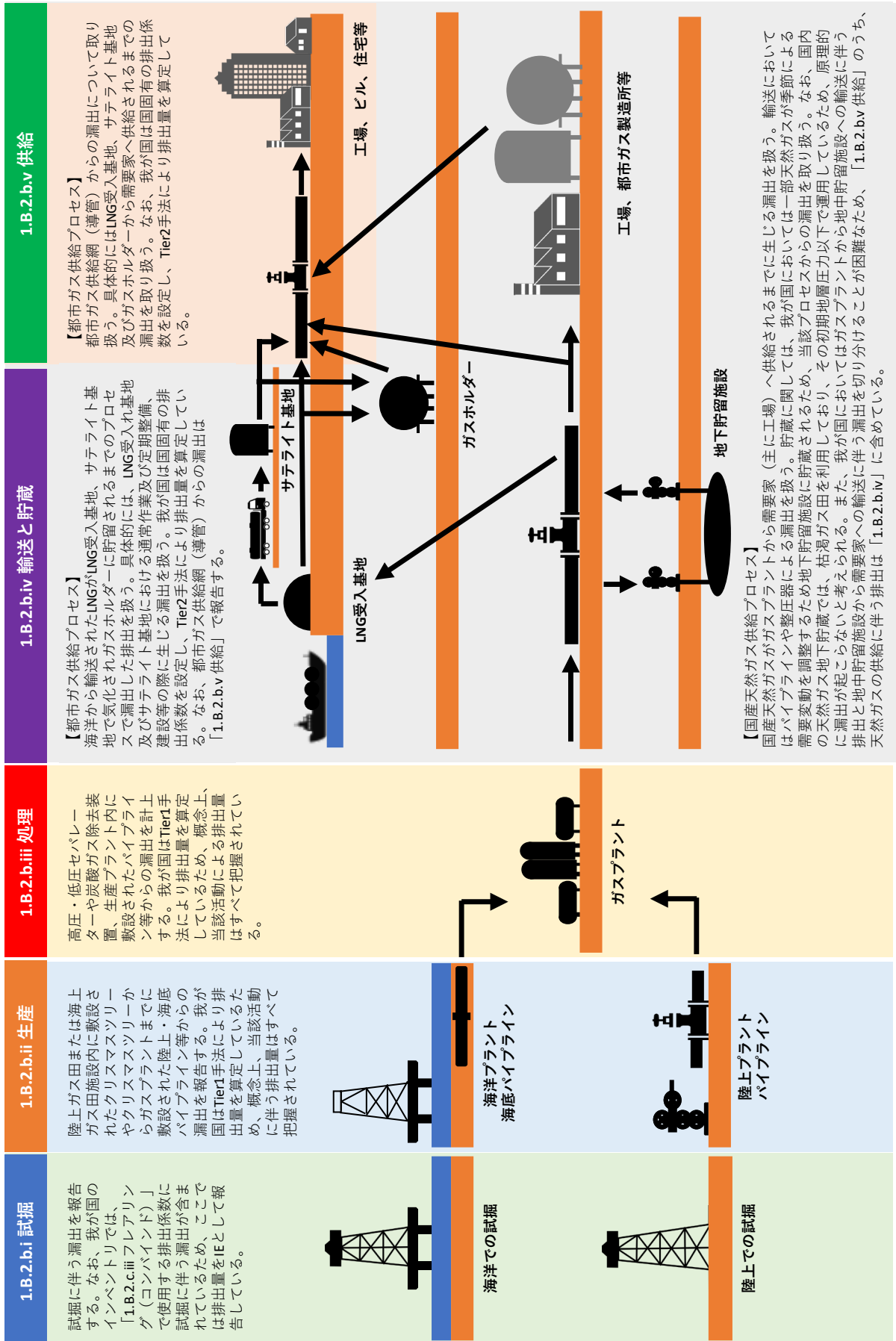


図 3-7 天然ガスの供給網とインベントリ計上区分

3.3.2.2.a. 試掘 (1.B.2.b.i)

本カテゴリーでは、天然ガス田の試掘時に漏出する CO₂、CH₄、N₂O の排出を扱う。

「1.B.2.a.i 石油の試掘」と同様に、試掘時の漏出は基本的にフレアリングのみであるが、また統計上活動量を石油生産用と天然ガス生産用と区別することが困難であることから、「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング (コンバインド)」にまとめて報告する。なお、「1.B.2.a.i 石油の試掘」と同様に、概念上フレアリング以外の漏出に伴う温室効果ガス排出についても「1.B.2.c.Flaring.iii フレアリング (コンバインド)」に含まれることになるため、ここでは各ガスの排出量を「IE」として報告する。

3.3.2.2.b. 生産 (1.B.2.b.ii)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガスの生産時に漏出する CO₂、CH₄、及び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。なお、天然ガスの生産時の漏出に伴う排出については、海上・陸上油田別に排出量を算定する。

b) 方法論

■ 算定方法

天然ガス生産に伴う漏出については、2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1) に従い、Tier 1 法を用いて算定を行う。

生産井の点検に伴う漏出については、2006年 IPCC ガイドラインでは原油生産量に排出係数を乗じて排出量を算定することになっているが、日本の場合原油生産量と天然ガス井の点検に伴う排出量との相関関係が不明であることから、より日本の実態に近いと考えられる GPG (2000) の Tier 1 法 (生産井数に排出係数を乗じる算定方法) を使用する。

■ 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、2006年 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値を用いる。

表 3-75 天然ガス生産時の漏出の排出係数

		単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
天然ガス生産	海上ガス田からの漏出	kt/10 ⁶ m ³	3.8×10 ⁻⁴	1.4×10 ⁻⁵	NA
	陸上ガス田からの漏出	kt/10 ⁶ m ³	2.3×10 ⁻³	8.2×10 ⁻⁵	NA

(出典) 2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.48, Table 4.2.4

(注) デフォルト値が「NA」のため N₂O は算定対象外とする。

【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る。

表 3-76 天然ガス生産井の点検時の排出係数

	単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
生産井 (Servicing)	kt/本	6.4×10 ⁻⁵	4.8×10 ⁻⁷	0

(出典) GPG (2000) Table 2.16

(注) デフォルト値が「0」のため N₂O は算定対象外とする。

■ 活動量

【生産時】

海上ガス田からの天然ガス生産量については、「天然ガス資料年報」に示された海域からの天然ガス生産量を用いる。

陸上ガス田からの天然ガス生産量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における天然ガス総生産量から、上記海上ガス田からの天然ガス生産量を減じて算定する。

【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、「天然ガス資料年報」に示された生産井数を用いる。なお、最新年度については前年度値を代用する。

表 3-77 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
天然ガス 生産量	海上	10 ⁶ m ³	342	374	350	361	188	190	196	196	197	190	176	148	113	120	120
	陸上		1,724	1,863	2,149	2,779	3,155	3,144	2,981	2,744	2,549	2,525	2,621	2,777	2,544	2,347	2,170
	合計		2,066	2,237	2,499	3,140	3,343	3,334	3,177	2,940	2,746	2,715	2,797	2,926	2,657	2,467	2,290
天然ガス及び原油 生産井数	本	1,230	1,205	1,137	1,115	1,046	1,047	1,038	1,059	1,046	1,034	1,019	1,001	1,042	1,045	1,045	

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

天然ガス生産時の CO₂、CH₄ の漏出の排出係数については、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）の -15~+15%）を使用した。その結果、天然ガス生産時の CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101~+101% と評価された。

また、生産井の点検に伴う CO₂、CH₄ の漏出の排出係数については、すべて GPG (2000) のデフォルト値を使用していることから、同ガイダンスの設定値 (-25~+25%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値（生産施設数の係数に伴う不確実性の -25~+25%）を使用した。その結果、生産井の点検に伴う CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -35~+35% と評価された。

■ 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」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」及び「天然ガス資料年報」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

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

e) 再計算

「天然ガス資料年報」の2019年度の活動量が更新されたため、当該年度のCO₂及びCH₄排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.c. 処理 (1.B.2.b.iii.)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガスの成分調整等の処理時に漏出するCO₂、CH₄の排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

天然ガス処理に伴う漏出については、2006年IPCCガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1) に従い、Tier 1法を用いて算定を行う。

■ 排出係数

天然ガス処理時の漏出の排出係数については、2006年IPCCガイドラインに示されているデフォルト値の上限値と下限値の中間値を排出係数とする。

表 3-78 天然ガス処理時の漏出の排出係数

		単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O ³⁾
天然ガス処理	処理時全般 (一般処理プラント) Gas Processing (Sweet Gas Plants)	kt/10 ⁶ m ³	7.55 × 10 ⁻⁴ 1)	2.35 × 10 ⁻⁴ 2)	NA

(出典) 2006年IPCCガイドライン Vol. 2, page 4.48, Table 4.2.4

(注)

- 1) CH₄のデフォルト値は、4.8 × 10⁻⁴ ~ 10.3 × 10⁻⁴
- 2) CO₂のデフォルト値は、1.5 × 10⁻⁴ ~ 3.2 × 10⁻⁴
- 3) デフォルト値が「NA」のため算定対象外とする。

■ 活動量

処理時の活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における天然ガス生産量を用いる (表 3-77 を参照のこと)。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

天然ガス処理時のCO₂、CH₄の漏出の排出係数については、すべて2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年IPCCガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量以外) の-15~+15%) を使用した。その結果、天然ガス処理時のCO₂、CH₄の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -101~+101%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は、デフォルト値を1990年度から直近年まで一定値を使用している。また、処理時の活動量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」をもとに、1990年度から直近年まで全ての時系列に

において同一の方法で算定している。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

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.d. 輸送・貯蔵 (1.B.2.b.iv.)

a) 排出源カテゴリーの説明

天然ガスの輸送においては、パイプラインの移設工事及び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。

また、天然ガスの貯蔵においては、国内の LNG (液化天然ガス) 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 の排出を扱う。

なお、本カテゴリーからの CO₂ 排出は、「NA」と報告する。都市ガスの9割程度を占める LNG 系の都市ガスには CO₂ は存在しないが、我が国の一部の天然ガス層に存在する国産天然ガス中には CO₂ が含まれている。この CO₂ は天然ガスの生産プラントにてほとんど除去した後、天然ガス輸送パイプラインに送られているため、天然ガス輸送パイプラインからは CO₂ はほとんど排出されず、また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 は通気弁 (天然ガス産業) (1.B.2.c.Venting.ii) にて排出量が報告されているため、当該排出源からの CO₂ 排出は「NA」とする。

b) 方法論

■ 算定方法

天然ガスの輸送においては、天然ガスの販売量に我が国独自の排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。

天然ガスの貯蔵においては、都市ガスの原料として利用された LNG 及び天然ガスの量に我が国独自の排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。

■ 排出係数

【輸送】

パイプラインの移設・設置工事に伴うガスの放散については2004年度及び2008年度以降、整圧器の駆動用ガスの放散については2004年度及び2011年度以降において、天然ガス鉱業協会が会員企業の施設からの CH₄ 排出量を調査しており、我が国独自の排出係数の設定に当たってはこの調査結果を利用する。

パイプラインの移設・設置工事、整圧器の駆動用ガスの放散それぞれの排出係数を表 3-79

のように推計し、その合計値を天然ガスの輸送に伴う排出の排出係数とする。なお、排出係数の設定に用いる天然ガス販売量は、天然ガス鉱業会会員企業のデータ（天然ガス鉱業会提供）とする。

表 3-79 天然ガスの輸送における排出係数の推計方法

年度	パイプラインの移設・設置工事	整圧器の駆動用ガスの放散
1990～2003	2004年度と同じ値を一律に適用。	
2004	2004年度のCH ₄ 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。	
2005～2007	2008年度の排出係数（2004年度と同様の方法で算定）を算定したうえで、2004年度と2008年度の排出係数から内挿して推計。	2011年度の排出係数（2004年度と同様の方法で算定）を算定したうえで、2004年度と2011年度の排出係数から内挿して推計。
2008～2010	各年度のCH ₄ 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。	
2011～	各年度のCH ₄ 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。	

上記推計の結果、各年度の排出係数は表 3-80 のとおりとなる。

表 3-80 天然ガスの輸送における排出係数の推計結果

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
パイプラインの移設・設置工事	t-CH ₄ /10 ⁶ m ³	0.220	0.220	0.220	0.190	0.071	0.037	0.073	0.062	0.070	0.115	0.217	0.077	0.129	0.119	0.029
整圧器の駆動用ガス	t-CH ₄ /10 ⁶ m ³	0.087	0.087	0.087	0.077	0.028	0.018	0.013	0.009	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
合計	t-CH ₄ /10 ⁶ m ³	0.306	0.306	0.306	0.267	0.099	0.056	0.087	0.071	0.075	0.116	0.218	0.078	0.131	0.121	0.030

【貯蔵】

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る。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する。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。

■ 活動量

【輸送】

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示された天然ガスの販売量を活動量に用いる。

表 3-81 天然ガスの販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
天然ガス販売量	10 ⁶ m ³	2,067	2,339	2,617	3,329	4,020	4,208	3,928	3,790	3,792	3,709	3,806	4,000	3,980	3,903	3,768

【貯蔵】

「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る。

表 3-82 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の消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
都市ガス製造におけるLNG消費量	PJ	464	676	864	1,230	1,531	1,574	1,592	1,555	1,567	1,567	1,641	1,665	1,635	1,584	1,532
都市ガス製造における天然ガス消費量	PJ	40	48	61	86	115	118	112	107	106	103	101	96	85	75	71

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

天然ガスの輸送に伴う CH₄ の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが、不確実性の設定が困難であるため 2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-100~+100%) を採用した。また、活動量についても、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量) の-2~+2%) を採用した。その結果、天然ガスの輸送に伴う CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、-100~+100%と評価された。

天然ガスの貯蔵に伴う CH₄ の漏出の排出係数は我が国独自の数値を使用しているが、不確実性の設定が困難であるため 2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (-20~+500%) を採用した。また、活動量についても、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量以外) の-15~+15%) を採用した。その結果、天然ガスの貯蔵に伴う CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、-25~+500%と評価された。

■ 時系列の一貫性

2004 年度以降の天然ガスの輸送の排出係数については、排出量測定実施年度についてその捕捉範囲の排出量を相当の天然ガス生産量で除して設定しており、排出量を実測していない年度の排出係数は内挿によって設定している。排出量を実測していない 2003 年度以前の排出量は 2004 年度の設定値を全年にわたって使用している。また、活動量に用いた天然ガス販売量は「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」から引用している。

天然ガスの貯蔵の排出係数は、前述の説明のとおり 1998 年度と 2007 年度の調査により設定した排出係数をもとに、1997 年度以前の排出係数は 1998 年度値を、2008 年度以降の排出係数は 2007 年度値を、1999~2006 年度の排出係数は 1998 年度値と 2007 年度値から内挿してそれぞれ設定している。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、全年にわたり「総合エネルギー統計」より引用して一貫性を確保している。

d) QA/QC と検証

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

e) 再計算

「総合エネルギー統計」の 2019 年度の活動量が更新されたため、当該年度の CH₄ 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第 10 章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.e. 供給 (1.B.2.b.v)

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、都市ガス供給網（導管）からの CH₄ 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。都市ガスの概要については 3.2.4. b) 方法論の都市ガスの排出係数についての説明 (図 3-4、表 3-16 等) を参照されたい。

なお、本カテゴリーからの 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 排出量は通気弁（天然ガス産業）(1.B.2.c.Venting.ii) にて報告されているため、「NA」としている。

b) 方法論

■ 算定方法

都市ガス供給網、すなわち高圧導管、中低圧導管ホルダー、及び供内管からの CH₄ 排出量については、都市ガス販売量に日本独自の排出係数を乗じて CH₄ 排出量を算定する。

■ 排出係数

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) 高圧導管、(ii) 中低圧導管、ホルダー、(iii) 供内管がある。排出源毎に、2004 年度の実績から算定した一般ガス事業者の都市ガス供給網からの CH₄ 排出量は表 3-83 のとおりである。2004 年度の CH₄ 排出量 (292 t-CH₄) を、同年度の一般ガス事業者の都市ガス販売量である 30,696 百万 m³ (出典：「ガス事業生産動態統計」) で除した 9.5×10^{-6} kt-CH₄/10⁶ m³ を販売量当たりの排出係数として設定する。

表 3-83 都市ガス導管からの CH₄ 排出量 (2004 年度実績)

排出源		CH ₄ 排出量 [t/年]
高圧導管	導管新設工事、導管移設工事	180
中低圧導管ホルダー	新設・撤去等工事、漏洩、ガパナー等点検、ホルダー建設及び開放検査	93
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

■ 活動量

「ガス事業生産動態統計」の都市ガス販売量 (熱量換算) を、「総合エネルギー統計」の発熱量で除して体積換算した値を使用する。都市ガス販売量は工業用、商業用、家庭用、その他用に分類されており、それらすべてを活動量に含めていることから、都市ガスの産業部門への供給に伴う排出量は算定に含まれている。

表 3-84 都市ガス販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
都市ガス販売量	PJ	643	877	1,064	1,419	1,644	1,691	1,688	1,667	1,681	1,671	1,738	1,776	1,740	1,692	1,654
体積当たり発熱量	MJ/m ³	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	44.8	40.8	40.8	40.7	40.7	40.8	40.0	40.0	39.9
都市ガス販売量 (体積換算)	10 ⁶ m ³	15,367	20,952	25,899	31,684	36,705	37,738	37,686	40,894	41,226	41,073	42,721	43,543	43,522	42,342	41,437

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

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数値を使用しているが不確実性の設定が困難であるため、2006年 IPCC ガイドラインの設定値 (-20~+500%) を採用した。また、活動量についても、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年 IPCC ガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量) の -2~+2%) 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、-20~+500%と評価された。

■ 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「ガス事業生産動態統計」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

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

2019年度の「ガス事業生産動態統計」の都市ガス販売量が更新されたため、当該年度の CH₄ 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.2.f. その他 (消費機器・廃ガス井) (1.B.2.b.vi.)

本カテゴリーでは、消費機器や廃ガス井からの温室効果ガスの漏出を扱う。

消費機器からの 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.v) 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。

2019年改良 IPCC ガイドラインでは、2006年 IPCC ガイドラインに記載のなかった廃ガス井の算定方法が示された。3.3.2.1.f (1.B.2.a.vi その他) で記述したとおり、廃ガス井についても廃油井と同様に、我が国では鉱山保安法及び鉱山保安法施行規則に基づきガスが漏洩しない体制が整えられている。したがって、廃ガス井からの排出量は「NA」として報告する。

3.3.2.3. 通気弁・フレアリング (1.B.2.c)

本カテゴリーでは、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

本カテゴリーでは、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

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー (Vol. 2, page 4.39, Fig. 4.2.2) に従い、Tier 1 法を用いて排出量の算定を行う。原油生産量にデフォルトの排出係数を乗じて算定を行う。

■ 排出係数

油田の通気弁の排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている一般原油のデフォルト値を用いる。

表 3-85 油田の通気弁の排出係数

		単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
原油生産/一般原油 (Oil production/ Conventional oil)	通気弁 (Venting)	kt/1000 m ³	7.2×10 ⁻⁴	9.5×10 ⁻⁵	NA

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.50, Table 4.2.4

(注) デフォルト値が「NA」のため、N₂O は算定対象外とする。

■ 活動量

通気弁からの漏出の活動量については、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示された我が国における原油生産量を用いる。なお、コンデンセート生産量は対象外とする (表 3-71 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、すべて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-50~+50%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量以外) : -15~+15%) を使用した。その結果、石油産業における通気弁からの CO₂、CH₄ の漏出の排出量の不確実性は、それぞれ -52~+52%と評価された。

■ 時系列の一貫性

排出係数は、前述の方法を使用して、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」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」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

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

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）

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、天然ガス生産施設において生産された天然ガス中の CO₂ 含有量が需要家の設定する天然ガス中の非燃焼性ガス含有量の基準を満たさない場合に CO₂ が分離除去されて大気放出されることに伴う CO₂ 排出を取り扱う。

なお、本カテゴリーの他の排出源として、2006 年 IPCC ガイドラインに排出係数が設定されている天然ガスの輸送時の意図的な CO₂・CH₄ 排出が考えられる。天然ガスパイプラインからの意図的な CO₂ 排出については、我が国では天然ガスの輸送による CO₂ 排出量(1.B.2.b.iv)を「NA」と整理していることから、排出量は報告しない。また、CH₄ 排出については、天然ガス輸送時の排出（1.B.2.b.iv）に含まれているため「IE」と報告する。

b) 方法論

■ 算定方法

1990 年度、1995 年度以降については、石油鉱業連盟提供の当該排出源からの CO₂ 排出量データ（実測値）を本カテゴリーの排出量として報告する。

1991～1994 年度については、日本におけるガス田のうち、天然ガス中の CO₂ の分離除去が実施されているガス田（南長岡ガス田、片貝ガス田）からの天然ガス生産量を活動量とし、排出係数を乗じて排出量を算定する。なお、排出係数については、石油鉱業連盟提供の 1990 年度、1995 年度の排出量を同年度の活動量で除して見かけの排出係数を算定したうえで、両年度の排出係数から内挿によって推計する。

■ 排出係数

1990 年度、1995 年度以降については、石油鉱業連盟提供の排出量データを活動量で除して推計する。1991～1994 年度については、1990 年度、1995 年度の排出係数から内挿により推計する（ただし、排出量の算定には 1991～1994 年度の排出係数のみ用いる）。

表 3-86 通気弁（天然ガス産業）の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
排出係数	kg-CO ₂ /m ³	0.133	0.117	0.126	0.114	0.120	0.119	0.122	0.122	0.124	0.128	0.129	0.127	0.129	0.128	0.113

■ 活動量

「天然ガス資料年報」の南長岡ガス田、片貝ガス田からの天然ガス生産量の合計を用いる（ただし、排出量の算定には 1991～1994 年度の活動量のみ用いる）。

表 3-87 南長岡ガス田、片貝ガス田からの天然ガス生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
南長岡ガス田	10 ⁶ m ³	241	376	571	893	1,313	1,308	1,372	1,295	1,172	1,215	1,340	1,484	1,339	1,221	1,221
片貝ガス田	10 ⁶ m ³	191	281	219	336	346	395	358	369	370	384	421	460	416	372	372
合計	10 ⁶ m ³	432	657	789	1,229	1,660	1,704	1,731	1,664	1,542	1,598	1,761	1,944	1,755	1,593	1,593

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通気弁からの排出については、1990年度、1995年度以降は石油鉱業連盟提供の排出量の実測データを用いて報告しているが、当該データの不確実性を把握することが困難であるため、2006年 IPCC ガイドラインに示された、流量の計測に伴う不確実性の標準値 (-15~+15%) を採用した。

■ 時系列の一貫性

本カテゴリーの排出量は、1990年度、1995年度以降は一貫して石油鉱業連盟提供データを使用している。1991~1994年度については、石油鉱業連盟提供の1990年度、1995年度の排出量データ等を用いて推計している。

d) QA/QC と検証

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

石油鉱業連盟から提供された2013年度の排出量が修正されたため、当該年度のCO₂排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.3.c. 通気弁（コンバインド）（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、石油産業（1.B.2.c.i）及び天然ガス産業（1.B.2.c.ii）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

本カテゴリーでは、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

2006年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.39, Fig. 4.2.2）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、2006年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を採用する。

表 3-88 石油産業のフレアリングの排出係数

	単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
フレアリング (Conventional oil)	kt/10 ³ m ³	2.5×10 ⁻⁵	4.1×10 ⁻²	6.4×10 ⁻⁷

(出典) 2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, p 4.50, Table 4.2.4

■ 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、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」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 3-71 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 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値（-50～+50%）を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006 年 IPCC ガイドラインの設定値（流量の計測に伴う不確実性（販売量以外）：-15～+15%）を使用した。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 -52～+52%と評価された。

■ 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」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」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

2006 年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第 1 章に詳述する。

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

本カテゴリーでは、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、2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー（Vol. 2, page 4.38, Fig. 4.2.1）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

ガス田のフレアリングの排出係数については、2006年 IPCC ガイドライン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る。

表 3-89 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)	ガスの生産時 (Gas Production)	kt/10 ⁶ m ³	7.6×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻³	2.1×10 ⁻⁸
	ガス処理時/一般処理プラント (Gas Processing/ Sweet Gas Plants)	kt/10 ⁶ m ³	1.2×10 ⁻⁶	1.8×10 ⁻³	2.5×10 ⁻⁸

(出典) 2006年 IPCC ガイドライン Vol. 2, page 4.48, Table 4.2.4

■ 活動量

「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」に示された天然ガスの国内生産量を用いる (表 3-77 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 2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用していることから、同ガイドラインの設定値 (-25~+25%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年 IPCC ガイドラインの設定値 (流量の計測に伴う不確実性 (販売量以外) : -15~+15%) を使用した。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 -29~+29%と評価された。

■ 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」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」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

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.3.f. フレアリング（コンバインド）（1.B.2.c.Flaring.iii）

a) 排出源カテゴリーの説明

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のうち、どちらの産業におけるフレアリングであるか区別できる漏出については、「1.B.2.c.Flaring.i フレアリング（石油産業）」又は「1.B.2.c.Flaring.ii フレアリング（天然ガス産業）」にて報告し、本カテゴリーでは石油産業と天然ガス産業の区別ができない、石油及び天然ガスの試掘や生産前テストに伴う漏出によるCO₂、CH₄、N₂Oの排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

2006年IPCCガイドラインには、石油及び天然ガスの試掘や生産前テストに伴う漏出の排出係数のデフォルト値として、原油生産量を活動量とした排出係数が示されている。

しかし、日本の場合、天然ガスの試掘や生産前テストに伴うCO₂、CH₄、N₂O等の排出量と原油生産量との相関関係や、試掘時やテスト時の生産に伴う温室効果ガス排出量と商業プラントからの生産量との相関関係が不明であり、2006年IPCCガイドラインに示された原油生産量を活動量とした算定方法を適用した場合に算定結果が実態から乖離する懸念がある。したがって、本カテゴリーでは、より実態に近いと考えられるGPG(2000)のTier 1法、すなわち試掘井あるいはテスト井の井数を活動量とし、これにデフォルト値を乗じる算定方法を用いる。

■ 排出係数

GPG(2000)に示されたデフォルト値を採用する。

表 3-90 試掘井・テスト井の漏出の排出係数

	単位	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
試掘井 (Drilling)	kt/井数	4.3×10 ⁻⁷	2.8×10 ⁻⁸	0
テスト井 (Testing)	kt/井数	2.7×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻³	6.8×10 ⁻⁸

(出典) GPG(2000)、page 2.86 Table 2.16

■ 活動量

試掘井数については、「天然ガス資料年報」に記された値を用いる。

テスト井数について統計的に把握することは困難であり、また、テストを実施しても成功井とならない場合もある。このため、テスト井数については、「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る。

なお、最新年度については前年度値を代用する。

表 3-91 試掘、生産前テストを実施した井数の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
試掘井数	本	8	7	7	10	2	1	4	5	1	2	2	0	0	1	1
成功井数		1	3	4	5	0	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0
試油試ガステストを実施した坑井数		5	5	6	8	1	1	3	4	1	2	1	0	0	1	1

c) 不確実性と時系列の一貫性

■ 不確実性

本カテゴリー（コンバインド）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)のデフォルト値を使用していることから、同ガイダンスの設定

値 (-25~+25%) を使用した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年 IPCC ガイドラインの設定値（生産施設数の係数に伴う不確実性の-25~+25%）を使用した。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 -35~+35%と評価された。

■ 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

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

「天然ガス資料年報」の2019年度の活動量が更新されたため、当該年度の CO₂、CH₄、N₂O 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.3.2.4. その他（地熱発電における蒸気の生産に伴う漏出）（1.B.2.d）

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、地熱発電所の蒸気生産井で生産される蒸気中の CO₂ 及び CH₄ が冷却塔から大気放出されることに伴う排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

2006年 IPCC ガイドラインには、本カテゴリーの排出量算定方法に関する記述がないことから、各地熱発電所の蒸気の重量ベース生産量に蒸気中の CO₂ 及び CH₄ の質量濃度を乗じて排出量を算定することとする。なお、生産井で生産される蒸気中の CO₂ 及び CH₄ については、冷却塔から排出される前に、蒸気が復水器を通過する段階で水に溶解している可能性があるが、当該溶解量を把握することが困難であることから、生産される蒸気中の CO₂ 及び CH₄ の全量が大気中に放出されるとみなして排出量を算定している。

■ 排出係数

蒸気中の CO₂ の質量濃度は、日本地熱調査会（2000）に示された各地熱発電所の蒸気中の非凝縮性ガスの体積濃度、及び非凝縮性ガス中の CO₂ の体積濃度等より推計する。

蒸気中の CH₄ の質量濃度は、日本地熱調査会（2000）に示された各地熱発電所の蒸気中の非凝縮性ガスの体積濃度、Geothermal Energy Association（2012）に示された非凝縮性ガス中の CH₄ 濃度等より推計する。

■ 活動量

各地熱発電所の蒸気生産量は、日本地熱調査会「わが国の地熱発電の動向」、火力原子力発

電技術協会「地熱発電の現状と動向」に示された各地熱発電所の単位時間当たり蒸気生産量に、生産井の稼働時間を乗じて算定する。生産井の稼働時間は発電所の稼働時間と等しいとみなし、「地熱発電の現状と動向」に示された各発電所の年間発電時間を用いる。

全国の地熱発電所の CO₂ と CH₄ の各排出係数と、蒸気生産量の推移を表 3-92 に示す。

表 3-92 地熱発電の排出係数と蒸気生産量の推移

発電所名	排出係数		蒸気生産量														
	CO ₂ [t-CO ₂ /kt]	CH ₄ [t-CH ₄ /kt]	[kt]														
			1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
松川	12.2	0.025	1,884	1,493	1,708	1,115	813	777	745	872	857	666	412	610	737	604	604
大岳	3.1	0.006	1,173	995	995	774	789	677	770	937	885	867	935	1,013	876	721	721
大沼	0.6	0.002	694	682	535	651	600	590	518	537	521	489	521	510	522	507	507
鬼首	2.6	0.008	1,018	1,015	1,035	982	1,185	456	348	357	381	334	402	NO	NO	NO	NO
八丁原1号	6.5	0.013	2,883	2,366	2,598	2,602	2,287	2,468	2,353	2,347	1,887	1,963	2,097	1,729	1,549	2,129	2,129
八丁原2号	5.8	0.011	2,514	2,686	2,532	2,452	2,291	1,943	2,219	2,342	2,264	2,209	1,848	2,107	1,663	1,693	1,693
葛根田1号	0.3	0.001	3,498	3,126	1,966	2,021	1,535	1,537	1,276	1,374	1,400	1,362	1,455	1,371	946	1,228	1,228
葛根田2号	0.4	0.001	NO	209	1,823	2,004	1,440	1,521	1,255	1,269	1,225	1,142	1,058	1,286	1,230	1,212	1,212
杉乃井	8.5	0.019	220	284	203	144	129	139	170	147	136	140	137	110	111	122	122
森	28.1	0.053	1,367	1,990	1,981	1,501	1,068	888	1,182	1,001	1,105	934	1,015	1,121	972	869	869
霧島国際ホテル	1.1	0.003	48	97	70	NO	30	81	58	68	38	NO	NO	NO	NO	NO	NO
上の岱	6.5	0.014	NO	1,882	2,070	1,601	482	1,480	1,846	1,784	1,717	1,512	1,521	1,449	1,561	1,203	1,203
山川	5.8	0.012	NO	1,451	1,336	639	1,026	1,151	1,026	989	702	744	1,031	1,047	1,099	879	879
澄川	1.4	0.004	NO	3,234	2,846	2,908	2,611	2,145	1,853	2,038	2,903	2,903	2,676	2,334	2,375	2,100	2,100
柳津西山	68.8	0.130	NO	3,912	3,425	3,197	2,229	2,266	2,203	1,626	1,998	1,537	1,691	1,064	1,324	904	904
大霧	0.4	0.001	NO	219	2,373	2,306	2,286	2,079	1,983	1,969	2,073	1,928	1,910	1,457	1,932	1,943	1,943
滝上	1.9	0.004	NO	NO	2,111	2,075	2,239	2,358	2,251	2,374	2,087	2,422	2,299	2,239	2,059	2,249	2,249
八丈島	18.1	0.041	NO	NO	187	156	152	171	142	149	151	147	153	165	38	NO	NO
九重	8.5	0.019	NO	NO	10	136	124	56	26	120	58	108	108	108	108	108	108
わいた	8.5	0.019	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	148	174	181	197	207	207

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、蒸気中の非凝縮性ガス濃度及び、非凝縮性ガス中の温室効果ガス濃度から算定していることから、2006年 IPCC ガイドラインに示されたガス濃度の計測時の不確実性に基づいて-7~+7%と計算した。また、活動量については、出典となる統計の不確実性が把握できないため、2006年 IPCC ガイドラインの設定値（流量の計測に伴う不確実性(販売量以外)の-15~+15%）を使用した。その結果、地熱発電の生産井で生産される蒸気中の CO₂ 及び CH₄ の排出量の不確実性は-17~+17%と評価された。

■ 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「地熱発電の現状と動向」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

2006年 IPCC ガイドラインに従った方法で、一般的なインベントリ QC 手続きを実施している。一般的なインベントリ QC 手続きには、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、第1章に詳述する。

e) 再計算

2004年度の発電時間が修正されたこと、「地熱発電の現状と動向」の2019年度の活動量が更新されたことから、2004、2018、2019年度の CO₂、CH₄ 排出量が再計算された。再計算の影響の程度については第10章を参照のこと。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.4. CO₂の輸送・貯留 (1.C)

CO₂の輸送・貯留カテゴリーでは、二酸化炭素の回収・貯留 (CCS : Carbon Dioxide Capture and Storage) からのCO₂排出を扱う。なお、CCSとは、気体として大気に放出されるはずのCO₂を回収し、地中や海底下に隔離する技術あるいは方法を指す。

本カテゴリーは、CO₂の輸送段階からの排出を扱う「1.C.1 CO₂の輸送」、CO₂の圧入及び貯留段階からの排出を扱う「1.C.2 圧入・貯留」及び「1.C.3 その他」の3部門から構成されている。日本において過去にCO₂の地中圧入が行われた事例は表 3-93 の5件存在する。なお、CO₂の輸送及び圧入段階の排出は、CO₂の輸送・圧入が行われた期間のみ起こる可能性があるが、CO₂の貯留段階の排出は、CO₂の圧入開始以降、継続的に起こる可能性がある。表 3-94 に「1.C CO₂の輸送・貯留」からの排出量を示す。

表 3-93 日本におけるCO₂の地中圧入の事例

圧入サイト	CO ₂ 圧入期間	CO ₂ 圧入目的
頸城	1991年3月～1993年6月	石油増進回収
申川	1997年9月～1999年9月	石油増進回収
長岡	2003年7月～2005年1月	CO ₂ 地中貯留実証試験
夕張	2004年11月～2007年10月	炭層メタン増進回収
苫小牧	2016年4月～2019年11月	CO ₂ 地中貯留実証試験

表 3-94 CO₂の輸送・貯留 (1.C) の温室効果ガス排出量

部門		1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.C.1 CO ₂ の輸送	a. パイプライン	NE	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO
	b. 船舶	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	c. その他	NE	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.C.2 圧入・貯留	a. 圧入	NE	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO
	b. 貯留	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.C.3 その他		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

3.4.1. CO₂の輸送 (1.C.1)

3.4.1.1. パイプライン (1.C.1.a)

本カテゴリーでは、CO₂の地中圧入に伴いパイプラインによりCO₂が輸送される際のCO₂の漏えいを取り扱う。

表 3-93 の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、パイプラインによるCO₂輸送時の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であるとのことであった。特に圧入サイトのうち苫小牧は、構造上パイプライン内のガスが漏えいしないよう設計され、気密試験の実施により気密性が確保されていることが確認されている。また、2006年IPCCガイドラインに示された排出係数のデフォルト値 (vol. 2, page5.10, Table. 5.2) 等を用いて排出量を試算したところ、年間の排出量は平成24年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる3,000t-CO₂を上回らなかった。このためCO₂圧入が実施された年度は、重要でないという意味での「NE」と報告し (ただし気密性が確保されている苫小牧のみで圧入が実施された年度は「NA」)、その他の年度は「NO」と報告する。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。

3.4.1.2. 船舶 (1.C.1.b)

本カテゴリーでは、CO₂の地中圧入に伴い船舶によりCO₂が輸送される際のCO₂の漏えいを取り扱う。日本における過去のCO₂地中圧入事例では、CO₂の輸送に船舶は使用されていないことから、「NO」と報告する。

3.4.1.3. その他 (1.C.1.c)

本カテゴリーの排出源としては、液化炭酸ガスを製造工場から圧入サイトまでタンクローリーで輸送する際の排出や、液化炭酸ガス貯蔵タンクからの排出等が考えられる。当該排出源については、各事例(苫小牧を除く)の実施主体に対するヒアリングによれば、CO₂の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であり、また、各事例における年間のCO₂圧入量は最大でも約6,000 t-CO₂程度であることから、年間のCO₂漏えい量が3,000 tを上回ることは考え難い。このため、苫小牧を除く事例でCO₂圧入が実施された年度は、重要でないという意味での「NE」と報告する。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。苫小牧については該当する活動がないことから、苫小牧のみで圧入が実施された年度は「NO」と報告する。いずれの事例でも圧入が実施されなかった年度は「NO」と報告する。

3.4.2. 圧入・貯留 (1.C.2)

3.4.2.1. 圧入 (1.C.2.a)

本カテゴリーでは、CO₂の地中圧入に伴い圧入サイトにおけるコンプレッサーや圧入井等から漏えいするCO₂排出を取り扱う。

表 3-93 の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO₂の圧入段階の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であるとのことであった。また、Koorneef *et al.* (2008) に示された排出係数等を用いて排出量を試算したところ、年間の排出量は平成 24 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる3,000 t-CO₂を上回らなかった。このためCO₂圧入が実施された年度は、重要でないという意味での「NE」と報告し(ただし気密性が確保されている苫小牧のみで圧入が実施された年度は「NA」)、その他の年度は「NO」と報告する。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。

3.4.2.2. 貯留 (1.C.2.b)

本カテゴリーでは、CO₂の地中圧入に伴い、貯留サイトから漏えいするCO₂排出を取り扱う。表 3-93 の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO₂の貯留段階の漏えいは基本的には起こらず、漏えいしたとしても微量であるとのことであった。また、IPCC (2005) に示された圧入されたCO₂のうち貯留層に貯留される割合等を用いて排出量を試算したところ、年間の排出量は平成 24 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で定めた算定対象となる3000 t-CO₂を上回らなかった。このため、重要でない「NE」として報告する(1990年度以降の全年度について「NE」と報告)。重要でないという意味での「NE」については、別添5も参照のこと。

3.4.3. その他 (1.C.3)

本カテゴリーでは、CCSからの排出であって「1.C.1 CO₂の輸送」と「1.C.2 圧入及び貯留」

に該当しない CO₂ 排出を取り扱う。我が国には該当する排出源がないため、本カテゴリーを「NO」と報告する。

3.4.4. 情報項目 (Information item)

本項では CO₂ の地中貯留のために回収された CO₂ 量を扱う。CRF table 1.C の Information item の Total amount captured for storage に CO₂ 回収量の報告欄があるが、CO₂ 回収量は「1.C CO₂ の輸送・貯留」ではなく回収の実施された各カテゴリーにおける CO₂ 排出量から控除することに留意されたい。

我が国における過去の CO₂ 地中圧入事例では、CO₂ 回収量は圧入された CO₂ の量と概ね等しいと考えられることから、各事例の実施主体から提供を受けた CO₂ 圧入量と同じ値を、CO₂ の圧入が実施された年度の CO₂ 回収量として報告する。なお、回収量は、各事例で圧入に使用された CO₂ の発生源に応じて、「1.A.1.b. 石油精製」もしくは「2.B.1.アンモニア製造」に報告する。

表 3-95 地中貯留のために回収された CO₂ 量

圧入サイト	単位	1990	1991	1992	1993	1997	1998	1999	2003	2004	2005	2006	2007	2016	2017	2018	2019	2020	計上カテゴリー
頸城	kt	0.23	3.93	4.46	1.17	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造
申川	kt	NO	NO	NO	NO	2.37	4.87	2.71	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造
長岡	kt	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3.98	6.43	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造
夕張	kt	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.04	0.12	0.36	0.37	NO	NO	NO	NO	NO	1.A.1.b 石油精製
苫小牧	kt	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	29.22	126.80	79.58	64.51	NO	1.A.1.b 石油精製

参考文献

1. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための1996年改訂IPCCガイドライン」(1997)
2. IPCC「国家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「IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage」(2005)
4. IPCC「国家温室効果ガスインベントリのための2006年IPCCガイドライン」(2006)
5. IPCC「2006年国家温室効果ガスインベントリガイドラインの2019年改良」(2019)
6. UNFCCC「UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」(決定24/CP.19 附属書I) (2013a)
7. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2013年7月)」(FCCC/ARR/2012/JPN) (2013b)
8. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2014年3月)」(FCCC/ARR/2013/JPN) (2014)
9. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2015年6月)」(FCCC/ARR/2014/JPN) (2015)
10. UNFCCC「日本国年次提出の個別審査報告書(2019年9月)」(FCCC/ARR/2018/JPN) (2019)
11. 欧州環境機関「EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016」(2016)
12. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書(1992年5月)」(1992)
13. 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)」(2000a)
14. 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)」(2000b)
15. 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)」(2000c)
16. 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)」(2002a)
17. 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)」(2002b)
18. 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)」(2002c)
19. 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)」(2006a)
20. 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)」(2006b)
21. 環境省「平成26年度産業部門のうち非製造業における温室効果ガス排出実態調査」(2015a)
22. 環境省「平成26年度産業部門のうち製造業における温室効果ガス排出実態調査」(2015b)
23. 環境省「平成27年度産業部門のうち非製造業における温室効果ガス排出実態調査」(2016)
24. 環境省「平成29年度バイオマスボイラーからの温室効果ガス排出量の実態把握に関する調査」(2018)
25. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
26. 環境省「PRTR届出外排出量算定資料」
27. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
28. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
29. 経済産業省「生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編」
30. 経済産業省「石油等消費動態統計年報」
31. 経済産業省「鋳工業生産指数」
32. 経済産業省「第三次産業活動指数」
33. 経済産業省「鋳業権者が講ずべき措置事例」(2012)
34. 資源エネルギー庁「ガス事業生産動態統計」
35. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
36. 資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」
37. 資源エネルギー庁「電力調査統計」
38. 資源エネルギー庁「エネルギー白書」(2020)
39. 資源エネルギー庁「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂)の解説」(2020)
40. 国土交通省「航空輸送統計年報」

41. 国土交通省「自動車輸送統計年報」及び「同月報」
42. 国土交通省「道路交通センサス」
43. 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」
44. 国土交通省「空港管理状況調書」
45. 北海道開発庁「北海道鉱工業開発計画調査 ガス化学工業開発調査報告書 昭和 35-39 年度 炭田ガス埋蔵量」(1965)
46. 林野庁「特用林産基礎資料」
47. 林野庁「木炭関係資料」
48. 林野庁「平成 26 年度木材利用推進・省エネ省 CO₂ 実証事業」(2015)
49. 自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有車両数」
50. 日本自動車工業会「二輪車市場動向調査」
51. 日本自動車工業会「自動車統計月報」
52. 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)
53. 天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」
54. 潤滑油協会「平成 24 年度潤滑油環境対策補助事業報告書 (平成 25 年 3 月)」(2013)
55. 日本ガス協会ウェブサイト (<http://www.gas.or.jp>)
56. 日本自動車工業会ウェブサイト (<http://www.jama.or.jp/>)
57. 全国軽自動車協会連合会ウェブサイト (<https://www.zenkeijikyo.or.jp/>)
58. 石炭エネルギーセンター「石炭政策史」(2002)
59. 日本地熱調査会「我が国の地熱発電所設備要覧」(2000)
60. 日本地熱調査会「わが国の地熱発電の動向」
61. 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」
62. Geothermal Energy Association, *Geothermal Energy and Greenhouse Gas Emissions* (2012)
63. 日本自動車研究所「平成 19 年度自工会受託研究報告書 軽二輪車の保有台数調査方法の精査」(2008)
64. 日本自動車研究所「平成 18 年度自工会受託研究報告書 二輪車の排出ガス寄与率調査」(2007)
65. Koornneef, J., van Keulen, T., Faaij, A., Turkenburg, W., *Life cycle assessment of a pulverized coal power plant with post-combustion capture, transport and storage of CO₂*, *International Journal of Greenhouse Gas Control*, Volume 2, Issue 4, 448-467 (2008)
66. 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」平成 17 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会インベントリワーキンググループ提出資料 (2005)
67. 戒能一成「総合エネルギー統計の解説 2010 年度改訂版」(2012)
68. 戒能一成「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数の改訂について」RIETI Discussion Paper Series 14-J-047 (2014)
69. 後藤雄一、小池章介、鈴木央一「自動車の N₂O の排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究」平成 14 年度環境研究総合推進費終了研究成果報告書、B-51 (2003)
70. 松本裕之「釧路コールマインとアジア産炭国における技術および人材交流」資源と素材、Vol.122、542-545 (2006)
71. 松本裕之、川嶋祥太、内田景己、市原義久、鈴木良明「炭鉱メタンの回収と濃縮装置の開発による利用技術について」*Journal of MMIJ*, Vol.134, No.8, 99-104 (2018)
72. 依田公一、山下哲也、茂木和久「ガソリン車における N₂O 排出挙動解析と計測技術の検討」自動車技術会学術講演会前刷集、No.109-10、3-6 (2010)