

## 第3章 エネルギー分野

### 3.1. エネルギー分野の概要

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

日本の社会システムにおいては、生産、運輸、出荷、エネルギー製品の消費等、様々な場面において化石燃料が使われており、温室効果ガスが排出されている。また、CO<sub>2</sub>だけではなくCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、NO<sub>x</sub>（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。

2014年度における当該分野からの温室効果ガス（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O）排出量は1,214,698 kt-CO<sub>2</sub>換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の89.1%を占めている。

また、1990年度の排出量と比較すると11.3%の増加となっている。

方法論のtier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のTier

温室効果ガスの種類 カテゴリー	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> 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. 製造業及び建設業	CS,T2	CS	CS,T1,T3	CR,CS	CS,T1,T3	CR,CS
3. 運輸	T2	CS	T1,T2,T3	CS,D	T1,T2,T3	CS,D
4. その他部門	T2	CS	T1,T3	CR,CS,D	T1,T3	CR,CS,D
5. その他						
1.B. 燃料からの漏出	CS,T1	CS,D	CS,D,T1,T2,T3	CS,D	T1	D
1. 固体燃料	CS	CS	D,T1,T2,T3	CS,D	NA	NA
2. 石油及び天然ガス	CS,T1	CS,D	CS,T1	CS,D	T1	D
1.C. CO <sub>2</sub> の輸送及び貯蔵	NA	NA				

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

### 3.2. 燃料の燃焼（1.A.）

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

当該分野は、主に発電及び熱供給からの排出を扱う「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 製造業及び建設業」、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。

<sup>1</sup> 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 燃料の燃焼分野 (1.A) からの温室効果ガス排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
CO <sub>2</sub>	1.A.1. エネルギー産業	a. 発電及び熱供給	kt-CO <sub>2</sub>	300,173	318,716	334,091	382,780	399,444	360,396	383,263	444,486	490,975	495,608	470,325
		b. 石油精製	kt-CO <sub>2</sub>	37,150	41,766	47,377	50,884	46,987	47,307	49,627	46,429	45,144	47,454	41,973
		c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	kt-CO <sub>2</sub>	15,460	16,546	11,592	14,279	27,409	29,067	28,290	27,698	25,767	21,128	19,414
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	kt-CO <sub>2</sub>	167,331	155,182	163,244	172,177	148,781	139,438	159,485	153,689	159,085	164,755	168,836
		b. 非鉄金属	kt-CO <sub>2</sub>	8,409	7,080	5,536	5,389	4,942	4,389	3,073	3,177	3,159	3,398	2,998
		c. 化学	kt-CO <sub>2</sub>	63,684	73,044	65,825	59,926	54,003	55,790	55,741	54,606	52,242	57,061	53,952
		d. パルプ・紙	kt-CO <sub>2</sub>	28,247	33,041	32,272	30,010	25,707	23,538	24,011	25,056	23,262	25,030	22,629
		e. 食品加工・飲料	kt-CO <sub>2</sub>	17,039	19,828	23,810	25,905	23,887	17,666	24,818	24,494	23,298	17,813	14,611
		f. 窯業土石	kt-CO <sub>2</sub>	IE										
		g. その他	kt-CO <sub>2</sub>	95,401	94,687	88,974	81,171	74,323	62,106	71,279	73,826	72,702	73,705	65,126
	1.A.3. 運輸	a. 航空	kt-CO <sub>2</sub>	7,162	10,278	10,677	10,799	10,277	9,781	9,193	9,001	9,524	10,149	10,172
		b. 自動車	kt-CO <sub>2</sub>	178,442	214,684	222,613	208,267	196,002	193,931	194,956	192,661	196,765	194,172	186,582
		c. 鉄道	kt-CO <sub>2</sub>	935	822	711	647	604	590	574	555	554	540	540
		d. 船舶	kt-CO <sub>2</sub>	13,675	14,669	15,012	13,014	11,310	10,462	10,745	10,434	10,594	10,942	10,993
	1.A.4. その他部門	a. 業務	kt-CO <sub>2</sub>	80,186	86,868	102,040	109,061	83,597	89,123	73,851	74,603	61,620	69,342	79,535
		b. 家庭	kt-CO <sub>2</sub>	58,366	68,310	71,037	69,614	60,897	59,611	62,883	60,670	60,039	57,660	55,497
		c. 農林水産業	kt-CO <sub>2</sub>	6,421	3,931	2,972	2,540	1,847	2,453	2,551	2,574	2,669	2,423	2,226
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	kt-CO <sub>2</sub>	NO										
		b. 移動発生源	kt-CO <sub>2</sub>	NO										
	合計		kt-CO <sub>2</sub>	1,078,082	1,159,452	1,197,784	1,236,463	1,170,017	1,105,649	1,154,339	1,203,959	1,237,398	1,251,180	1,205,408
CH <sub>4</sub>	1.A.1. エネルギー産業	a. 発電及び熱供給	kt-CH <sub>4</sub>	1.34	1.55	1.89	1.36	1.32	1.24	2.57	5.97	7.60	5.94	5.51
		b. 石油精製	kt-CH <sub>4</sub>	0.10	0.12	0.22	1.53	2.43	2.45	2.53	0.13	0.12	0.14	0.12
		c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	kt-CH <sub>4</sub>	15.82	14.44	8.11	5.66	8.87	8.85	8.82	8.72	8.18	6.89	6.34
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	kt-CH <sub>4</sub>	6.44	5.54	5.96	8.77	8.14	7.98	9.77	6.40	6.97	6.92	7.72
		b. 非鉄金属	kt-CH <sub>4</sub>	0.59	0.51	0.44	0.38	0.35	0.34	0.16	0.18	0.23	0.23	0.19
		c. 化学	kt-CH <sub>4</sub>	0.34	0.36	0.52	1.40	2.12	2.30	2.70	1.09	1.10	1.08	1.01
		d. パルプ・紙	kt-CH <sub>4</sub>	1.18	1.15	1.17	1.52	2.00	1.94	2.11	1.87	1.78	1.94	1.99
		e. 食品加工・飲料	kt-CH <sub>4</sub>	0.15	0.24	0.26	0.24	0.21	0.18	0.25	0.46	0.43	0.35	0.25
		f. 窯業土石	kt-CH <sub>4</sub>	IE										
		g. その他	kt-CH <sub>4</sub>	8.94	9.69	8.73	8.56	9.20	9.09	9.02	9.18	9.29	9.89	9.60
	1.A.3. 運輸	a. 航空	kt-CH <sub>4</sub>	0.23	0.26	0.29	0.22	0.10	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07
		b. 自動車	kt-CH <sub>4</sub>	10.10	10.68	10.77	8.44	6.81	6.38	6.01	5.70	5.47	5.20	5.09
		c. 鉄道	kt-CH <sub>4</sub>	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		d. 船舶	kt-CH <sub>4</sub>	1.27	1.36	1.39	1.20	1.04	0.97	1.00	0.97	0.99	0.97	0.98
	1.A.4. その他部門	a. 業務	kt-CH <sub>4</sub>	1.34	3.41	5.17	11.54	11.84	9.49	30.64	21.09	20.14	22.21	23.20
		b. 家庭	kt-CH <sub>4</sub>	8.29	8.70	8.25	7.84	6.72	6.57	6.97	6.72	6.56	6.29	6.03
		c. 農林水産業	kt-CH <sub>4</sub>	0.57	0.34	0.25	0.20	0.13	0.16	0.17	0.18	0.19	0.17	0.16
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	kt-CH <sub>4</sub>	NO										
		b. 移動発生源	kt-CH <sub>4</sub>	NO										
	合計		kt-CH <sub>4</sub>	56.76	58.40	53.45	58.91	61.33	58.03	82.82	68.76	69.14	68.32	68.29
		kt-CO <sub>2</sub> 換算	1,419	1,460	1,336	1,473	1,533	1,451	2,071	1,719	1,729	1,708	1,707	
N <sub>2</sub> O	1.A.1. エネルギー産業	a. 発電及び熱供給	kt-N <sub>2</sub> O	2.88	4.40	5.27	6.48	6.32	6.02	6.05	6.92	7.00	7.34	7.23
		b. 石油精製	kt-N <sub>2</sub> O	1.07	1.33	1.58	1.61	1.60	1.60	1.63	1.43	1.44	1.30	1.18
		c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	kt-N <sub>2</sub> O	0.07	0.10	0.05	0.11	0.27	0.29	0.28	0.23	0.21	0.16	0.14
	1.A.2. 製造業及び建設業	a. 鉄鋼	kt-N <sub>2</sub> O	1.28	1.45	1.49	1.66	1.60	1.50	1.57	1.23	1.28	1.29	1.31
		b. 非鉄金属	kt-N <sub>2</sub> O	0.23	0.21	0.18	0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04
		c. 化学	kt-N <sub>2</sub> O	0.78	1.25	1.23	1.08	0.99	0.99	1.01	1.14	1.12	1.20	1.15
		d. パルプ・紙	kt-N <sub>2</sub> O	0.51	0.94	0.96	1.00	1.17	1.20	1.18	1.20	1.21	1.27	1.30
		e. 食品加工・飲料	kt-N <sub>2</sub> O	0.07	0.10	0.12	0.16	0.18	0.14	0.20	0.13	0.12	0.09	0.08
		f. 窯業土石	kt-N <sub>2</sub> O	IE										
		g. その他	kt-N <sub>2</sub> O	1.78	2.13	2.67	2.76	2.58	2.28	2.23	2.28	2.35	2.35	2.17
	1.A.3. 運輸	a. 航空	kt-N <sub>2</sub> O	0.21	0.29	0.32	0.32	0.31	0.29	0.28	0.27	0.29	0.30	0.30
		b. 自動車	kt-N <sub>2</sub> O	11.60	12.77	12.41	8.53	7.05	6.54	6.11	5.74	5.35	5.08	4.94
		c. 鉄道	kt-N <sub>2</sub> O	0.37	0.32	0.28	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
		d. 船舶	kt-N <sub>2</sub> O	0.36	0.39	0.40	0.34	0.30	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	1.A.4. その他部門	a. 業務	kt-N <sub>2</sub> O	0.37	0.58	0.69	0.79	0.69	0.74	0.94	0.58	0.51	0.57	0.67
		b. 家庭	kt-N <sub>2</sub> O	0.29	0.33	0.34	0.33	0.27	0.27	0.28	0.27	0.27	0.25	0.24
		c. 農林水産業	kt-N <sub>2</sub> O	0.18	0.11	0.08	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06
	1.A.5. その他	a. 固定発生源	kt-N <sub>2</sub> O	NO										
		b. 移動発生源	kt-N <sub>2</sub> O	NO										
	合計		kt-N <sub>2</sub> O	22.05	26.69	28.08	25.56	23.67	22.49	22.38	22.06	21.75	21.80	21.31
		kt-CO <sub>2</sub> 換算	6,570	7,955	8,368	7,617	7,053	6,701	6,671	6,575	6,481	6,497	6,350	
全ガス合計		kt-CO <sub>2</sub> 換算	1,086,071	1,168,867	1,207,488	1,245,553	1,178,604	1,113,800	1,163,080	1,212,253	1,245,608	1,259,384	1,213,465	

2014 年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は 1,213,465 kt-CO<sub>2</sub>換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量 (LULUCFを除く) の 89.0%を占めている。1990 年度の排出量と比較すると 11.7%の増加となっているが、これは「1.A.1. エネルギー産業」が 50.8% (180,149 kt-CO<sub>2</sub>換算)、「1.A.3 運輸」が 2.9% (5,902 kt-CO<sub>2</sub>換算)増加したことによる。一方で「1.A.2 製造業及び建設業」は 13.5% (51,462 kt-CO<sub>2</sub>換算)、「1.A.4 その他部門」は 4.9% (7,196 kt-CO<sub>2</sub>換算)減少している。1990 年度からの排出量の増加に寄与した主な要因として、電力消費や

乗用車の交通需要の増加に伴い化石燃料消費が増加したことが挙げられる。製造業で排出量が減少した要因として、近年生産量が減少し燃料消費が減少したこと、また液体燃料から気体燃料への転換が進んでいること等が挙げられる。

2014年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は2013年度の排出量と比較すると3.6%の減少であった。2013年度と比べて2014年度の排出量が減少した原因としては、エネルギー産業部門において発電に伴う排出量が減少したことが挙げられる。

### 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）のパラグラフ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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量 [t-CO<sub>2</sub>]  
 $A$  : みかけのエネルギー消費量（固有単位 [t, kl, 10<sup>3</sup>×m<sup>3</sup>])  
 $N$  : 非エネルギー利用量（固有単位）  
 $GCV$  : 高位発熱量 [MJ/固有単位]  
 $EF$  : 炭素排出係数 [t-C/TJ]  
 $OF$  : 酸化係数  
 $i$  : エネルギー源

み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：  $A = \text{生産量} + \text{輸入量} - \text{輸出货量} \pm \text{在庫変動} - \text{国際バンカー}$

二次エネルギー：  $A = \text{輸入量} - \text{輸出货量} \pm \text{在庫変動} - \text{国際バンカー}$

表 3-3 レファレンスアプローチ算定式各項の出所

項	出所 <sup>2</sup>
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）
輸入量	同統計の輸入（#120000）+国際バンカー（3.2.2. 節参照）
輸出货量	同統計の輸出（#160000）
在庫変動	同統計の供給在庫変動（#170000）
国際バンカー	3.2.2. 節参照
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

<sup>2</sup> #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。

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

1990～2014年度におけるエネルギー消費量の差異<sup>3</sup>の変動幅は、-3.53% (2009年度)～-1.22% (2008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、2006年 IPCC ガイドラインに従い、部門別アプローチに計上している。

また、差異の石炭系燃料 (固体燃料) の2008年度の値が大きな値 (6.39%) となっており、2009年度の値がマイナス (-0.57%) を示しているが、これは2008年の世界的な金融危機の影響により2008年度の製造業の輸入一般炭 (\$130<sup>4</sup>) が消費側の在庫積増しとして消費されなかったため、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、また、逆に2008年度の石炭の消費在庫積増しが2009年度に取り崩されて消費されたために両アプローチの差異がマイナスとなったことを意味する。なお、ここで言う在庫変動は供給側ではなく消費側の在庫変動であることに留意されたい。

表 3-4 エネルギー消費量の比較

[10<sup>15</sup>J]

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>レファレンスアプローチ</b>													
液体燃料	9,545	10,129	9,433	8,923	8,375	8,419	7,778	7,119	7,133	7,507	7,593	7,406	6,757
固体燃料	3,314	3,641	4,204	4,763	4,823	5,037	4,920	4,384	4,982	4,654	4,862	5,278	5,117
気体燃料	2,088	2,527	3,125	3,378	3,743	4,080	4,013	3,983	4,226	4,920	5,090	5,067	5,046
その他化石燃料	NA												
泥炭	IE												
<b>合計</b>	<b>14,947</b>	<b>16,296</b>	<b>16,762</b>	<b>17,064</b>	<b>16,941</b>	<b>17,536</b>	<b>16,710</b>	<b>15,486</b>	<b>16,341</b>	<b>17,081</b>	<b>17,545</b>	<b>17,751</b>	<b>16,920</b>
<b>部門別アプローチ</b>													
液体燃料	9,467	9,980	9,449	8,946	8,427	8,439	7,763	7,150	7,249	7,705	7,796	7,512	6,784
固体燃料	3,316	3,605	4,098	4,801	4,790	4,958	4,625	4,409	4,742	4,550	4,738	5,092	5,068
気体燃料	2,273	2,728	3,286	3,457	3,807	4,167	4,072	4,056	4,288	4,980	5,169	5,128	5,151
その他化石燃料	281	318	372	456	458	469	456	438	442	441	462	450	447
泥炭	IE												
<b>合計</b>	<b>15,338</b>	<b>16,629</b>	<b>17,205</b>	<b>17,661</b>	<b>17,482</b>	<b>18,032</b>	<b>16,917</b>	<b>16,052</b>	<b>16,721</b>	<b>17,676</b>	<b>18,165</b>	<b>18,182</b>	<b>17,451</b>
<b>差異 (%)</b>													
液体燃料	0.82%	1.50%	-0.17%	-0.26%	-0.62%	-0.24%	0.19%	-0.43%	-1.60%	-2.57%	-2.61%	-1.41%	-0.40%
固体燃料	-0.06%	1.00%	2.58%	-0.79%	0.70%	1.59%	6.39%	-0.57%	5.05%	2.30%	2.62%	3.65%	0.95%
気体燃料	-8.15%	-7.37%	-4.89%	-2.30%	-1.69%	-2.08%	-1.47%	-1.80%	-1.44%	-1.21%	-1.54%	-1.19%	-2.03%
その他化石燃料	NA												
泥炭	IE												
<b>合計</b>	<b>-2.55%</b>	<b>-2.00%</b>	<b>-2.57%</b>	<b>-3.38%</b>	<b>-3.10%</b>	<b>-2.75%</b>	<b>-1.22%</b>	<b>-3.53%</b>	<b>-2.28%</b>	<b>-3.36%</b>	<b>-3.41%</b>	<b>-2.37%</b>	<b>-3.04%</b>

<sup>3</sup> 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)

<sup>4</sup> \$ 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。

3.2.1.3. CO<sub>2</sub>排出量の差異について

1990～2014年度におけるCO<sub>2</sub>排出量の差異の変動幅は、-1.77%（2014年度）～1.88%（2008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CO<sub>2</sub>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.）にて計上している。

また、差異の石炭系燃料（固体燃料）の2008年度の値が、大きな値（5.31%）となり、2009年度の値がマイナス（-1.75%）を示しているが、これは前ページに記載し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 CO<sub>2</sub>排出量の比較

[百万t-CO <sub>2</sub> ]	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>レファレンスアプローチ</b>													
液体燃料	661.3	701.7	655.5	621.3	583.0	586.9	545.3	497.1	498.6	521.8	529.5	512.9	466.6
固体燃料	296.2	325.3	378.7	429.6	435.0	454.5	443.3	395.3	449.5	419.2	438.0	472.5	459.2
気体燃料	105.7	128.1	158.4	171.1	189.8	206.8	203.4	201.8	214.0	248.9	257.4	254.8	258.2
その他化石燃料	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
<b>合計</b>	<b>1,063</b>	<b>1,155</b>	<b>1,193</b>	<b>1,222</b>	<b>1,208</b>	<b>1,248</b>	<b>1,192</b>	<b>1,094</b>	<b>1,162</b>	<b>1,190</b>	<b>1,225</b>	<b>1,240</b>	<b>1,184</b>
<b>セクトラルアプローチ</b>													
液体燃料	644.7	677.7	640.4	605.9	569.1	571.1	525.1	481.8	488.2	520.4	526.9	510.8	461.4
固体燃料	306.0	329.4	374.4	437.4	437.1	452.0	421.0	402.4	432.1	414.3	431.4	464.3	463.3
気体燃料	116.5	140.0	167.8	176.1	194.1	211.9	207.5	206.2	218.8	253.9	262.6	260.2	264.9
その他化石燃料	10.8	12.4	15.2	17.0	16.0	16.7	16.4	15.3	15.2	15.3	16.4	15.9	15.9
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
<b>合計</b>	<b>1,078</b>	<b>1,159</b>	<b>1,198</b>	<b>1,236</b>	<b>1,216</b>	<b>1,252</b>	<b>1,170</b>	<b>1,106</b>	<b>1,154</b>	<b>1,204</b>	<b>1,237</b>	<b>1,251</b>	<b>1,205</b>
<b>差異 (%)</b>													
液体燃料	2.57%	3.54%	2.37%	2.55%	2.44%	2.77%	3.84%	3.18%	2.13%	0.27%	0.49%	0.42%	1.12%
固体燃料	-3.19%	-1.22%	1.13%	-1.79%	-0.49%	0.56%	5.31%	-1.75%	4.03%	1.19%	1.53%	1.77%	-0.88%
気体燃料	-9.26%	-8.50%	-5.63%	-2.84%	-2.24%	-2.40%	-2.00%	-2.15%	-2.19%	-2.00%	-1.98%	-2.09%	-2.51%
その他化石燃料	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
<b>合計</b>	<b>-1.38%</b>	<b>-0.37%</b>	<b>-0.44%</b>	<b>-1.16%</b>	<b>-0.71%</b>	<b>-0.28%</b>	<b>1.88%</b>	<b>-1.03%</b>	<b>0.67%</b>	<b>-1.17%</b>	<b>-1.00%</b>	<b>-0.87%</b>	<b>-1.77%</b>

3.2.1.4. エネルギー消費量の差異及びCO<sub>2</sub>排出量の差異の比較

エネルギー消費量の差異とCO<sub>2</sub>排出量の差異は概ね同じ傾向を示している。

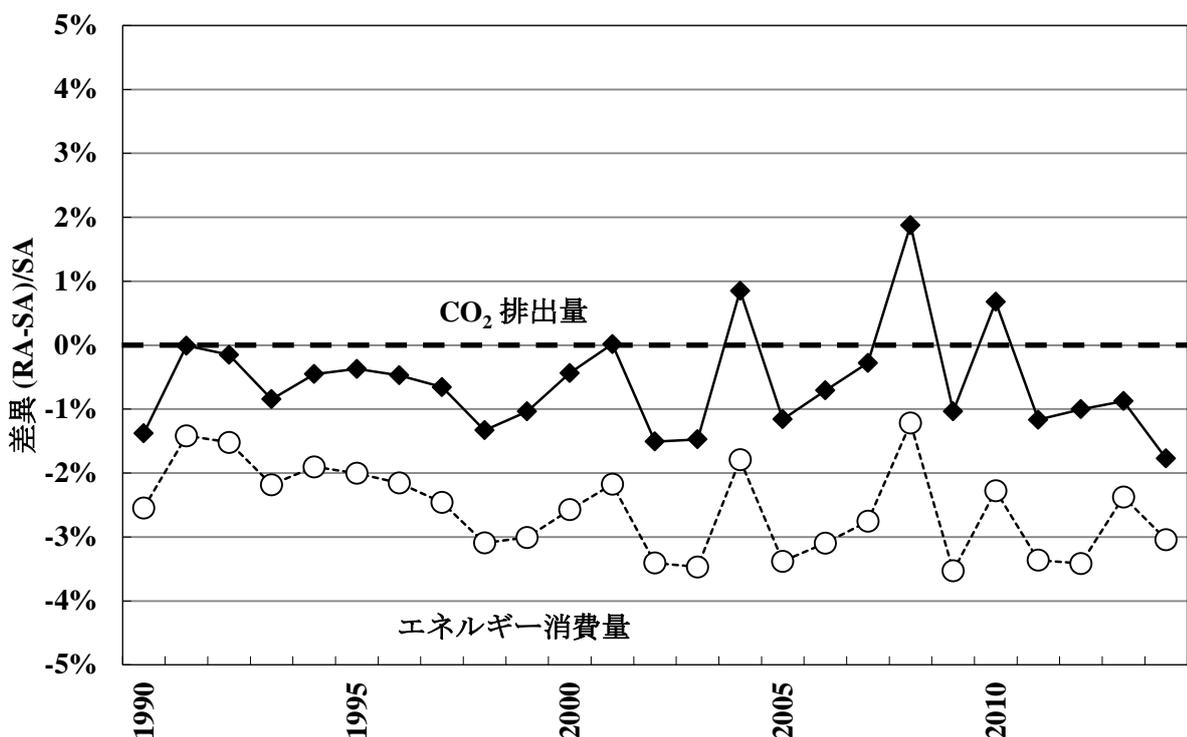


図 3-1 エネルギー消費量の差異及びCO<sub>2</sub>排出量の差異の推移

### 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

わ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、CO<sub>2</sub>排出量に差異が生じる原因は、原料及び非エネルギー用として控除される炭素量の差、及び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「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)」、「他転換増減 (#289000)」、「転換・消費在庫変動 (#350000)」及び「統計誤差 (#400000)」に起因する。

#### 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

わ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・払出量の増減が計上されているが、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、取り崩しの量が計上されているが、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。

また、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CO<sub>2</sub>排出量は、焼却された廃油、廃プラスチック、廃タイヤ、合成繊維くずやその他非バイオマス系廃棄物等に含まれる炭素分に由来するものであるが、これらの炭素分は、現在のレファレンスアプローチの計算における原料用及び非エネルギー用の炭素量の控除において十分に実態を反映していない可能性がある。レファレンスアプローチにおける原料用及び非エネルギー用の炭素固定分の算定方法については、今後検討及び改善が必要である。

ほかに、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。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。

### 2) 調査データの性質上避けられないもの

#### 【一次供給側統計誤差（#401000）】

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計上される。

### 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計上されている。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CO<sub>2</sub>排出量の差異には影響を与えない。

表 3-6 CO<sub>2</sub>排出量の比較 (詳細)

	[kt-CO <sub>2</sub> ]												
	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>RA</b>	<b>1,063,223</b>	<b>1,155,141</b>	<b>1,192,566</b>	<b>1,222,112</b>	<b>1,207,770</b>	<b>1,248,233</b>	<b>1,191,967</b>	<b>1,094,214</b>	<b>1,162,130</b>	<b>1,189,899</b>	<b>1,224,985</b>	<b>1,240,236</b>	<b>1,184,026</b>
液体燃料	661,288	701,744	655,537	621,345	583,023	586,944	545,283	497,136	498,638	521,829	529,526	512,926	466,592
固体燃料	296,193	325,346	378,657	429,633	434,955	454,474	443,315	395,316	449,456	419,218	438,020	472,510	459,216
気体燃料	105,741	128,051	158,372	171,134	189,793	206,814	203,368	201,763	214,036	248,852	257,439	254,800	258,218
その他化石燃料	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
<b>SA</b>	<b>1,078,082</b>	<b>1,159,452</b>	<b>1,197,784</b>	<b>1,236,463</b>	<b>1,216,394</b>	<b>1,251,734</b>	<b>1,170,017</b>	<b>1,105,649</b>	<b>1,154,339</b>	<b>1,203,959</b>	<b>1,237,398</b>	<b>1,251,180</b>	<b>1,205,408</b>
液体燃料	644,730	677,734	640,355	605,901	569,135	571,149	525,131	481,800	488,214	520,447	526,948	510,800	461,428
固体燃料	305,968	329,370	374,429	437,445	437,076	451,963	420,978	402,354	432,060	414,290	431,427	464,277	463,276
気体燃料	116,536	139,951	167,825	176,128	194,146	211,905	207,523	206,203	218,823	253,290	262,639	260,226	264,853
その他化石燃料	10,849	12,398	15,175	16,989	16,037	16,717	16,386	15,292	15,241	15,301	16,385	15,877	15,851
泥炭	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
<b>RA-SA</b>	<b>-14,859</b>	<b>-4,311</b>	<b>-5,218</b>	<b>-14,350</b>	<b>-8,624</b>	<b>-3,501</b>	<b>21,949</b>	<b>-11,435</b>	<b>7,791</b>	<b>-14,060</b>	<b>-12,413</b>	<b>-10,943</b>	<b>-21,382</b>
液体燃料	16,559	24,010	15,182	15,445	13,888	15,795	20,153	15,336	10,423	1,382	2,578	2,127	5,164
固体燃料	-9,774	-4,024	4,228	-7,812	-2,121	2,511	22,337	-7,038	17,395	4,928	6,594	8,233	-4,060
気体燃料	-10,795	-11,899	-9,454	-4,994	-4,353	-5,091	-4,155	-4,440	-4,786	-5,069	-5,199	-5,426	-6,635
その他化石燃料	-10,849	-12,398	-15,175	-16,989	-16,037	-16,717	-16,386	-15,292	-15,241	-15,301	-16,385	-15,877	-15,851
泥炭	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>一次供給側統計誤差</b>	<b>-7,573</b>	<b>3,811</b>	<b>3,792</b>	<b>-3,509</b>	<b>7,320</b>	<b>7,501</b>	<b>12,286</b>	<b>5,040</b>	<b>16,920</b>	<b>4,283</b>	<b>8,773</b>	<b>8,496</b>	<b>8,496</b>
液体燃料	1,422	7,210	835	481	875	622	534	403	-1,108	-1,030	-441	894	894
固体燃料	-8,995	-3,399	2,956	-3,989	6,444	6,879	11,752	4,637	18,354	6,327	10,201	8,818	8,818
気体燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	-326	-1,014	-987	-1,216	-1,216
<b>石炭品種振替</b>	<b>260</b>	<b>410</b>	<b>508</b>	<b>-1,058</b>	<b>-1,131</b>	<b>-1,361</b>	<b>-1,044</b>	<b>-901</b>	<b>-1,284</b>	<b>-1,589</b>	<b>-1,801</b>	<b>-1,900</b>	<b>-1,900</b>
液体燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固体燃料	260	410	508	-1,058	-1,131	-1,361	-1,044	-901	-1,284	-1,589	-1,801	-1,900	-1,900
気体燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>石油品種振替</b>	<b>-2,041</b>	<b>-493</b>	<b>168</b>	<b>374</b>	<b>208</b>	<b>163</b>	<b>235</b>	<b>-34</b>	<b>70</b>	<b>46</b>	<b>-72</b>	<b>-1,423</b>	<b>-1,423</b>
液体燃料	-2,041	-493	168	374	208	163	235	-34	70	46	-72	-1,423	-1,423
固体燃料	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
<b>石炭製品二次品種振替</b>	<b>-41</b>	<b>-24</b>	<b>0</b>										
液体燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固体燃料	-41	-24	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
<b>石油製品二次品種振替</b>	<b>1,247</b>	<b>506</b>	<b>605</b>	<b>791</b>	<b>-34</b>	<b>-299</b>	<b>64</b>	<b>266</b>	<b>1,750</b>	<b>1,487</b>	<b>1,734</b>	<b>1,469</b>	<b>1,469</b>
液体燃料	1,247	506	605	791	-34	-299	64	266	1,750	1,487	1,734	1,469	1,469
固体燃料	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
<b>ガス製造</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
液体燃料	9,743	10,918	8,987	5,914	4,442	4,351	4,108	3,870	4,096	4,326	4,370	4,451	4,451
固体燃料	773	492	386	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
気体燃料	-10,516	-11,410	-9,373	-5,994	-4,442	-4,351	-4,108	-3,870	-4,097	-4,327	-4,370	-4,451	-4,451
<b>他転換増減</b>	<b>-535</b>	<b>-635</b>	<b>2,139</b>	<b>2,786</b>	<b>-1,318</b>	<b>1,156</b>	<b>1,450</b>	<b>1,479</b>	<b>2,608</b>	<b>-3,943</b>	<b>-5,653</b>	<b>-1,234</b>	<b>-1,234</b>
液体燃料	-535	-635	2,139	2,786	-1,318	1,156	1,450	1,479	2,608	-3,943	-5,653	-1,234	-1,234
固体燃料	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
<b>転換・消費在庫変動</b>	<b>1,491</b>	<b>1,894</b>	<b>2,319</b>	<b>599</b>	<b>-2,636</b>	<b>-2,826</b>	<b>15,834</b>	<b>-9,685</b>	<b>2,717</b>	<b>1,337</b>	<b>2,822</b>	<b>1,249</b>	<b>1,249</b>
液体燃料	828	1,332	-889	278	2,424	-1,368	1,751	-741	427	-919	2,573	-2,942	-2,942
固体燃料	681	757	2,934	-1,097	-5,555	-1,106	13,756	-8,629	2,370	1,707	-192	3,671	3,671
気体燃料	-18	-195	275	1,419	495	-353	327	-315	-80	550	441	520	520
<b>合計</b>	<b>-7,192</b>	<b>5,470</b>	<b>9,531</b>	<b>-15</b>	<b>2,408</b>	<b>4,333</b>	<b>28,825</b>	<b>-3,834</b>	<b>22,782</b>	<b>1,620</b>	<b>5,803</b>	<b>6,657</b>	<b>6,657</b>
液体燃料	10,664	18,840	11,845	10,625	6,598	4,625	8,142	5,243	7,845	-34	2,511	1,216	1,216
固体燃料	-7,322	-1,764	6,784	-6,064	-242	4,412	24,465	-4,892	19,440	6,445	8,208	10,588	10,588
気体燃料	-10,534	-11,606	-9,099	-4,576	-3,948	-4,704	-3,781	-4,186	-4,502	-4,790	-4,916	-5,147	-5,147
<b>分析結果の差</b>	<b>-7,667</b>	<b>-9,782</b>	<b>-14,749</b>	<b>-14,335</b>	<b>-11,032</b>	<b>-7,834</b>	<b>-6,875</b>	<b>-7,600</b>	<b>-14,991</b>	<b>-15,680</b>	<b>-18,216</b>	<b>-17,600</b>	<b>-28,039</b>
液体燃料	5,894	5,170	3,337	4,820	7,290	11,170	12,011	10,093	2,579	1,416	66	911	3,949
固体燃料	-2,452	-2,260	-2,556	-1,748	-1,879	-1,901	-2,127	-2,146	-2,045	-1,517	-1,615	-2,355	-14,648
気体燃料	-261	-294	-355	-418	-406	-387	-373	-255	-284	-278	-283	-279	-1,488
その他化石燃料	-10,849	-12,398	-15,175	-16,989	-16,037	-16,717	-16,386	-15,292	-15,241	-15,301	-16,385	-15,877	-15,851

3.2.2. 国際バンカー油

a) 排出源カテゴリーの説明

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

なお、国際バンカー油からの排出は、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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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

【CO<sub>2</sub>】

CO<sub>2</sub>の排出係数については、1.A.1における燃料の燃焼(CO<sub>2</sub>)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報告書(FCCC/ARR/2012/JPN及びFCCC/ARR/2013/JPN)において、わが国独自のジェット燃料油の炭素排出係数(18.3 t-C/TJ)がIPCCガイドラインのデフォルト値(18.5 t-C/TJ(高位発熱量換算))より低いと専門家審査チーム(ERT)から指摘され、追加情報を提供するよう勧告された。

わが国のジェット燃料の炭素排出係数は実測調査より得られたものである。加えて、2006年IPCCガイドライン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、わが国の排出係数はこの範囲内にある。したがって、わ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。

【CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O】

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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 3-7 国際バンカー油起源のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出係数

輸送機関	燃料種	CH <sub>4</sub> 排出係数	N <sub>2</sub> O排出係数
航空機	ジェット燃料油	0.5 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ] <sup>a</sup>	2 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ] <sup>a</sup>
船舶	A 重油、B 重油、C 重油、 軽油、灯油	7 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ] <sup>b</sup>	2 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ] <sup>b</sup>

a. 2006年IPCCガイドライン Vol.2 Table 3.6.5

b. // 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CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出は、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報(旧:エネルギー生産・需給統計年報)」に示された「ボンド輸入」と「ボンド輸出」の合計値を用いた。

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

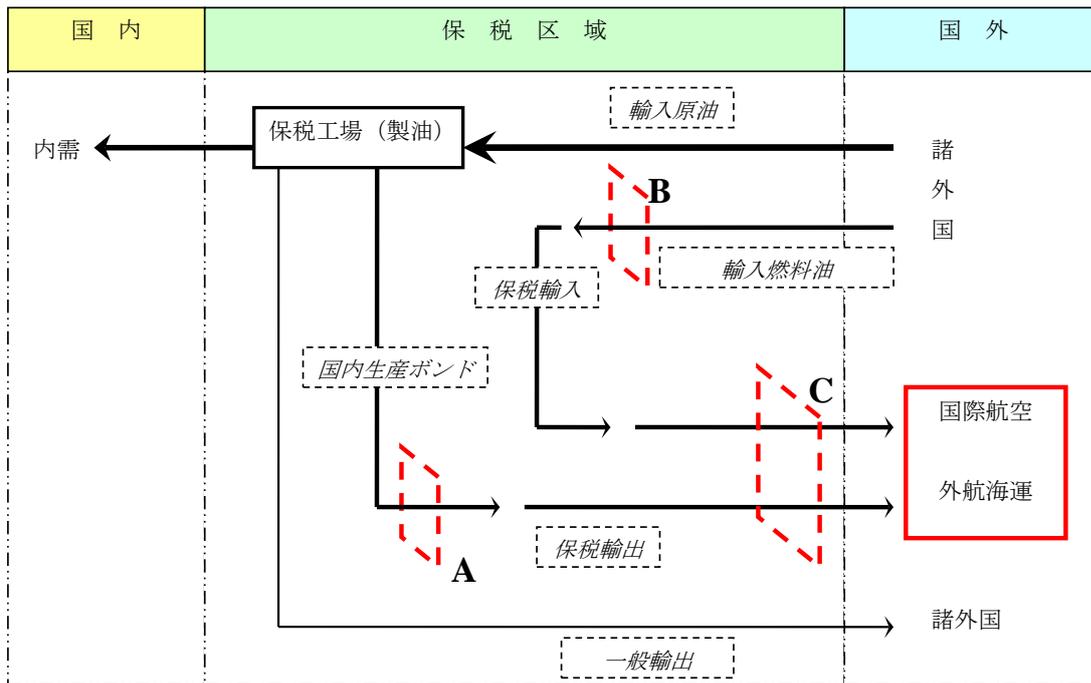


図 3-2 国際バンカー油の活動量

ジェット燃料油は航空機、A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油、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。

【CO<sub>2</sub>】

CO<sub>2</sub>の活動量については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報（旧：エネルギー生産・需給統計年報）」に示された「kl」ベースの消費量を、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された実質発熱量を用いて「J」ベース（高位発熱量）に換算した。

【CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O】

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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。

■ 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。

保税重油（ボンド重油）

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

### 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、経済産業省統計において、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、経済産業省統計において、保稅輸入に計上される。

### 3.2.3. 原料の利用及び非エネルギー利用分について

燃料からの燃焼に伴う温室効果ガスの排出量（1.A.）の算定においては、総合エネルギー統計における最終エネルギー消費量（#500000）には燃焼・酸化などを伴わないエネルギー量も含まれているため、燃焼・酸化などを伴わない原材料として用いる目的で使用された燃料のエネルギー量が計上されている非エネルギー利用部門（#950000）に計上されたエネルギー量を、最終エネルギー消費量から控除して活動量として使用している。

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

原料の利用及び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)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CO<sub>2</sub>排出量は、以下の分野にて別途計上している。（詳細は各章参照）

表 3-8 原料等に非エネルギー利用される燃料のCO<sub>2</sub>排出量別計上

CO <sub>2</sub> 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 3-10 参照	表 3-17 参照
		液化石油ガス (LPG) (2002 年度まで) <sup>1)</sup>		
		製油所ガス (オフガス)		
		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	オイルコークス	2.3[t-CO <sub>2</sub> /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	オイルコークス	生産時還元剤起源: 1.09 [t-CO <sub>2</sub> /t] (2008 年度以降秘匿情報)、使用時: 1.10 [t-CO <sub>2</sub> /t] (いずれもカルシウムカーバイド生産量当たり係数)	
エチレン製造	2.B.8	ナフサ	秘匿情報	
鉄鋼製造における 電気炉の使用	2.C.1	オイルコークス	炭素電極消費量より算定	
全損型以外の自動車・船舶エンジン油 <sup>1)</sup>	2.D.1	潤滑油	表 3-10 参照	
パラフィンろうの使用	2.D.2	他重質石油製品	表 3-10 参照	
廃棄物の焼却	5.C	潤滑油、 他重質石油製品、ナフサ、 LPG 等	産業廃棄物 廃油: 2,933 [kg-CO <sub>2</sub> /t (wet)]、 産業廃棄物 廃プラスチック類: 2,567 [kg-CO <sub>2</sub> /t (wet)]、一般廃棄物 プラスチック類: 2,754 [kg-CO <sub>2</sub> /t (dry)] (いずれも廃棄物焼却量当たり係数)	
石油由来の界面活性剤 の分解に伴う排出	5.E	ナフサ 等	合成アルコール: 2,839 [kg-CO <sub>2</sub> /t]、 アルキルベンゼン: 3,220 [kg-CO <sub>2</sub> /t]、 アルキルフェノール: 3,000 [kg-CO <sub>2</sub> /t]、 エチレンオキシド: 2,000 [kg-CO <sub>2</sub> /t] (いずれも活性剤分解量当たり係数)	

1) 全損型の自動車・船舶エンジン油からのCO<sub>2</sub>排出量は1.A.3「運輸」に計上される。

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)で計上すべき燃料の燃焼に由来する排出量と、工業プロセス分野及び製品の使用(2.C)で計上すべき還元剤に由来する排出量があるが、両者を分離することなく、鉄鋼及び非鉄金属製造プロセス全体からの排出を包括的に捉える方が排出量の正確性の観点や二重計上、把握漏れを防ぐ観点からも最適であると考え、本エネルギー分野(1.A)にてまとめて報告する。具体的な製造プロセスと区分は表 3-9 のとおり。

表 3-9 鉄鋼及び非鉄金属製造プロセスからのCO<sub>2</sub>排出量の計上・報告区分

CO <sub>2</sub> の排出を伴う過程	CRF 区分	還元剤の酸化等により CO <sub>2</sub> を発生する燃料の種類	エネルギー分野での 計上・報告区分
鋼製造、銑鉄製造、直接還元鉄製造、 焼結鉱製造、ペレット製造	2.C.1	コークス	1.A.2.a (鉄鋼)
フェロアロイ製造	2.C.2	コークス	1.A.2.a (鉄鋼)
アルミニウム製造	2.C.3	コークス	1.A.2.b (非鉄金属)
鉛製造	2.C.5	コークス	1.A.2.b (非鉄金属)
亜鉛製造	2.C.6	コークス	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CO<sub>2</sub>の排出

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、電気事業者による発電及び熱供給事業者による温熱・冷熱製造の際のエネルギー転換（1.A.1.a）、石油精製業におけるエネルギー転換（1.A.1.b）、固体燃料製造及びその他エネルギー産業（都市ガス製造業）におけるエネルギー転換（1.A.1.c）に伴うCO<sub>2</sub>排出を扱う。

2014年度における当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は531,711 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の39.0%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88.5%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

当該カテゴリーの排出量は、発電量や火力発電の比率、熱効率等により変動する。当該カテゴリーでCO<sub>2</sub>排出量の最も多い「1.A.1.a 発電及び熱供給」は発電量<sup>5</sup>の変化の傾向に概ね沿って変化している。1995年度から1998年度までは電力量の増加に反してCO<sub>2</sub>排出量が減少しているが、これは発電量に占める火力発電の比率が低下したためである。また、2011年度から2013年度は電力量の減少に反してCO<sub>2</sub>排出量が増加しているが、これは逆に火力発電の比率が増加したためである。

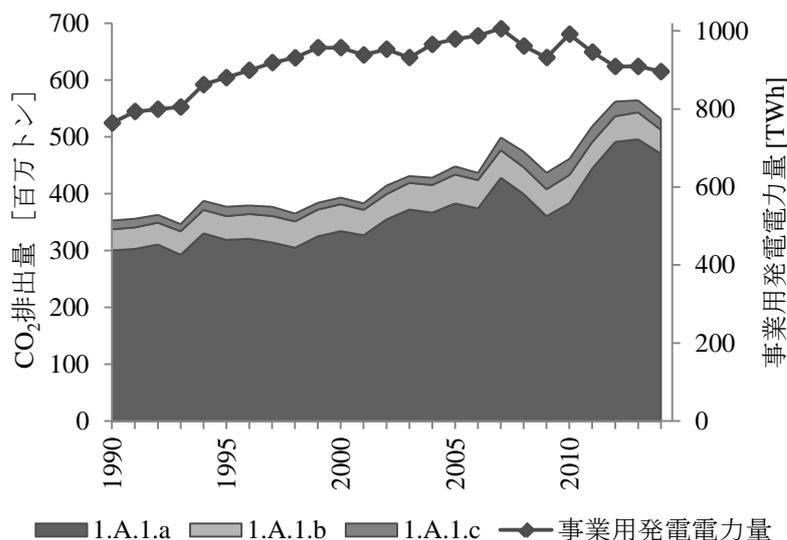


図 3-3 エネルギー産業（1.A.1）からのCO<sub>2</sub>排出量及び関連する指標の推移

1.A.1.c「固体燃料製造及びその他エネルギー産業」(Manufacture of solid fuels and other energy industries)における固体燃料からのCO<sub>2</sub>排出量のIEF（Implied Emission Factor、見かけの排出係数）は、固体燃料製造部門の固体燃料の転換における炭素バランスの変動によって上下している。この見かけの年次変動は、コークス用原料炭及びコークス、そしてその他石炭製品間のマスバランス、エネルギーバランス及び炭素バランスに起因している。また、統計誤差やプロセス上では見えてこない貯蔵あるいは自然発生的な入出力のアンバランスに起因することもある。

<sup>5</sup> 事業用発電電力量（資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より算出）

## b) 方法論

## ■ 算定方法

わ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。

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

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

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)」に計上している。

エネルギー利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量の算定には、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CO<sub>2</sub>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。

2004年度から2007年度にかけて石油精製工場で発生したCO<sub>2</sub>の回収・貯留が実施された。CO<sub>2</sub>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「CO<sub>2</sub> amount captured」に計上し、その分を上式で求めた排出量から控除している。詳細は3.4.3. 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、2006年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を採用している一部の燃料種を除き、日本独自の値である。

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

エネルギー源別炭素排出係数を表 3-10 に示す。

表 3-10 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 <sup>1)</sup>	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
石炭	原料炭	\$110	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.6	24.6	
	コークス用原料炭	\$111	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.4	24.4	
	吹込用原料炭	\$112	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	25.1	25.1	
	輸入一般炭	\$130	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	
	輸入一般炭	\$131	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	
	発電用輸入一般炭	\$132	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.4	24.4	
	国産一般炭	\$135	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	23.7	23.7	
	無煙炭	\$140	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.9	25.9	
石炭製品	コークス	\$161	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	30.2	30.2	
	コールタール	\$162	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	
	練豆炭	\$163	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	25.9	25.9	
	コークス炉ガス	\$171	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	10.9	10.9	
	高炉ガス	\$172	27.2	26.9	26.7	26.5	26.4	26.4	26.5	26.5	26.4	26.3	26.2	26.6	26.6	
	転炉ガス	\$175	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	41.7	41.7	
	精製用原油	\$210	19.1	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.1	19.0	19.1	19.1	19.1	19.0	18.9	
精製用純原油	\$211	19.1	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.1	19.0	19.1	19.1	19.1	19.0	18.9		
精製用粗残油	\$214	21.3	21.4	21.4	21.4	21.5	21.5	21.5	21.4	21.4	21.5	21.5	19.7	19.5		
発電用原油	\$220	19.1	19.1	19.2	19.6	19.3	19.2	19.2	19.3	19.2	19.1	19.1	19.2	19.2		
瀝青質混合物	\$221	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
NGL・コンデンセート	\$230	16.1	16.7	17.5	18.2	18.2	18.0	19.4	18.4	18.4	17.3	18.3	18.3	18.2		
精製用NGLコンデンセート	\$231	17.4	18.1	18.0	18.3	18.2	18.1	19.4	18.4	18.4	17.3	18.4	18.3	18.2		
発電用NGLコンデンセート	\$232	17.5	17.6	17.6	18.2	17.8	17.8	19.0	17.9	17.9	17.9	17.9	18.2	18.2		
石油化学用NGLコンデンセート	\$233	15.6	16.2	16.8	17.6	17.7	17.1	18.8	17.9	18.0	16.9	18.2	18.3	18.2		
石油製品	原料	純ナフサ	\$281	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.6	18.6
		改質生成油	\$282	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	19.3	19.3
	燃料油	ガソリン	\$310	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.7	18.7
		ジェット燃料油	\$320	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.6	18.6
		灯油	\$330	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.7	18.7
		軽油	\$340	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.8
		A重油	\$351	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	19.3	19.3
		C重油	\$355	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20.2	20.2
		B重油	\$356	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	20.0	20.0
		一般用C重油	\$357	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20.2	20.2
	発電用C重油	\$358	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.8	19.8	
	他石油製品	潤滑油	\$365	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.9	19.9
		他重質石油製品	\$370	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.4	20.4
		オイルコークス	\$375	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	24.5	24.5
		電気炉ガス	\$376	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	41.7	41.7
製油所ガス		\$380	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.4	14.4	
液化石油ガス (LPG)	\$390	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.4	16.4		
天然ガス	輸入天然ガス (LNG)	\$410	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.7	14.0	
	国産天然ガス	\$420	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	
	ガス田・随伴ガス	\$421	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	
	炭鉱ガス	\$422	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	\$423	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	
ガ都市	一般ガス	\$460	14.3	14.3	14.1	14.0	14.0	13.9	14.0	13.9	14.1	14.1	14.0	14.1	14.1	
	簡易ガス	\$470	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.4	16.4	
バイオマス(参考)	バイオマス発電	\$N131	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6	
	固体バイオマス	\$N133	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6	
	液体バイオマス	\$N134	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.6	17.6	
	気体バイオマス	\$N135	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	13.5	13.5	
	黒液直接利用	\$N136	26.8	26.8	26.8	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	24.9	24.9	
廃材直接利用	\$N137	30.2	30.2	30.2	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	29.6	29.6		

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

表 3-11 エネルギー源別炭素排出係数の出典

エネルギー源	コード <sup>1)</sup>	出典 (1990-2012年度)	出典 (2013年度以降)	
石炭	原料炭	\$110	—	
	コークス用原料炭	\$111	2006年IPCCガイドライン	
	吹込用原料炭	\$112	コークス用原料炭と同一	
	輸入一般炭	\$130	輸入一般炭と同一	
	輸入一般炭	\$131	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)	
	発電用輸入一般炭	\$132	輸入一般炭と同一	
	国産一般炭	\$135	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)	
	無煙炭	\$140	2006年IPCCガイドライン	
石炭製品	コークス	\$161	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)	
	コールタール	\$162	2006年IPCCガイドライン	
	練豆炭	\$163	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)	
	コークス炉ガス	\$171	2006年IPCCガイドライン	
	高炉ガス	\$172	高炉・転炉における炭素収支に基づく算定値	
	転炉ガス	\$175	戒能(2005)	
	精製用原油	\$210	精製用純原油と同一	
原油	精製用純原油	\$211	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	\$214	銘柄別の炭素排出係数を輸入量の構成比で加重平均	
	発電用原油	\$220	精製用原油の補間・近似式より推計	
	瀝青質混合物	\$221	2006年IPCCガイドライン	
	NGL・コンデンセート	\$230		
	精製用NGLコンデンセート	\$231	銘柄別の炭素排出係数を輸入量の構成比で加重平均	
	発電用NGLコンデンセート	\$232	銘柄別の炭素排出係数を輸入量の構成比で加重平均	
	石油化学用NGLコンデンセート	\$233		
石油製品	原料	純ナフサ	\$281	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		改質生成油	\$282	ガソリンの値
	燃料油	ガソリン	\$310	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		ジェット燃料油	\$320	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		灯油	\$330	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		軽油	\$340	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		A重油	\$351	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		C重油	\$355	一般用C重油と同一
		B重油	\$356	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		一般用C重油	\$357	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
	他石油製品	発電用C重油	\$358	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		潤滑油	\$365	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		他重質石油製品	\$370	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		オイルコークス	\$375	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		電気炉ガス	\$376	転炉ガスの値
		製油所ガス	\$380	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)
		液化石油ガス (LPG)	\$390	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
天然ガス	輸入天然ガス (LNG)	\$410	産地別の炭素排出係数を国別輸入量の構成比で加重平均	
	国産天然ガス	\$420	2006年IPCCガイドライン	
	ガス田・随伴ガス	\$421	国産天然ガスの値	
	炭鉱ガス	\$422	二酸化炭素排出量調査報告書(環境庁)	
	原油溶解ガス	\$423	国産天然ガスの値	
ガ都市	一般ガス	\$460	都市ガス製造における炭素収支に基づく算定値	
	簡易ガス	\$470	LPGの値	
バイオマス	バイオマス発電	\$N131	廃材直接利用の値	
	固体バイオマス	\$N133	廃材直接利用の値	
	液体バイオマス	\$N134	エタノールの理論炭素排出係数(ノルマル状態)	
	気体バイオマス	\$N135	メタンの理論炭素排出係数(ノルマル状態)	
	黒液直接利用	\$N136	実測値(日本製紙連合会提供)	
	廃材直接利用	\$N137	実測値(日本製紙連合会提供)	

1) 総合エネルギー統計(エネルギーバランス表)のエネルギー源別コード番号

**(a) 高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源**

高炉ガス、都市ガス（一般ガス）以外のエネルギー源における炭素排出係数については、「二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁 1992年）」、「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（環境省、温室効果ガス排出量算定方法検討会）」、「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（戒能、2014年）」及び「2006年 IPCC ガイドライン」に示された値を用いた。

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

2005年提出版インベントリまでのCO<sub>2</sub>排出量算定に使用してきた「二酸化炭素排出量調査報告書（環境庁 1992年）」に示されたエネルギー源別排出係数について、

- ①理論上限値・下限値との比較による評価分析
  - ②1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値との比較による評価分析
  - ③総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）を用いた炭素収支による群評価分析
- によってその妥当性を評価し、妥当性が確認された値についてはその値を使用した。以下、①～③の評価分析の概要を示す。

**①理論上限値・下限値との比較による評価分析**

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

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

1996年改訂IPCCガイドライン標準値や2006年IPCCガイドライン試算値<sup>6</sup>とその統計的な信頼性（不確実性）情報を利用して、エネルギー源別の炭素排出係数の妥当性を判断する。ただし、IPCCガイドラインが想定する平均的なエネルギー源の性状と、日本が固有に利用するエネルギー源の性状は必ずしも同一ではないため、数値が乖離している場合があっても当該乖離を説明する正当な根拠が存在する場合、後述する「群評価分析」などの統計的な検討・検証を加えた上で、適切な判断を行う。

**③総合エネルギー統計を用いた炭素収支による群評価分析**

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

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

<sup>6</sup> 「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。

### 【2013年度以降の炭素排出係数の設定方法について】

2013年度以降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標準発熱量・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。

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、「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（戒能、2014年）」において、2013年度から適用する標準発熱量・炭素排出係数が提示された。

#### 2) 炭素排出係数の基本的算定方法

各エネルギー源別の標準発熱量・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標準発熱量・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など物性値から算定しておき、統計処理した成分組成値でこれを加重平均して標準発熱量・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標準発熱量・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標準発熱量・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。

### (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

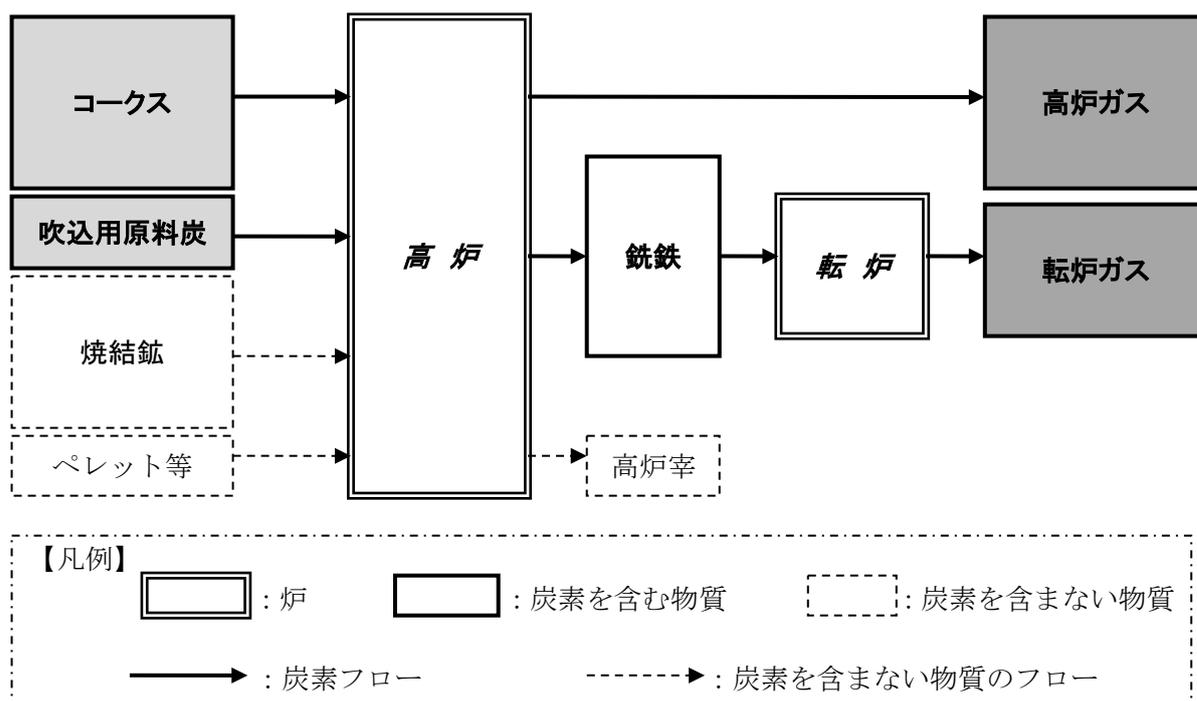


図 3-4 鉄鋼製造における炭素フローの概略図

表 3-12 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	備考
Input														
吹込用原料炭 kt-C	1,650	2,619	3,351	3,014	3,126	3,408	2,859	2,576	3,444	3,669	4,019	4,592	4,283	A
コークス kt-C	12,739	11,400	12,221	11,497	11,746	11,910	10,928	10,458	11,194	10,137	10,187	11,341	10,917	B
合計 kt-C	14,389	14,019	15,572	14,511	14,872	15,318	13,786	13,034	14,637	13,806	14,206	15,933	15,200	C: A + B
Output														
転炉ガス kt-C	2,541	2,359	2,726	2,804	2,999	3,038	2,727	2,589	2,798	2,502	2,612	2,930	2,941	D
差 kt-C	11,848	11,660	12,846	11,707	11,874	12,280	11,059	10,444	11,839	11,304	11,594	13,002	12,260	E: C - D
Output														
高炉ガス TJ	434,801	433,504	481,768	441,357	449,335	465,388	417,636	393,685	448,708	429,625	442,758	488,319	461,735	F
EF 高炉ガス t-C/TJ	27.2	26.9	26.7	26.5	26.4	26.4	26.5	26.5	26.4	26.3	26.2	26.6	26.6	E/F

(c) 都市ガス

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

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

一般ガスの炭素排出係数については、一般ガスはその大部分が原材料を混合・空気希釈して製造されたものであることから、一般ガス製造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。

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

$EF$  : 炭素排出係数 [t-C/TJ]

$A$  : エネルギー量 [TJ]

$P$  : 生産量 [TJ]

$TG$  : 都市ガス（一般ガス）

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

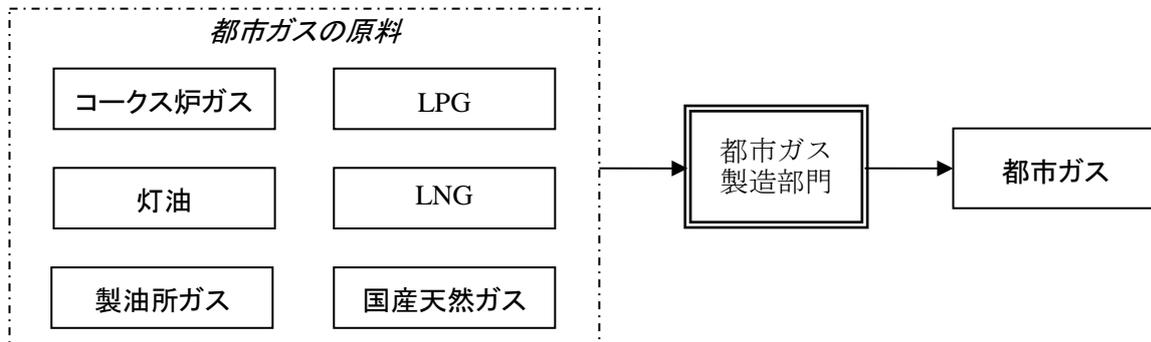


図 3-5 都市ガスの製造フロー

表 3-13 一般ガスの炭素排出係数の算定過程

一般ガス製造	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	備考
<b>Input</b>														
コークス炉ガ kt-C	211	134	105	22	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 a2
製油所ガス kt-C	186	199	186	145	101	95	88	13	0	0	0	0	0	0 a3
LPG kt-C	1,957	2,129	1,809	1,092	748	743	694	716	799	870	891	930	992	a4
LNG kt-C	6,411	9,342	11,944	16,987	19,085	20,289	19,880	19,667	21,446	21,947	21,926	21,218	21,860	a5
国産天然ガス kt-C	551	661	848	1,190	1,534	1,748	1,822	1,768	1,603	1,775	1,683	1,590	1,609	a6
合計 kt-C	9,515	12,740	14,962	19,442	21,468	22,875	22,485	22,164	23,848	24,592	24,499	23,739	24,461	A: Σ a
<b>Output</b>														
一般ガス TJ	664,661	892,307	1,061,122	1,391,962	1,534,754	1,644,783	1,607,991	1,593,032	1,697,063	1,745,748	1,755,849	1,686,549	1,730,426	B
EF 一般ガス t-C/TJ	14.3	14.3	14.1	14.0	14.0	13.9	14.0	13.9	14.1	14.1	14.0	14.1	14.1	A/B

○ 酸化係数

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

・ 気体燃料

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

表 3-14 気体燃料の燃焼に関するデータ

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

#### ・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。石炭灰は有効利用または埋立処理が行われており、有効利用が行われる石炭灰のうち、セメント原料に利用されたもののように、製造過程において焼成工程を経るものについては、焼成過程で石炭灰中に含まれる未燃炭素が酸化されCO<sub>2</sub>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

当該分野の活動量については、「総合エネルギー統計」（資源エネルギー庁）に示されたエネルギー消費量を用いている。エネルギー消費量の推移を表 3-15 に示す。

表 3-15 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 <sup>1)</sup>	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
液体燃料	2,529	2,176	1,590	1,640	1,441	1,868	1,622	1,224	1,329	1,854	2,134	1,877	1,419
固体燃料	1,076	1,477	1,869	2,506	2,426	2,625	2,544	2,452	2,589	2,453	2,591	2,866	2,807
気体燃料	1,562	1,786	2,164	2,044	2,272	2,525	2,481	2,482	2,603	3,251	3,467	3,467	3,501
その他化石燃料	196	219	258	283	279	275	264	246	245	242	259	245	238
バイオマス	0.2	0.7	0.8	27	26	28	27	24	71	80	91	94	93
合計	5,363	5,658	5,881	6,501	6,444	7,320	6,937	6,428	6,837	7,881	8,541	8,549	8,058

1) 共通報告様式（CRF）における燃料種区分

総合エネルギー統計は、日本国内に供給された石炭・石油・天然ガスなどのエネルギー源が、どのような形態に転換され、日本国内においてどの部門によりどのような形で消費されたのかを捉え、国内のエネルギー需給の状況を表した統計（エネルギーバランス表）である。この統計の目的は、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、11の大項目区分（石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都市ガス、再生可能・未活用エネルギー、事業用水力発電、原子力発電、電力、熱）と必要な中項目以下の区分で構成されている。そして需給部門「行」の構成については、一次エネルギー供給（一次供給）、エネルギー転換（転換）、最終エネルギー消費（最終消費）の3つの大部門と必要な中部門以下の部門で構成されている。

総合エネルギー統計におけるエネルギー需給量の算定では、ガソリン・電力などの各エネルギー源が一律に固有単位あたりの総発熱量（高位発熱量）[MJ/kg, MJ/l, MJ/m<sup>3</sup>]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, 10<sup>3</sup>×m<sup>3</sup>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  
[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total\\_energy/results.html#headline2](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html#headline2)  
 で 1990 年度から入手可能である。

[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total\\_energy/results.html#headline2](http://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。

総合エネルギー統計の部門と CRF の部門対応を表 3-16 に示す。

表 3-16 総合エネルギー統計とインベントリ (CRF 共通報告様式) の部門対応 (1.A.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
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

○ 発熱量

エネルギー源別の高位発熱量は、総合エネルギー統計で用いられている値を使用した。エネルギー源ごとの高位発熱量の推移を表 3-17 に示す。総合エネルギー統計では、各エネルギー

一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年に一度改訂される。直近の改訂は炭素排出係数と併せて2013年度値に対して実施された。

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 3-17 エネルギー源ごとの高位発熱量の推移

エネルギー源	コード	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
石炭	原料炭	\$110	MJ/kg	31.8	30.5	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.7	28.7		
	コークス用原料炭	\$111	MJ/kg	31.8	30.5	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	28.9	28.9		
	吹込用原料炭	\$112	MJ/kg	31.8	30.5	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.0	28.0		
	輸入一般炭	\$130	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0		
	輸入一般炭	\$131	MJ/kg	26.0	26.0	26.6	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0		
	発電用輸入一般炭	\$132	MJ/kg	24.9	26.1	26.4	25.5	25.6	25.5	25.3	25.4	25.3	25.3	25.3	26.0	26.0	
	国産一般炭	\$135	MJ/kg	24.3	24.3	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	25.3	25.3	
	無煙炭	\$140	MJ/kg	27.2	27.2	27.2	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	27.8	27.8	
石炭製品	コークス	\$161	MJ/kg	30.1	30.1	30.1	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.2	29.2		
	コールタール	\$162	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		
	練豆炭	\$163	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		
	コークス炉ガス	\$171	MJ/m <sup>3</sup>	21.5	21.6	21.3	21.4	21.4	21.3	21.2	21.1	21.3	21.1	20.7	19.1	19.1	
	高炉ガス	\$172	MJ/m <sup>3</sup>	3.5	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	
	転炉ガス	\$175	MJ/m <sup>3</sup>	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.6	7.6	
原油	精製用原油	\$210	MJ/l	38.3	38.3	38.2	38.1	38.1	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1	38.2	38.0	
	精製用純原油	\$211	MJ/l	38.3	38.3	38.2	38.1	38.1	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1	38.2	38.0	
	精製用粗残油	\$214	MJ/l	38.3	38.3	38.2	38.1	38.1	38.1	38.2	38.1	38.2	38.2	38.1	41.2	40.5	
	発電用原油	\$220	MJ/l	39.1	39.2	39.6	38.5	39.3	39.5	39.5	39.7	39.7	39.4	39.3	39.3	39.3	
	瀝青質混合物	\$221	MJ/kg	30.1	30.3	29.9	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	
	NGL・コンデンセート	\$230	MJ/l	35.7	35.5	35.4	35.0	35.0	35.5	32.9	34.8	34.8	36.9	34.8	34.8	34.4	
	精製用NGLコンデンセート	\$231	MJ/l	35.7	35.5	35.4	35.0	35.0	35.5	32.9	34.8	34.8	36.9	34.8	34.8	34.4	
	発電用NGLコンデンセート	\$232	MJ/l	35.7	35.5	35.4	35.0	35.0	35.5	32.9	34.8	34.8	36.9	34.8	34.2	34.2	
石油化学用NGLコンデンセート	\$233	MJ/l	35.7	35.5	35.4	35.0	35.0	35.5	32.9	34.8	34.8	36.9	34.8	34.6	34.2		
石油製品	原料	純ナフサ	\$281	MJ/l	33.6	33.6	33.6	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.3	33.3	
		改質生成油	\$282	MJ/l	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	33.7	33.7	
	燃料油	ガソリン	\$310	MJ/l	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	33.4	33.4	
		ジェット燃料油	\$320	MJ/l	36.4	36.4	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.3	36.3	
		灯油	\$330	MJ/l	36.8	36.8	36.8	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.5	36.5	
		軽油	\$340	MJ/l	38.1	38.1	38.2	37.8	37.9	38.0	37.9	37.9	38.1	38.0	37.9	38.0	38.0
		A重油	\$351	MJ/l	39.7	39.6	39.3	39.1	40.0	40.0	39.9	39.9	39.9	39.8	39.8	38.9	38.9
		C重油	\$355	MJ/l	40.2	40.3	40.3	40.3	40.4	40.2	40.3	40.4	40.4	40.0	39.7	40.9	41.1
		B重油	\$356	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
		一般用C重油	\$357	MJ/l	40.2	40.3	40.3	40.3	40.4	40.2	40.3	40.4	40.4	40.0	39.7	40.9	41.1
	発電用C重油	\$358	MJ/l	41.1	41.1	41.3	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.3	41.2	41.2	41.2	41.2	
	他石油製品	潤滑油	\$365	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
		他重質石油製品	\$370	MJ/kg	39.2	39.3	39.4	39.4	39.4	39.3	39.3	39.5	39.4	39.0	38.7	40.0	40.1
		オイルコークス	\$375	MJ/kg	35.6	35.6	35.6	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	33.3	33.3	
電気炉ガス		\$376	MJ/m <sup>3</sup>	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.6	7.6		
製油所ガス		\$380	MJ/m <sup>3</sup>	39.3	39.3	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9	46.7	46.7		
液化石油ガス (LPG)		\$390	MJ/kg	50.5	50.6	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.8	50.8	50.8	50.1	50.1	
天然ガス	輸入天然ガス (LNG)	\$410	MJ/kg	54.6	54.6	54.6	54.6	54.5	54.5	54.6	54.6	54.7	54.7	55.0	54.5		
	国産天然ガス	\$420	MJ/m <sup>3</sup>	42.1	42.4	42.6	42.9	43.6	44.6	44.7	44.8	44.7	44.7	44.8	40.1	40.1	
	ガス田・随伴ガス	\$421	MJ/m <sup>3</sup>	42.1	42.4	42.6	42.9	43.6	44.6	44.7	44.8	44.7	44.7	44.8	40.1	40.1	
	炭鉱ガス	\$422	MJ/m <sup>3</sup>	36.0	36.0	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	15.3	15.3		
	原油溶解ガス	\$423	MJ/m <sup>3</sup>	42.1	42.4	42.6	42.9	43.6	44.6	44.7	44.8	44.7	44.7	44.8	40.1	40.1	
ガ都市	一般ガス	\$460	MJ/m <sup>3</sup>	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	40.3	42.5	
	簡易ガス	\$470	MJ/m <sup>3</sup>	105.4	103.6	102.3	101.5	101.6	101.9	101.9	102.0	101.1	101.2	101.0	98.8	98.3	
バイオマス	バイオマス発電	\$N131	MJ/kWh	9.3	9.3	8.9	8.7	8.7	8.7	8.7	8.6	8.6	8.6	8.6	8.4		
	固体バイオマス	\$N133	MJ/kg	15.4	15.4	15.4	19.9	19.8	17.7	18.5	18.6	17.4	17.7	17.9	17.6	17.6	
	液体バイオマス	\$N134	MJ/l	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.4	23.4	
	気体バイオマス	\$N135	MJ/m <sup>3</sup>	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	21.4	21.4	
	黒液直接利用	\$N136	MJ/kg	12.6	12.6	12.6	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.6	13.6	
	廃材直接利用	\$N137	MJ/kg	16.7	16.7	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	17.1	17.1	

## 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、1990～2013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CO<sub>2</sub>排出量の不確実性は-2～+1%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CO<sub>2</sub>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。

## 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炭素排出係数及びエネルギー消費量の修正に伴い、2006、2012、2013年度のCO<sub>2</sub>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、2001年度及び2004～2013年度のCO<sub>2</sub>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10章参照

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.5. エネルギー産業（1.A.1）におけるCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの排出

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、電気事業者による発電及び熱供給事業者による温熱・冷熱製造の際のエネルギー転換（1.A.1.a）、石油精製業におけるエネルギー転換（1.A.1.b）、固体燃料製造及びその他エネルギー産業（都市ガス製造業）におけるエネルギー転換（1.A.1.c）に伴うCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出を扱う。

CH<sub>4</sub>は、化石燃料の不完全燃焼により発生する。従って、不完全燃焼を起こさないように燃焼管理を徹底すれば、CH<sub>4</sub>は発生しない。

N<sub>2</sub>O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<sub>2</sub>O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<sub>2</sub>O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<sub>2</sub>Oの排出が大きくなる。また、N<sub>2</sub>OはNO<sub>x</sub>除去用の触媒とNO<sub>x</sub>の接触によっても発生することがある。

わが国の温室効果ガス総排出量に対するこのカテゴリーからの排出量の寄与は小さい。その中で相対的に寄与の大きいものとして、流動床ボイラーからのN<sub>2</sub>O排出がある。わが国では1990年以降流動床ボイラーの新設が進んでおり、この分野からの排出量の増加に寄与している。1.A.1.a「発電と熱供給」(Public electricity and heat production)における固体燃料の燃焼によるN<sub>2</sub>O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<sub>4</sub>は当該カテゴリーに計上する。コークス炉炉蓋からの漏洩ガス中のN<sub>2</sub>O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<sub>2</sub>Oは発生しないと考えられる。

b) 方法論

■ 算定方法

○ 各種炉

当該分野における燃料の燃焼に伴うCH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O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ている。

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

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

○ コークス製造

コークス製造に伴うCH<sub>4</sub>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 3-18 に示す理論排ガス量(乾き)と、煙道におけるCH<sub>4</sub>濃度、N<sub>2</sub>O濃度、O<sub>2</sub>濃度の我が国で行った実測調査データ(表 3-19)、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。なお、黒液以外のバイオマスエネルギーについては、2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を高位発熱量ベースに換算し用いた(Vol.2, page 2.16-2.23, table 2.2-2.5)。

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

- EF : 排出係数 [kg-CH<sub>4</sub>/TJ, kg-N<sub>2</sub>O/TJ]
- C<sub>CH<sub>4</sub>,N<sub>2</sub>O</sub> : 排ガス中のCH<sub>4</sub>濃度、N<sub>2</sub>O濃度 [ppm]

$G_0'$	: 燃焼された燃料の理論排ガス量 (乾き) [ $\text{m}^3\text{N}/\text{固有単位}$ ]
$A_0$	: 燃焼された燃料の理論空気量 [ $\text{m}^3\text{N}/\text{固有単位}$ ]
$m$	: 空気比=実際空気量/理論空気量 [-]
$MW$	: $\text{CH}_4$ の分子量 (定数) = 16 [ $\text{g}/\text{mol}$ ] $\text{N}_2\text{O}$ の分子量 (定数) = 44 [ $\text{g}/\text{mol}$ ]
$V_m$	: 理想気体 1 モルの標準状態での体積 (定数) = 22.4 [ $10^{-3}\text{m}^3/\text{mol}$ ]
$GCV$	: 燃焼された燃料の高位発熱量 [ $\text{MJ}/\text{固有単位}$ ]

ただし、空気比 $m$ は、排ガス中 $\text{O}_2$ 濃度を用いて近似的に次式で与える。

$$m = \frac{21}{21 - C_{\text{O}_2}}$$

$C_{\text{O}_2}$  : 排ガス中の $\text{O}_2$ 濃度 [%]

燃料種、炉種別の $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 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 3-20、表 3-21)。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「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)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 $\text{CO}_2$ 排出係数を、排出量算定方法に関する過去の検討結果 (「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書 (社団法人 大気環境学会, 1996)」等)を踏まえ、排気ガス中の濃度と吸気ガス中の濃度の差を考慮して設定 (吸気補正) してきた。このうち、一部の排出源については、吸気ガス中に存在する $\text{CH}_4$ または $\text{N}_2\text{O}$ が燃焼作用によって酸化あるいは分解され、排気ガス中の濃度が吸気ガス中の濃度よりも低くなるとの実測データを基に、排出係数を負の値としてきた。しかし、2003年訪問審査では、正確な排出量の把握の上では吸気補正の実施を行うべきだが、国際的な比較の観点から、1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)において、排出量の算定には排気ガス中の $\text{CH}_4$ または $\text{N}_2\text{O}$ 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 $\text{CH}_4$ または $\text{N}_2\text{O}$ 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 3-18 燃料種ごとの理論排ガス量、理論空気量、高位発熱量

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

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

表 3-19 排出係数の設定に用いた実測データの出典一覧

	出典
1	北海道（1991）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査結果報告書
2	兵庫県（1991）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
3	大阪市（1991）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査
4	北海道（1992）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査結果報告書
5	兵庫県（1992）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
6	北九州市（1992）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
7	兵庫県（1993）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数作成調査
8	兵庫県（1994）：固定発生源からの温室効果ガス排出量原単位作成調査報告書
9	神奈川県（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
10	新潟県（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
11	大阪府（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
12	広島県（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
13	福岡県（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
14	大阪市（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
15	神戸市（1995）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
16	北海道（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
17	石川県（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
18	京都府（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
19	大阪府（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
20	兵庫県（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
21	広島県（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
22	福岡県（1996）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
23	京都府（1997）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
24	兵庫県（1997）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
25	福岡県（1997）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
26	社団法人大気環境学会（1996）：温室効果ガス排出量推計手法調査報告書－排出量推計手法－
27	大阪府（1999）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査
28	兵庫県（2000）：固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査報告書
29	財団法人エネルギー総合工学研究所（2000）：大気環境負荷低減に資する燃料の品質動向に関する調査報告書
30	平成11年度温室効果ガス排出量算定方法検討会実測データ
31	電気事業連合会提供データ
32	2006年IPCCガイドライン

表 3-20 燃料種別、炉種別CH<sub>4</sub>排出係数（単位：kg-CH<sub>4</sub>/TJ）

エネルギー源	コード	工業炉											内燃機関																			
		ボイラー	金属（銅、鉛及び亜鉛を除く）精錬用焼結炉	（鉄鋼用、非鉄金属用）ペレット焼成炉	溶鉱炉、転炉、平炉	鉄鋼・非鉄金属用	金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉	石油加熱炉、ガス加熱炉	触媒再生塔	陶磁器焼成炉、その他の焼成炉	セメント原料乾燥炉、レンガ焼成炉	骨材乾燥炉、セメント原料乾燥炉	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	\$110																														
	コークス用原料炭	\$111																														
	吹込用原料炭	\$112																														
	輸入一般炭	\$130	0.13	31	1.7	NA	13	13	NA	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA	NA	NA														
	輸入一般炭	\$131																														
	発電用輸入一般炭	\$132																														
	国産一般炭	\$135																														
無煙炭	\$140																															
コークス	\$161																															
コークス	\$162																															
コークス	\$163																															
石炭製品	コークス炉ガス	\$171	0.13	31	1.7	NA	13	13	0.054	1.5	29	6.6	13	NA	NA	NA	NA	NA														
	高炉ガス	\$172																														
	転炉ガス	\$175																														
	精製用原油	\$210																	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	\$220																														
	瀝青質混合物	\$221																														
	NGL・コンデンセート	\$230																														
純ナフサ	\$281																															
改質生成油	\$282																															
ガソリン	\$310																															
原油	ジェット燃料油	\$320	0.26	31	1.7	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54																
	灯油	\$330																														
	軽油	\$340																														
	A重油	\$351																														
	C重油	\$355																														
	B重油	\$356																														
	一般用C重油	\$357																														
	発電用C重油	\$358																														
	潤滑油	\$365															0.10															
	他重質石油製品	\$372																														
	オイルコークス	\$375																														
	石油製品	電気炉ガス															\$376	0.13	31	1.7	NA	13	13	0.054	1.5	29	6.6	0.83	0.81	0.70	54	
		製油所ガス															\$380															
液化石油ガス（LPG）		\$390																														
液化天然ガス（LNG）		\$410	0.23	31	1.70	NA	0.43	0.16	NA	1.5	29	6.62	2.29	0.81	0.70	54																
国産天然ガス		\$420																														
ガス田・随伴ガス		\$421																														
炭鉱ガス		\$422																														
原油溶解ガス	\$423																															
一般ガス	\$460																															
簡易ガス	\$470																															
都市ガス	バイオマス発電	\$N131	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29															
	バイオマス	\$N132	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29															
バイオマス	固体	エネルギー産業製造業等	\$N133	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29															
		業務農林水産業	\$N133	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290															
	液体	エネルギー産業製造業等	\$N134	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9															
		業務農林水産業	\$N134	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5															
	気体	エネルギー産業製造業等	\$N135	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90															
		業務農林水産業	\$N135	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5															
	黒液直接利用	\$N136	4.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	廃材直接利用	\$N137	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29															

表 3-21 燃料種別、炉種別N<sub>2</sub>O排出係数（単位：kg-N<sub>2</sub>O/TJ）

エネルギー源	コード	ボイラー			工業炉					内燃機関					
		ボイラー（流動床以外）	常圧流動床ボイラー	加圧流動床ボイラー	溶鉄炉、鉄鋼、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	\$110	0.85	54	0.85	NA	1.1	NA	NA	1.1	NA	NA	NA		
	コークス用原料炭	\$111													
	吹込用原料炭	\$112													
	輸入一般炭	\$130			5.2										
	輸入一般炭	\$131													
	発電用輸入一般炭	\$132													
	国産一般炭	\$135			0.85										
無煙炭	\$140														
石炭製品	コークス	\$161	0.85	54	0.85	NA	1.1	7.3	NA	1.1	NA	NA	NA		
	コールタール	\$162													
	練豆炭	\$163													
	コークス炉ガス	\$171													
	高炉ガス	\$172												0.17	0.17
転炉ガス	\$175	NA													
原油	精製用原油	\$210	0.22	0.22	0.22	NA	0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2	0.85		
	発電用原油	\$220													
	瀝青質混合物	\$221													
	NGL・コンデンセート	\$230													
石油製品	純ナフサ	\$281	0.19	0.19	0.19	NA	0.21	NA	NA	1.8	0.58	2.2	0.85		
	改質生成油	\$282													
	ガソリン	\$310													
	ジェット燃料油	\$320													
	灯油	\$330													
	軽油	\$340													
	A重油	\$351													
	C重油	\$355	0.22	0.22	0.22										
	B重油	\$356													
	一般用C重油	\$357													
	発電用C重油	\$358	0.19	0.19	0.19		1.15	7.3							
	潤滑油	\$365													
	他重質石油製品	\$372	0.85	54	0.85		0.21	NA		0.14	1.2	0.58	2.2	0.85	
	オイルコークス	\$375													
電気炉ガス	\$376	0.17	0.17	0.17	0.21	NA	NA	1.2	0.58	2.2	0.85				
製油所ガス	\$380														
液化石油ガス（LPG）	\$390														
天然ガス	液化天然ガス（LNG）	\$410	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	\$420													
	ガス田・随伴ガス	\$421													
	炭鉱ガス	\$422													
	原油溶解ガス	\$423													
都市ガス	一般ガス	\$460	0.17	0.17	0.17	NA	0.21	NA	0.14	1.2	0.58	2.2	0.85		
	簡易ガス	\$470													
バイオマス	バイオマス発電	\$N131	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8		
	直接利用	バイオマス	エネルギー産業 製造業等 業務 農林水産業	\$N133	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	
				液体	エネルギー産業 製造業等 業務 農林水産業	\$N134	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
						気体	エネルギー産業 製造業等 業務 農林水産業	\$N135	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
	黒液直接利用	\$N136	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17		
	廃材直接利用	\$N137	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8		

## ○ コークス製造

コークス製造時のCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>と、石炭の乾留過程において発生したCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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 [kgCH<sub>4</sub>/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CH<sub>4</sub>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 3-22 コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔のCH<sub>4</sub>排出係数

項目	単位	1990-1996	1997-1999	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CH <sub>4</sub> EFs	kg-CH <sub>4</sub> /t	0.238	0.180	0.119	0.043	0.039	0.040	0.037	0.032	0.031	0.042	0.045	0.039	0.039

\* 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年度値と同等と仮定している。2000年度以降は実績値。

（出典）（社）日本鉄鋼連盟提供データ

【コークス製造時のCH<sub>4</sub>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「大気汚染物質排出量総合調査」及び各燃料消費統計（石油等消費動態統計、エネルギー消費統計、電力調査統計、ガス事業生産動態統計）のデータを使用して炉種別の燃料消費量割合を推計した。具体的には、総合エネルギー統計の各燃料種の部門別（エネルギー転換部門、産業部門、業務他部門、家庭部門）の燃料消費量を「大気汚染物質排出量総合調査」等で推計した炉種別の燃料消費量割合で炉種別に按分することにより、部門別燃料種別炉種別の活動量を算定した。ただし、大気汚染物質排出量総合調査のデータは、常圧流動床ボイラー、加圧流動床ボイラーとそれ以外のボイラーを区別できないため、これら流動床ボイラーにおける燃料消費量は別途計算した。加圧流動床炉の活動量については、電気事業連合会から提供された燃料消費量データを用いた。また、常圧流動床炉の活動量については、1990年度以降に稼働実績のある常圧流動床炉を保有する事業者から提供された燃料使用量データを用いた。

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

なお、大気汚染物質排出量総合調査は、1989、1992、1995、1996、1999、2008、2011年度において全てのばい煙発生施設を対象とした全数調査が行われているが、全数調査が実施されていない年度の炉種割合については、調査年度のデータによる内挿値または据置値を利用した。

活動量の算定の具体的な手順は以下の通りである。

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

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

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

- $A_{ijk}$  : 燃料種  $i$ 、炉種  $j$ 、部門  $k$  におけるエネルギー消費量 [TJ]  
 $A_{EBik}$  : 総合エネルギー統計における燃料種  $i$ 、部門  $k$  のエネルギー消費量 [TJ]  
 $w_{ijk}$  : 燃料種  $i$ 、部門  $k$  における炉種  $j$  のエネルギー消費量の占める割合  
 $i$  : 燃料種  
 $j$  : 炉種  
 $k$  : 部門  
 $A_{MAPijk}$  : 大気汚染物質排出量総合調査における燃料種  $i$ 、部門  $k$  における炉種  $j$  のエネルギー消費量 [TJ]

### 【「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。

#### ○ コークス製造

コークス製造時のCH<sub>4</sub>排出の活動量として、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報」に示されたコークスの生産量を用いた。

表 3-23 コークス生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
コークス生産量	kt	47,338	42,279	38,511	38,009	38,720	38,867	36,551	34,140	37,036	34,875	35,024	35,082	33,785

#### c) 不確実性と時系列の一貫性

##### ■ 不確実性

#### ○ 各種炉

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、「石炭・石炭製品」、「原油・石油製品」、「天然ガス・都市ガス」「再生可能・未活用エネルギー」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、各種炉における燃料の燃焼によるCH<sub>4</sub>排出量の不確実性は-38~+50%、N<sub>2</sub>O排出量の不確実性は-36~+36%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、温室効果ガス算定方法検討会で設定した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

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。

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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。

##### ○ コークス製造

コークス製造の活動量は経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」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。従って、コークス製造によるCH<sub>4</sub>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<sub>2</sub>O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)

各種炉分野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<sub>2</sub>O排出係数について、実測調査を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。

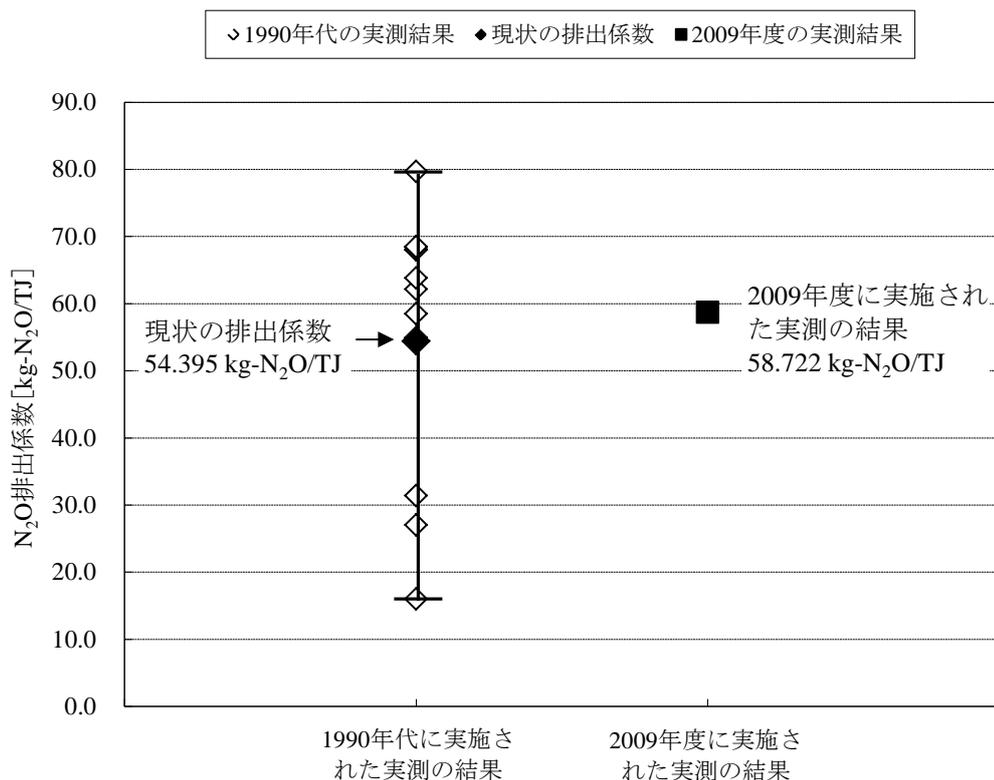


図 3-6 1990年代の調査結果と2009年の調査結果との比較

## e) 再計算

総合エネルギー統計におけるエネルギー消費量の修正に伴い、2006、2012及び2013年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの排出量が再計算された。またCH<sub>4</sub>については誤算定の修正により1990～2013年度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及び算定方法の改善に伴い、2013年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>O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. 製造業及び建設業（1.A.2）におけるCO<sub>2</sub>の排出

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、鉄鋼(1.A.2.a)、非鉄金属(1.A.2.b)、化学(1.A.2.c)、パルプ・紙・印刷(1.A.2.d)、食品加工・飲料・煙草(1.A.2.e)、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CO<sub>2</sub>排出を扱う。

2014年度における当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は328,151 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量(LULUCFを除く)の24.1%を占めている。うち「1.A.2.a鉄鋼」からの排出が51.5%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は、製造業及び建設業の生産水準や生産効率等により変動する。当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は、生産水準を示す代表的な指標である鉱工業生

産指数（経済産業省）の変化の傾向に概ね沿って変化している。2000年代中盤に鉱工業生産指数の伸びに比してCO<sub>2</sub>排出量は横ばいで推移しているが、これは設備稼働率の向上に伴い生産効率が向上したこと等による。

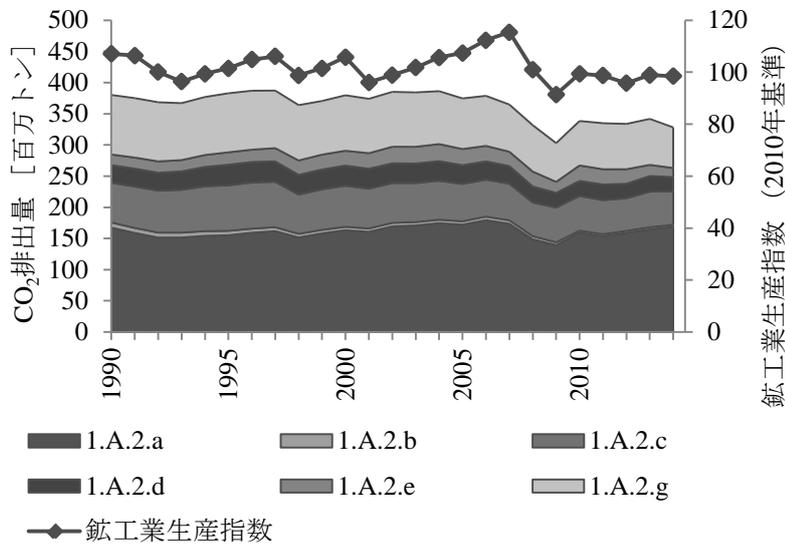


図 3-7 製造業及び建設業（1.A.2）からのCO<sub>2</sub>排出量及び関連する指標の推移

b) 方法論

■ 算定方法

エネルギー産業（1.A.1）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）」に計上している。

エネルギー利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの排出量の算定には、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CO<sub>2</sub>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 3-24 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
液体燃料	2,254	2,351	2,134	1,793	1,653	1,495	1,356	1,124	1,244	1,237	1,172	1,194	1,074
固体燃料	2,187	2,102	2,198	2,278	2,346	2,316	2,063	1,931	2,143	2,076	2,134	2,203	2,201
気体燃料	259	386	431	627	750	773	799	795	930	992	947	889	741
その他化石燃料	85	99	114	173	180	194	192	192	197	199	203	205	209
バイオマス	218	218	229	245	251	263	259	245	263	255	250	271	278
合計	5,004	5,155	5,106	5,116	5,180	5,041	4,669	4,287	4,777	4,759	4,706	4,762	4,504

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 #6xxxxx<sup>7</sup>）、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）の合計を計上している。なお、工場・事業所内での生産活動により消費されたエネルギー消費量（#6xxxxx）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計上されているが、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CO<sub>2</sub>は、その発電等を行った部門に計上することを原則としているため、それに従い、最終エネルギー消費部門における各製造業からのCO<sub>2</sub>排出量と合計し、「1.A.2」に計上している。

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3-25に示す。

---

<sup>7</sup> xは任意の数を表す。

表 3-25 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
		自家用蒸気発生 パルプ・紙・紙加工品製造業	#263140
		自家用発電 印刷・同関連業	#253150
		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
		自家用蒸気発生 食料品製造業	#263090
		自家用発電 飲料たばこ飼料製造業	#253100
		自家用蒸気発生 飲料たばこ飼料製造業	#263100
		最終エネルギー消費 食品飲料製造業	#621000
1A2f	Non-metallic minerals	IE (1A2g)	-
1A2g	Other	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1A2e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1A2e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1A2e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1A2e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		

▲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。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。一般的なインベントリ QC 手続きについては、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炭素排出係数及びエネルギー消費量の修正に伴い、1993、2006、2012 及び 2013 年度のCO<sub>2</sub>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、1990～2013 年度のCO<sub>2</sub>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 10 章参照

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.7. 製造業及び建設業（1.A.2）における CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O の排出

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、鉄鋼(1.A.2.a)、非鉄金属(1.A.2.b)、化学(1.A.2.c)、パルプ・紙・印刷(1.A.2.d)、食品加工、飲料、煙草(1.A.2.e)、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CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出を扱う。

また、移動発生源のうち特殊自動車（建設機械及び産業機械）や作業用船舶等におけるエネルギー消費に伴うCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出も当該分野で扱う。

## 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。

## ○ 特殊自動車等

特殊自動車（建設機械及び産業機械）、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）の各部門に計上した。

## ○ 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 3-20、表 3-21 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を高位発熱量ベースに換算し用いた（Vol.2、page 3.50、Table 3.5.3）。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、「EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013」の Table 3-1 の「1.A.2.f.ii and 1.A.4.a.ii」の値を高位発熱量ベースに換算し用いた。

表 3-26 製造業及び建設業(1.A.2)における特殊自動車等からのCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出係数(単位:kg/TJ)

燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	根拠・出典・備考	
ガソリン	kgCH <sub>4</sub> /TJ	41.0	40.9	40.9	40.9	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	42.4	42.4	EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 Table 3-1	
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3		
軽油 (船舶用途外 A重油を含む)	kgCH <sub>4</sub> /TJ	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		2006年IPCCガイドライン Table 3.5.3
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9		
船舶用A重油	kgCH <sub>4</sub> /TJ	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7		
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9		

■ 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3-27)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 3-27 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%			
1A2g	窯業・土石製品製造業	7%	93%	1%	99%			
	金属製品製造業			1%	99%			
	機械製造業	2%	98%	1%	99%			
	鉱業他			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%			
	製造業(大規模・指定 業種)重複補正		0%	100%				

(出典)「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量実態調査」(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量実態調査」(環境省)を基に算出。

さらに、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(石油等消費動態統計、エネルギー消費統計、電力調査統計、ガス事業生産動態統計)のデータを使用して推計した。3.2.5.b)節を参照のこと。

## ○ 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 3-27 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 3-27 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

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。

## 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 1993、2006、2012 及び 2013 年度のエネルギー消費量の修正に伴い、1993、2006、2012 及び 2013 年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの排出量が再計算された。

常圧流動床炉における燃料消費量の修正に伴い、2000～2013 年度のN<sub>2</sub>O排出量が再計算された。

製造業及び鉱業における特殊自動車等の移動発生源からの排出量算定方法を新たに構築したことにより、1990～2013 年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>O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及び算定方法の改善に伴い、1990～2013 年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>O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 10 章を参照のこと。

## f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.8. 運輸 (1.A.3) における CO<sub>2</sub> の排出

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、航空 (1.A.3.a)、自動車 (1.A.3.b)、鉄道 (1.A.3.c)、船舶 (1.A.3.d)、その他輸送 (1.A.3.e) からのCO<sub>2</sub>排出を扱う。

2014 年度における当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は 208,287 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量 (LULUCFを除く) の 15.3%を占めている。うち「1.A.3.b自動車」からの排出が 89.6%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は輸送量や輸送効率等により変動する。当該カテゴリーで最もCO<sub>2</sub>排出量の多い「1.A.3.b自動車」では、自動車の走行距離 (国土交通省「自動車輸送統計年報」) の変化の傾向に概ね沿って排出量も変化している。1.A.3.bからのCO<sub>2</sub>排出量は 1990 年代にかけて走行距離の増加に伴い一貫して増加していたが、2000 年代に入り走行距離の減少や輸送効率の向上等により減少傾向にある。

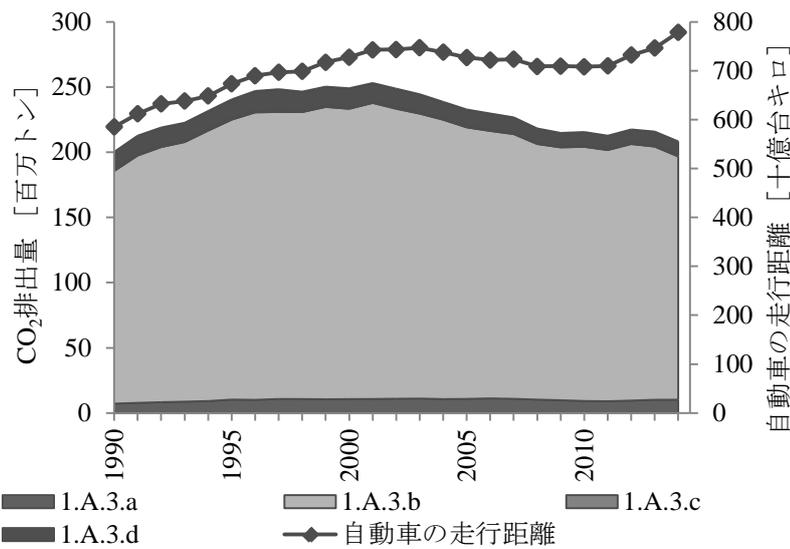


図 3-8 運輸（1.A.3）からのCO<sub>2</sub>排出量及び関連する指標の推移

b) 方法論

■ 算定方法

○ 潤滑油以外の燃料

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。

○ 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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量をエネルギー分野で計上することとされている。わ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 に計上する。

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

*E* : 潤滑油の使用中の酸化に伴う排出量 (kt-CO<sub>2</sub>)

*LC<sub>i</sub>* : 潤滑油消費量 (TJ)

*CC<sub>i</sub>* : 潤滑油の炭素含有量 (kt-C/TJ)

*ODU<sub>i</sub>* : 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

○ 潤滑油以外の燃料

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 3-10) 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 3-28 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
液体燃料	2,954	3,546	3,675	3,436	3,390	3,348	3,222	3,173	3,184	3,142	3,213	3,136	3,026
固体燃料	0.033	0.031	0.046	0.037	0.033	0.034	0.038	0.044	0.043	0.043	0.040	0.039	0.039
気体燃料	0.003	0.141	1.1	4.0	4.4	4.6	4.9	4.8	4.7	4.6	4.3	4.0	3.9
その他化石燃料	NO												
バイオマス	NO												
合計	2,954	3,546	3,677	3,440	3,395	3,352	3,227	3,178	3,188	3,146	3,217	3,140	3,030

#### ○ 潤滑油以外の燃料

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 (資源エネルギー庁) に示された、航空 [#814000] [#854000]、車 [#811000] [#851000] [#811500] [#819000] [#859000]、鉄道 [#812000] [#852000]、船舶 [#813000] [#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 CO<sub>2</sub> 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 3-29 に示す。

表 3-29 総合エネルギー統計とインベントリ (CRF 共通報告様式) の部門対応(1.A.3)

CRF		総合エネルギー統計	
1A3	Transport		
1A3a	Domestic aviation	最終エネルギー消費 旅客 航空	#814000
		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
		最終エネルギー消費 旅客 輸送機関内訳推計誤差	#819000
		▲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
		最終エネルギー消費 貨物 輸送機関内訳推計誤差	#859000
		▲非エネルギー利用 運輸(バス、貨物自動車/トラック)	#953000
iv	Motorcycles	IE (1A3bi, 1A3biii, 1A4a)	-
v	Other	IE (1A3biii)	-
1A3c	Railways	最終エネルギー消費 旅客 鉄道	#812000
		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	#813000
		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	-

▲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」（ともに経済産業省）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「平成 24 年度潤滑油環境対策補助事業報告書」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」（資源エネルギー庁）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。

$$LC_i = DS * R_i * R_{TLi} * GCV$$

- $LC_i$  : 各エンジン油の消費量 (TJ)
- $DS$  : 全潤滑油の国内向販売量 (1,000kl)
- $R_i$  : 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 3-30 全損型のエンジン油消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
自動車用2サイクルエンジン油消費量 $LC_1$	1000 kl	5.1	5.4	5.2	4.8	5.0	4.7	4.5	4.6	4.6	4.3	3.9	3.9	3.9
船舶用シリンダー油消費量 $LC_2$	1000 kl	132	137	178	155	149	143	131	124	115	100	90	87	82
全潤滑油の国内向販売量 $DS$	1000 kl	2,439	2,335	2,192	2,047	2,054	1,938	1,750	1,681	1,763	1,695	1,538	1,531	1,521
自動車用エンジン油販売量の割合 $R_1$	-	23%	25%	26%	26%	26%	27%	28%	30%	28%	28%	28%	28%	28%
船舶用エンジン油販売量の割合 $R_2$	-	6.5%	7.1%	9.8%	9.1%	8.7%	8.9%	9.0%	8.9%	7.9%	7.1%	7.1%	6.8%	6.5%
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

## 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炭素排出係数及びエネルギー消費量の修正に伴い、2006、2012、2013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10章参照

## 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  $CH_4$  と  $N_2O$  の排出

当該分野では、航空 (1.A.3.a)、自動車 (1.A.3.b)、鉄道 (1.A.3.c)、船舶 (1.A.3.d)、その他輸送 (1.A.3.e) からの  $CH_4$ 、 $N_2O$  排出量の算定について記述する。

## 3.2.9.1. 航空 (1.A.3.a)

## a) 排出源カテゴリーの説明

航空機の航行に伴うエネルギー消費からの  $CH_4$  及び  $N_2O$  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 法を用いて機種別に排出量を求めてそれらを積算する方法とし、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の算定を行う。ただし、ジェット燃料については2000年度以前の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排出量を求める。

ジェット燃料 国内線航空機機種別の離着陸時の排出量 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)  
 = 国内線航空機機種別の離着陸 1 回当たりの排出係数 × 国内線航空機機種別の離着陸回数

ジェット燃料 国内線航空機機種別の巡航時の排出量 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)  
 = ジェット燃料の消費に伴う排出係数 × 国内線航空機の巡航時ジェット燃料消費量

航空ガソリン 国内線航空機の飛行に伴う排出量 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)  
 = 航空ガソリンの消費に伴う排出係数 × 国内線の航空機の航空ガソリン消費量

■ 排出係数

【ジェット燃料】

離着陸時のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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 3-31 参照)

【航空ガソリン】

航空ガソリンのCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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 3-31 参照)。

表 3-31 航空機のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出係数

航空機の種類 (燃料)	区分	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
ジェット機 (ジェット燃料)	離着陸時	機種別に設定 (表 3-32 参照)	
	巡航時	— <sup>1)</sup>	2 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ]
ジェット機以外 (航空ガソリン)	—	0.5 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ]	2 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ]

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

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 3-32 ジェット機の主な機種別の離着陸時のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出係数、及び燃料消費量

機種	CH <sub>4</sub> 排出係数 [kg-CH <sub>4</sub> /LTO] <sup>1)</sup>	N <sub>2</sub> O排出係数 [kg-N <sub>2</sub> O/LTO] <sup>1)</sup>	燃料消費量 [kg/LTO] <sup>1)</sup>
B737-300/400/500	0.08	0.1	780
B737-800	0.07	0.1	880
B747SR (B747-100, -200, -300)	4.84 <sup>2)</sup>	0.4 <sup>2)</sup>	3,440 <sup>3)</sup>
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

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に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、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された航空部門のガソリン消費量を用いる。

表 3-33 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
離着陸回数	千回	669	783	865	895	925	920	900	892	882	882	938	993	1,006
ジェット燃料巡航時消費量	1000 kl	1,621	2,425	2,742	3,031	3,147	2,984	2,945	2,791	2,629	2,589	2,758	2,933	2,943
航空ガソリン消費量	1000 kl	5.3	6.0	4.3	7.7	8.2	4.2	2.8	2.4	1.9	1.7	1.9	1.9	1.7

表 3-34 ジェット機の主な機種別の離着陸回数（2001年度以降）〔千回〕

機種	2001	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
B737-300/400/500	123	103	108	109	91	90	84	130	129	131	134
B737-800	NO	NO	NO	4	33	59	97	89	97	118	120
B747SR	43	30	30	27	6	2	3	2	1	1	1
B747-400	56	54	56	62	41	36	22	15	16	14	14
B767-300	146	103	77	79	77	102	101	105	95	87	89
B777-200/300	69	76	81	89	91	87	89	86	91	93	95
A320	59	47	58	54	49	57	48	55	88	95	97

#### 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（CH<sub>4</sub>：-57～100%、N<sub>2</sub>O：-70～150%）を採用した。活動量の不確実性については、空港管理状況調査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CH<sub>4</sub>が-57～100%、N<sub>2</sub>O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

ジェット燃料について、活動量の入力値の訂正により、1993～1996年度の排出量が再計算された。航空ガソリンについて、発熱量の見直しにより、1990～2013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10章参照

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.2. 自動車 (1.A.3.b)

我が国の自動車からの排出量は、以下に示す車種別に求める。

表 3-35 自動車からの排出における計上区分とその定義

車種	定義	排出量を計上する燃料種			
		ガソリン	軽油	LPG	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 3-36 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、または注釈記号
1A3b Road transportation	
i. Cars	軽乗用車、乗用車、二輪車
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	IE (i. Cars に含む)
v. Other	IE (iii. Heavy duty trucks and buses に含む)

自動車のうち、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

当該分野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CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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、車種別の走行量に、車種別に設定した排出係数を乗じて排出量の算定を行う。

■ 排出係数

CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出係数の設定方法は表 3-37 の通りである。

「自工会データ」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) 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。そのデータを車両規制年別のコン

バインモード<sup>8</sup>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。(表 3-38、表 3-39 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N<sub>2</sub>O排出係数は国内における実測値を用いており、走行速度区別に設定した排出係数を、国土交通省「道路交通センサス」に示された走行速度区別の走行量割合により加重平均し設定する。

天然ガス燃料の乗用車、バス、特種用途車のN<sub>2</sub>O排出係数、及び天然ガス燃料の特種用途車のCH<sub>4</sub>排出係数は国内における調査結果がないため、以下の表 3-37 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 運輸分科会報告書」(平成 18 年 2 月)に記されている。

表 3-37 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 <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
軽乗用車	自工会データ	自工会データ				
乗用車	自工会データ	自工会データ	自工会データ	自工会データ	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	自工会データ	自工会データ				
小型貨物車	自工会データ	自工会データ	自工会データ	自工会データ		実測値を基に設定 (貨物車として分類)
普通貨物車	2006GL	2006GL	自工会データ	自工会データ	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	

- 1) 自工会データ：(社)日本自動車工業会による提供データを基に設定
- 2) 測定データ：上記外の実測データを基に設定
- 3) 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
- 4) LPG 燃料車はガソリン燃料車の乗用車に同じ

<sup>8</sup> 自工会提供データは試験モード別に提供。JC08 モードの場合は、コンバインモード=ホットスタート×0.75+コールドスタート×0.25 にて計算。

表 3-38 自動車のCH<sub>4</sub>排出係数 [mg-CH<sub>4</sub>/km]

燃料種	車種	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ガソリン	軽乗用車	8.3	8.3	8.2	6.9	6.5	6.1	5.8	5.4	5.1	4.9	4.6	4.3	4.1
	乗用車 (LPG含む)	15	15	14	11	10	10	9.2	8.5	7.9	7.4	6.9	6.3	5.9
	バス	14												
	軽貨物車	19	19	18	12	10	9.3	8.4	7.8	7.2	6.7	6.3	5.8	5.5
	小型貨物車	21	21	21	15	13	12	11	10	10	8.9	8.3	7.8	7.4
	普通貨物車	14												
	特種用途車	14												
軽油	乗用車	11	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	バス	19	18	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	小型貨物車	10	11	10	8.7	8.6	8.6	8.5	8.5	8.5	8.4	8.4	8.4	8.3
	普通貨物車	17	16	15	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10
	特種用途車	17	15	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
天然ガス	乗用車	13												
	バス	50												
	貨物車	93												
	特種用途車	105												

表 3-39 自動車のN<sub>2</sub>O排出係数 [mg-N<sub>2</sub>O/km]

燃料種	車種	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ガソリン	軽乗用車	14	14	14	9.3	8.4	7.5	6.7	5.9	5.2	4.6	4.1	3.6	3.2
	乗用車 (LPG含む)	24	24	20	12	11	9.4	8.3	7.0	6.1	5.4	4.6	4.0	3.5
	バス	25												
	軽貨物車	24	24	22	13	11	10	8.8	8.1	7.5	6.9	6.4	6.0	5.6
	小型貨物車	21	22	22	13	12	10	9.2	8.4	7.7	7.0	6.4	5.8	5.4
	普通貨物車	25												
	特種用途車	25												
軽油	乗用車	5.7	4.7	4.4	4.4	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.4	5.8	6.2
	バス	3.0												
	小型貨物車	9.3	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13
	普通貨物車	15	15	15	17	20	23	27	30	32	33	35	36	38
	特種用途車	3.0												
天然ガス	乗用車	0.2												
	バス	38												
	貨物車	13												
	特種用途車	15												

■ 活動量

車種ごと燃料種ごとの年間走行量の推計値を活動量として用いる。ガソリン、軽油、LPG車については、2009年度までは、国土交通省「自動車輸送統計年報」に示された車種ごとの走行距離に、燃料消費量と燃費から算出される燃料種ごとの走行距離の割合を乗じて車種ごと燃料種ごとの走行量の推計を行う。2010年度以降は、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「自動車輸送統計月報」を補助変数に用いている。

天然ガス車については、車種別台数に1台当りの年間走行量を乗じて、車種別年間走行量を把握する。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。1台当りの車種別年間走行量は、「自動車燃料消費量統計年報」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 3-40 自動車の車種別走行量 [百万台 km]

燃料種	車種	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ガソリン	軽乗用車	15,800	40,725	72,436	106,089	112,417	120,401	125,452	132,957	136,641	137,626	151,305	164,130	180,103
	乗用車	272,902	304,297	342,901	351,083	345,549	342,654	331,572	334,924	333,244	341,832	354,200	357,816	366,291
	バス	90	30	20	43	52	65	69	81	314	234	186	167	223
	軽貨物車	90,707	89,828	79,560	78,333	77,926	77,886	77,803	76,812	75,073	73,130	76,684	80,568	89,963
	小型貨物車	28,972	20,286	19,582	20,853	21,250	21,217	20,664	20,437	22,228	23,038	23,348	22,810	23,897
	普通貨物車	364	294	270	605	719	812	867	891	1,411	1,421	1,515	1,389	1,398
軽油	特種用途車	662	693	1,283	1,272	1,317	1,392	1,422	1,503	2,841	2,717	2,779	2,687	2,742
	乗用車	39,831	62,934	55,437	29,124	23,374	20,213	16,677	14,028	10,357	9,298	8,537	7,293	7,677
	バス	6,889	6,619	6,488	6,506	6,501	6,556	6,410	6,372	6,178	6,005	6,027	5,888	5,914
	小型貨物車	43,649	48,801	45,017	32,816	30,798	29,987	28,599	26,236	23,154	22,500	22,847	21,908	22,241
	普通貨物車	57,824	68,143	72,434	69,361	70,298	70,890	68,562	65,292	62,856	60,024	53,082	51,146	48,835
LPG	特種用途車	9,173	13,598	17,074	17,108	18,070	18,365	18,082	17,648	20,727	20,341	20,342	19,672	19,199
	乗用車	18,000	16,848	15,074	13,692	13,531	13,159	12,607	12,114	12,161	11,245	10,689	10,335	9,506
天然ガス	乗用車	0.05	0.10	2	6	6	7	7	7	6	5	4	3	2
	バス	NO	2	15	48	52	55	57	56	52	49	47	39	35
	貨物車	0.22	10	79	253	281	298	316	308	303	305	284	266	252
	特種用途車	0.05	2	18	57	63	67	71	69	67	66	66	60	57

### ○ ガソリン自動車からのN<sub>2</sub>O排出量の推移について

昭和 53 年度排出ガス規制が 1978 年に導入され、三元触媒が自動車に装着され始めると、ガソリン自動車の走行距離当たりのN<sub>2</sub>O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N<sub>2</sub>O排出量は増加傾向にあった。1997 年までは新しい規制は発令されず、そのため、1986 年～1997 年の間は走行距離当たりのN<sub>2</sub>O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N<sub>2</sub>O排出量が減少し始め、1997 年以降減少傾向にある。

### ■ 完全性について

#### 【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 12 台（2013 年 3 月末時点、自動車検査登録情報協会調べ）と活動量は微少であるため、排出量はごく微量であると仮定し報告を行わない。

#### 【潤滑油】

2006 年 IPCC ガイドラインによれば (Vol.3, page 5.7)、潤滑油の使用によるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出量はCO<sub>2</sub>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CH<sub>4</sub>が-36～104%、N<sub>2</sub>O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

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

ガソリン乗用車について、ハイブリッド車を算定に反映した。ガソリン軽乗用車、ガソリン乗用車、ディーゼル乗用車、ディーゼル普通貨物車について、現行規制に対応した自動車（アイドリングストップ車を含む。）における排出係数の実測値が日本自動車工業会より提供されたことから2005年度以降の排出係数が更新された。また、CO<sub>2</sub>の算定方法との整合性向上の観点から、走行量を自動車輸送統計基準から自動車燃料消費量統計基準に改めた。以上より、1990～2013年度のCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出量が再計算された。再計算の影響の程度については10章参照

#### 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

当該分野では、二輪車からのCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出を扱う。

#### b) 方法論

##### ■ 算定方法

二輪車からのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O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「ホット」での排出量と、スタート時にエンジンが冷えている状態「コールドスタート」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年より排ガス規制を実施しており、規制対象の各車種の「ホット」及び「コールドスタート」状態エンジンからのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出係数について、自工会が試験により排ガスデータを把握している。排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CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出量を推計し、積算する。

「ホット」における二輪車からの排出量 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)  
 = 車種別・規制対応別の走行量あたりの排出係数 × 車種別・規制対応別の年間総走行量

「コールドスタート」における二輪車からの排出量 (CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)  
 = 車種別・規制対応別の1始動回あたりの排出係数 × 車種別・規制対応別の年間始動回数

## ■ 排出係数

### 【ホット】

排ガス規制対応車のCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出係数は、自工会提供の車種別排出係数を用いる。排ガス規制未対応車のCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出係数については、2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を用いる。

表 3-41 二輪車「ホット」のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出係数 [mg/km]

車種	排ガス規制対応車 <sup>1)</sup>		排ガス規制未対応車 <sup>2)</sup>	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
原付一種	13.3	2.64	53	4
原付二種	16.7	0.23		
軽二輪	12.5	0.85		
小型二輪	25.0	1.26		

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)

### 【コールドスタート】

排ガス規制対応車のCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O排出係数は、自工会提供データを用いる。排ガス規制未対応車のCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O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 3-42 二輪車「コールドスタート」のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出係数 [mg/回]

車種	排ガス規制対応車 <sup>1)</sup>		排ガス規制未対応車 <sup>2)</sup>	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
原付一種	15.8	11.2	33	15
原付二種	18.3	4.2		
軽二輪	30.2	13.7		
小型二輪	27.5	8.1		

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

### 【ホット】

車種別・排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）をベースに、販売年別・車種別販売台数（自工会及び軽自動車協会連合会）に車種別・経過年数別残存率（「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」（日本自動車研究所））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（「二輪車市場動向調査」（自工会）から算出）と車種別・経過年数別使用係数（「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」（日本自動車研究所））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。

### 【コールドスタート】

車種別・排ガス規制対応別年間始動回数の推計にあたっては、「ホット」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」(自工会)から算出)と車種別・経過年数別使用係数(「自工会受託研究報告」(日本自動車研究所))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 3-43 二輪車の活動量

活動量	車種	規制対応	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
走行量	原付一種	対応車	百万台km	NO	NO	1,773	4,165	4,348	4,120	3,910	3,919	3,643	3,182	3,092	3,325	3,258	
		未対応車		10,623	6,267	3,153	753	529	337	233	169	112	66	42	29	18	
	原付二種	対応車		NO	NO	243	1,237	1,412	1,637	1,940	2,013	2,192	2,540	2,695	2,877	3,021	
		未対応車		2,060	1,853	1,568	686	544	418	316	238	172	131	91	61	39	
	軽二輪	対応車		NO	NO	565	2,664	3,014	3,174	3,332	3,194	3,127	3,025	3,053	3,141	3,208	
		未対応車		6,111	3,577	2,209	1,055	864	682	548	418	330	252	195	147	109	
小型二輪	対応車	NO	NO	329	1,662	1,915	2,210	2,386	2,637	2,751	2,781	2,952	2,883	3,037			
	未対応車	3,568	3,112	2,602	1,292	1,097	949	779	677	559	448	367	271	212			
始動回数	原付一種	対応車	百万回	NO	NO	349	740	772	720	682	673	626	592	574	577	566	
		未対応車		1,838	1,131	621	134	94	59	41	29	19	12	8	5	3	
	原付二種	対応車		NO	NO	31	140	160	173	204	209	228	245	259	274	288	
		未対応車		285	255	203	78	62	44	33	25	18	13	9	6	4	
	軽二輪	対応車		NO	NO	41	177	200	207	217	197	193	195	196	179	183	
		未対応車		361	223	159	70	57	45	36	26	20	16	13	8	6	
小型二輪	対応車	NO	NO	19	77	89	94	106	107	111	111	117	95	87			
	未対応車	187	178	154	60	51	40	35	28	23	18	14	9	6			

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

排ガス規制に対応した軽二輪車の排出係数の更新により、1999年度以降のCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出量が再計算された。再計算の影響の程度については10章参照

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

当該分野では、鉄道の走行に伴うエネルギー消費からのCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出を扱う。

鉄道からのCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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 法を用いて排出量の算定を行う。

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

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

## ■ 排出係数

ディーゼル鉄道車両における排出係数は、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 3-44 鉄道の排出係数のデフォルト値

ガス	ディーゼル鉄道車両	蒸気機関車
CH <sub>4</sub>	4.15 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ]	2 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ]
N <sub>2</sub> O	28.6 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ]	1.5 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ]

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

・排出係数は低位発熱量当たりの排出量を示す

## ■ 活動量

ディーゼル鉄道車両における軽油の消費量及び蒸気機関車における石炭の消費量は、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された鉄道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 3-45 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
軽油	千kl	356	313	270	248	238	227	230	225	218	211	211	205	205
石炭	kt	1.3	1.2	1.7	1.4	1.3	1.3	1.5	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5

## 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 (CH<sub>4</sub>: -60~151%、N<sub>2</sub>O: -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、CH<sub>4</sub>が-60~151%、N<sub>2</sub>O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

発熱量の見直しにより、1990～2013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10章参照

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

3.2.9.4. 船舶 (1.A.3.d)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、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CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出を扱う。

b) 方法論

■ 算定方法

2006年IPCCガイドラインのデンジョンツリー (Vol. 2, page 3.49, Fig. 3.5.1) に従い、Tier 1法を用いて、排出量の算定を行う。

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

■ 排出係数

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) ごとの発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を使用する。

表 3-46 船舶の排出係数のデフォルト値

ガス	排出係数
CH <sub>4</sub>	7 [kg-CH <sub>4</sub> /TJ]
N <sub>2</sub> O	2 [kg-N <sub>2</sub> O/TJ]

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

・単位の [kg/TJ] は低位発熱量当たりの排出量

■ 活動量

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

表 3-47 船舶からの排出の算定に使用する活動量 [1000 kl]

燃料種	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
軽油	133	208	204	195	172	189	189	163	154	149	141	142	142
A重油	1,602	1,625	1,728	1,324	1,224	1,126	1,046	946	1,007	969	1,006	994	987
B重油	526	215	152	63	41	42	25	20	18	16	16	14	12
C重油	2,446	3,002	3,055	2,873	2,889	2,792	2,592	2,420	2,482	2,460	2,517	2,487	2,507

### ■ 完全性について

2006年IPCCガイドラインによれば（Vol.3, page 5.7）、潤滑油の使用によるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出量はCO<sub>2</sub>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（CH<sub>4</sub>：-50～50%、N<sub>2</sub>O：-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、CH<sub>4</sub>が-52～52%、N<sub>2</sub>O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

発熱量の見直しにより、1990～2013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、当該分野を「NO」と報告している。

### 3.2.10. その他部門（1.A.4）におけるCO<sub>2</sub>の排出

#### a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、業務（1.A.4.a）、家庭（1.A.4.b）、農林水産業（1.A.4.c）におけるエネルギー消費からのCO<sub>2</sub>排出を扱う。

2014年度における当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は137,258 ktであり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCFを除く）の10.1%を占めている。うち「1.A.4.a業務」からの排出が57.9%と、当該カテゴリーで最も多くを占めている。

当該カテゴリーからのCO<sub>2</sub>排出量は業務部門の活動水準や世帯数、気温等により変動する。当該カテゴリーで最もCO<sub>2</sub>排出量の多い「1.A.4.a業務」では、業務部門の活動水準を示す指標の一種である第三次産業活動指数（経済産業省）の変化の傾向に概ね沿って排出量も変化

している。2005年度以降CO<sub>2</sub>排出量が減少傾向にあるが、これは液体燃料の需要減少による。

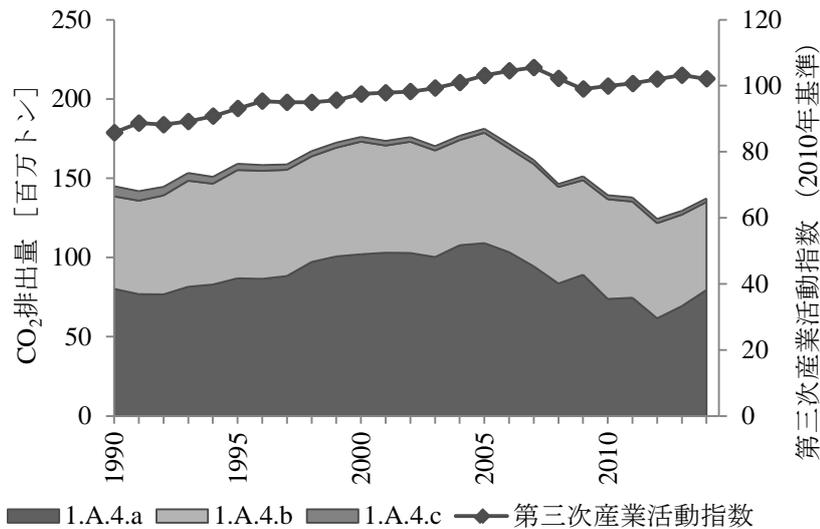


図 3-9 その他部門（1.A.4）からのCO<sub>2</sub>排出量及び関連する指標の推移

b) 方法論

■ 算定方法

エネルギー産業（1.A.1）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。

バイオマスからのCO<sub>2</sub>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。

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）の合計を計上している。なお、上記の最終エネルギー消費量には、原料用として用いられた分（非エネルギー利用 #951100、#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 3-50）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 における計上先は表 3-49 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計上されているが、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CO<sub>2</sub>は、その発電等を行った部門に計上することを原則としているため、それに従い、最終エネルギー消費部門における各事業所からのCO<sub>2</sub>排出量と合計し、「1.A.4」に

計上している。

表 3-48 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
液体燃料	1,730	1,906	2,049	2,077	1,942	1,728	1,563	1,628	1,493	1,472	1,277	1,305	1,264
固体燃料	53	26	31	18	18	17	18	26	10	20	13	23	60
気体燃料	452	556	690	782	781	864	788	774	751	732	751	768	905
その他化石燃料	NO												
バイオマス	4.4	3.2	2.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	73	70	66	73	75
合計	2,239	2,492	2,773	2,877	2,742	2,611	2,370	2,429	2,327	2,294	2,108	2,169	2,304

表 3-49 総合エネルギー統計とインベントリ（CRF 共通報告様式）の部門対応（1.A.4）

CRF		総合エネルギー統計	
1A4	Other sectors		
1A4a	Commercial/institutional	自家用発電 (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 ▲非エネルギー利用 業務他	#650000 #951800
		最終エネルギー消費 家庭 ▲非エネルギー利用 家庭	#700000 #952000
1A4b	Residential		
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・食料品(農林水産業)	#951100
ii	Off-road vehicles and other machinery	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)	
iii	Fishing	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)	

▲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 3-50 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】「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」（環境省）

### 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における炭素排出係数及びエネルギー消費量の修正に伴い、2012 及び 2013 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 10 章参照

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）における CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O の排出

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、業務（1.A.4.a）、家庭（1.A.4.b）、農林水産業（1.A.4.c）におけるエネルギー消費からの CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 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 CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出も当該分野で扱う。

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。

○ 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 3-20、表 3-21 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. 3、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 3-51 家庭（1.A.4.b）における CH<sub>4</sub> 排出係数（単位：kg-CH<sub>4</sub>/TJ）

炉種	燃料種	排出係数	備考
家庭で使用される機器	液体燃料	9.5	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
	固体燃料	290	
	気体燃料	4.5	
	バイオマス燃料	290	

表 3-52 家庭 (1.A.4.b) におけるN<sub>2</sub>O排出係数 (単位: kg-N<sub>2</sub>O/TJ)

炉種	燃料種	排出係数	備考
家庭で使用される機器	液体燃料	0.57	IPCC デフォルト値を高位発熱量換算
	固体燃料	1.3	
	気体燃料	0.090	
	バイオマス燃料	3.8	

## ○ 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「EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013」の表 3-1 の「Diesel」に記載の「1.A.2.f.ii and 1.A.4.a.ii」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。さら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 CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission factors」の排出係数を設定する。

表 3-53 農林水産業 (1.A.4.c) の特殊自動車等からの CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出係数 (単位: kg/TJ)

燃料種	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	根拠・出典・備考
軽油、灯油 船舶用途外 A 重油	kgCH <sub>4</sub> /TJ	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 Table 3-1
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
林業用軽油	kgCH <sub>4</sub> /TJ	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
LPG、都市ガス	kgCH <sub>4</sub> /TJ	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1	
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
船舶用 A 重油	kgCH <sub>4</sub> /TJ	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	
	kgN <sub>2</sub> O/TJ	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	

## ■ 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 3-48 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 (石油等消費動態統計、エネルギー消費統計、電力調査統計、ガス事業生産動態統計) のデータを使用して推計した。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 3-50 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

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。

## 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エネルギー消費量の修正に伴い、2012、2013年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの排出量が再計算された。

林業、水産養殖業及び漁業における林業機械や船舶等の移動発生源からの排出量算定方法を新たに構築したことにより、1990～2013年度のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>O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。

### 3.2.12. 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（カテゴリー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（カテゴリー1.A.1.及び1.A.2.）で計上する。算定方法については、第7章を参照のこと。

排出量の計上カテゴリーは、廃棄物ごとに、原燃料としての利用用途に応じて、以下の通りエネルギー産業（1.A.1）もしくは製造業・建設業（1.A.2）に計上する。計上する際の燃料種は「その他化石燃料（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は、本カテゴリーにおいて排出量を計上する。

また、廃棄物から加工された燃料として、ごみ固形燃料（RDF：Refuse Derived Fuel、RPF：Refuse Paper and Plastic Fuel）を算定対象とする。排出量の計上カテゴリーは、燃料の利用用途に応じて、以下の通りエネルギー産業（1.A.1）並びに製造業及び建設業（1.A.2）の各業種とする。計上する際の燃料種は「その他化石燃料（other fossil fuels）」及び「バイオマス（biomass）」とする。

表 3-54 廃棄物の焼却（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 <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
1.A.1. (7.4.3.1) <sup>7</sup>	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels	焼却される際にエネルギーを回収 ・焼却炉 -全連続燃焼式 -准連続燃焼式 -バッチ燃焼式 ・ガス化熔融炉	○	○ <sup>2</sup>	○ <sup>2</sup>	
			バイオマスプラスチック	Biomass		NA <sup>1</sup>			
		紙くず	化石燃料起源成分	Other fossil fuels		○			
			生物起源成分	Biomass		NA <sup>1</sup>			
		紙おむつ（化石燃料起源成分）		Other fossil fuels		○			
		繊維くず	合成繊維	Other fossil fuels		○			
	天然繊維		Biomass	NA <sup>1</sup>					
	その他（生物起源）		Biomass	NA <sup>1</sup>					
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	Other fossil fuels		焼却炉	○	○	○
			動植物性廃油	Biomass			NA <sup>1</sup>	○	○
		廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels			○	○	○
			バイオマスプラスチック	Biomass			NA <sup>1</sup>	IE <sup>3</sup>	IE <sup>3</sup>
		食物くず [動植物性残さ・動物の死体]		Biomass	NA <sup>1</sup>		○	○	
		紙くず	化石燃料起源成分	Other fossil fuels	○		IE <sup>4</sup>	IE <sup>4</sup>	
			生物起源成分	Biomass	NA <sup>1</sup>		○	○	
		木くず（生物起源）		Biomass	NA <sup>1</sup>		○	○	
		繊維くず	合成繊維	-	IE <sup>3</sup>		IE <sup>3</sup>	IE <sup>3</sup>	
			天然繊維	Biomass	NA <sup>1</sup>		○	○	
		汚泥	下水汚泥	-	NO		NO	NO	
			下水汚泥以外	Biomass	NA <sup>1</sup>		○	○	
特別管理産業廃棄物		-	IE <sup>5</sup>	IE <sup>5</sup>	IE <sup>5</sup>				
1.A.1/2 (7.4.3.2) <sup>7</sup>	一般廃棄物	プラスチック	化石燃料起源プラスチック	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		NA <sup>1</sup>	IE <sup>3</sup>	IE <sup>3</sup>	
	産業廃棄物	廃油	化石燃料起源の廃油	Other fossil fuels		○	○	○	
			動植物性廃油	Biomass		NA <sup>1</sup>	○	○	
	廃プラスチック類	化石燃料起源プラスチック	Other fossil fuels	○		○	○		
		バイオマスプラスチック	Biomass	NA <sup>1</sup>		IE <sup>3</sup>	IE <sup>3</sup>		
	木くず		Biomass	NA <sup>1</sup>		○	○		
	廃タイヤ	化石燃料起源成分	Other fossil fuels	○		○	○		
バイオマス起源成分		Biomass	NA <sup>1</sup>	IE <sup>6</sup>	IE <sup>6</sup>				
1.A.1/2 (7.4.3.3) <sup>7</sup>	ごみ固形燃料 (RDF)	化石燃料起源成分	Other fossil fuels	燃料に加工された後に利用	○	○	○		
		生物起源成分	Biomass		NA <sup>1</sup>	IE <sup>6</sup>	IE <sup>6</sup>		
	ごみ固形燃料 (RPF)	化石燃料起源成分	Other fossil fuels		○	○	○		
		生物起源成分	Biomass		NA <sup>1</sup>	IE <sup>6</sup>	IE <sup>6</sup>		

- 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CO<sub>2</sub>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。
- 化石燃料起源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。
- 化石燃料起源成分に含まれる。
- 計上カテゴリーの詳細は該当節の記述を参照のこと。

表 3-55 廃棄物の焼却（エネルギー分野での報告）（1.A）での排出量計上区分

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 計上区分	CO <sub>2</sub> <sup>3)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> 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	-	エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却	1.A.1.a 発電及び熱供給	○	○	○	
	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 <sup>4)</sup>	NO <sup>4)</sup>	
		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	○	IE <sup>5)</sup>	NO <sup>6)</sup>	
		ガス化	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	NE <sup>7)</sup>	NE <sup>7)</sup>	
	産業廃棄物	廃油	その他	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 <sup>4)</sup>	NO <sup>4)</sup>
		廃プラスチック類	ボイラー	一般燃料利用	1.A.2.c. 化学	○	○	○
			ボイラー	一般燃料利用	1.A.2.d. 紙パルプ	○	○	○
			セメント焼成	セメント焼成利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
		木くず	ボイラー	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○
			-	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.g. その他	○	○	○	
		ボイラー	一般燃料利用	1.A.2.g. その他	○	○	○	
		製鉄	製鉄原料燃料利用	1.A.2.a. 鉄鋼	○	NO <sup>4)</sup>	NO <sup>4)</sup>	
		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. 非鉄地金	○	○	○	
		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. 紙パルプ	○	○	○	
	発電	発電利用	1.A.1.a 発電及び熱供給 <sup>1)</sup>	○	○	○		
	廃棄物が燃料に加工された後に利用	ごみ固形燃料 (RDF)	-	一般燃料利用 (発電含む)	1.A.2.g. その他 <sup>2)</sup>	○	○	○
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. 紙パルプ	○	○	○	
	セメント製造業	セメント焼成利用	1.A.2.g. その他	○	○	○		

- 1) 利用先の業種が特定できていないため、1.A.1.a.とする。
- 2) 自家利用以外の発電・熱供給分は 1.A.1.a.で計上すべきだが、現時点では実態を把握できていないため、1.A.2.g.に含めて計上する。
- 3) 2006年IPCCガイドラインに従い、生物起源成分の焼却に伴うCO<sub>2</sub>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 3-54 を参照。
- 4) 鉄鋼業から発生する高炉ガスは全量回収される。
- 5) 同じ計上区分（1.A.1.c）における固体燃料に含まれる。
- 6) コークス炉内は通常 1,000℃以上の還元雰囲気であり、N<sub>2</sub>Oは発生しない。
- 7) 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。

エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの温室効果ガス排出量を表 3-56 に示す。

表 3-56 エネルギーとして利用された廃棄物及びエネルギー回収を伴う廃棄物焼却からの温室効果ガス排出量

Gas	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
CO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	1.A.1. エネルギー産業	a.発電及び熱供給	kt-CO <sub>2</sub>	6,679	7,292	9,330	8,241	7,137	7,134	7,605	6,633	6,201	6,290	7,180	7,081	6,798
		b.石油精製	kt-CO <sub>2</sub>	NO	NO	0.62	6.4	10.0	5.3	3.5	4.6	5.8	4.6	5.5	4.5	5.0
		c.固体燃料製造及び他エネルギー産業	kt-CO <sub>2</sub>	NO	NO	15	241	214	196	194	205	242	232	235	NO	25
	1.A.2. 製造業及び建設業	a.鉄鋼	kt-CO <sub>2</sub>	NO	NO	310	637	502	510	379	446	547	487	537	417	577
		b.非鉄金属	kt-CO <sub>2</sub>	119	63	51	17	13	13	3.3	1.7	1.7	1.7	NO	NO	NO
		c.化学	kt-CO <sub>2</sub>	14	64	89	67	69	63	66	67	73	72	83	80	64
		d.パルプ・紙	kt-CO <sub>2</sub>	NO	56	114	998	1,350	1,606	1,614	1,662	1,726	1,747	1,772	1,853	1,906
		e.食品加工・飲料	kt-CO <sub>2</sub>	IE												
		f.窯業土石	kt-CO <sub>2</sub>	197	492	879	1,088	1,226	1,301	1,374	1,391	1,324	1,355	1,358	1,455	1,638
	g.その他	kt-CO <sub>2</sub>	3,841	4,431	4,386	5,695	5,516	5,888	5,147	4,880	5,121	5,113	5,215	4,986	4,839	
合計	kt-CO <sub>2</sub>	10,849	12,398	15,175	16,989	16,037	16,717	16,386	15,292	15,241	15,301	16,385	15,877	15,851		
CH <sub>4</sub> <sup>2)</sup>	1.A.1. エネルギー産業	a.発電及び熱供給	kt-CH <sub>4</sub>	0.54	0.54	0.60	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13
		b.石油精製	kt-CH <sub>4</sub>	NO	NO	1.7.E-06	1.8.E-05	2.8.E-05	1.5.E-05	9.8.E-06	1.3.E-05	1.6.E-05	1.3.E-05	1.5.E-05	1.3.E-05	1.4.E-05
		c.固体燃料製造及び他エネルギー産業	kt-CH <sub>4</sub>	NO	NO	IE	NO	IE								
	1.A.2. 製造業及び建設業	a.鉄鋼	kt-CH <sub>4</sub>	NO	NO	NO	3.6.E-04	4.6.E-04	5.7.E-04	6.5.E-04	6.5.E-04	6.6.E-04	6.1.E-04	6.1.E-04	5.9.E-04	6.7.E-04
		b.非鉄金属	kt-CH <sub>4</sub>	3.2.E-04	1.8.E-04	1.4.E-04	7.7.E-05	6.1.E-05	6.1.E-05	1.5.E-05	7.7.E-06	7.7.E-06	7.7.E-06	NO	NO	NO
		c.化学	kt-CH <sub>4</sub>	6.2.E-05	1.3.E-04	1.9.E-04	1.9.E-04	2.0.E-04	1.7.E-04	1.9.E-04	1.9.E-04	2.0.E-04	2.0.E-04	2.3.E-04	2.2.E-04	1.7.E-04
		d.パルプ・紙	kt-CH <sub>4</sub>	NO	1.0.E-04	2.4.E-04	2.7.E-03	3.7.E-03	4.4.E-03	4.5.E-03	4.6.E-03	4.8.E-03	4.8.E-03	4.9.E-03	5.1.E-03	5.3.E-03
		e.食品加工・飲料	kt-CH <sub>4</sub>	IE												
		f.窯業土石	kt-CH <sub>4</sub>	IE												
	g.その他	kt-CH <sub>4</sub>	1.8	1.9	2.4	3.1	3.3	3.5	4.3	4.5	4.4	4.6	4.7	5.0	5.2	
合計	kt-CH <sub>4</sub>	2.3	2.4	3.0	3.3	3.4	3.7	4.4	4.6	4.6	4.7	4.8	5.2	5.3		
	kt-CO <sub>2</sub> 換算	59	60	74	81	86	92	110	115	114	119	121	129	133		
N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup>	1.A.1. エネルギー産業	a.発電及び熱供給	kt-N <sub>2</sub> O	1.2	1.3	1.6	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96	0.93
		b.石油精製	kt-N <sub>2</sub> O	NO	NO	1.1.E-05	1.2.E-04	1.8.E-04	9.5.E-05	6.3.E-05	8.3.E-05	1.0.E-04	8.3.E-05	1.0.E-04	8.1.E-05	9.0.E-05
		c.固体燃料製造及び他エネルギー産業	kt-N <sub>2</sub> O	NO												
	1.A.2. 製造業及び建設業	a.鉄鋼	kt-N <sub>2</sub> O	NO	NO	NO	7.0.E-04	8.9.E-04	1.1.E-03	1.3.E-03	1.3.E-03	1.3.E-03	1.2.E-03	1.2.E-03	1.1.E-03	1.3.E-03
		b.非鉄金属	kt-N <sub>2</sub> O	2.4.E-04	1.3.E-04	1.1.E-04	5.6.E-05	4.5.E-05	4.5.E-05	1.1.E-05	5.6.E-06	5.6.E-06	5.6.E-06	NO	NO	NO
		c.化学	kt-N <sub>2</sub> O	4.4.E-05	6.0.E-04	9.2.E-04	1.1.E-03	1.1.E-03	1.1.E-03	1.1.E-03	1.1.E-03	1.2.E-03	1.2.E-03	1.4.E-03	1.4.E-03	1.1.E-03
		d.パルプ・紙	kt-N <sub>2</sub> O	NO	6.6.E-04	1.4.E-03	1.7.E-02	2.4.E-02	2.8.E-02	2.8.E-02	2.9.E-02	3.0.E-02	3.0.E-02	3.1.E-02	3.2.E-02	3.3.E-02
		e.食品加工・飲料	kt-N <sub>2</sub> O	IE												
		f.窯業土石	kt-N <sub>2</sub> O	IE												
	g.その他	kt-N <sub>2</sub> O	0.036	0.042	0.053	0.072	0.075	0.079	0.086	0.087	0.087	0.089	0.090	0.094	0.097	
合計	kt-N <sub>2</sub> O	1.2	1.4	1.6	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		
	kt-CO <sub>2</sub> 換算	371	414	487	378	374	357	358	330	325	320	339	325	316		

1) 化石燃料起源成分のみ含む。

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CO<sub>2</sub>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) 化石燃料起源成分及び生物起源成分を含む。

3.3. 燃料からの漏出 (1.B)

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

当該分野は、主に、温室効果ガスの石炭採掘からの漏出を扱う「1.B.1 固体燃料」と、石油及び天然ガス産業からの漏出を扱う「1.B.2 石油及び天然ガス」の2分野から構成されている。固体燃料からの漏出の主な排出源は炭層からのCH<sub>4</sub>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。

2014年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は1,233 kt-CO<sub>2</sub>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0.09%を占めている。また、1990年度の排出量と比較すると76%の減少となっている。

表 3-57 燃料からの漏出分野 (1.B) の温室効果ガス排出量

Gas	部門		単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
CH <sub>4</sub>	1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-CH <sub>4</sub>	187.9	93.3	60.5	24.8	24.5	23.2	22.5	22.1	21.5	21.2	20.9	20.4	20.7		
		b. 固体燃料転換		2.5	2.5	2.0	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9		
		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	
	1.B.2 石油及び天然ガス	a. 石油		1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9		
		b. 天然ガス		7.0	7.8	8.8	10.7	11.4	12.6	12.3	11.8	11.1	10.9	10.5	9.8	9.2		
		c. 通気弁及びフレアリング		0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	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	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4		
	合計			kt-CH <sub>4</sub>	198.9	105.9	73.4	39.1	39.3	39.0	37.9	36.7	35.4	34.7	34.0	32.7	32.3	
				kt-CO <sub>2</sub> 換算	4,973	2,647	1,836	976	982	975	947	916	885	867	851	816	807	
	CO <sub>2</sub>	1.B.1 固体燃料		a. 石炭採掘	kt-CO <sub>2</sub>	5.3	2.4	1.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
b. 固体燃料転換			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												
1.B.2 石油及び天然ガス		a. 石油	0.03	0.03		0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
		b. 天然ガス	0.6	0.7		0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9		
		c. 通気弁及びフレアリング	81.2	109.1		122.6	164.3	196.0	274.2	273.9	258.2	221.7	224.0	232.2	221.6	209.8		
		d. その他(地熱発電)	104.4	409.2		386.6	341.9	355.4	339.7	289.5	241.0	251.2	251.9	256.5	215.1	215.1		
合計		kt-CO <sub>2</sub>	192	521		512	508	553	616	565	501	475	477	490	438	426		
N <sub>2</sub> O		1.B.1 固体燃料	a. 石炭採掘	kt-N <sub>2</sub> O		NE	NE											
			b. 固体燃料転換			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		
	1.B.2 石油及び天然ガス	a. 石油	IE		IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE		
		b. 天然ガス	0.0004		0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003		
		c. 通気弁及びフレアリング	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		
	合計		kt-N <sub>2</sub> O		0.0004	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	
			kt-CO <sub>2</sub> 換算		0.11	0.15	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	
	全ガス合計				kt-CO <sub>2</sub> 換算	5,165	3,169	2,347	1,484	1,536	1,591	1,512	1,417	1,360	1,345	1,341	1,255	1,233

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

当該分野では、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CH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>の排出、及び閉山炭鉱からのCH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>排出の排出を扱う。

石炭はその石炭化過程で生じるCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>が採掘に伴い大気中に排出される。加え

て、炭鉱が閉山されて以降も、一部の炭鉱ではCH<sub>4</sub>が湧出する。また、CH<sub>4</sub>と比較すると濃度は低いが、石炭中にはCO<sub>2</sub>も含有されており、CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出量は諸外国に比べても少なくなっている。

## b) 方法論

### ■ 算定方法

#### ○ CH<sub>4</sub>

##### 【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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出量を算定する。

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

<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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> ) CH <sub>4</sub> :0.67*10 <sup>-6</sup>

#### ○ CO<sub>2</sub>

##### 【採掘時】

石炭生産量にCO<sub>2</sub>排出係数を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を算定する。

##### 【採掘後工程】

石炭生産量にCO<sub>2</sub>排出係数を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を算定する。

##### 【閉山炭鉱】

CO<sub>2</sub>排出量の算定方法は上記CH<sub>4</sub>の算定方法と同様であり、CO<sub>2</sub>排出係数はCH<sub>4</sub>排出係数から算定する。

■ 排出係数

○ CH<sub>4</sub>

【採掘時】

採掘時のCH<sub>4</sub>排出係数は、(財)石炭エネルギーセンターより提供されたCH<sub>4</sub>総排出量の実測値を坑内掘石炭生産量で除することにより算出する。1991年度から1994年度についてはCH<sub>4</sub>総排出量の実測値が得られなかったため、実測に基づき設定された1990年度と1995年度の排出係数を内挿することで排出係数を求める。

表 3-58 坑内掘 採掘時の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	参照
坑内掘石炭生産量	kt	6,775	5,622	2,364	738	745	617	536	575	588	543	528	529	540	(財)石炭エネルギーセンター調べ
CH <sub>4</sub> 総排出量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	262	92	57	4.2	3.5	2.4	2.0	2.1	2.0	1.8	1.8	1.9	2.3	(財)石炭エネルギーセンター調べ
CH <sub>4</sub> 総排出量	kt-CH <sub>4</sub>	175.5	61.6	37.9	2.8	2.4	1.6	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.5	CH <sub>4</sub> 総排出量(体積ベース)を、20℃ 1気圧におけるメタンの密度0.67 Gg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> をもって重量に換算したもの
排出係数	kg-CH <sub>4</sub> /t	25.9	11.0	16.0	3.8	3.2	2.6	2.5	2.4	2.2	2.2	2.2	2.3	2.8	CH <sub>4</sub> 総排出量/坑内掘石炭生産量

【採掘後工程】

採掘後工程の排出係数は、我が国の排出実態が明らかでないため、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 [m<sup>3</sup>/t])を、20℃1気圧におけるCH<sub>4</sub>の密度 0.67 [kt/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>] を用いて換算した値(1.675 [kg-CH<sub>4</sub>/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。

○ CO<sub>2</sub>

【採掘時】

CO<sub>2</sub>排出係数は、CH<sub>4</sub>排出係数(体積ベース)に「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」(北海道開発庁)を用いて把握した「炭層ガス中のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の体積分率の比」及びCO<sub>2</sub>の密度(1.84 kt/m<sup>3</sup>)を乗じて算定する。

【採掘後工程】

採掘時同様、CH<sub>4</sub>排出係数に0.0088を乗じる。

【閉山炭鉱】

採掘時同様、CH<sub>4</sub>排出係数に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、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」(1990年度から2000年度まで)及び(財)石炭エネルギーセンター(2001年度以降)提供データに示された「石炭生産量合計」から「露天掘生産量」を差し引いた値を用いる。

表 3-59 石炭生産量の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
石炭生産量合計	kt	7,980	6,317	2,974	1,249	1,351	1,280	1,290	1,206	1,145	1,195	1,247	1,251	1,318
うち露天掘		1,205	695	610	511	607	663	754	631	557	652	719	721	778
うち坑内掘		6,775	5,622	2,364	738	745	617	536	575	588	543	528	529	540

## 【閉山炭鉱】

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

表 3-60 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	計
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

○ CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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、CH<sub>4</sub>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、CH<sub>4</sub>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。回収量は経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」（1990年度から1997年度まで）及び(財)石炭エネルギーセンター提供データ（1998年度以降）を用いる。

表 3-61 採掘時のCH<sub>4</sub>回収量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
回収量	1000 m <sup>3</sup>	50,139	11,112	9,810	2,044	1,288	1,097	988	990	941	733	591	826	448

## 【採掘後工程】

採掘後工程のCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出量の不確実性は、(財)石炭エネルギーセンター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CO<sub>2</sub>の不確実性はCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>排出係数の不確実性は、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>の活動量の不確実性は、

(財) 石炭エネルギーセンター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、CH<sub>4</sub>排出量が-33~300%、CO<sub>2</sub>排出量が-38~301%と評価された。

閉山炭鉱におけるCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>排出量の不確実性は、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>総排出量は、(財) 石炭エネルギーセンターが1990年度及び1995年度以降継続して調査を実施しており、時系列が一貫したデータである。1991年度から1994年度までは、排出係数を内挿により推計し、時系列の一貫性を確保する。

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

採掘時におけるCH<sub>4</sub>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(財) 石炭エネルギーセンター「石炭政策史」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CH<sub>4</sub>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。さらに閉山前の炭鉱からのCO<sub>2</sub>の排出量は体積比を一定としてCH<sub>4</sub>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、CH<sub>4</sub>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。さらに、国の監督署によって計測や保安報告のチェックが定期的に行われている。

#### e) 再計算

特になし。

#### f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

## 3.3.1.1.b. 露天掘 (1.B.1.a.ii)

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、露天炭坑における石炭の採掘時及び採掘後工程に伴うCH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>の排出を扱う。なお、露天掘における石炭採掘に伴うCH<sub>4</sub>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

○ CH<sub>4</sub>

## 【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) のデシ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CH<sub>4</sub>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) のデシ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法を用いて排出量の算定を行う。

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。

○ CO<sub>2</sub>

## 【採掘時】

石炭生産量にCO<sub>2</sub>排出係数を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を算定する。

## 【採掘後工程】

石炭生産量にCO<sub>2</sub>排出係数を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を算定する。

## ■ 排出係数

○ CH<sub>4</sub>

## 【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（わが国における石炭の露天掘りでは、経済的な理由から比較的浅い炭層での採掘を行っているため、平均値1.2 [m<sup>3</sup>/t]）を、20℃1気圧におけるCH<sub>4</sub>の密度0.67 [kt/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]を用いて換算した値（0.804 [kg CH<sub>4</sub>/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 [m<sup>3</sup>/t]）を、20℃1気圧におけるCH<sub>4</sub>の密度0.67 [kt/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]を用いて換算した値（0.067 [kg CH<sub>4</sub>/t]）を用いる。

○ CO<sub>2</sub>

## 【採掘時】

CO<sub>2</sub>排出係数は、CH<sub>4</sub>排出係数（体積ベース）に「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」（北海道開発庁）を用いて把握した「炭層ガス中のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の体積分率の比」及びCO<sub>2</sub>の密度（1.84 kt/m<sup>3</sup>）を乗じて算定する。

## 【採掘後工程】

採掘時同様、CH<sub>4</sub>排出係数に0.0088を乗じる。

## ■ 活動量

採掘時、採掘後工程の活動量は、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び(財)石炭エネルギーセンター提供データに示された「露天掘生産量」を用いる(表 3-59 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CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>排出係数の不確実性は、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>の活動量は、ともに(財)石炭エネルギーセンター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、CH<sub>4</sub>排出量が-50~200%、CO<sub>2</sub>排出量が-53~201%と評価された。

採掘後工程におけるCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>排出係数の不確実性は、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>の活動量は、ともに(財)石炭エネルギーセンター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、CH<sub>4</sub>排出量が-33~300%、CO<sub>2</sub>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」(経済産業省)、2001年度以降は(財)石炭エネルギーセンターの提供データを使用する。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(財)石炭エネルギーセンターによって経済産業省に提供されていたデータであり、「エネルギー生産・需給統計年報」及び(財)石炭エネルギーセンターのデータともに同じ国内の全石炭生産量をカバーしており、時系列の一貫性は担保される。

### 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。

## 3.3.1.2. 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CH<sub>4</sub>が排出される。当該分野では、木炭の製造過程において発生するCH<sub>4</sub>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、1996年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値（Vol. 3, page 1.46, Table 1-14）を用いる。木炭生産量が統計から得られることから、生産量 1TJ（NCV）当たりの排出係数（1000 kg/TJ）を採用する。

## ■ 活動量

木炭生産量に発熱量を乗じた値を活動量とする。木炭生産量は林野庁「特用林産基礎資料」及び「木炭関係資料」から把握し、発熱量は 1996年改訂 IPCC ガイドライン（Vol. 3, page 1.46, Table 1-14）より 30 MJ/kg を用いる。

表 3-62 木炭生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
木炭生産量	t	83,225	82,278	67,428	44,919	42,345	39,024	37,308	34,449	34,095	31,226	30,263	29,588	29,588

## ■ 完全性について

木炭の製造過程でCO<sub>2</sub>も排出されるが、バイオマス由来のためその排出量は算定しない。

木炭の消費に伴う排出量は、「1.A 燃料の燃焼」で別途計上する。ただし、2006年 IPCC ガイドラインに従いCO<sub>2</sub>排出量はわ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。

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、CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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、1996年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いているが、同ガイドラインには当該排出係数の不確実性が示されていないため、2006年 IPCC ガイドラインに示された木材の燃焼に伴うCH<sub>4</sub>排出係数の不確実性（95%信頼区間から計算した-67～233%）で代用した。また、活動量については、木炭生産量（重量ベース）の不確実性（林野庁「特用林産基礎資料」の不確実性が把握できないため、石炭生産量の不確実性で代用）と 2006年 IPCC ガイドラインに示された木炭の発熱量の95%信頼区間から計算される不確実性を誤差伝播式により合成して-50～97%と設定した。その結果、木炭の生産に伴うCH<sub>4</sub>排出量の不確実性は、-84～252%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CH<sub>4</sub>の発熱量と排出係数は 1996 年改訂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

特になし。

#### f) 今後の改善計画及び課題

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値が我が国の実態に即しているかどうか精査するとともに、我が国独自の排出係数開発の必要性について検討を行う必要がある。

### 3.3.1.3. その他（制御不能な燃焼および石炭ずり（coal dumps）での燃焼）（1.B.1.c）

当該分野では、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CO<sub>2</sub>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、天然ガス及びその他エネルギー生産由来の排出（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）

当該分野においては、油田の試掘時に漏出するCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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。従って当該分野における漏出は、「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、日本における石油・天然ガス試掘時の温室効果ガス排出は基本的にはフレアリングによるもののみであるが、「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、ここでは各温室効果ガスの排出量を「IE」として報告する。

## 3.3.2.1.b. 生産 (1.B.2.a.ii.)

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、原油の生産時に漏出するCO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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、当該分野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およ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 3-63 石油生産時の漏出の排出係数 [kt/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>]

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>3)</sup>
一般原油 (Conventional Oil)	海上油田からの漏出	5.9×10 <sup>-7</sup>	4.3×10 <sup>-8</sup>	NA
	陸上油田からの漏出	1.8×10 <sup>-3</sup> 1)	1.3×10 <sup>-4</sup> 2)	NA

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

1) デフォルト値は 1.5×10<sup>-6</sup> ~ 3.6×10<sup>-3</sup>

2) デフォルト値は 1.1×10<sup>-7</sup> ~ 2.6×10<sup>-4</sup>

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分野を参照のこと。

## ■ 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<sup>9</sup>を含まない) を用いる。

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。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」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。

<sup>9</sup> 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

表 3-64 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
原油生産量 (コンデンセートを含まない)	海上	1000kl	175	391	167	76	55	81	97	91	78	76	72	70	71
	陸上	1000kl	245	232	218	295	274	253	243	218	215	208	209	195	191

## 【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分野を参照のこと。

## ■ 完全性について

当該分野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（両分野の排出係数の中で、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 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 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」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

2013 年度の活動量が得られたため、2013 年度の CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> 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 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

当該分野では、原油やコンデンセートをパイプライン、ローリー、タンク貨物車等で製油所へ輸送する際に漏出するCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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 3-65 原油、コンデンセート輸送時の排出係数 [kt/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>]

	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>
原油輸送 (タンクローリー、タンク貨車)	2.5×10 <sup>-5</sup>	2.3×10 <sup>-6</sup>	NA
コンデンセート輸送	1.1×10 <sup>-4</sup>	7.2×10 <sup>-6</sup>	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

1) デフォルト値が「NA」または「ND」のため算定対象外とする。

## ■ 活動量

輸送時の漏出の活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報」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 3-66 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
原油生産量 (コンデンセートを含まない)	1000 kl	420	623	386	370	329	334	341	310	293	284	281	265	262
コンデンセート生産量		234	243	375	541	576	645	633	608	560	541	478	403	365
原油生産量 (合計)		655	866	761	911	905	979	973	917	853	824	759	668	626

## 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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」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. 精製及び貯蔵 (1.B.2.a.iv.)

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野では、石油精製所で原油精製及び貯蔵する際に漏出するCH<sub>4</sub>の排出を扱う。

なお、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>が溶存している場合には当該活動によりCO<sub>2</sub>が排出されることが考えられる。当該活動によるCO<sub>2</sub>の排出はごく微量と考えられるが、原油中のCO<sub>2</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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值を用いる。

表 3-67 原油精製時のCH<sub>4</sub>排出係数

排出係数 [kt-CH <sub>4</sub> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	
原油精製	2.6×10 <sup>-6</sup> <sup>1)</sup>

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

1) デフォルト値は、 $2.6 \times 10^{-6} \sim 41.0 \times 10^{-6}$

### 【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、 $\text{CH}_4$ の漏出量は非常に少ないと考えられる。 $\text{CH}_4$ の漏出が起こるとすれば、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 $\text{CH}_4$ の漏出が起こると考えられる。

石油連盟では浮屋根貯蔵タンクのモデルを作成して壁面からの $\text{CH}_4$ 蒸発に関する実験を行い、その結果に基づき、 $\text{CH}_4$ 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 $\text{CH}_4$ /年(1998年度))を原油の石油精製業への投入量で除した値を排出係数として用いる。

表 3-68 原油貯蔵時の排出係数の算出仮定

$\text{CH}_4$ 排出量 [kt- $\text{CH}_4$ /year]	原油の石油精製業への投入量 [ $10^3$ kl]	排出係数 [kt- $\text{CH}_4$ / $10^3$ kl]
$7 \times 10^{-3}$	247,106 <sup>1)</sup>	$2.8 \times 10^{-8}$

1) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

### ■ 活動量

精製時、貯蔵時の活動量については資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された、石油精製業で精製された原油及びNGLの体積ベース精製量を用いる。

表 3-69 原油・NGLの国内精製量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
原油・NGL精製量	$10^6 \text{m}^3$	204	241	242	241	231	234	224	210	209	197	197	200	189

### 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 $\text{CH}_4$ 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)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 $\text{CH}_4$ 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 $\text{CH}_4$ 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)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 $\text{CH}_4$ 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

2013年度の総合エネルギー統計が更新されたため、2013年度のCH<sub>4</sub>排出量が再計算された。再計算の影響の程度については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CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>が溶存している場合には当該活動によりCO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>が排出されることが考えられる。当該活動によるCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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。

### 3.3.2.2. 天然ガス (1.B.2.b)

#### 3.3.2.2.a. 試掘 (1.B.2.b.i)

当該分野においては、天然ガス田の試掘時に漏出するCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出を扱う。

「1.B.2.a.i 石油の試掘」と同様に、当該分野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)」にまとめて計上する。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

当該分野においては、天然ガスの生産時に漏出するCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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 3-70 天然ガス生産時の漏出の排出係数 [kt/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>]

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>
天然ガス生産	海上ガス田からの漏出	3.8×10 <sup>-4</sup>	1.4×10 <sup>-5</sup>	NA
	陸上ガス田からの漏出	2.3×10 <sup>-3</sup>	8.2×10 <sup>-5</sup>	NA

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

1) デフォルト値が「NA」のため算定対象外とする。

### 【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 3-71 天然ガス生産井の点検時の排出係数 [kt/本]

	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>
生産井 (Servicing)	6.4×10 <sup>-5</sup>	4.8×10 <sup>-7</sup>	0

(出典) GPG (2000) Table 2.16

1) デフォルト値が「0」のため算定対象外とする。

## ■ 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、天然ガス鉱業会「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、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報」に示された我が国における天然ガス総生産量から、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、天然ガス鉱業会「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 3-72 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
天然ガス 生産量	海上	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	342	374	350	361	355	214	190	191	188	190	196	196	196
	陸上		1,724	1,863	2,149	2,779	3,053	3,515	3,515	3,364	3,155	3,144	2,981	2,744	2,550
	合計		2,066	2,237	2,499	3,140	3,408	3,729	3,706	3,555	3,343	3,334	3,177	2,940	2,746
天然ガス及び原油生産井数		本	1,230	1,205	1,137	1,115	1,126	1,099	1,065	1,049	1,046	1,047	1,038	1,059	1,059

### 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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」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

2013年度の活動量が得られたため、2013年度のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>排出量が再計算された。再計算の影響の程度については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

当該分野においては、天然ガスの成分調整等の処理時に漏出するCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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 3-73 天然ガス処理時の漏出の排出係数 [kt/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>]

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>3)</sup>
天然ガス処理	処理時全般（一般処理プラント）	7.55×10 <sup>-4</sup> 1)	2.35×10 <sup>-4</sup> 2)	NA

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

1) CH<sub>4</sub>のデフォルト値は、4.8×10<sup>-4</sup>～10.3×10<sup>-4</sup>

2) CO<sub>2</sub>のデフォルト値は、1.5×10<sup>-4</sup>～3.2×10<sup>-4</sup>

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、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報」に示された我が国における天然ガス生産量を用いる。(表 3-72 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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」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。

### 3.3.2.2.d. 輸送と貯蔵 (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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>の排出を扱う。

なお、当該分野からのCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>が含まれている。このCO<sub>2</sub>は天然ガスの生産プラントにてほとんど除去した後に、天然ガス輸送パイプラインに送られているため、天然ガス輸送パイプラインからはCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>は通気弁（天然ガス産業）（1.B.2.c.Venting.ii）にて排出量が計上されているため、当該排出源からのCO<sub>2</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出量を調査しており、わ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3-74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、天然ガス鉱業協会会員企業のデータ（天然ガス鉱業会提供）とする。

表 3-74 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 <sub>4</sub> 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 <sub>4</sub> 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 <sub>4</sub> 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3-75のとおりとなる。

表 3-75 天然ガスの輸送における排出係数の推計結果（単位 t-CH<sub>4</sub>/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>）

項目	～2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
パイプラインの移設・設置工事	0.220	0.190	0.160	0.131	0.101	0.100	0.071	0.037	0.073	0.062	0.070
整圧器の駆動用ガス	0.087	0.077	0.067	0.057	0.048	0.038	0.028	0.018	0.013	0.009	0.005
合計	0.306	0.267	0.227	0.188	0.148	0.138	0.099	0.056	0.087	0.071	0.075

## 【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CH<sub>4</sub>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-CH<sub>4</sub>/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-CH<sub>4</sub>/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、CH<sub>4</sub>排出量が低減されたためである。CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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」（いずれも経済産業省）に示された天然ガスの販売量を活動量に用いる。

表 3-76 天然ガスの販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
天然ガス販売量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,067	2,339	2,617	3,329	3,549	3,981	3,911	3,918	4,020	4,208	3,928	3,790	3,792

## 【貯蔵】

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

表 3-77 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
都市ガス製造におけるLNG消費量	PJ	464	676	864	1,230	1,380	1,468	1,439	1,424	1,553	1,591	1,590	1,548	1,567
都市ガス製造における天然ガス消費量	PJ	40	48	61	86	110	126	131	127	115	128	121	114	115

## 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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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」（いずれも経済産業省）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

2013年度の総合エネルギー統計が更新されたため、2013年度のCH<sub>4</sub>排出量が再計算された。再計算の影響の程度については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

当該分野においては、都市ガス供給網（導管）からのCH<sub>4</sub>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3-5、表3-13等）を参照されたい。

なお、当該分野からのCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>が含まれている。このCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量は通気弁（天然ガス産業）(1.B.2.c.Venting.ii)にて計上されているため、「NA」としている。

#### b) 方法論

##### ■ 算定方法

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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>排出量は表 3-78 のとおりである。2004年度のCH<sub>4</sub>排出量(292 t-CH<sub>4</sub>)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m<sup>3</sup>(出典:「ガス事業年報」(資源エネルギー庁))で除した $9.5 \times 10^{-6}$  kt-CH<sub>4</sub>/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>を販売量当たりの排出係数として設定する。

表 3-78 都市ガス導管からのCH<sub>4</sub>排出量(2004年度実績)

排出源		CH <sub>4</sub> 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、ガバナー等点検、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

「ガス事業年報」(資源エネルギー庁)の一般ガス事業者、ガス導管事業者、大口ガス事業者の都市ガス販売量(熱量換算)の合計値を、総合エネルギー統計(資源エネルギー庁)の発熱量で除して体積換算した値を使用する。

表 3-79 都市ガス販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
一般ガス事業者	PJ	643	872	1,047	1,359	1,413	1,503	1,444	1,416	1,477	1,503	1,520	1,536	1,553
ガス導管事業者		NO	NO	NO	31	76	69	85	91	95	110	104	111	108
大口ガス事業者		NO	5	17	30	26	29	33	39	72	78	64	20	20
合計(上記計)	PJ	643	877	1,064	1,419	1,515	1,601	1,563	1,546	1,644	1,691	1,688	1,667	1,681
体積当たり発熱量	MJ/m <sup>3</sup>	41.9	41.9	41.1	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	40.3	42.5
合計(体積換算)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	15,367	20,952	25,899	31,684	33,811	35,735	34,880	34,516	36,705	37,738	37,686	41,314	39,566

### 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CH<sub>4</sub>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CH<sub>4</sub>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「ガス事業統計年報」をもとに、1990年度から直近年まで全ての時系列において同一の方法で算定している。

### d) QA/QC と検証

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

2007～2009、2012 及び 2013 年度のガス事業年報の数値が更新されたため、2007～2009、2012 及び 2013 年度のCH<sub>4</sub>排出量が再計算された。  
再計算の影響の程度については 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. 工場及び発電所における漏出・家庭及び業務部門における漏出 (1.B.2.b.vi.)

当該排出源におけるCH<sub>4</sub>の排出として、建物内のガス配管の工事等の排出が考えられるが、これらは「天然ガスの供給（都市ガス供給網）」(1.B.2.b.iv) における排出量に含まれているため、当該排出源からのCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>は含まれていないため、当該排出源からのCO<sub>2</sub>排出量は「NA」として報告する。

3.3.2.3. 通気弁及びフレアリング (1.B.2.c)

当該分野では、石油産業、天然ガス産業における油田、ガス田の開発、輸送、精製、配送時のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oのフレアリングによる排出を扱う。

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

a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、石油産業における通気弁からのCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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 3-80 油田の通気弁の排出係数

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>
原油生産/一般原油 (Oil production/ Conventional oil)	通気弁 (Venting) [kt/1000 m <sup>3</sup> ]	7.2×10 <sup>-4</sup>	9.5×10 <sup>-5</sup>	NA

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

1) デフォルト値が「NA」のため、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、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報」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 3-66 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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、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」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

当該分野では、天然ガス生産施設において生産された天然ガス中のCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>が分離除去されて大気放出されることに伴うCO<sub>2</sub>排出を取り扱う。

なお、当該分野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CO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>排出については、我が国では天然ガスの輸送によるCO<sub>2</sub>排出量(1.B.2.b.iv)を「NA」と整理していることから、排出量の計上は行わない。また、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>排出量データ(実測値)を当該分野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CO<sub>2</sub>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・

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・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 3-81 通気弁（天然ガス産業）の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
排出係数	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	0.133	0.117	0.126	0.114	0.112	0.125	0.124	0.123	0.120	0.119	0.122	0.121	0.115

■ 活動量

天然ガス資料年報（天然ガス鉱業会）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 3-82 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
南長岡ガス田	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	241	376	571	893	1,244	1,696	1,719	1,632	1,313	1,308	1,372	1,295	1,295
片貝ガス田	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	191	281	219	336	299	299	282	279	346	395	358	369	369
合計	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	432	657	789	1,229	1,543	1,994	2,001	1,911	1,660	1,704	1,731	1,664	1,664

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

当該分野の排出量は、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

特になし。

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、(1.B.2.c.i) 石油産業及び(1.B.2.c.ii) 天然ガス産業における通気弁からの排出に含まれているため「IE」として報告する。

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

## a) 排出源カテゴリーの説明

当該分野においては、石油産業におけるフレアリングからのCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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 3-83 石油産業のフレアリングの排出係数

	単位	CH <sub>4</sub> <sup>1)</sup>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
フレアリング (Conventional oil)	kt/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>-5</sup>	4.1×10 <sup>-2</sup>	6.4×10 <sup>-7</sup>

(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、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」、「生産動態統計年報」に示された原油の生産量を使用する。なお、コンデンセート生産量は対象外とする（表 3-66 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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」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

当該分野においては、天然ガス産業におけるフレアリングからのCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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 3-84 天然ガス産業におけるフレアリングの排出係数

		単位	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> 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 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	7.6×10 <sup>-7</sup>	1.2×10 <sup>-3</sup>	2.1×10 <sup>-8</sup>
	ガス処理時/一般処理プラント (Gas Processing/ Sweet Gas Plant)	kt/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.2×10 <sup>-6</sup>	1.8×10 <sup>-3</sup>	2.5×10 <sup>-8</sup>

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

■ 活動量

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」及び「生産動態統計年報」に示された天然ガスの国内生産量を用いる（表 3-72 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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」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）」または「1.B.2.c.Flaring.ii フレアリング（天然ガス産業）」にて報告し、当該分野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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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。従って、当該分野では、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 3-85 試掘井・テスト井の漏出の排出係数 [kt/井数]

	CH <sub>4</sub> <sup>1)</sup>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
試掘井 (Drilling)	4.3×10 <sup>-7</sup>	2.8×10 <sup>-8</sup>	0
テスト井 (Testing)	2.7×10 <sup>-4</sup>	5.7×10 <sup>-3</sup>	6.8×10 <sup>-8</sup>

(出典) GPG (2000) 、page 2.86 Table 2.16

### ■ 活動量

試掘井数については、天然ガス鉱業会「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 3-86 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
試掘井数	本	8	7	7	10	7	6	7	4	2	1	4	5	5
成功井数		1	3	4	5	2	0	1	2	0	1	2	1	1
試油試ガステストを実施した坑井数		5	5	6	8	5	3	4	3	1	1	3	3	3

### 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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

2013年度の活動量が得られたため、2013年度のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>排出量が再計算された。再計算の影響の程度については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

当該分野では、地熱発電所の蒸気生産井で生産される蒸気中のCO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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、当該分野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CO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>の質量濃度は、日本地熱調査会「我が国の地熱発電所設備要覧」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CO<sub>2</sub>の体積濃度等より推計する。

蒸気中のCH<sub>4</sub>の質量濃度は、「我が国の地熱発電所設備要覧」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「Geothermal Energy and Greenhouse Gas Emissions」に示された非凝縮性ガス中のCH<sub>4</sub>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、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。なお、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て把握する。(発電時間)を乗じて求める。

全国の地熱発電所のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の各排出係数と、蒸気生産量の推移を表 3-87 に示す。

表 3-87 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 <sub>2</sub> [t-CO <sub>2</sub> /kt]	CH <sub>4</sub> [t-CH <sub>4</sub> /kt]	[kt]												
			1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
松川	12.2	0.025	1,884	1,493	1,708	1,115	1,208	1,116	1,257	1,083	813	777	745	872	872
大岳	3.1	0.006	1,173	995	995	774	894	813	928	817	789	677	770	937	937
大沼	0.6	0.002	694	682	535	651	638	630	628	610	600	590	518	537	537
鬼首	2.6	0.008	1,018	1,015	1,035	982	1,006	975	896	1,026	1,185	456	348	357	357
八丁原1号	6.5	0.013	2,883	2,366	2,598	2,602	2,420	3,031	2,937	2,783	2,287	2,468	2,353	2,347	2,347
八丁原2号	5.8	0.011	2,514	2,686	2,532	2,452	2,441	2,434	2,516	2,215	2,291	1,943	2,219	2,342	2,342
葛根田1号	0.3	0.001	3,498	3,126	1,966	2,021	1,713	2,004	97	1,476	1,535	1,537	1,276	1,374	1,374
葛根田2号	0.4	0.001	0	209	1,823	2,004	1,556	1,256	467	1,002	1,440	1,521	1,255	1,269	1,269
杉乃井	8.5	0.019	220	284	203	144	179	151	157	146	129	139	170	140	140
森	28.1	0.053	1,367	1,990	1,981	1,501	1,203	1,140	1,200	1,065	1,068	888	1,182	1,001	1,001
霧島国際ホテル	1.1	0.003	48	97	70	0	0	0	0	0	30	81	58	68	68
上の岱	6.5	0.014	0	1,882	2,070	1,601	1,621	1,500	1,742	1,801	482	1,480	1,846	1,784	1,784
山川	5.8	0.012	0	1,451	1,336	639	663	901	802	973	1,026	1,151	1,026	989	989
澄川	1.4	0.004	0	3,234	2,846	2,908	2,101	2,700	2,379	2,593	2,611	2,145	1,853	2,038	2,038
柳津西山	68.8	0.130	0	3,912	3,425	3,197	3,524	3,264	2,493	1,872	2,229	2,266	2,203	1,626	1,626
大霧	0.4	0.001	0	219	2,373	2,306	2,112	2,090	2,216	2,117	2,286	2,079	1,983	1,969	1,969
滝上	1.9	0.004	0	0	2,111	2,075	2,021	2,143	1,993	2,242	2,239	2,358	2,251	2,374	2,374
八丈島	18.1	0.041	0	0	187	156	162	170	164	179	152	171	142	149	149
九重	8.5	0.019	0	0	10	136	133	129	122	129	124	56	26	120	120

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CO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>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

2008及び2009年度の活動量が修正され、2013年度の活動量が得られたため、2008、2009及び2013年度のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>排出量が再計算された。

再計算の影響の程度については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. CO<sub>2</sub>の輸送と貯留（1.C）

CO<sub>2</sub>の輸送と貯留分野では、二酸化炭素の回収・貯留（CCS：Carbon Dioxide Capture and Storage）からのCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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。

当該分野は、CO<sub>2</sub>の輸送段階からの排出を扱う「1.C.1 CO<sub>2</sub>の輸送」、CO<sub>2</sub>の圧入及び貯留段階からの排出を扱う「1.C.2 圧入及び貯留」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CO<sub>2</sub>の地中圧入が行われた事例は表 3-88 の4件存在する。なお、CO<sub>2</sub>の輸送及び圧入段階の排出は、CO<sub>2</sub>の輸送・圧入が行われた期間のみ起こる可能性があるが、CO<sub>2</sub>の貯留段階の排出は、CO<sub>2</sub>の圧入開始以降、継続的に起こる可能性がある。表 3-89 に「1.C CO<sub>2</sub>の輸送と貯留」からの排出量を示す。

表 3-88 日本におけるCO<sub>2</sub>の地中圧入の事例

圧入サイト	CO <sub>2</sub> 圧入期間
頸城	1991年3月～1993年6月
申川	1997年9月～1999年9月
長岡	2003年7月～2005年1月
夕張	2004年11月～2007年10月

表 3-89 CO<sub>2</sub>の輸送と貯留（1.C）の温室効果ガス排出量

部門		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1.C.1 CO <sub>2</sub> の輸送	a. パイプライン	NE	NO	NO	NE	NE	NE	NO						
	b. 船舶	NO												
	c. その他	NE	NO	NO	NE	NE	NE	NO						
1.C.2 圧入及び貯留	a. 圧入	NE	NO	NO	NE	NE	NE	NO						
	b. 貯留	NE												
1.C.3 その他		NO												

3.4.1. CO<sub>2</sub>の輸送（1.C.1）

## 3.4.1.1. パイプライン（1.C.1.a）

当該分野では、CO<sub>2</sub>の地中圧入に伴いパイプラインによりCO<sub>2</sub>が輸送される際のCO<sub>2</sub>の漏えいを取り扱う。

表 3-88 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CO<sub>2</sub>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。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、年間の排出量は算定方法検討会で定めた算定対象となる3000 t-CO<sub>2</sub>を上回らなかった。このため、重要でないという意味での「NE」として報告する（CO<sub>2</sub>圧入が実施された年度のみ「NE」と報告し、その他の年度は「NO」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。

## 3.4.1.2. 船舶（1.C.1.b）

当該分野では、CO<sub>2</sub>の地中圧入に伴い船舶によりCO<sub>2</sub>が輸送される際のCO<sub>2</sub>の漏えいを取り

扱う。日本における過去のCO<sub>2</sub>地中圧入事例では、CO<sub>2</sub>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)

当該分野の排出源としては、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、各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>圧入量は最大でも約 6,000 t-CO<sub>2</sub>程度であることから、年間のCO<sub>2</sub>漏えい量が 3,000 tを上回ることは考え難い。このため、重要でないという意味での「NE」と報告する (CO<sub>2</sub>圧入が実施された年度のみ「NE」と報告し、その他の年度は「NO」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。

### 3.4.2. 圧入及び貯留 (1.C.2)

#### 3.4.2.1. 圧入 (1.C.2.a)

当該分野では、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出を取り扱う。

表 3-88 の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO<sub>2</sub>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、年間の排出量は算定方法検討会で定めた算定対象となる 3000 t-CO<sub>2</sub>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 (CO<sub>2</sub>圧入が実施された年度のみ「NE」と報告し、その他の年度は「NO」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。

#### 3.4.2.2. 貯留 (1.C.2.b)

当該分野では、CO<sub>2</sub>の地中圧入に伴い、貯留サイトから漏えいするCO<sub>2</sub>排出を取り扱う。表 3-88 の各事例の実施主体に対するヒアリングによれば、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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、年間の排出量は算定方法検討会で定めた算定対象となる 3000 t-CO<sub>2</sub>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. 情報項目 (Information item)

本項ではCO<sub>2</sub>の地中貯留のために回収されたCO<sub>2</sub>量を扱う。CRF table 1.CのInformation itemのTotal amount captured for storageにCO<sub>2</sub>回収量の報告欄があるが、CO<sub>2</sub>回収量は1.Cではなく回収の実施された各カテゴリーにおけるCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>地中圧入事例では、CO<sub>2</sub>回収量は圧入されたCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>圧入量と同じ値を、CO<sub>2</sub>の圧入が実施された年度のCO<sub>2</sub>回収量として計上する。なお、回収量は、各事例で圧入に使用されたCO<sub>2</sub>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」に計上する。

表 3-90 地中貯留のために回収されたCO<sub>2</sub>量

圧入サイト	単位	1990	1991	1992	1993	1997	1998	1999	2003	2004	2005	2006	2007	計上カテゴリー
頸城	kt	0.23	3.93	4.46	1.17	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	2.B.1 アンモニア製造
長岡	kt	NO	3.98	6.43	NO	NO	NO	2.B.1 アンモニア製造						
夕張	kt	NO	0.04	0.12	0.36	0.37	1.A.1.b 石油精製							

## 参考文献

1. IPCC「1996年改訂 IPCC ガイドライン」(1997)
2. IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(2000)
3. IPCC「2006年 IPCC ガイドライン」(2006)
4. UNFCCC「UNFCCC インベントリ報告ガイドライン」(決定 24/CP.19 附属書 I)
5. UNFCCC「個別審査報告書」(FCCC/ARR/2012/JPN) (2013年7月)
6. UNFCCC「個別審査報告書」(FCCC/ARR/2013/JPN) (2014年3月)
7. European Environment Agency「EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013」(2013年8月)
8. 独立行政法人経済産業研究所 戒能一成「エネルギー源別炭素排出係数の妥当性の評価と分析」(2005年)
9. 独立行政法人経済産業研究所 戒能一成「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」(2014年)
10. 独立行政法人経済産業研究所 戒能一成「総合エネルギー統計の解説」(2012年4月)
11. 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)
12. 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)
13. 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)
14. 環境庁「二酸化炭素排出量調査報告書」(1992年5月)
15. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第1部」(平成14年8月)
16. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(平成14年8月)
17. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第3部」(平成14年8月)
18. 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第1部」(平成18年8月)
19. 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)
20. 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」(平成27年)
21. 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」(平成27年)
22. 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」(平成28年)
23. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
24. 環境省「PRTR 届出外排出量算定資料」
25. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
26. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
27. 経済産業省「生産動態統計年報」
28. 経済産業省「石油等消費動態統計年報」
29. 経済産業省「鉱工業指数」
30. 経済産業省「第三次産業活動指数」
31. 国土交通省「航空輸送統計年報」
32. 国土交通省「自動車輸送統計年報」
33. 国土交通省「道路交通センサス」
34. 国土交通省「内航船舶輸送統計年報」
35. 国土交通省「自動車燃料消費量統計年報」
36. 国土交通省「空港管理状況調書」

37. 資源エネルギー庁「ガス事業年報」
38. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
39. 林野庁「特用林産基礎資料」
40. 林野庁「木炭関係資料」
41. 自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有車両数」
42. 日本自動車工業会「二輪車市場動向調査」
43. 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)
44. 天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」
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」
46. 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)
47. 日本ガス協会ウェブサイト (<http://www.gas.or.jp>)
48. Joris Koornneef, Tim van Keulen, André Faaij, Wim Turkenburg 「*Life cycle assessment of a pulverized coal power plant with post-combustion capture, transport and storage of CO<sub>2</sub>*」  
International Journal of Greenhouse Gas Control, Volume 2, Issue 4, 448–467, 2008.
49. IPCC 「IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, 2005」
50. 日本自動車工業会ウェブサイト (<http://www.jama.or.jp/>)
51. 全国軽自動車協会連合会ウェブサイト (<https://www.zenkeijikyo.or.jp/>)
52. 石炭エネルギーセンター「石炭政策史」(2002)
53. 日本地熱調査会「我が国の地熱発電所設備要覧」(2000)
54. 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」
55. Geothermal Energy Association 「Geothermal Energy and Greenhouse Gas Emissions」(2012)
56. 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」
57. 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」

