

## 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（案）

### エネルギー・工業プロセス分科会報告書 （燃料からの漏出及び工業プロセス分野）

I . 燃料からの漏出分野 .....	2
1 . 背景 .....	2
2 . 燃料からの漏出（1.B） .....	2
II . 工業プロセス分野 .....	83
1 . 背景 .....	83
2 . 鋳物製品（2A） .....	83
3 . 化学産業（2B） .....	116
4 . 金属の生産（2C） .....	171
5 . その他製品の製造（2D） .....	176
III . 有機溶剤及びその他の製品の使用分野 .....	177
1 . 背景 .....	177
2 . 塗料（3.A.） .....	177
3 . 脱脂洗浄及びドライクリーニング（3.B.） .....	177
4 . 化学工業製品、製造及び工程（3.C.） .....	178
5 . その他（3.D.） .....	178

## I. 燃料からの漏出分野

### 1. 背景

化石燃料の採掘、生産、処理及び生成、輸送、貯蔵、配送時において非燃焼起源の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O が排出される。また、石油産業、天然ガス産業におけるベンティング及びフレアリングにより、CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O が排出される。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、ベンティング・フレアリング、揮発、事故による排出等である。

### 2. 燃料からの漏出 (1.B)

#### (1) 固体燃料 (1.B.1)

##### 石炭採掘 (1.B.1.a)

##### (a) 坑内掘 (1.B.1.a.i.) CO<sub>2</sub>

わが国では石炭の採掘は行われており、採掘する石炭中に含有している CO<sub>2</sub> の濃度によっては、採掘に伴い CO<sub>2</sub> が大気中へ排出することも考えられる。わが国の炭層には大気より高い濃度の CO<sub>2</sub> は蓄えられていないと考えられるが、実測値が得られていないため現状では排出量の算定はできない。石炭採掘に伴う CO<sub>2</sub> の排出に関しては、デフォルト値もないことから「NE」として報告する。

##### (b) 坑内掘 (1.B.1.a.i.) CH<sub>4</sub>

##### 1) 採掘時 (1.B.1.a.i.) CH<sub>4</sub>

###### (i) 背景

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。

###### (ii) 算定方法

###### (A) 算定の対象

坑内掘炭坑において石炭を採掘することにより排出される CH<sub>4</sub> の量。

(イ) 算定方法の選択

採掘時の CH<sub>4</sub> 排出量は毎年実測されているため、実測値を排出量として報告する。

(ウ) 算定式

なし。

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

坑内掘炭坑における石炭 1 t の採掘に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 ( kg )

(イ) 設定方法

財団法人石炭エネルギーセンターの調査による CH<sub>4</sub> 排出量を坑内掘の石炭生産量で除して見かけの排出係数を算出する。

(ウ) 排出係数の推移

1990～2003 年度における坑内掘炭坑における採掘に伴う CH<sub>4</sub> の見かけの排出係数は以下の通り。

表 1 採掘時の見かけの CH<sub>4</sub> 排出係数の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
坑内掘 採掘時	kg-CH <sub>4</sub> /t	17.9	16.0	14.2	13.7	11.9	9.6	9.4

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
坑内掘 採掘時	kg-CH <sub>4</sub> /t	12.7	11.5	11.5	13.6	11.1	5.4	3.7

(I) 排出係数の出典

坑内掘炭坑における石炭採掘に伴う CH<sub>4</sub> の見かけの排出係数は財団法人石炭エネルギーセンター調査の坑内掘における CH<sub>4</sub> 排出量及び坑内掘の石炭生産量を使用して算出する。

(オ) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

(iv) 活動量

(ア) 定義

坑内掘炭坑から採掘された石炭の生産量 (t)。

(イ) 活動量の把握方法

1990～2000 年度における坑内掘炭坑から採掘された石炭の生産量は、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」に示された「石炭生産量合計」から「露天掘生産量」を差し引いた値を採用する。2001 年に統計項目が廃止されたため、2001 年度以降は (財)石炭エネルギーセンター提供データに示された値を用いる。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003 年度における石炭の生産量は以下の通り。

表 2 石炭生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
石炭生産量合計	t	7,979,938	7,930,579	7,601,521	7,206,025	6,741,960	6,317,131	6,165,537
うち露天掘	t	1,205,320	1,149,231	841,426	814,358	784,253	695,262	644,732
うち坑内掘	t	6,774,618	6,781,348	6,760,095	6,391,667	5,957,707	5,621,869	5,520,805

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
石炭生産量合計	t	3,974,229	3,698,478	3,689,513	2,973,862	2,821,890	1,284,676	1,354,504
うち露天掘	t	662,181	567,977	587,450	609,813	742,264	550,639	616,114
うち坑内掘	t	3,312,048	3,130,501	3,102,063	2,364,049	2,079,626	734,037	738,390

(I) 活動量の出典

表 3 活動量の出典 (1990～2000 年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている最新のデータ	2000 年度のデータ
対象データ	石炭生産量合計、坑内掘炭坑における石炭生産量 (1990～2000 年度)

表 4 活動量の出典 (2001～2003 年度)

資料名	(財)石炭エネルギーセンター提供データ
発行日	なし
記載されている最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	石炭生産量合計、坑内掘炭坑における石炭生産量 (2001～2003 年度)

(オ) 活動量の課題

- ・ 特になし。

(v) 排出量の推移

坑内掘炭坑における採掘に伴う CH<sub>4</sub> 排出量は以下の通り。

表 5 採掘時の CH<sub>4</sub> 排出量

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
採掘時	Gg-CH <sub>4</sub>	121.51	108.78	96.18	87.67	71.13	54.22	52.17

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
採掘時	Gg-CH <sub>4</sub>	41.95	35.93	35.64	32.23	23.12	3.97	2.74

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

i) 評価方針

坑内掘（採掘時）における CH<sub>4</sub> の排出量は実測により把握している。排出量の不確実性の評価にあたっては、排出係数の不確実性の評価が困難であることから、排出量の不確実性を直接評価することとする。

CH<sub>4</sub> の排出量の不確実性の要因としては、以下の2点が挙げられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 気体流速の変動による誤差

しかし、これら2つの要因の不確実性を統計的処理により求めるためのデータが得られていないことから、GPG (2000)に示された不確実性の標準値を採用することとする。

ii) 評価結果

GPG (2000)に示された不確実性の標準値は以下の通りとなっている。

- ・ 測定誤差：2%
- ・ 気体流速の変動による誤差：5%

また、不確実性の要素が複数ある場合 ( $U_{E1}$ 、 $U_{E2}$ 、... $U_{En}$ ) 全体の不確実性  $U_E$  は以下の式により算定される。

$$U_E = \sqrt{U_{E1}^2 + U_{E2}^2 + \dots + U_{En}^2}$$

$U_{En}$  : 要素 $En$ の不確実性 (%)

よって

$$\begin{aligned}
 U_E &= \sqrt{U_{E1}^2 + U_{E2}^2} \\
 &= \sqrt{5^2 + 2^2} \\
 &= 5\%
 \end{aligned}$$

坑内掘（採掘時）における CH<sub>4</sub>排出量の不確実性は、5%である。

表 6 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
坑内掘採掘時	3.7 kg-CH <sub>4</sub> /t	-	738,390 t	-	2.74 Gg-CH <sub>4</sub>	5%

iii) 評価方法の課題

- ・ 排出係数の不確実性の評価が困難であったことから、排出量の不確実性を直接評価したが、この方法では排出量の不確実性を適切に評価出来ない可能性がある。従って、排出係数及び活動量の不確実性を基にした排出量の不確実性の評価について今後検討する必要がある。

(viii) 今後の調査方針

特になし。

2) 採掘後工程 (1.B.1.a.i.) CH<sub>4</sub>

(i) 背景

石炭の採掘後に微量の CH<sub>4</sub> が炭坑から揮発する。

(ii) 算定方法

(ア) 算定の対象

坑内掘炭坑から石炭採掘した後に排出される CH<sub>4</sub> の量。

(イ) 算定方法の選択

坑内掘炭坑から石炭採掘した後の CH<sub>4</sub> 排出については、GPG (2000) のデシジョンツリーに従い、Tier1 により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。石炭坑で採掘された石炭の量に、排出係数を乗じて排出量を算定する。

(ウ) 算定式

$$E = EF * A$$

- E : 坑内掘炭坑において石炭採掘した後に排出される CH<sub>4</sub> の排出量 (kg-CH<sub>4</sub>)
- EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)
- A : 坑内掘炭坑における石炭生産量 (t)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

坑内掘炭坑における石炭 1 t の採掘後に排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(イ) 設定方法

採掘後工程の排出係数として、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いることとする。デフォルト値は上限値及び下限値が示されているが、わが国の排出実態が明らかでないため、デフォルト値の中間値 (1.64kg-CH<sub>4</sub>/t) を用いることとする。

表 7 1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおける石炭採掘後工程の排出係数

	m <sup>3</sup> /t <sup>**</sup>	Conversion Factor <sup>**</sup> (Gg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	kg-CH <sub>4</sub> /t <sup>*</sup>
採掘後工程 (post-mining [underground])	0.9 - 4.0	0.67	0.6 - 2.68 (中間値:1.64)

\* : \*\* から算出

\*\* : 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに記載されている項目

(ウ) 排出係数の推移

1990 ~ 2003 年度における坑内掘炭坑の採掘後における CH<sub>4</sub> の排出係数は一定とする。

(エ) 排出係数の出典

表 8 排出係数の出典

データ	出典
採掘後工程の排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(オ) 排出係数の課題

- ・ 国内の坑内掘炭坑 2 山は海底炭坑であり、切羽が奥部化していることから揚炭まで時間がかかる。このため、坑口を出てからの放出量はほとんどないと推測され、採掘後工程時の CH<sub>4</sub> 排出は非常に少量であると考えられる (つまり、採掘時に回収される)。採掘後工程における CH<sub>4</sub> 排出について、今後十分なデータが得られた場合には、排出係数を設定する必要があると考えられる。

(iv) 活動量

「採掘時(1.B.1.a.i.) CH<sub>4</sub>」と同様。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 9 採掘後工程の CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
採掘後工程	Gg-CH <sub>4</sub>	11.12	11.13	11.10	10.49	9.78	9.23	9.06

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
採掘後工程	Gg-CH <sub>4</sub>	5.44	5.14	5.09	3.88	3.41	1.20	1.21

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

(A) 排出係数

i) 評価方針

排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることになるため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因としては、以下の4点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 活動区域の変動による誤差
- ・ 温度変化に伴う誤差
- ・ 流速分布の不連続性による誤差

ii) 評価結果

坑内掘の採掘後工程における CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性は、200%である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。



## (イ) 活動量

### i) 評価方針

坑内掘の活動量は、(財)石炭エネルギーセンター提供データを採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### ii) 評価結果

(財)石炭エネルギーセンター提供データは業界の統計であり、石炭の生産については、全生産事業所が対象となっていることから、10%を採用する。

### iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 10 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
坑内掘採掘後工程	1.6 kg-CH <sub>4</sub> /t	200%	738,390 t	10%	1.21 Gg-CH <sub>4</sub>	200%

### (viii) 今後の調査方針

採掘後工程については、今後十分なデータが得られた場合には、そのデータを参考として排出係数の見直しを検討することとする。

## (c) 露天掘 (1.B.1.a.ii.) CO<sub>2</sub>

わが国では石炭の採掘は行われており、採掘する石炭中に含有している CO<sub>2</sub> の濃度によっては、採掘に伴い CO<sub>2</sub> が大気中へ排出することも考えられる。わが国の炭層には大気より高い濃度の CO<sub>2</sub> は蓄えられていないと考えられるが、実測値が得られていないため現状では排出量の算定はできない。また、石炭採掘に伴う CO<sub>2</sub> の排出に関しては、デフォルト値もないため、「NE」として報告する。

(d) 露天掘 (1.B.1.a.ii.) CH<sub>4</sub>

1) 背景

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。また、採掘後にも微量の CH<sub>4</sub> が石炭から揮発する。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

露天掘炭坑における石炭採掘時及び石炭採掘後工程に排出される CH<sub>4</sub> の量。

(ii) 算定方法の選択

露天掘炭坑における石炭採掘からの排出については、GPG (2000) のデシジョンツリーに従い、Tier1 により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。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。

(iii) 算定式

$$E = \sum EF_i * A$$

E : 露天掘炭坑における石炭採掘時及び採掘後工程に排出される CH<sub>4</sub> 排出量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 露天掘炭坑の排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

A : 露天掘炭坑における石炭生産量 (t)

i : 採掘時、採掘後工程

(iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出係数

(i) 定義

露天掘炭坑における石炭採掘及び採掘後工程に石炭 1 t から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)。

(ii) 設定方法

石炭採掘においては、採掘時と採掘後工程に CH<sub>4</sub> が排出される。

石炭の露天掘については、CH<sub>4</sub> 排出量の測定方法が確立されていないことから、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値に基づく値を用いる。

また、デフォルト値は上限値及び下限値が示されているが、わが国の排出実態が明らかでな

いため、デフォルト値の中間値（採掘時：0.77 kg-CH<sub>4</sub>/t, 採掘後工程：0.067 kg-CH<sub>4</sub>/t）を用いることとする。

表 11 1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおける石炭関連の排出係数

	m <sup>3</sup> /t <sup>**</sup>	Conversion Factor <sup>**</sup> (Gg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	kg-CH <sub>4</sub> /t <sup>*</sup>
採掘時 (mining [surface])	0.3 – 2.0	0.67	0.2 – 1.34 (中間値:0.77)
採掘後工程 (post-mining [surface])	0 – 0.2	0.67	0 – 0.134 (中間値:0.067)

\* : \*\* から算出

\*\* : 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに記載されている項目

### (iii) 排出係数の推移

露天掘炭坑における採掘時及び採掘後工程の CH<sub>4</sub> 排出係数は全年において一定とする。

表 12 露天掘炭坑における採掘時及び採掘後工程における排出係数

	単位	排出係数
採掘時	kg-CH <sub>4</sub> /t	0.77
採掘後工程	kg-CH <sub>4</sub> /t	0.067

### (iv) 排出係数の出典

表 13 排出係数の出典

データ	出典
露天掘における採掘時及び採掘後工程の排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン page 1.108 ~ 1.110

### (v) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

## 4) 活動量

### (i) 定義

露天掘炭坑により採掘された石炭の生産量 (t)

### (ii) 活動量の把握方法

1990 ~ 2000 年度における露天掘炭坑からの石炭生産量は、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」に示された「露天掘生産量」を採用する。2001 年に統計項目が廃止されたため、2001 年度以降は (財) 石炭エネルギーセンター提供データに示された値を用いる。

(iii) 活動量の推移

1990～2003年度における露天掘炭坑における石炭の生産量は以下の通り。

表 14 露天掘炭坑における石炭生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
露天掘生産量	t	1,205,320	1,149,231	841,426	814,358	784,253	695,262	644,732

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
露天掘生産量	t	662,181	567,977	587,450	609,813	742,264	550,639	616,114

(iv) 活動量の出典

表 15 活動量の出典 (1990～2000年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている 最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	露天掘炭坑における石炭生産量(1990～2000年度)

表 16 活動量の出典 (2001～2003年度)

資料名	(財)石炭エネルギーセンター提供データ
発行日	なし
記載されている 最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	露天掘炭坑における石炭生産量(2001～2003年度)

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 17 露天掘炭坑における採掘時及び採掘後工程のCH<sub>4</sub>排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
採掘時	Gg-CH <sub>4</sub>	0.93	0.89	0.65	0.63	0.60	0.54	0.50
採掘後工程	Gg-CH <sub>4</sub>	0.08	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04
合計	Gg-CH <sub>4</sub>	1.01	0.96	0.70	0.68	0.66	0.58	0.54

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
採掘時	Gg-CH <sub>4</sub>	0.51	0.44	0.45	0.47	0.57	0.42	0.47
採掘後工程	Gg-CH <sub>4</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04
合計	Gg-CH <sub>4</sub>	0.55	0.48	0.49	0.51	0.62	0.46	0.52

6) その他特記事項

特になし。

7) 不確実性評価

(i) 排出係数

(ア) 評価方針

排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000)に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000)に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因としては、以下の4点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 活動区域の変動による誤差
- ・ 温度変化に伴う誤差
- ・ 流速分布の不連続性による誤差

(イ) 評価結果

露天掘における CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性は、採掘時、採掘後工程ともに 200%である。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ii) 活動量

(ア) 評価方針

「坑内掘 (1.B.a.i.) CH<sub>4</sub>」と同様。

(イ) 評価結果

「坑内掘 (1.B.a.i.) CH<sub>4</sub>」と同様。

(ウ) 評価方法の課題

「坑内掘 (1.B.a.i.) CH<sub>4</sub>」と同様。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 18 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
採掘時	0.77 kg-CH <sub>4</sub> /t	200%	616,114 t	10%	0.47 Gg-CH <sub>4</sub>	200%
採掘後工程	0.067 kg-CH <sub>4</sub> /t	200%		10%	0.04 Gg-CH <sub>4</sub>	200%

8) 今後の調査方針

特になし。

固体燃料転換 (1.B.1.b.) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

わが国において、固体燃料転換にあたる活動は、練炭の製造であると考えられる。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>, 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いないため、現状では排出量の算定はできない。また、固体燃料転換に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出に関しては、デフォルト値もないことから「NE」と報告する。

(2) 石油及び天然ガス (1.B.2)

石油 (1.B.2.a.)

(a) 試掘 (1.B.2.a.i.) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

1) 背景

油田及びガス田の試掘時及び生産開始前のテスト時に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O が漏出する。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

油田及びガス田の試掘時の漏出及び生産開始前のテスト時に漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の量。

(ii) 算定方法の選択

試掘時及び生産開始前のテスト時については、GPG (2000) のデシジョンツリーに従い、Tier1 により CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出量の算定を行う。試掘時については試掘井数<sup>1</sup>、生産開始前のテスト時については試油試ガステストを実施した坑井数に排出係数を乗じて算出する。

(iii) 算定式

$$E = \sum EF_i * A_i$$

<sup>1</sup> 試掘井：油田及びガス田を開発するために原油、ガスの存在を確認するために掘削される坑井。

- E : 坑井から漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出量 (Gg-GHG)
- EF<sub>i</sub> : 排出係数 (Gg-GHG/井数)
- A<sub>i</sub> : 井数
- i : 試掘時、テスト時

(iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出係数

(i) 定義

1本の試掘井・試油試ガステストを実施した坑井から1年間に漏出する温室効果ガスの量 (Gg)。

(ii) 設定方法

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

(iii) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 19 試掘井・試油試ガステスト井の排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
試掘井 (Drilling)	Gg-GHG/井数	2.8*10 <sup>-8</sup>	4.3*10 <sup>-7</sup>	0
試油試ガステスト井 (Testing)	Gg-GHG/井数	5.7*10 <sup>-3</sup>	2.7*10 <sup>-4</sup>	6.8*10 <sup>-8</sup>

(iv) 排出係数の出典

表 20 排出係数の出典

データ	出典
試掘井、試油試ガステストを実施した坑井の排出係数	GPG (2000) p.2.86 table 2.16

(v) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田及びガス田から産出される原油及び天然ガスとわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

#### 4) 活動量

##### (i) 定義

###### (ア) 試掘井

油田及びガス田の試掘井数。

###### (イ) 試油試ガステスト井

試油試ガステストを実施した坑井数。

##### (ii) 活動量の把握方法

###### (ア) 試掘井

試掘井については、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」に示された値を用いる。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

###### (イ) 試油試ガステスト井

試油試ガステストを実施した坑井数については、統計的に把握することが困難であり、また、試油試ガステストを実施しても成功井とならない坑井もある。このため、試油試ガステストを実施した坑井数については、天然ガス鉱業会「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採用する。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

##### (iii) 活動量の推移

1990～2003年度における試掘井数及び試油試ガステストを実施した坑井数は以下の通り。

表 21 試掘井数及び試油試ガステストを実施した坑井数の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
試掘井数	本	8	10	8	10	7	7	7
成功井数	本	1	2	5	5	3	3	3
試油試ガステスト を実施した坑井数	本	5	6	7	8	5	5	5

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
試掘井数	本	10	7	8	6	6	6	2
成功井数	本	5	2	3	4	3	2	5
試油試ガステスト を実施した坑井数	本	8	5	6	5	5	4	4



## (iv) 活動量の出典

表 22 活動量の出典

資料名	「天然ガス資料年報」(天然ガス鉱業会) 1990～2003年度分
発行日	～2005年3月31日
記載されている 最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	試掘井数、成功井数(1990～2003年度のデータ)

## (v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

## 5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下に示す。

表 23 試掘時、試油試ガステスト時における CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
試掘時	Gg-CO <sub>2</sub>	2.2*10 <sup>-7</sup>	2.8*10 <sup>-7</sup>	2.2*10 <sup>-7</sup>	2.8*10 <sup>-7</sup>	2.0*10 <sup>-7</sup>	2.0*10 <sup>-7</sup>	2.0*10 <sup>-7</sup>
テスト時	Gg-CO <sub>2</sub>	0.026	0.034	0.037	0.043	0.029	0.029	0.029
合計	Gg-CO <sub>2</sub>	0.026	0.034	0.037	0.043	0.029	0.029	0.029

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
試掘時	Gg-CO <sub>2</sub>	2.8*10 <sup>-7</sup>	2.0*10 <sup>-7</sup>	2.2*10 <sup>-7</sup>	1.7*10 <sup>-7</sup>	1.7*10 <sup>-7</sup>	1.7*10 <sup>-7</sup>	5.6*10 <sup>-8</sup>
テスト時	Gg-CO <sub>2</sub>	0.043	0.026	0.031	0.029	0.026	0.023	0.020
合計	Gg-CO <sub>2</sub>	0.043	0.026	0.031	0.029	0.026	0.023	0.020

表 24 試掘時、試油試ガステスト時における CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
試掘時	Gg-CH <sub>4</sub>	3.4*10 <sup>-6</sup>	4.3*10 <sup>-6</sup>	3.4*10 <sup>-6</sup>	4.3*10 <sup>-6</sup>	3.0*10 <sup>-6</sup>	3.0*10 <sup>-6</sup>	3.0*10 <sup>-6</sup>
テスト時	Gg-CH <sub>4</sub>	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
合計	Gg-CH <sub>4</sub>	1.2*10 <sup>-3</sup>	1.6*10 <sup>-3</sup>	1.8*10 <sup>-3</sup>	2.0*10 <sup>-3</sup>	1.4*10 <sup>-3</sup>	1.4*10 <sup>-3</sup>	1.4*10 <sup>-3</sup>

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
試掘時	Gg-CH <sub>4</sub>	4.3*10 <sup>-6</sup>	3.0*10 <sup>-6</sup>	3.4*10 <sup>-6</sup>	2.6*10 <sup>-6</sup>	2.6*10 <sup>-6</sup>	2.6*10 <sup>-6</sup>	8.6*10 <sup>-7</sup>
テスト時	Gg-CH <sub>4</sub>	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
合計	Gg-CH <sub>4</sub>	2.0*10 <sup>-3</sup>	1.2*10 <sup>-3</sup>	1.5*10 <sup>-3</sup>	1.4*10 <sup>-3</sup>	1.2*10 <sup>-3</sup>	1.1*10 <sup>-3</sup>	9.5*10 <sup>-4</sup>

表 25 試掘時、試油試ガステスト時における N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
試掘時	Gg-N <sub>2</sub> O	0	0	0	0	0	0	0
テスト時	Gg-N <sub>2</sub> O	3.1*10 <sup>-7</sup>	4.1*10 <sup>-7</sup>	4.4*10 <sup>-7</sup>	5.1*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>
合計	Gg-N <sub>2</sub> O	3.1*10 <sup>-7</sup>	4.1*10 <sup>-7</sup>	4.4*10 <sup>-7</sup>	5.1*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
試掘時	Gg-N <sub>2</sub> O	0	0	0	0	0	0	0
テスト時	Gg-N <sub>2</sub> O	5.1*10 <sup>-7</sup>	3.1*10 <sup>-7</sup>	3.7*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>	3.1*10 <sup>-7</sup>	2.7*10 <sup>-7</sup>	2.4*10 <sup>-7</sup>
合計	Gg-N <sub>2</sub> O	5.1*10 <sup>-7</sup>	3.1*10 <sup>-7</sup>	3.7*10 <sup>-7</sup>	3.4*10 <sup>-7</sup>	3.1*10 <sup>-7</sup>	2.7*10 <sup>-7</sup>	2.4*10 <sup>-7</sup>

## 6) その他特記事項

特になし。

## 7) 不確実性評価

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

油田及びガス田の試掘に伴う燃料からの漏出の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出係数は、すべて GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

#### (イ) 評価結果

油田及びガス田の試掘に伴う燃料からの漏出の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

油田及びガス田の試掘に伴う漏出の活動量は、「天然ガス資料年報」に基づく国内の油・ガス田の試掘井及び成功井の値を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

#### (イ) 評価結果

「天然ガス資料年報」は統計法に基づかない業界独自の統計であり、全ての事業者が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 10% を採用する。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 26 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub> 試掘時	2.8*10 <sup>-8</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /本	25%	試掘井 2 本	10%	1.7*10 <sup>-7</sup> Gg-CO <sub>2</sub>	27%
CO <sub>2</sub> テスト時	5.7*10 <sup>-3</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /本	25%	試掘井 2 本	10%	0.020 Gg-CO <sub>2</sub>	27%
			成功井 5 本			
CH <sub>4</sub> 試掘時	4.3*10 <sup>-7</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /本	25%	試掘井 2 本	10%	2.6*10 <sup>-6</sup> Gg-CH <sub>4</sub>	27%
CH <sub>4</sub> テスト時	2.7*10 <sup>-4</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /本	25%	試掘井 2 本	10%	0.001 Gg-CH <sub>4</sub>	27%
			成功井 5 本			
N <sub>2</sub> Oテスト時	6.8*10 <sup>-4</sup> Gg-N <sub>2</sub> O/本	25%	試掘井 2 本	10%	2.7*10 <sup>-7</sup> Gg-N <sub>2</sub> O	27%
			成功井 5 本			

8) 今後の調査方針

特になし。

(b) 生産 (1.B.2.a.ii.)

1) 生産時 (1.B.2.a.ii.) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

(i) 背景

原油の生産時に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法

(ア) 算定の対象

原油生産時に漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量。

(イ) 算定方法の選択

原油生産に伴う排出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量の算定を行う。

(ウ) 算定式

原油生産時の漏出については、原油生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E : 原油の生産に伴い漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/1,000m<sup>3</sup>)

A : 原油生産量 (1,000kl)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

国内における原油 1,000 m<sup>3</sup> の生産に伴い漏出する CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の量 (Gg)。

(イ) 設定方法

原油生産時の漏出については、GPG (2000)に示された排出係数を使用する。なお、原油生産時の漏出の CH<sub>4</sub> の排出係数については、デフォルト値の中間値を用いる。また、N<sub>2</sub>O のデフォルト値は「0」のため算定対象外とする。

(ウ) 排出係数の推移

排出係数は、全年においてデフォルト値を使用する。

表 27 原油生産に伴う排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
原油生産時の漏出	Gg/1,000m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	2.7*10 <sup>-4</sup>	1.45*10 <sup>-3</sup> <sup>2)</sup>	0

1) m<sup>3</sup>=kl

2) デフォルト値は、1.4\*10<sup>-3</sup> ~ 1.5\*10<sup>-3</sup>

(I) 排出係数の出典

表 28 排出係数の出典

データ	出典
原油生産時の排出係数	GPG (2000)page 2.86 table 2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田から産出される原油とわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

わが国における原油の生産量 (1,000 kl)。ただしコンデンセートは含まない。

(イ) 活動量の把握方法

わが国における原油の生産量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」

及び「資源・エネルギー統計年報」に示されたわが国における原油生産量を用いる。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003年度における原油生産量の推移は以下の通り。

表 29 原油生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	420	667	717	657	624	623	601

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	575	497	427	386	334	295	344

(I) 活動量の出典

表 30 活動量の出典 (1990～2000年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている 最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	原油生産量(1990～2000年度)

表 31 活動量の出典 (2001～2003年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003年度分
発行日	～2004年7月15日
記載されている 最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	原油生産量(2001～2003年度)

(オ) 活動量の課題

特になし。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 32 生産時における CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.11	0.18	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.61	0.97	1.04	0.95	0.90	0.90	0.87

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.16	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.09
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.83	0.72	0.62	0.56	0.48	0.43	0.50

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

(ア) 排出係数

i) 評価方針

原油生産時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

ii) 評価結果

原油生産時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(イ) 活動量

i) 評価方針

原油の生産に伴う漏出の活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」に基づく原油の生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

ii) 評価結果

「エネルギー生産・需給統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号) 等の結果を公表するものであり、原油の生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 33 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	2.7*10 <sup>-4</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /1,000kl	25%	830 1,000kl	5%	0.22 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	1.45*10 <sup>-3</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /1,000kl	25%		5%	1.20 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

2) 点検時 (1.B.2.a.ii.) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

(i) 背景

稼働中の油田の点検時に測定器を井中に下ろす際に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法

(ア) 算定の対象

油田生産井の点検時に漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量。

(イ) 算定方法の選択

油田生産井の点検に伴う漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量の算定を行う。

(ウ) 算定式

原油生産井の点検時の漏出については、原油生産井数に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

- E : 原油生産井の点検時に排出される CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量
- EF : 排出係数 (Gg-GHG/本)
- A : 坑井数 (本)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

生産井の点検の際に1本あたりから1年間に排出されるCO<sub>2</sub>及びCH<sub>4</sub>の量(Gg)

(イ) 設定方法

油田生産井の点検に伴う漏出については、GPG(2000)に示された排出係数を使用する。なお、N<sub>2</sub>Oのデフォルト値は「0」のため算定対象外とする。

(ウ) 排出係数の推移

排出係数は、全年においてデフォルト値を使用する。

表 34 原油生産井の点検に伴う漏出の排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
生産井	Gg/坑井数	4.8*10 <sup>-7</sup>	6.4*10 <sup>-5</sup>	0

(I) 排出係数の出典

表 35 排出係数の出典

データ	出典
点検時の排出係数	GPG(2000) page 2.86 table 2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田から産出される原油とわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

わが国における原油生産井数(本)

(イ) 活動量の把握方法

わが国における原油生産井数については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」に示された各年の5月末の坑井数を用いた。生産井は、需要に合わせて生産停止、再開を行う油田があるため、通年では坑井数の増減があり一年を通して一定ではない。冬の需要期を挟んだ10月～5月頃が平均と考えられるため、各年の5月末の坑井数を当該年の代表値として採用している。



(ウ) 活動量の推移

1990～2003 年度における原油生産井数の推移は以下の通り。2002 年以降は生産井数の統計項目が廃止されたため、2002 年度以降は 2001 年度と同じ値を使用している。

表 36 原油生産井数の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
生産井数	本	691	671	667	647	564	518	329

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
生産井数	本	322	310	305	279	247	247	247

(I) 活動量の出典

表 37 活動量の出典

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2001 年のデータ
対象データ	生産井数 (1990～2001 年度)

(オ) 活動量の課題

- ・ 天然ガス鉱業会が原油・天然ガスの生産井数データを把握しており、2002 年の原油・天然ガスの生産井数の比を用いて原油・天然ガス別の生産井数を推計することが可能である。この推計手法について、データの継続性、正確性の観点からその妥当性を検討する。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 38 油田点検時の CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

(ア) 排出係数

「原油生産時の漏出 (1.B.2.a.ii.) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>」に同じ。

(イ) 活動量

i) 評価方針

油田点検時の漏出の活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」に基づく原油月末坑井数を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成14年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

ii) 評価結果

「エネルギー生産・需給統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第11号)等の結果を公表するものであり、原油の生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成14年度検討会が設定した不確実性の値として5%を採用する。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 39 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	4.8*10 <sup>-7</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /本	25%	247 本	5%	0.0001 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	6.4*10 <sup>-5</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /本	25%		5%	0.02 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

(c) 輸送 (1.B.2.a.iii)

1) 原油の輸送 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

(i) 背景

原油をパイプライン、ローリー、タンク貨車等で製油所へ輸送する際に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法

(A) 算定の対象

海上輸送分は全量パイプライン輸送であり輸送に伴う漏出はないものと考えられるため、ここでは陸上での輸送時の漏出を算定対象とする。また、陸上輸送分はパイプライン、ローリー、タンク貨車など幾つかの手段で輸送されているが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。

(1) 算定方法の選択

輸送時の漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量を算定する。

(ウ) 算定式

原油の生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E : 原油の輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/1,000kl)

A : 原油の生産量 (1,000 kl)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(A) 定義

国内における原油 1,000 kl の輸送に伴い漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量 (Gg)

(1) 設定方法

GPG (2000)に示された「タンクローリー及びタンク貨車」の排出係数のデフォルト値を用いる。

(ウ) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 40 原油輸送時に伴う CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の排出係数

	単位	排出係数
CO <sub>2</sub>	Gg-CO <sub>2</sub> /10 <sup>3</sup> kl	2.3*10 <sup>-6</sup>
CH <sub>4</sub>	Gg-CH <sub>4</sub> /10 <sup>3</sup> kl	2.5*10 <sup>-5</sup>

(I) 排出係数の出典

表 41 排出係数の出典

データ	出典
原油輸送時の CO <sub>2</sub> 及び CH <sub>4</sub> の排出係数	GPG (2000)page 2.87 table 2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

1.000kl で表した国内で産出される原油の量 (コンデンセートは含まない)。

(イ) 活動量の把握方法

国内で産出される原油の量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示されたわが国における原油生産量を用いる。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003 年度における原油量は以下の通り。

表 42 原油の生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	420	667	717	657	624	623	601

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	575	497	427	386	334	295	344

(I) 活動量の出典

表 43 活動量の出典 (1990～2000 年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2000 年度のデータ

対象データ	原油生産量（1990～2000年度）
-------	--------------------

表 44 活動量の出典（2001～2003年度）

資料名	「資源・エネルギー統計年報」（経済産業省） 2002～2003年度分
発行日	～2004年7月15日
記載されている 最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	原油生産量（2001～2003年度）

(オ) 活動量の課題

- ・ 特になし。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 45 原油の輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> の排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
CH <sub>4</sub> の排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.011	0.017	0.018	0.016	0.016	0.016	0.015

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> の排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CH <sub>4</sub> の排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.014	0.012	0.011	0.010	0.008	0.007	0.009

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

(ア) 排出係数

i) 評価方針

原油の輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

ii) 評価結果

原油の輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(イ) 活動量

i) 評価方針

原油の輸送に伴う漏出の活動量は、「資源・エネルギー統計年報」に基づく原油の生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

ii) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、原油の生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 46 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	$2.3 \times 10^{-6} \text{ Gg-CO}_2/10^3 \text{ kl}$	25%	344*10 <sup>3</sup> kl	5%	0.001 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	$2.5 \times 10^{-5} \text{ Gg-CH}_4/10^3 \text{ kl}$	25%		5%	0.009 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

## 2) コンデンセートの輸送 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

### (i) 背景

コンデンセートを輸送する際に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が漏出する。

### (ii) 算定方法

#### (ア) 算定の対象

輸送されるコンデンセートからの漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量。

#### (イ) 算定方法の選択

コンデンセートの輸送時の漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量を算定する。

#### (ウ) 算定式

コンデンセートの生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E : コンデンセートの輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/1,000 m<sup>3</sup>)

A : コンデンセートの生産量 (1,000 kl)

#### (I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

### (iii) 排出係数

#### (ア) 定義

国内におけるコンデンセート 1,000 m<sup>3</sup> の輸送に伴い漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量 (Gg)

#### (イ) 設定方法

GPG (2000)に示された排出係数のデフォルト値を用いる。

#### (ウ) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 47 コンデンセート輸送時に伴う CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の排出係数

	単位	排出係数
CO <sub>2</sub>	Gg-CO <sub>2</sub> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	7.2*10 <sup>-6</sup>
CH <sub>4</sub>	Gg-CH <sub>4</sub> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	1.1*10 <sup>-4</sup>

(I) 排出係数の出典

表 48 排出係数の出典

データ	出典
コンデンセート輸送時のCO <sub>2</sub> 及びCH <sub>4</sub> の排出係数	GPG (2000)page 2.86 table 2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

国内で産出されるコンデンセートの量 (1,000 kl)

(イ) 活動量の把握方法

国内で産出されるコンデンセートの量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示されたわが国におけるコンデンセート生産量を用いる。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003年度におけるコンデンセート量は以下の通り。

表 49 コンデンセートの生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
コンデンセート生産量	10 <sup>3</sup> kl	234	279	264	242	239	243	233

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
コンデンセート生産量	10 <sup>3</sup> kl	266	276	301	375	399	461	487

(I) 活動量の出典

表 50 活動量の出典 (1990～2000年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	コンデンセート生産量(1990～2000年度)

表 51 活動量の出典 (2001～2003年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003年度分
-----	---------------------------------------



発行日	～2004年7月15日
記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	コンデンセート生産量（2001～2003年度）

(オ) 活動量の課題

- ・ 特になし。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 52 コンデンセートの輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> の排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
CH <sub>4</sub> の排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.026	0.031	0.029	0.027	0.026	0.027	0.026

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> の排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004
CH <sub>4</sub> の排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.029	0.030	0.033	0.041	0.044	0.051	0.054

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

(ア) 排出係数

i) 評価方針

コンデンセートの輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

ii) 評価結果

コンデンセートの輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(イ) 活動量

i) 評価方針

コンデンセートの輸送に伴う漏出の活動量は、「資源・エネルギー統計年報」に基づく原油の生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

ii) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、コンデンセートの生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 53 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	$7.2 \times 10^{-6}$ Gg-CO <sub>2</sub> /10 <sup>3</sup> kl	25%	487*10 <sup>3</sup> kl	5%	0.004 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	$1.1 \times 10^{-4}$ Gg-CH <sub>4</sub> /10 <sup>3</sup> kl	25%		5%	0.054 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

(d) 精製及び貯蔵 (1.B.2.a.iv) CO<sub>2</sub>

わが国では原油及び NGL の精製及び貯蔵は行われており、原油中に 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しないため現状で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。

(e) 精製及び貯蔵 (1.B.2.a.iv) CH<sub>4</sub>

1) 背景

石油精製所で原油精製及び貯蔵する際に CH<sub>4</sub> が漏出する。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

原油の精製・貯蔵に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量。

(ii) 算定方法の選択

精製時及び貯蔵時の漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて排出量の算定を行う。ただし、貯蔵時の漏出については、わが国独自の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。

(iii) 算定式

精製された原油の量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = \sum EF_i * A$$

E : 原油の精製時及び貯蔵時に漏出する CH<sub>4</sub> の量

EF<sub>i</sub> : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/PJ)

A : 精製された原油の量 (PJ)

i : 精製時、貯蔵時

(iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出係数

(i) 定義

原油 1 PJ の精製、貯蔵に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(ii) 設定方法

(ア) 原油の精製

原油の精製については、わが国独自の排出係数が存在しないため、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いることとする。

また、デフォルト値は上限値及び下限値が示されているが、わが国においては、原油精製時に CH<sub>4</sub> の漏出は通常運転時には起こり得ないため、原油精製に伴う CH<sub>4</sub> の排出は非常に少量であると考えられる。このことから当該排出源の排出係数としてデフォルト値の下限値を用いることとする。

表 54 1996年改訂 IPCC ガイドラインにおける原油の排出係数

	kg-CH <sub>4</sub> /PJ
原油の精製 (Crude Oil Transportation, Storage and Refining/Refining/Oil Refined)	90

: デフォルト値は 90 ~ 1,400

(イ) 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。わが国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、CH<sub>4</sub> の漏出量は非常に少ないと考えられる。CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> の漏出が起こる場合がある。

石油連盟では浮屋根貯蔵タンクの模型を作成して壁面からの CH<sub>4</sub> 蒸発に関する実験を行い、その結果に基づき、CH<sub>4</sub> 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 t/年 (1998 年度)) を低位発熱量に換算した活動量で除して排出係数を設定する。

表 55 原油貯蔵施設の概要

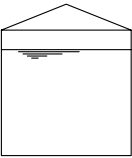
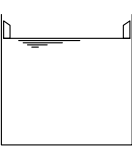
タンクの形式	形状	油蒸気の大気中への拡散
固定屋根タンク		油蒸気の大気中への拡散大 ・貯蔵液面と屋根との空間に、常時油蒸気が充満しており、外気温度の変化や油の出し入れにより油蒸気が拡散する。
浮屋根タンク		油蒸気の大気中への拡散微少 ・貯蔵液表面に密着して浮き屋根を設けているため、油蒸気の充満が無くほとんど大気中に拡散しない。

表 56 原油の貯蔵に関わる排出係数

CH <sub>4</sub> 排出量 (kg-CH <sub>4</sub> /y)	原油の石油精製業への投入量 (PJ : GCV ベース)	原油の石油精製業への投入量 (PJ : NCV ベース) *	排出係数 (kg-CH <sub>4</sub> /PJ)
7,000	9,921	9,425	0.7427

\* NCV = 0.95×GCV として換算

(iii) 排出係数の推移

原油の精製及び貯蔵の排出係数は一定とする。

表 57 原油の貯蔵・精製における CH<sub>4</sub> の排出係数

	単位	排出係数
精製	kg-CH <sub>4</sub> /PJ	90
貯蔵	kg-CH <sub>4</sub> /PJ	0.7427

(iv) 排出係数の出典

原油の貯蔵の排出係数については、石油連盟「『石油業界の地球環境保全自主行動計画』フォローアップ」(1999年9月)に示されている CH<sub>4</sub> 排出量から逆算して推計した。

表 58 排出係数の出典

データ	出典
原油の精製の排出係数	1996年改訂 IPCC ガイドライン p.1.121 table 1-58

(v) 排出係数の課題

- ・ わが国の場合、原油精製時の通常運転時に CH<sub>4</sub> の漏出は起こり得ないため、原油精製に伴う CH<sub>4</sub> の排出は非常に少量であると考えられる。しかし、わが国独自の排出係数を設定するための実測データが存在しないため、新たな排出係数を設定するためには関連業界等から設定根拠となる情報を入手するか実測する必要がある。

4) 活動量

(i) 定義

国内で精製された原油・NGL の量 (PJ)。

(ii) 活動量の把握方法

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

(iii) 活動量の推移

1990～2003 年度における原油、NGL の精製量は以下の通り。

表 59 活動量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
原油、NGL精製量	PJ:NCV	7,888	7,979	8,592	8,779	9,216	9,047	9,010

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
原油、NGL精製量	PJ:NCV	9,292	8,888	8,715	8,892	8,458	8,486	8,593

(iv) 活動量の出典

表 60 活動量の出典

資料名	「総合エネルギー統計」(資源エネルギー庁) 1990～2003年度分
発行日	2005年2月15日
記載されている 最新のデータ	2003年度
対象データ	原油、NGLの精製量 (1990～2003年度) 行番号 #2610

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 61 原油の精製及び貯蔵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
精製	Gg-CH <sub>4</sub>	0.71	0.72	0.77	0.79	0.83	0.81	0.81
貯蔵	Gg-CH <sub>4</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
計	Gg-CH <sub>4</sub>	0.72	0.72	0.78	0.80	0.84	0.82	0.82

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
精製	Gg-CH <sub>4</sub>	0.84	0.80	0.78	0.80	0.76	0.76	0.77
貯蔵	Gg-CH <sub>4</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
計	Gg-CH <sub>4</sub>	0.84	0.81	0.79	0.81	0.77	0.77	0.78

6) その他特記事項

特になし。

## 7) 不確実性評価

### a) 原油及び NGL の精製に伴う漏出

#### (i) 排出係数

##### (ア) 評価方針

原油及び NGL の精製に伴う CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

##### (イ) 評価結果

原油及び NGL の精製に伴う CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、25% である。

##### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

#### (ii) 活動量

原油及び NGL の精製に伴う漏出の活動量と、原油及び NGL の貯蔵に伴う漏出の活動量は同じ値を採用しているため、以下に一括して不確実性評価の内容を示す。

##### (ア) 評価方針

原油及び NGL の精製及び貯蔵に伴う燃料からの漏出の活動量は、「総合エネルギー統計」に基づく国内で精製及び貯蔵された PJ (高位発熱量) で表した原油の量を低位発熱量に換算した値を採用している。

当該統計については、燃料分野 (1A) で活動量の不確実性の評価を行っているので、その結果を採用する。

また、排出量は以下の式で算出され、活動量は  $A = (A_1 + A_2)$  と表されることから、活動量の不確実性の合成方法に従い、原油及び NGL それぞれの不確実性を合成することとする。

$$E = EF * (A_1 + A_2)$$

E : 原油及び NGL の精製及び貯蔵に伴う燃料からの CH<sub>4</sub> の漏出量

EF : 排出係数

A<sub>1</sub> : 原油の精製及び貯蔵量

A<sub>2</sub> : NGL の精製及び貯蔵量

(イ) 評価結果

原油及び NGL の精製及び貯蔵に伴う燃料からの漏出の活動量の燃料種ごとの不確実性は、表 62の通り原油：0.9%、NGL：0.9%である<sup>2</sup>。

活動量の不確実性は、以下の式により合成する。

$$U_{A-total} = \frac{\sqrt{(U_{A1} * A_1)^2 + (U_{A2} * A_2)^2}}{A_1 + A_2}$$

$U_{An}$  : 要素 $A_n$ の不確実性 (%)

上記式より算出した活動量の不確実性の合成結果は表 62に示す通りである。

表 62 原油及び NGL の精製に伴う燃料からの漏出の活動量の不確実性の評価結果

	精製された量 $A_i$	不確実性 $U_{ai}$ 注1)	$(U_{ai} * A_i)^2$	合成後の 不確実性
原油	8,447 PJ	0.9%	5,780	0.9%
NGL	146 PJ	0.9%	2	

注 1 ) 統合報告書 (燃料の燃焼分野) 算定値

よって原油及び NGL の精製及び貯蔵に伴う燃料からの漏出の活動量の不確実性は、0.9%である。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 活動量の不確実性は、燃料分野において算出された不確実性を合成して求めているが、これはエネルギーバランス表全体の不確実性を各燃料種に均等に割り当てた結果を基に算出した不確実性であることから、原油及び NGL の不確実性が個別に評価できる場合には、個別に評価した不確実性を合成して不確実性を求めることが望ましいと考えられる。

(iii) 排出量

原油及び NGL の精製に伴う排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 63 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の 不確実性	活動量	活動量の 不確実性	排出量	排出量の 不確実性
90 kg-CH <sub>4</sub> /PJ	25%	8,593 PJ	0.9%	0.77 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

<sup>2</sup> 燃料種毎の不確実性は、エネルギーバランス表全体の不確実性を各燃料種に均等に割り当てて算出している。



## b) 原油及び NGL の貯蔵に伴う漏出

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

原油及び NGL の貯蔵に伴う CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、模型を用いた実験に基づく値を採用している。

排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、実測データが得られていないことから、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

#### (イ) 評価結果

原油及び NGL の貯蔵に伴う燃料からの漏出の排出係数の不確実性は、25% である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (ii) 活動量

「原油及び NGL の精製に伴う漏出」に同じ。

### (iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 64 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.74 kg-CH <sub>4</sub> /PJ	25%	8,593 PJ	0.9%	0.01 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

## 8) 今後の調査方針

関連業界から原油の精製時の CH<sub>4</sub> 排出状況についての情報が提示された場合には、必要に応じて排出係数の見直しを検討する。

### (f) 供給 (1.B.2.a.v) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

わが国では石油製品の供給は行われており、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で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。

天然ガス (1B.2.b.)

(a) 試掘 (1B.2.b.-) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

わが国ではガス田の試掘は行われており、当該活動による CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出はあり得る。しかし、試掘する以前に油田とガス田を区別することが困難なため、既に排出量が算定されている「(1B.2.a.i.) 油田の試掘に伴う漏出 (exploration)」に一括して計上することとし、「IE」として報告する。

(b) 生産及び処理 (1B.2.b.i.)

1) 天然ガス生産時 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

(i) 背景

天然ガスの生産時に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法

(A) 算定の対象

天然ガスの生産時に漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量。

(I) 算定方法の選択

天然ガスの生産時の漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。

(U) 算定式

天然ガスの生産量に排出係数を乗じて算出する。

$$E = EF * A$$

E : 天然ガスの生産に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

A : 天然ガスの生産量 (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

国内における天然ガス  $10^6\text{m}^3$  の生産に伴い漏出する  $\text{CO}_2$  及び  $\text{CH}_4$  の量 (Gg)

(イ) 設定方法

わが国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000)に示されたデフォルト値を採用する。ただし、 $\text{CH}_4$  については中間値を採用する。

(ウ) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 65 天然ガス生産時の漏出の排出係数

	単位	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2\text{O}^{2)}$
天然ガス生産 (漏出)	Gg/ $10^6\text{m}^3$	$9.5*10^{-5}$	$2.75*10^{-3\ 1)}$	0

- 1) デフォルト値は、 $2.6*10^{-3} \sim 2.9*10^{-3}$
- 2) デフォルト値が「0」のため算定対象外としている。

(I) 排出係数の出典

表 66 排出係数の出典

データ	出典
天然ガス生産時の漏出の排出係数	GPG (2000) p2.86 table2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田及びガス田から産出される天然ガスとわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

国内で産出される天然ガスの量 ( $10^6\text{m}^3$ )

(イ) 活動量の把握方法

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された天然ガスの生産量を用いる。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003 年度における天然ガスの生産量は以下の通り。

表 67 天然ガスの生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガス生産量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,066	2,173	2,155	2,229	2,272	2,237	2,209

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガス生産量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,301	2,297	2,313	2,499	2,466	2,752	2,814

(I) 活動量の出典

表 68 活動量の出典 (1990～2000 年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2000 年度のデータ
対象データ	天然ガス生産量 (1990～2000 年度)

表 69 活動量の出典 (2001～2003 年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003 年度分
発行日	～2004 年 7 月 15 日
記載されている 最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	天然ガス生産量 (2001～2003 年度)

(オ) 活動量の課題

- ・ 特になし。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 70 天然ガス生産時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.20	0.21	0.20	0.21	0.22	0.21	0.21
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	5.68	5.98	5.93	6.13	6.25	6.15	6.08

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.22	0.22	0.22	0.24	0.23	0.26	0.27
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	6.33	6.32	6.36	6.87	6.78	7.57	7.74

(vi) その他特記事項

特になし。

(vii) 不確実性評価

(7) 排出係数

i) 評価方法

天然ガス生産時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgement) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

ii) 評価結果

天然ガス生産時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(4) 活動量

i) 評価方法

天然ガス生産時の漏出の活動量は、「資源・エネルギー統計年報」に基づく天然ガス生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

ii) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号) 等の結果を公表するものであり、天然ガスの生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 71 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	9.5*10 <sup>-5</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%	2,814 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	5%	0.27 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	2.75*10 <sup>-3</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%		5%	7.74 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

2) ガス田点検時の漏出 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

(i) 背景

稼働中のガス田において点検時に測定器を井中に降ろす際に CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法

(ア) 算定の対象

稼働中のガス田において点検時に漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量。

(イ) 算定方法の選択

天然ガス生産井の点検時の漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。

(ウ) 算定式

生産井の坑井数に排出係数を乗じて算出する。

$$E = EF * A$$

E : 天然ガス生産井の点検時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/本)

A : 生産井数 (本)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

点検時に天然ガス生産井 1 本から 1 年間に排出される CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の量 (Gg)。

(イ) 設定方法

活動量あたりの排出量の変動はあると考えられるが、わが国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000)に示されたデフォルト値を採用する。

(ウ) 排出係数の推移

天然ガス生産井の点検時の漏出の排出係数は一定とする。

表 72 天然ガスの生産井の点検時の排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
生産井の点検時 ( Servicing )	Gg-GHG	4.8*10 <sup>-7</sup>	6.4*10 <sup>-5</sup>	0

(エ) 排出係数の出典

表 73 排出係数の出典

データ	出典
ガス田点検時の漏出の排出係数	GPG (2000) p2.86 table2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田及びガス田から産出される天然ガスとわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

国内の生産井の坑井の数 (井数)。

(イ) 活動量の把握方法

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」に示された天然ガスの生産井数を使用する。なお、生産井は、需要に合わせて生産停止、再開を行うガス田があるため、通年では増減があり、一年を通して一定ではない。冬の需要期を挟んで 5 月及び 10 月頃が平均と思われるため、各年の 5 月末の坑井数を当該年度の代表値として採用することとする。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003 年度における国内の天然ガスの生産井数の推移は以下の通り。2001 年に生産

井数の統計項目が廃止されたため、2002年度以降は2001年度と同じ値を使用した。

表 74 国内の天然ガスの生産井数の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガス生産井数	本	1,157	1,143	1,090	1,030	1,001	998	1,023

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガス生産井数	本	1,039	999	985	987	1,031	1,031	1,031

(I) 活動量の出典

表 75 活動量の出典

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報（経済産業省） 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている 最新のデータ	2001年5月のデータ
対象データ	月末坑井数（1990～2001年度）

(オ) 活動量の課題

- ・ 2002年以降の生産井数の統計項目が廃止された。天然ガス鉱業会が原油・天然ガスの生産井数データを把握しており、2002年の原油・天然ガスの生産井数の比を用いて原油・天然ガス別の生産井数を推計することが可能である。この推計手法について、データの継続性、正確性の観点からその妥当性を検討する。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 76 ガス田点検時の排出量推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.00056	0.00055	0.00052	0.00049	0.00048	0.00048	0.00049
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.00050	0.00048	0.00047	0.00047	0.00049	0.00049	0.00049
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07

(vi) その他特記事項

特になし。



(vii) 不確実性評価

(ア) 排出係数

i) 評価方法

ガス田点検時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgement) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

ii) 評価結果

ガス田点検時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし

(イ) 活動量

i) 評価方法

ガス田点検時の漏出の活動量は「資源・エネルギー統計年報」に基づく原油月末坑井数を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

ii) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号) 等の結果を公表するものであり、天然ガスの生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 77 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	4.8*10 <sup>-7</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /井数	25%	1,031 本	5%	0.00049 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	6.4*10 <sup>-5</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /井数	25%		5%	0.07 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

3) 天然ガス処理時の漏出 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

(i) 背景

国内で産出した天然ガスの成分調整等の処理時に CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法

(ア) 算定の対象

天然ガスの処理時に漏出する CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の量。

(イ) 算定方法の選択

天然ガス処理時の漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier 1 を用いて CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の排出量の算定を行う。

(ウ) 算定式

天然ガスの生産量に排出係数を乗じて排出量を算出する。

$$E = EF * A$$

E : 天然ガスの処理に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

A : 天然ガスの生産量 (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

(I) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出係数

(ア) 定義

国内における天然ガス  $10^6\text{m}^3$  の処理に伴い漏出する  $\text{CO}_2$  及び  $\text{CH}_4$  の量 (Gg)

(イ) 設定方法

GPG (2000)に示されたデフォルト値を採用する。ただし、 $\text{CH}_4$  については中間値を採用する。

(ウ) 排出係数の推移

天然ガス処理時の漏出の排出係数は一定とする。

表 78 天然ガスの処理時の排出係数

	単位	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$ <sup>1)</sup>	$\text{N}_2\text{O}$ <sup>2)</sup>
天然ガスの処理時 - 処理時全般 (一般処理プラント)	Gg/ $10^6\text{m}^3$	$2.7 \times 10^{-5}$	$8.8 \times 10^{-4}$	0

1) デフォルト値は、 $6.9 \times 10^{-4} \sim 10.7 \times 10^{-4}$

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外としている。

(エ) 排出係数の出典

表 79 排出係数の出典

データ	出典
天然ガスの処理時の排出係数	GPG (2000) p2.86 table2.16

(オ) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田及びガス田から産出される天然ガスとわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

(iv) 活動量

(ア) 定義

国内における天然ガスの生産量 ( $10^6\text{m}^3$ )

(イ) 活動量の把握方法

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された天然ガスの生産量を用いる。

(ウ) 活動量の推移

1990～2003 年度における天然ガスの生産量は以下の通り。

表 80 天然ガスの生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガス生産量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,066	2,173	2,155	2,229	2,272	2,237	2,209

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガス生産量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,301	2,297	2,313	2,499	2,466	2,752	2,814

(I) 活動量の出典

表 81 活動量の出典 (1990～2000 年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2000 年度のデータ
対象データ	天然ガス生産量 (1990～2000 年度)

表 82 活動量の出典 (2001～2003 年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003 年度分
発行日	～2004 年 7 月 15 日
記載されている 最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	天然ガス生産量 (2001～2003 年度)

(オ) 活動量の課題

- ・ わが国で産出される天然ガスの一種である水溶性ガスは極めて低圧のため漏出しな  
いと考えられるため、これを活動量から除く必要があると考えられる。

(v) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 83 天然ガス処理時の排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	1.82	1.91	1.90	1.96	2.00	1.97	1.94

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	2.02	2.02	2.04	2.20	2.17	2.42	2.48

(vi) その他特記事項

天然ガス処理時の漏出の排出係数の概念にコンデンセート処理に伴う排出量が含まれてい  
る。

(vii) 不確実性評価

(ア) 排出係数

i) 評価方法

天然ガス処理時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断( Expert Judgment )もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

ii) 評価結果

天然ガス処理時の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(イ) 活動量

「天然ガス生産時の漏出」と同様。

(ウ) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 84 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	$2.7 \times 10^{-5} \text{ Gg}/10^6 \text{ m}^3$	25%	2,814 $10^6 \text{ m}^3$	5%	0.08 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	$8.8 \times 10^{-4} \text{ Gg}/10^6 \text{ m}^3$	25%		5%	2.48 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

(viii) 今後の調査方針

特になし。

(c) 輸送 (1.B.2.b.ii.) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

1) 背景

パイプラインにより天然ガスを輸送する際に CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> が漏出する。

## 2) 算定方法

### (i) 算定の対象

パイプラインによる天然ガスの輸送時に漏出する CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の量。

### (ii) 算定方法の選択

天然ガスの輸送に伴う漏出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い Tier1 を用いて CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の排出量の算定を行う。

### (iii) 算定式

天然ガスのパイプライン敷設距離に排出係数を乗じて算出する。

$$E = EF * A$$

E : 天然ガスの輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/km)

A : 天然ガスのパイプライン敷設距離 (km)

### (iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

## 3) 排出係数

### (i) 定義

国内におけるパイプラインの敷設距離 1 km から 1 年間に漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量 (Gg)。

### (ii) 設定方法

GPG (2000)に示されたデフォルト値を採用する。CH<sub>4</sub>については、中間値を採用する。

### (iii) 排出係数の推移

天然ガスの輸送に伴う漏出の排出係数を一定とする。

表 85 天然ガスの輸送の排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup>
天然ガスの輸送時の漏出 (Transmission)	Gg-GHG/km-パイプライン	1.6*10 <sup>-5</sup>	2.5*10 <sup>-3</sup> 1)	0

1) デフォルト値は、2.1\*10<sup>-3</sup> ~ 2.9\*10<sup>-3</sup>

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外としている。

(iv) 排出係数の出典

表 86 排出係数の出典

データ	出典
天然ガスの輸送に伴う排出係数	GPG (2000) p2.86 table2.16

(v) 排出係数の課題

- ・ わが国における天然ガスパイプライン中の天然ガスの圧力は海外における天然ガスの圧力と違うと考えられるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

4) 活動量

(i) 定義

国内に敷設されている天然ガスのパイプライン敷設距離 ( km )。

(ii) 活動量の把握方法

天然ガスのパイプライン敷設距離については、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」に示されたパイプライン敷設距離を用いる。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(iii) 活動量の推移

1990～2003 年度における天然ガスのパイプライン敷設距離は以下の通り。

表 87 天然ガスのパイプライン敷設距離の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガスパイプライン総延長	km	1,984	1,992	1,992	2,059	2,127	2,195	2,262

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガスパイプライン総延長	km	2,317	2,357	2,448	2,434	2,545	2,617	2,615

(iv) 活動量の出典

表 88 活動量の出典

資料名	「天然ガス資料年報」(天然ガス鉱業会)
発行日	～2004年3月31日
記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	天然ガスのパイプライン敷設距離(1990～2003年度)

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

## 5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 89 天然ガスの輸送時の排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub>	Gg-CO <sub>2</sub>	0.032	0.032	0.032	0.033	0.034	0.035	0.036
CH <sub>4</sub>	Gg CH <sub>4</sub>	4.96	4.98	4.98	5.15	5.32	5.49	5.66

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub>	Gg-CO <sub>2</sub>	0.037	0.038	0.039	0.039	0.041	0.042	0.042
CH <sub>4</sub>	Gg CH <sub>4</sub>	5.79	5.89	6.12	6.09	6.36	6.54	6.54

## 6) その他特記事項

特になし。

## 7) 不確実性評価

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

天然ガスの輸送に伴う CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

#### (イ) 評価結果

天然ガスの輸送に伴う排出の排出係数の不確実性は、CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> とともに 25% である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

天然ガスの輸送に伴う漏出の活動量は、「天然ガス資料年報」に基づく天然ガスパイプライン施設距離の値を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確



実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

(イ) 評価結果

「天然ガス資料年報」は統計法に基づかない業界独自の統計であり、全ての事業者が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 10%を採用する。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 90 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	1.6*10 <sup>-5</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /km	25%	2,615 km	10%	0.06 Gg-CO <sub>2</sub>	27%
CH <sub>4</sub>	2.5*10 <sup>-3</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /km	25%		10%	9.15 Gg-CH <sub>4</sub>	27%

8) 今後の調査方針

特になし。

(d) 供給 (1B.2.b.ii-) CO<sub>2</sub>

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

わが国では都市ガスの生産を行っており、また都市ガスの 93%程を占める LNG 系の都市ガス中には CO<sub>2</sub> は存在しないが、国産天然ガスには微量の CO<sub>2</sub> が含まれていることから、国産天然ガスから都市ガスを生産する際に、微量の CO<sub>2</sub> の漏出が考えられる。排出係数が不明であることから、排出量の算定は出来ないが、最大で見積もっても 11t-CO<sub>2</sub> であるため、「NE」と報告する。

また、天然ガスの供給を受け、それを使用している事業者としては、「総合エネルギー統計」より電気事業者、都市ガス事業者、化学工業、その他製造業、民生業務が考えられるが、都市ガス事業者以外は、後述する「工場及び発電所における漏出、民生部門 (家庭及び業務) における漏出 (1.B.2.b.iii.other)」に該当すると考えられることから、本区分「1.b.2.b. Natural Gas Distribution」に相当する活動としては、都市ガスの生産に関連する活動のみが考えられる。ただし、今後本区分において都市ガスの生産に関連する活動以外の活動が認められる際には、区分の定義及び都市

ガスの生産における排出量を計上する区分も含めて検討が必要である。

<都市ガスの生産における CO<sub>2</sub> 排出量の推定>

都市ガスの生産に使用される LNG には CO<sub>2</sub> が全く存在しないので、以下では国産天然ガスから都市ガスを生産する際の CO<sub>2</sub> 漏出量を推計する。

(a) 都市ガスの生産による CH<sub>4</sub> 漏出量及び天然ガス使用量

都市ガスの生産に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数及び天然ガス使用量は以下の通りである。

- ・ CH<sub>4</sub> 排出係数 905.41 (kg-CH<sub>4</sub>/PJ)
- ・ 天然ガス使用量 57 (PJ/年)(1999 年度)

(b) 国産天然ガスの組成

都市ガスの生産に使用される国産天然ガスの組成についてはデータがないことから、ここでは一般的な国産天然ガスの組成より漏出量を推計する。国産天然ガス中の CH<sub>4</sub> と CO<sub>2</sub> の比率は表 91 の通りであり、CH<sub>4</sub> に対する CO<sub>2</sub> の比率は最大でも 7.5% と想定される。

(c) 都市ガスの製造に伴う CO<sub>2</sub> 漏出量推計

都市ガスの製造に伴い排出される CO<sub>2</sub> は、都市ガスの生産に伴い排出される CH<sub>4</sub> と伴に、天然ガスの組成割合に応じて漏出すると考えられる。(a) より

$$905\text{kg-CH}_4/\text{PJ} \div 16\text{g-CH}_4/\text{mol} = 56.6\text{kmol} \cdot \text{CH}_4/\text{PJ}$$

(b) より CH<sub>4</sub> に対する CO<sub>2</sub> の割合は最大でも 7.5% であるので CO<sub>2</sub> の排出係数の上限は以下の通り推計される。

$$56.6\text{kmol} \cdot \text{CH}_4 / \text{PJ} \times 7.5\% \times 44\text{g- CO}_2 / \text{mol} = 187\text{kg- CO}_2 / \text{PJ}$$

ここで天然ガスの使用量は 57PJ/年であることから、CO<sub>2</sub> の排出量の最大量は以下の通り推計される。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (最大)} = 187\text{kg- CO}_2/\text{PJ} \times 57\text{PJ}/\text{年} = 10,659\text{kg- CO}_2/\text{年}$$

$$11\text{t-CO}_2/\text{年}$$

よって CO<sub>2</sub> の漏出量は 0.5 Gg より十分少ない。

表 91 国産天然ガスの CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> 比率

	データ番号	CH <sub>4</sub> 組成 (%)	CO <sub>2</sub> 組成 (%)	CO <sub>2</sub> / CH <sub>4</sub> 比率 / (%)
構造型ガス	1	86.76	2.73	3.1
	2	88.79	5.90	6.6
	3	95.09	0.81	0.9
	4	97.50	0.83	0.9
	5	87.42	0.51	0.6

	6	80.69	0.08	0.1
	7	89.75	0.11	0.1
	8	89.01	0.12	0.1
	9	92.60	0.78	0.8
	10	88.15	0.15	0.2
	11	88.60	0.12	0.1
	12	86.40	2.25	2.6
	13	86.70	0.70	0.8
	14	86.15	0.75	0.9
	15	88.83	0.07	0.1
	16	83.25	6.27	7.5
	17	95.75	0.03	0.0
	18	88.40	3.30	3.7
	19	94.70	0.88	0.9
水溶性ガス	1	98.66	1.15	1.2
	2	98.15	1.53	1.6
	3	98.57	0.46	0.5
	4	98.79	1.05	1.1

(e) 供給 (1B.2.b.ii-) CH<sub>4</sub>

1) 背景

都市ガスの原料として液化天然ガス及び天然ガスを使用する際に CH<sub>4</sub> が漏出する。主な排出源は、ガス分析時のサンプリングからの漏出、製造設備の定期整備等における漏出である。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

都市ガスの原料として液化天然ガス及び天然ガスを使用する際に排出される CH<sub>4</sub> の量。

(ii) 算定方法の選択

天然ガスの供給については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従って、Tier1 を用いて CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。

(iii) 算定式

都市ガスの原料として使用された液化天然ガス、天然ガスの量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : 都市ガスの原料として液化天然ガス及び天然ガスを使用する際に排出される CH<sub>4</sub> の排出量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/PJ)

A : 都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの量 (PJ)

(iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出係数

(i) 定義

都市ガスの原料として、液化天然ガス及び天然ガスを 1 PJ 使用した際に排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)。

(ii) 設定方法

国内大手 4 社の LNG 受入・都市ガス生産基地 ( 9 基地 ) 及び 4 社以外の液化天然ガス受入・都市ガス生産基地 ( 3 基地 ) ならびに、サテライト基地 ( 27 事業所 )、天然ガス受入・都市ガス生産基地については、LPG 熱調 ( 15 事業所 )、空気希釈 ( 24 事業所 )、天然ガス改質 ( 4 事業所 ) における通常作業及び定期整備・建設等に排出される CH<sub>4</sub> の量を実測している。主な排出源は、ガス分析時のサンプリングガス、製造設備の定期整備等において排出される残ガス等が挙げられる。

原料使用量の約 94% を占める大手 4 社の受入・都市ガス生産基地 9 基地については全数調査を実施し、他施設については代表的な施設 ( 最も精度良く排出量を計測できる施設 ) の実測値、分析機器の仕様値等をもとに、排出係数を算出した。

また、都市ガス製造に用いる「天然ガス」は「購入天然ガス等」を指しており、「液化天然ガス ( 気化ガス ) 」と「国産天然ガス」の混合分である。次表に示すように、「天然ガス」の構成割合は小さいこと、また、原料が「天然ガス」と「液化天然ガス」では排出要因であるガスサンプリング・分析形態等については基本的な差がないことから、「液化天然ガス」と「天然ガス」は同じ排出係数を設定することとする。

(iii) 排出係数の推移

1990 年 ~ 2003 年における排出係数を一定とする。

表 92 天然ガスの供給の排出係数

都市ガスの生産形態		原料 LNG 使用量		メタン排出量 (千 t/年)
		LNG (千 t/年)	構成割合 (%)	
国内大手 4 社の LNG 受入・都市ガス 生産基地 ( 9 基地 )	国内大手 4 社の LNG 受入・都市ガス 生産基地 ( 9 基地 )	12,780	93.9	0.603
	サテライト基地 ( 27 事業所 )	107	0.8	0.019
	4 社以外の LNG 受入・都市ガス生 産基地 ( 3 基地 )	116	0.9	0.016
	計	13,003	95.6	0.638
		707.36 [PJ]		638,000[kg]
都市ガスの生産形態		原料 NG 使用量		メタン排出量 (千 t/年)
		NG (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /年)	構成割合 (%)	

	LPG 熱調 (15 事業所)	347.6	1.9	0.012
	空気希釈 (24 事業所)	229.5	1.3	0.016
	NG 改質 (4 事業所)	218.9	1.2	0.004
	計	796.1	4.4	0.032
		32.64[PJ]		32000[kg]
合計 (PJ、kg)		740.00[PJ]	100.0	670,000[kg]
メタンの総排出量 / 原料の使用量 = 670,000[kg-CH <sub>4</sub> ] / 740.00[PJ]				
= 905.41 [kg-CH <sub>4</sub> /PJ]				
排出係数 (kg-CH <sub>4</sub> /PJ)		905.41		

(iv) 排出係数の出典

都市ガスの生産の排出係数については、社団法人日本ガス協会提供資料に示された CH<sub>4</sub> の総排出量と原料の使用量を用いて設定した。

(v) 排出係数の課題

- ・ 現在、都市ガスの生産時に排出される CH<sub>4</sub> 排出量算定に使用している 905.41 kg-CH<sub>4</sub>/PJ は 1998 年度の実測値であり、現在は CH<sub>4</sub> の回収率が向上しているため、排出係数は低くなっていると考えられる。

4) 活動量

(i) 定義

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量 (PJ)。

(ii) 活動量の把握方法

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液化天然ガス及び天然ガスの量を使用する。

(iii) 活動量の推移

1990～2003 年度における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量は以下の通り。

表 93 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量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
LNG	PJ: GCV	464	514	552	605	624	676	716
天然ガス	PJ: GCV	40	42	44	46	45	48	50

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
LNG	PJ: GCV	755	775	823	864	892	982	1,006
天然ガス	PJ: GCV	52	54	57	61	62	68	73

(iv) 活動量の出典

表 94 活動量の出典

資料名	「総合エネルギー統計」(資源エネルギー庁) 1990～2003年度分
発行日	2005年2月15日
記載されている 最新のデータ	2003年度
対象データ	都市ガスの原料として用いられた液化天然ガス 及び天然ガスの量(1990～2003年度)

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 95 天然ガスの供給に伴う排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
LNG	Gg CH <sub>4</sub>	0.42	0.47	0.50	0.55	0.56	0.61	0.65
天然ガス	Gg CH <sub>4</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
合計	Gg CH <sub>4</sub>	0.46	0.50	0.54	0.59	0.61	0.66	0.69

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
LNG	Gg CH <sub>4</sub>	0.68	0.70	0.75	0.78	0.81	0.89	0.91
天然ガス	Gg CH <sub>4</sub>	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07
合計	Gg CH <sub>4</sub>	0.73	0.75	0.80	0.84	0.86	0.95	0.98

6) その他特記事項

特になし。

7) 不確実性評価

(i) 排出係数

(ア) 評価方針

天然ガスの供給による CH<sub>4</sub> の排出係数は、以下の6つの生産形態毎に測定した排出係数を、原料使用量で加重平均して求めている。

- ) 国内大手 4 社の LNG 受入・都市ガス生産基地 ( 9 基地 )
- ) 大手 4 社以外の LNG 受入・都市ガス生産基地 ( 3 基地 )
- ) サテライト基地 ( 27 事業所 )
- ) LPG 熱調 ( 15 事業所 )
- ) 空気希釈 ( 24 事業所 )
- ) 天然ガス ( NG ) 改質 ( 4 事業所 )

排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、統計的処理により 95%信頼区間を求め不確実性の評価を行うことになる。しかし、原料使用量の約 94%を占める大手 4 社の都市ガス生産基地 9 基地については全数調査を実施した上で 1 つの排出係数を算定している一方、他施設については代表的な施設 ( 最も精度良く排出量を計測できる施設 ) の実測値、分析機器の仕様値等をもとに排出係数を算出している。従って、大手 4 社の都市ガス生産基地 ( 9 基地 ) のデータと、それ以外のデータではその持つ意味が異なり、併せて統計的処理を行うことが適さないことから、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用することとする。

また、CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 設備の違いによる CH<sub>4</sub> 排出量の違い

#### (イ) 評価結果

都市ガスの生産に伴う CH<sub>4</sub> 排出の排出係数の不確実性は 25% である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

#### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

天然ガスの供給に伴う燃料からの漏出の活動量は、「総合エネルギー統計」の需給バランス表のエネルギー転換 天然ガス・液化天然ガス ( LNG ) の都市ガスへの投入量の値を採用している。

当該統計については、燃料の燃焼分野 ( 1A ) で活動量の不確実性の評価を行っているので、その結果を採用する。

また、排出量は以下の式で算出され、活動量は  $A = ( A_1 + A_2 )$  と表されることから、活動量の不確実性の合成方法に従い、液化天然ガス ( LNG ) 及び天然ガス ( LNG を除く ) それぞれの不確実性を合成することとする。

#### (イ) 評価結果

天然ガスの供給に伴う燃料からの漏出の活動量の、燃料種ごとの不確実性は、表 96 の通

り液化天然ガス（LNG）：1.9%、天然ガス（LNGを除く）1.9%である<sup>3</sup>。

また、活動量の不確実性は、以下の式により合成する。

$$U_{A-total} = \frac{\sqrt{(U_{A1} * A_1)^2 + (U_{A2} * A_2)^2}}{A_1 + A_2}$$

$U_{An}$  : 要素 $A_n$ の不確実性（%）

上記式より算出した活動量の不確実性の合成結果は表 96に示す通りである。

表 96 液化天然ガス（LNG）と天然ガス（LNGを除く）の不確実性

	不確実性 注1)	都市ガスへの 投入量	$(U_{Ai} * A_i)^2$	合成後の 不確実性
液化天然ガス（LNG）	9.3%	1,006 PJ	8,746	8.7%
天然ガス（LNG除く）	9.3%	73 PJ	46	

注1）平成17年度統合報告書（燃料の燃焼）算定値

よって天然ガスの供給に伴う燃料からの漏出における活動量の不確実性は、8.7%である。

#### （ウ） 評価方法の課題

- ・ 活動量の不確実性は、燃料分野において算出された不確実性を合成して求めているが、これはエネルギーバランス表全体の不確実性を各燃料種に均等に割り当てた結果を基に算出した不確実性であることから、液化天然ガス及び天然ガスの不確実性が個別に評価できる場合には、個別に評価した不確実性を合成して不確実性を求めることが望ましいと考えられる。

#### （iii） 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 97 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の 不確実性	活動量	活動量の 不確実性	排出量	排出量の 不確実性
905 kg-CH <sub>4</sub> /PJ	25%	1,079 PJ	8.7%	0.91 Gg-CH <sub>4</sub>	26%

#### 8) 今後の調査方針

当該排出源からの排出として、現状では都市ガスの生産時に排出されるCH<sub>4</sub>排出量を計上しているが、都市ガスの供給網（導管）からのCH<sub>4</sub>排出量を算定する必要がある可能性がある。

<sup>3</sup> 燃料種毎の不確実性は、エネルギーバランス表全体の不確実性を各燃料種に均等に割り当てて算出している。



(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 (1B.2.b.-) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>**

わが国では当該区分における活動として、都市ガス等の気体燃料の利用が想定され、これらの燃料の利用に伴い CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> が大気中に漏出することも考えられる。排出量はわずかであると考えられるが、実測値は得られていないため現状では排出量の算定はできない。

CRF では、工場及び発電所における漏出及び家庭及び業務における漏出由来の CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の排出について報告すべき欄が設けられているが、当該活動に関する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。

通気弁及びフレアリング (1.B.2.c.)

(a) **石油産業における通気弁 (1.B.2.c.i) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>**

1) 背景

油田開発・原油生産から原油輸送、精製、製品輸送プロセスにおける通気弁から漏出する CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

油田開発・原油生産から原油輸送、精製、製品輸送プロセスにおいて通気弁から CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> が漏出する。

(ii) 算定方法の選択

石油産業における通気弁の排出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。

(iii) 算定式

原油の生産量に排出係数を乗じて算出する。

$$E = EF * A$$

E : 石油産業における通気弁からの CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)

EF : 排出係数 (Gg-GHG/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)

A : 原油生産量 (10<sup>3</sup>kl)

(iv) 算定方法の課題

- ・ GPG (2000)には油田における通気弁の排出係数しか設定されていないため、油田における通気弁からの排出量のみを算定する。

### 3) 排出係数

#### (i) 定義

国内における原油 1,000m<sup>3</sup> (1,000kl) の生産に伴い通気弁から排出される CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の量 (Gg)。

#### (ii) 設定方法

わが国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000)に示されたデフォルト値を採用する。CH<sub>4</sub>については中間値を採用する。

#### (iii) 排出係数の推移

石油産業における通気弁の排出係数は一定とする。

表 98 通気弁 (油田) の漏出の排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup>
一般原油 (Conventional Oil)	Gg/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	1.2*10 <sup>-5</sup>	1.38*10 <sup>-3 1)</sup>	0

1) デフォルト値は、6.2\*10<sup>-5</sup> ~ 2.7\*10<sup>-3</sup>

2) デフォルト値が「0」のため算定対象外としている。

#### (iv) 排出係数の出典

表 99 排出係数の出典

データ	出典
油田における通気弁の排出係数	GPG (2000) p2.86 table2.16

#### (v) 排出係数の課題

- ・ 海外の油田から産出される原油とわが国のそれは組成が異なるため、デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

### 4) 活動量

#### (i) 定義

1,000kl で表した国内で産出される原油の量。なお、コンデンセートは含まない。

#### (ii) 活動量の把握方法

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示される原油生産量を使用する。

#### (iii) 活動量の推移

1990 ~ 2003 年度における原油の生産量は以下の通り。

表 100 原油の生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	420	667	717	657	624	623	601

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	575	497	427	386	334	295	344

(iv) 活動量の出典

表 101 活動量の出典 (1990～2000 年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2000 年度のデータ
対象データ	原油生産量 (1990～2000 年度)

表 102 活動量の出典 (2001～2003 年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003 年度分
発行日	～2004 年 7 月 15 日
記載されている 最新のデータ	2003 年 3 月のデータ
対象データ	原油生産量 (2001～2003 年度)

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 103 石油産業における通気弁からの CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.005	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007	0.007
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.581	0.921	0.990	0.907	0.862	0.860	0.830

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.794	0.687	0.590	0.532	0.462	0.407	0.474

6) その他特記事項

石油産業における通気弁からのコンデンセート由来の排出量は、天然ガスの処理時

(1.B.2.b.i)に含まれているため、活動量にコンデンセート生産量は含まない。

## 7) 不確実性評価

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

石油産業における通気弁での CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数は、双方とも GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgement) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

#### (イ) 評価結果

石油産業における通気弁からの CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

油田における通気弁からの漏出の活動量は、「資源・エネルギー統計年報」に基づく原油の生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

#### (イ) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、原油の生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 104 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	1.2*10 <sup>-5</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /1,000kl	25%	343,559 kl	5%	0.004 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	1.38*10 <sup>-3</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /1,000kl	25%		5%	0.474 Gg-CH <sub>4</sub>	25%

8) 今後の調査方針

特になし。

(b) 天然ガス産業における通気弁 (1B.2.c.ii) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

1) 背景

ガス田の開発・天然ガス生産から輸送、処理において通気弁から CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> が排出される。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

ガス田の開発・天然ガス生産から輸送、処理における通気弁から排出される CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の量。

(ii) 算定方法の選択

天然ガス産業における通気弁の排出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行う。なお、GPG (2000)には天然ガスの輸送時の排出係数しか設定されていないため、この排出量を算定する。

(iii) 算定式

天然ガスのパイプライン敷設距離に排出係数を乗じて算出する。

$$E = EF * A$$

- E : 天然ガス産業における通気弁からの CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> の排出量 (Gg-GHG)
- EF : 排出係数 (Gg-GHG/km)
- A : 天然ガスのパイプライン敷設距離 (km)

(iv) 算定方法の課題

- ・ GPG (2000)には天然ガスの輸送時の排出係数しか設定されていないため、輸送時にお

ける通気弁からの排出量のみを算定する。

### 3) 排出係数

#### (i) 定義

国内におけるパイプラインの敷設距離 1 km から 1 年間に通気弁から排出される CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> の量 (Gg)。

#### (ii) 設定方法

わが国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000)に示されたデフォルト値を採用する。CH<sub>4</sub>については、中間値を採用する。

#### (iii) 排出係数の推移

天然ガス産業における通気弁の排出係数は全年において同一の値を使用する。

表 105 天然ガスの輸送の排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
天然ガスの輸送時の呼吸 (Venting)	Gg-GHG/km	8.5*10 <sup>-6</sup>	1.0*10 <sup>-3(1)</sup>

1) デフォルト値は、0.8\*10<sup>-3</sup> ~ 1.2\*10<sup>-3</sup>

#### (iv) 排出係数の出典

表 106 排出係数の出典

データ	出典
天然ガスの輸送に伴う排出係数	GPG (2000) p2.86 table2.16

#### (v) 排出係数の課題

- ・ デフォルト値ではわが国の実態を正確に表していない可能性があると考えられる。

### 4) 活動量

#### (i) 定義

国内に敷設されている天然ガスのパイプライン敷設距離 (km)。

#### (ii) 活動量の把握方法

天然ガスのパイプライン敷設距離については、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」に示されたパイプライン敷設距離を使用する。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(iii) 活動量の推移

1990～2003年度における天然ガスのパイプライン敷設距離は以下の通り。

表 107 天然ガスのパイプライン敷設距離の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガスパイプライン総延長	km	1,984	1,992	1,992	2,059	2,127	2,195	2,262

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガスパイプライン総延長	km	2,317	2,357	2,448	2,434	2,545	2,617	2,615

(iv) 活動量の出典

表 108 活動量の出典

資料名	「天然ガス資料年報」(天然ガス鉱業会)
発行日	～2005年3月31日
記載されている最新のデータ	2004年度のデータ
対象データ	天然ガスのパイプライン敷設距離(1990～2003年度)

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 109 天然ガス産業における通気弁からのCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	1.98	1.99	1.99	2.06	2.13	2.19	2.26

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	2.32	2.36	2.45	2.43	2.54	2.62	2.62

6) その他特記事項

特になし。

## 7) 不確実性評価

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

天然ガスの輸送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、双方とも GPG (2000)に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000)に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000)に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

#### (イ) 評価結果

天然ガスの輸送における通気弁からの排出の排出係数の不確実性は、CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ともに 25%である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

天然ガスの輸送における通気弁からの排出の活動量は、「天然ガス資料年報」に基づく天然ガスパイプライン施設距離の値を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

#### (イ) 評価結果

「天然ガス資料年報」は統計法に基づかない業界独自の統計であり、全ての事業者が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値としてそれぞれ 10%を採用する。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。



(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 110 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	8.5*10 <sup>-6</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /km	25%	2,615 km	10%	0.02 Gg-CO <sub>2</sub>	27%
CH <sub>4</sub>	1.0*10 <sup>-3</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /km	25%		10%	2.62 Gg-CH <sub>4</sub>	27%

8) 今後の調査方針

特になし。

(c) 石油・天然ガス産業における通気弁 (1.B.2.c.iii) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

わが国では統計上、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。

(d) 石油産業におけるフレアリング (1.B.2.c.i) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

1) 背景

油田の開発・原油生産から輸送、精製、製品輸送プロセスにおけるフレアリングにより CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O が排出される。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

油田の開発・原油生産から輸送、精製、製品輸送プロセスにおけるフレアリングから排出される CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の量。

(ii) 算定方法の選択

石油産業におけるフレアリングによる排出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出量の算定を行う。

(iii) 算定式

原油の生産量に排出係数を乗じて算出する。

$$E = EF * A$$

- E : 石油産業におけるフレアリングによる CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の排出量 (Gg-GHG)  
EF : 排出係数 (Gg-GHG/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)  
A : 原油の生産量 (1,000 kl)

(iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出係数

(i) 定義

原油生産量あたりのフレアリングに伴い排出される CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の量。

(ii) 設定方法

わが国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000)に示されたフレアリングのデフォルト値を用いる。CH<sub>4</sub>については中間値を採用する。

(iii) 排出係数の推移

石油産業におけるフレアリングによる排出係数は一定とする。

表 111 石油産業におけるフレアリングの排出係数

	単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
フレアリング (conventional oil)	Gg/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	6.7×10 <sup>-2</sup>	1.38×10 <sup>-4</sup>	6.4×10 <sup>-7</sup>

デフォルト値は、0.05×10<sup>-4</sup>～2.7×10<sup>-4</sup>

(iv) 排出係数の出典

表 112 排出係数の出典

データ	出典
フレアリングの排出係数 (conventional oil)	GPG (2000) p.2.86 table2.16

(v) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

4) 活動量

(i) 定義

国内で生産された原油の量 (kl)。なお、コンデンセート生産量は含まない。

(ii) 活動量の把握方法

石油産業におけるフレアリングの活動量については、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」に示された原油の生産量を使用する。なお、コンデン

セート生産量は対象外とする。

(iii) 活動量の推移

1990～2003年度における原油生産量は以下の通り。

表 113 原油生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	420	667	717	657	624	623	601

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
原油生産量 (コンデンセートは含まない)	10 <sup>3</sup> kl	575	497	427	386	334	295	344

(iv) 活動量の出典

表 114 活動量の出典 (1990～2000年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている 最新のデータ	2000年3月のデータ
対象データ	原油生産量(1990～2000年度)

表 115 活動量の出典 (2001～2003年度分)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003年度分
発行日	～2004年7月15日
記載されている 最新のデータ	2003年3月のデータ
対象データ	原油生産量(2001～2003年度)

(v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の算定結果は以下の通り。

表 116 石油産業におけるフレアリングに伴う排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	28.2	44.7	48.0	44.0	41.8	41.7	40.3
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.06	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08
N <sub>2</sub> O排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	2.7*10 <sup>-4</sup>	4.3*10 <sup>-4</sup>	4.6*10 <sup>-4</sup>	4.2*10 <sup>-4</sup>	4.0*10 <sup>-4</sup>	4.0*10 <sup>-4</sup>	3.8*10 <sup>-4</sup>

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	38.5	33.3	28.6	25.8	22.4	19.8	23.0
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05
N <sub>2</sub> O排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	3.7*10 <sup>-4</sup>	3.2*10 <sup>-4</sup>	2.7*10 <sup>-4</sup>	2.5*10 <sup>-4</sup>	2.1*10 <sup>-4</sup>	1.9*10 <sup>-4</sup>	2.2*10 <sup>-4</sup>

## 6) その他特記事項

特になし。

## 7) 不確実性評価

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

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 の排出係数は、すべて GPG (2000) に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgement) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

#### (イ) 評価結果

石油産業における通気弁からの CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の漏出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25% である。

#### (ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

石油産業におけるフレアリングによる排出の活動量は、「資源・エネルギー統計年報」に基づく原油の生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

#### (イ) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号) 等の結果を公表するものであり、原油の生産については、全生産事

業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 117 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	6.7*10 <sup>-2</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /kl	25%	343,559 kl	5%	23.0 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
CH <sub>4</sub>	1.38*10 <sup>-4</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /kl	25%		5%	0.05 Gg-CH <sub>4</sub>	25%
N <sub>2</sub> O	6.4*10 <sup>-7</sup> Gg-N <sub>2</sub> O/kl	25%		5%	2.2*10 <sup>-4</sup> Gg-N <sub>2</sub> O	25%

8) 今後の調査方針

特になし。

(e) 天然ガス産業におけるフレアリング (1.B.2.c.ii) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

1) 背景

ガス田の開発・天然ガス生産から輸送、処理におけるフレアリングにより CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O が排出される。

2) 算定方法

(i) 算定の対象

ガス田の開発・天然ガス生産から輸送、処理におけるフレアリングから排出される CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の量。

(ii) 算定方法の選択

天然ガス産業におけるフレアリングの排出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier1 を用いて CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出量の算定を行う。

(iii) 算定式

天然ガスの生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。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。

$$E = \sum (EF_i * A)$$

- E : 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 排出量 (Gg-GHG)  
 EF<sub>i</sub> : 排出係数 (Gg-GHG/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)  
 A : 天然ガス生産量 (10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)  
 i : ガスの生産時、処理時

(iv) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出係数

(i) 定義

天然ガス生産量あたりのフレアリングにより排出される CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O の量。

(ii) 設定方法

わが国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、GPG (2000)に示された天然ガスの生産時及び処理時のフレアリングのデフォルト値を用いる。

(iii) 排出係数の推移

天然ガス産業におけるフレアリングの排出係数は一定とする。

表 118 天然ガス産業におけるフレアリングの排出係数

		単位	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</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 ( gas production )	Gg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.8*10 <sup>-3</sup>	1.1*10 <sup>-5</sup>	2.1*10 <sup>-8</sup>
	ガス処理時 ( gas processing )	Gg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2.1*10 <sup>-3</sup>	1.3*10 <sup>-5</sup>	2.5*10 <sup>-8</sup>

(iv) 排出係数の出典

表 119 排出係数の出典

データ	出典
天然ガスの生産時・処理時におけるフレアリングの排出係数	GPG (2000) p.2.86 table2.16

(v) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

#### 4) 活動量

##### (i) 定義

国内で生産された天然ガスの量 (  $10^6\text{m}^3$  )

##### (ii) 活動量の把握方法

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された天然ガスの生産量を用いる。

##### (iii) 活動量の推移

1990～2003年度における天然ガス生産量は以下の通り。

表 120 天然ガスの生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガス生産量	$10^6\text{m}^3$	2,066	2,173	2,155	2,229	2,272	2,237	2,209

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガス生産量	$10^6\text{m}^3$	2,301	2,297	2,313	2,499	2,466	2,752	2,814

##### (iv) 活動量の出典

表 121 活動量の出典 (1990～2000年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている 最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	天然ガス生産量 (1990～2000年度)

表 122 活動量の出典 (2001～2003年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003年度分
発行日	～2004年7月15日
記載されている 最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	天然ガス生産量 (2001～2003年度)

##### (v) 活動量の課題

- ・ 特になし。

#### 5) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 123 天然ガス産業におけるフレアリングの CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ガスの生産	Gg-CO <sub>2</sub>	3.72	3.91	3.88	4.01	4.09	4.03	3.98
ガスの処理時	Gg-CO <sub>2</sub>	4.34	4.56	4.53	4.68	4.77	4.70	4.64
合計	Gg-CO <sub>2</sub>	8.1	8.5	8.4	8.7	8.9	8.7	8.6

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ガスの生産	Gg-CO <sub>2</sub>	4.14	4.13	4.16	4.50	4.44	4.95	5.07
ガスの処理時	Gg-CO <sub>2</sub>	4.83	4.82	4.86	5.25	5.18	5.78	5.91
合計	Gg-CO <sub>2</sub>	9.0	9.0	9.0	9.7	9.6	10.7	11.0

表 124 天然ガス産業におけるフレアリングの CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ガスの生産	Gg-CH <sub>4</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ガスの処理時	Gg-CH <sub>4</sub>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
合計	Gg-CH <sub>4</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ガスの生産	Gg-CH <sub>4</sub>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
ガスの処理時	Gg-CH <sub>4</sub>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
合計	Gg-CH <sub>4</sub>	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07

表 125 天然ガス産業におけるフレアリングの N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ガスの生産	Gg-N <sub>2</sub> O	4.3*10 <sup>-5</sup>	4.6*10 <sup>-5</sup>	4.5*10 <sup>-5</sup>	4.7*10 <sup>-5</sup>	4.8*10 <sup>-5</sup>	4.7*10 <sup>-5</sup>	4.6*10 <sup>-5</sup>
ガスの処理時	Gg-N <sub>2</sub> O	5.2*10 <sup>-5</sup>	5.4*10 <sup>-5</sup>	5.4*10 <sup>-5</sup>	5.6*10 <sup>-5</sup>	5.7*10 <sup>-5</sup>	5.6*10 <sup>-5</sup>	5.5*10 <sup>-5</sup>
合計	Gg-N <sub>2</sub> O	9.5*10 <sup>-5</sup>	1.0*10 <sup>-4</sup>	9.9*10 <sup>-5</sup>	1.0*10 <sup>-4</sup>	1.0*10 <sup>-4</sup>	1.0*10 <sup>-4</sup>	1.0*10 <sup>-4</sup>

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ガスの生産	Gg-N <sub>2</sub> O	4.8*10 <sup>-5</sup>	4.8*10 <sup>-5</sup>	4.9*10 <sup>-5</sup>	5.2*10 <sup>-5</sup>	5.2*10 <sup>-5</sup>	5.8*10 <sup>-5</sup>	5.9*10 <sup>-5</sup>
ガスの処理時	Gg-N <sub>2</sub> O	5.8*10 <sup>-5</sup>	5.7*10 <sup>-5</sup>	5.8*10 <sup>-5</sup>	6.2*10 <sup>-5</sup>	6.2*10 <sup>-5</sup>	6.9*10 <sup>-5</sup>	7.0*10 <sup>-5</sup>
合計	Gg-N <sub>2</sub> O	1.1*10 <sup>-4</sup>	1.1*10 <sup>-4</sup>	1.1*10 <sup>-4</sup>	1.1*10 <sup>-4</sup>	1.1*10 <sup>-4</sup>	1.3*10 <sup>-4</sup>	1.3*10 <sup>-4</sup>

6) その他特記事項

特になし。

7) 不確実性評価

(i) 排出係数

(ア) 評価方針

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、GPG (2000)に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgement) もしくは GPG (2000)に示された不確実性の標準値を用い



ることとされているため、GPG (2000)に示された不確実性の標準値を採用する。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 制御機器の種類

(イ) 評価結果

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 排出の排出係数の不確実性は、それぞれ 25%である。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(ii) 活動量

(ア) 評価方針

天然ガス産業におけるフレアリングの活動量は経済産業省「資源・エネルギー統計年報」に基づく天然ガス生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

(イ) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、天然ガスの生産については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

(ウ) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 126 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
ガスの生産CO <sub>2</sub>	1.8*10 <sup>-3</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%	343,559 kl	5%	5.07 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
ガスの生産CH <sub>4</sub>	1.1*10 <sup>-5</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%		5%	0.03 Gg-CH <sub>4</sub>	25%
ガスの生産N <sub>2</sub> O	2.1*10 <sup>-8</sup> Gg-N <sub>2</sub> O/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%		5%	5.9*10 <sup>-5</sup> Gg-N <sub>2</sub> O	25%
ガスの処理時CO <sub>2</sub>	2.1*10 <sup>-3</sup> Gg-CO <sub>2</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%		5%	5.91 Gg-CO <sub>2</sub>	25%
ガスの処理時CH <sub>4</sub>	1.3*10 <sup>-5</sup> Gg-CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%		5%	0.04 Gg-CH <sub>4</sub>	25%
ガスの処理時N <sub>2</sub> O	2.5*10 <sup>-8</sup> Gg-N <sub>2</sub> O/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25%		5%	7.0*10 <sup>-5</sup> Gg-N <sub>2</sub> O	25%

8) 今後の調査方針

特になし。

(f) 石油・天然ガス産業におけるフレアリング (1.B.2.c.iii) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

わが国では統計上、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による排出については、石油産業(1.B.2.c.i)及び天然ガス産業(1.B.2.c.ii)におけるフレアリングからの漏出に含まれているため「IE」として報告する。

## II. 工業プロセス分野

### 1. 背景

工業プロセスにおける化学反応により CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O が大気中に排出される。ここでは、以下の工業プロセスからの排出量を算定する。

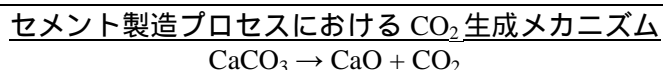
- ・ 鉱物製品（セメント、生石灰等）
- ・ 化学工業製品（アンモニア、硝酸、アジピン酸等）
- ・ 金属等の製造工程
- ・ その他製品（紙・パルプ、食品・飲料等）

### 2. 鉱物製品（2A）

#### (1) セメント製造（2A1）CO<sub>2</sub>

##### 背景

セメントの中間製品であるクリンカの生産の際、炭酸カルシウム（CaCO<sub>3</sub>）を主成分とする石灰石の焼成により CO<sub>2</sub> が排出される。



##### 算定方法

#### (a) 算定の対象

セメント製造時に原料として使用された石灰石から排出される CO<sub>2</sub> の量。

#### (b) 算定方法の選択

セメント製造に伴う排出については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、Tier2 を用いて CO<sub>2</sub> 排出量の算定を行う。

#### (c) 算定式

GPG (2000)に示された Tier2 に基づき、セメント製造の中間生成物であるクリンカ生産量に排出係数を乗じて CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。

$$E = EF * A * F_{CKD}$$

- E : セメント製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>)
- EF : 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/t-clinker)
- A : クリンカ生産量 (t)
- F<sub>CKD</sub> : セメントキルンダスト補正係数

(d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

排出係数

(a) 定義

国内でクリンカ 1t 生産する際に排出される石灰石由来の CO<sub>2</sub> の量 (t)。

(b) 設定方法

IPCC デフォルトの排出係数はクリンカに含まれているすべての CaO を炭酸塩由来とみなしている。しかし、わが国のセメント業界では、他産業から多量の廃棄物・副産物を受け入れ、セメントの原料代替として再資源化しているため、炭酸塩起源以外の CaO がクリンカ中に含まれている。従って、炭酸塩起源以外の CaO を含む廃棄物等由来の CaO を控除したクリンカの CaO 含有率を求めて、クリンカの排出係数を設定する必要がある。

セメント製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数は、以下の手順で算定する。

原料工程で投入された廃棄物等乾重量の推計

クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 含有量、CaO 含有率の推計

廃棄物等由来の CaO を除いたクリンカ中の CaO 含有率の推計

クリンカの排出係数の設定

**原料工程で投入された廃棄物等の乾重量の推計**

原料工程で投入された廃棄物等の量については、社団法人セメント協会（以下、セメント協会）調査のデータを使用する。調査の対象年は 2000～2003 年度である。1990～1999 年度の原料工程で投入された廃棄物等の量については、統計値を把握してこなかったため、過去に遡り把握することは困難であることから、ここで推計することはせず、クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 率を設定するところで推計する。

2000～2003 年度における原料工程で投入された廃棄物等の量を表 127 に示す。

算定に使用する廃棄物等の銘柄として、石炭灰（焼却残渣）、高炉スラグ（水砕）、高炉スラグ（徐冷）、製鋼スラグ、非鉄鉱さい、石炭灰（集塵機捕集ダスト）、ばいじん・ダストの 7 種類の銘柄を選定した（これら 7 種類による廃棄物等由来 CaO のカバー率は 90% 以上。）。

表 127 2000～2003 年度における原料工程で投入された廃棄物等の量の推移

大分類	廃棄物銘柄	単位	2000	2001	2002	2003
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰	10 <sup>3</sup> t-wet	2,343	2,988	3,186	1,911
鉍さい	高炉スラグ（水砕）	10 <sup>3</sup> t-wet	1,866	1,224	1,303	1,046
	高炉スラグ（徐冷）	10 <sup>3</sup> t-wet	1,646	1,285	932	881
	製鋼スラグ	10 <sup>3</sup> t-wet	733	990	806	566
	非鉄鉍さい	10 <sup>3</sup> t-wet	1,318	1,070	1,007	1,097
ばいじん類 （集塵機捕集ダスト）	石炭灰	10 <sup>3</sup> t-wet	2,331	2,330	2,705	4,146
	ばいじん、ダスト	10 <sup>3</sup> t-wet	414	541	460	523
	合計	10 <sup>3</sup> t-wet	10,651	10,427	10,399	10,169

廃棄物等データは湿重量で報告されているため、廃棄物等を各廃棄物等銘柄の含水率（表 128）で補正し、乾重量に換算した値（表 129）を使用する。

表 128 廃棄物等銘柄別の含水率の推移

大分類	廃棄物銘柄	単位	2000	2001	2002	2003	2000-2003 平均
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰	%	9.3	9.7	7.2	14.5	10.2
鉍さい	高炉スラグ（水砕）	%	7.2	7.4	8.7	5.0	7.1
	高炉スラグ（徐冷）	%	6.1	5.7	5.8	6.4	6.0
	製鋼スラグ	%	7.7	8.6	7.9	8.7	8.2
	非鉄鉍さい	%	6.9	5.6	7.6	7.5	6.9
ばいじん類 （集塵機捕集ダスト）	石炭灰	%	3.9	3.7	1.7	1.6	2.7
	ばいじん、ダスト	%	8.9	14.3	12.1	12.6	12.0

表 129 原料工程で投入された廃棄物等の乾重量の推移

大分類	廃棄物銘柄	単位	2000	2001	2002	2003
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰	10 <sup>3</sup> t-dry	2,124	2,698	2,956	1,634
鉍さい	高炉スラグ（水砕）	10 <sup>3</sup> t-dry	1,731	1,133	1,189	994
	高炉スラグ（徐冷）	10 <sup>3</sup> t-dry	1,545	1,212	878	825
	製鋼スラグ	10 <sup>3</sup> t-dry	676	905	743	516
	非鉄鉍さい	10 <sup>3</sup> t-dry	1,227	1,010	930	1,014
ばいじん類 （集塵機捕集ダスト）	石炭灰	10 <sup>3</sup> t-dry	2,241	2,244	2,658	4,077
	ばいじん、ダスト	10 <sup>3</sup> t-dry	378	464	404	457
	合計	10 <sup>3</sup> t-dry	9,922	9,664	9,759	9,518

### クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 含有量、CaO 含有率の推計

原料工程で投入された廃棄物等の乾重量に表 130に示した銘柄別の CaO 含有率（セメント協会調査）を乗じて、クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 量を算出する（表 131を参照）。

表 130 セメントの原料として使用される廃棄物等の CaO 含有率の推移

大分類	廃棄物銘柄	単位	2000	2001	2002	2003	2000-2003 平均
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰	%	5.3	5.3	5.0	5.7	5.3
鉍さい	高炉スラグ（水砕）	%	41.3	41.4	40.0	42.2	41.2
	高炉スラグ（徐冷）	%	41.4	41.5	41.0	40.8	41.2
	製鋼スラグ	%	37.1	38.8	40.5	39.6	39.0
	非鉄鉍さい	%	10.0	7.1	7.2	6.7	7.7
ばいじん類 （集塵機捕集ダスト）	石炭灰	%	4.7	4.6	5.0	4.7	4.8
	ばいじん、ダスト	%	11.5	11.9	10.4	13.4	11.8

表 131 クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 量の推移

大分類	廃棄物銘柄	単位	2000	2001	2002	2003
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰 dry	10 <sup>3</sup> t-dry	113	144	149	92
鉱さい	高炉スラグ（水砕）	10 <sup>3</sup> t-dry	714	469	475	419
	高炉スラグ（徐冷）	10 <sup>3</sup> t-dry	639	503	360	336
	製鋼スラグ	10 <sup>3</sup> t-dry	251	351	301	204
	非鉄鉱さい	10 <sup>3</sup> t-dry	123	71	67	68
ばいじん類 （集塵機捕集ダスト）	石炭灰	10 <sup>3</sup> t-dry	106	103	134	191
	ばいじん、ダスト	10 <sup>3</sup> t-dry	44	55	42	61
	合計	10 <sup>3</sup> t-dry	1,990	1,695	1,527	1,372

廃棄物等由来の CaO 量をクリンカ生産量で除し、クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 含有率を算出する。

1990～1999 年度の廃棄物等由来の CaO 含有率のデータはないが、廃棄物等の原料工程投入量は 1990 年以降増加傾向にあったことは明らかである。このため、1990～1999 年度の廃棄物由来の CaO 量を推計するに際しては、過大推計を避ける考え方から 2000～2003 年度における廃棄物等由来の CaO 含有率の平均値を採用する。その結果を表 132 に示す。

表 132 廃棄物等由来の CaO 含有率の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
クリンカ生産量	10 <sup>3</sup> t	76,253	79,495	82,094	81,224	83,338	83,032	83,855
廃棄物等のCaO量	10 <sup>3</sup> t							
クリンカ中廃棄物由来のCaO含有率	%	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
クリンカ生産量	10 <sup>3</sup> t	78,666	69,675	68,980	69,528	67,729	63,778	62,653
廃棄物等のCaO量	10 <sup>3</sup> t				1,990	1,695	1,527	1,372
クリンカ中廃棄物由来のCaO含有率	%	2.5	2.5	2.5	2.9	2.5	2.4	2.2

#### 廃棄物等由来の CaO を除いたクリンカ中の CaO 含有率の推計

セメント協会調査結果によるクリンカ中の CaO 含有率（表 133）から廃棄物等由来の CaO 含有率を差し引いて排出係数の設定に使用するクリンカ中の CaO 率を算出する。その結果を表 134 に示す。

表 133 クリンカ中 CaO 含有率

	単位	2000	2001	2002	2003	2000-2003 平均
クリンカ中CaO率	%	66.0	65.9	65.9	65.9	65.9

表 134 廃棄物等由来の CaO を除いたクリンカ中の CaO 含有率の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
クリンカ中平均CaO含有率	%	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9
クリンカ中廃棄物等由来のCaO含有率	%	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
廃棄物等を排除したクリンカ中CaO含有率	%	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
クリンカ中平均CaO含有率	%	65.9	65.9	65.9	66.0	65.9	65.9	65.9
クリンカ中廃棄物等由来のCaO含有率	%	2.5	2.5	2.5	2.9	2.5	2.4	2.2
廃棄物等を排除したクリンカ中CaO含有率	%	63.4	63.4	63.4	63.1	63.4	63.5	63.7

### クリンカの排出係数の設定

CaO と CO<sub>2</sub> の分子量の比 ( 0.785 ) にクリンカ中の CaO 含有率を乗じてセメント製造に伴う排出の排出係数を算出する。なお、セメントキルダスト ( CKD ) 補正係数については、CKD を回収し再度原料投入しているため、1.00 を使用する。

#### (c) 排出係数の推移

1990～2003 年度における排出係数は以下の通り。

表 135 セメントの製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
廃棄物等を排除したクリンカ中CaO含有率	%	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4
CO <sub>2</sub> /CaO		0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
排出係数	t-CO <sub>2</sub> /t	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
廃棄物等を排除したクリンカ中CaO含有率	%	63.4	63.4	63.4	63.1	63.4	63.5	63.7
CO <sub>2</sub> /CaO		0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
排出係数	t-CO <sub>2</sub> /t	0.498	0.498	0.498	0.495	0.498	0.499	0.500

#### (d) 排出係数の出典

セメントの製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数の算出に使用したデータは以下の通り。

表 136 排出係数の算出に使用したデータ

データ	出典
<ul style="list-style-type: none"> <li>・原料工程に投入される廃棄物等量</li> <li>・廃棄物等の含水率</li> <li>・廃棄物等の CaO 率</li> <li>・クリンカ中 CaO 率</li> <li>・クリンカ生産量</li> </ul>	社団法人セメント協会

#### (e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

#### 活動量

##### (a) 定義

セメントの中間製品であるクリンカを生産量 ( t )

##### (b) 活動量の把握方法

セメント協会の提供データに示された 2000～2003 年度におけるクリンカ生産量は以下の通り。

表 137 クリンカ生産量 ( 2000-2003 年度 )

	単位	2000	2001	2002	2003
クリンカ生産量	10 <sup>3</sup> t	69,528	67,729	63,778	62,653

1990～1999年度のクリンカ生産量については、統計値を把握してこなかったため、過去に遡りクリンカを生産量を把握することは困難である。従って、2000～2003年度におけるクリンカ生産量（セメント協会データ）と「窯業・建材統計年報」（経済産業省）に示された石灰石消費量の比率の平均値で過去（1990～1999年度）のクリンカ生産量を外挿することにより推計する。

なお、「窯業・建材統計年報」に示された1993～2003年度の石灰石消費量データには、セメント系固化材原料分が含まれているが、1992年度以前の石灰石消費量には含まれていないため、経済産業省において、1990～1992年度の石灰石消費量の各数値に、固化材原料用セメントの石灰石消費量の数値を考慮して補正を行っている。

補正については、接続係数（0.99）を用いて1990～1992年度における固化材原料用を含めたセメント生産量を算出（セメント生産量/0.99）し、これを石灰石消費量とセメント生産量との比率（石灰石消費量/セメント生産量）に乗じて石灰石消費量を算出している。

### (c) 活動量の推移

セメント製造に伴うCO<sub>2</sub>排出量の算定に使用する活動量データは以下の通り。

表 138 セメント製造に使用されるクリンカ生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
石灰石消費量 実績	10 <sup>3</sup> t-dry	89,366	93,166	96,211	95,192	97,669	97,311	98,275
クリンカ生産量 実績（2000～2003年）	10 <sup>3</sup> t							
クリンカ生産量/石灰石消費量		0.853	0.853	0.853	0.853	0.853	0.853	0.853
補正後クリンカ生産量 推計値（1990～1999年）	10 <sup>3</sup> t	76,253	79,495	82,094	81,224	83,338	83,032	83,855

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
石灰石消費量 実績	10 <sup>3</sup> t-dry	92,194	81,657	80,843	81,376	78,328	75,406	73,869
クリンカ生産量 実績（2000～2003年）	10 <sup>3</sup> t				69,528	67,729	63,778	62,653
クリンカ生産量/石灰石消費量		0.853	0.853	0.853	0.854	0.865	0.846	0.848
補正後クリンカ生産量 推計値（1990～1999年）	10 <sup>3</sup> t	78,666	69,675	68,980				

1990～1999年度のクリンカ生産量/石灰石消費量の値は、2000～2003年度における比率の平均値

### (d) 活動量の出典

表 139 活動量の出典

資料名	セメント協会提供データ
発行日	
記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	クリンカ生産量（2000～2003年度）

### (e) 活動量の課題

- ・ 特になし。



## 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 140 セメント製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	37,966	39,581	40,875	40,442	41,494	41,342	41,751

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	39,168	34,691	34,345	34,434	33,718	31,805	31,316

## その他特記事項

特になし。

## 不確実性評価

### (a) 排出係数

#### 1) 評価方針

セメント製造における CO<sub>2</sub> 排出の排出係数の不確実性評価においては、複数のパラメータから算出している。排出係数のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断 (Expert Judgment) もしくは GPG (2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000) に示された不確実性の標準値を使用する。

排出係数の不確実性の要因としては、以下の2点が挙げられる。

- ・ 炭酸塩以外の CaO データ
- ・ クリンカ中 CaO データ

#### 2) 評価結果

GPG (2000) に示された不確実性の標準値は以下の通りとなっている。

- ・ 炭酸塩以外の CaO データ：2%
- ・ クリンカ中 CaO データ：2%

また、不確実性の要素が複数ある場合 ( $U_{E1}$ 、 $U_{E2}$ 、... $U_{En}$ ) 全体の不確実性  $U_E$  は以下の式により算定される。

$$U_E = \sqrt{U_{E1}^2 + U_{E2}^2 + \dots + U_{En}^2}$$

$U_{En}$  : 要素  $En$  の不確実性 (%)

よって

$$\begin{aligned}U_E &= \sqrt{U_{E1}^2 + U_{E2}^2} \\ &= \sqrt{2^2 + 2^2} \\ &= 3\%\end{aligned}$$

セメント製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の不確実性は、3%である。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

セメントの製造に伴う排出の活動量は、セメント協会に提供されたクリンカ生産量の値を使用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

セメント協会提供データは業界の統計であり、セメント製造におけるクリンカ生産量については、全事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 10%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 141 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.500 t-CO <sub>2</sub> /t	3%	62,653 10 <sup>3</sup> t	10%	31,316 Gg-CO <sub>2</sub>	10%

今後の調査方針

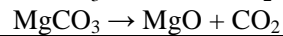
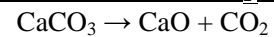
特になし。

## (2) 生石灰製造 (2.A.2) CO<sub>2</sub>

### 背景

生石灰製造時に原料として使用される石灰石 (CaCO<sub>3</sub>) 等を焼成 (加熱分解) することにより、CO<sub>2</sub> が放出される。

#### 生石灰製造プロセスにおける CO<sub>2</sub> 生成メカニズム



### 算定方法

#### (a) 算定の対象

生石灰の製造時に、原料として使用された石灰石及びドロマイトから排出される CO<sub>2</sub> の量。

#### (b) 算定方法の選択

GPG (2000) のデシジョンツリーに従うと、生石灰の種類別製造量に基づいた排出係数の設定方法を用いることになるが、GPG (2000) に示された算定方法で用いる製品区分とわが国の製品区分の対応が明らかでないため、この算定方法を適用することができない。よって、生石灰製造に伴う排出については、わが国独自の算定方法を用いて CO<sub>2</sub> 排出量の算定を行う。

#### (c) 算定式

生石灰製造の原料として使用された石灰石及びドロマイトの量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行う。

$$E = \sum EF_i * A_i$$

E : 生石灰製造の原料の使用に伴い排出される CO<sub>2</sub> の量 (kg-CO<sub>2</sub>)

EF<sub>i</sub> : 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/t)

A<sub>i</sub> : 原料の使用量 (t)

i : 石灰石、ドロマイト

#### (d) 算定方法の課題

- ・ GPG (2000) に示された算定方法との差異について検討する必要がある。

### 排出係数

#### (a) 定義

生石灰の製造時に使用された 1 t の石灰石及びドロマイトが焼成 (加熱分解) されることにより排出される CO<sub>2</sub> の量 (kg)。

(b) 設定方法

1) 石灰石

日本石灰協会の調査により得られた8地方ごとの石灰石の原石純度、残存二酸化炭素量を用い、各地方の生産量による加重平均を用いて排出係数を設定した。排出係数は、428 kgCO<sub>2</sub>/t。

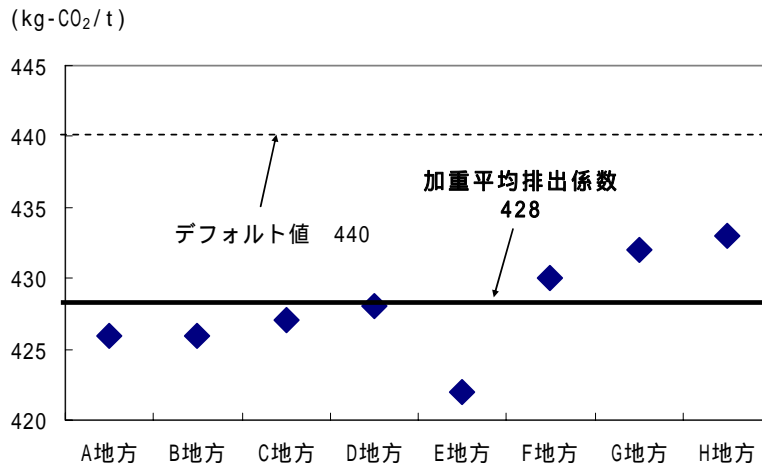


図 1 生石灰の製造時に使用された石灰石の排出係数

(注) 生産量については秘匿

(出典) 日本石灰協会提供データ

2) ドロマイト

日本石灰協会の調査により得られた3地域ごとのドロマイトの原石純度および残存二酸化炭素量(生石灰製造後に原料に残存している二酸化炭素量)をもとに加重平均により排出係数を設定した。排出係数は、449 kgCO<sub>2</sub>/t。

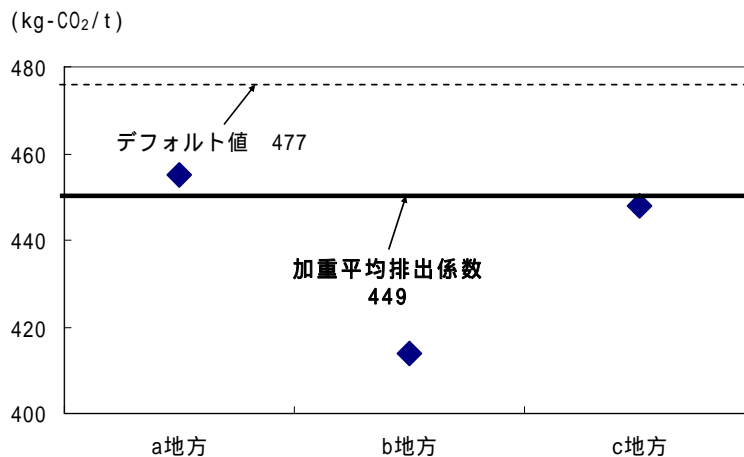


図 2 生石灰の製造時に使用されたドロマイトの排出係数

(注) 生産量については秘匿

(出典) 日本石灰協会提供データ

(c) 排出係数の推移

1990～2003 年度における生石灰製造における石灰石及びドロマイトの CO<sub>2</sub> 排出係数は一定とする。

表 142 生石灰製造に使用する石灰石及びドロマイトの排出係数

	単位	排出係数
石灰石の排出係数	kg-CO <sub>2</sub> /t	428
ドロマイトの排出係数	kg-CO <sub>2</sub> /t	449

(d) 排出係数の出典

気石灰の製造に使用された石灰石及びドロマイトの排出係数については、日本石灰協会提供のデータを用いて算定する。

(e) 排出係数の課題

1) 石灰石

- ・ 特になし。

2) ドロマイト

- ・ ドロマイトの排出係数の設定に用いた実測データが3地域のみであるため、その精度に課題がある。また、ドロマイトから取り出せる CaO 及び MgO の割合について、新たな調査を行う必要がある。

活動量

(a) 定義

生石灰の製造時に用いる石灰石及びドロマイトの使用量 (t)

(b) 活動量の把握方法

石灰石及びドロマイトの使用量には、経済産業省「資源統計年報」に示された石灰石及びドロマイトの石灰用販売量を用いる。

(c) 活動量の推移

1990～2003 年度における生石灰の製造に消費する石灰石及びドロマイトの量は以下の通り。2001 年に、石灰用石灰石販売量及び石灰用ドロマイト販売量の統計項目が廃止となったため、2002 年以降は 2001 年値を使用する。

表 143 生石灰の製造時に消費する石灰石及びドロマイトの量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
石灰石消費量	t	11,734,775	11,650,298	11,472,435	10,507,700	10,054,734	9,556,828	9,411,836
ドロマイト消費量	t	67,060	70,181	87,430	79,712	83,325	75,100	78,631

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
石灰石消費量	t	10,630,008	10,075,234	9,665,266	10,413,227	9,797,968	9,797,968	9,797,968
ドロマイト消費量	t	46,117	60,869	57,428	54,033	99,486	99,486	99,486

(d) 活動量の出典

表 144 活動量の出典

資料名	「資源統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年6月30日
記載されている 最新のデータ	2001年(暦年)のデータ
対象データ	石灰石及びドロマイトの消費量(1990～2001年)

(e) 活動量の課題

- ・ 2001年に、「資源・エネルギー統計年報」における石灰用石灰石販売量及び石灰用ドロマイト販売量の統計項目が廃止となった。この統計項目については、統計を復活する方向で検討を行うが、統計を復活できない場合は、外挿手法について検討する。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 145 生石灰製造に伴うCO<sub>2</sub>排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
石灰石	Gg-CO <sub>2</sub>	5,022	4,986	4,910	4,497	4,303	4,090	4,028
ドロマイト	Gg-CO <sub>2</sub>	30	32	39	36	37	34	35

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
石灰石	Gg-CO <sub>2</sub>	4,550	4,312	4,137	4,457	4,194	4,194	4,194
ドロマイト	Gg-CO <sub>2</sub>	21	27	26	24	45	45	45

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

生石灰の製造に伴うCO<sub>2</sub>の排出は、石灰石の使用によるCO<sub>2</sub>の排出とドロマイトの使用によるCO<sub>2</sub>の排出からなっており、これら2つのプロセス毎に不確実性の評価をする必要がある。

## (a) 排出係数

### 1) 評価方針

生石灰の製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数は、使用する石灰石及びドロマイトの原石の純度から求めている。石灰石については 8 つの地域の石灰石の純度及び残存 CO<sub>2</sub> 量（生石灰製造後に原料に残存している CO<sub>2</sub> 量）をもとに、ドロマイトについては 3 つの地域のドロマイトの純度及び残存 CO<sub>2</sub> 量をもとに、加重平均により排出係数を設定している。

不確実性の評価は、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、石灰石の使用については統計的処理により行い、ドロマイトの使用については、GPG (2000) による標準値等を採用することにより行うこととする。

なお、石灰石の使用に伴う排出係数とドロマイトの使用に伴う排出係数については、各々の不確実性を合成できないことから、生石灰の製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出に関しては、排出量の不確実性の評価のみを行うこととし、以下において石灰石の使用に伴う排出係数の不確実性と、ドロマイトの使用に伴う排出係数の不確実性を個別に評価する。

また、CO<sub>2</sub> の排出係数の不確実性の要因としては以下の 2 点が考えられる。

- ・ 石灰石及びドロマイトの純度の測定誤差
- ・ 地域別の石灰石及びドロマイト原石の純度の差

### 2) 評価結果

#### (i) 石灰石の使用に伴う排出係数

図 3 に示す国内の 8 地域における純度から不確実性を求める。

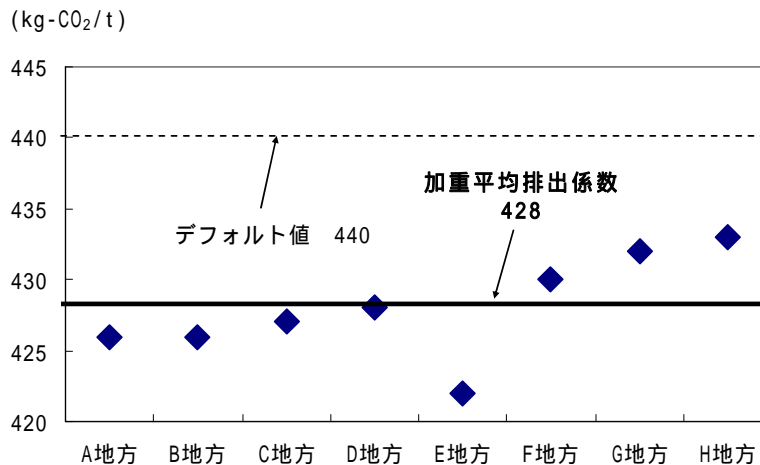


図 3 生石灰の製造時に使用された石灰石の排出係数（わが国石灰協会提供データ）

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

$$\text{標本平均} : \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散 :

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( 1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

図 3 のデータを基に上式により評価した不確実性は表 146 の通りである。

表 146 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値排出係数 : EF (kg-CO <sub>2</sub> /t)	428
データ数 : n	8
標本平均の標準偏差 : $\sigma_{EF}$ (kg-CO <sub>2</sub> /t)	1.358
不確実性 : $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	0.6%

(ii) ドロマイトの使用に伴う排出係数

GPG (2000) には不確実性の標準値として、石灰製品毎に以下の不確実性が示されている。

表 147 石灰製品毎の排出量の不確実性

石灰製品	排出量の不確実性の標準値
高カルシウム生石灰 (High-calcium lime)	±2%
ドロマイト生石灰 (Dolomitic lime)	±2%
水硬化性生石灰 (Hydraulic lime) (わが国では製造されていない)	±15%

ここではドロマイト生石灰の製造による排出量の不確実性を、ドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出に係る排出係数の不確実性の最大値と考え 2% を採用することとする。

以上より、生石灰の製造に伴う排出係数のうち、石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数の不確実性は 0.6%、ドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数の不確実性は 2% である。

3) 評価方法の課題

- 石灰石の排出係数の不確実性については、排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価したが、各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、今後、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

(b) 活動量

活動量についても、石灰石の使用量とドロマイトの使用量の 2 つの項目の不確実性を評価する。



### 1) 評価方針

生石灰の製造に使用する石灰石の量及びドロマイトの使用量は「資源統計年報」に基づく石灰石の用途別販売内訳の値を採用しており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することになる。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

「資源統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、石灰石及びドロマイトについては、全ての事業所が対象となっていることから、石灰石及びドロマイトの使用量の不確実性は、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値としてそれぞれ 5%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

### (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 148 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
石灰石	0.428 t-CO <sub>2</sub> /t	0.6%	9,797,968 t	5%	4,194 Gg-CO <sub>2</sub>	5%
ドロマイト	0.449 t-CO <sub>2</sub> /t	2.0%	99,486 t	5%	45 Gg-CO <sub>2</sub>	5%

### 今後の調査方針

特になし。

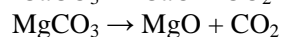
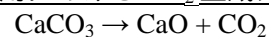
### (3) 石灰石及びドロマイトの使用 (2.A.3)

#### 石灰石の使用 (2.A.3) CO<sub>2</sub>

#### (a) 背景

石灰石には CaCO<sub>3</sub> 及び微量の MgCO<sub>3</sub> が含まれており、石灰石を使用すると CaCO<sub>3</sub> 及び MgCO<sub>3</sub> 由来の CO<sub>2</sub> が排出される。

#### 石灰石使用における CO<sub>2</sub> 生成メカニズム



## (b) 算定方法

### 1) 算定の対象

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に、原料として使用された石灰石から排出される CO<sub>2</sub> の量。

### 2) 算定方法の選択

石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量算定については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された算定方法を用いている。ただし、石灰石に微量の MgCO<sub>3</sub> が含まれているため、MgCO<sub>3</sub> 由来の CO<sub>2</sub> 排出量も計上している。

### 3) 算定式

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に原料として使用された石灰石の量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum EF_i * A_i$$

E : 原料として使用された石灰石から排出される CO<sub>2</sub> の量 (kg-CO<sub>2</sub>)

EF<sub>i</sub> : 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/t)

A<sub>i</sub> : 石灰石の使用量 (t)

i : 鉄鋼用、ソーダ・ガラス用

### 4) 算定方法の課題

特になし。

## (c) 排出係数

### 1) 定義

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に使用された 1 t の石灰石が分解されることにより排出される CO<sub>2</sub> の量 (kg)。

### 2) 設定方法

鉄鋼及びソーダ石灰ガラス製造に使用する石灰石の排出係数は、化学反応式における CO<sub>2</sub> と CaCO<sub>3</sub> の重量比に石灰石から取り出せる CaO の割合 (55.4% : 「石灰石の話 (石灰石鉱業協会)」に示された割合「54.8 ~ 56.0%」の中間値) を乗じた値と、CO<sub>2</sub> と MgCO<sub>3</sub> の重量比に石灰石から取り出せる MgO の割合 (0.5% : 「石灰石の話 (石灰石鉱業協会)」に示された割合「0.0 ~ 1.0%」の中間値) を乗じた値を加えて算出する。

### 【排出係数の算定】

$\text{CaCO}_3$	$\text{CaO} + \text{CO}_2$
$\text{MgCO}_3$	$\text{MgO} + \text{CO}_2$
・ 石灰石から取り出せる $\text{CaO}$ の割合：55.4% <sup>a</sup>	
・ 石灰石から取り出せる $\text{MgO}$ の割合：0.5% <sup>b</sup>	
・ $\text{CaCO}_3$ (石灰石の主成分) の分子量：100.0869 <sup>c</sup>	
・ $\text{MgCO}_3$ の分子量：84.3139 <sup>c</sup>	
・ $\text{CaO}$ の分子量：56.0774 <sup>c</sup>	
・ $\text{MgO}$ の分子量：40.3044 <sup>c</sup>	
・ $\text{CO}_2$ の分子量：44.0095 <sup>c</sup>	
・ $\text{CaCO}_3$ の含有率	= 石灰石から取り出せる $\text{CaO}$ の割合 * $\text{CaCO}_3$ の分子量/ $\text{CaO}$ の分子量 = 55.4% * 100.0869 / 56.0774 = 98.88%
・ $\text{MgCO}_3$ の含有率	= 石灰石から取り出せる $\text{MgO}$ の割合 * $\text{MgCO}_3$ の分子量/ $\text{MgO}$ の分子量 = 0.5% * 84.3139 / 40.3044 = 1.05%
排出係数	= $\text{CO}_2$ の分子量 / $\text{CaCO}_3$ の分子量 * $\text{CaCO}_3$ の含有率 + $\text{CO}_2$ の分子量 / $\text{MgCO}_3$ の分子量 * $\text{MgCO}_3$ の含有率 = 44.0095 / 100.0869 * 0.9888 + 44.0095 / 84.3139 * 0.0105 = 0.4348 + 0.0055 = 0.4402 [ t- $\text{CO}_2$ /t ] = 440 [ kg- $\text{CO}_2$ /t ]
出典)	
a. 54.8 ~ 56.0% の中間値：石灰石鉱業協会「石灰石の話」	
b. 0.0 ~ 1.0% の中間値：石灰石鉱業協会「石灰石の話」	
c. IUPAC “Atomic Weights of the Elements 1999” ( <a href="http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt9.html">http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt9.html</a> )	

### 3) 排出係数の推移

1990 ~ 2003 年度における鉄鋼とソーダ石灰ガラスにおける石灰石の使用の排出係数は一定とする。

表 149 石灰石の使用に伴う排出係数

単位	排出係数
kg- $\text{CO}_2$ /t	440

### 4) 排出係数の出典

石灰石の使用の排出係数については、石灰石鉱業協会「石灰石の話」に示されている石灰石から取り出せる  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  の割合を用いて算定する。

5) 排出係数の課題

「ソーダ石灰ガラス」「鉄鋼」の各製品に炭素が残存するかを確認した上で、製品ごとに石灰石起源の排出係数を設定するかどうか検討する必要がある。

(d) 活動量

1) 定義

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に用いる石灰石の使用量 (t)。

2) 活動量の把握方法

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に用いる石灰石の使用量については、経済産業省「資源統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された、石灰石の鉄鋼・精錬用及びソーダ・ガラス用販売量を用いる。

3) 活動量の推移

1990～2003年度における鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用の石灰石消費量は以下の通り。

表 150 鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用の石灰石消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
鉄鋼・製錬用	t	22,375,078	22,759,944	21,300,547	21,506,754	21,387,365	22,371,261	21,355,403
ソーダ・ガラス製造	t	1,846,490	1,798,748	1,797,924	1,763,232	2,041,086	1,945,667	1,692,330

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
鉄鋼・製錬用	t	22,706,088	22,362,812	21,902,563	22,901,835	22,239,350	22,118,206	22,258,872
ソーダ・ガラス製造	t	1,741,378	1,602,501	1,627,587	1,721,893	1,677,138	973,856	947,700

4) 活動量の出典

表 151 活動量の出典 (1990～2000年度)

資料名	「資源統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日
記載されている最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	石灰石のソーダ・ガラス用・鉄鋼・製錬用〔含むフェロアロイ〕 販売量(1990～2000年度)

表 152 活動量の出典 (2001～2003年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003年度分
発行日	～2004年7月15日
記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	石灰石のソーダ・ガラス用・鉄鋼・製錬用〔含むフェロアロイ〕

	販売量（2001～2003年度）
--	------------------

#### 5) 活動量の課題

- ・ 統計上の問題として、ソーダ・ガラス製造における石灰石の消費量が過大になっている可能性があることに注意する必要がある。

#### (e) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 153 石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
鉄鋼・精錬用石灰石からの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	9,845	10,014	9,372	9,463	9,410	9,843	9,396
ソーダ・ガラス用石灰石からの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	812	791	791	776	898	856	745

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
鉄鋼・精錬用石灰石からの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	9,991	9,840	9,637	10,077	9,785	9,732	9,794
ソーダ・ガラス用石灰石からの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	766	705	716	758	738	428	417

#### (f) その他特記事項

特になし。

#### (g) 不確実性評価

本区分は、鉄鋼製品及びガラスを製造する際の石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出からなっており、これら 2 つのプロセス毎に不確実性の評価をする必要がある。

#### 1) 排出係数

##### (i) 評価方法

石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数は、使用する石灰石の原石の純度から求めており、製品の一般的な純度の上限値、下限値の中間値から排出係数を設定している。不確実性の評価は、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断 ( Expert Judgement ) により行うこととする。

また、CO<sub>2</sub> の排出係数の不確実性の要因としては以下の 2 点が考えられる。

- ・ 石灰石の純度の測定誤差
- ・ 地域別の石灰石原石の純度の差

##### (ii) 評価結果

排出係数の不確実性に影響を与える項目は、CaCO<sub>3</sub> の含有率及び MgCO<sub>3</sub> の含有率だけであることから、以下においては、CaCO<sub>3</sub> の含有率及び MgCO<sub>3</sub> の含有率の不確実性をそれぞれ求め、それらを合成することで排出係数の不確実性を求めることとする。

不確実性の評価は、石灰石の使用に伴う排出係数の不確実性と同様に、「わが国の排出係数

として考えられる値の上限値、下限値」が 95%信頼区間の上限値、下限値となる三角分布より推計する。

よって不確実性は、

CaCO<sub>3</sub>の含有率の不確実性

下限値までの不確実性 = 上限値までの不確実性

$$= ((56.0 + 54.8) / 2 - 54.8) \div (56.0 + 54.8) / 2 = 1.1\%$$

MgCO<sub>3</sub>の含有率の不確実性

下限値までの不確実性 = 上限値までの不確実性

$$= ((1.0 + 0.0) / 2 - 1.0) \div (1.0 + 0.0) / 2 = 100.0\%$$

また、それぞれの不確実性は、以下の合成式により合成する。

$$U_{EF-total} = \frac{\sqrt{(U_{EF1} * EF_1)^2 + (U_{EF2} * EF_2)^2}}{EF_1 + EF_2}$$

$U_{EFi}$  : 要素 $EF_i$ の不確実性 (%)

合成した不確実性の結果は表 154に示す通りである。

表 154 不確実性評価結果

	排出係数 $EF_i$	不確実性 $U_{EFi}$	$(U_{EFi} * EF_i)^2$	合成後の不確実性
CaCO <sub>3</sub> の含有率の不確実性	434.78 kg-CO <sub>2</sub> /t	1.1%	22.2	16.4%
MgCO <sub>3</sub> の含有率の不確実性	5.46 kg-CO <sub>2</sub> /t	100.0%	29.8	

よって石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub>の排出係数の不確実性は 16.4%である。

### (iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## 2) 活動量

### (i) 評価方法

石灰石の使用量は「資源・エネルギー統計年報」に基づく用途別販売内訳の値を採用しており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

ただし、石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub>の排出は以下の式で表され、活動量はソーダ石灰ガラス製造向けの販売量と鉄鋼製造向けの販売量を合算したものであることから、それぞれについて不確実性の評価を行い、その結果から活動量全体の不確実性の評価を行う必要がある。

表 155 石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出量の算定方法

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{ソーダ石灰ガラス製造に伴う排出量} + \text{鉄鋼製造に伴う排出量} \\ &= (\text{EF} \times \text{A}_1) + (\text{EF} \times \text{A}_2) \\ &= \text{EF} \times (\text{A}_1 + \text{A}_2) \end{aligned}$$

EF : 石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数  
A<sub>1</sub> : ソーダ石灰ガラス製造向けの石灰石販売量  
A<sub>2</sub> : 鉄鋼製造向けの石灰石販売量

(ii) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)の結果を公表するものであり、石灰石については、全ての事業所が対象となっていることから、ソーダ石灰ガラス製造向けの販売量、鉄鋼製造向けの販売量とも、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

また活動量の不確実性は、以下の式により合成する。

$$U_{A-total} = \frac{\sqrt{(U_{A1} * A_1)^2 + (U_{A2} * A_2)^2}}{A_1 + A_2}$$

$U_{An}$  : 要素Anの不確実性 (%)

合成式による不確実性の合成結果は表 156に示す通りである。

表 156 不確実性評価結果

	石灰石販売量A <sub>i</sub>	不確実性U <sub>ai</sub>	(U <sub>ai</sub> *A <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	合成後の不確実性
鉄鋼製造向け	22,258,872 t	5%	1.24*10 <sup>12</sup>	4.8%
ソーダ灰ガラス製造向け	947,700 t	5%	2.25*10 <sup>9</sup>	

よって石灰石の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出に係る活動量の不確実性は、4.8%である。

(iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

3) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 157 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
鉄鋼製造	0.440 t-CO <sub>2</sub> /t	16.4%	22,258,872 t	4.8%	9,794 Gg-CO <sub>2</sub>	17%
ソーダ・ガラス製造	0.440 t-CO <sub>2</sub> /t	16.4%	947,700 t	4.8%	417 Gg-CO <sub>2</sub>	17%

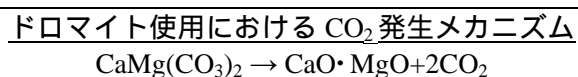
(h) 今後の調査方針

特になし。

ドロマイトの使用 (2.A.3) CO<sub>2</sub>

(a) 背景

ドロマイトには CaCO<sub>3</sub> 及び MgCO<sub>3</sub> が含まれており、ドロマイトを使用すると CaCO<sub>3</sub> 及び MgCO<sub>3</sub> 由来の CO<sub>2</sub> が排出される。



(b) 算定方法

1) 算定の対象

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に、原料として使用されたドロマイトから排出される CO<sub>2</sub> の量。

2) 算定方法の選択

ドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量算定については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された算定方法を用いる。

3) 算定式

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に、原料として使用されたドロマイトの量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = \sum EF_i * A_i$$

E : 原料として使用されたドロマイトから排出される CO<sub>2</sub> の量 (kg-CO<sub>2</sub>)

EF<sub>i</sub> : 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/t)

A<sub>i</sub> : ドロマイトの使用量 (t)

i : 鉄鋼用、ソーダ・ガラス用

4) 算定方法の課題

特になし。



(c) 排出係数

1) 定義

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に使用された1tのドロマイトが焼成(加熱分解)されることにより排出されるCO<sub>2</sub>の量(kg)

2) 設定方法

排出係数は、化学反応式におけるCO<sub>2</sub>とCaCO<sub>3</sub>の重量比にドロマイトから取り出せるCaOの割合(34.5% : 33.1~35.85%の中間値。石灰石鉱業協会「石灰石の話」)を乗じた値と、CO<sub>2</sub>とMgCO<sub>3</sub>の重量比にドロマイトから取り出せるMgOの割合(18.3% : 17.2~19.5%の中間値。石灰石鉱業協会「石灰石の話」)を乗じた値を加え排出係数を算定する。

**【排出係数の算定】**



- ・ドロマイトから取り出せるCaOの割合：34.5%  
(33.1~35.85%の中間値：石灰石鉱業協会「石灰石の話」)
- ・ " から取り出せるMgOの割合：18.3%  
(17.2~19.5%の中間値：石灰石鉱業協会「石灰石の話」)

- ・CaCO<sub>3</sub>(ドロマイトの主成分)の分子量：100.0872
- ・MgCO<sub>3</sub>(ドロマイトの主成分)の分子量：84.3142
- ・CaOの分子量：56.0774
- ・MgOの分子量：40.3044

$$\begin{aligned} \text{CaCO}_3 \text{の含有率} &= \text{ドロマイトから取り出せるCaOの割合} \times \text{CaCO}_3 \text{の分子量} / \text{CaOの分子量} \\ &= 34.5\% \times 100.0872 / 56.0774 \\ &= 61.53\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MgCO}_3 \text{の含有率} &= \text{ドロマイトから取り出せるMgOの割合} \times \text{MgCO}_3 \text{の分子量} / \text{MgOの分子量} \\ &= 18.3\% \times 84.3142 / 40.3044 \\ &= 38.39\% \end{aligned}$$

- ・CO<sub>2</sub>の分子量：44.0098

$$\begin{aligned} \text{○排出係数} &= \text{CO}_2 \text{の分子量} / \text{CaCO}_3 \text{の分子量} \times \text{CaCO}_3 \text{の含有率} \\ &\quad + \text{CO}_2 \text{の分子量} / \text{MgCO}_3 \text{の分子量} \times \text{MgCO}_3 \text{の含有率} \\ &= 44.0098 / 100.0872 \times 0.6153 + 44.0098 / 84.3142 \times 0.3839 \\ &= 0.2706 + 0.2004 \\ &= 0.4709 \\ &= \mathbf{471} \text{ (kg-CO}_2\text{/t)} \end{aligned}$$

### 3) 排出係数の推移

1990～2003年度における鉄鋼とソーダ石灰ガラスのそれぞれのCO<sub>2</sub>の排出係数は一定とする。

表 158 ドロマイトの使用に伴う排出係数

単位	排出係数
kg-CO <sub>2</sub> /t	471

### 4) 排出係数の出典

ドロマイトの使用の排出係数については、石灰石鉱業協会「石灰石の話」に示されているドロマイトから取り出せるCaO, MgOの割合を用いて算定する。

### 5) 排出係数の課題

特になし。

## (d) 活動量

### 1) 定義

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に用いるドロマイトの使用量(t)。

### 2) 活動量の把握方法

鉄鋼及びソーダ石灰ガラスの製造時に用いるドロマイトの使用量については、経済産業省「資源統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された、ドロマイトの鉄鋼・精錬用及びソーダ・ガラス用販売量を用いた。

### 3) 活動量の推移

1990～2003年における鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用のドロマイト販売量は以下の通り。

表 159 鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用のドロマイト販売量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
鉄鋼・製錬用	t	1,618,649	1,476,132	1,303,214	1,184,593	895,865	771,344	689,846
ソーダ・ガラス製造	t	228,308	212,722	207,082	215,867	196,643	197,046	196,741

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
鉄鋼・製錬用	t	751,386	539,477	498,654	438,302	279,085	368,506	417,841
ソーダ・ガラス製造	t	189,851	148,472	150,825	176,587	172,495	143,128	152,726

### 4) 活動量の出典

表 160 活動量の出典(1990～2000年度)

資料名	「資源統計年報」(経済産業省) 1990～2001年度分
発行日	～2002年7月30日

記載されている最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	ドロマイトのソーダガラス用・鉄鋼・製錬用〔含むフェロアロイ〕販売量（1990～2000年度）

表 161 活動量の出典（2001～2003年度）

資料名	「資源・エネルギー統計年報」（経済産業省） 2002～2003年度分
発行日	～2004年7月15日
記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	ドロマイトのソーダガラス用・鉄鋼・製錬用〔含むフェロアロイ〕販売量（2001～2003年）

5) 活動量の課題

- ・ 特になし。

(e) 排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 162 ドロマイトの使用量に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
鉄鋼・精錬用ドロマイトからの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	762	695	614	558	422	363	325
ソーダ・ガラス用ドロマイトからの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	108	100	98	102	93	93	93

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
鉄鋼・精錬用ドロマイトからの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	354	254	235	206	131	174	197
ソーダ・ガラス用ドロマイトからの排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	89	70	71	83	81	67	72

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

本区分は、鉄鋼製品及びガラスを製造する際のドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出からなっており、これら2つのプロセス毎に不確実性の評価をする必要がある。

1) 排出係数

(i) 評価方針

ドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数は、使用するドロマイトの原石の純度から求めており、製品の一般的な純度の上限値、下限値の中間値から排出係数を設定している。不確実性の評価は、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断( Expert Judgement )により行うこととする。

また、CO<sub>2</sub> の排出係数の不確実性の要因としては以下の2点が考えられる。

- ・ ドロマイトの純度の測定誤差
- ・ 地域別のドロマイイト原石の純度の差

(ii) 評価結果

排出係数の不確実性に影響を与える項目は、CaCO<sub>3</sub>の含有率及びMgCO<sub>3</sub>の含有率だけであることから、以下においては、CaCO<sub>3</sub>の含有率及びMgCO<sub>3</sub>の含有率の不確実性をそれぞれ求め、それらを合成することで排出係数の不確実性を求めることとする。

不確実性の評価は、石灰石の使用に伴う排出係数の不確実性と同様に、「わが国の排出係数として考えられる値の上限値、下限値」が95%信頼区間の上限値、下限値となる三角分布より推計する。

よって不確実性は、

CaCO<sub>3</sub>の含有率の不確実性

下限値までの不確実性 = 上限値までの不確実性

$$= ((35.85 + 33.1) / 2 - 33.1) \div (35.85 + 33.1) / 2 = 4.0\%$$

MgCO<sub>3</sub>の含有率の不確実性

下限値までの不確実性 = 上限値までの不確実性

$$= ((19.5 + 17.2) / 2 - 17.2) \div (19.5 + 17.2) / 2 = 6.3\%$$

また、それぞれの不確実性は、以下の合成式により合成する。

$$U_{EF-total} = \frac{\sqrt{(U_{EF1} * EF_1)^2 + (U_{EF2} * EF_2)^2}}{EF_1 + EF_2}$$

$U_{EFi}$  : 要素 $EF_i$ の不確実性 (%)

合成した不確実性の結果は表 163に示す通りである。

表 163 不確実性評価結果

	排出係数 $EF_i$	不確実性 $U_{EFi}$	$(U_i * EF_i)^2$	合成後の不確実性
CaCO <sub>3</sub> の含有率の不確実性	270.6 kg-CO <sub>2</sub> /t	4.0%	116.4	3.5%
MgCO <sub>3</sub> の含有率の不確実性	200.4 kg-CO <sub>2</sub> /t	6.3%	157.7	

よってドロマイイトの使用に伴うCO<sub>2</sub>の排出係数の不確実性は、3.5%である。

(iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## 2) 活動量

### (i) 評価方針

ドロマイトの使用量は「資源・エネルギー統計年報」に基づく用途別販売内訳の値を採用しており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

ただし、ドロマイトの使用量に伴う CO<sub>2</sub> の排出は以下の式で表され、ソーダ石灰ガラス製造向けの販売量と鉄鋼製造向けの販売量を合算したものであることから、それぞれについて不確実性の評価を行い、その結果から活動量全体の不確実性の評価を行う必要がある。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### (ii) 評価結果

「資源・エネルギー統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」（指定統計第 11 号）の結果を公表するものであり、ドロマイトについては、全ての事業所が対象となっていることから、ソーダ石灰ガラス製造向けの販売量、鉄鋼製造向けの販売量とも、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5% を採用する。

活動量の不確実性は、以下の式により合成する。

$$U_{A-total} = \frac{\sqrt{(U_{A1} * A_1)^2 + (U_{A2} * A_2)^2}}{A_1 + A_2}$$

$U_{An}$  : 要素  $An$  の不確実性 (%)

不確実性の合成結果は以下表 164 に示す通りである。

表 164 不確実性評価結果

	ドロマイト販売量 $A_i$	不確実性 $U_{ai}$	$(U_{ai} * A_i)^2$	合成後の不確実性
鉄鋼製造向け	417,841 t	5.0%	$4.36 * 10^8$	3.9%
ソーダ灰ガラス製造向け	152,726 t	5.0%	$5.83 * 10^7$	

よってドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出に係る活動量の不確実性は、3.9% である。

### (iii) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## 3) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 165 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
鉄鋼製造	0.471 t-CO <sub>2</sub> /t	3.5%	417,841 t	3.9%	197 Gg-CO <sub>2</sub>	5%
ソーダ・ガラス製造	0.471 t-CO <sub>2</sub> /t	3.5%	152,726 t	3.9%	72 Gg-CO <sub>2</sub>	5%

(h) 今後の調査方針

特になし。

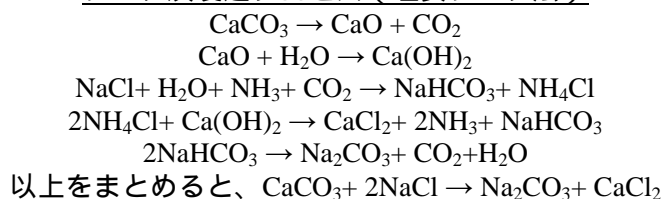
(4) ソーダ灰の生産及び使用 (2.A.4)

ソーダ灰の生産 (CO<sub>2</sub>)

わが国では、塩安ソーダ法によりソーダ灰 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) の生産が行われている。ソーダ灰の製造工程においては、石灰石とコークスを石灰炉で焼成しており、その際に CO<sub>2</sub> が排出される。石灰起源の CO<sub>2</sub> はそのほとんどが製品中へ取り込まれる。

ソーダ灰の製造工程において、購入した CO<sub>2</sub> をパイプラインで投入する場合があるが、この排出量はアンモニア工業から排出される CO<sub>2</sub> であるため、「アンモニア製造 (2.B.1)」で既に計上されている。また、コークスは、熱源及び CO<sub>2</sub> 源として供給されるが、その消費量については、加熱用として石油等消費動態統計に記載されているため、コークス起源の CO<sub>2</sub> 排出量は既に「燃料の燃焼分野 (1.A.)」に計上されている。従って、当該排出源からの排出量は、すべて他分野にて既に計上されているため、「IE」と報告する。なお、1996年改訂 IPCC ガイドラインには、トロナ (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>・NaHCO<sub>3</sub>・2H<sub>2</sub>O) の焼成による CO<sub>2</sub> 排出量の算定方法が示されているが、わが国ではトロナを焼成してソーダ灰を製造している実績がないため、排出量は算定しない。

ソーダ灰製造プロセス (塩安ソーダ法)



上記のプロセスでは、化学量論的には CO<sub>2</sub> の排出はゼロとなるが、実際の製造工程では、石灰石とコークスの反応により CO<sub>2</sub> が発生している。

ソーダ灰の使用 (CO<sub>2</sub>)

(a) 背景

ソーダ灰 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) の使用時に CO<sub>2</sub> が排出される。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

ソーダ灰の使用時に排出される CO<sub>2</sub> の量。

2) 算定方法の選択

ソーダ灰の使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基づき、デフォルト排出係数を用いて算定する。

3) 算定式

ソーダ灰の使用量に排出係数を乗じて CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E : ソーダ灰の使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>)

EF : 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/t)

A : ソーダ灰の使用量 (t)

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 排出係数

1) 定義

ソーダ灰の使用量 1t あたりに排出される CO<sub>2</sub> の量 (t)。

2) 設定方法

ソーダ灰の使用の排出係数については、わ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、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値 (0.415 [ t-CO<sub>2</sub>/t ]) を用いる。

$$\begin{aligned} & ( EF = 44.01 \text{g/mole CO}_2 / 105.99 \text{ g/mole Na}_2\text{CO}_3 \\ & = 415 \text{ kg-CO}_2 / \text{t-Na}_2\text{CO}_3 \quad ( = 0.415 \text{ t-CO}_2 / \text{t-Na}_2\text{CO}_3 ) ) \end{aligned}$$

3) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 166 ソーダ灰の使用に伴う排出係数

単位	排出係数
t-CO <sub>2</sub> /t	0.415

#### 4) 排出係数の出典

表 167 排出係数の出典

データ	出典
ソーダ灰の使用の排出係数	1996年改訂 IPCC ガイドライン p.2.13

#### 5) 排出係数の課題

特になし。

#### (d) 活動量

##### 1) 定義

ソーダ灰の使用量 (t)。

##### 2) 活動量の把握方法

ソーダ灰の使用量については、ソーダ工業会提供データの出荷量計、貿易統計におけるソーダ灰の輸入量、貿易統計におけるその他炭酸二ナトリウム(主にトロナ灰<sup>4</sup>)の輸入量、の合計値を使用する。

##### 3) 活動量の推移

1990～2003年度におけるソーダ灰の使用量は以下の通り。

表 168 ソーダ灰の使用量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ソーダ灰の出荷量	1,000 t	1,122	1,081	1,052	1,040	1,055	1,012	901
ソーダ灰輸入量 <sup>**</sup>	1,000 t	0	0	0	0	3	11	6
その他炭酸二ナトリウムの輸入量 <sup>**</sup>	1,000 t	295	308	266	292	320	305	297
合計	1,000 t	1,417	1,389	1,318	1,332	1,377	1,328	1,204

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ソーダ灰の出荷量	1,000 t	755	724	714	634	448	430	435
ソーダ灰輸入量 <sup>**</sup>	1,000 t	7	14	17	49	74	82	94
その他炭酸二ナトリウムの輸入量 <sup>**</sup>	1,000 t	417	331	301	346	416	392	359
合計	1,000 t	1,178	1,069	1,032	1,029	937	904	889

<sup>\*\*</sup> ソーダ灰輸入量及びその他炭酸二ナトリウムの輸入量は暦年値データである。

<sup>4</sup> トロナ灰とは、トロナ鉱石から製造されたソーダ灰のことを指す。



#### 4) 活動量の出典

表 169 活動量の出典

資料名	ソーダ工業会提供データ
発行日	
記載されている最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	ソーダ灰の出荷量 (1990 ~ 2003 年度)

表 170 活動量の出典

資料名	貿易統計
発行日	
記載されている最新のデータ	2003 年 (暦年) のデータ
対象データ	ソーダ灰の輸入量、その他炭酸二ナトリウムの輸入量

#### 5) 活動量の課題

ソーダ灰の一部は CO<sub>2</sub> 排出を伴わない用途に使用されている可能性があるが、確認できなかった。

#### (e) 排出量の推移

1990 ~ 2003 年度における排出量の算定結果を以下に示す。

表 171 ソーダ灰の使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	588	577	547	553	572	551	500

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	489	444	428	427	389	375	369

#### (f) その他特記事項

特になし。

#### (g) 不確実性評価

##### 1) 排出係数

##### (i) 評価方針

ソーダ灰の使用の排出係数は、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された値を採用している。ソーダ灰の使用の排出係数の不確実性評価については、不確実性のデシジョンツリーに従い GPG に示された類似排出源の不確実性の標準値の上限値を採用する。

(ii) 評価結果

ソーダ灰の使用の排出係数の不確実性は 15%である。

(iii) 評価方法の課題

特になし。

2) 活動量

(i) 評価方針

ソーダ灰の使用の活動量は、ソーダ工業会提供データの出荷量、貿易統計におけるソーダ灰の輸入量・その他炭酸二ナトリウムの輸入量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

ただし、ソーダ灰の使用に伴う CO<sub>2</sub>の排出は以下の式で表され、活動量はソーダ灰の出荷量とソーダ灰の輸入量・その他炭酸二ナトリウムの輸入量を採用していることから、それぞれについて不確実性の評価を行い、その結果から活動量全体の不確実性の評価を行う必要がある。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

(ii) 評価結果

ソーダ工業会提供データは業界の統計であり、全事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 10%を採用する。貿易統計については、指定統計に基づいた調査ではないことから 10%を採用する。

また、活動量の不確実性は、以下の式により合成する。

$$U_{A-total} = \frac{\sqrt{(U_{A1} * A_1)^2 + (U_{A2} * A_2)^2}}{A_1 + A_2}$$

$U_{An}$  : 要素 $A_n$ の不確実性 (%)

上記式より算出した活動量の不確実性の合成結果は表 172に示す通りである。

表 172 活動量の不確実性

	ソーダ灰消費量 $A_i$	不確実性 $U_{ai}$	$(U_{ai} * A_i)^2$	合成後の不確実性
ソーダ灰の出荷量	435 *10 <sup>3</sup> t	10%	1.89*10 <sup>3</sup>	6%
ソーダ灰の輸入量	94 *10 <sup>3</sup> t	10%	8.84*10 <sup>1</sup>	
その他炭酸二ナトリウムの輸入量	359 *10 <sup>3</sup> t	10%	1.29*10 <sup>3</sup>	

(iii) 評価方法の課題

特になし。

### 3) 排出量

表 173 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.415 t-CO <sub>2</sub> /t	15%	889 10 <sup>3</sup> t	6%	369 Gg-CO <sub>2</sub>	16%

#### (h) 今後の調査方針

特になし。

#### (5) アスファルト屋根材 (2.A.5) CO<sub>2</sub>

わが国ではアスファルト屋根葺き製造は行われているが、製造工程や活動量等についての十分な情報が得られておらず、アスファルト屋根葺き製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出は否定出来ない。また排出量の実測値も得られておらず、排出係数のデフォルト値もないことから、「NE」と報告する。

#### (6) 道路舗装 (2.A.6) CO<sub>2</sub>

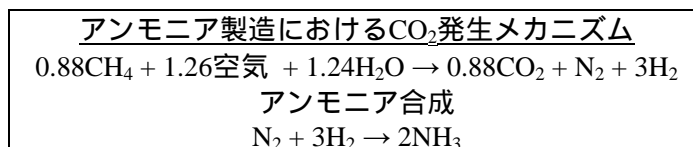
わが国ではアスファルト道路舗装は行われており、その工程で CO<sub>2</sub> はほとんど排出されないと考えられるが、その排出を完全には否定できない。また排出量の実測値も得られておらず、排出係数のデフォルト値もないことから、「NE」と報告する。

### 3. 化学産業 (2B)

#### (1) アンモニア製造 (2.B.1) CO<sub>2</sub>

##### 背景

アンモニア製造における原料の炭化水素を分解し H<sub>2</sub> を作り、原料水素を生成する過程で CO<sub>2</sub> が排出される。



##### 算定方法

##### (a) 算定の対象

アンモニアの製造時に、使用された表 174に示す原料から排出される CO<sub>2</sub> の量。

表 174 アンモニア製造時に使用する原料

原料	単位
ナフサ	l
液化石油ガス (LPG)	kg
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	m <sup>3</sup>
天然ガス	m <sup>3</sup>
石炭 (一般炭・輸入)	kg
オイルコークス	kg
液化天然ガス (LNG)	kg
コークス炉ガス (COG)	m <sup>3</sup>

##### (b) 算定方法の選択

##### (c) 算定式

アンモニアの原料として使用された各原料種の消費量に排出係数を乗じて、CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。

$$E = \sum EF_i * A_i$$

E : アンモニアの原料からの CO<sub>2</sub> の排出量 (kg-CO<sub>2</sub>)

EF<sub>i</sub> : 排出係数 (Gg-C/TJ)

A<sub>i</sub> : アンモニアの原料の使用量 (TJ)

i : 燃料種

(d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

排出係数

排出係数は、表 174に示す原料ごとに設定する。燃料の燃焼分野からの CO<sub>2</sub> 排出量の算定に用いている排出係数と同じ値を用いる。

(a) 定義

アンモニアの原料として使用された単位量当たり（表 174参照）の当該原料から排出される CO<sub>2</sub> の量（kg）

(b) 設定方法

燃料の燃焼分野からの CO<sub>2</sub> 排出量の算定の設定方法と同じ。

(c) 排出係数の推移

1990～2003 年度におけるアンモニア製造に伴う各原料別の CO<sub>2</sub> の排出係数は以下の通り。

表 175 アンモニア製造に伴う各原料別の CO<sub>2</sub> の排出係数

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ナフサ	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
液化石油ガス (LPG)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
天然ガス	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9
石炭(一般炭・輸入)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7
オイルコークス	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
液化天然ガス (LNG)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
コークス炉ガス (COG)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ナフサ	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
液化石油ガス (LPG)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
天然ガス	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9
石炭(一般炭・輸入)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7
オイルコークス	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
液化天然ガス (LNG)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
コークス炉ガス (COG)	Gg-C/10 <sup>15</sup> J	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0

(d) 排出係数の出典

表 176 排出係数の出典

データ	出典
ナフサ	1992 年炭素排出係数
液化石油ガス (LPG)	1992 年炭素排出係数
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	1992 年炭素排出係数
天然ガス	2006 年 IPCC 試算値
石炭 (一般炭・輸入)	1992 年炭素排出係数
オイルコークス	1992 年炭素排出係数

液化天然ガス (LNG)	1992 年炭素排出係数
コークス炉ガス (COG)	2006 年 IPCC 試算値

(e) 排出係数の課題

特になし。

活動量

(a) 定義

アンモニアの原料として使用された原料の量 (単位は表 174を参照)。

(b) 活動量の把握方法

経済産業省「石油等消費動態統計年報」に示された下表に示す燃料種の固有単位 (重量、容積等) を、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された発熱量を用いて換算した値を用いた。なお、一部の燃料種の消費量については秘匿データである。

(c) 活動量の推移

1990～2003 年度におけるアンモニア製造に使用される各原料の発熱量及び消費量は以下の通り。

表 177 アンモニア製造に使用されるナフサの発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ナフサの消費量	kl	189,714	176,578	190,656	213,355	342,148	477,539	443,661
ナフサの発熱量	$10^{15}$ J/kl	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$
ナフサの消費量	$10^{15}$ J	6.4	5.9	6.4	7.2	11.5	16.1	14.9

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ナフサの消費量	kl	435,740	310,695	467,436	406,958	268,562	156,218	95,773
ナフサの発熱量	$10^{15}$ J/kl	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$
ナフサの消費量	$10^{15}$ J	14.6	10.4	15.7	13.7	9.0	5.2	3.2

表 178 アンモニア製造に使用される液化石油ガス (LPG) の発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
液化石油ガス (LPG) の消費量	t	226,593	226,018	205,829	168,093	141,525	45,932	70,713
液化石油ガス (LPG) の発熱量	$10^{15}$ J/t	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$
液化石油ガス (LPG) の消費量	$10^{15}$ J	11.4	11.4	10.3	8.4	7.1	2.3	3.6

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
液化石油ガス (LPG) の消費量	t	99,342	107,392	21,473	5,991	33,804	44,772	0
液化石油ガス (LPG) の発熱量	$10^{15}$ J/t	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$
液化石油ガス (LPG) の消費量	$10^{15}$ J	5.0	5.4	1.1	0.3	1.7	2.2	0.0

表 179 アンモニア製造に使用される石油系炭化水素ガスの発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
石油系炭化水素ガスの消費量	$10^3 \text{ m}^3$	C	C	C	198,704	208,815	230,972	240,750
製油所ガスの発熱量	$10^{15} \text{ J}/10^3 \text{ m}^3$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$
石油系炭化水素ガスの消費量	$10^{15} \text{ J}$	C	C	C	8	8	9	9

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
石油系炭化水素ガスの消費量	$10^3 \text{ m}^3$	236,330	233,075	227,997	240,200	261,287	225,168	184,103
製油所ガスの発熱量	$10^{15} \text{ J}/10^3 \text{ m}^3$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$
石油系炭化水素ガスの消費量	$10^{15} \text{ J}$	9	9	9	11	12	10	8

表 180 アンモニア製造に使用される天然ガスの発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天然ガスの消費量	$10^3 \text{ m}^3$	C	C	C	C	C	100,468	103,400
天然ガスの発熱量	$10^{15} \text{ J}/10^3 \text{ m}^3$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$
天然ガスの消費量	$10^{15} \text{ J}$	C	C	C	C	C	4	4

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
天然ガスの消費量	$10^3 \text{ m}^3$	99,906	74,733	80,485	86,873	80,775	65,843	79,434
天然ガスの発熱量	$10^{15} \text{ J}/10^3 \text{ m}^3$	$4.3 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-5}$
天然ガスの消費量	$10^{15} \text{ J}$	4	3	3	4	3	3	3

表 181 アンモニア製造に使用される石炭の発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
石炭（一般炭・輸入）の消費量	$10^3 \text{ m}^3$	C	C	C	209,041	212,879	209,839	52,217
石炭（一般炭・輸入）の発熱量	$10^{15} \text{ J}/10^3 \text{ m}^3$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$
石炭（一般炭・輸入）の消費量	$10^{15} \text{ J}$	C	C	C	5.43	5.52	5.45	1.36

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
石炭（一般炭・輸入）の消費量	$10^3 \text{ m}^3$	31,577	690	1,032	726	843	1,003	1,030
石炭（一般炭・輸入）の発熱量	$10^{15} \text{ J}/10^3 \text{ m}^3$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$2.7 \times 10^{-5}$	$2.7 \times 10^{-5}$	$2.7 \times 10^{-5}$
石炭（一般炭・輸入）の消費量	$10^{15} \text{ J}$	0.82	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03

表 182 アンモニア製造に使用されるオイルコークスの発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
オイルコークスの消費量	t	C	C	C	259,031	265,807	273,125	381,885
オイルコークスの発熱量	$10^{15} \text{ J}/\text{t}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$
オイルコークスの消費量	$10^{15} \text{ J}$	C	C	C	9	9	10	14

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
オイルコークスの消費量	t	372,838	383,438	435,966	420,862	427,244	385,680	375,297
オイルコークスの発熱量	$10^{15} \text{ J}/\text{t}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$
オイルコークスの消費量	$10^{15} \text{ J}$	13	14	16	15	15	14	13

表 183 アンモニア製造に使用される液化天然ガス (LNG) の発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
液化天然ガス (LNG) の消費量	t	C	C	C	72,926	C	46,501	50,630
液化天然ガス (LNG) の発熱量	$10^{15}$ J/t	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$
液化天然ガス (LNG) の消費量	$10^{15}$ J	C	C	C	4	C	3	3

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
液化天然ガス (LNG) の消費量	t	30,175	12,962	22,350	23,395	21,404	109,681	133,412
液化天然ガス (LNG) の発熱量	$10^{15}$ J/t	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$	$5.5*10^{-5}$
液化天然ガス (LNG) の消費量	$10^{15}$ J	2	1	1	1	1	6	7

表 184 アンモニア製造に使用される COG の発熱量及び消費量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
COGの消費量	$10^3$ m <sup>3</sup>	C	C	C	33,012	36,198	35,860	33,392
COGの発熱量	$10^{15}$ J/ $10^3$ m <sup>3</sup>	$2.1*10^{-5}$	$2.2*10^{-5}$	$2.2*10^{-5}$	$2.2*10^{-5}$	$2.2*10^{-5}$	$2.2*10^{-5}$	$2.2*10^{-5}$
COGの消費量	$10^{15}$ J	C	C	C	1	1	1	1

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
COGの消費量	$10^3$ m <sup>3</sup>	26,113	50,604	58,166	55,333	3,835	0	0
COGの発熱量	$10^{15}$ J/ $10^3$ m <sup>3</sup>	$2.2*10^{-5}$	$2.1*10^{-5}$	$2.1*10^{-5}$	$2.1*10^{-5}$	$2.1*10^{-5}$	$2.1*10^{-5}$	$2.1*10^{-5}$
COGの消費量	$10^{15}$ J	1	1	1	1	0	0	0

(d) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果は以下の通り。

表 185 アンモニア製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ナフサ	Gg-CO <sub>2</sub>	425	395	427	478	766	1,070	994
液化石油ガス (LPG)	Gg-CO <sub>2</sub>	681	679	619	505	425	138	213
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	Gg-CO <sub>2</sub>	C	C	C	406	426	472	492
天然ガス	Gg-CO <sub>2</sub>	C	C	C	C	C	217	224
石炭(一般炭・輸入)	Gg-CO <sub>2</sub>	C	C	C	492	501	493	123
オイルコークス	Gg-CO <sub>2</sub>	C	C	C	857	879	903	1,263
液化天然ガス (LNG)	Gg-CO <sub>2</sub>	C	C	C	197	C	125	136
COG	Gg-CO <sub>2</sub>	C	C	C	29	32	31	29
合計	Gg-CO <sub>2</sub>	3,397	3,347	3,376	3,202	3,410	3,450	3,473

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ナフサ	Gg-CO <sub>2</sub>	976	695	1,046	910	601	349	214
液化石油ガス (LPG)	Gg-CO <sub>2</sub>	299	323	65	18	102	134	0
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	Gg-CO <sub>2</sub>	482	476	465	560	609	525	429
天然ガス	Gg-CO <sub>2</sub>	218	163	175	188	177	143	174
石炭(一般炭・輸入)	Gg-CO <sub>2</sub>	74	2	2	2	2	2	2
オイルコークス	Gg-CO <sub>2</sub>	1,233	1,268	1,442	1,392	1,414	1,276	1,242
液化天然ガス (LNG)	Gg-CO <sub>2</sub>	81	35	60	63	58	296	360
COG	Gg-CO <sub>2</sub>	23	44	50	48	3	0	0
合計	Gg-CO <sub>2</sub>	3,386	3,005	3,305	3,180	2,964	2,725	2,421



その他特記事項

特になし。

不確実性評価

### (a) 排出係数

#### 1) 評価方針

アンモニアの製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出量は、以下の式の通りアンモニアの製造に用いる原料種毎の排出係数と各原料の使用量を乗じて原料種毎の排出量を算定し、それらを足し合わせて算定している。従って、不確実性の評価はこれら原料種毎に行う必要がある。

$$\text{アンモニアの製造に伴う CO}_2 \text{ 排出量} = \sum \text{EF}_i \times \text{A}_i$$

EF<sub>i</sub> : 原料種毎の排出係数

A<sub>i</sub> : 原料種毎の活動量

また、各原料の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出については、各々の排出係数及び活動量の不確実性を合成できないことから、アンモニアの製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出に関しては、排出量の不確実性の評価のみを行うこととし、排出係数及び活動量の不確実性の評価は、原料種毎に個別に評価することとする。

#### 2) 評価結果

アンモニアの製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数の不確実性は、表 186の通りである。

表 186 排出係数の不確実性

原料	不確実性 注1)
石炭	5.3%
ナフサ	5.5%
石油コークス	22.5%
液化石油ガス (LPG)	2.8%
液化天然ガス (LNG)	8.4%
天然ガス (LNG を除く)	5.3%
コークス炉ガス (COG)	24.0%
石油系炭化水素ガス 注2)	21.6%

注1) 平成17年度統合報告書(燃料の燃焼)算定値

注2) 製油所ガスの排出係数を用いていることから、不確実性も精油所ガスと同じ値を用いることとする。

#### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

アンモニアの製造に使用する各原料の使用量は「石油等消費動態統計年報」の指定生産品目別統計化学工業製品 アンモニア及びアンモニア誘導品(原料用)に基づく値を採用しており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、平成14年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することになる。

また、活動量の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

「石油等消費動態統計年報」は統計法に基づく指定統計である「商工業石油等消費統計」(指定統計第115号)の結果を公表するものであり、アンモニア及びアンモニア誘導品に関しては、全事業所が対象となっていることから、平成14年度検討会が設定した不確実性の値として、原料種毎に5%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 187 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
ナフサ	18.2 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	5.5%	95,773 kl	5%	214 Gg-CO <sub>2</sub>	7%
液化石油ガス(LPG)	16.3 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	2.8%	0 t	5%	0 Gg-CO <sub>2</sub>	6%
石油系炭化水素ガス	14.2 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	21.6%	184,103 t	5%	429 Gg-CO <sub>2</sub>	22%
天然ガス	13.9 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	5.3%	79,434 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	5%	174 Gg-CO <sub>2</sub>	7%
石炭	24.7 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	5.3%	t	5%	2 Gg-CO <sub>2</sub>	7%
オイルコークス	25.4 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	22.5%	375,297 t	5%	1,242 Gg-CO <sub>2</sub>	23%
液化天然ガス(LNG)	13.5 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	8.4%	133,412 t	5%	360 Gg-CO <sub>2</sub>	10%
コークス炉ガス(COG)	11.0 Gg-C/10 <sup>15</sup> J	24.0%	0 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	5%	0 Gg-CO <sub>2</sub>	25%

今後の調査方針

特になし。

## (2) アンモニア製造(2.B.1) CH<sub>4</sub>

実測例よりアンモニア製造に伴うCH<sub>4</sub>の排出は確認されているが、排出係数を設定するだけの十

分な実測例が存在しないため、現状で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が1996年改訂IPCCガイドラインに示されていないことから、「NE」と報告した。

(3) アンモニア製造 (2.B.1) N<sub>2</sub>O

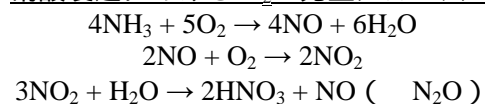
わが国ではアンモニアの製造は行われているが、アンモニアの製造に伴うN<sub>2</sub>Oの排出は原理的に考えられず、また実測例でもN<sub>2</sub>Oの排出係数は測定限界以下であったことから「NA」と報告する。

(4) 硝酸製造 (2.B.2) N<sub>2</sub>O

背景

硝酸(HNO<sub>3</sub>)の製造に伴いN<sub>2</sub>Oが排出される。

硝酸製造におけるN<sub>2</sub>O発生メカニズム



算定方法

(a) 算定の対象

硝酸の製造に伴い排出されるN<sub>2</sub>Oの量。

(b) 算定方法の選択

硝酸の製造に伴うN<sub>2</sub>O排出については、GPG(2000)に示された手法に基づいて算定する。

(c) 算定式

硝酸の製造量に排出係数を乗じてN<sub>2</sub>O排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E : 硝酸製造に伴うN<sub>2</sub>Oの排出量 (kg-N<sub>2</sub>O)

EF : 排出係数 (kg-N<sub>2</sub>O/t)

A : 硝酸の製造量 (t)

(d) 算定方法の課題

- ・ GPG(2000)に従うと、各工場におけるN<sub>2</sub>O破壊量データを把握することが必要となるが、破壊量データが把握できるかどうか検討する必要があることから、当面は上記の算定方法に従い排出量を算定することとする。

## 排出係数

### (a) 定義

硝酸 1t の製造に伴い排出される N<sub>2</sub>O の量 (kg)。

### (b) 設定方法

各工場から経済産業省に排出量を報告しているが、各工場の排出量は秘匿データに該当する。ここでは、便宜上に全国の 10 工場における実測値をもとに、製品の製造量を用いた加重平均により排出係数を設定する。

### (c) 排出係数の推移

1990～2003 年度における硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数は以下の通り。

表 188 硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数	kg-N <sub>2</sub> O/t	3.50	3.48	3.52	3.57	3.55	3.51	3.57

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
排出係数	kg-N <sub>2</sub> O/t	3.42	4.04	3.85	3.92	3.91	3.81	4.20

### (d) 排出係数の出典

表 189 硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数

データ	出典
硝酸製造工場における N <sub>2</sub> O 排出係数	経済産業省提供データ

### (e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

## 活動量

### (a) 定義

硝酸 (98%換算) の製造量 (t)。

### (b) 活動量の把握方法

硝酸 (98%換算) の製造量は、経済産業省「化学工業統計年報」に示された「硝酸 (98%換算)」の生産量を用いる。ただし、直近の年度値については、経済産業省提供データを用いる。

### (c) 活動量の推移

1990～2003 年度における硝酸生産量は以下の通り。

表 190 硝酸生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
硝酸生産量	t	705,600	707,374	705,430	682,742	705,122	701,460	671,587

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
硝酸生産量	t	677,677	630,824	642,291	655,645	603,393	637,118	617,211

(d) 活動量の出典

表 191 活動量の出典 (1990～2002 年度)

資料名	「化学工業統計年報」(経済産業省) 1990～2003 年度分
発行日	
記載されている 最新のデータ	2002 年度のデータ
対象データ	硝酸(98%換算)生産量(1990～2002 年度)

表 192 活動量の出典 (2003 年度)

資料名	経済産業省提供データ
発行日	
記載されている 最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	硝酸(98%換算)生産量

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果は以下の通り。

表 193 硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N <sub>2</sub> O排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	2.47	2.46	2.48	2.44	2.50	2.46	2.40

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	2.32	2.55	2.47	2.57	2.36	2.43	2.59

その他特記事項

特になし。

## 不確実性評価

### (a) 排出係数

#### 1) 評価方針

硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数は、全国の 10 工場における実測データから推計した工場毎の排出係数の加重平均をとって算定していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計的処理により 95% 信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性の要因として以下の 3 点が考えられる。

- ・ プラント毎の製造プロセスの差により N<sub>2</sub>O 発生量が異なること
- ・ 各プラントの N<sub>2</sub>O 分解除去装置による除去率に差があること
- ・ N<sub>2</sub>O の測定誤差

#### 2) 評価結果

わが国の 10 工場における N<sub>2</sub>O 排出係数及び工場毎の生産量のデータから排出係数の標準偏差を求める。

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

標本平均： $\overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$

標本平均の不偏分散：

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( 1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 194 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値排出係数：EF (kg-N <sub>2</sub> O/t)	3.92
データ数：n	10
標本平均の標準偏差： $\sigma_{EF}$ (kg-CO <sub>2</sub> /t)	0.920
不確実性： $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	46.0%

以上より硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出の排出係数の不確実性は、46.0%である。

#### 3) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価したが、排出係数は国内で硝酸を製造している全工場の実測データから算出しており、排出係数の不確実性には主に測定誤差が影響すると考えられること、また各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、排出係数を算定する際に用いた各排出係数の不確実性が把握できる場合には、各排出係数の不確実性を積み上げて評価することが望

ましいと考えられる。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

硝酸の製造量は「化学工業統計年報」の硝酸（98%換算）生産量（t）を用いており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

「化学工業統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」（指定統計第 11 号）の結果を公表するものであり、硝酸に関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 195 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
4.20 kg-N <sub>2</sub> O/t	46%	617,211 t	5%	2.59 Gg-N <sub>2</sub> O	46%

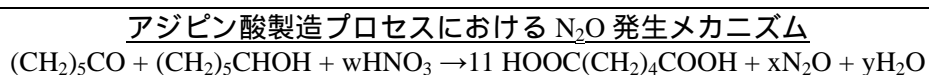
### 今後の調査方針

特になし。

## (5) アジピン酸製造 (2.B.3) N<sub>2</sub>O

### 背景

アジピン酸 (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>) 製造プロセスにおいて、シクロヘキサノン ((CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>CO) とシクロヘキサノール ((CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>CHOH) と硝酸 (HNO<sub>3</sub>) との化学反応で N<sub>2</sub>O が排出される。



## 算定方法

### (a) 算定の対象

アジピン酸の製造に伴い排出される N<sub>2</sub>O の量。

### (b) 算定方法の選択

GPG(2000)に示されている算定方法に従い、当該事業所から報告された排出量及び分解量を用いて N<sub>2</sub>O 排出量を算定する。N<sub>2</sub>O 発生率は工場の稼働状況等により本来的には変動がある性質のものであり、より精緻な温室効果ガス排出量の把握及び報告を行うため 2005 年度以降は、活動量×排出係数による排出量推計値ではなく、アジピン酸製造を行なっているわが国で唯一の事業所における直接計測結果による排出量実測値を報告するものとする。

### (c) 算定式

アジピン酸の生産量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = Rg * [1 - (Rd * OR)] * A$$

E	: アジピン酸の製造に伴う N <sub>2</sub> O の排出量 (kg-N <sub>2</sub> O)
A	: アジピン酸の生産量 (t)
Rg	: N <sub>2</sub> O 発生率 (kg-N <sub>2</sub> O/t)
Rd	: N <sub>2</sub> O 分解率 (%)
OR	: 分解装置稼働率 (%)

### (d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

## 排出係数

### (a) 定義

アジピン酸 1t の製造に伴い排出される N<sub>2</sub>O の量 (kg)。(ただし、現在、N<sub>2</sub>O の分解処理が行われていることに注意する。)

### (b) 設定方法

これまでは、わが国でアジピン酸を目的生産物として生産を行っている国内唯一の事業所で実施された実測データをもとに排出係数を設定していたが、1999 年 3 月から、N<sub>2</sub>O 分解装置が当該事業所において稼働し始めたため、排出係数が減少している。

当該事業所における実測データをもとに設定する。

### (c) 排出係数の推移

秘匿



(d) 排出係数の出典

アジピン酸製造の排出係数については、メーカーヒアリングによる N<sub>2</sub>O 発生率、N<sub>2</sub>O 分解率、分解装置稼働率データを使用して算出する。

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

アジピン酸の生産量。

(b) 活動量の把握方法

アジピン酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出の活動量は、当該メーカーから経済産業省に提供されたアジピン酸の生産量を用いる。なお、データは秘匿扱いである。

(c) 活動量の推移

秘匿データ。

(d) 活動量の出典

メーカーヒアリング(国内で1事業所のみがアジピン酸を目的製造物として製造を行っているため)

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による 1999~2003 年における N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果は以下の通り。

表 196 アジピン酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果 (1999~2003 年)

	単位	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	4.0	12.6	2.2	1.6	1.5

その他特記事項

アジピン酸製造過程における N<sub>2</sub>O 排出量は、1990 年から 1997 年にかけて、概ね増加傾向にあった。しかし、1999 年 3 月より、アジピン酸製造プラントにおいて N<sub>2</sub>O 分解装置の稼働を開始したため、1999 年以降は N<sub>2</sub>O 排出量が大幅に減少することとなった。なお、2000 年に N<sub>2</sub>O 排出量が一時的に増加したのは、N<sub>2</sub>O 分解装置の故障により稼働率が低下したためである。

## 不確実性評価

### (a) 排出係数

#### 1) 評価方針

アジピン酸の排出係数は複数のパラメータにより算定しているため、各パラメータの不確実性を合成して排出係数の不確実性を算定する。

#### 2) 評価結果

##### (i) N<sub>2</sub>O 発生率

N<sub>2</sub>O 発生率は N<sub>2</sub>O 排出量/アジピン酸生産量で計算するので、不確実性は N<sub>2</sub>O 排出量とアジピン酸生産量の不確実性を統合する。N<sub>2</sub>O 排出量の不確実性はサンプルの標準偏差から設定 (7.2%) し、アジピン酸の不確実性は 0% と仮定する。

$$U_{GF} = \sqrt{U_{N_2O}^2 + U_{AA}^2} = \sqrt{(7.2)^2 + 0^2} = 7.2\%$$
$$U_{N_2O} = 1.95 \times \sigma / EF = 7.2\%$$
$$U_{AA} = 0\%$$

##### (ii) N<sub>2</sub>O 分解率

1999 年以降の計測結果で N<sub>2</sub>O 分解率はずっと 99.9% の値を確保しているため、下限は 99.85% と考えれば、下限の誤差は 0.09% 以内になり、上限は 100% であるため、上限の誤差は 0.1% である。よって、下限値も 0.1% と見なして問題ない。

##### (iii) 分解装置の稼働率

アジピン酸製造者における GHG 監査で計測が 5% 以内の精度でされていることを考慮して 5% と設定する。

##### (iv) 合成結果

$$U_{EF} = \sqrt{U_{GF}^2 + U_{DF}^2 + U_{OF}^2} = \sqrt{7.2^2 + 0.1^2 + 5^2} = 9\%$$

アジピン酸の排出係数の不確実性は 9% である。

#### 3) 評価方法の課題

特になし。

(b) 活動量

1) 評価方針

アジピン酸の製造量は、メーカー提供データを用いており、GPG (2000) に示された活動量データの不確実性の値を採用する。

2) 評価結果

アジピン酸製造量の不確実性は2%である。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

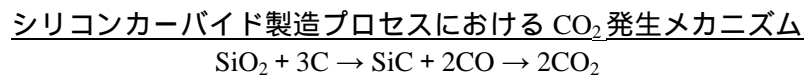
表 197 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
-	9%	C	2%	1.5 Gg-N <sub>2</sub> O	9%

(6) カーバイド製造 (2.B.4) [シリコンカーバイド]CO<sub>2</sub>

背景

シリコンカーバイド製造時に原料として石油コークスを使用することに伴い CO<sub>2</sub> が排出される。



算定方法

(a) 算定の対象

シリコンカーバイドの原料として使用された石油コークスから排出される CO<sub>2</sub> の量。

(b) 算定方法の選択

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト排出係数を用いて排出量を算定する。

(c) 算定式

シリコンカーバイドの原料として使用された石油コークスの消費量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

- E : シリコンカーバイド製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 (t)
- EF : 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/t)
- A : シリコンカーバイド製造に使用された石油コークスの消費量 (t)

(d) 算定方法の課題

特になし。

排出係数

(a) 定義

シリコンカーバイドの原料として使用された石油コークス 1t あたりの CO<sub>2</sub> 排出量 (t)。

(b) 設定方法

わ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、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたシリコンカーバイドの製造に伴う排出係数のデフォルト値 (2.3 t-CO<sub>2</sub>/t) を用いる。

(c) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 198 シリコンカーバイド製造に伴う排出係数

単位	排出係数
t-CO <sub>2</sub> /t	2.3

(d) 排出係数の出典

表 199 排出係数の出典

データ	出典
シリコンカーバイド製造の排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン p.2.21

(e) 排出係数の課題

デフォルト値がわが国の実態を正確に表していない可能性がある。

活動量

(a) 定義

シリコンカーバイド製造に使用された石油コークスの消費量 (t)。

(b) 活動量の把握方法

シリコンカーバイドの製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出の活動量は、当該メーカーから提供された石油コークスの消費量を用いる。なお、データは秘匿扱いである。

(c) 活動量の推移

秘匿。

(d) 活動量の出典

メーカーヒアリング（国内で 1 事業者のみがシリコンカーバイドを目的製造物として製造を行っているため）

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

秘匿。

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

シリコンカーバイド製造の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された値を採用している。シリコンカーバイド製造の排出係数の不確実性評価については、不確実性のデシジョンツリーに従い GPG に示された類似排出源の不確実性の標準値の上限値を採用する。

2) 評価結果

シリコンカーバイド製造の排出係数の不確実性は 100% である。

3) 評価方法の課題

特になし。

(b) 活動量

1) 評価方法

シリコンカーバイド製造の活動量は、シリコンカーバイド製造業者提供の石油コークスの消費量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いるとする。

活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

2) 評価結果

シリコンカーバイド製造の活動量の不確実性は 10% である。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

表 200 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
2.3 t-CO <sub>2</sub> /t	100%	C	10%	C	-

今後の調査方針

特になし。

(7) カーバイド製造 (2.B.4) [シリコンカーバイド]CH<sub>4</sub>

わが国ではシリコンカーバイドは、電気炉で製造されており、製造に伴い発生する CH<sub>4</sub> は、還元剤として使用されるコークスが酸化される際に発生すると考えられる。カーバイドの生産に用いる電気炉は「大気汚染防止法施行令別表第 1 の 12」に相当し、この電気炉からの CH<sub>4</sub> の排出量は、燃料の燃焼分野 (1A) において既に算定されていることから「IE」と報告する。

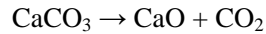
(8) カーバイド製造 (2.B.4) [カルシウムカーバイド]CO<sub>2</sub>

背景

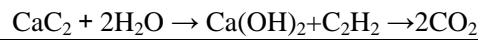
カルシウムカーバイド製造に使用される生石灰を製造する過程で CO<sub>2</sub> が発生する。また、カルシウムカーバイド製造時に CO が燃焼することにより CO<sub>2</sub> が排出される。さらに、カルシウムカーバイドを水と反応させて水酸化カルシウム (消石灰) とアセチレンを作り、アセチレンが使用される際に CO<sub>2</sub> が発生する。

カルシウムカーバイド製造プロセスにおける CO<sub>2</sub> の発生メカニズム

(生産時)



(使用時)



算定方法

(a) 算定の対象

カルシウムカーバイドの生産に伴う石灰石起源、還元剤起源及び使用時に排出される CO<sub>2</sub> の量。

(b) 算定方法の選択

カルシウムカーバイドの生産に伴う CO<sub>2</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されている手法に基づき算定する。

(c) 算定式

カルシウムカーバイドの生産量にデフォルトの排出係数を乗じて CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。

$$E = \sum EF_i * A$$

E : カルシウムカーバイド製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出量 (t)

A : カルシウムカーバイド生産量 (t)

EF<sub>i</sub> : 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/t)

i : 石灰石起源、還元剤起源、使用時

(d) 算定方法の課題

特になし。

排出係数

(a) 定義

カルシウムカーバイド 1 t あたりの CO<sub>2</sub> 排出量 (t)

(b) 設定方法

わ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、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されているカルシウムカーバイドの生産に伴う石灰石起源、還元剤起源及び使用時の排出係数のデフォルト値を用いる。

(c) 排出係数の推移

全年においてデフォルト値を使用する。

表 201 カルシウムカーバイドの排出係数

	単位	石灰石起源 (生産時)	還元剤起源 (生産時)	使用時
排出係数	t-CO <sub>2</sub> /t	0.760	1.090	1.100

(d) 排出係数の出典

表 202 排出係数の出典

データ	出典
カルシウムカーバイドの製造の排出係数	1996年改訂 IPCC ガイドライン p.2.22

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

カルシウムカーバイドの生産量 (t)。

(b) 活動量の把握方法

カルシウムカーバイドの生産量については、カーバイド工業会により提供されたカルシウムカーバイドの生産量を用いる。

(c) 活動量の推移

秘匿。

(d) 活動量の出典

表 203 活動量の出典

資料名	カーバイド工業会提供データ
発行日	
記載されている 最新のデータ	2003 年度
対象データ	カルシウムカーバイド生産量 (1990 ~ 2003 年度)

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。



排出量の推移

秘匿。

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

カルシウムカーバイド製造の排出係数は、1996年改訂IPCCガイドラインに示された値を採用している。カルシウムカーバイド製造の排出係数の不確実性評価については、不確実性のデシジョンツリーに従いGPGに示された類似排出源の不確実性の標準値の上限値を採用する。

2) 評価結果

カルシウムカーバイド製造の排出係数の不確実性は100%である。

3) 評価方法の課題

特になし。

(b) 活動量

1) 評価方針

カルシウムカーバイドの使用の活動量は、カーバイド工業会提供データのカーバイド生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成14年度検討会設定値を用いることとする。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

2) 評価結果

カーバイド工業会は業界の統計であり、カーバイド生産量については、全事業所が対象となっていることから、平成14年度検討会が設定した不確実性の値として10.0%を採用する。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

表 204 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
2.95 t-CO <sub>2</sub> /t	100%	C	10%	C	100%

今後の調査方針

石灰石起源の CO<sub>2</sub> 排出量と生石灰製造 (2.A.2.) に伴う CO<sub>2</sub> 排出量のダブルカウント可能性が課題として挙げられていたが、カルシウムカーバイドの製造に使用する石灰石の消費量は「資源統計年報」において、生石灰製造用の石灰石消費量とは別区分において計上されているため、ダブルカウントにはならない。また、還元剤起源の CO<sub>2</sub> 排出量のダブルカウントの可能性も課題として挙げられていたが、還元剤の使用量は報告しておらず、エネバラにも含まれていないため、ダブルカウントにはならない。

(9) **カーバイド製造 (2.B.4) [カルシウムカーバイド]CH<sub>4</sub>**

カーバイド反応時に発生する副生ガス (一酸化炭素ガスが主) には微量の CH<sub>4</sub> が含まれるが、全て回収して燃焼させ燃料として使用しているため、系外には排出していない。従って、当該排出源からの排出は「NA」と報告する。

(10) **その他の化学工業製品 (2.B.5) [カーボンブラック]CH<sub>4</sub>**

背景

カーボンブラックはアセチレンガス、天然ガス、霧状の油等を 1300 以上での不完全燃焼により熱分解させて製造され、自動車タイヤ、モーターサイクルタイヤ、ベルト、ホース、水道用パッキング、防振ゴム、キャップタイヤ、窓枠など広範な用途がある。カーボンブラック製造プロセスから排出されるテールガス (オフガス) に含まれる CH<sub>4</sub> が大気中に排出される。

算定方法

(a) 算定の対象

カーボンブラックの製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量。

(b) 算定方法の選択

カーボンブラックの製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基づいて算定する。

(c) 算定式

カーボンブラックの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

- E : カーボンブラックの製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg-CH<sub>4</sub>)
- EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)
- A : カーボンブラックの生産量 (t)

(d) 算定方法の課題

- ・ 各種炉における燃料の燃焼に伴う CH<sub>4</sub> 排出との二重計上が行われている可能性があるため、精査の必要がある。

排出係数

(a) 定義

カーボンブラック 1t の製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(b) 設定方法

国内生産量の 96 % を占める主要 5 社においては、カーボンブラック製造工程において発生するメタンを回収して回収炉やフレアスタックで利用しており、定常運転時には排出されない。

このため、国内主要 5 社における定常点検時とボイラー点検時のメタン排出量を推計し、カーボンブラック生産量で加重平均し排出係数を設定した。

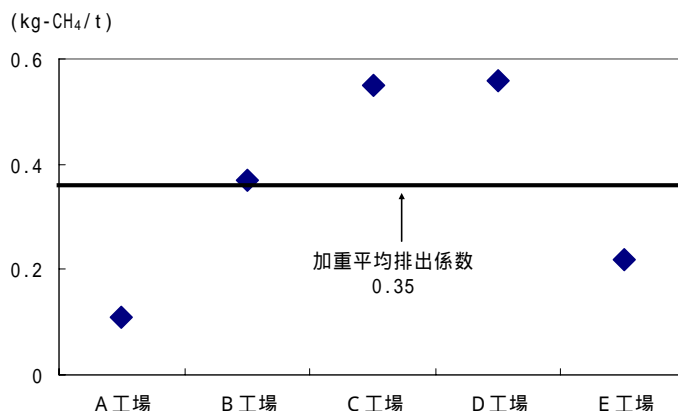


図 4 カーボンブラック製造に関する排出係数  
(カーボンブラック協会提供データ)

表 205 国内主要 5 社のカーボンブラック生産状況及び CH<sub>4</sub> 排出状況

	カーボンブラック生産量 (t/y)	CH <sub>4</sub> 排出量 (kg-CH <sub>4</sub> /y)	排出係数 (kg-CH <sub>4</sub> /t)
主要 5 社計	701,079	246,067	0.350

(1998 年度実績)

(c) 排出係数の推移

1990 ~ 2003 年度におけるカーボンブラック製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は一定とする。

表 206 カーボンブラック製造に伴う排出係数

単位	排出係数
kg-CH <sub>4</sub> /t	0.350

(d) 排出係数の出典

表 207 排出係数の出典

データ	出典
カーボンブラックの排出係数	カーボンブラック協会提供データ

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

#### 活動量

(a) 定義

カーボンブラックの生産量 (t)

(b) 活動量の把握方法

カーボンブラック製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量については、経済産業省「化学工業統計年報」に示されたカーボンブラック生産量を用いる。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(c) 活動量の推移

1990～2003 年度におけるカーボンブラック生産量は以下の通り。

表 208 カーボンブラック生産に伴う活動量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
カーボンブラック生産量	t	792,722	786,831	755,042	685,472	727,553	758,536	762,827
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
カーボンブラック生産量	t	767,270	718,666	778,549	771,875	736,544	770,587	792,114

(d) 活動量の出典

表 209 活動量の出典

資料名	「化学工業統計年報」(経済産業省) 1990～2004 年度分
発行日	～2005 年 6 月 30 日
記載されている最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	カーボンブラック生産量 (1990～2003 年度)

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果は以下の通り。

表 210 カーボンブラック製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.28	0.28	0.26	0.24	0.25	0.27	0.27

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.27	0.25	0.27	0.27	0.26	0.27	0.28

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

カーボンブラック製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は、国内の主要 5 社（生産量の 96% を占める）の実測データ等を用い推計した排出係数の加重平均をとって算定していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計的処理により 95% 信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 各事業所により CH<sub>4</sub> 発生量が異なること
- ・ 発生 CH<sub>4</sub> を回収しオフガスとして利用しているが、各事業所における CH<sub>4</sub> の利用形態が異なること

2) 評価結果

わが国の主要 5 社における排出係数の推計値から標準偏差を求める。

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

$$\text{標本平均} : \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散 :

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( 1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 211 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値 EF (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.35
データ数 n	5
標本平均の標準偏差 $\sigma_{EF}$ (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.098
不確実性 $1.96 * \sigma_{EF} / EF$	54.8%

以上よりカーボンブラック製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の排出係数の不確実性は、54.8%である。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なし統計処理し不確実性を評価したが、各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、今後、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

カーボンブラック製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量は「化学工業統計年報」に基づくカーボンブラック生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

「化学工業統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、カーボンブラックに関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 212 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.350 kg-CH <sub>4</sub> /t	54.8%	792,114 t	5%	0.28 Gg-CH <sub>4</sub>	55%

(1 1) その他の化学工業製品 (2.B.5) [エチレン]CO<sub>2</sub>

背景

エチレン (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) の製造工程で CO<sub>2</sub> が分離されることに伴い CO<sub>2</sub> が排出される。

算定方法

(a) 算定の対象

エチレンの製造に伴い排出される CO<sub>2</sub> の量。

(b) 算定方法の選択

エチレン製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基づいて算定する。

(c) 算定式

エチレンの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : エチレン製造に伴い排出される CO<sub>2</sub> の量 (kg-CO<sub>2</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/t)

A : エチレン生産量 (t)

(d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

排出係数

(a) 定義

エチレン生産量 1 t あたりの CO<sub>2</sub> 排出量 (kg)

(b) 設定方法

国内全事業所における定常運転時・非定常運転時について、2000年度の実測データに基づき、排出係数を設定した。なお、排出係数設定の前提条件として、ナフサ分解部門で精製されたCO<sub>2</sub>の全量が排出されたと仮定した。

(c) 排出係数の推移

エチレン製造に伴うCO<sub>2</sub>の排出係数は秘匿とする。

(d) 排出係数の出典

エチレン製造に伴うCO<sub>2</sub>の排出係数については、石油化学工業協会提供資料に示された実測データを用いて算出する。

(e) 排出係数の課題

- ・ エチレン製造工程で分離されたCO<sub>2</sub>の全量が排出されたとの仮定の下で排出係数を設定しており、過大推計となっている可能性がある。

活動量

(a) 定義

エチレンの生産量 (t)

(b) 活動量の把握方法

エチレンの生産量については、「化学工業統計年報」に示されたエチレン生産量の年度値を使用する。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(c) 活動量の推移

1990～2003年度におけるエチレン生産量は以下の通り。

表 213 エチレン生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
エチレン生産量	t	5,966,216	6,149,895	6,009,196	5,687,554	6,470,037	6,951,094	7,247,568

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
エチレン生産量	t	7,337,658	7,223,179	7,720,741	7,566,419	7,205,637	7,283,163	7,418,633

(d) 活動量の出典

表 214 エチレン生産量の出典

資料名	「化学工業統計年報」(経済産業省) 1990～2004年度分
発行日	～2005年6月30日



記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	エチレン生産量（1990～2003年度）

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

秘匿。

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

エチレン製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数は、実測データ等を用い算出した排出係数を用いている。しかし、実測結果のデータが入手できないため、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断（Expert Judgment）により不確実性評価を行うこととする。

CO<sub>2</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 各事業所の製造工程はほぼ同じであるが、運転条件の違いにより CO<sub>2</sub> 発生量が異なること
- ・ 定常運転時と非定常運転時で CO<sub>2</sub> 排出量が異なること

2) 評価結果

専門家の判断（Expert Judgment）により、CO<sub>2</sub> の発生源は CH<sub>4</sub> と同じであるため、エチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性と同一不確実性を採用する。以上よりエチレン製造に伴う CO<sub>2</sub> 排出の排出係数の不確実性は、77.2%である。

3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(b) 活動量

1) 評価方針

エチレンの製造量は「化学工業統計年報」のエチレン生産量を用いており、活動量の不確実

性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

また活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

## 2) 評価結果

「化学工業統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)の結果を公表するものであり、エチレンに関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5.0%を採用する。

## 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 215 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
C	77.2%	7,418,633 t	5%	C	77%

## 今後の調査方針

特になし。

## (1 2) その他の化学工業製品 (2.B.5) [エチレン]CH<sub>4</sub>

### 背景

エチレン製造の過程で、スチーム・クラッキング法によるナフサの分解により CH<sub>4</sub> が排出される。

### 算定方法

#### (a) 算定の対象

エチレンの製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量。

#### (b) 算定方法の選択

エチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基

づいて算定する。

(c) 算定式

エチレンの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : エチレン製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

A : エチレン生産量 (t)

(d) 算定方法の課題

- ・ 各種炉における燃料の燃焼に伴う CH<sub>4</sub> 排出との二重計上が行われている可能性があるため、精査の必要がある。

排出係数

(a) 定義

エチレン 1 t の製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(b) 設定方法

わが国の実態を踏まえ、全事業所における設備運転開始・停止時におけるフレアスタックからの排ガス量の推計値 (入り口量の 98% が燃焼したものと仮定)、ナフサ分解炉及び再生ガス加熱炉からの排ガス量の測定値を生産量で除して各社ごとの排出係数を算出し、各社の生産量による加重平均をとって排出係数を設定した。

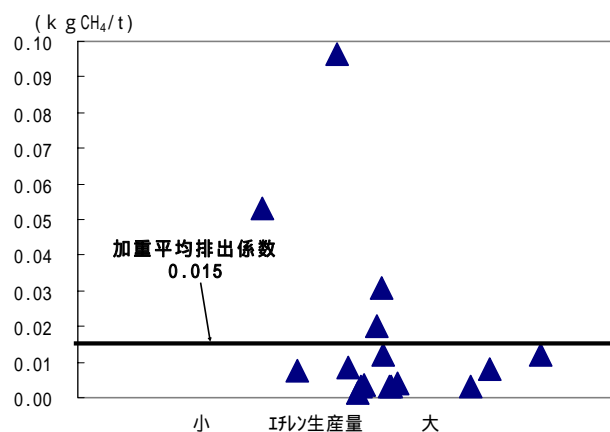


図 5 エチレン製造に関する排出係数  
(石油化学工業協会提供データ)

表 216 エチレン生産を行っている全事業所 (11 社 16 事業所) の

エチレン生産状況及びメタン排出状況

	エチレン生産量 (t/y)	メタン排出量 (kg-CH <sub>4</sub> /y)	排出係数 (kg-CH <sub>4</sub> /t)
合計	7,215,425	109,856	0.015

(1998年度実績)

(c) 排出係数の推移

1990～2003年の排出係数を一定とする。

表 217 エチレン製造に伴う排出係数

単位	排出係数
kg-CH <sub>4</sub> /t	0.015

(d) 排出係数の出典

エチレン製造に伴うCH<sub>4</sub>の排出係数については、石油化学工業協会提供資料に示された実測値データを使用して算出した。

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

エチレンの生産量(t)。

(b) 活動量の把握方法

「化学工業統計年報」に示されたエチレンの生産量を用いる。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(c) 活動量の推移

1990～2003年度におけるエチレン生産量は以下の通り。

表 218 エチレン生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
エチレン生産量	t	5,966,216	6,149,895	6,009,196	5,687,554	6,470,037	6,951,094	7,247,568
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
エチレン生産量	t	7,337,658	7,223,179	7,720,741	7,566,419	7,205,637	7,283,163	7,418,633

(d) 活動量の出典

表 219 活動量の出典

資料名	「化学工業統計年報」(経済産業省) 1990～2004年度分
発行日	～2005年6月30日
記載されている 最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	エチレン生産量(1990～2003年度)

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果は以下の通り。

表 220 エチレンの製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

エチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は、国内の全事業所(11社16事業所)の実測データ等を用い推計した、事業所毎の排出係数の加重平均をとり算定していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計的処理により95%信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因としては以下の2点が考えられる。

- ・ 各事業所の製造工程はほぼ同じであるが、運転条件の違いにより CH<sub>4</sub> 発生量が異なること
- ・ 発生 CH<sub>4</sub> を回収しオフガスとして利用しているが、各事業所における CH<sub>4</sub> の利用形態が異なること

## 2) 評価結果

わが国の 11 社 16 事業所における CH<sub>4</sub> 排出量の実測データ及び生産量のデータから排出係数の標準偏差を求め、不確実性を評価する。

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

$$\text{標本平均: } \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散:

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( 1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 221 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値 EF (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.015
データ数 n	16
標本平均の標準偏差 $\sigma_{EF}$ (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.006
不確実性 $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	77.2%

以上よりエチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出の、排出係数の不確実性は 77.2% である。

## 3) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価したが、排出係数は国内でエチレンを製造している全事業所の実測データから算出しており、排出係数の不確実性には主に測定誤差が影響すると考えられること、また各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、排出係数を算定する際に用いた各排出係数の不確実性が把握できる場合には、各排出係数の不確実性を積み上げて評価することが望ましいと考えられる。

### (b) 活動量

#### 1) 評価方針

エチレンの製造量は「化学工業統計年報」のエチレン生産量を用いており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

また活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

## 2) 評価結果

「化学工業統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第11号)の結果を公表するものであり、エチレンに関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成14年度検討会が設定した不確実性の値として5%を採用する。

## 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 222 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.015 kg-CH <sub>4</sub> /t	77.2%	7,418,633 t	5%	0.11 Gg-CH <sub>4</sub>	77%

## 今後の調査方針

排出実態が変化した場合には、必要に応じて排出係数の見直しを行うこととする。

### (13) その他の化学工業製品(2.B.5) [エチレン]N<sub>2</sub>O

わが国ではエチレンの製造が行われているが、エチレン原料のナフサにほとんど窒素が含まれないこと及び酸素がほとんど存在しない状態でエチレンが製造されているため、原理的にN<sub>2</sub>Oの排出はない、との専門家判断により、「NA」として報告する。

### (14) その他の化学工業製品(2.B.5) [1,2-ジクロロエタン]CH<sub>4</sub>

#### 背景

1,2-ジクロロエタンは、エチレン(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) + 塩素(Cl<sub>2</sub>)の反応で製造される。得られた1,2-ジクロロエタンは洗浄、精製工程、熱分解工程を経て塩化ビニルモノマー(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl)を得られるが、反応の際に発生する排ガス、洗浄、精製工程の排ガス中にごくわずかのメタンが生成される。

#### 算定方法

##### (a) 算定の対象

1,2-ジクロロエタンの製造に伴い排出されるCH<sub>4</sub>の量。

##### (b) 算定方法の選択

1,2-ジクロロエタン製造に伴うCH<sub>4</sub>排出については、1996年改訂IPCCガイドラインに示され

た手法に基づいて算定する。

(c) 算定式

1,2-ジクロロエタンの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : 1,2-ジクロロエタン製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

A : 1,2-ジクロロエタン生産量 (t)

(d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

排出係数

(a) 定義

1,2-ジクロロエタン 1t の製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(b) 設定方法

塩ビ工業・環境協会加盟 3 社 (生産量の約 70%) の排ガス中 CH<sub>4</sub> 濃度を実測し、生産量で加重平均して排出係数を設定する。

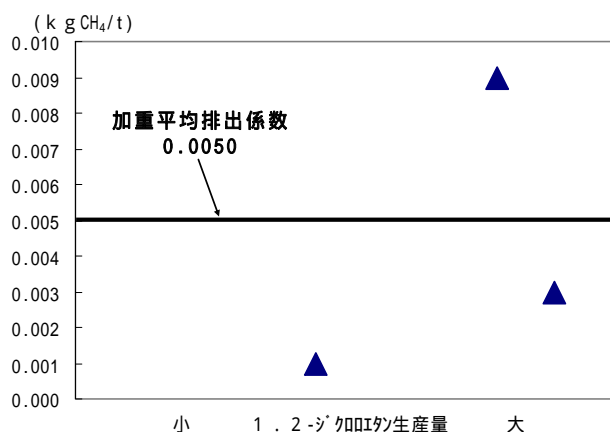


図 6 1,2-ジクロロエタン製造に関する排出係数 (塩ビ工業・環境協会提供データ)

(c) 排出係数の推移

1,2-ジクロロエタン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は一定とする。

表 223 1,2-ジクロロエタン製造に伴う排出係数

単位	排出係数
----	------



kg-CH <sub>4</sub> /t	0.005
-----------------------	-------

(d) 排出係数の出典

1,2-ジクロロエタン製造に関する排出係数については、塩ビ工業・環境協会提供資料に示された実測データを用いて算出した。

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

1,2-ジクロロエタンの生産量 (t)

(b) 活動量の把握方法

1,2-ジクロロエタンの生産量については、経済産業省「化学工業統計年報」に示されている二塩化エチレン (1,2-ジクロロエタン) の生産量を使用する。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(c) 活動量の推移

1990～2003 年度における 1,2-ジクロロエタン生産量は以下の通り。

表 224 二塩化エチレン (1,2-ジクロロエタン) 生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
二塩化エチレン生産量	t	2,682,561	2,646,025	2,704,466	2,742,537	2,809,846	3,014,425	3,188,412
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
二塩化エチレン生産量	t	3,518,293	3,421,634	3,610,768	3,346,387	3,263,083	3,396,801	3,493,710

(d) 活動量の出典

表 225 活動量の出典

資料名	「化学工業統計年報」(経済産業省) 1990～2004 年度分
発行日	～2005 年 6 月 30 日
記載されている最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	二塩化エチレン生産量 (1990～2003 年度)

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果は以下の通り。

表 226 1,2-ジクロロエタン製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

1,2-ジクロロエタン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は、国内の主要 3 社(生産量の 70%を占める)の実測データから推計した各社毎の排出係数を加重平均して算定している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、データ数が 3 であるため、専門家による判断または GPG (2000)に示された標準値を参考に評価することになるが、ここでは専門家の判断 (Expert Judgement) により統計的処理により 95%信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

排出係数の不確実性の要因としては以下の 2 点が考えられる。

- ・ 原料 (エチレン) に含まれる CH<sub>4</sub> の量の違いによる排出量の差
- ・ CH<sub>4</sub> の測定誤差

2) 評価結果

わが国の主要 3 社における排出係数の推計値から標準偏差を求める。

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

$$\text{標本平均: } \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散:

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( 1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 227 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値 EF (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.005
データ数 n	3
標本平均の標準偏差 $\sigma_{EF}$ (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.002
不確実性 $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	100.7%

以上より 1,2-ジクロロエタン製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の排出係数の不確実性は、100.7%である。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なし統計処理し不確実性を評価したが、各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、今後、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

1,2-ジクロロエタンの活動量は、「化学工業統計年報」に基づく 1,2-ジクロロエタン生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

「化学工業統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)の結果を公表するものであり、1,2-ジクロロエタンの生産量については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 228 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.005 kg-CH <sub>4</sub> /t	100.7%	3,493,710 t	5%	0.02 Gg-CH <sub>4</sub>	101%

今後の調査方針

特になし。

(15) その他の化学工業製品 (2.B.5) [スチレン]CH<sub>4</sub>

背景

スチレンの製造に伴い CH<sub>4</sub> が排出される。

算定方法

(a) 算定の対象

スチレンの製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg-CH<sub>4</sub>)。

(b) 算定方法の選択

スチレンの製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基づいて算定する。

(c) 算定式

スチレンの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : スチレン製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

A : スチレン生産量 (t)

(d) 算定方法の課題

- ・ 各種炉における燃料の燃焼に伴う CH<sub>4</sub> 排出との二重計上が行われている可能性があるため、精査の必要がある。

排出係数

(a) 定義

スチレン 1t の製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(b) 設定方法

全事業所における設備運転開始・停止時におけるフレアスタックからの排ガス量の推計値 (入

り口量の 98%が燃焼したものと仮定)、加熱炉等からの排ガス量の測定値を生産量で除して各社ごとの排出係数を算出し、各社の生産量による加重平均をとって排出係数を設定した。

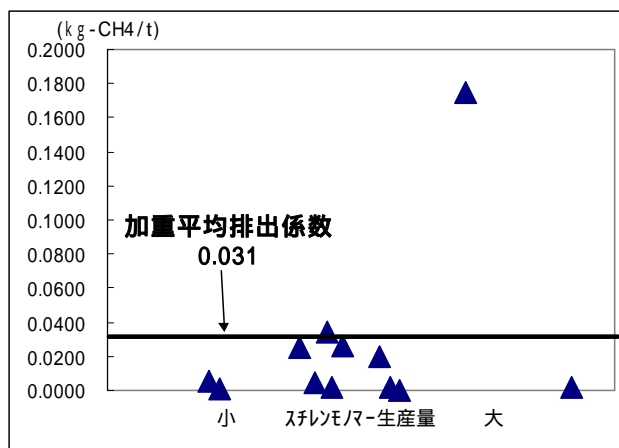


図 7 スチレン製造に関する排出係数  
石油化学工業協会提供データ

表 229 スチレン生産を行っている全事業所 ( 7 社 12 事業所 ) の  
スチレン生産状況及び CH<sub>4</sub> 排出状況

	スチレン生産量 (t/y)	CH <sub>4</sub> 排出量 (kg-CH <sub>4</sub> /y)	排出係数 (kg-CH <sub>4</sub> /t)
合計	2,880,656	88,700	0.031

(c) 排出係数の推移

スチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は一定とする。

(d) 排出係数の出典

スチレン製造に関する排出係数については、石油化学工業協会提供資料に示されている実測データを使用して算出する。

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

スチレンの生産量 (t)

(b) 活動量の把握方法

スチレンの生産量については、経済産業省「化学工業統計年報」に示されたスチレンモノマーの生産量を用いる。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(c) 活動量の推移

1990～2003 年度におけるスチレンモノマー生産量は以下の通り。

表 230 スチレン（モノマー）の生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
スチレン（モノマー）生産量	t	2,227,164	2,187,576	2,167,392	2,252,483	2,762,892	2,951,703	3,133,562
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
スチレン（モノマー）生産量	t	2,865,298	2,934,315	2,994,599	3,020,179	2,947,844	3,073,593	3,255,321

(d) 活動量の出典

表 231 活動量の出典

資料名	「化学工業統計年報」(経済産業省) 1990～2004 年度分
発行日	～2005 年 6 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	スチレンモノマー生産量 (1990～2003 年度)

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果は以下の通り。

表 232 スチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.28	0.28	0.26	0.24	0.25	0.27	0.27
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.27	0.25	0.27	0.27	0.26	0.27	0.28

その他特記事項

特になし。

## 不確実性評価

### (a) 排出係数

#### 1) 評価方針

スチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は、国内の全事業所（7社12事業所）の実測データ等を用い推計した排出係数の加重平均をとって算定していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計的処理により95%信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 各事業所の製造工程に違い及び運転条件の違いにより、CH<sub>4</sub> 発生量が異なること
- ・ 発生 CH<sub>4</sub> を回収しオフガスとして利用しているが、各事業所における CH<sub>4</sub> の利用形態が異なること

#### 2) 評価結果

わが国の全事業所（7社12事業所）における CH<sub>4</sub> 排出量の実測データ及び生産量のデータから排出係数の標準偏差を求める。

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

$$\text{標本平均: } \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散:

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( 1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 233 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値 EF (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.0305
データ数 n	12
標本平均の標準偏差 $\sigma_{EF}$ (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.018
不確実性 $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	113.2%

以上よりスチレン製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の排出係数の不確実性は、113.2%である。

#### 3) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価したが、排出係数は国内でスチレンを製造している全事業所の実測データから算出しており、排出係数の不確実性には主に測定誤差が影響すると考えられること、また各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、排出係数を算定する際に用いた各排出係数の不確実性が把握できる場合には、各排出係数の不確実性を積み上げて評価することが望まし

いと考えられる。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

スチレンの製造量は「化学工業統計年報」に基づくスチレンモノマー製造量を採用しており、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

また活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

### 2) 評価結果

「化学工業統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)の結果を公表するものであり、スチレンに関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5.0%を採用する。

### 3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 234 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
0.031 kg-CH <sub>4</sub> /t	113.2%	3,255,321 t	5%	0.10 Gg-CH <sub>4</sub>	113%

### 今後の調査方針

特になし。

## (16) その他の化学工業製品 (2.B.5) [メタノール]CH<sub>4</sub>

### 背景

メタノールの製造に伴い CH<sub>4</sub> が排出される。



## 算定方法

### (a) 算定の対象

メタノールの製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg-CH<sub>4</sub>)

### (b) 算定方法の選択

メタノールの製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基づいて算定する。

関連業界団体によれば、メタノールの生産（合成）は、内外価格差のため、わが国においては 1995 年で終了し、その後はメタノールを全て輸入しており、1995 年頃には国内のメタノール生産プラントもなくなっている。また、「化学工業統計年報」によれば、1997 年以降は精製メタノールの生産も行われていない。

従って、1990～1995 年までは、業界団体統計による生産量を使用して、排出量を報告する。1996 年以降については、わが国ではメタノールの生産（合成）が行われていないと考えられることから「NO」と報告する。

### (c) 算定式

メタノールの生産量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : メタノール製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

A : メタノール生産量 (t)

### (d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

## 排出係数

### (a) 定義

メタノール 1t の製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

### (b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおけるデフォルト値 (2{kg-CH<sub>4</sub>/t}) を採用することとする。

### (c) 排出係数の推移

1990～1995 年度におけるメタノール製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は一定とする。

表 235 メタノール製造に係る排出係数

	kg-CH <sub>4</sub> /t
メタノール (Methanol)	2

(d) 排出係数の出典

表 236 排出係数の出典

データ	出典
メタノールの排出係数	1996年改訂 IPCC ガイドライン p.2.23

(e) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

メタノールの生産量 (t)。

(b) 活動量の把握方法

メタノールの供給と需要 (月報) (メタノール・ホルマリン協会) に示されたメタノールの生産量 (暦年値) を用いる。

(c) 活動量の推移

1990～1995 年度におけるメタノール生産量は以下の通り。

表 237 1990～1995 年度におけるメタノール生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995
(精製)メタノール生産量	t	83,851	76,772	23,043	45,426	40,662	75,498

(d) 活動量の出典

表 238 活動量の出典

資料名	メタノールの供給と需要 (月報) (メタノール・ホルマリン協会)
発行日	毎月始め
記載されている最新のデータ	1995年4月 (月別) のデータ
対象データ	会員化学企業の月別統計 メタノール生産量 (1990～1995年)

(e) 活動量の課題

特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果は以下の通り。

表 239 メタノール製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	0.17	0.15	0.05	0.09	0.08	0.15

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 240 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
2 kg-CH <sub>4</sub> /t	-	NO	-	NO	0%

今後の調査方針

特になし。

(17) その他の化学工業製品 (2.B.5) [コークス]CO<sub>2</sub>

わが国では主に鉄鋼製造においてコークスの製造が行われており、コークスの製造過程で石炭を乾留する際に発生する CO<sub>2</sub> がコークス炉炉蓋等から漏れることが考えられる。しかし、現状では排出量についての実測データがないことから、排出量の算定はできない。また排出係数のデフォルト値がないため、「NE」と報告する。

(18) その他の化学工業製品 (2.B.5) [コークス]CH<sub>4</sub>

背景

コークスの製造に伴い CH<sub>4</sub> が排出される。

## 算定方法

### (a) 算定の対象

コークス製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量。

### (b) 算定方法の選択

コークスの製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された手法に基づいて算定する。

### (c) 算定式

コークス製造量に排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : コークス製造に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg-CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

A : コークス製造量 (t)

### (d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

## 排出係数

### (a) 定義

コークス 1t の製造に伴い排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)。

### (b) 設定方法

燃焼排ガス中の CH<sub>4</sub> の排出量の他に、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・脱硫再生塔等から排出する CH<sub>4</sub> の排出量から排出係数を求めることとする。

#### 1) 燃焼排ガスからの排出 (kg-CH<sub>4</sub>/t)

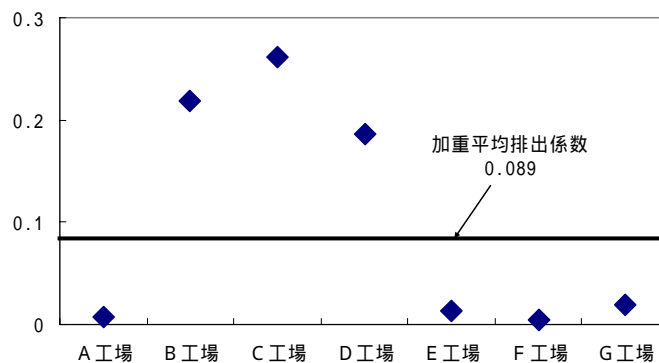


図 8 コークス製造に関する排出係数 (燃焼排ガスからの排出、1999 年度実績)

表 241 コークス生産を行っている国内主要5社・7事業所の  
コークス生産量及びCH<sub>4</sub>排出状況

	コークス生産量 (t/y)	CH <sub>4</sub> 排出量 (kg-CH <sub>4</sub> /y)	排出係数 (kg-CH <sub>4</sub> /t)
合計	17,352,574	1,540,401	0.089

(1999年度実績)

(i) 排出係数の推移

全年において排出係数を一定とする。

表 242 コークス製造に伴うCH<sub>4</sub>の排出係数

単位	排出係数
kg-CH <sub>4</sub> /t	0.089

(ii) 排出係数の出典

燃焼排ガスの排出係数については、社団法人日本鉄鋼連盟提供資料に示された実測データを用いて算出した。

(iii) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

2) コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔・脱硫再生塔等からの排出

日本鉄鋼連盟では、有害大気汚染物質の自主管理計画を平成9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。

(i) 排出係数の推移

1990~2003年度の排出係数の推移は以下の通り。

表 243 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

年度	CH <sub>4</sub> 排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /t]	備考
1990~1996	0.238	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	0.180	1998, 1999年度については、1997年度値と同等と仮定している。
2000	0.101	実績
2001	0.062	実績
2002	0.052	実績
2003	0.042	実績

(出典) (社)日本鉄鋼連盟提供データ

(ii) 排出係数の出典

コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔のCH<sub>4</sub>排出係数については、社団法人日本鉄鋼連盟提供資料に示される実測データを用いて算出した。

(iii) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

3) コークスの製造に伴うCH<sub>4</sub>排出係数

(i) 排出係数の推移

1) 2) の排出係数を加え、コークスの製造に伴い発生するCH<sub>4</sub>排出係数を設定する。1990～2003年度におけるコークスの製造に伴うCH<sub>4</sub>の排出係数は以下の通り。

表 244 コークスの製造に伴うCH<sub>4</sub>の排出係数の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数	kg-CH <sub>4</sub> /t	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
排出係数	kg-CH <sub>4</sub> /t	0.269	0.269	0.269	0.190	0.151	0.141	0.131

(ii) 排出係数の出典

1) 2) と同様。

(iii) 排出係数の課題

- ・ 特になし。

活動量

(a) 定義

コークスの生産量 (t)。

(b) 活動量の把握方法

経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示されたコークスの生産量を用いる。

(c) 活動量の推移

1990～2003年度におけるコークスの生産量は以下の通り。

表 245 コークス生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
コークス生産量	t	47,337,920	46,023,447	42,756,035	42,602,312	42,424,907	42,278,856	41,162,097

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
コークス生産量	t	41,007,859	38,402,505	37,027,931	38,511,464	38,283,697	38,583,763	38,589,213

(d) 活動量の出典

表 246 活動量の出典 (1990～2000 年度)

資料名	「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省) 1990～2001 年度分
発行日	～2002 年 7 月 30 日
記載されている 最新のデータ	2000 年度のデータ
対象データ	コークス生産量

表 247 活動量の出典 (2001～2003 年度)

資料名	「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省) 2002～2003 年度分
発行日	～2004 年 7 月 15 日
記載されている 最新のデータ	2003 年度のデータ
対象データ	コークス生産量

(e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 248 コークス製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	15.47	15.04	13.97	13.92	13.86	13.82	13.45

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
メタン排出量	Gg-CH <sub>4</sub>	11.02	10.32	9.95	7.30	5.76	5.43	5.05

その他特記事項

特になし。

不確実性評価

コークスの製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の排出係数は、1999 年度調査における 7 事業所 (鉄鋼主要 5

社)の(a)コークス炉排ガス中のCH<sub>4</sub>濃度調査結果に、(b)コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔・脱硫再生塔等から排出するCH<sub>4</sub>を加えて排出係数を設定していることから、これら2つの区分毎に不確実性の評価をする必要がある。

なお、(a)と(b)については、各々の排出係数及び活動量の不確実性を合成できないことから、コークス製造に伴うCH<sub>4</sub>の排出に関しては、排出量の不確実性の評価のみを行うこととし、排出係数及び活動量の不確実性の評価は、(a)、(b)についてそれぞれ個別に評価する。

## (a) 排出係数

### 1) コークス炉燃焼排ガスからの排出

#### (i) 評価方針

コークス炉燃焼排ガスからのCH<sub>4</sub>の排出係数は、国内の7事業所(鉄鋼5社)の実測データから推計した排出係数の加重平均をとって算定していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計的処理により95%信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

また、CH<sub>4</sub>排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 燃焼施設や使用燃料の違いによるCH<sub>4</sub>排出量の差
- ・ CH<sub>4</sub>濃度の測定誤差

#### (ii) 評価結果

わが国の7事業所におけるCH<sub>4</sub>排出係数及び事業所毎の生産量のデータから排出係数の標準偏差を求める。

加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを  $w_i$  ( $\sum w_i = 1$ ) とすると。

$$\text{標本平均: } \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散:

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left( \Gamma - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 249 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値排出係数: EF (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.089
データ数: n	7
標本平均の標準偏差: $\sigma_{EF}$ (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.045
不確実性: $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	98.5%

( 社団法人日本鉄鋼連盟提供データ )

以上よりコークス製造に伴うCH<sub>4</sub>排出の排出係数(燃焼排ガスからの排出)の不確実性は、



98.5%である。

(iii) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価したが、各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、今後、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

2) コークス炉炉蓋等からの排出

(i) 評価方針

コークス炉炉蓋等からの CH<sub>4</sub> の排出係数は、国内の 13 事業所（鉄鋼 6 社）の実測データから推計した排出係数の加重平均をとって算定していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計的処理により 95%信頼区間を求め不確実性評価を行うこととする。

また、CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ コークス製造設備や操業方法の違いによる CH<sub>4</sub> 排出量の差
- ・ CH<sub>4</sub> 濃度の測定誤差

(ii) 評価結果

わが国の 13 事業所における CH<sub>4</sub> 排出係数及び事業所毎の生産量のデータから排出係数の標準偏差を求める。

評価はコークス炉燃焼排ガス中からの排出と同様の方法で行うこととする。

表 250 不確実性評価のためのデータ一覧

加重平均値排出係数：EF (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.101
データ数：n	13
標本平均の標準偏差：σ <sub>EF</sub> (kg-CH <sub>4</sub> /t)	0.032
不確実性：1.96×σ <sub>EF</sub> /EF	61.8%

以上よりコークス製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の排出係数(コークス炉炉蓋等からの排出)の不確実性は、61.8%である。

(iii) 評価方法の課題

- ・ 排出係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価したが、各排出係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、今後、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

(b) 活動量

1) 評価方針

コークスの活動量は、「エネルギー生産・需給統計年報」に基づくコークス生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会による不確実性の標準値を採用することとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

2) 評価結果

「エネルギー生産・需給統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)の結果を公表するものであり、コークスの生産量に関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 50%を採用する。

3) 評価方法の課題

- ・ 特になし。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 251 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
5.05 Gg-CH <sub>4</sub> /t	98.5%	0.131 kg-CH <sub>4</sub> /t	5%	38,589,213 t	99%

今後の調査方針

特になし。

(19) その他の化学工業製品 (2.B.5) [コークス]N<sub>2</sub>O

コークス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 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。そのため、当該排出源からの排出量を「NA」と報告する。

## 4. 金属の生産 (2C)

### (1) 鉄鋼製造 (2.C.1) CO<sub>2</sub>

#### (a) 鉄鋼 (Steel) 銑鉄 (Pig Iron)

鉄鋼及び銑鉄の製造に伴い発生する CO<sub>2</sub> は、還元剤として使用されるコークスが酸化されることで排出される。コークスの使用量は、燃料の燃焼分野 (1A) における燃料使用量に含まれており、還元剤として使用されるコークスの酸化により発生する CO<sub>2</sub> は燃料の燃焼分野 (1A) において既に算定されていることから、「IE」と報告する。

#### (b) 焼結鉱 (Sinter)

焼結鉱の製造により発生する CO<sub>2</sub> は、全て粉コークスの燃焼により発生するものであり、その排出は燃料の燃焼分野 (1A) に該当するものである。また当該排出量は、燃料の燃焼分野 (1A) において既に算定されている。よって、工業プロセス分野に相当する CO<sub>2</sub> の発生はあり得ないことから「IE」と報告する。

#### (c) コークス (Coke)

わが国では主に鉄鋼製造においてコークスの製造が行われており、コークスの製造過程で石炭を乾留する際に発生する CO<sub>2</sub> が、コークス炉炉蓋等から漏れることが考えられる。しかし、現状では排出量についての実測データがないことから、排出量の算定はできない。また排出係数のデフォルト値はないことから、「NE」と報告する。

#### (d) 鉄鋼の生産における電気炉の使用

##### 1) 背景

製鋼用電気炉の使用時に、炭素電極から CO<sub>2</sub> が排出される。

##### 2) 算定方法

###### (i) 算定の対象

製鋼用電気炉 (アーク炉) の使用に際し、炭素電極から排出される CO<sub>2</sub> の量。

###### (ii) 算定方法の選択

鉄鋼の生産における電気炉の使用の CO<sub>2</sub> 排出量については、GPG(2000)に示されている手法で算定する。

###### (iii) 算定式

「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」(経済産業省) に示された電気炉における粗鋼生産量

に、GPG (2000)に示されたデフォルトの排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E : 電気炉の電極からの CO<sub>2</sub> 排出量 (kg-CO<sub>2</sub>)

EF : 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/t)

A : 電気炉における粗鋼生産量 (t)

#### (iv) 算定方法の課題

製鋼用電気炉以外の炉における炭素電極からの排出の有無について調査する必要がある。

### 3) 排出係数

#### (i) 定義

電気炉における粗鋼 1t の製造に伴い排出される CO<sub>2</sub> の量。(kg)

#### (ii) 設定方法

排出係数については、GPG (2000)に示されたデフォルト値 (5kg-CO<sub>2</sub>/t) を用いる。

#### (iii) 排出係数の推移

排出係数は一定とする。

表 252 鉄鋼製造における炭素電極の排出係数

単位	排出係数
kg-CO <sub>2</sub> /t	5

#### (iv) 排出係数の出典

表 253 排出係数の出典

データ	出典
電気炉の排出係数	GPG (2000) page 3.28

#### (v) 排出係数の課題

特になし。

### 4) 活動量

#### (i) 定義

国内の電気炉における粗鋼生産量 (t)

(ii) 活動量の把握方法

「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」(経済産業省)に示された電気炉における粗鋼生産量。ただし、最新年度は掲載されていないため、最新年については暦年値を採用する。

(iii) 活動量の推移

表 254 電気炉における粗鋼生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
電気炉における粗鋼生産量	10 <sup>3</sup> t	33,937	31,431	30,575	29,246	31,090	31,493	32,234

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
電気炉における粗鋼生産量	10 <sup>3</sup> t	31,998	28,108	29,059	29,298	30,547	28,094	29,578

(iv) 活動量の出典

表 255 活動量の出典

資料名	「鉄鋼統計年報」(経済産業省) 1990～2000年度分
発行日	～2002年6月30日
記載されている最新のデータ	2000年度のデータ
対象データ	電気炉における粗鋼生産量(1990～2000年度)

表 256 活動量の出典

資料名	「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」(経済産業省) 2001～2003年度分
発行日	～2005年6月30日
記載されている最新のデータ	2003年度のデータ
対象データ	電気炉における粗鋼生産量(2001～2003年度)

(v) 活動量の課題

特になし。

5) 排出量の推移

1990～2003年度における電気炉の電極からのCO<sub>2</sub>排出量を示す。

表 257 電気炉の電極からのCO<sub>2</sub>排出量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
炭素電極由来CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	170	157	153	146	155	157	161

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
炭素電極由来CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	160	141	145	146	153	140	148

## 6) その他の特記事項

総合エネルギー統計において、電気炉ガスは製鋼用電気炉（アーク炉）由来のガスは含まれておらず、他に計上されている箇所もないことから、燃料の燃焼（1.A）において炭素電極からのCO<sub>2</sub>排出量がダブルカウントされていないことを確認した。

## 7) 不確実性評価

### (i) 排出係数

#### (ア) 評価方針

鉄鋼の生産における電気炉の使用の排出係数は、GPG (2000)に示された値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断（Expert Judgement）もしくは GPG (2000)に示された不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG (2000)に示された不確実性の標準値を採用する。

#### (イ) 評価結果

鉄鋼の生産における電気炉の使用の排出係数の不確実性は、5%である。

#### (ウ) 評価方法の課題

特になし。

### (ii) 活動量

#### (ア) 評価方針

鉄鋼の生産における電気炉の使用の活動量は、「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」に基づく電気炉における粗鋼生産量を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、不確実性として平成 14 年度検討会設定値を用いることとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

#### (イ) 評価結果

「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」は統計法に基づく指定統計である「経済産業省生産動態統計」(指定統計第 11 号)等の結果を公表するものであり、電気炉における粗鉄生産量については、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5%を採用する。

(ウ) 評価方法の課題

特になし。

(iii) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 258 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
CO <sub>2</sub>	5.0 kg-CO <sub>2</sub> /t	5.0%	29,578 t	5%	148 Gg-CO <sub>2</sub>	7%

8) 今後の調査方針

製鋼用電気炉以外の炉における炭素電極からの排出の有無について今後検討する必要がある。

(2) 鉄鋼製造 (2.C.1) CH<sub>4</sub>

(a) 銑鉄 (Pig Iron)

銑鉄の製造に伴う CH<sub>4</sub> の発生は原理的に考えられず、また実測例でも CH<sub>4</sub> の排出はないことが確認されていることから「NA」と報告する。

(b) 焼結鉱 (Sinter)

焼結鉱の製造により発生する CH<sub>4</sub> は、全て粉コークスの燃焼により発生するものであり、その排出は燃料の燃焼分野 (1.A) に該当するものである。また当該排出量は、燃料の燃焼分野 (1.A) において既に算定されているため「IE」と報告する。

(c) コークス (Coke)

当該排出量は「化学工業 その他 コークス(2.B.5)」で算定していることから、「IE」と報告する。

(3) フェロアロイ製造 (2.C.2) CO<sub>2</sub>

わが国では、フェロアロイは製造されており、フェロアロイの製造に伴い発生する CO<sub>2</sub> は、還元剤として使用されるコークスが酸化されることで排出される。コークスの使用量は、燃料の燃焼分野 (1.A) における燃料使用量に含まれており、還元剤として使用されるコークスの酸化により発生する CO<sub>2</sub> は燃料の燃焼分野 (1.A) において既に算定されている。また、フェロアロイ中に残存する炭素分は、フェロアロイが鉄鋼の生産に使用される過程で酸化され、CO<sub>2</sub> として大気中に放出されることから「IE」と報告する。

(4) **フェロアロイ製造 (2.C.2) CH<sub>4</sub>**

わが国においてフェロアロイは電気炉、小型高炉、テルミット炉等で製造されており、フェロアロイの製造に伴い発生する CH<sub>4</sub> は、還元剤として使用されるコークスが酸化する際に発生すると考えられる。これら各種炉からの CH<sub>4</sub> 排出量は燃料の燃焼分野 (1A) にて既に算定されていることから、「IE」と報告する。

(5) **アルミニウムの製造 (2.C.3) CO<sub>2</sub>**

わが国ではアルミニウムの精錬が行われているが、アルミニウムの精錬に伴い発生する CO<sub>2</sub> は、還元剤として使用される陽極ペーストが酸化することで排出される。陽極ペーストの主原料であるコークスの使用量は、燃料の燃焼分野 (1.A) における燃料使用量に含まれており、還元剤として使用されるコークスの酸化により発生する CO<sub>2</sub> は燃料の燃焼分野 (1.A) において既に算定されていることから「IE」と報告する。

(6) **アルミニウムの製造 (2.C.3) CH<sub>4</sub>**

わが国ではアルミニウムの精錬が行われているが、アルミニウムの精錬に用いる陽極ペーストの原料であるピッチに水素分が若干含まれることから、原理的には CH<sub>4</sub> の発生はあり得る。しかし排出実態に関するデータがないので排出量の算定は出来ない。またガイドライン等にも排出係数がないため、「NE」と報告する。

5 . その他製品の製造 (2D)

(1) **紙・パルプ (2.D.1)**

(CRF においては、NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC, SO<sub>2</sub> の排出量を報告することが求められている。)

(2) **食品・飲料 (2.D.2) CO<sub>2</sub>**

わが国では、食品・飲料の製造は行われており、その製造工程で CO<sub>2</sub> を使用しているため、製造工程から大気中へ CO<sub>2</sub> が排出されていることも考えられる。しかし、食品・飲料の製造過程で使用している CO<sub>2</sub> は石化製品の副生ガスであり、この排出は燃料の燃焼部門 (1A) で計上されていることから「IE」と報告する。



### III . 有機溶剤及びその他の製品の使用分野

#### 1 . 背景

有機溶剤及びその他の製品の使用により CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NMVOC が大気中に排出される。ここでは、以下の製品の使用からの排出量を算定する。

- ・ 塗装用溶剤
- ・ 脱脂洗浄及びドライクリーニング
- ・ 化学工業製品
- ・ その他製品（麻醉剤等）

#### 2 . 塗料（3.A.）

##### (1) 塗装用溶剤（3.A.）CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O

わが国では塗装用溶剤が使用されているが、塗装用溶剤の使用は、基本的には溶剤の混合によるもののみであることから化学反応は生じないと考えられ、従って CO<sub>2</sub> 及び N<sub>2</sub>O は発生しないと考えられる。従って「NA」と報告する。

#### 3 . 脱脂洗浄及びドライクリーニング（3.B.）

##### (1) 脱脂洗浄及びドライクリーニング（3.B.）CO<sub>2</sub>

わが国では、脱脂洗浄及びドライクリーニングは行われているが、脱脂洗浄に関しては、「化学反応を伴わない洗浄工程」と定義されており、CO<sub>2</sub> が発生することはないと考えられる。ドライアイスや炭酸ガスを用いた洗浄方法では CO<sub>2</sub> が排出すると考えられるが、わが国ではほとんど行われていないと考えられる。

ドライクリーニングに関しては、化学反応を生じる工程がないため、基本的には CO<sub>2</sub> の発生はないと考えられるが、液化炭酸ガスを用いた洗浄方法が研究機関等において試験的に用いられ、CO<sub>2</sub> を排出している可能性を完全には否定できない。

しかし、脱脂洗浄及びドライクリーニングからの排出実態に関する十分なデータがないこと、排出係数のデフォルト値がなく、算定ができないことから、「NE」と報告する。

##### (2) 脱脂洗浄及びドライクリーニング（3.B.）N<sub>2</sub>O

わが国では、脱脂洗浄及びドライクリーニングは行われているが、脱脂洗浄は「化学反応を伴わない工程」と定義されており、ドライクリーニングに関しても化学反応を生じる工程がないため、N<sub>2</sub>O が発生することはないと考えられる。従って「NA」として報告する。

#### 4. 化学工業製品、製造及び工程 (3.C.)

##### (1) 化学工業製品、製造及び工程 (3.C.)

(共通報告様式 (CRF) では、NMVOC の排出量を報告することが求められている。)

#### 5. その他 (3.D.)

##### (1) 麻酔 (3.D.-) CO<sub>2</sub>

わが国では、麻酔剤としては N<sub>2</sub>O しか使用されておらず、CO<sub>2</sub> は使用されていない。従って、「NA」と報告する。

##### (2) 麻酔 (3.D.-) N<sub>2</sub>O

###### 背景

麻酔剤 (笑気ガス) の使用に伴い N<sub>2</sub>O が排出される。

###### 算定方法

###### (a) 算定の対象

麻酔剤の使用に伴い排出される N<sub>2</sub>O の量。

###### (b) 算定方法の選択

医療用ガスとして使用される N<sub>2</sub>O は、全量が大気中に放出されるため、麻酔剤の使用量を N<sub>2</sub>O 排出量として報告する。

###### (c) 算定式

麻酔剤として使用された N<sub>2</sub>O の量を計上する。

###### (d) 算定方法の課題

- ・ 特になし。

###### 排出係数

医療用ガスとして使用される N<sub>2</sub>O は、全量が大気中に放出されるとし、排出係数は設定しない。

## 活動量

### (a) 定義

麻酔剤として使用された N<sub>2</sub>O の量。

### (b) 活動量の把握方法

「薬事工業生産動態統計年報」に示された薬事用 N<sub>2</sub>O 量を用いる。

### (c) 活動量の推移

1990～2003 年度における薬事用の N<sub>2</sub>O の生産量は以下の通り。

表 259 薬事用 N<sub>2</sub>O 生産量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
薬事用N <sub>2</sub> O生産量	kg	926,030	1,151,120	1,332,295	1,327,950	1,412,957	1,411,534	1,357,862

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
薬事用N <sub>2</sub> O生産量	kg	1,305,163	1,216,297	1,169,460	1,099,979	1,108,400	1,077,581	1,034,947

### (d) 活動量の出典

表 260 活動量の出典

資料名	「薬事工業生産動態統計年報」(厚生労働省) 1990～2003 年度分
発行日	～2004 年 10 月
記載されている 最新のデータ	2003 年(暦年値)のデータ
対象データ	医薬品出荷数量 亜酸化窒素(1990～2003 年)

### (e) 活動量の課題

- ・ 特になし。

### 排出量の推移

1990～2003 年度における N<sub>2</sub>O の排出量は以下の通り。

表 261 薬事用 N<sub>2</sub>O の排出量

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
薬事用N <sub>2</sub> Oの排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	0.93	1.15	1.33	1.33	1.41	1.41	1.36

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
薬事用N <sub>2</sub> Oの排出量	Gg-N <sub>2</sub> O	1.31	1.22	1.17	1.10	1.11	1.08	1.03

## その他特記事項

特になし。

## 不確実性評価

医療用ガスとして使用される N<sub>2</sub>O は、全量が大気中に放出されるとして排出量の算定を行っており、排出係数は設定されていない。すなわち「活動量 = 排出量」と見なして排出量を算出している。従って、活動量の不確実性を評価することで排出量の不確実性を評価する。

### (a) 活動量

#### 1) 評価方針

麻酔剤の使用に係る活動量は、「薬事工業生産動態統計年報」に基づく全身麻酔剤亜酸化窒素生産量 (kg) を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会が作成した活動量データの不確実性の値を採用することとする。

また、活動量の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・ 測定誤差
- ・ 集計に伴う誤差

#### 2) 評価結果

「薬事工業生産動態統計年報」は統計法に基づく指定統計である薬事工業生産動態統計調査 (指定統計第 48 号) の結果を公表するものであり、亜酸化窒素の生産量に関しては、全生産事業所が対象となっていることから、平成 14 年度検討会が設定した不確実性の値として 5.0% を採用する。

したがって、排出量の不確実性は 5% である。

#### 3) 評価方法の課題

- ・ 麻酔剤として使用される N<sub>2</sub>O については、人体への影響が懸念されており N<sub>2</sub>O 破壊装置が開発されている。現状ではほとんど普及していないと考えられるが、N<sub>2</sub>O の破壊による排出量の不確実性が評価されていないことから、今後、N<sub>2</sub>O の破壊量等について把握できる場合には、それらを考慮して不確実性を評価する必要がある。

### (b) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 262 排出量の不確実性評価算定結果

活動量	活動量の 不確実性	排出量	排出量の 不確実性
1.03 Gg	5%	1.03 Gg-N <sub>2</sub> O	5%

## 今後の調査方針

今後、麻酔剤として使用された N<sub>2</sub>O の排出プロセスの実態把握に努める必要がある。

### (3) 消火機器 (3.D.-) CO<sub>2</sub>

わが国では、CO<sub>2</sub> が充填された消火機器が使用されており、消火機器の使用により大気中に CO<sub>2</sub> が排出される。しかし、消火機器に充填されている CO<sub>2</sub> は、全て石油化学や石油精製等の際に発生した副生ガスであり、この排出は「1.A.1.b 石油精製」等で算定されていることから「IE」として報告する。

### (4) 消火機器 (3.D.-) N<sub>2</sub>O

わが国では、窒素ガスが充填された消火機器が使用されており、この消火機器を使用した際に排出された窒素ガスが化学反応を起こし、N<sub>2</sub>O が発生する可能性は否定出来ない。しかし、窒素ガスを充填した消火機器の使用に伴う N<sub>2</sub>O の排出実態についての十分なデータが得られていないことから、現状で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ため「NE」として報告する。

### (5) エアゾール (3.D.-) CO<sub>2</sub>

わが国では、スプレー缶に CO<sub>2</sub> を充填するエアゾール製品の製造が行われている。そのエアゾール缶の使用において CO<sub>2</sub> が大気中に排出されると考えられるが、エアゾール工業で使用する CO<sub>2</sub> は石化製品の副生ガスであり、この排出は燃料の燃焼部門 (1A) で計上されていることから「IE」と報告する。

### (6) エアゾール (3.D.-) N<sub>2</sub>O

わが国では、エアゾール製品の製造が行われているが、その製造において N<sub>2</sub>O は使用しておらず、原理的に N<sub>2</sub>O の排出はないことから「NA」と報告する。