

第4章 工業プロセス分野

4.1. 工業プロセス分野の概要

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した。

なお、2008 年度における当該分野からの温室効果ガス排出量は約 75,310 Gg-CO₂ であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF 分野を除く）の 5.9% を占めている。CO₂、CH₄ 及び N₂O 排出量を 1990 年と比較すると 27.0% の減少となっている。ハロカーボン及び SF₆ の排出量の 1995 年と比較すると 54.1% の減少となっている。

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 ₂ | CH ₄ | N ₂ O | HFCs | PFCs | SF ₆ | |
|----------------------------------|--|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------|------|-----------------|--|
| 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 | アスファルト道路舗装 | NE | | | | | | |
| | 2.A.7 | その他 | IE, NO | NA, NO | NA, NO | | | | |
| 2.B 化学産業 | 2.B.1 | アンモニア製造 | ○ | NE | NA | | | | |
| | 2.B.2 | 硝酸製造 | | | ○ | | | | |
| | 2.B.3 | アジピン酸製造 | NA | | ○ | | | | |
| | 2.B.4 | カーバイド製造 | シリコンカーバイド | ○ | ○ | | | | |
| | | | カルシウムカーバイド | ○ | NA | | | | |
| | 2.B.5 | その他の化学工業製品 | 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 | 鉄鋼製造 | 鉄鋼 | IE | NA | | | | |
| | | | 銑鉄 | IE | NA | | | | |
| | | | 焼結鉄 | IE | IE | | | | |
| | | | コークス | IE | IE | | | | |
| | | | 鉄鋼製造における電気炉の使用 | ○ | ○ | | | | |
| | 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鑄造におけるSF ₆ の使用 | アルミニウム | | | | | | NO | |
| | | マグネシウム | | | | | | ○ | |
| 2.C.5 | その他 | NO | NO | NO | | | | | |
| 2.D その他製品の製造 | 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 | | | | ○ | ○ | ○ | |

(次ページに続く)

| 排出区分 | | | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | HFCs | PFCs | SF ₆ | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|------------------|------|-------|-----------------|----|----|----|----|
| 2.F 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.1 | 冷蔵庫及び空調機器 | 家庭用冷蔵庫 | 製造 | | | | ○ | NO | NO | | | |
| | | | | 使用 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | | 廃棄 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | 業務用冷凍空調機器 | 業務用冷凍空調機器 | 製造 | | | | ○ | NO | NO | | |
| | | | | | 使用 | | | | IE | NO | NO | | |
| | | | | | 廃棄 | | | | IE | NO | NO | | |
| | | | | 自動販売機 | 製造 | | | | ○ | NO | NO | | |
| | | | | | 使用 | | | | IE | NO | NO | | |
| | | | | | 廃棄 | | | | IE | NO | NO | | |
| | | | 輸送機器用冷蔵庫 | 製造 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | | 使用 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | | 廃棄 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | 工業用冷蔵庫 | 製造 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | | 使用 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | | 廃棄 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | 固定空調機器 | 製造 | | | | ○ | NO | NO | | | |
| | | | | 使用 | | | | IE | NO | NO | | | |
| | | | 輸送機器用空調機器 | 製造 | | | | ○ | NO | NO | | | |
| | 使用 | | | | | IE | NO | NO | | | | | |
| | 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 | | | | NO | NO | NO | | |
| | | | | | 廃棄 | | | | NO | NO | NO | | |
| | | | | 押出発泡ポリスチレンフォーム | 製造 | | | | ○ | NO | NO | | |
| | | | | | 使用 | | | | ○ | NO | NO | | |
| | | | | | 廃棄 | | | | IE | NO | NO | | |
| | | | | フェノールフォーム | | | 製造 | | | | NO | NO | NO |
| | | | | 軟質フォーム | | | 製造 | | | | NO | NO | NO |
| | | | | 2.F.3 | 消火剤 | 製造 | | | | | NO | NO | NO |
| | | | | | | 使用 | | | | | ○ | NO | NO |
| | | | | | | 廃棄 | | | | | NO | NO | NO |
| | | | | 2.F.4 | エアゾール及び医療品製造 | エアゾール | 製造 | | | | ○ | NO | NO |
| | 使用 | | | | | | | ○ | NO | NO | | | |
| | 廃棄 | | | | | | | IE | NO | NO | | | |
| | 定量噴霧式吸入器 | 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 | | | | | | IE | NA | NA | | | | |
| 2.F.7 | 半導体製造 | 半導体 | 製造 | | | | IE | IE | IE | | | | |
| | | | 使用 | | | | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | | | 廃棄 | | | | NA | NA | NA | | | | |
| | | 液晶 | 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 | | | | | | NA | NE, ○ | IE | | | | |

4.2. 鉱物製品 (2.A.)

鉱物製品カテゴリーは、鉱物原料 (CaCO₃、MgCO₃、Na₂CO₃) の焼成などにより放出される CO₂ を扱う。当該カテゴリーは「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 ソーダ灰の使用」から構成される。

2008年度における当該カテゴリからの温室効果ガス排出量は約47,384 Gg-CO₂であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF分野を除く）の3.7%を占めている。1990年の排出量と比較すると17.4%の減少となっている。

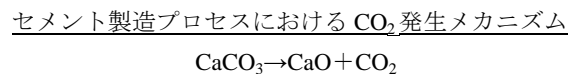
表 4-2 2.A 鉱物製品からの CO₂ 排出量

| ガス | 排出区分 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
|-----------------|-------|---------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CO ₂ | 2.A.1 | セメント製造 | Gg-CO ₂ | 37,966 | 41,342 | 34,434 | 31,654 | 31,376 | 30,076 | 27,996 |
| | 2.A.2 | 生石灰製造 | Gg-CO ₂ | 7,322 | 6,310 | 6,419 | 7,175 | 7,428 | 7,798 | 6,931 |
| | 2.A.3 | 石灰石及びドロマイトの使用 | Gg-CO ₂ | 11,527 | 11,156 | 11,124 | 11,245 | 11,330 | 12,004 | 12,148 |
| | 2.A.4 | ソーダ灰生産及び使用 | Gg-CO ₂ | 581 | 531 | 433 | 356 | 329 | 339 | 308 |
| | 合計 | | Gg-CO ₂ | 57,397 | 59,339 | 52,411 | 50,430 | 50,463 | 50,217 | 47,384 |

4.2.1. セメント製造 (2.A.1.)

a) 排出源カテゴリの説明

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 (CaCO₃) を主成分とする石灰石の焼成により CO₂ が排出される。



b) 方法論

■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 CO₂ 排出量を算定した。

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

■排出係数

排出係数はクリンカ中の CaO 含有率に CaO と CO₂ の分子量比(0.785)を乗じて求める。我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ず、クリンカ生産の段階で CO₂ 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、わが国ではセメントキルンダスト (CKD) は製造工程において通常ほぼ全量回収・リサイクルされていることがセメント協会により確認されており、CKD 補正係数については 1.00 を使用した。

セメント製造に伴う CO₂ 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

セメント製造からのCO₂排出における排出係数
 = (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) × 0.785

廃棄物等由来のクリンカ中 CaO 含有率
 = 投入廃棄物等乾重量 × 廃棄物等中の CaO 含有率 / クリンカ生産量

○ 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 含有率を設定した。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た。

○ 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 率を設定した。

表 4-3 廃棄物等由来原料の組成

| 大分類 | 種類 | 含水率 | CaO 含有率 |
|-----------------|-----------|-----------|------------|
| 燃え殻（焼却残渣） | 石炭灰 | 7.2～14.5% | 5.0～5.8% |
| 鉱さい | 高炉スラグ（水砕） | 5.0～8.7% | 40.0～42.4% |
| | 高炉スラグ（徐冷） | 5.7～6.4% | 40.8～41.5% |
| | 製鋼スラグ | 7.7～11.4% | 37.1～40.5% |
| | 非鉄鉱さい | 5.6～7.6% | 6.4～10.0% |
| ばいじん類（集塵機捕集ダスト） | ばいじん、ダスト | 8.9～14.3% | 9.0～13.4% |
| | 石炭灰 | 1.4～3.9% | 4.6～5.0% |

表 4-4 セメント製造に伴う CO₂ の排出係数

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| クリンカ中平均CaO含有率 | % | 65.9 | 65.9 | 66.0 | 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 | 2.9 | 1.8 | 1.8 | 1.9 | 1.7 |
| 廃棄物等を除いたクリンカ中のCaO含有率 | % | 63.4 | 63.4 | 63.1 | 64.0 | 64.1 | 64.0 | 64.1 |
| CO ₂ /CaO | | 0.785 | 0.785 | 0.785 | 0.785 | 0.785 | 0.785 | 0.785 |
| 排出係数 | t-CO ₂ /t | 0.498 | 0.498 | 0.495 | 0.502 | 0.503 | 0.502 | 0.503 |

■活動量

クリンカ生産量はセメント協会の提供データにより把握した。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使用することにより推計した。

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、その製造プロセスにおいてCO₂排出を伴うセメント系固化材用の石灰石消費量が含まれている

が、1992年度以前の石灰石消費量には含まれておらず、このままではセメント系固化材起源のCO₂排出量が計上されない。

そこで時系列の一貫性の保持、及び、セメント系固化材用途も含めたクリンカ生産量を推計するために、1990～1992年度の石灰石消費量の各数値に、セメント系固化材原料用の石灰石消費量の数値を考慮した補正を行っている。

補正については、統計区分変更前後の値の換算のために「窯業・建材統計年報」において示されている接続係数(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た。

表 4-5 クリンカ生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 | kt | | | 69,528 | 63,003 | 62,404 | 59,885 | 55,647 |
| クリンカ生産量実績/石灰石消費量実績* | | 0.853 | 0.853 | | | | | |
| 補正後クリンカ生産量** | kt | 76,253 | 83,032 | 69,528 | 63,003 | 62,404 | 59,885 | 55,647 |

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

** 1990～1999年度のみ推計にて補正。2000～2008年度は実績値。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

セメント製造におけるCO₂排出の排出係数の不確実性評価においては、GPG(2000)に示された不確実性の標準値を使用した。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は10%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

1990～1999年度については、セメント協会提供データに基づく活動量・排出係数の推計値を用いて排出量を算定している。2000年度以降は、セメント協会より提供を受けたデータを用いて、上記の算定方法に従って一貫して算定している。

d) QA/QC と検証

GPG(2000)に従った方法で、Tier 1 QC 活動を実施している。Tier 1 QC には、排出量の算定に用いている活動量、排出係数等パラメータのチェック、及び出典文献の保存が含まれる。

QA/QC 活動については、別添6に詳述している。

e) 再計算

特になし。

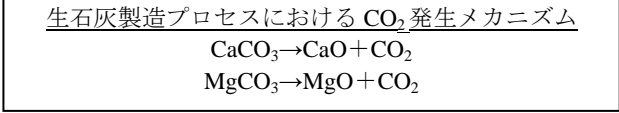
f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.2. 生石灰製造 (2.A.2.)

a) 排出源カテゴリーの説明

生石灰製造時に原料として使用される石灰石等 (CaCO₃、MgCO₃)を焼成 (加熱分解) することにより、CO₂が放出される。



b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) に示された Tier.1 法に従い、生石灰 (高カルシウム石灰・軽焼ドロマイト ; 焼成ドロマイトともいう) の生産量に我が国独自の排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定した。

| |
|---|
| $\text{生石灰製造の原料の使用に伴う CO}_2 \text{ 排出量 [t-CO}_2\text{]}$ $= \text{排出係数 [t-CO}_2\text{/t-生産量]} \times \text{生石灰生産量 [t-生産量]}$ |
|---|

■排出係数

日本石灰協会から提供された原料 (石灰石・ドロマイト) 当たりの排出係数 (EF_{raw}) を基に、我が国独自の排出係数 (EF) を設定した (表 4-6)。

原料当たりの排出係数 (EF_{raw}) は、原料成分や生石灰製品中の炭素量等をもとに推計した原料当たりの CO₂ 排出量を、各地方の生産量で加重平均したものである。なお、高カルシウム石灰の原料は石灰石、軽焼ドロマイトの原料はドロマイトである。

表 4-6 生石灰製造からの CO₂ 排出係数

| | 単位 | 高カルシウム石灰 (生石灰) | 軽焼ドロマイト |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|---------|
| 原料当たりの* 排出係数 (EF _{raw}) | t-CO ₂ /t-原料 | 0.428 | 0.449 |
| 原料当たりの 生石灰生産量 | t-生産量/t-原料 | 0.572 | 0.551 |
| 算定に使用する 排出係数 (EF) | t-CO ₂ /t-生産量 | 0.748 | 0.815 |

* 日本石灰協会提供

排出係数 (EF) は次式で計算される。

| |
|--|
| $\text{排出係数 EF [t-CO}_2\text{/t-生産量]}$ $= \text{EF}_{\text{raw}} \text{ [t-CO}_2\text{/t-原料]} / \text{原料当たり生石灰生産量 [t-生産量/t-原料]}$ $= \text{EF}_{\text{raw}} \text{ [t-CO}_2\text{/t-原料]} / (1 - \text{EF}_{\text{raw}} \text{ [t-CO}_2\text{/t-原料]})$ |
|--|

生石灰製造の排出係数は、年変動が少ないと考えられるため全年一定値とした。

■活動量

高カルシウム石灰の活動量は、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た。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た。

表 4-7 生石灰及び軽焼ドロマイトの生産量の推移

| | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 生石灰生産量 | kt | 9,030 | 7,813 | 8,038 | 8,868 | 9,146 | 9,482 | 8,486 |
| 軽焼ドロマイト生産量 | kt | 696 | 572 | 499 | 665 | 720 | 866 | 716 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

生石灰と軽焼ドロマイトの製造における CO₂ の不確実性を評価した。排出係数の不確実性の値は GPG (2000) に示された 15% を採用した。生石灰・軽焼ドロマイトの活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 5%・10% を採用した。その結果、生石灰の排出量の不確実性は 16%、軽焼ドロマイトの排出量の不確実性は 18% と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

生石灰の活動量は経済産業省「化学工業統計年報」を、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」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から 2008 年度まで一定値を使用している。従って、生石灰製造による CO₂ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

2009 年度に石灰石の関連業界（日本石灰協会、石灰石鉱業協会、日本鉄鋼連盟、セメント協会、経済産業省、日本セラミックス協会等）にヒアリングを行い、インベントリにおける石灰石関連排出量の二重計上や計上漏れの有無を調査した。その結果、排出量の二重計上や計上漏れの疑いがある排出源が複数特定された。

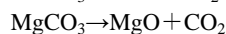
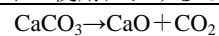
ただし、今回の検討において特定した排出源以外にも計上漏れの排出源が存在する可能性が判明したため、引き続き活動量の精査を行い、今後の検討において当該排出源全体の改訂方針が固まった後にインベントリに適用することとする。

4.2.3. 石灰石及びドロマイトの使用 (2.A.3.)

a) 排出源カテゴリーの説明

石灰石には CaCO₃ 及び微量の MgCO₃ が、ドロマイトには CaCO₃ 及び MgCO₃ が含まれており、石灰石・ドロマイトを使用すると、CaCO₃ 及び MgCO₃ 由来の CO₂ が排出される。

石灰石、ドロマイトの使用における CO₂ 生成メカニズム



b) 方法論

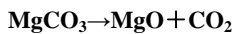
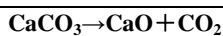
■算定方法

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_2 と CaCO_3 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_2 と MgCO_3 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した。



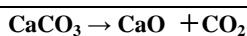
- ・ 石灰石から取り出せる CaO の割合：55.4%
(54.8～56.0%の中間値：石灰石鉱業協会「石灰石の話」)
- ・ 石灰石から取り出せる MgO の割合：0.5%^b
(0.0～1.0%の中間値：石灰石鉱業協会「石灰石の話」)
- ・ CaCO_3 （石灰石の主成分）の分子量：100.0869^a
- ・ MgCO_3 の分子量：84.3139^a
- ・ CaO の分子量：56.0774^a
- ・ MgO の分子量：40.3044^a
- ・ CO_2 の分子量：44.0095^a
- ・ CaCO_3 の含有率 = 石灰石から取り出せる CaO の割合 × CaCO_3 の分子量 / CaO の分子量
= 55.4% × 100.0869 / 56.0774 = 98.88%
- ・ MgCO_3 の含有率 = 石灰石から取り出せる MgO の割合 × MgCO_3 の分子量 / MgO の分子量
= 0.5% × 84.3139 / 40.3044 = 1.05%
- 排出係数 = CO_2 の分子量 / CaCO_3 の分子量 × CaCO_3 の含有率
+ CO_2 の分子量 / MgCO_3 の分子量 × 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- CO_2 /t]
= 440 [kg- CO_2 /t]

出典)

- a. IUPAC “Atomic Weights of the Elements 1999”
(<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt99.html>)
- b. 石灰石鉱業協会「石灰石の話」

○ドロマイト

排出係数は、化学反応式における CO_2 と CaCO_3 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_2 と MgCO_3 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した。



- ・ 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」)

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 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」) ・ CaCO₃ (ドロマイトの主成分) の分子量：100.0869 ・ MgCO₃ (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 ・ CO₂ の分子量：44.0098 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ CaCO₃ の含有率 = ドロマイトから取り出せる CaO の割合 × CaCO₃ の分子量 / CaO の分子量 = 34.5% × 100.0869 / 56.0774 = 61.53% ・ MgCO₃ の含有率 = ドロマイトから取り出せる MgO の割合 × MgCO₃ の分子量 / MgO の分子量 = 18.3% × 84.3142 / 40.3044 = 38.39% |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 排出係数 = CO₂ の分子量 / CaCO₃ の分子量 × CaCO₃ の含有率 + CO₂ の分子量 / MgCO₃ の分子量 × MgCO₃ の含有率 = 44.0098 / 100.0869 × 0.6153 + 44.0098 / 84.3142 × 0.3839 = 0.2706 + 0.2004 = 0.4709 [t-CO₂/t] = 471 [kg-CO₂/t] |

■活動量

石灰石及びドロマイトの使用に伴う CO₂ 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 4-8 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 石灰石 (鉄鋼・製錬用) | kt | 22,375 | 22,371 | 22,902 | 23,971 | 24,057 | 25,166 | 25,517 |
| 石灰石 (ソーダ・ガラス用) | kt | 1,846 | 1,946 | 1,722 | 997 | 1,067 | 1,291 | 1,392 |
| ドロマイト (鉄鋼・製錬用) | kt | 1,619 | 771 | 438 | 396 | 442 | 624 | 517 |
| ドロマイト (ソーダ・ガラス用) | kt | 228 | 197 | 177 | 154 | 143 | 146 | 138 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性については、専門家の判断により石灰石の排出係数の不確実性は 16.4%、ドロマイトの排出係数の不確実性は 3.5%と評価された。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した値を用いた推計によって、石灰石の活動量は 4.8%、ドロマイトは 3.9%と評価された。その結果、石灰石の排出量の不確実性は 17%、ドロマイトの排出量の不確実性は 5%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

活動量は経済産業省「資源統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」をもとに、1990 年値 (暦年値) から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数は 1990 年から 2008 年まで一定値を使用している。従って、石灰石及びドロマイトの使用による CO₂ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

2009年度に石灰石の関連業界（日本石灰協会、石灰石鉱業協会、日本鉄鋼連盟、セメント協会、経済産業省、日本セラミックス協会等）にヒアリングを行い、インベントリにおける石灰石関連排出量の二重計上や計上漏れの有無を調査した。その結果、排出量の二重計上や計上漏れの疑いがある排出源が複数特定された。

ただし、今回の検討において特定した排出源以外にも計上漏れの排出源が存在する可能性が判明したため、今年度は部分的な改訂は行わず、引き続き活動量の精査を行い、今後の検討において当該排出源全体の改訂方針が固まった後にインベントリに適用することとする。

4.2.4. ソーダ灰の生産及び使用 (2.A.4.)

4.2.4.1. ソーダ灰の生産 (2.A.4.-)

我が国では、塩安ソーダ法によりソーダ灰 (Na_2CO_3) 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_2 が排出される。石灰起源の CO_2 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_2 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_2 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_2 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」と報告している。また、コークスについては熱源及び CO_2 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 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の焼成による CO_2 排出量の算定方法が示されているが、我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。

4.2.4.2. ソーダ灰の使用 (2.A.4.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

ソーダ灰 (Na_2CO_3) の使用時に CO_2 が排出される。

b) 方法論

■算定方法

ソーダ灰の使用に伴う CO_2 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（ソーダ灰出荷量、ソーダ灰輸入量、その他炭酸二ナトリウムの輸入量の合計）に以下の排出係数を乗じて CO_2 排出量を算定した。

■排出係数

国内産ソーダ灰については純度を用いて以下のように排出係数を設定する。なお、ソーダ

灰の純度は経年変動が少ないため、排出係数は経年固定とする。

$$\begin{aligned} \text{国内産ソーダ灰排出係数} &= \text{ソーダ灰純度 (国内2社算術平均)} \\ &\quad \times \text{CO}_2 \text{分子量} / \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{分子量} \\ &= 0.995 \times 44.01 / 105.99 \\ &= 0.413 \end{aligned}$$

輸入ソーダ灰及び輸入されたその他炭酸二ナトリウムについては代表値を求めるための十分な情報が得られていないため、従来どおり 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-CO₂/t-Na₂CO₃]) 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の輸入量、の合計値を使用した。

表 4-9 ソーダ灰使用量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------|----|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| ソーダ灰出荷量 | kt | 1,098 | 977 | 634 | 427 | 440 | 430 | 411 |
| ソーダ灰輸入量 | kt | 0.00 | 8.25 | 53.12 | 131.13 | 103.66 | 120.30 | 116.04 |
| その他炭酸二ナトリウムの輸入量 | kt | 308 | 299 | 360 | 303 | 251 | 269 | 217 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

ソーダ灰の排出係数の不確実性については、類似排出源である生石灰製造の不確実性を採用した。活動量はソーダ灰出荷量、ソーダ灰輸入量、その他炭酸二ナトリウムの輸入量を使用しているため、それぞれの不確実性を合成した。その結果、活動量の不確実性は 6.3%であった。排出量の不確実性は 16%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

ソーダ灰の出荷量はソーダ工業会提供データ、ソーダ灰の輸入量・その他炭酸二ナトリウムは財団法人日本関税協会 Jtrade をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から 2008 年度まで一定値を使用している。従って、ソーダ灰の使用による CO₂ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

国内産ソーダ灰については実態を反映した我が国独自の排出係数を採用したことに伴い、全年にわたり再計算が行われた。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.2.5. アスファルト屋根材 (2.A.5.)

我が国ではアスファルト屋根葺き製造は行われており、製造工程や活動量等についての十

分な情報が得られていないが、アスファルト屋根葺き製造に伴う CO₂ 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」と報告している。

4.2.6. 道路舗装 (2.A.6.)

我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 CO₂ 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」と報告している。

4.3. 化学産業 (2.B.)

化学産業カテゴリーでは、化学製品の製造過程から大気中に排出される CO₂、CH₄、N₂O を扱う。当該カテゴリーは、「2.B.1.アンモニア製造」、「2.B.2 硝酸製造」、「2.B.3 アジピン酸製造」、「2.B.4 カーバイド製造」、「2.B.5 その他化学工業製品製造」から構成される。

2008 年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 4,113 Gg-CO₂ であり、我が国の温室効果ガス総排出量 (LULUCF 除く) の 0.3% を占めている。1990 年比の排出量と比較すると 68.4% の減少となっている。

表 4-10 2.B 化学産業からの排出量

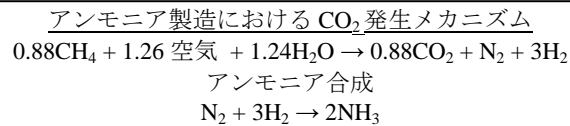
| ガス | 排出区分 | | | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | | |
|------------------|-------------|-------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| CO ₂ | 2.B 化学産業 | 2.B.1 | アンモニア製造 | Gg-CO ₂ | 3,385 | 3,436 | 3,188 | 2,155 | 2,184 | 2,241 | 1,990 | | |
| | | 2.B.4 | カーバイド製造 | シリコンカーバイド | Gg-CO ₂ | C | C | C | C | C | C | C | |
| | | | | カルシウムカーバイド | Gg-CO ₂ | C | C | C | C | C | C | C | |
| | | 2.B.5 | その他の化学工業製品 | エチレン | Gg-CO ₂ | C | C | C | C | C | C | C | |
| 合計 | | | | Gg-CO ₂ | 4,430 | 4,428 | 4,072 | 3,079 | 3,114 | 3,193 | 2,744 | | |
| CH ₄ | 2.B 化学産業 | 2.B.4 | カーバイド製造 | シリコンカーバイド | Gg-CH ₄ | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | |
| | | | | カーボン | Gg-CH ₄ | 0.28 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.29 | 0.25 | |
| | | 2.B.5 | その他の化学工業製品 | エチレン | Gg-CH ₄ | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.10 |
| | | | | 1,2-ジクロロエタン | Gg-CH ₄ | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| | | | | スチレン | Gg-CH ₄ | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.08 | |
| | | | | メタノール | Gg-CH ₄ | 0.17 | 0.15 | NO | NO | NO | NO | NO | |
| | | | | コークス | Gg-CH ₄ | 15.47 | 13.82 | 8.00 | 5.02 | 4.96 | 5.00 | 4.59 | |
| | | 合計 | | | | Gg-CH ₄ | 16.11 | 14.50 | 8.52 | 5.57 | 5.52 | 5.56 | 5.07 |
| 合計 | | | | Gg-CO ₂ | 338 | 304 | 179 | 117 | 116 | 117 | 106 | | |
| N ₂ O | 2.B 化学産業 | 2.B.2 | 硝酸製造 | Gg-N ₂ O | 2.47 | 2.46 | 2.57 | 2.52 | 2.28 | 1.90 | 1.62 | | |
| | | 2.B.3 | アジピン酸製造 | Gg-N ₂ O | 24.20 | 24.03 | 12.56 | 1.68 | 2.96 | 0.87 | 2.45 | | |
| | | 合計 | | | | Gg-N ₂ O | 26.67 | 26.49 | 15.13 | 4.19 | 5.24 | 2.77 | 4.07 |
| 合計 | | | | Gg-CO ₂ | 8,267 | 8,213 | 4,690 | 1,300 | 1,625 | 860 | 1,262 | | |
| 全ガス合計 | | | | Gg-CO ₂ | 13,036 | 12,945 | 8,941 | 4,496 | 4,854 | 4,170 | 4,113 | | |

4.3.1. アンモニア製造 (2.B.1.)

a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂

アンモニア製造における原料の炭化水素を分解し H₂ を作り、原料水素を生成する過程で CO₂ が排出される。

2) CH₄

実測例よりアンモニア製造に伴う CH₄ 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」と報告している。

3) N₂O

我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 N₂O の排出は原理的に考えられず、また実測例でも N₂O の排出係数は測定限界以下であったことから「NA」と報告している。

b) 方法論

■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、CO₂ 排出量の算定を行った。

■排出係数

表 4-11 に示す原料毎に、燃料の燃焼分野からの CO₂ 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）。なお、当該カテゴリーにおいて、使用原料の割合が年ごとに変動するため、みなし排出係数もまた年次可変となる。

表 4-11 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 (tC/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) | 16.13 | 戒能 (2008) | 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 ³ |
| 天然ガス | 13.9 | 戒能 (2003) | 41.0 | 43.5 | MJ/m ³ |
| 石炭 (一般炭・輸入炭) | 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 ³ |

■活動量

経済産業省「石油等消費動態統計年報」に示された表 4-12 の燃料種の固有単位（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。また、最新年のデータについては暦年値を利用した。

表 4-12 アンモニア製造に係る原料用等消費量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ナフサ | kl | 189,714 | 477,539 | 406,958 | 92,453 | 80,755 | 77,214 | 67,062 |
| 液化石油ガス | t | 226,593 | 45,932 | 5,991 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 石油系炭化水素ガス | 10 ³ m ³ | C | 230,972 | 240,200 | 147,502 | 149,927 | 144,196 | 151,553 |
| 天然ガス | 10 ³ m ³ | C | 100,468 | 86,873 | 77,299 | 67,225 | 50,986 | 50,260 |
| 石炭（一般炭、輸入炭） | t | C | 209,839 | 726 | 1,239 | 1,066 | 763 | 802 |
| オイルコークス | t | C | 273,125 | 420,862 | 353,983 | 365,068 | 407,213 | 336,633 |
| 液化天然ガス | t | C | 46,501 | 23,395 | 165,606 | 180,923 | 180,161 | 162,342 |
| コークス炉ガス | 10 ³ m ³ | C | 35,860 | 55,333 | 0 | 0 | 0 | 0 |

C: 秘匿情報

■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）。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

アンモニアの原料種別に不確実性を評価した。排出係数の不確実性については、燃料の燃焼と同様の値を使用した。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した5%を採用した。その結果、ナフサの不確実性は7%、LPGは6%、石油系炭化水素ガスは22%、天然ガスは7%、石炭（一般炭、輸入炭）は7%、オイルコークスは23%、液化天然ガスは10%、コークス炉ガスは25%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

活動量は経済産業省「石油消費動態統計年報」をもとに、1990年度値から一貫して使用している。また、排出係数は1990年度から2008年度まで「総合エネルギー統計」に基づいて設定している。従って、アンモニア製造によるCO₂排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

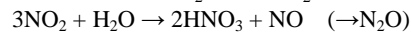
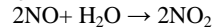
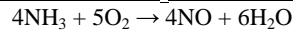
f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.2. 硝酸製造（2.B.2.）

a) 排出源カテゴリーの説明

硝酸(HNO₃)の製造に伴いN₂Oが排出される。

硝酸製造における N₂O 発生メカニズム

日本国内の硝酸製造においては、オストワルド法の化学反応をベースとした新ファウザー法（中圧）、ケミコ式（高圧）などが主流となっている。なお、N₂O 分解については一部触媒を用いた装置を稼働させている。

b) 方法論

■算定方法

GPG (2000) に示された手法 (page 3.31, Equation.3.9) に基づき、硝酸の生産量に排出係数を乗じて N₂O 排出量を算定した。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我が国全体の総量に対して設定した。また N₂O 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。

硝酸製造に伴う N₂O 排出量(kg-N₂O)

$$= \text{排出係数}[\text{kg-N}_2\text{O}/\text{t}] \times \text{硝酸生産量}[\text{t}]$$

■排出係数

工場別のデータは秘匿情報であるため、我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。なお、この排出係数は N₂O の回収・破壊を考慮した値である。

表 4-13 硝酸製造に伴う N₂O 排出係数

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 硝酸製造に伴う排出係数 | kg-N ₂ O/t | 3.50 | 3.51 | 3.92 | 4.18 | 3.34 | 3.22 | 3.35 |

■活動量

硝酸製造時の N₂O 排出の活動量には、経済産業省より提供のデータを用いている。

表 4-14 硝酸生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 硝酸生産量 | t | 705,600 | 701,460 | 655,645 | 602,348 | 682,680 | 590,332 | 484,070 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

硝酸製造に伴う N₂O の排出係数の不確実性については、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った。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 46%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

経済産業省より提供を受けた活動量・排出係数データをもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

活動量のデータに捕捉されていない硝酸製造プラントからの生産量が存在している可能性がある。

4.3.3. アジピン酸製造 (2.B.3.)

a) 排出源カテゴリーの説明

アジピン酸 (C₆H₁₀O₄) 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 N₂O が排出される。

b) 方法論

■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 N₂O 発生率、N₂O 分解率、アジピン酸生産量を用いて排出量を算定した。

| |
|---|
| <p style="text-align: center;"><u>アジピン酸製造に伴う N₂O 排出量</u></p> <p style="text-align: center;">= {N₂O 発生率 × (1 - N₂O 分解率 × 分解装置稼働率)} × アジピン酸生産量</p> |
|---|

■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。

○N₂O 発生率

我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。

○N₂O 分解率

当該事業所における N₂O 分解率の実測結果を用いた。

○N₂O 分解装置稼働率

当該事業所において全ての N₂O 分解装置を対象に毎年調査される N₂O 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。

| |
|---|
| <p style="text-align: center;"><u>N₂O 分解装置稼働率の算定式</u></p> <p style="text-align: center;">N₂O 分解装置稼働率 (%)</p> <p style="text-align: center;">= N₂O 分解装置運転時間 / アジピン酸製造プラント運転時間 × 100 (%)</p> |
|---|

N₂O 分解装置運転時間：N₂O 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 N₂O 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 N₂O 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 N₂O 分解装置の稼働を開始したため、1999 年以降は N₂O 排出量が大幅に減少することとなった。なお、2000 年は N₂O 分解装置の故障により稼働率が低下したために N₂O 排出量が一時的に増加している。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

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した。N₂O 発生率、N₂O 分解率、分解装置の稼働率の不確実性を合成した結果、排出係数の不確実性は 9% と評価された。活動量の不確実性については、GPG (2000) に示された値を採用した (2%)。その結果、排出量の不確実性は 9% と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

当該メーカーから経済産業省に提供された活動量・排出係数データを用い、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.4. カーバイド製造 (2.B.4.)

4.3.4.1. シリコンカーバイド (2.B.4.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂

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 CO₂ 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 CO₂ 発生メカニズム



2) CH₄

我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 CH₄ が発生すると考えられる。

b) 方法論

1) CO₂

■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した。

■排出係数

我が国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、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-CO₂/t]を用いた。

■活動量

シリコンカーバイドの製造に伴う CO₂ 排出の活動量は、我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た。なお、データは秘匿扱いである。

2) CH₄

■算定方法

燃料の燃焼分野（1.A.固定発生源）からの CH₄ 排出量の算定と同様の手法を用い、我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した。

■排出係数

我が国で行われた実測調査のデータを基に、煙道における CH₄ 濃度、O₂ 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-CH₄/TJ) を設定した（第3章 3.2.1 固定発生源(1.A.1., 1.A.2., 1.A.4.: CH₄, N₂O)参照）。

■活動量

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

表 4-15 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 電気炉（カーバイド用） | TJ | 1,576 | 4,277 | 2,454 | 2,454 | 2,454 | 2,454 | 2,454 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

1) CO₂

排出係数の不確実性については、GPG（2000）に示された類似排出源の不確実性の標準値の上限値（100%）を採用した。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した10%を採用した。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

2) CH₄

排出係数の不確実性は163%、活動量の不確実性は5%と評価された(第3章参照のこと)。その結果、排出量の不確実性は163%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

CO₂の活動量は事業所からの提供を受けたデータ、CH₄の活動量は大気汚染物質排出量総合調査をもとに、1990年度から一貫した方法を使用して算定している。排出係数についてはCO₂、CH₄いずれも1990年度から2008年度まで一定値を使用している。従って、シリコンカーバイド製造によるCO₂、CH₄排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造(2.A.1)に記載した内容と同一である。4.2.1.d)を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

大気汚染物質排出量総合調査(MAP調査)については、2002年度調査から年度間燃原料使用量データが統計の目的外使用の禁止により使用できなくなっていたが、再使用に向けた検討を行い、MAP調査の目的に温室効果ガスインベントリでのデータ使用が追加され、MAP調査データのインベントリでの使用が正式に認められた。来年以降のインベントリにおいて、最新のMAP調査データを適用するよう継続して検討を行っている。

4.3.4.2. カルシウムカーバイド(2.B.4.-)

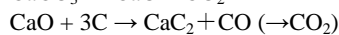
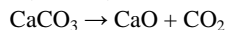
a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂

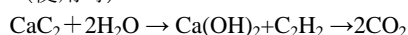
カルシウムカーバイド製造に使用される生石灰を製造する過程でCO₂が発生する。また、カルシウムカーバイド製造時にCOが燃焼することによりCO₂が排出される。さらに、カルシウムカーバイドを水と反応させて水酸化カルシウム(消石灰)とアセチレンを作り、アセチレンが使用される際にCO₂が発生する。

カルシウムカーバイド製造プロセスにおけるCO₂発生メカニズム

(生産時)



(使用時)

2) CH₄

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CH₄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」と報告している。

b) 方法論

■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、以下の排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定した。

■排出係数

1990～2007年度については、我が国における実測データ及び独自の排出係数が存在しないため、1996年改訂 IPCC ガイドライン(vol.3 p.2.22)に示されたデフォルトの排出係数を用いた。

表 4-16 カルシウムカーバイドの生産及び消費に伴う CO₂ の排出係数（2007年度以前）

| 単位 | 生産時石灰石起源 | 生産時還元剤起源 | 使用時 |
|----------------------|----------|----------|------|
| t-CO ₂ /t | 0.76 | 1.09 | 1.10 |

(出典)1996年改訂 IPCC ガイドライン vol.3 p.2.22

2008年度以降については、わが国でカルシウムカーバイドを製造している2社における実測データに基づいた石灰石起源、還元剤起源の排出係数を使用する。なお、データは秘匿扱いである。使用時の排出係数については、デフォルト値を用いる。

■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た。なお、データは秘匿扱いである。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性については、GPG（2000）に示された類似排出源の不確実性の標準値の上限値（100%）を採用した。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した10%を採用した。その結果、排出量の不確実性は100%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

カルシウムカーバイド製造の活動量はカーバイド工業会より提供を受けたデータをもとに、1990年度値から一貫して使用している。排出係数については、1990年度から2007年度まで一定値を使用している。2008年度以降は我が国独自の排出係数を使用しているが、1990年まで遡っての過去の排出係数データは存在せず、生産規模や製造技術改良等の要因によって経年変動すると考えられることから、2007年度以前の算定にはデフォルトの排出係数を使用した。

d) QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1.d）を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5. その他の化学工業製品 (2.B.5.)

4.3.5.1. カーボンブラック (2.B.5.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

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°C 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 CH₄ が大気中に排出される。

b) 方法論

■算定方法

カーボンブラック製造に伴う CH₄ 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我が国独自の排出係数を乗じて算定した。

■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 [kgCH₄/t]。

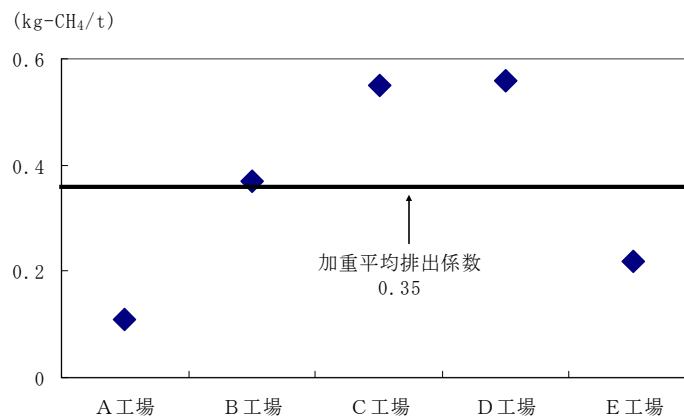


図 4-1 カーボンブラック製造に関する排出係数

(出典) カーボンブラック協会提供データ

表 4-17 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 ₄ 排出量 [kg CH ₄ /year] | 排出係数 [kg CH ₄ / t] |
|---------|----------------------|--|-------------------------------|
| 主要 5 社計 | 701,079 | 246,067 | 0.35 |

(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 CH₄ 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た。

表 4-18 カーボンブラック生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| カーボンブラック生産量 | t | 792,722 | 758,536 | 771,875 | 805,461 | 832,470 | 840,634 | 725,113 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

カーボンブラックの製造に伴う CH₄ の排出係数の不確実性については、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った。その結果、排出係数の不確実性は、54.8%と評価された。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性評価は 55%として評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

カーボンブラック製造の活動量は経済産業省「化学工業統計年報」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から 2008 年度まで一定値を使用している。従って、カーボンブラック製造による CH₄ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

各種炉における燃料の燃焼に伴う CH₄ 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。

4.3.5.2. エチレン (2.B.5.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂、CH₄

エチレンの生産工程で CO₂ が分離されることに伴い CO₂ 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 CH₄ が排出される。

2) N₂O

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 N₂O の排出はない、との専門家判断により「NA」として報告している。

b) 方法論

■算定方法

エチレン製造に伴う CH₄、CO₂ 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我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

○ CO₂

石油化学工業協会がエチレン製造に伴う CO₂ 排出係数に関する調査を 2009 年に実施し

たので、その調査結果を用いて、排出係数を設定した。なお、当該排出係数は秘匿とする。

○ CH₄

我が国の実態を踏まえ、全事業所における定常運転時・非定常運転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0.015 [kgCH₄/t]を設定した。

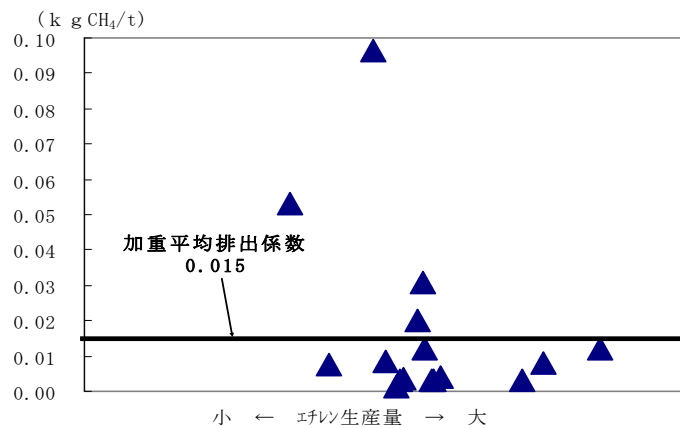


図 4-2 エチレン製造に関する CH₄ 排出係数
(出典) 石油化学工業協会提供データ

■活動量

エチレン製造に伴う CH₄、CO₂ 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を用いた。

表 4-19 エチレン生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| エチレン生産量 | kt | 5,966 | 6,951 | 7,566 | 7,549 | 7,661 | 7,559 | 6,520 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

エチレン製造の CO₂、CH₄ の不確実性については同じ方法で評価した。排出係数の不確実性については、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った。その結果、排出係数の不確実性は、CO₂、CH₄ ともに77.2%と評価された。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した5%を採用した。その結果、エチレン製造に伴う CO₂、CH₄ の排出量は共に77%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

エチレン製造の活動量は経済産業省「化学工業統計年報」をもとに、1990年度値から一貫して使用している。また、排出係数は1990年度から2008年度まで一定値を使用している。従って、エチレン製造による CO₂、CH₄ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

CO₂ 排出係数に関する新たな調査が実施されたので、その調査結果を用いて、排出係数を設定し直した。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5.3. 1,2-ジクロロエタン (2.B.5.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

1,2-ジクロロエタンは、エチレン (C₂H₄) + 塩素 (Cl₂) 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 (C₂H₃Cl) 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 CH₄ が生成される。

b) 方法論

■算定方法

1,2-ジクロロエタン製造に伴う CH₄ 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、生産量に我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 [kgCH₄/t]。

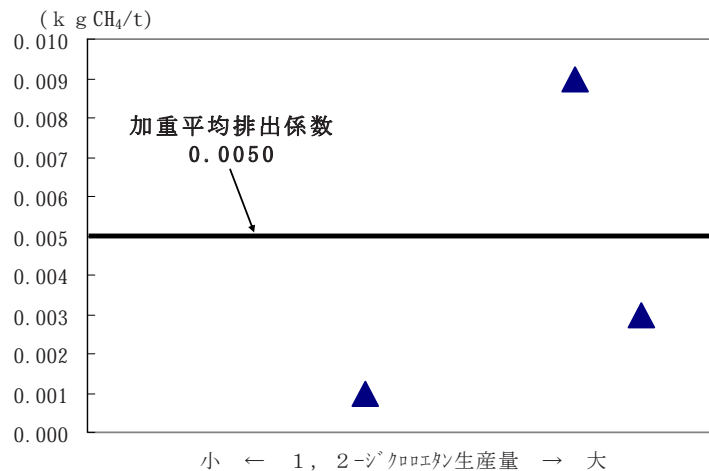


図 4-3 1,2-ジクロロエタン製造に関する CH₄ 排出係数
(出典) 塩ビ工業・環境協会提供データ

■活動量

1,2-ジクロロエタン製造に伴う CH₄ 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 (1,2-ジクロロエタン) の生産量 (年度値) を用いた。

表 4-20 1,2-ジクロロエタン生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 二塩化エチレン生産量 | kt | 2,683 | 3,014 | 3,346 | 3,639 | 3,511 | 3,517 | 3,243 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性については、専門家の判断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った。その結果、1,2-ジクロロエタン製造の排出係数の不確実性は、100.7%と評価された。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した5%を採用した。その結果、1,2-ジクロロエタン製造の不確実性は101%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

1,2-ジクロロエタン製造の活動量は経済産業省「化学工業統計年報」をもとに、1990年度値から一貫して使用している。また、排出係数は1990年度から2008年度まで一定値を使用している。従って、1,2-ジクロロエタン製造によるCH₄排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造(2.A.1)に記載した内容と同一である。4.2.1.d)を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5.4. スチレン (2.B.5.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

スチレンの製造に伴いCH₄が排出される。

b) 方法論

■算定方法

スチレン製造に伴うCH₄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我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定常運転時・非定常運転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 [kgCH₄/t]。

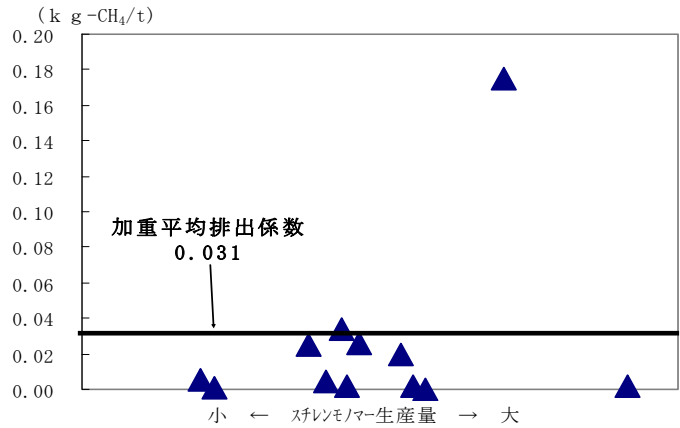


図 4-4 スチレン製造に関する CH₄ 排出係数
(出典) 石油化学工業協会提供データ

■活動量

スチレン製造に伴う CH₄ 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を用いた。

表 4-21 スチレン（モノマー）生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| スチレン生産量 | kt | 2,227 | 2,952 | 3,020 | 3,375 | 3,373 | 3,417 | 2,699 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

スチレン製造に伴う CH₄ の排出係数の不確実性については、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った。その結果、排出係数の不確実性は、113.2%と評価された。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 113%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

スチレン製造の活動量は経済産業省「化学工業統計年報」をもとに、1990 年度値から一貫して使用している。また、排出係数は 1990 年度から 2008 年度まで一定値を使用している。従って、スチレン製造による CH₄ 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5.5. メタノール (2.B.5.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

メタノールの製造に伴い CH_4 が排出される。

b) 方法論

■算定方法

メタノールの製造に伴う 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いて算定した。

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、我が国においては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_4 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、排出量を報告し、1996年以降については、我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」と報告している。

■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_4/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_4 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 4-22 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 | t | 83,851 | 76,772 | 23,043 | 45,426 | 40,662 | 75,498 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

メタノール製造の不確実性は算定されていない。

■時系列の一貫性

メタノール製造の活動量はメタノール・ホルマリン協会「メタノールの供給と需要」をもとに、1990年から1995年まで一貫して使用している。また、排出係数は1990年から1995年まで一定値を使用している。従って、スチレン製造による CH_4 排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.3.5.6. コークス (2.B.5.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂

コークスの製造に伴う CO₂ 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」と報告している。

2) CH₄

コークスの製造に伴い CH₄ が排出される。

3) N₂O

コークス炉蓋からの漏洩ガス中の N₂O 濃度の実測結果は得られていないが、専門家意見によるとコークス炉内は通常 1,000°C以上の還元雰囲気であり N₂O 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」と報告している。

b) 方法論

■算定方法

コークス製造に伴う CH₄ 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我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 CH₄ 排出には、炭化室から燃焼室へのガス漏れによる燃焼排ガス中の CH₄ と、石炭の乾留過程において発生した CH₄ のうちコークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔から排出される CH₄ の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 [kgCH₄/t]。

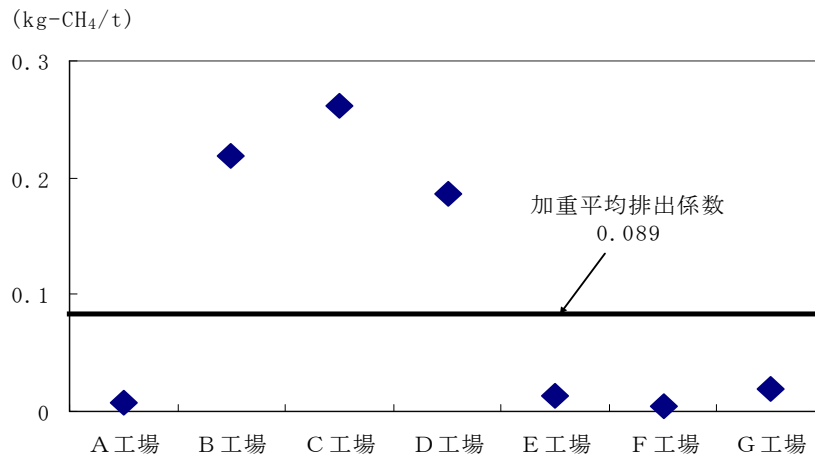


図 4-5 コークス製造に関する CH₄ 排出係数 (燃焼排ガスの排出係数)
(出典) (社)日本鉄鋼連盟提供データ (1999 年度実績)

○ 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 CH₄ 排出量が推計されている。これらのデータを、コークス生産量を用いて加重平均した値を排出係数として設定した。

表 4-23 コークス炉炉蓋、脱硫酸化塔、脱硫再生塔の CH₄ 排出係数

| 項目 | 単位 | 1990-1996 | 1997-1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|----------------------|------------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CH ₄ 排出係数 | [kgCH ₄ /t] | 0.238 | 0.180 | 0.119 | 0.062 | 0.052 | 0.042 | 0.055 | 0.043 | 0.039 | 0.040 | 0.037 |

* 1990～1996 年度については、排出係数の変動が小さいと仮定し、1995 年の実績値を実績のない他の年度に適用している。1997～1999 年度については、1998、1999 年度も 1997 年度値と同等と仮定している。2000 年度以降は実績値。
(出典) (社)日本鉄鋼連盟提供データ

○ コークス製造時の CH₄ 排出係数

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

■ 活動量

コークス製造時の CH₄ 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を用いた。

表 4-24 コークス生産量

| 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| コークス生産量 | kt | 47,338 | 42,279 | 38,511 | 38,009 | 38,720 | 38,867 | 36,551 |

■ 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 CO₂、CH₄ の排出量を報告することとされているが、我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。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

コークスの排出係数の不確実性については、コークス炉燃焼排ガスの排出係数とコークス炉炉蓋等の排出係数の不確実性を別々に評価した。コークス炉燃焼排ガスの排出係数は98.5%、コークス炉炉蓋等の排出係数の不確実性は61.8%と評価された。活動量の不確実性については、温室効果ガス算定方法検討会で設定した5%を採用した。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

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

d) QA/QC と検証

セメント製造(2.A.1)に記載した内容と同一である。4.2.1.d)を参照のこと。

e) 再計算

日本鉄鋼連盟提供のコークス生産量及びCH₄排出量につき、2000～2007年度のデータが精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4. 金属の生産(2.C.)

金属の生産カテゴリーは、金属製品の製造過程で大気中に排出されるCO₂、CH₄、PFCs、SF₆を扱う。当該カテゴリーは、「2.C.1.鉄鋼製造」、「2.C.2 フェロアロイ製造」、「2.C.3 アルミニウム製造」、「2.C.4 アルミニウム及びマグネシウムの鑄造におけるSF₆の使用」から構成される。

2008年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約838 Gg-CO₂であり、我が国の温室効果ガス総排出量の0.07%を占めている。このカテゴリーのCO₂及びCH₄について1990年の排出量と比較すると、54.5%の減少となっている。ハロカーボン及びSF₆では1995年の排出量と比較すると252.5%の増加となっている。

表 4-25 2.C 金属の生産からの排出量

| ガス | 排出区分 | | | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
|-----------------|--------------|-------|----------|--|--------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| CO ₂ | 2.C 金属の生産 | 2.C.1 | 鉄鋼製造 | 鉄鋼製造における電気炉の使用 | Gg-CO ₂ | 356 | 357 | 248 | 242 | 178 | 212 | 156 |
| | | | 鉄鋼製造 | 鉄鋼製造における電気炉の使用 | Gg-CH ₄ | 0.74 | 0.72 | 0.67 | 0.68 | 0.70 | 0.71 | 0.61 |
| CH ₄ | 2.C 金属の生産 | 2.C.2 | フェロアロイ製造 | | Gg-CH ₄ | 0.19 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.11 |
| | | | 合計 | | Gg-CH ₄ | 0.92 | 0.85 | 0.80 | 0.80 | 0.82 | 0.82 | 0.72 |
| | | 合計 | | Gg-CO ₂ | 19 | 18 | 17 | 17 | 17 | 17 | 15 | |
| 全ガス合計 | | | | Gg-CO ₂ | 375 | 375 | 265 | 259 | 195 | 229 | 171 | |
| ガス | 排出区分 | | | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| PFCs | 2.C 金属の生産 | 2.C.3 | アルミニウム製造 | | Gg-CO ₂ | | 69.74 | 17.78 | 14.80 | 14.82 | 14.69 | 14.67 |
| | | | 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 ₆ の使用 | | t | | 5.00 | 43.00 | 48.42 | 45.65 | 45.58 |
| SF ₆ | 2.C 金属の生産 | | | Gg-CO ₂ | | 119.50 | 1,027.70 | 1,157.31 | 1,091.08 | 1,089.34 | 652.47 | |
| | | | | | Gg-CO ₂ | | 189.24 | 1,045.48 | 1,172.11 | 1,105.91 | 1,104.03 | 667.14 |

4.4.1. 鉄鋼製造 (2.C.1.)

4.4.1.1. 鉄鋼 (2.C.1.-)

1) CO₂

鉄鋼の製造に伴い発生する CO₂ 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 CO₂ 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」と報告している。

4.4.1.2. 銑鉄 (2.C.1.-)

1) CO₂

銑鉄の製造に伴い発生する CO₂ 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 CO₂ 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」と報告している。

2) CH₄

銑鉄の製造に伴う CH₄ の発生は原理的に考えられず、また実測例でも CH₄ の排出はないことが確認されていることから「NA」と報告している。

4.4.1.3. 焼結鉱 (2.C.1.-)

1) CO₂

焼結鉱の製造により発生する CO₂ 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」と報告している。

焼結鉱製造時の石灰石及びドロマイトの使用に伴う CO₂ の排出は、「4.2.3 石灰石及びド

ロマイトの使用」で計上している。

2) CH₄

焼結鈹の製造により発生する CH₄ 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」と報告している。

4.4.1.4. コークス（2.C.1.-）

1) CO₂

我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 CO₂ 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」と報告している。

2) CH₄

当該排出量は、「4.3.5.6 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」と報告している。

4.4.1.5. 鉄鋼製造における電気炉の使用（2.C.1.-）

a) 排出源カテゴリーの説明

製鋼用電気炉（アーク炉）の使用時に、炭素電極から CO₂ が排出される。また、鉄鋼製造に使用される電気炉から CH₄ が排出される。

b) 方法論

1) CO₂

■算定方法

鉄鋼製造における電気炉の使用に伴う CO₂ 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 CO₂ として大気に放散されると仮定し、排出量を算定した。

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、排出量から控除した。

■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 4-26 電気炉の電極からの CO₂ 排出量

| | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| #A 輸入量 | t | 12,341 | 18,463 | 11,363 | 15,075 | 13,893 | 15,035 | 15,116 |
| #B 国内生産量 | t | 211,933 | 186,143 | 184,728 | 216,061 | 221,112 | 229,734 | 201,256 |
| #C 輸出量 | t | 87,108 | 92,812 | 107,998 | 138,409 | 149,330 | 150,491 | 134,509 |
| #D 電気炉ガス | t | 39,983 | 14,300 | 20,293 | 26,700 | 37,217 | 36,415 | 39,349 |
| 国内消費 (#A + #B - #C - #D) | t | 97,184 | 97,493 | 67,800 | 66,028 | 48,458 | 57,864 | 42,514 |
| CO ₂ 排出量 | Gg-CO ₂ | 356 | 357 | 248 | 242 | 178 | 212 | 156 |

2) CH₄

■算定方法

燃料の燃焼分野（1.A.固定発生源）からの CH₄ 排出量の算定と同様の手法を用い、我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した。

■排出係数

我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における電力消費に伴う排出係数（12.8 kg-CH₄/TJ）を用いた（第3章 3.2.1 及び 第4章 4.3.4.1 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た。

表 4-27 電気炉における電力消費量

| 電力消費量 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 電気炉 | TJ | 57,564 | 55,986 | 52,457 | 52,747 | 55,051 | 55,687 | 47,338 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

1) CO₂

■不確実性

電気炉の電極からの CO₂ 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ため、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した。活動量のパラメータの不確実性を合成した結果、電気炉の電極からの CO₂ 排出量の不確実性は 4.5% と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

鉄鋼製造における電気炉の使用の活動量（排出量）は、経済産業省「窯業・建材統計年報」及び財務省「日本貿易統計」をもとに、1990 年度値から一貫した方法を使用して、算定している。

2) CH₄

■不確実性

電気炉の排出係数の不確実性は 163%、活動量の不確実性は 5% と評価された（第3章参照のこと）。その結果、電気炉の CH₄ 排出の不確実性は 163% と評価された。なお、不確実性

の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

鉄鋼製造における電気炉の使用の活動量は資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに、1990年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数は1990年度から2007年度まで一定値を使用している。従って、鉄鋼製造における電気炉の使用によるCH₄排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造(2.A.1)に記載した内容と同一である。4.2.1.d)を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.2. フェロアロイ製造(2.C.2.)

a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂

我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CO₂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CO₂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、CO₂として大気中に放出される。したがって、「IE」と報告している。

2) CH₄

我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CH₄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。

b) 方法論

■算定方法

フェロアロイ製造に伴うCH₄排出量は、燃料の燃焼分野(1.A.1. エネルギー産業)からのCH₄排出量の算定と同様の手法を用い、我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した。

■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CH₄排出係数と同じ値(12.8 kg-CH₄/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

消費量を用いた。

表 4-28 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------------|----|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 電気炉 (フェロアロイ) | TJ | 14,456 | 10,699 | 10,181 | 10,072 | 8,783 | 8,676 | 8,578 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

電気炉の排出係数の不確実性は163%、活動量の不確実性は5%と評価された（第3章参照のこと）。その結果、電気炉のCH₄排出の不確実性は163%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

フェロアロイ製造の活動量は資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに、1990年度値から一貫した方法を使用して、算定している。また、排出係数は1990年度から2008年度まで一定値を使用している。従って、フェロアロイ製造によるCH₄排出に関して、時系列の一貫性は担保されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造（2.A.1）に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.3. アルミニウム製造（2.C.3.）

a) 排出源カテゴリーの説明

1) CO₂

我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CO₂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CO₂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」と報告している。

2) CH₄

我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CH₄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」と報告している。

3) PFCs

アルミニウムの精錬時に PFCs が排出される。

b) 方法論

■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我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 4-29 アルミニウム製造に伴う PFCs 排出係数

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PFC-14 (CF ₄) | kgPFC-14/t | 0.542 | 0.369 | 0.307 | 0.303 | 0.300 | 0.300 |
| PFC-116 (C ₂ F ₆) | kgPFC-116/t | 0.0542 | 0.0369 | 0.0307 | 0.0303 | 0.0300 | 0.0300 |

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会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、我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。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、GPG (2000)のデフォルト値の 33%を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 33%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

1990～1994 年の排出量の算定に必要なデータが不足しているため、算定は行っていない。1995 年以降の排出量については、経済産業省の化学・バイオ部会において、HFC 等 3 ガスの排出量を毎年継続的に集計している。

d) QA/QC と検証

化学・バイオ部会において集計されたデータを温室効果ガス排出量算定方法検討会において検証した上で、インベントリに使用している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.4.4. アルミニウム及びマグネシウムの鋳造における SF₆ の使用 (2.C.4.)

4.4.4.1. アルミニウム

我が国における、アルミニウム鋳造時の SF₆ は使用実績がないことを確認したため、「NO」と報告している。

4.4.4.2. マグネシウム

a) 排出源カテゴリーの説明

マグネシウムの鋳造に伴って SF₆ が排出される。

b) 方法論

マグネシウム鋳造を行う各事業者の SF₆ 使用量を全て排出量として計上している。マグネシウムの鋳造に伴う SF₆ 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した。関連指標を下表に示す。

表 4-30 マグネシウムの鋳造に伴う SF₆ 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SF ₆ 使用量 | t | 5 | 43 | 48 | 46 | 46 | 27 |
| マグネシウム溶解量 | t | 1,840 | 14,231 | 26,287 | 27,270 | 25,073 | 20,853 |

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

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数については、使用量が排出量であることから不確実性は 0%とした。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 5%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量一算定・報告・公表制度¹による把握分等につき、過去の SF₆ の排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

¹地球温暖化対策の推進に関する法律に基づき 2006 年に施行。

4.5. その他製品の製造 (2.D.)

4.5.1. 紙・パルプ (2.D.1.)

(CRFにおいては、NO_x、CO、NMVOC、SO₂の排出量を報告することが求められている。)

4.5.2. 食品・飲料 (2.D.2.)

我が国では食品・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CO₂を使用しているため、大気中へCO₂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CO₂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」と報告している。

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生産 (2.E.)

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カテゴリーでは、HCFC-22、HFCs、PFCs、SF₆の製造過程から大気中に排出されるHFCs、PFCs、SF₆を扱う。当該カテゴリーは、「2.E.1. 4.6.1. HCFC-22の製造に伴う副生HFC-23の排出」、「2.E.2 製造時の漏出」から構成される。

2008年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約2,513Gg-CO₂であり、我が国の温室効果ガス総排出量の0.2%を占めている。1995年比の排出量と比較すると89.0%の減少となっている。

表 4-31 2.E 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からの排出量

| ガス | 排出区分 | | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| HFCs | 2.E 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.1 HCFC-22の製造に伴う副生HFC-23の排出 | Gg-CO ₂ | 16,965.00 | 12,402.00 | 463.32 | 656.96 | 217.62 | 469.17 |
| | | 2.E.2 製造時の漏出 | Gg-CO ₂ | 480.12 | 257.84 | 352.69 | 281.29 | 279.99 | 232.24 |
| | 合計 | | Gg-CO ₂ | 17,445.12 | 12,659.84 | 816.01 | 938.25 | 497.61 | 701.41 |
| PFCs | 2.E 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.2 製造時の漏出 | Gg-CO ₂ | 762.85 | 1,359.00 | 837.49 | 879.14 | 783.02 | 523.80 |
| SF ₆ | 2.E 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.2 製造時の漏出 | t | 197.00 | 36.00 | 27.01 | 57.17 | 50.16 | 53.90 |
| | | | Gg-CO ₂ | 4,708.30 | 860.40 | 645.63 | 1,366.36 | 1,198.82 | 1,288.21 |
| 全ガス合計 | | | Gg-CO ₂ | 22,916.27 | 14,879.24 | 2,299.13 | 3,183.75 | 2,479.45 | 2,513.42 |

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

a) 排出源カテゴリーの説明

HCFC-22の製造に伴いHFC-23が副生ガスとして排出される。

b) 方法論

■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た。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）をかけて求めた。

| |
|-------------------------------------|
| <i>HCFC-22 の製造に伴う副生 HFC-23 の排出量</i> |
|-------------------------------------|

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

表 4-32 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HCFC-22の生産量 | t | 81,000 | 95,271 | 65,715 | 65,905 | 61,197 | 60,401 |
| HFC-23の生成率 | % | 2.13% | 1.70% | 1.90% | 1.94% | 1.82% | 2.00% |
| HCFC-22生産に対する排出割合 | % | 1.79% | 1.11% | 0.06% | 0.09% | 0.03% | 0.07% |
| 排出量 | t | 1,450 | 1,060 | 40 | 56 | 19 | 40 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 16.97 | 12.40 | 0.46 | 0.66 | 0.22 | 0.47 |

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会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。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、GL (2006)のデフォルト値の2%を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した5%を採用した。その結果、排出量の不確実性は5%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.6.2. 製造時の漏出 (2.E.2.)

a) 排出源カテゴリーの説明

HFC、PFC、SF₆ 製造時にガスが漏洩する。

b) 方法論

■算定方法

国内の HFC、PFC、SF₆ 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た。各ガスの製造施設で合成された HFC、PFC、SF₆ 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た。各年の HFC 排出量は日本フルオロカーボン協会、PFC、SF₆ 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 4-33 HFCs の製造時の漏出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HFCs生産量 | t | 28,206 | 29,423 | 57,060 | 48,244 | 49,445 | 47,991 |
| 排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0.480 | 0.258 | 0.353 | 0.281 | 0.280 | 0.232 |

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

表 4-34 PFCs の製造時の漏出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PFCs生産量 | t | 1,207 | 2,336 | 2,726 | 3,211 | 3,216 | 2,802 |
| 排出量 | t | 107 | 181 | 107 | 112 | 99 | 67 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.763 | 1.359 | 0.837 | 0.879 | 0.783 | 0.524 |

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

表 4-35 SF₆ の製造時の漏出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SF ₆ 生産量 | t | 2,392 | 1,556 | 2,313 | 2,787 | 2,723 | 2,647 |
| 排出量 | t | 197.0 | 36.0 | 27.0 | 57.2 | 50.2 | 53.9 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 4.708 | 0.860 | 0.646 | 1.366 | 1.199 | 1.288 |

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

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、GPG (2000)のデフォルト値を用い、HFCs、PFCs、SF₆ のいずれも 100%を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 10%を HFCs、PFCs、SF₆ のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は、HFCs、PFCs、SF₆ ともに 100%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量—算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去の

SF₆の排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7. 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.）

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カテゴリーでは、各製品の製造、使用、廃棄時に大気中に排出される HFCs、PFCs、SF₆を扱う。当該カテゴリーでは、「2.F.1. 冷蔵庫及び空調機器」、「2.F.2. 発泡」、「2.F.3. 消火剤」、「2.F.4. エアゾール及び医療品製造業」、「2.F.5. 溶剤」、「2.F.6. 冷媒、発泡剤以外の用途での代替フロン使用」、「2.F.7. 半導体製造」、「2.F.8. 電気設備」、「2.F.9. その他」から構成される。

2008年度における当該カテゴリーからの温室効果ガス排出量は約 20,462 Gg-CO₂であり、我が国の温室効果ガス総排出量の 1.6%を占めている。1995年比の排出量と比較すると 27.8%の減少となっている。

表 4-36 2.F 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からの排出量

| ガス | 排出区分 | | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
|-----------------|----------------------------------|-------|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| HFCs | 2.F 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.1 | 冷蔵庫及び空調機器 | Gg-CO ₂ | 840.40 | 2,688.58 | 7,663.59 | 9,272.18 | 11,438.28 | 13,236.09 |
| | | 2.F.2 | 発泡 | Gg-CO ₂ | 451.76 | 440.31 | 364.40 | 310.23 | 316.64 | 286.38 |
| | | 2.F.3 | 消火剤 | Gg-CO ₂ | 0.00 | 3.73 | 5.92 | 6.03 | 6.24 | 6.35 |
| | | 2.F.4 | エアゾール及び医療品製造 | Gg-CO ₂ | 1,365.00 | 2,834.35 | 1,571.89 | 1,056.97 | 849.75 | 889.52 |
| | | 2.F.7 | 半導体製造 | Gg-CO ₂ | 157.89 | 173.60 | 141.06 | 153.59 | 164.49 | 145.68 |
| | 合計 | | | Gg-CO ₂ | 2,815.05 | 6,140.56 | 9,746.87 | 10,799.00 | 12,775.40 | 14,564.01 |
| PFCs | 2.F 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.5 | 溶剤 | Gg-CO ₂ | 10,263.55 | 2,505.63 | 2,289.26 | 2,266.80 | 1,926.97 | 1,318.27 |
| | | 2.F.7 | 半導体製造 | Gg-CO ₂ | 3,144.23 | 5,637.07 | 3,860.52 | 4,154.06 | 3,685.45 | 2,756.49 |
| | | 2.F.9 | その他 鉄道用シリコン整流器 | Gg-CO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 1.86 | 2.79 |
| | 合計 | | | Gg-CO ₂ | 13,407.78 | 8,142.70 | 6,149.78 | 6,421.79 | 5,614.28 | 4,077.55 |
| SF ₆ | 2.F 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.7 | 半導体製造 | t | 47.22 | 94.16 | 72.50 | 60.24 | 50.08 | 39.85 |
| | | 2.F.8 | 電気設備 | t | 460.46 | 127.62 | 39.45 | 42.41 | 38.59 | 36.32 |
| | 合計 | | | t | 507.68 | 221.77 | 111.95 | 102.65 | 88.67 | 76.17 |
| | 合計 | | | Gg-CO ₂ | 12,133.65 | 5,300.39 | 2,675.51 | 2,453.41 | 2,119.29 | 1,820.54 |
| 全ガス合計 | | | Gg-CO ₂ | 28,356.48 | 19,583.66 | 18,572.16 | 19,674.20 | 20,508.96 | 20,462.09 | |

4.7.1. 冷蔵庫及び空調機器 (2.F.1.)

4.7.1.1. 家庭用冷蔵庫 (2.F.1.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

1) HFCs

家庭用冷蔵庫の生産時・使用時（故障時を含む）に HFCs が漏洩する。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs 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ないと考えられるため、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b) 方法論

■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、合計した。

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た。

| | |
|----------------------------|--|
| <u>家庭用冷蔵庫からの HFCs の排出量</u> | |
| HFC 排出量 | = 製造時 HFC 充填総量 × 生産時漏洩率 |
| | + Σ (HFC 使用機器国内稼働台数 × 稼働機器 1 台当たり充填量 × 使用時漏洩率) |
| | + Σ (HFC 使用機器廃棄台数 × 廃棄機器 1 台当たり充填量) |
| | - HFC 回収量 |

関連指標を下表に示す。

表 4-37 家庭用冷蔵庫からの HFCs 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------|------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 製造時HFC充填総量 | t | 520 | 590 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0 |
| 生産時漏洩率 | % | 1.00% | 1.00% | 0.17% | 0.05% | 0% | 0% |
| HFC使用機器国内稼働台数 | 千台 | 7,829 | 33,213 | 41,796 | 39,754 | 37,225 | 34,509 |
| 1台当たり充填量 | g | 150 | 125 | 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% | 0.3% |
| HFC使用機器廃棄台数 | 千台 | 0 | 177 | 1,839 | 2,314 | 2,771 | 3,154 |
| 法律に基づくHFC回収量 | t/年 | — | — | 52 | 68 | 91 | 111 |
| 排出量 | t | 8.7 | 40.1 | 187.8 | 227.7 | 259.5 | 283.9 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.011 | 0.052 | 0.244 | 0.296 | 0.337 | 0.369 |

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

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、類似区分の値を用い、製造・使用・廃棄時のいずれも 50% を使用した。活動量の不確実性は、温室効果がス算定方法検討会で設定した 40% を製造・使

用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は、製造・使用・廃棄時ともに64%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3.c）を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3.d）を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量一算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去のHFCの排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.2. 業務用冷凍空調機器（2.F.1.-）

4.7.1.2.a. 業務用冷凍空調機器

a) 排出源カテゴリーの説明

1) HFCs

業務用冷凍空調機器の生産時、現場設置時、冷媒補充時、故障時、廃棄時においてHFCsが排出される。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についてもPFCs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ないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b) 方法論

■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機器稼働時漏洩量、④廃棄時排出量をそれぞれ推定し、合計した。

遠心式冷凍機、スクリーン冷凍機、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。

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

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

③ 機器稼働時漏洩量 = Σ (市中稼働台数(*) × 稼働時冷媒充填量 × 使用時冷媒漏洩率) - 整備時回収量

④ 廃棄時排出量
 = Σ [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 4-38 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------|------------------------|------------|-------|---------|---------|---------|---------|
| HFC機器生産台数 | 千台 | 222 | 380 | 1,413 | 1,339 | 1,391 | 1,445 |
| 工場生産時平均冷媒充填量 | g/台 | 358 | 587 | 3,377 | 3,626 | 3,547 | 3,532 |
| 工場生産時冷媒排出係数 | % | 0.2% | 0.2% | 0.2% | 0.2% | 0.2% | 0.1% |
| HFC機器現場充填実施台数 | 千台 | 9 | 32 | 138 | 168 | 190 | 199 |
| 現場設置時平均冷媒充填量 | g/台 | 17,806 | 9,221 | 23,914 | 26,073 | 25,170 | 26,529 |
| 現場設置時冷媒排出係数 | % | 1.2% | 1.4% | 1.8% | 1.7% | 1.7% | 1.7% |
| HFC機器市中稼働台数 | 千台 | 375 | 1,957 | 6,770 | 7,884 | 8,983 | 10,027 |
| 機器稼働時平均冷媒充填量 | g/台 | 1,012 | 1,043 | 4,549 | 5,024 | 5,361 | 5,629 |
| 機器稼働時冷媒排出係数 | % | 機種により2~17% | | | | | |
| 使用済HFC機器発生台数 | 千台 | 1 | 23 | 127 | 169 | 220 | 269 |
| 法律に基づく機器整備時HFC回収量 | t | 0 | 0 | 0 | 0 | 236 | 469 |
| 法律に基づく機器廃棄時HFC回収量 | t | 0 | 0 | 183 | 206 | 186 | 199 |
| 排出量 | t | 32.7 | 189.2 | 2,006.1 | 2,853.0 | 3,630.4 | 4,233.5 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.042 | 0.283 | 3.523 | 5.168 | 6.880 | 8.250 |

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会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。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

家庭用冷蔵庫 (2.F.1.-) に記載した内容と同一である。4.7.1.1. c) を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.2.b. 自動販売機

a) 排出源カテゴリーの説明

1) HFCs

自動販売機の生産時、故障時、廃棄時に HFCs が排出される。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs 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ないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b) 方法論

■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た。

自動販売機からの HFCs の排出量

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

② 故障時排出量 = Σ (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 = Σ (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 = Σ [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した。関連指標を下表に示す。

表 4-39 自動販売機からの HFCs 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HFC使用機器生産（販売）台数 | 千台 | 0 | 272 | 355 | 338 | 301 | 270 |
| 1台当たり充填量 | g | 0 | 300 | 220 | 219 | 219 | 219 |
| 生産時漏洩率 | % | — | 0.4% | 0.3% | 0.3% | 0.3% | 0.3% |
| 稼働台数 | 千台 | 0 | 284 | 1,999 | 2,265 | 2,393 | 2,384 |
| 事故・故障発生率 | % | — | 0.4% | 0.3% | 0.3% | 0.3% | 0.3% |
| 故障時平均漏洩率 | % | — | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% |
| 修理時平均漏洩率 | % | — | 0.9% | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.4% |
| 廃棄台数 | 千台 | 0 | 0 | 0 | 0 | 183 | 213 |
| 法律に基づくHFC回収量（暦年換算） | t | - | - | - | - | 42 | - |
| 排出量 | t | 0.00 | 0.39 | 0.57 | 0.59 | 0.56 | 12.44 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.019 |

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会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。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

家庭用冷蔵庫（2.F.1.-）に記載した内容と同一である。4.7.1.1. c) を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量一算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去のHFCの排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.3. 輸送機器用冷蔵庫（2.F.1.-）

1) HFCs

「4.7.1.2. 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」と報告している。輸入製品についてもPFCs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ないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

4.7.1.4. 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」と報告している。輸入製品についてもPFCs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ないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

4.7.1.5. 固定空調機器（家庭用エアコン）（2.F.1.-）

a) 排出源カテゴリーの説明

1) HFCs

家庭用エアコンの生産時、機器稼働時、廃棄時においてHFCsが排出される。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs 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ないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b) 方法論

■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機器稼働時漏洩量、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、合計した。

家庭用エアコンからのHFCsの排出量

- ① 生産時漏洩量 = Σ (生産台数 × 生産時平均冷媒充填量 × 生産時漏洩率)
- ② 機器稼働時漏洩量 = Σ (市場保有台数 × 稼働時平均冷媒充填量 × 使用時漏洩率)
- ③ 廃棄時排出量 = Σ (廃棄台数 × 廃棄時平均冷媒充填量) - 法律に基づく回収量

市場保有台数及び廃棄台数は、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 4-40 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------|------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| HFC使用機器生産台数 | 千台 | 0 | 1,077 | 3,981 | 4,116 | 4,172 | 3,970 |
| 1台当たり充填量 | g | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 生産時排出係数 | % | 0.2% | 0.2% | 0.2% | 0.2% | 0.2% | 0.2% |
| HFC機器市中稼働台数 | 千台 | 0 | 1,726 | 26,091 | 33,238 | 40,356 | 47,584 |
| 機器稼働時平均冷媒充填量 | g/台 | 0 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 機器稼働時冷媒排出係数 | % | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% |
| 使用済HFC機器発生台数 | 千台 | 0 | 2 | 83 | 142 | 227 | 351 |
| 法律に基づく使用済HFC回収量 | t/年 | — | — | 10 | 19 | 40 | 67 |
| 排出量 | t | 0 | 38 | 596 | 783 | 981 | 1,206 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.000 | 0.066 | 1.029 | 1.351 | 1.693 | 2.080 |

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

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

家庭用冷蔵庫 (2.F.1.-) に記載した内容と同一である。4.7.1.1. c) を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量—算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去の

HFC の排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.1.6. 輸送機器用空調機器（カーエアコン）（2.F.1.-）

a) 排出源カテゴリーの説明

1) HFCs

カーエアコンの生産時、使用時、故障時、事故時、廃棄時において HFCs が排出される。

2) PFCs

国内における製品製造時は使用実績がないため、「NO」と報告している。輸入製品についても PFCs 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ないと考えられることから、使用時及び廃棄時についても「NO」と報告している。

b) 方法論

■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使用時漏洩量、③故障時排出量、④事故時排出量、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、合計した。

カーエアコンからのHFCsの排出量

車種ごとに、以下の考え方を用いて計算している。

- ① 生産時漏洩量 = Σ (生産台数 × 生産時冷媒充填量 × 冷媒漏洩率)
- ② 使用時漏洩量 = Σ (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 = Σ (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 = Σ (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 = Σ (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 = Σ [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 4-41 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HFCエアコン車生産台数 | 千台 | 9,745 | 9,761 | 10,407 | 11,074 | 11,191 | 11,163 |
| 1台当たり生産時漏洩量 | g | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| HFCエアコン車両保有台数 | 千台 | 15,655 | 42,374 | 60,364 | 62,351 | 63,687 | 63,396 |
| 1台当たり平均冷媒充填量 | g | 700 | 615 | 548 | 536 | 524 | 520 |
| 1台当たり年間使用時漏洩量（普通自動車） | g | 15 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 故障発生割合 | % | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% |
| 故障事故車両冷媒漏洩率 | % | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% |
| 全損事故車両数 | 千台 | 50 | 136 | 193 | 200 | 204 | 203 |
| 全損事故車両冷媒充填量 | g | 681 | 610 | 522 | 506 | 490 | 476 |
| 使用済HFC車国内台数 | 千台 | 116 | 789 | 2,058 | 1,471 | 1,893 | 2,176 |
| 使用済HFC車冷媒充填量 | g | 676 | 593 | 522 | 484 | 475 | 468 |
| HFC回収量（2002年度以降は法律に基づく） | t/年 | - | - | 531 | 489 | 604 | 686 |
| 排出量 | t | 605 | 1,759 | 2,205 | 1,889 | 1,944 | 1,937 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.787 | 2.287 | 2.866 | 2.456 | 2.528 | 2.518 |

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

家庭用冷蔵庫（2.F.1.-）に記載した内容と同一である。4.7.1.1. c) を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量—算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去のHFCの排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.2. 発泡（2.F.2.）

4.7.2.1. 硬質フォーム（2.F.2.-）

4.7.2.1.a. ウレタンフォーム（HFC-134a）

a) 排出源カテゴリーの説明

発泡剤の使用に伴い、HFC-134aが排出される。

b) 方法論

■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し

た。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」として報告している。

ウレタンフォームに関連するHFC-134aの排出量

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

表 4-42 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HFC-134a 使用量 | t | 0 | 167 | 224 | 259 | 216 | 145 |
| 発泡時漏洩率 | % | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| 使用時HFC年間排出率 | % | 4.5% | 4.5% | 4.5% | 4.5% | 4.5% | 4.5% |
| 製造時初年度排出量 | t | 0 | 17 | 35 | 33 | 28 | 15 |
| 使用時排出量 | t | 0 | 0 | 44 | 54 | 65 | 75 |
| 総排出量 | t | 0 | 16.7 | 78.8 | 86.7 | 92.8 | 89.5 |
| 製造時排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0 | 0.022 | 0.046 | 0.043 | 0.036 | 0.019 |
| 使用時排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0 | 0.000 | 0.057 | 0.070 | 0.085 | 0.098 |
| 総排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0 | 0.022 | 0.102 | 0.113 | 0.121 | 0.116 |

(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・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料より
95年～99年のHFC-134a使用量はゼロである。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、類似区分の値を用い、製造時・使用時ともに50%を使用した。活動量の不確実性は、GPG(2000)のデフォルト値を用い、製造時・使用時ともに50%を使用した。その結果、排出量の不確実性は製造時・使用時ともに71%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造(2.C.3)に記載した内容と同一である。4.4.3.c)を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造(2.C.3)に記載した内容と同一である。4.4.3.d)を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

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

a) 排出源カテゴリーの説明

発泡剤の使用に伴い、HFC-134a が排出される。

b) 方法論

■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た。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 4-43 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HFC-134a使用量 | t | 346 | 322 | 128 | 120 | 120 | 100 |
| 排出量 | t | 346 | 322 | 128 | 120 | 120 | 100 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.450 | 0.419 | 0.166 | 0.156 | 0.156 | 0.130 |

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料

表 4-44 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| HFC-152a使用量 | t | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 排出量 | t | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 百万tCO ₂ eq. | 0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

（出典）経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

ウレタンフォーム（HFC-134a）（2.F.2.-）に記載した内容と同一である。4.7.2.1.a.c) を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.2.1.c. 押出発泡ポリスチレンフォーム（HFC-134a）

a) 排出源カテゴリーの説明

発泡剤の使用に伴い、HFC-134a が排出される。

b) 方法論

■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した。各年の発泡剤使用量は押出発泡ポリスチレン工業会によるデータを使用した。

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 における押出発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している。

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」としている。

| | |
|---|--|
| <u>押出発泡ポリスチレンフォームに関連する HFC-134a の排出量</u> | |
| $\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 4-45 押出発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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| HFC-134a 使用量 | t | 0 | 0 | 26 | 5 | 0 | 0 |
| フォーム製品化率 | % | 75% | 75% | 75% | 75% | 75% | 75% |
| 使用時HFC年間排出率 | % | — | — | 2.5% | 2.5% | 2.5% | 2.5% |
| 製造時排出量 | t | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| 使用時排出量 | t | 0 | 0 | 67 | 31 | 31 | 31 |
| 排出量 | t | 0 | 0 | 74 | 32 | 31 | 31 |
| 製造時排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 使用時排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 排出量 | 百万tCO ₂ eq. | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |

(出典) 産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料

※1995年～2000年の使用量はゼロ。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

ウレタンフォーム（HFC-134a）（2.F.2.-）に記載した内容と同一である。4.7.2.1.a.c）を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3.c）を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造（2.C.3）に記載した内容と同一である。4.4.3.d）を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.2.2. 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」と報告している。

4.7.3. 消火剤 (2.F.3.)

a) 排出源カテゴリーの説明

ハロゲン化物消火剤の使用により HFCs が排出される。

b) 方法論

■算定方法

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ポンベに 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 が既にポ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」とした。

使用時については、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」とした。1996 年以降の排出量は、HFCs 消火剤の設置ストック量をもとに以下の式で算定した。

消火剤使用時における HFCs の排出量

$$\text{HFCs 排出量 [t]} = \text{HFCs 消火剤の設置ストック量 [t]} \times \text{使用時の排出係数}$$

廃棄時については、消火剤用途として HFCs 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」とする。

■排出係数

HFCs 消火剤使用時の排出係数について現在、知見が得られていない。よって同様の消火剤であるハロンの補充量実績 (消防庁提供) から求めた排出率 (0.00088) をこの区分の排出係数として採用した。

表 4-46 排出係数の参考値 (ハロン消火剤の排出率)

| | 単位 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 平均 |
|------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ハロン設置量 (A) | t | 17,094 | 17,090 | 17,060 | 16,994 | 17,075 | 16,889 | 17,034 |
| ハロン補充量 (B) | t | 13 | 13 | 22 | 13 | 14 | 15 | 15 |
| (B) / (A) | | 0.00076 | 0.00076 | 0.00129 | 0.00076 | 0.00082 | 0.00089 | 0.00088 |

■活動量

消火剤の使用に伴う HFCs 排出の活動量については、消防庁提供の HFCs 設置ストック量を用いた。

表 4-47 消火剤設置ストック量

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| HFC-23 設置ストック量 | t | 0 | 306 | 478 | 481 | 496 | 501 |
| HFC-23 排出量 | t | NO | 0.27 | 0.42 | 0.42 | 0.44 | 0.44 |
| | Gg-CO ₂ | NO | 3.15 | 4.92 | 4.96 | 5.11 | 5.16 |
| HFC-227ea 設置ストック量 | t | 0 | 225 | 392 | 421 | 442 | 467 |
| HFC-227ea 排出量 | t | NO | 0.20 | 0.34 | 0.37 | 0.39 | 0.41 |
| | Gg-CO ₂ | NO | 0.57 | 1.00 | 1.07 | 1.13 | 1.19 |
| 合計排出量 | Gg-CO ₂ | 0.00 | 3.73 | 5.92 | 6.03 | 6.24 | 6.35 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

使用時の排出係数の不確実性においては、類似区分の値を用い 50%を使用した。使用時の活動量の不確実性は、温室効果ガス排出量算定方法検討会で設定した 40%を使用した。その結果、使用時の排出量の不確実性は 64%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に記述している。

■時系列の一貫性

消防庁より提供を受けた排出係数・活動量データをもとに、1995 年度からの一貫した方法を使用して算定している。

d) QA/QC と検証

消防庁より提供を受けたデータを化学・バイオ部会において集計し、温室効果ガス排出量算定方法検討会で検証した上で、インベントリで使用している。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

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

4.7.4.1. エアゾール（2.F.4.-）

a) 排出源カテゴリーの説明

エアゾールの製造時・使用時に HFC が排出される。

b) 方法論

■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た。

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、排出量に含めた。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た。

「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」としている。

| エアゾールに関連する F-gas (HFC-134a, HFC-152a) の排出量 | |
|--|--|
| $n \text{ 年度における当該 F-gas 排出量} = \text{製造時漏洩量 (t)}$ $+ (n-1) \text{ 年における当該 F-gas 潜在排出量} \times 50 (\%)$ $+ n \text{ 年における当該 F-gas 潜在排出量} \times 50 (\%)$ | |
| $n \text{ 年度における製造時漏洩量} = n \text{ 年度における製造時使用量} - n \text{ 年度における HFC 潜在排出量}$ | |

関連指標を下表に示す。

表 4-48 エアゾールからの HFC-134a 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1994 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 潜在排出量 | t | 800 | 1,300 | 2,044 | 604 | 361 | 307 | 343 |
| 製造時漏洩量 | t | - | - | 80.2 | 24.9 | 14.0 | 13.2 | 12.8 |
| 製造年使用時排出量 | t | 400 | 650 | 1,022 | 302 | 180 | 154 | 172 |
| 残存量 (次年排出量) | t | 400 | 650 | 1,022 | 302 | 180 | 154 | 172 |
| 排出量 | t | - | 1,050 | 2,137 | 908 | 497 | 347 | 338 |
| | 百万tCO ₂ eq. | - | 1.365 | 2.778 | 1.181 | 0.646 | 0.452 | 0.439 |

(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 4-49 エアゾールからの HFC-152a 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 潜在排出量 | t | - | 34 | 1,300 | 1,438 | 1,193 | 1,416 |
| 製造時排出量 | t | - | 1.1 | 28.9 | 40.6 | 123.8 | 380.3 |
| 製造年使用時排出量 | t | - | 17 | 650 | 719 | 596 | 708 |
| 残存量 (次年排出量) | t | - | 17 | 650 | 719 | 596 | 708 |
| 排出量 | t | - | 18 | 1,217 | 1,409 | 1,439 | 1,685 |
| | 百万tCO ₂ eq. | - | 0.003 | 0.170 | 0.197 | 0.201 | 0.236 |

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

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

エアゾールの製造時及び使用・廃棄時における排出係数については、使用量が排出量となることから不確実性は0とした。活動量の不確実性は、温室効果が算定方法検討会で設定した40%を製造時及び使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は製造時及び使用・廃棄時ともに40%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添7に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

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

a) 排出源カテゴリーの説明

定量噴射剤の使用時・廃棄時に HFCs が排出される。

b) 方法論

■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った。

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 量を計上した。

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 4-50 医療品製造の排出量算定結果（HFC-134a）

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ガス購入量 | t | - | 1.4 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | 1.1 |
| 国内製品MDI使用量 | t | - | 1.4 | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 0.9 |
| 輸入MDI使用量 | t | - | 42 | 71 | 69 | 60 | 62 |
| 廃棄処理量 | t | - | 0.1 | 1.9 | 0.3 | 1.3 | 0.5 |
| 排出量 | t | - | 37 | 63 | 70 | 64 | 61 |
| | 百万tCO ₂ eq. | - | 0.048 | 0.082 | 0.091 | 0.083 | 0.080 |

（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・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料より

表 4-51 医療品製造の排出量算定結果 (HFC-227ea)

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ガス購入量 | t | - | 0.0 | 42.8 | 41.2 | 38.0 | 48.0 |
| 国内製品MDI使用量 | t | - | 0.0 | 41.0 | 39.4 | 36.2 | 45.9 |
| 輸入MDI使用量 | t | - | 3.6 | 2.1 | 1.4 | 0.7 | 9.0 |
| 廃棄処理量 | t | - | 0.0 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 1.6 |
| 排出量 | t | - | 1.8 | 48.1 | 42.3 | 39.3 | 46.4 |
| | 百万tCO ₂ eq. | - | 0.005 | 0.139 | 0.123 | 0.114 | 0.135 |

(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・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料より

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

MDI の製造時及び使用・廃棄時における排出係数については、最終的に使用量が排出量となることから不確実性は 0%とした。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 40%を製造時及び使用・廃棄時のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は製造時及び使用・廃棄時ともに 40%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.5. 溶剤 (2.F.5.)

a) 排出源カテゴリーの説明

溶剤の使用に伴い PFCs が排出される。使用されている液体 PFCs は、C₅F₁₂ (PFC-41-12)、C₆F₁₄ (PFC-51-14) である。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。

b) 方法論

■算定方法

液体 PFC 出荷量のほぼ全量が溶剤、洗浄等の用途に使用され、これを排出量として使用時に計上している。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」と報告している。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」と報告している。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。液体 PFC 排出量から鉄道用整流器内蔵量を差し引いたものが溶剤 PFC 排出量となる。

表 4-52 溶剤の使用に伴う PFCs 等排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------|--------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 液体PFC排出量 | Gg-CO ₂ | 10356.1 | 2624.0 | 2289.3 | 2266.8 | 1927.0 | 1318.3 |
| 鉄道用整流器内蔵量 | Gg-CO ₂ | 92.5 | 118.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 溶剤PFC排出量 | Gg-CO ₂ | 10263.6 | 2505.6 | 2289.3 | 2266.8 | 1927.0 | 1318.3 |

液体 PFC：経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、使用量全量を排出量として計上しているため 0%を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 40%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 40%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて推計されている。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量一算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去の PFC の排出量データが再精査された。また、液体 PFC 出荷量のうち、一部が鉄道用シリコン整流器において使用されていることが把握されたため、これを差し引いたものを溶剤 PFC の排出量とした。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.6. 冷媒、発泡剤等以外の用途での代替フロン使用 (2.F.6.)

研究・医療の用途に使用される部品に充填された冷媒量は把握し、他区分の冷媒に含めて計上しているため、専門家判断により「IE」とする。

4.7.7. 半導体製造 (2.F.7.)

4.7.7.1. 半導体 (2.F.7.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

半導体の製造時に HFCs、PFCs、SF₆ が排出される。

b) 方法論

■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た。

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」としている。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」としている。

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), SF₆ 排出量

$$\begin{aligned} \text{排出量} &= \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算排ガス量} - \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算除害量} \\ &= \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算排ガス量} \\ &= \sum \text{各ライン} \Sigma \{ \text{ガス別購入量} \times \text{プロセス供給率} \times (1 - \text{反応消費率}) \times \text{GWP} \} \\ &= \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算除害量} \\ &= \sum \text{各ライン} \Sigma \{ \text{ガス別購入量} \times \text{プロセス供給率} \times (1 - \text{反応消費率}) \\ &\quad \times \text{除害効率} \times \text{GWP} \} \\ &\quad \text{(除害装置のないラインについては除害効率=0)} \end{aligned}$$

② 副生 PFC14 排出量

$$\begin{aligned} \text{排出量} &= \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算排ガス量} - \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算除害量} \\ &= \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算排ガス量} \\ &= \sum \text{各ライン} \Sigma \{ \text{PFCs 購入量} \times \text{プロセス供給率} \times \text{副生成物発生率} \times \text{GWP} \} \\ &= \text{全ライン合計 CO}_2 \text{ 換算除害量} \\ &= \sum \text{各ライン} \Sigma \{ \text{PFCs 購入量} \times \text{プロセス供給率} \times \text{副生成物発生率} \times \text{除害効率} \times \text{GWP} \} \\ &\quad \text{(除害装置のないラインについては除害効率=0)} \end{aligned}$$

関連指標を下表に示す。

表 4-53 半導体製造時の HFCs, PFCs, SF₆ 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------------|-------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| PFC-14の購入量 | t | 313.0 | 299.9 | 231.5 | 232.9 | 277.5 | 276.9 |
| PFC-116の購入量 | t | 209.5 | 561.2 | 393.2 | 355.6 | 321.0 | 284.9 |
| PFC-218の購入量 | t | 0.0 | 9.9 | 181.8 | 189.2 | 195.1 | 181.0 |
| PFC-c318の購入量 | t | 0.6 | 38.6 | 24.8 | 28.3 | 33.4 | 40.2 |
| HFC-23の購入量 | t | 47.8 | 49.4 | 42.1 | 48.6 | 62.1 | 73.7 |
| SF ₆ の購入量 | t | 90.8 | 131.9 | 96.8 | 85.8 | 82.9 | 79.1 |
| プロセス供給率 | % | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| PFC等の反応消費率 | % | 物質により20%~70% | | | | | |
| PFC等の除害効率 | % | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 副成CF ₄ 発生率 | % | C ₂ F ₆ (PFC-116): 10%, C ₃ F ₈ (PFC-218): 20% | | | | | |
| 副成CF ₄ 除害効率 | % | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| HFCs排出量 | 百万t-CO ₂ eq. | 0.158 | 0.172 | 0.138 | 0.150 | 0.161 | 0.142 |
| PFCs排出量 | 百万t-CO ₂ eq. | 3.046 | 5.409 | 3.712 | 3.995 | 3.567 | 2.665 |
| SF ₆ 排出量 | 百万t-CO ₂ eq. | 1.005 | 1.484 | 1.111 | 0.940 | 0.878 | 0.694 |

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

表 4-54 半導体製造時の HFCs, PFCs, SF₆ の反応消費率

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 |
|------------------------|----|------|------|------|------|------|
| PFC-14 の反応消費率 | % | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| PFC-116 の反応消費率 | % | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| PFC-218 の反応消費率 | % | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| PFC-c318 の反応消費率 | % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| HFC-23 の反応消費率 | % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| SF ₆ の反応消費率 | % | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |

※反応消費率は IPCC ガイドラインのデフォルト値による。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、類似区分の値を用い、HFCs、PFCs、SF₆ のいずれも 50% を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 40% を HFCs、PFCs、SF₆ のいずれにも採用した。その結果、排出量の不確実性は HFCs、PFCs、SF₆ ともに 64% と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量—算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去のハロカーボン及び SF₆ の排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.7.2. 液晶 (2.F.7.-)

a) 排出源カテゴリーの説明

液晶の製造時に HFCs、PFCs、SF₆ が排出される。

b) 方法論

■算定方法

液晶も、半導体と同様の算定を行った。世界液晶産業協力会議で 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 4-55 液晶製造時の HFCs、PFCs、SF₆ 排出の関連指標

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------------|-------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| PFC-14の購入量 | t | 20.7 | 47.3 | 77.8 | 86.5 | 80.4 | 69.3 |
| PFC-116の購入量 | t | 0.4 | 2.7 | 9.9 | 8.7 | 5.2 | 4.1 |
| PFC-c318の購入量 | t | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 1.9 |
| HFC-23の購入量 | t | 0.1 | 0.7 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.5 |
| SF ₆ の購入量 | t | 11.5 | 85.3 | 101.4 | 106.5 | 117.4 | 146.8 |
| プロセス供給率 | % | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| PFC等の反応消費率 | % | 物質により20%~70% | | | | | |
| PFC等の除害効率 | % | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 副成CF ₄ 発生率 | % | C ₂ F ₆ (PFC-116): 10% | | | | | |
| 副成CF ₄ 除害効率 | % | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| HFCs排出量 | 百万t-CO ₂ eq. | 0.000 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| PFCs排出量 | 百万t-CO ₂ eq. | 0.099 | 0.228 | 0.149 | 0.159 | 0.119 | 0.092 |
| SF ₆ 排出量 | 百万t-CO ₂ eq. | 0.124 | 0.766 | 0.622 | 0.500 | 0.319 | 0.259 |

(出典) 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会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。

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

半導体 (2.F.7.-) に記載した内容と同一である。4.7.7.1. c) を参照のこと。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

業界把握分と温室効果ガス排出量—算定・報告・公表制度による把握分等につき、過去のハロカーボン及び SF₆ の排出量データが再精査された。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.8. 電気設備 (2.F.8.)

a) 排出源カテゴリーの説明

電気設備の製造時・使用時において SF₆ が排出される。

b) 方法論

■算定方法

製造時については、SF₆ 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、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た。

点検時及び廃棄時には、SF₆ の排出量を実測により求めた。

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

電気設備製造時の SF₆ 排出量

製造時 SF₆ 排出量 = SF₆ ガス購入量 (t) × 製造時漏洩率 (%)

電気設備使用時の SF₆ 排出量

使用時 SF₆ 排出量 = SF₆ ガス保有量 × 使用中の環境中への排出率 (0.1%)

電気設備点検時の SF₆ 排出量

点検時 SF₆ 排出量 = 実測による SF₆ ガス排出量

電気設備廃棄時の SF₆ 排出量

廃棄時 SF₆ 排出量 = 実測による SF₆ ガス排出量

電気絶縁ガス使用機器からの SF₆ の排出量の関連指標を下表に示す。

表 4-56 電気設備製造時の SF₆ 排出

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SF ₆ ガス購入量 | t | 1,380 | 649 | 629 | 595 | 619 | 784 |
| 絶縁機器への SF ₆ 充填 | t | 1,464 | 450 | 582 | 527 | 555 | 726 |
| 機器充填以外の保有量 | t | - | 105 | 29 | 54 | 47 | 40 |
| 製造時漏洩率 | % | 29.0% | 14.6% | 2.8% | 2.4% | 2.7% | 2.3% |
| 排出量 | t | 400 | 100 | 23 | 19 | 20 | 19 |
| | 百万t-CO ₂ eq. | 9.560 | 2.402 | 0.548 | 0.460 | 0.482 | 0.444 |

(出典) SF₆ ガス購入量、絶縁機器への SF₆ 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・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料より

表 4-57 電気設備使用時の SF₆ 排出

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------------------|--------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 機器SF ₆ ガス保有量 | t | 6,300 | 8,000 | 8,700 | 8,800 | 8,900 | 9,000 |
| 使用時漏洩率 | % | 0.1% | 0.1% | 0.1% | 0.1% | 0.1% | 0.1% |
| 使用時SF ₆ 排出量* | t | 6.3 | 8.0 | 8.7 | 8.8 | 8.9 | 9.0 |
| 点検・廃棄時SF ₆ 排出量* | t | 54.00 | 14.00 | 2.50 | 4.90 | 4.00 | 5.10 |
| 使用・点検・廃棄時SF ₆ 排出量 | t | 60.46 | 27.13 | 16.51 | 23.18 | 18.44 | 17.75 |
| | Gg-CO ₂ | 1444.99 | 648.36 | 394.48 | 554.03 | 440.80 | 424.19 |

* 算定報告公表制度分を除く

(出典) 機器 SF₆ ガス保有量、使用時漏洩率、使用・点検・廃棄時 SF₆ 排出量は経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料より

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、GPG (2000)のデフォルト値 (Tier2) を用い、製造時は 30%、使用・廃棄時は 50%を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 40%を製造時及び使用・廃棄時の両方に使用した。その結果、製造時の排出量の不確実性は 50%、使用・廃棄時の排出量の不確実性は 64%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. c) を参照のこと。

d) QA/QC と検証

アルミニウム製造 (2.C.3) に記載した内容と同一である。4.4.3. d) を参照のこと。

e) 再計算

特になし。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

4.7.9. その他 鉄道用シリコン整流器 (2.F.9.)

a) 排出源カテゴリーの説明

鉄道用シリコン整流器の廃棄時において PFCs が排出される。

b) 方法論

■算定方法

環境省のハロン・液体 PFC 等管理方策検討調査から、PFC-51-14 保有機器の設置台数、保有量、耐用年数が得られたため、これらを用いて、年度別の鉄道用シリコン整流器の廃棄台数に 1 台当たりの PFC 内蔵量を乗じて、鉄道用シリコン整流器に使用された PFC-51-14 の年度別廃棄量を推計した。これより当該年度の回収破壊量を減じて PFC 排出量を算定する。但し、現時点では回収破壊量のデータがないため、回収破壊量を 0 とする。

鉄道用シリコン整流器の廃棄時における PFC 排出量 = PFC 廃棄量 - 回収破壊量

表 4-58 鉄道用シリコン整流器からの PFC 廃棄量

| 項目 | 単位 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| PFC廃棄量 | Gg-CO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 1.86 | 2.79 |

c) 不確実性と時系列の一貫性

■不確実性

排出係数の不確実性においては、使用量全量を排出量として計上しているため 0%を使用した。活動量の不確実性は、温室効果ガス算定方法検討会で設定した 40%を採用した。その結果、排出量の不確実性は 40%と評価された。なお、不確実性の評価手法については別添 7 に詳述している。

■時系列の一貫性

排出量は時系列的に一貫した算定方法、データソースを用いて推計されている。

d) QA/QC と検証

セメント製造 (2.A.1) に記載した内容と同一である。4.2.1. d) を参照のこと。

e) 再計算

我が国における鉄道用シリコン整流器の廃棄時の排出実態が明らかになったため、これをもとに全年の排出量を再計算した。

f) 今後の改善計画及び課題

特になし。

参考文献

1. IPCC 「1996年改訂 IPCC ガイドライン」 (1997年)
2. IPCC 「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」 (2000年)
3. IUPAC “Atomic Weights of the Elements 1999”
(<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt99.html>)
4. 環境省 「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第1部」 (平成18年8月)
5. 経済産業省 「エネルギー生産・需給統計年報」
6. 経済産業省 「化学工業統計年報」
7. 経済産業省産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料
8. 経済産業省資源エネルギー庁 「総合エネルギー統計」
9. 経済産業省 「資源・エネルギー統計年報」
10. 経済産業省 「資源統計年報」
11. 経済産業省 「石油等消費動態統計年報」
12. 経済産業省 「窯業・建材統計年報」
13. 経済産業省 「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」
14. 経済産業省 「鉄鋼統計年報」
15. 財務省 「貿易統計」
16. 石灰石工業会 「石灰石の話」
17. メタノール・ホルマリン協会 「メタノールの供給と需要」

