

## 第4章 工業プロセス分野の推計手法

工業プロセスにおける化学反応により温室効果ガスが大気中に排出される。ここでは表4-1に示す工業プロセスからの排出量を算定する。

表 4-1 工業プロセス分野における排出源カテゴリー

排出区分		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	
2.A. 鉱物製品	2.A.1.	セメント製造	○					
	2.A.2.	生石灰製造	○					
	2.A.3.	石灰石及びドロマイトの使用	○					
	2.A.4.	ソーダ灰生産及び使用	○					
	2.A.5.	アスファルト屋根材	NE					
	2.A.6.	道路舗装	NE					
	2.A.7.	その他	IE,NO	NA,NO	NA,NO			
2.B. 化学産業	2.B.1.	アンモニア	○	NE	NA			
	2.B.2.	硝酸			○			
	2.B.3.	アジピン酸	NE		○			
	2.B.4.	シリコンカーバイド	○	○				
		カルシウムカーバイド	○	NA				
	2.B.5.	カーボンブラック		○				
		エチレン	○	○	NA			
		1,2-ジクロロエタン		○				
		スチレン		○				
		メタノール		NO				
	コークス	IE	○	NA				
2.C. 金属の生産	2.C.1.	鉄鋼	IE	NA				
		銑鉄	IE	NA				
		焼結鉄	IE	IE				
		コークス	IE	IE				
		その他（電気炉）	○	○				
	2.C.2.	フェロアロイ製造	IE	○				
	2.C.3.	アルミニウム製造	IE	NE		○		
	2.C.4.	アルミニウム及びマグネシウムの鋳造におけるSF <sub>6</sub> の使用					NO	
	アルミニウム					○		
	マグネシウム					○		
2.C.5.	その他	NO						
2.D.その他の製品製造	2.D.1.	紙・パルプ						
	2.D.2.	食品・飲料	IE					
2.E.ハロゲン元素を含む炭化水素化合物及び六ふっ化硫黄の生産	2.E.1.	HCFC-22の製造に伴う副生HFC-23の排出			○			
	2.E.2.	製造時の漏出			○	○	○	
2.F. ハロゲン元素を含む炭化水素化合物及び六ふっ化硫黄の消費	2.F.1.	家庭用冷蔵庫	製造			○	NO	NO
			使用、廃棄			IE	NO	NO
		業務用冷凍空調機器	製造			○	NO	NO
			使用、廃棄			IE	NE	NO
		輸送機器用冷蔵庫	製造			IE	NO	NO
			使用、廃棄			IE	NE	NO
		工業用冷蔵庫	製造			IE	NO	NO
			使用、廃棄			IE	NE	NO
		固定空調機器	製造			○	NO	NO
			使用、廃棄			IE	NO	NO
輸送機器用空調機器	製造			○	NO	NO		
	使用、廃棄			IE	NE	NO		

表 4-1 工業プロセス分野における排出源カテゴリー (つづき)

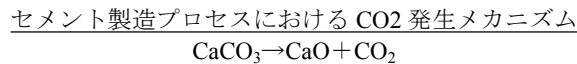
排出区分				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>				
2.F. ハロゲン元 素を含む炭 化水素化合 物及び六ふ っ化硫黄の 消費	2.F.2.	発泡	硬質フォーム	ウレタンフォーム	製造				○	NO	NO		
				使用					○	NO	NO		
				廃棄					IE	NO	NO		
			高発泡ポリエチレンフォーム	製造						○	NO	NO	
				使用、廃棄						NO	NO	NO	
				押出發泡ポリスチレンフォーム	製造						○	NO	NO
			フェノールフォーム	使用						○	NO	NO	
				廃棄						IE	NO	NO	
			軟質フォーム								NO	NO	NO
	2.F.3.	消火剤	製造						NO	NO	NO		
			使用						NE	NO	NO		
			廃棄						NO	NO	NO		
	2.F.4.	エアゾール及び医療品製造業	エアゾール	製造						○	NO	NO	
				使用						○	NO	NO	
				廃棄						IE	NO	NO	
			医薬品製造業(定量噴射剤)	製造							○	NO	NO
				使用							○	NO	NO
				廃棄							IE	NO	NO
	2.F.5.	溶剤	製造						IE	IE	NO		
			使用						IE	○	NO		
廃棄									IE	IE	NO		
2.F.6.	冷媒、発泡剤等以外の用途での代替フロン使用								NE	NA	NA		
2.F.7.	半導体製造	製造							IE	IE	IE		
		使用							○	○	○		
		廃棄							NA	NA	NA		
2.F.8.	電気設備	製造									○		
		使用									○		
		廃棄									IE		
2.F.9.	その他(研究用、医療用等)								NA	NE	NE		

## 4.1. 鉱物製品 (2.A.)

### 4.1.1. セメント製造 (2.A.1.)

#### ■ 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

当該排出源については、GPG (2000)のデシジョンツリーに従い、クリンカ生産量に排出係数を乗じて CO<sub>2</sub> 排出量を算定した。

$\frac{\text{セメント製造に伴う CO}_2 \text{ 排出量(t-CO}_2\text{)}}{\text{= 排出係数[t-CO}_2\text{/t-clinker]} \times \text{クリンカ生産量[t]} \times \text{セメントキルンダスト補正係数}}$
---

#### ■ 排出係数

排出係数はクリンカ中の CaO 含有率に CaO と CO<sub>2</sub> の分子量比(0.785)を乗じて求める。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。この CaO は石灰石の焼成段階を経ておらず、クリンカ生産の段階で CO<sub>2</sub> を排出していないことから、廃棄物等由来の CaO を控除した炭酸塩起源のクリンカ中 CaO 含有率を求め、排出係数を設定した。なお、セメントキルンダスト (CKD) 補正係数については、CKD を回収して再度原料投入をしていると考えられるため、1.00 を使用する。

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

- ① 原料工程で投入された廃棄物等乾重量の推計
- ② クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 含有量、CaO 含有率の推計
- ③ 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
- ④ クリンカの排出係数の設定

$\frac{\text{セメント製造からの CO}_2 \text{ 排出における排出係数}}{\text{= (クリンカ中 CaO 含有率 - 廃棄物等由来のクリンカ中 CaO 含有率)} \times 0.785}$
---

$\begin{aligned} & \text{廃棄物等由来のクリンカ中 CaO 含有率} \\ & \text{= 投入廃棄物等乾重量} \times \text{廃棄物等中の CaO 含有率} / \text{クリンカ生産量} \end{aligned}$
---

#### ○ 原料工程で投入された廃棄物等乾重量の推計

算定に使用する廃棄物等の種類として、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種類を選定した(これらの廃棄物による廃棄物等由来 CaO のカバー率は90%以上)。廃棄物量 (排出ベース) 及び各廃棄物等における含水率は社団法人セメント協会 (以下、セメント協会) 調査より把握した(2000年度以降のみ)。

○ クリンカ中の廃棄物等由来の CaO 含有量、CaO 含有率の推計

上記で求めた種類別廃棄物等乾重量に、セメント協会調査による種類別の CaO 含有率を乗じてクリンカ中の廃棄物等由来の CaO の総量を算出し、クリンカ生産量で除してクリンカ中の廃棄物等由来 CaO 含有率を設定する。1999 年度以前のデータは入手できないため、2000～2003 年度の平均値を用いる。

○ 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

セメント協会調査によるクリンカ中の平均 CaO 含有率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 率を設定する。

表 4-2 セメント製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
クリンカ中平均CaO含有率	%	65.9	65.9	66.0	65.9	65.9
クリンカ中廃棄物由来のCaO含有率	%	2.5	2.5	2.9	2.0	1.8
廃棄物等を排除したクリンカ中のCaO含有率	%	63.4	63.4	63.1	63.8	64.0
CO <sub>2</sub> /CaO		0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
排出係数	t/CO <sub>2</sub>	0.498	0.498	0.495	0.501	0.502

■ 活動量

クリンカの実生産量はセメント協会の提供データにより把握する。1990～1999 年度のクリンカ生産量は統計値が把握されていないため、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、これに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）を乗じて石灰石消費量を算出している。

表 4-3 クリンカ生産量

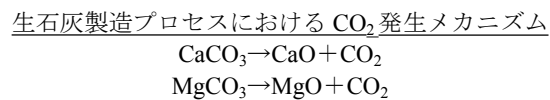
項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
石灰石消費量 実績	kt (dry)	89,366	97,311	81,376	-	-
クリンカ生産量 実績(2000-2003年)	kt			69,528	61,202	63,003
クリンカ生産量/石灰石消費量実績*		0.853	0.853			
補正後クリンカ生産量 推計値(1990-1999年)	kt	76,253	83,032	69,528	61,202	63,003

\* 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

4.1.2. 生石灰製造 (2.A.2.)

■ 背景

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



## ■ 算定方法

GPG (2000) に示された Tier.1 法に従い、生石灰及び軽焼ドロマイト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。

$\text{生石灰製造の原料の使用に伴う CO}_2 \text{ 排出量(Gg-CO}_2\text{)}$ $= \text{原料別排出係数[Gg-CO}_2\text{/t]} \times \text{生石灰及び軽焼ドロマイトの生産量}$
--

## ■ 排出係数

GPG (2000) に示された高カルシウム石灰及び軽焼ドロマイトのデフォルト値を使用する。

表 4-4 生石灰製造の排出係数

石灰種類	二段燃焼率	CaO 割合	MgO 割合	CaO/生石灰の割合	デフォルト排出係数 (kg-CO <sub>2</sub> /t)
高カルシウム石灰	0.79	93-98	0.3-2.5	0.95	750
軽焼ドロマイト	0.91	55-57	38-41	0.95 or 0.85	860

GPG (2000) page 3.22 Table3.4

## ■ 活動量

高カルシウム石灰（生石灰を指す。GPG(2000)の翻訳から言い回しが異なる）の活動量は、経済産業省「化学工業統計年報」に示された生石灰生産量を用いる。軽焼ドロマイトの活動量は日本石灰協会「用途別需要動向」で取りまとめられている軽焼ドロマイトの生産量を用いる。

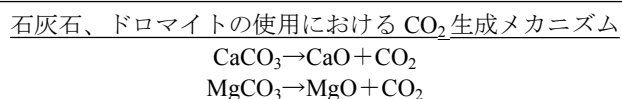
表 4-5 生石灰及び軽焼ドロマイトの生産量の推移

	単位	1990	1995	2000	2004	2005
生石灰生産量	kt	9,030	7,813	8,038	8,638	8,868
軽焼ドロマイト生産量	kt	696	572	499	563	665

### 4.1.3. 石灰石及びドロマイトの使用 (2.A.3.)

## ■ 背景

石灰石には CaCO<sub>3</sub> 及び微量の MgCO<sub>3</sub> が、ドロマイトには CaCO<sub>3</sub> 及び MgCO<sub>3</sub> が含まれており、石灰石・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。



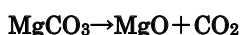
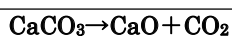
## ■ 算定方法

鉄鋼・精錬用及びソーダ石灰ガラス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、排出量の算定を行った。

## ■ 排出係数

### ○ 石灰石

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。



- ・ 石灰石から取り出せるCaOの割合：55.4%<sup>a</sup>
- ・ 石灰石から取り出せるMgOの割合：0.5%<sup>b</sup>
- ・ CaCO<sub>3</sub>(石灰石の主成分)の分子量：100.0869<sup>c</sup>
- ・ MgCO<sub>3</sub>の分子量：84.3139<sup>c</sup>
- ・ CaOの分子量：56.0774<sup>c</sup>
- ・ MgOの分子量：40.3044<sup>c</sup>
- ・ CO<sub>2</sub>の分子量：44.0095<sup>c</sup>
- ・ CaCO<sub>3</sub>の含有率 = 石灰石から取り出せるCaOの割合 \* CaCO<sub>3</sub>の分子量 / CaOの分子量  
= 55.4% \* 100.0869 / 56.0774 = 98.88%
- ・ MgCO<sub>3</sub>の含有率 = 石灰石から取り出せるMgOの割合 \* MgCO<sub>3</sub>の分子量 / MgOの分子量  
= 0.5% \* 84.3139 / 40.3044 = 1.05%

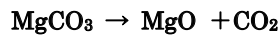
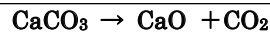
$$\begin{aligned} \text{○排出係数} &= \text{CO}_2 \text{の分子量} / \text{CaCO}_3 \text{の分子量} * \text{CaCO}_3 \text{の含有率} \\ &\quad + \text{CO}_2 \text{の分子量} / \text{MgCO}_3 \text{の分子量} * \text{MgCO}_3 \text{の含有率} \\ &= 44.0095 / 100.0869 * 0.9888 + 44.0095 / 84.3139 * 0.0105 \\ &= 0.4348 + 0.0055 = 0.4402 \quad [\text{t-CO}_2/\text{t}] \\ &= 440 \quad [\text{kg-CO}_2/\text{t}] \end{aligned}$$

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"  
(<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt9.html>)

### ○ ドロマイト

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。



- ・ 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」)
- ・ 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」)
- ・ CaCO<sub>3</sub> (ドロマイトの主成分) の分子量：100.0869
- ・ 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
  
- ・ CaCO<sub>3</sub> の含有率 = ドロマイトから取り出せる CaO の割合 × CaCO<sub>3</sub> の分子量 / CaO の分子量  
= 34.5% × 100.0872 / 56.0774  
= 61.53%
- ・ MgCO<sub>3</sub> の含有率 = ドロマイトから取り出せる MgO の割合 × MgCO<sub>3</sub> の分子量 / MgO の分子量  
= 18.3% × 84.3142 / 40.3044  
= 38.39%
  
- ・ CO<sub>2</sub> の分子量：44.0098
  
- 排出係数 = CO<sub>2</sub> の分子量 / CaCO<sub>3</sub> の分子量 × CaCO<sub>3</sub> の含有率  
+ CO<sub>2</sub> の分子量 / MgCO<sub>3</sub> の分子量 × MgCO<sub>3</sub> の含有率  
= 44.0098 / 100.0869 × 0.6153 + 44.0098 / 84.3142 × 0.3839  
= 0.2706 + 0.2004  
= 0.4709  
= 471 (kg-CO<sub>2</sub>/t)

## ■ 活動量

石灰石及びドロマイトの使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出の活動量については、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、石灰石及びドロマイトの鉄鋼・精錬用及びソーダ・ガラス用販売量を用いた。

表 4-6 鉄鋼・精錬用及びソーダ・ガラス用の石灰石及びドロマイト販売量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
石灰石 (鉄鋼・製錬用)	kt	22,375	22,371	22,902	23,066	23,971
石灰石 (ソーダ・ガラス用)	kt	1,846	1,946	1,722	997	997
ドロマイト (鉄鋼・製錬用)	kt	1,619	771	438	461	396
ドロマイト (ソーダ・ガラス用)	kt	228	197	177	160	154

### 4.1.4. ソーダ灰の生産及び使用 (2.A.4.)

#### 4.1.4.1. ソーダ灰の生産 (2.A.4.-)

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。また、コークスについては熱源及びCO<sub>2</sub>源として投入されている。

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。

#### 4.1.4.2. ソーダ灰の使用（2.A.4.-）

##### ■ 算定方法

ソーダ灰の使用に伴うCO<sub>2</sub>排出は、1996年改訂IPCCガイドラインに示された手法に基づき、ソーダ灰の消費量にデフォルト排出係数を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を算定する。

##### ■ 排出係数

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(vol3 p2.13)に示されるデフォルト値（0.415 [t-CO<sub>2</sub>/t-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>]）を用いる。

##### ■ 活動量

ソーダ灰の使用量については、①ソーダ工業会提供データの出荷量計、②貿易統計におけるソーダ灰の輸入量、③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）の輸入量、の合計値を使用する。

表 4-7 ソーダ灰使用量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
ソーダ灰出荷量	kt	1,098	977	634	475	427
ソーダ灰輸入量*	kt	0.00	8.25	53.12	92.99	131.13
その他炭酸二ナトリウムの輸入量*	kt	308	299	360	330	303

\* 暦年値

#### 4.1.5. アスファルト屋根材（2.A.5.）

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。

#### 4.1.6. 道路舗装（2.A.6.）

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。



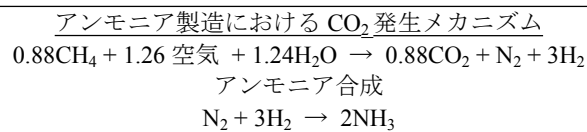
## 4.2. 化学産業 (2.B.)

## 4.2.1. アンモニア製造 (2.B.1.)

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

アンモニアの原料として使用された各燃料種の消費量に排出係数を乗じて、CO<sub>2</sub> 排出量の算定を行った。

## ■ 排出係数

表 4-8 に示す原料毎に、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た (第3章参照のこと)。

## ■ 活動量

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。

表 4-8 アンモニア製造時に使用する原料、排出係数及び発熱量

原料	排出係数 (Gg-C/TJ)	(出典)	発熱量		(単位)
			1990	2005	
ナフサ	18.2	1992 年炭素排出係数	33.5	33.6	MJ/l
液化石油ガス (LPG)	16.3	1992 年炭素排出係数	50.2	50.8	MJ/kg
石油系炭化水素ガス (石油化学オフガス)	14.2	1992 年炭素排出係数	39.3	44.9	MJ/m <sup>3</sup>
天然ガス	13.9	戒能 (2003)	41.0	43.5	MJ/m <sup>3</sup>
石炭 (一般炭・輸入)	24.7	1992 年炭素排出係数	26.0	25.7	MJ/kg
オイルコークス	25.4	1992 年炭素排出係数	35.6	29.9	MJ/kg
液化天然ガス (LNG)	13.5	1992 年炭素排出係数	54.4	54.6	MJ/kg
コークス炉ガス (COG)	11.0	戒能 (2003)	20.1	21.1	MJ/m <sup>3</sup>

表 4-9 アンモニア製造に係る原料用等消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
ナフサ	kl	189,714	477,539	406,958	91,729	94,605
LPG	t	226,593	45,932	5,991	0	0
石油系炭化水素ガス	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	C	230,972	240,200	167,345	154,456
天然ガス	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	C	100,468	86,873	70,948	76,717
石炭（一般炭、輸入炭）	t	C	209,839	726	838	1,232
オイルコークス	t	C	273,125	420,862	373,492	352,820
液化天然ガス	t	C	46,501	23,395	176,140	163,035
コークス炉ガス	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	C	35,860	55,333	0	0

■ 留意事項

当該区分における燃料消費量は、エネルギー分野の活動量から控除されている（第3章参照のこと）。

2) 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」と報告する。

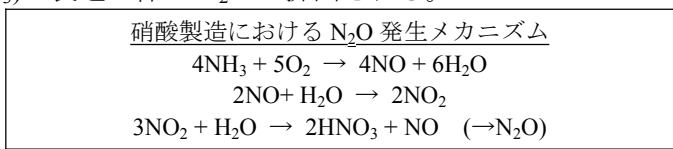
3) N<sub>2</sub>O

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。

4.2.2. 硝酸製造 (2.B.2.)

■ 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。



■ 算定方法

GPG (2000) に示された手法 (page 3.31, Equation.3.9) に示された手法に基づき、硝酸の生産量に排出係数を乗じて N<sub>2</sub>O 排出量を算定する。なお、各工場における排出量のデータは秘匿情報であるため、硝酸生産量及び排出係数はわが国全体の総量に対して設定した。また N<sub>2</sub>O 破壊量に関するデータは現時点では把握されていないため、破壊に関する項は算定式に反映していない。

<p>硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出量(kg-N<sub>2</sub>O)</p> $= \text{排出係数}[\text{kgN}_2\text{O}/\text{t}] \times \text{硝酸生産量}[\text{t}]$
---

■ 排出係数

工場別のデータは秘匿情報であるため、わが国で硝酸の製造を行なっている 10 工場に

おける実測値を基に、各工場の排出係数を各工場の硝酸製造量で加重平均して排出係数を設定した。

表 4-10 硝酸製造に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
硝酸製造に伴う排出係数	kg-N <sub>2</sub> O/t	3.50	3.51	3.92	4.34	4.18

#### ■ 活動量

硝酸製造時の N<sub>2</sub>O 排出の活動量には、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（年度値）を用いた。ただし、直近の年度値については、経済産業省より提供データを用いる。

表 4-11 硝酸生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
硝酸生産量	t	705,600	701,460	655,645	608,523	602,348

### 4.2.3. アジピン酸製造（2.B.3.）

#### ■ 背景

アジピン酸(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>)の製造過程で、シクロヘキサノンとシクロヘキサノールと硝酸の化学反応で N<sub>2</sub>O が排出される。

#### ■ 算定方法

GPG（2000）のデシジョンツリー（page 3.32、Fig.3.4）に従い、当該事業所における N<sub>2</sub>O 発生率、N<sub>2</sub>O 分解量、アジピン酸生産量を用いて排出量を算定した。

$$\begin{aligned} & \text{アジピン酸製造に伴う N}_2\text{O 排出量} \\ & = \{ \text{N}_2\text{O 発生率} \times (1 - \text{N}_2\text{O 分解率} \times \text{分解装置稼働率}) \} \times \text{アジピン酸生産量} \end{aligned}$$

#### ■ 排出係数

排出係数は上記の式に従って算定した値を用いた。各パラメータの設定方法は以下の通りである。なお、各データは秘匿扱いである。

##### ○ N<sub>2</sub>O 発生率

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唯一の事業所における実測データを用いた。

##### ○ N<sub>2</sub>O 分解率

当該事業所における N<sub>2</sub>O 分解率の実測結果を用いた。

##### ○ N<sub>2</sub>O 分解装置稼働率

当該事業所において全ての N<sub>2</sub>O 分解装置を対象に毎年調査される N<sub>2</sub>O 分解装置運転時間及びアジピン酸製造プラント運転時間に基づいて算定された値を用いた。

**N<sub>2</sub>O 分解装置稼働率の算定式**

$$\text{N}_2\text{O 分解装置稼働率 (\%)} \\ = \text{N}_2\text{O 分解装置運転時間} / \text{アジピン酸製造プラント運転時間} \times 100 (\%)$$

N<sub>2</sub>O 分解装置運転時間：N<sub>2</sub>O ガスを全量フィードした時点からフィードを停止した時点までの時間。  
アジピン酸製造プラント運転時間：原料をフィードした時点からフィードを停止した時点までの時間。

**■ 活動量**

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た。なお、データは秘匿扱いである。

**■ 留意事項**

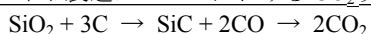
アジピン酸製造過程における N<sub>2</sub>O 排出量は、1990 年から 1997 年にかけて、概ね増加傾向にあった。しかし、1999 年 3 月より、アジピン酸製造プラントにおいて N<sub>2</sub>O 分解装置の稼働を開始したため、1999 年以降は N<sub>2</sub>O 排出量が大幅に減少することとなった。なお、2000 年は N<sub>2</sub>O 分解装置の故障により稼働率が低下したために N<sub>2</sub>O 排出量が一時的に増加している。

## 4.2.4. カーバイド製造 (2.B.4.)

## 4.2.4.1. シリコンカーバイド (2.B.4.-)

1) 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。

シリコンカーバイド製造プロセスにおける CO<sub>2</sub> 発生メカニズム**■ 算定方法**

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。

**■ 排出係数**

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(vol.3 p2.21)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。

**■ 活動量**

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、わが国でシリコンカーバイドの製造を行なっている唯一の事業所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。

2) CH<sub>4</sub>

## ■ 背景

わが国においてシリコンカーバイドは電気炉で製造されており、シリコンカーバイド製造時には、還元剤として使用されるコークスが酸化する際に CH<sub>4</sub>が発生すると考えられる。

## ■ 算定方法

燃料の燃焼分野（1.A.固定発生源）からの CH<sub>4</sub> 排出量の算定と同様の手法を用い、わが国の実測データより設定した排出係数を、電気炉における電力消費量に乗じて排出量を算定する。

## ■ 排出係数

わが国で行われた実測調査のデータを基に、煙道における CH<sub>4</sub> 濃度、O<sub>2</sub> 濃度と理論排ガス量（乾き）、理論空気量、高位発熱量を用いて、燃料の燃焼計算の式より電気炉からの電力消費に伴う排出係数（12.8 kg-CH<sub>4</sub>/TJ）を設定した（第3章 3.1.2 固定発生源(1.A.1., 1.A.2., 1.A.4.: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)参照）。

## ■ 活動量

「排出量総合調査」における電力消費量を用いる（2000年度以降は1999年度値を代用）。

表 4-12 電気炉（カーバイド用）における電力消費量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
電気炉（カーバイド用）	TJ	1,576	4,277	2,454	2,454	2,454

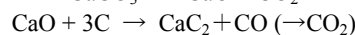
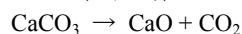
## 4.2.4.2. カルシウムカーバイド（2.B.4.-）

1) CO<sub>2</sub>

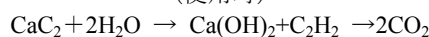
## ■ 背景

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> 発生メカニズム  
(生産時)



(使用時)



## ■ 算定方法

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されている方法に基づき、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。

カルシウムカーバイドの生産及び消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出量  
 = Σ (石灰石起源、還元剤起源、使用時の排出係数) × カルシウムカーバイド生産量

## ■ 排出係数

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。

表 4-13 カルシウムカーバイドの生産及び消費に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数

単位	生産時石灰石起源	生産時還元剤起源	使用時
t-CO <sub>2</sub> /t	0.760	1.090	1.100

(出典)1996年改訂 IPCC ガイドライン vol.3 p.2.22

## ■ 活動量

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。なお、データは秘匿扱いである。

## 2) 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おり、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。

## 4.2.5. その他の化学工業製品 (2.B.5.)

### 4.2.5.1. カーボンブラック (2.B.5.-)

## ■ 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 1,300℃以上での不完全燃焼により熱分解させて製造される。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

カーボンブラック製造に伴う 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従い、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。

## ■ 排出係数

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。排出係数は、0.35 [kgCH<sub>4</sub>/t]。

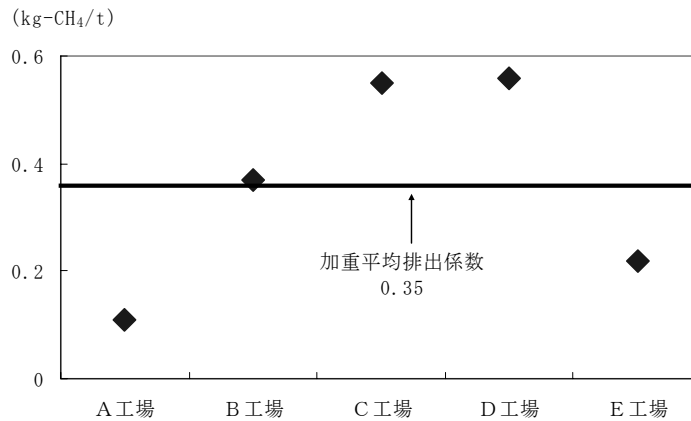


図 4-1 カーボンブラック製造に関する排出係数

(出典) カーボンブラック協会提供データ

表 4-14 国内主要5社のカーボンブラック生産状況及びメタン排出状況

	カーボンブラック生産量 [t/year]	CH <sub>4</sub> 排出量 [kg CH <sub>4</sub> /year]	排出係数 [kg CH <sub>4</sub> / t]
主要5社計	701,079	246,067	0.350

出典：カーボンブラック協会提供データ（1998年度実績）

## ■ 活動量

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（年度値）を用いた。ただし、直近年度の値については掲載されていないため、暦年値を採用する。

表 4-15 カーボンブラック生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
カーボンブラック生産量	t	792,722	758,536	771,875	809,092	805,461

### 4.2.5.2. エチレン (2.B.5.-)

#### 1) CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>

## ■ 背景

エチレンの生産工程で 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。また、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分解により CH<sub>4</sub> が排出される。

## ■ 算定方法

エチレン製造に伴う CH<sub>4</sub>、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、エチレンの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて、排出量を算定した。

■ 排出係数

○ CH<sub>4</sub>

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。排出係数は0.015 [kgCH<sub>4</sub>/t]。

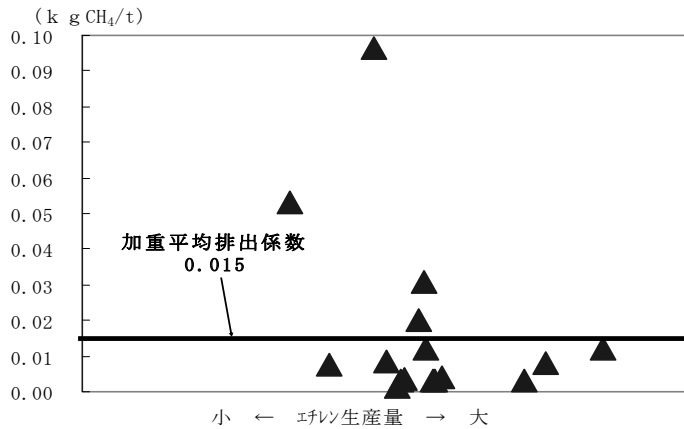


図 4-2 エチレン製造に関する CH<sub>4</sub> 排出係数  
(出典) 石油化学工業協会提供データ

○ CO<sub>2</sub>

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。なお、当該排出係数は秘匿とする。

■ 活動量

エチレン製造に伴うCH<sub>4</sub>、CO<sub>2</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」に示されたエチレン生産量（年度値）を用いた。ただし、直近年度の値については掲載されていないため、暦年値を採用する。

表 4-16 エチレン生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
エチレン生産量	kt	5,966	6,951	7,566	7,555	7,549

2) N<sub>2</sub>O

エチレン原料のナフサには窒素がほとんど含まれず、また、エチレン製造は酸素がほとんど存在しない状態で行われる。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。



## 4.2.5.3. 1,2-ジクロロエタン (2.B.5.-)

## ■ 背景

1,2-ジクロロエタンは、エチレン ( $C_2H_4$ ) + 塩素 ( $Cl_2$ ) 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 ( $C_2H_3Cl$ ) 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  $CH_4$  が生成される。

## ■ 算定方法

1,2-ジクロロエタン製造に伴う  $CH_4$  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、生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定した。

## ■ 排出係数

塩ビ工業・環境協会加盟3社（生産量の約70%）の排ガス中メタン濃度を実測し、加重平均して排出係数を設定した。排出係数は、0.0050 [ $kgCH_4/t$ ]。

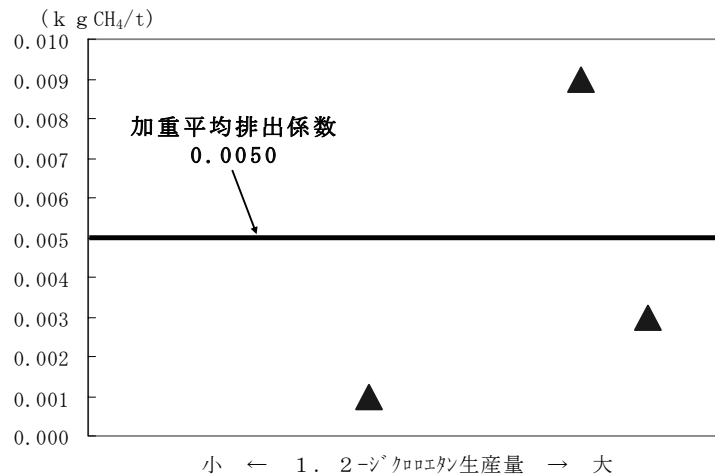


図 4-3 1,2-ジクロロエタン製造に関する  $CH_4$  排出係数  
(出典) 塩ビ工業・環境協会提供データ

## ■ 活動量

1,2-ジクロロエタン製造に伴う  $CH_4$  排出の活動量については、経済産業省「化学工業統計年報」に示された二塩化エチレンの生産量（年度値）を用いた。ただし、直近年度の値については掲載されていないため、暦年値を採用する。

表 4-17 二塩化エチレン (1,2-ジクロロエタン) 生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
二塩化エチレン生産量	kt	2,683	3,014	3,346	3,646	3,639

4.2.5.4. スチレン (2.B.5.-)

■ 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

スチレン製造に伴う 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き、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した。

■ 排出係数

国内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）及び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。排出係数は、0.031 [kgCO<sub>2</sub>/t]。

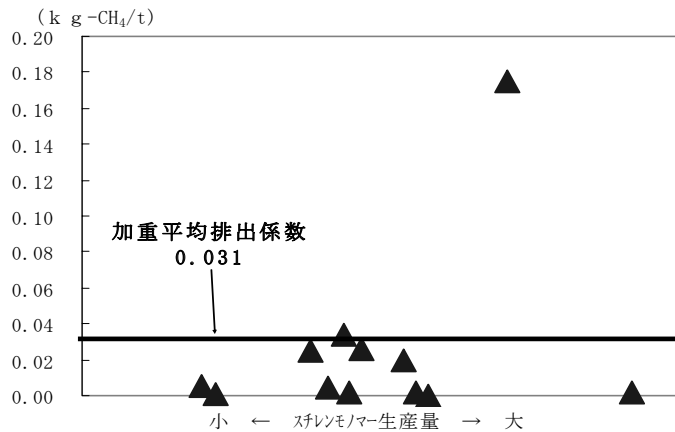


図 4-4 スチレン製造に関する CH<sub>4</sub> 排出係数  
(出典) 石油化学工業協会提供データ

■ 活動量

スチレン製造に伴う 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」に示されたスチレンモノマーの生産量（年度値）を用いた。ただし、直近年度の値については掲載されていないため、暦年値を採用する。

表 4-18 スチレン（モノマー）生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
スチレン生産量	kt	2,227	2,952	3,020	3,324	3,375

4.2.5.5. メタノール (2.B.5.-)

■ 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

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。メタノールの精製過程では、合成されたメタノールの脱水を行うだけであるため、原理的にCH<sub>4</sub>が発生しない。

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。

#### ■ 排出係数

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された、メタノールのデフォルト値を用いた。排出係数は、2 [kgCH<sub>4</sub>/t]（1996年改訂 IPCC ガイドライン vol.2 p2.22 Table2-9）。

#### ■ 活動量

メタノール製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量については、メタノール・ホルマリン協会「メタノールの供給と需要」に示されたメタノールの生産量（暦年値）を用いた。

表 4-19 メタノール生産量

項目	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995
メタノール生産量	t	83,851	76,772	23,043	45,426	40,662	75,498

#### 4.2.5.6. コークス (2.B.5.-)

##### 1) CO<sub>2</sub>

コークスの製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出量は、1.A.燃料の燃焼分野の「石炭製品製造部門」で計上されているため、本カテゴリーは「IE」と報告する。

##### 2) 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

コークス製造に伴う 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き、コークスの生産量にわが国独自の排出係数を乗じて算定した。

#### ■ 排出係数

コークス製造時の CH<sub>4</sub> 排出には、炭化室から燃焼室へのガス漏れによる燃焼排ガス中の CH<sub>4</sub> と、石炭の乾留過程において発生した CH<sub>4</sub> のうちコークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔から排出される CH<sub>4</sub> の2つの発生源がある。

##### ○ 燃焼排ガス

国内主要5社・7事業所におけるコークス炉排ガス中のメタン濃度（鉄鋼連盟調べ）を、コークス生産量を用いて加重平均した値を排出係数として設定した。排出係数は、0.089 [kgCH<sub>4</sub>/t]。

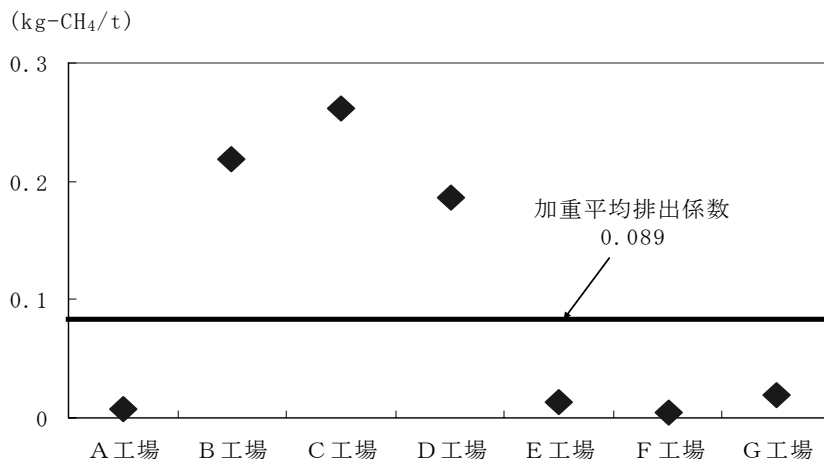


図 4-5 コークス製造に関する CH<sub>4</sub> 排出係数（燃焼排ガスの排出係数）  
 (出典) (社)日本鉄鋼連盟提供データ (1999 年度実績)

○ コークス炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔

日本鉄鋼連盟では、有害大気汚染物質の自主管理計画を平成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。

表 4-20 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
2003~2005	0.042	2003 年度は実績値、2004 年度以降は 2003 年度と同等と仮定。

(出典) (社)日本鉄鋼連盟提供データ

○ コークス製造時の CH<sub>4</sub> 排出係数

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

■ 活動量

コークス製造時の CH<sub>4</sub> 排出の活動量として、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」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（年度値）を用いた。

表 4-21 コークス生産量

項目	単位	1990	1995	2000	2004	2005
コークス生産量	kt	47,338	42,279	38,511	38,215	38,009

## ■ 完全性について

CRFの「Table2(I).A-Gs2」では、「2.C.1. 鉄鋼製造」のサブカテゴリーにおいてコークス製造時のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>の排出量を報告することとされているが、わが国においては鉄鋼業以外の業種においてもコークス製造が行われていることから当該区分において排出量を計上した。

### 3) 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。

## 4.3. 金属の生産 (2.C.)

### 4.3.1. 鉄鋼製造 (2.C.1.)

#### 4.3.1.1. 鉄鋼 (2.C.1.-)

##### 1) CO<sub>2</sub>

鉄鋼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(1A)において既に算定されていることから、「IE」と報告する。

#### 4.3.1.2. 銑鉄 (2.C.1.-)

##### 1) CO<sub>2</sub>

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(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(1A)において既に算定されていることから、「IE」と報告する。

##### 2) CH<sub>4</sub>

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。

#### 4.3.1.3. 焼結鉱 (2.C.1.-)

##### 1) CO<sub>2</sub>

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(1.A.)に該当する。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。

##### 2) CH<sub>4</sub>

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。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。

#### 4.3.1.4. コークス（2.C.1.-）

##### 1) 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いるが、コークスの製造過程から排出されるCO<sub>2</sub>は、1.A.燃料の燃焼分野の「石炭製品製造部門」で計上されているため、本カテゴリーは「IE」と報告する。

##### 2) CH<sub>4</sub>

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。

#### 4.3.1.5. 鉄鋼製造における電気炉の使用（2.C.1.-）

##### 1) CO<sub>2</sub>

###### ■ 背景

製鋼用電気炉（アーク炉）の使用時に、炭素電極からCO<sub>2</sub>が排出される。

###### ■ 算定方法

鉄鋼製造における電気炉の使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量については、炭素電極の生産量と輸入量の合計から輸出量を差し引いた重量に相当する炭素量が電気炉においてCO<sub>2</sub>として大気に放散されると仮定し、排出量を算定する。

総合エネルギー統計において表現されている電気炉ガスに含まれる炭素分は、「1.A.燃料の燃焼」分野にて計上されているため、排出量から控除する。

###### ■ 活動量

「窯業・建材統計年報」（経済産業省）における炭素電極の生産量、及び「日本貿易統計」（財務省）炭素電極輸入量、輸出量を用いた。

表 4-22 電気炉の電極からのCO<sub>2</sub>排出量

	単位	1990	1995	2000	2004	2005
#A 輸入量	t	12,341	18,463	11,363	15,430	15,075
#B 国内生産量	t	211,933	186,143	184,728	206,924	218,084
#C 輸出量	t	87,108	92,812	107,998	130,260	138,409
#D 電気炉ガス	t	39,983	14,300	20,293	21,725	25,785
国内消費 (#A+#B-#C-#D)	t	97,184	97,493	67,800	70,370	68,966
CO <sub>2</sub> 排出量	Gg-CO <sub>2</sub>	356	357	248	258	253

2) CH<sub>4</sub>

## ■ 算定方法

燃料の燃焼分野（1.A.固定発生源）からの CH<sub>4</sub> 排出量の算定と同様の手法を用い、わが国の実測データより設定した排出係数を、電気炉における電力消費量に乗じて排出量を算定する。

## ■ 排出係数

わが国で行われた実測調査のデータを基に設定した電気炉からの電力消費に伴う排出係数（12.8 kg-CH<sub>4</sub>/TJ）を用いた（第3章 3.1.2 及び 4.2.4.1 参照）。

## ■ 活動量

総合エネルギー統計における鉄鋼業の細目分類である「電気炉」に計上された電力消費量を用いる。

表 4-23 電気炉における電力消費量

電力消費量	単位	1990	1995	2000	2004	2005
電気炉	TJ	57,564	55,986	52,457	53,107	52,740

## 4.3.2. フェロアロイ製造（2.C.2.）

1) 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の酸化によって排出される。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、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。したがって、「IE」と報告する。

2) CH<sub>4</sub>

## ■ 算定方法

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。フェロアロイ製造に伴う CH<sub>4</sub> 排出量は、燃料の燃焼分野（1.A.固定発生源）からの CH<sub>4</sub> 排出量の算定と同様の手法を用い、わが国の実測データより設定した排出係数を、電気炉における電力消費量に乗じて排出量を算定する。

## ■ 排出係数

フェロアロイが製造される炉種を考慮し、電気炉からの CH<sub>4</sub> 排出係数と同じ値（12.8 kg-CH<sub>4</sub>/TJ）を用いた。

## ■ 活動量

総合エネルギー統計における鉄鋼業の細目分類である「フェロアロイ」に計上された電力消費量を用いる。

表 4-24 フェロアロイ製造における電力消費量

電力消費量	単位	1990	1995	2000	2004	2005
電気炉（フェロアロイ）	TJ	14,456	10,699	10,181	9,818	10,072

## 4.3.3. アルミニウム製造（2.C.3.）

## 1) PFCs

## ■ 算定方法

アルミニウムの一次精錬による生産量に1996年改訂IPCCガイドラインに規定された算出式に基づいて算出されたわが国独自の排出係数を乗じて、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

1996年改訂IPCCガイドラインのTier 1b手法において規定された算定式を用いて、排出係数を設定した。排出係数は下表の通り。

表 4-25 アルミニウム製造に伴うPFCs排出係数

項目	単位	1995	2000	2004	2005
PFC-14 (CF <sub>4</sub> )	kgPFC-14/t	0.542	0.369	0.310	0.307
PFC-116 (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )	kgPFC-116/t	0.054	0.037	0.031	0.031

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

## ■ 活動量

アルミニウムの精錬に伴うPFCs排出の活動量については、経済産業省「資源統計年報」に示されたアルミニウム生産量を用いた。なお、わが国におけるアルミニウム新地金生産量は世界の0.03%程度と少ない。

2) CO<sub>2</sub>

わが国ではアルミニウムの精錬が行なわれており、アルミニウムの精錬では、還元剤として使用される陽極ペーストの酸化によってCO<sub>2</sub>が排出される。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。

3) CH<sub>4</sub>

わが国ではアルミニウムの精錬が行なわれており、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く、1996年改訂IPCCガイドライン等には排出係数のデフォルト値が示されておらず、ピッチに含まれる水素分に関するデータも得られないことから、排出係数の想定もできない。したがって、「NE」と報告する。



4.3.4. アルミニウム及びマグネシウムの鋳造における SF<sub>6</sub> の使用 (2.C.4.)

## 4.3.4.1. アルミニウム

わが国における、アルミニウム鋳造時の SF<sub>6</sub> は使用実績がないことを確認したため、「NO」と報告する。

## 4.3.4.2. マグネシウム

マグネシウムの鋳造に伴う SF<sub>6</sub> 排出については、経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会資料に示された値を報告する。関連指標を下表に示す。

表 4-26 マグネシウムの鋳造に伴う SF<sub>6</sub> 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2004	2005
SF <sub>6</sub> 使用量	t	5	43	40	38
マグネシウム溶解量	t	1,840	14,231	20,782	19,109

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第 13 回地球温暖化防止小委員会資料

## 4.4. その他製品の製造 (2.D.)

## 4.4.1. 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。)

## 4.4.2. 食品・飲料 (2.D.2.)

わが国では食品・飲料の製造が行われており、その製造工程ではドライアイス、炭酸飲料の原料などとして CO<sub>2</sub> を使用しているため、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 (1.A.) で計上されていることから「IE」と報告する。

## 4.5. ハロゲン元素を含む炭素化合物及び六ふっ化硫黄の生産 (2.E.)

## 4.5.1. HCFC-22 の製造に伴う副生 HFC-23 の排出 (2.E.1.)

## ■ 算定方法

国内の HCFC-22 製造プラントにおける HFC23 の副生量から、副生 HFC23 の回収・破壊量 (実測値) を減じたものを排出量として計上している。HFC23 の副生量は、HCFC-22 の製造量に、HFC23 生成率 (リアクター内部の組成分析を実施し、分析結果から設定) をかけて求めている。

*HCFC-22 の製造に伴う副生 HFC-23 の排出量*

$$\text{HFC-23 排出量} = \text{HCFC-22 生産量 (t)} \times \text{HFC-23 生成率 (\%)} - \text{回収・破壊量 (t)}$$

表 4-27 HCFC-22 の製造に伴う副生 HFC-23 の排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
HCFC-22の生産量	t	81,000	95,271	77,310	61,900	65,715
HFC-23の生成率	%	2.13%	1.70%	1.65%	1.94%	1.90%
HCFC-22生産に対する排出割合	%	1.79%	1.11%	0.56%	0.14%	0.06%
排出量	t	1,455	1,066	432	90*	42
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	17.02	12.47	5.05	1.05	0.49

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

※全ての製造設備に破壊装置が設置されたことにより、排出量が減少している

#### 4.5.2. 製造時の漏出 (2.E.2.)

##### ■ 算定方法

国内の HFC、PFC、SF<sub>6</sub> 製造の各プラントにおいて、実測した物質収支により排出量を算定している。各ガスの製造施設で合成された HFC、PFC、SF<sub>6</sub> の量から生産量を差し引いた量を、当区分における製造時の漏洩として計上している。各年の HFC 排出量は日本フルオロカーボン協会、PFC、SF<sub>6</sub> の排出量は日本化学工業協会によるデータを使用した。

関連指標を下表に示す。

表 4-28 HFCs の製造時の漏出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
HFCs生産量	t	28,206	29,423	49,189	52,106	57,060
排出量	t	322	146	257	251	208
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.419	0.180	0.400	0.416	0.322

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

表 4-29 PFCs の製造時の漏出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
PFCs生産量	t	1,207	2,336	2,597	2,905	3,000
排出量	t	107	184	122	109	89
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.763	1.383	0.971	0.863	0.707

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

表 4-30 SF<sub>6</sub> の製造時の漏出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
SF <sub>6</sub> 生産量	t	2,392	1,556	1,757	1,895	2,504
排出量	t	197	36.0	34.0	32.0	40.8
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	4.708	0.860	0.813	0.765	0.975

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

## 4.6. ハロゲン元素を含む炭素化合物及び六ふっ化硫黄の消費 (2.F.)

## 4.6.1. 冷蔵庫及び空調機器 (2.F.1.)

## 4.6.1.1. 家庭用冷蔵庫 (2.F.1.-)

## 1) HFCs

## ■ 算定方法

生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩率、②使用時（故障時を含む）漏洩率、③廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計している。

使用時、廃棄時の排出量は機器の製造年別に計算を行い、合計値を排出量としている。

## 家庭用冷蔵庫からのHFCsの排出量

$$\begin{aligned} \text{HFC 排出量} &= \text{製造時 HFC 充填総量} \times \text{生産時漏洩率} \\ &+ \Sigma (\text{HFC 使用機器国内稼働台数} \times \text{稼働機器 1 台当たり充填量} \times \text{使用時漏洩率}) \\ &+ \Sigma (\text{HFC 使用機器廃棄台数} \times \text{廃棄機器 1 台当たり充填量}) \\ &- \text{HFC 回収量} \end{aligned}$$

関連指標を下表に示す。

表 4-31 家庭用冷蔵庫からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
製造時HFC充填総量	t	520	590	250	157	33
生産時漏洩率	%	1.00%	1.00%	0.21%	0.25%	0.17%
HFC使用機器国内稼働台数	千台	7,829	33,213	43,337	43,320	41,795
生産時1台当たり充填量	g	150	125	125	125	125
使用時(故障時含む)漏洩率	%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
HFC使用機器廃棄台数	千台	0	177	959	1,379	1,839
法律に基づくHFC回収量	t/年	—	—	20	35	35
排出量	t	8.7	40	114	150	205
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.011	0.051	0.148	0.195	0.266

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

## 2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。家庭用冷蔵庫については、輸入製品にPFCが使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもほとんどないため、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告する。

## 4.6.1.2. 業務用冷凍空調機器 (2.F.1.-)

## a) 業務用冷凍空調機器

## 1) HFCs

■ 算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、以下に分類された機種及びそれらに使用されている冷媒毎に、各年の生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩量、②現場設置時の漏洩量、③冷媒補充時の漏洩量、④故障時排出量、⑤廃棄時排出量をそれぞれ推定し、合計している。

遠心式冷凍機、スクリー冷凍機、冷凍冷蔵ユニット、輸送用冷凍冷蔵ユニット、別置型ショーケース、内蔵型ショーケース、製氷器、冷水器、業務用冷凍冷蔵庫、パッケージエアコン、ガスヒートポンプ、チリングユニット

業務用冷凍空調機器からのHFCsの排出量

機種及び冷媒ごとに、以下の考え方をを用いて計算している。

① 生産時漏洩量 =  $\Sigma$  (生産台数 × 生産時冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)

② 現場設置時漏洩量 =  $\Sigma$  (現場充填機器生産台数 × 冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)

③ 冷媒補充時漏洩量 =  $\Sigma$  (市中稼働台数(\*) × 稼働時冷媒充填量 × 冷媒補充時冷媒漏洩率)

④ 故障時排出量 =  $\Sigma$  (市中稼働台数 × 稼働時冷媒充填量 × 全量放出故障発生率)

⑤ 廃棄時排出量

(a). 2001 まで  
 廃棄時排出量 =  $\Sigma$  (使用済機器発生台数(\*) × 廃棄時冷媒充填量 × (1 - 回収率))

(b). 2002 年以降  
 廃棄時排出量 =  $\Sigma$  [使用済機器発生台数 × 廃棄時平均冷媒充填量] - 法律に基づく回収量

※市中稼働台数及び使用済機器発生台数は、各年の出荷台数及び機器寿命より推定。

関連指標を下表に示す。

表 4-32 業務用冷凍空調機器からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2004	2005
HFC機器(工場充填)生産台数	千台	223	386	1,385	1,432
工場生産時平均冷媒充填量	g/台	321	545	3,850	3,827
工場生産時冷媒漏洩率	%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
HFC機器(現場充填)生産台数	千台	9	35	844	929
現場設置時平均冷媒充填量	g/台	723	1,049	5,093	5,318
現場設置時冷媒漏洩率	%	1%	1%	2%	2%
HFC機器市中稼働台数	千台	377	1,985	5,485	6,682
冷媒補充時冷媒漏洩率	%	24%	14%	13%	18%
全量放出事故等発生率	%	0.10%	0.12%	0.19%	0.19%
使用済HFC機器発生台数	千台	0	19	115	179
法律に基づくHFC回収量	t/年	0	0	139.6	182.9
排出量	t	7.1	67	341	516
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.009	0.113	0.587	0.887

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

※2002 年以降、業務用パッケージエアコンの増加により大型化が進み、平均冷媒充填量や現場設置時漏洩率が増加している。

## 2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。輸入製品に PFCs 冷媒が充填されている場合や、PFC を含む混合冷媒を補充用途として使用する可能性もあるが、その量は微量と考えられるため、使用時及び廃棄時については「NE」として報告する。

## b) 自動販売機

## 1) HFCs

## ■ 算定方法

生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩量、②故障時排出量、③廃棄時排出量を推定している。

## 自動販売機からの HFCs の排出量

- ① 生産時漏洩量 =  $\Sigma$  (生産台数 × 生産時冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)
- ② 故障時排出量 =  $\Sigma$  (市中稼働台数 × 稼働時冷媒充填量 × 事故・故障発生率 × 故障時平均漏洩率)
- ③ 廃棄時排出量
- (a) 2001 年まで  
廃棄時排出量 =  $\Sigma$  (使用済機器発生台数 × 廃棄時冷媒充填量 × (1 - 回収率))
- (b) 2002 年以降  
廃棄時排出量 =  $\Sigma$  [使用済機器発生台数 × 廃棄時平均冷媒充填量] - 法律に基づく回収量

自動販売機関連の HFCs の排出については、産業構造審議会化学・バイオ部会資料に示された値を報告する。関連指標を下表に示す。

表 4-33 自動販売機からの HFCs 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
HFC使用機器生産(販売)台数	千台	0	272	344	321	344	350	355
1台当たり充填量	g	-	300	280	240	220	220	220
生産時漏洩率	%	-	-	0.5%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
稼働台数	千台	0	284	628	949	1,293	1,643	1,999
事故・故障発生率	%	-	0.00%	0.35%	0.35%	0.35%	0.35%	0.34%
故障時平均漏洩率	%	-	0%	20%	20%	20%	20%	20%
修理時平均漏洩率	%	-	0.00%	0.90%	0.59%	0.54%	0.57%	0.53%
廃棄台数	千台	-	0	0	0	0	0	0
排出量	t	-	0.33	0.58	0.44	0.48	0.53	0.57
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

※1999、2000年は、故障がほとんどない(数台程度)ことからゼロとした。2001年以降は故障発生を計算に反映。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。輸入製品にPFCs冷媒が充填されている場合や、PFCを含む混合冷媒を補充用途として使用する可能性もあるが、その量は微量と考えられるため、使用時及び廃棄時については「NE」として報告する。

4.6.1.3. 輸送機器用冷蔵庫 (2.F.1.-)

1) HFCs

「4.6.1.2. 業務用冷凍空調機器」の合計に含まれているため、「IE」と報告する。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。輸入製品にPFCs冷媒が充填されている場合や、PFCを含む混合冷媒を補充用途として使用する可能性もあるが、その量は微量と考えられるため、使用時及び廃棄時については「NE」として報告する。

4.6.1.4. 工業用冷蔵庫 (2.F.1.-)

1) HFCs

「4.6.1.2. 業務用冷凍空調機器」の合計に含まれているため、「IE」と報告する。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。輸入製品にPFCs冷媒が充填されている場合や、PFCを含む混合冷媒を補充用途として使用する可能性もあるが、その量は微量と考えられるため、使用時及び廃棄時については「NE」として報告する。

4.6.1.5. 固定空調機器 (家庭用エアコン) (2.F.1.-)

1) HFCs

■ 算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩量、②設置時漏洩量、③事故・故障時冷媒漏洩量、④廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計している。

## 家庭用エアコンからのHFCsの排出量

- ① 生産時漏洩量 =  $\Sigma$  (生産台数 × 冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)
- ② 設置時漏洩量 =  $\Sigma$  (国内出荷台数 × 冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)
- ③ 故障時排出量 =  $\Sigma$  (市中稼働台数 × 稼働時冷媒充填量 × 事故・故障発生率)
- ④ 廃棄時排出量
- (a) 2000年まで  
廃棄時排出量 =  $\Sigma$  (使用済機器発生台数(\*) × 廃棄時冷媒充填量 × (1 - 回収率))
- (b) 2001年以降  
廃棄時排出量 =  $\Sigma$  [使用済機器発生台数 × 廃棄時冷媒充填量] - 法律に基づく回収量
- (\*) 使用済機器発生台数は、各年の出荷台数及び機器寿命より推定。

関連指標を下表に示す。

表 4-34 家庭用エアコンからのHFCs (R-410A) 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
HFC使用機器生産(販売)台数	千台	0	1,077	4,024	4,546	4,007
1台当たり充填量	g	-	1,000	1,000	1,000	1,000
生産時漏洩率	%	-	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
設置時漏洩率	%	-	2%	2%	2%	2%
市場保有台数	千台	0	1,728	12,093	18,825	26,225
年間事故・故障発生率	%	-	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
事故故障時漏洩率	%	-	79%	79%	79%	79%
法律に基づくHFC回収量	t/年	-	-	2.2	4.9	4.9
排出量	t	0	27	106	184	224
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.000	0.046	0.182	0.317	0.387

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

## 2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。固定空調機器(家庭用エアコン)については、輸入製品にPFCが使用されていることは考えにくく、冷媒を補充することもほとんどないため、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告する。

### 4.6.1.6. 輸送機器用空調機器(カーエアコン)(2.F.1.-)

#### 1) HFCs

#### ■ 算定方法

IPCCガイドラインに準拠し、生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩量、②設置時漏洩量、③事故・故障発生率、④事故・故障時冷媒漏洩率、⑤廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計している。

カーエアコンからのHFCsの排出量

車種ごとに、以下の考え方をを用いて計算している。

- ① 生産時漏洩量 =  $\Sigma$  (生産台数 × 生産時冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)
- ② 使用中漏洩量 =  $\Sigma$  (市中車輛台数 × 稼働時冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)
- ③ 故障時排出量 =  $\Sigma$  (市中車輛台数 × 稼働時冷媒充填量 × 故障発生率 × 故障発生時冷媒漏洩率)
- ④ 事故時排出量 =  $\Sigma$  (全損事故車輛数 × 全損事故時冷媒充填量)
- ⑤ 廃棄時排出量
  - (a) 2001年まで  
 廃棄時排出量 =  $\Sigma$  (使用済車輛台数 × 廃棄時冷媒充填量 × (1 - 回収率))
  - (b) 2002年以降  
 廃棄時排出量 =  $\Sigma$  [使用済車輛台数 × 廃棄時平均冷媒充填量] - 法律に基づく回収量

関連指標を以下に示す。

表 4-35 カーエアコンからのHFC-134aの排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
HFCエアコン車生産台数	千台	9,745	9,761	9,909	10,129	10,407
1台あたり生産時漏洩量	g	4	4	4	4	3
車輛保有台数	千台	15,655	42,374	54,488	57,746	60,473
1台あたり平均冷媒充填量	g	700	615	582	553	548
1台あたり年間使用時漏洩量(普通自動車)	g	15	15	15	15	10
故障発生割合	%	4%	4%	4%	4%	4%
故障発生時冷媒漏洩率	%	50%	50%	50%	50%	50%
全損事故車両数	千台	50	136	174	185	188
全損事故車輛冷媒充填量	g	681	610	556	539	523
使用済HFC車国内台数	千台	116	789	1,596	1,756	1,868
使用済HFC車冷媒充填量	g	676	593	560	538	524
HFC回収量(2002年度以降は法律に基づく)	t/年	-	-	246	349	531
排出量	t	605	1,759	2,231	2,240	2,111
	百万tCO <sub>2</sub> eq	0.787	2.287	2.901	2.912	2.744

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告する。輸入製品にPFCs冷媒が充填されている場合や、PFCを含む混合冷媒を補充用途として使用する可能性もあるが、その量は微量と考えられるため、使用時及び廃棄時については「NE」として報告する。

4.6.2. 発泡 (2.F.2.)

4.6.2.1. 硬質フォーム (2.F.2.-)

4.6.2.1.a. ウレタンフォーム (HFC-134a)



## ■ 算定方法

IPCC ガイドライン（閉鎖系気泡フォーム）に準拠し、各年の発泡剤使用量のうち、10%が製造初年度に排出され、残りが4.5%ずつ20年かけて使用時に全量排出されるとして算定する。化学・バイオ部会資料には総排出量中のHFCの種類別内訳（HFC-134a、HFC-245fa、HFC-365mfc）が示されているため、GWP値のあるHFC-134aのみについて算定する。各年の発泡剤使用量はウレタンフォーム工業会、ウレタン原料工業会によるデータを使用した。

また、ウレタンフォームの廃棄は様々な時期に行なわれ、現実的に「使用」と「廃棄」を区分することは困難である。「使用」と「廃棄」は一体して取扱い、「使用」に全量を計上し、「廃棄」は「IE」として報告する。

ウレタンフォームに関連するのHFC-134aの排出量

$$\text{HFC-134a 排出量} = \text{HFC-134a の使用量 (t)} \times \text{発泡時漏洩率 (\%)} \\ + \text{前年までの使用量の合計 (t)} \times \text{使用時年間排出割合 (\%)}$$

表 4-36 ウレタンフォームからのHFC-134aの排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
HFC-134a 使用量	t	0	167	177	201	233	190	224
発泡時漏洩率	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
使用時年間排出率	%	5%	5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%
製造時初年度排出量	t	0	17	18	20	23	19	22
使用時排出量	t	0	0	7.5	15	25	35	44
総排出量	t	0	17	25	36	48	54	66
製造時排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.000	0.022	0.023	0.026	0.030	0.025	0.029
使用時排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.000	0.000	0.010	0.020	0.032	0.046	0.057
総排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.000	0.022	0.033	0.046	0.062	0.070	0.086

出典：HFC-134a 使用量、発泡時漏洩率、使用時年間排出率は、経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料より

95年～99年の使用量はゼロである。

### 4.6.2.1.b. 高発泡ポリエチレンフォーム（HFC-134a, HFC-152a）（2.F.2.-）

## ■ 算定方法

IPCC ガイドライン（開放系気泡フォーム）に準拠し、各年の発泡剤使用量が、製造時に全量排出されるとして計算している。各年の発泡剤使用量は高発泡ポリエチレン工業会によるデータを使用した。

表 4-37 高発泡ポリエチレンフォームからのHFC-134a排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
HFC-134a使用量	t	346	322	294	254	128
排出量	t	346	322	294	254	128
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.450	0.419	0.382	0.330	0.166

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

表 4-38 高発泡ポリエチレンフォームからの HFC-152a 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
HFC-152a使用量	t	14	0	0	0	0
排出量	t	14	0	0	0	0
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.002	0	0	0	0

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第 13 回地球温暖化防止小委員会資料

4.6.2.1.c. 押出發泡ポリスチレンフォーム (HFC-134a)

■ 算定方法

各年の発泡剤使用量のうち、25%が製造初年度に排出され、残りが 2.5%ずつ 30 年かけて全量排出されるとして算定する。各年の発泡剤使用量は押出發泡ポリスチレン工業会によるデータを使用している。

なお、この考え方は、IPCC グッドプラクティスガイダンスや PRTR における押出發泡ポリスチレン製造事業所の HCFC の移動量の算出方法と整合を取っている。

断熱材は、建物の改修時、被災時、解体時など様々な時期に「廃棄」されるため、現実的には「使用」と「廃棄」を区分することは困難である。廃棄されたものは使用されているものと同じように HFC を排出すると考えられることから、これらを一体で扱うこととし、全量を「使用」で計上したと考えて「廃棄」は「IE」とする。

押出發泡ポリスチレンフォームに関連する HFC-134a の排出量

$$\text{HFC-134a 排出量} = \text{HFC-134a の使用量 (t)} \times \text{発泡時漏洩率 (25) (\%)} + \text{前年までの使用量の合計 (t)} \times \text{使用時年間排出割合 (\%)}$$

表 4-39 押出發泡ポリスチレンフォームからの HFC-134a の排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2002	2003	2004	2005
HFC-134a 使用量	t	0	0	35	638	517	26
フォーム製品化率	%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
使用時年間排出率	%	-	-	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
製造時排出量	t	0	0	8.8	160	129	13
使用時排出量	t	0	0	0.25	1.1	17	60
排出量	t	0	0	9.0	161	146	74
製造時排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.00	0.00	0.011	0.207	0.168	0.017
使用時排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.00	0.00	0.000	0.001	0.022	0.079
排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.00	0.00	0.012	0.209	0.190	0.096

(出典) 産業構造審議会化学・バイオ部会第 13 回地球温暖化防止小委員会資料

※1995 年～2000 年の使用量はゼロ。

4.6.2.2. 軟質フォーム (2.F.2.-)

HFCs 等を発泡に使用しているフォームは全て硬質フォームであるため、「NO」と報告する。

4.6.3. 消火剤 (2.F.3.)

製造時については、HFC-23 と HFC-227ea が使用されている。2004 年時点において消火設備のボンベに HFC を充填しているのは HFC-227ea のみである。HFC-23 消火剤については、各社とも HFC-23 が既にボンベに充填されたものを購入しているため、製造時

の排出は起こらない。2004年度における製造時のHFC-227eaの排出量を計算したところ、0.0007(t)と非常に少ないことから、専門家判断により「NO」とする。

使用時の排出については、1995年時点においてはHFCを充填した消火剤はほとんど出回っておらず、使用実績が無いと考えられることから、1995年排出量は「NO」とし、1996年以降の排出量については「NE」とした上で、引き続き検討を行うこととする。

廃棄時については、消火剤用途としてHFCが使用され始めてからの年次が浅く、建物の耐用年数(30年～40年)から考えても、現時点において廃棄されることは考えにくいことから、現状では「NO」として対応する。

PFCsとSF<sub>6</sub>については使用実態が無いため、「NO」とする。

#### 4.6.4. エアゾール及び医療品製造業（定量噴射剤：MDI）(2.F.4.)

##### 4.6.4.1. エアゾール (2.F.4.-)

###### ■ 算定方法

IPCCガイドラインに準拠し、各年に製品に充填された量(潜在排出量)のうち、50%が製造年に排出され、残りの50%が次年に排出されるとして算定している。

また、製造時漏洩量についても、製造に使用した量と、製品に充填された量の実測値の差として把握しており、排出量に含めている。製造に使用した量と製品に充填された量は日本エアゾール協会によるデータを使用している。

「廃棄」については、実態としては廃棄されるエアゾール中にHFCがある程度残っていると考えられるが、「使用」に「廃棄」分を含めて潜在排出量の全量が計上されているので「廃棄」については「IE」とする。

###### エアゾールに関連するF-gas (HFC-134a, HFC-152a) の排出量

$$\begin{aligned} n \text{ 年度における当該 F-gas 排出量} &= \text{製造時漏洩量 (t)} \\ &+ (n-1) \text{ 年における当該 F-gas 潜在排出量} \times 50 (\%) \\ &+ n \text{ 年における当該 F-gas 潜在排出量} \times 50 (\%) \end{aligned}$$

$$n \text{ 年度における製造時漏洩量} = n \text{ 年度における製造時使用量} - n \text{ 年度における HFC 潜在排出量}$$

関連指標を下表に示す。

表 4-40 エアゾールからのHFC-134a排出の関連指標

項目	単位	1994	1995	2000	2003	2004	2005
潜在排出量	t	800	1,300	2,044	1,598	1,162	604
製造時漏洩量	t	-	-	80.2	50.4	39.6	24.9
製造年使用時排出量	t	400	650	1,022	799	581	302
残存量(次年排出量)	t	400	650	1,022	799	581	302
排出量	t	-	1,050	2,137	1,851	1,420	908
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	-	1.365	2.778	2.406	1.845	1.181

(出典) 潜在排出量：経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

※94年～97年の製造時漏洩量は潜在排出量に含まれている。

表 4-41 エアゾールからの HFC-152a 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2002	2003	2004	2005
潜在排出量	t	-	34	189	553	1,077	1,300
製造時排出量	t	-	1.1	4.9	27.7	23.3	28.9
製造年使用時排出量	t	-	17	95	276	538	650
残存量(次年排出量)	t	-	17	95	276	538	650
排出量	t	-	18	159	399	838	1,217
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	-	0.003	0.022	0.056	0.117	0.170

(出典) 潜在排出量：経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

4.6.4.2. 医療品製造業（定量噴射剤：MDI (Metered Dose Inhalers)）(2.F.4.-)

■ 算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、各年に使用された量のうち、50%が製造年に排出され、残りの50%が次年に排出されるとして算定を行う。

ガス購入量、国内生産 MDI 使用量、輸入 MDI 使用量、廃棄処理量はそれぞれ日本製薬団体連合会のデータによる。また、廃棄処理量には同会が主として製造工程の不良品を破壊処理した MDI に含まれる HFC 量を計上している。

医療品製造（定量噴射剤：MDI (Metered Dose Inhalers)）に関連する F-gas (HFC-134a, HFC-227ea) の排出量

$$\begin{aligned}
 n \text{ 年度における当該 F-gas 排出量} &= \text{製造時漏洩量 (t)} \\
 &+ (n-1) \text{ 年度における F-gas 潜在排出量} \times 50 (\%) \\
 &+ n \text{ 年度における潜在 F-gas 排出量} \times 50 (\%) \\
 &- n \text{ 年度における F-gas 廃棄処理量}
 \end{aligned}$$

$$\text{当該 F-gas 潜在排出量} = \text{国内生産 MDI 使用量 (t)} + \text{輸入 MDI 使用量 (t)}$$

関連指標を下表に示す。

表 4-42 医療品製造の排出量算定結果 (HFC-134a)

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
ガス購入量	t	-	1.4	0.7	0.9	1.1
国内製品MDI使用量	t	-	1.4	0.6	0.8	0.9
輸入MDI使用量	t	-	42	47.3	56.5	70.7
回収・破壊量	t	-	0.2	0.2	2.2	1.9
排出量	t	-	37	48	51	63
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	-	0.048	0.062	0.066	0.082

(出典) 国内製品 MDI 使用量、輸入 MDI 使用量、回収・破壊量は、経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料より

表 4-43 医療品製造の排出量算定結果 (HFC-227ea)

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
ガス購入量	t	-	0	27.7	52.3	42.8
国内製品MDI使用量	t	-	0	25.5	48.3	41.0
輸入MDI使用量	t	-	4	3.6	3.5	2.1
回収・破壊量	t	-	0	0.4	2.2	0.6
排出量	t	-	1.8	23	42	49
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	-	0.005	0.066	0.123	0.141

(出典) 国内製品 MDI 使用量、輸入 MDI 使用量、回収・破壊量は、経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料より

## 4.6.5. 溶剤 (2.F.5.)

当該排出源では、産業構造審議会化学・バイオ部会資料に示された溶剤の使用に伴う PFCs の排出量を報告する。なお、溶剤の用途で使用する HFCs については秘匿情報に該当するため PFCs の内数として報告している。

各年の液体 PFC 出荷量の全量が溶剤、洗浄等の用途に使用され、その全量を排出量として使用時に計上している。使用されている液体 PFCs は、C<sub>5</sub>F<sub>12</sub> (PFC-41-12)、C<sub>6</sub>F<sub>14</sub> (PFC-51-14) である。

製造時の排出については「製造時の漏出 (2.E.2)」に含まれていると考えられるため「IE」と報告する。

PFC の廃棄処理の実態については把握が困難であるため、安全側の観点より使用時に廃棄分も含めた全量が排出されるとして「IE」と報告する。なお、1995 年当時においては、廃棄処理が実施されていないことが確認されている。

関連指標を下表に示す。

表 4-44 溶剤の使用に伴う PFCs 等排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
排出量	百万tCO <sub>2</sub> eq.	10.356	2.158	1.509	1.535	1.732

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第 13 回地球温暖化防止小委員会資料

## 4.6.6. 冷媒、発泡剤等以外の用途での代替フロン使用 (2.F.6.)

わが国の排出実態が十分に把握されていないため「NE」として報告する。

## 4.6.7. 半導体製造 (2.F.7.)

## 4.6.7.1. 半導体 (2.F.7.-)

## ■ 算定方法

半導体の算定方法は IPCC ガイドラインの基準に則っている。使用している各ガスの購入量、プロセス供給率、反応消費率、除害効率、副生成物の発生率、副生成物の除害効率を用いて算定している。また、除害装置についても、その有無や除害方法に応じた除害効率の設定を行い算定している。

なお、プロセス供給率の残存分 10%の取り扱いについては、容器に 90%を再充填して出荷される場合は当区分で排出量が計上される。また、残存分の 10%を破壊処理して容器を洗浄する場合や、大気中に放出される場合は、ガスメーカーにおける排出量として「製造時の漏出 (2.E.2)」で計上されている。

各ガスの購入量は、電子情報技術産業協会によるデータを使用した。

製造時の排出 (ガスを出荷容器に充填する作業等に伴う排出) については「製造時の漏出 (2.E.2)」に計上されていることから、「IE」とする。廃棄時については、排出源そのものが無いと考えられるため、「NA」とする。

半導体製造に伴う F-gas の排出量

ガスごとに、以下の考え方をを用いて計算している。

① HFC-23, PFC (PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-c318), SF<sub>6</sub> 排出量

$$\text{ガス排出量} = \text{ガス購入量 (t)} \times \text{プロセス供給率 (\%)} \times (1 - \text{反応消費率 (\%)}) \\ \times (1 - \text{除害効率 (\%)} \times \text{除害装置設置率 (\%)})$$

② 副生 PFC14 排出量

$$\text{副生 PFC-14 排出量} = \text{PFCs 購入量 (t)} \times \text{プロセス供給率 (\%)} \times \text{副生成物発生率 (\%)} \\ \times (1 - \text{除害効率 (\%)} \times \text{除害装置設置率 (\%)})$$

関連指標を下表に示す。

表 4-45 半導体製造時の HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
PFC-14の購入量	t	313.0	299.9	228.2	235.4	231.5
PFC-116の購入量	t	209.5	561.2	449.3	434.5	393.2
PFC-218の購入量	t	0.0	9.9	126.5	159.2	181.8
PFC-c318の購入量	t	0.6	38.6	15.0	21.8	24.8
HFC-23の購入量	t	47.8	49.4	37.9	41.9	42.1
SF <sub>6</sub> の購入量	t	90.8	131.9	94.8	104.6	96.8
プロセス供給率	%	90%	90%	90%	90%	90%
PFC等の反応消費率	%	物質により20%~80%				
PFC等の除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%
副成CF <sub>4</sub> 発生率	%	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (PFC-116):10%、C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> (PFC-218):20%				
副成CF <sub>4</sub> 除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%
HFC-23排出量	t	12.4	13.3	9.5	10.8	10.1
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.145	0.155	0.111	0.126	0.118
PFCs排出量	t	371.0	601.8	449.9	476.7	396.8
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	2.758	4.820	3.518	3.713	3.064
SF <sub>6</sub> 排出量	t	40.8	57.5	40.6	43.6	38.0
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.976	1.375	0.969	1.041	0.908

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

※反応消費率はIPCCガイドラインのデフォルト値による。

## 4.6.7.2. 液晶 (2.F.7.-)

## ■ 算定方法

液晶も、半導体と同様の算定を行っている。世界液晶産業協力会議 (WLICC) で PFC 削減自主行動計画を策定して削減の取組みを行っており、IPCC 基準に準拠することが前提とされているためである。

表 4-46 液晶製造時の HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 排出の関連指標

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
PFC-14の購入量	t	20.7	47.3	46.6	65.0	77.8
PFC-116の購入量	t	0.4	2.7	4.7	9.3	9.9
PFC-c318の購入量	t	0	0	0.5	0.8	0.8
HFC-23の購入量	t	0.1	0.7	1.3	1.6	1.6
SF <sub>6</sub> の購入量	t	11.5	85.3	99.1	101.0	101.4
プロセス供給率	%	90%	90%	90%	90%	90%
PFC等の反応消費率	%	物質により20%~80%				
PFC等の除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%
副成CF <sub>4</sub> 発生率	%	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (PFC-116):10%				
副成CF <sub>4</sub> 除害効率	%	90%	90%	90%	90%	90%
HFC-23排出量	t	0.3	1.9	2.0	3.5	3.5
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.000	0.002	0.002	0.004	0.003
PFCs排出量	t	15.2	35.1	27.2	28.7	22.9
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.099	0.233	0.181	0.192	0.155
SF <sub>6</sub> 排出量	t	5.2	32.1	31.2	31.1	26.0
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	0.124	0.766	0.746	0.743	0.622

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料

※反応消費率は IPCC ガイドラインのデフォルト値による。

## 4.6.8. 電気設備 (2.F.8.)

## ■ 算定方法

製造時については、SF<sub>6</sub>購入量に製造時漏洩率を乗じたものが排出量となっている。使用時については、①設置されている機器に対する使用中の漏洩率から排出量を計算している。点検時及び廃棄時には、排出量を実測により求めている。

CRF における報告では、廃棄時の排出を使用時に含め「IE」として報告する。

電気設備製造時の SF<sub>6</sub> 排出量

$$\text{製造時 SF}_6\text{排出量} = \text{SF}_6\text{ガス購入量 (t)} \times \text{製造時漏洩率 (\%)}$$

電気設備使用時の SF<sub>6</sub> 排出量

$$\text{使用時 SF}_6\text{排出量} = \text{SF}_6\text{ガス保有量} \times \text{使用中の環境中への排出率 (0.1\%)}$$

電気設備点検時の SF<sub>6</sub> 排出量

$$\text{点検時 SF}_6\text{排出量} = \text{実測による SF}_6\text{ガス排出量}$$

電気設備廃棄時の SF<sub>6</sub> 排出量

$$\text{廃棄時 SF}_6\text{排出量} = \text{実測による SF}_6\text{ガス排出量}$$

産業構造審議会化学・バイオ部会資料に示された電気絶縁ガス使用機器からの SF<sub>6</sub> の排出量の関連指標を下表に示す。

表 4-47 電気設備製造時の SF<sub>6</sub> 排出

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
SF <sub>6</sub> ガス購入量	t	1,380	649	591	557	629
絶縁機器へのSF <sub>6</sub> 充填量	t	1,464	450	459	469	582
機器充填以外の保有量	t	-	105	95	61	29
製造時漏洩率	%	29.0%	14.6%	6.3%	5.0%	2.8%
排出量	t	400	94.9	37.1	27.7	17.9
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	9.560	2.268	0.887	0.662	0.428

(出典) SF<sub>6</sub> ガス購入量、絶縁機器への SF<sub>6</sub> 充填量、機器充填以外の保有量、製造時漏洩率は経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第 13 回地球温暖化防止小委員会資料より

表 4-48 電気設備使用時の SF<sub>6</sub> 排出

項目	単位	1995	2000	2003	2004	2005
機器SF <sub>6</sub> ガス保有量	t	6,300	8,000	8,600	8,600	8,700
使用時漏洩率	%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
排出量	t	60	22	13	12	11
	百万tCO <sub>2</sub> eq.	1.441	0.526	0.318	0.296	0.268

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第 13 回地球温暖化防止小委員会資料



## 参考文献

- IPCC「1996年改訂 IPCC ガイドライン」(1997年)
- IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(2000年)
- IUPAC“Atomic Weights of the Elements 1999”  
(<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt9.html>)
- 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第2部」(平成14年8月)
- 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第4部」(平成14年8月)
- 環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」(平成18年2月)
- 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
- 経済産業省「化学工業統計年報」
- 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会第13回地球温暖化防止小委員会資料
- 経済産業省資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
- 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
- 経済産業省「資源統計年報」
- 経済産業省「石油等消費動態統計年報」
- 経済産業省「窯業・建材統計年報」
- 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」
- 経済産業省「鉄鋼統計年報」
- 財務省「貿易統計」
- 石灰石工業会「石灰石の話」
- メタノール・ホルマリン協会「メタノールの供給と需要」

