

令和6年度化学物質規制対策  
(インベントリ関連調査)

報 告 書

2025年3月

株式会社 数理計画



# — 目 次 —

1. 調査の目的・背景.....	3
2. 調査概要.....	4
2.1. 2023年インベントリの集計等の調査.....	4
2.2. 現在用いられている我が国の推計方法の評価及びより適切な推計方法の検討・改善..	5
2.3. その他関連する情報等の収集・整理.....	5
3. 2023年インベントリの集計等の調査.....	15
4. (参考) 分野ごとの行動計画に基づく取組の進捗状況(個表) .....	47



## 1. 調査の目的・背景

我が国の温室効果ガス排出総量については、毎年、国内の排出量（インベントリ）を集計して気候変動枠組条約（以下「条約」）事務局へ提出されている。また、平成 27 年 4 月施行の「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（以下「フロン排出抑制法」）」では、フロン類のライフサイクル全般を見据えた包括的な対策を講じることとなっており、フロン類の製造からフロン類使用機器の製造、当該機器ユーザーによる使用段階の管理、当該機器からの回収・破壊・再生までのマテリアルフローの把握、加えて、フロン類使用機器の市場導入動向等の分析がフロン類対策の基礎データとして必要となってくる。

そのため、本調査では、条約事務局に提出する温室効果ガス排出量のうち、代替フロン等 4 ガスについて、2023 年インベントリの集計等（暦年ベース、以下同様）を行った。また、インベントリの集計に当たっては、IPCC ガイドラインに準拠する等の条約事務局審査にも耐えうる適切な推計方法で行う必要があるため、指摘に対する対応策の検討も行った。

## 2. 調査概要

本調査の概要は以下の通りである。

### 2.1. 2023年インベントリの集計等の調査

2023年の代替フロン等4ガス（HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>）に係る各分野別の基礎データの集計、推計、数値の確認、修正を行った。具体的には、以下の9分野（25業種）について、Excelを用いた調査シートを作成し、排出量の集計、推計、数値の確認、修正を実施した。

また、対象業界団体等へのヒアリングの同席及び議事録の作成や、排出量の推計結果等を基礎データとした産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策WGで使用するための表、グラフの作成、等を実施した。

#### ① HFC等製造分野

- HFC等製造時（日本フルオロカーボン協会）
- PFC製造時（一般社団法人日本化学工業協会）
- SF<sub>6</sub>製造時（一般社団法人日本化学工業協会）
- NF<sub>3</sub>製造時（一般社団法人日本化学工業協会）

#### ② 発泡・断熱材分野

- ウレタンフォーム（ウレタンフォーム工業会）
- 押出發泡ポリスチレン（押出發泡ポリスチレン工業会）
- 高發泡ポリエチレン（高發泡ポリエチレン工業会）
- フェノールフォーム（フェノールフォーム協会）

#### ③ エアゾール等分野

- エアゾール（一般社団法人日本エアゾール協会）
- 医療用定量噴射剤（MDI）（日本製薬団体連合会）

#### ④ 冷凍空調機器分野

- 業務用冷凍空調機器（一般社団法人日本冷凍空調工業会）
- 自動販売機（一般社団法人日本自動販売機工業会）
- 輸送機器用空調機器（カーエアコン）（一般社団法人日本自動車工業会）
- 家庭用エアコン（一般社団法人日本冷凍空調工業会）
- 家庭用冷蔵庫（一般社団法人日本電機工業会）

#### ⑤ 洗淨剤・溶剤等分野

- 電子部品等洗淨（一般社団法人電子情報技術産業協会）
- その他洗淨剤・溶剤等

#### ⑥ 半導体等製造分野

- 半導体製造（一般社団法人電子情報技術産業協会）
- 液晶製造（一般社団法人電子情報技術産業協会）
- 光電池製造（一般社団法人太陽光発電協会）

- ⑦ 電気絶縁ガス使用機器分野
  - 電気絶縁機器（製造時）（一般社団法人日本電機工業会）
  - 電気絶縁機器（使用・廃棄時）（電気事業連合会）
- ⑧ 金属製品分野
  - マグネシウム鋳造（一般社団法人日本マグネシウム協会）
  - アルミニウム精錬（一般社団法人日本アルミニウム協会）
- ⑨ その他分野
  - 消火剤

## 2.2. 現在用いられている我が国の推計方法の評価及びより適切な推計方法の検討・改善

現行のインベントリで使用されている機器別・冷媒別の初期充填量の設定値は、1995年から現在まで同じ値を設定しており、機器更新による効果は反映されていない状況であることから、業務用冷凍空調機器の冷媒初期充填量調査検討業務（環境省、2024年度）のワーキンググループでの検討結果を踏まえ、業務用冷凍空調機器の初期充填量の見直しを行い、新たな初期充填量に対応する調査票ファイル及び集計ファイルを作成した。

別置型冷蔵ショーケースの使用時漏えい排出量は、現行では室外機への充填量を、室内機の台数に乗じて算出しているため、充填量が実態よりも過大に推計されている状況であることから、別置型冷蔵ショーケースに使用される冷媒の供給実態を踏まえ、別置型冷蔵ショーケースの初期充填量の推計方法の見直しを行い、その算定方法に対応する調査票ファイル及び集計ファイルを作成した。

## 2.3. その他関連する情報等の収集・整理

2024年に附属書I国（いわゆる先進国）が条約事務局に提出した温室効果ガスインベントリの共通報告様式（CRF）をもとに、国別のフロン類排出量（2022年実績）の報告状況を整理した結果は、次頁のとおりである。

表 1 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告での代替フロン等 4 ガス排出量  
(工業プロセス分野全体、2022 年実績)

No	Party	附属書 I 国	フロン類排出量の報告状況 (工業プロセス分野全体)								
			HFCs		PFCs		Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF <sub>6</sub>		NF <sub>3</sub>	
			CO <sub>2</sub> eq(kt)	構成比	CO <sub>2</sub> eq(kt)	構成比		CO <sub>2</sub> eq(kt)	kt	構成比	kt
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	<b>11,047</b>	<b>3.1%</b>	<b>247</b>	<b>1.8%</b>	<b>NO</b>	<b>0.0067</b>	<b>1.0%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
2	Austria	オーストリア	1,411	0.4%	26	0.2%	NO	0.0155	2.2%	0.0009	0.9%
3	Belarus	ベラルーシ	FX,NO	-	FX,NO	-	FX,NO	FX	-	FX,NO	-
4	Belgium	ベルギー	2,215	0.6%	108	0.8%	NO	0.0044	0.6%	0.0001	0.1%
5	Bulgaria	ブルガリア	702	0.2%	NO	-	NO	0.0010	0.1%	NO	-
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	<b>10,577</b>	<b>3.0%</b>	<b>748</b>	<b>5.4%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>0.0146</b>	<b>2.1%</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0%</b>
7	Croatia	クロアチア	1,812	0.5%	NO	-	NO	0.0004	0.1%	NO	-
8	Cyprus	キプロス	384	0.1%	NA	-	NA	0.0008	0.1%	NA	-
9	Czechia	チェコ	3,610	1.0%	48	0.3%	NO	0.0028	0.4%	0.0001	0.1%
10	Denmark	デンマーク	261	0.1%	0.006	0.0%	NO	0.0006	0.1%	NO	-
11	Estonia	エストニア	197	0.1%	NO	-	NO	0.0001	0.0%	NO	-
12	European Union	欧州連合 (EU)	60,410	17.1%	1,390	10.0%	1,135	0.1833	26.5%	0.0055	5.7%
13	Finland	フィンランド	763	0.2%	2	0.0%	NO	0.0012	0.2%	NO	-
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	<b>9,114</b>	<b>2.6%</b>	<b>317</b>	<b>2.3%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>0.0203</b>	<b>2.9%</b>	<b>0.0016</b>	<b>1.6%</b>
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	<b>7,628</b>	<b>2.2%</b>	<b>159</b>	<b>1.1%</b>	<b>134</b>	<b>0.0855</b>	<b>12.3%</b>	<b>0.0011</b>	<b>1.1%</b>
16	Greece	ギリシャ	4,557	1.3%	87	0.6%	NO	0.0002	0.0%	NO	-
17	Hungary	ハンガリー	1,746	0.5%	2	0.0%	NO	0.0047	0.7%	NO	-
18	Iceland	アイスランド	133	0.0%	72	0.5%	NO	0.0001	0.0%	NO	-
19	Ireland	アイルランド	666	0.2%	50	0.4%	NO	0.0007	0.1%	0.0005	0.5%
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	<b>9,085</b>	<b>2.6%</b>	<b>439</b>	<b>3.2%</b>	<b>22</b>	<b>0.0166</b>	<b>2.4%</b>	<b>0.0012</b>	<b>1.3%</b>
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	<b>46,137</b>	<b>13.0%</b>	<b>3,049</b>	<b>21.9%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>0.0909</b>	<b>13.1%</b>	<b>0.0209</b>	<b>21.5%</b>
22	Kazakhstan	カザフスタン	2,649	0.7%	7	0.1%	NO	0.0001	0.0%	NO	-
23	Latvia	ラトビア	250	0.1%	NA,NO	-	NA,NO	0.0005	0.1%	NA,NO	-
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	8	0.0%	0.0010	0.0%	NO	0.0000	0.0%	NO	-
25	Lithuania	リトアニア	536	0.2%	NO	-	NO	0.0002	0.0%	NO	-
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	42	0.0%	NO	-	NO	0.0004	0.1%	NO	-
27	Malta	マルタ	205	0.1%	0.007673	0.0%	NO	0.0000	0.0%	NO	-
28	Monaco	モナコ	6	0.0%	IE,NO	-	NO	0.0000	0.0%	NO	-
29	Netherlands	オランダ	1,036	0.3%	52	0.4%	NO	0.0053	0.8%	IE	-
30	New Zealand	ニュージーランド	1,498	0.4%	51	0.4%	NA	0.0008	0.1%	0.0000	0.0%
31	Norway	ノルウェー	747	0.2%	122	0.9%	NO	0.0030	0.4%	NO	-
32	Poland	ポーランド	4,442	1.3%	10	0.1%	NO	0.0052	0.8%	NO	-
33	Portugal	ポルトガル	1,968	0.6%	30	0.2%	NO	0.0011	0.2%	NO	-
34	Romania	ルーマニア	1,972	0.6%	1	0.0%	NO	0.0022	0.3%	NO	-
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	<b>33,033</b>	<b>9.3%</b>	<b>1,367</b>	<b>9.8%</b>	<b>NO</b>	<b>0.0431</b>	<b>6.2%</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.1%</b>
36	Slovakia	スロバキア	481	0.1%	6	0.0%	NO	0.0007	0.1%	NO	-
37	Slovenia	スロベニア	282	0.1%	4	0.0%	NA,NO	0.0007	0.1%	NA,NO	-
38	Spain	スペイン	4,230	1.2%	14	0.1%	979	0.0105	1.5%	NO	-
39	Sweden	スウェーデン	812	0.2%	34	0.2%	NO	0.0016	0.2%	NO	-
40	Switzerland	スイス	1,273	0.4%	26	0.2%	NA	0.0024	0.3%	0.0000	0.0%
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	<b>10,184</b>	<b>2.9%</b>	<b>8</b>	<b>0.1%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>0.0089</b>	<b>1.3%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>-</b>
42	Ukraine	ウクライナ	2,330	0.7%	NO	-	NO	0.0023	0.3%	NO	-
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	<b>7,634</b>	<b>2.2%</b>	<b>152</b>	<b>1.1%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>0.0145</b>	<b>2.1%</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0%</b>
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	<b>165,886</b>	<b>46.9%</b>	<b>6,657</b>	<b>47.9%</b>	<b>16,878</b>	<b>0.3221</b>	<b>46.5%</b>	<b>0.0707</b>	<b>72.7%</b>
		合計 (EU除く)	353,551	100%	13,895	100.0%	18,013	0.6927	100.0%	0.0972	100.0%

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

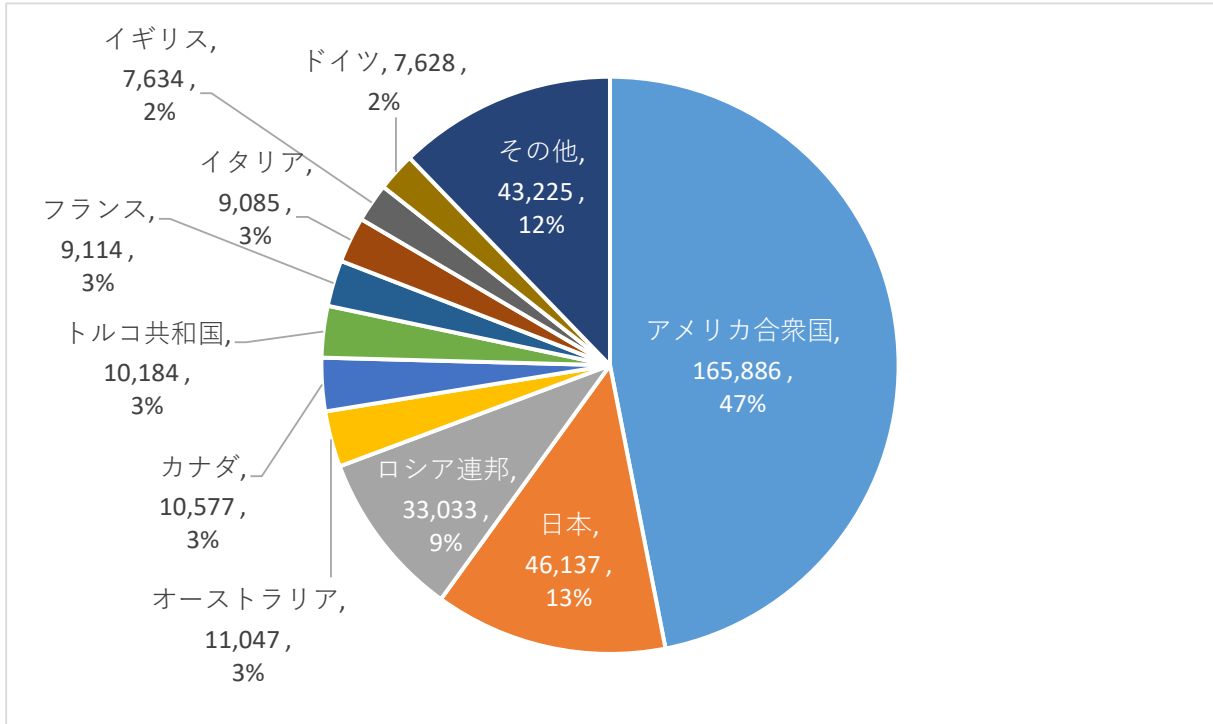


図 1 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の HFCs 排出量 (CO<sub>2</sub>eq(kt)、2022 年実績) の内訳

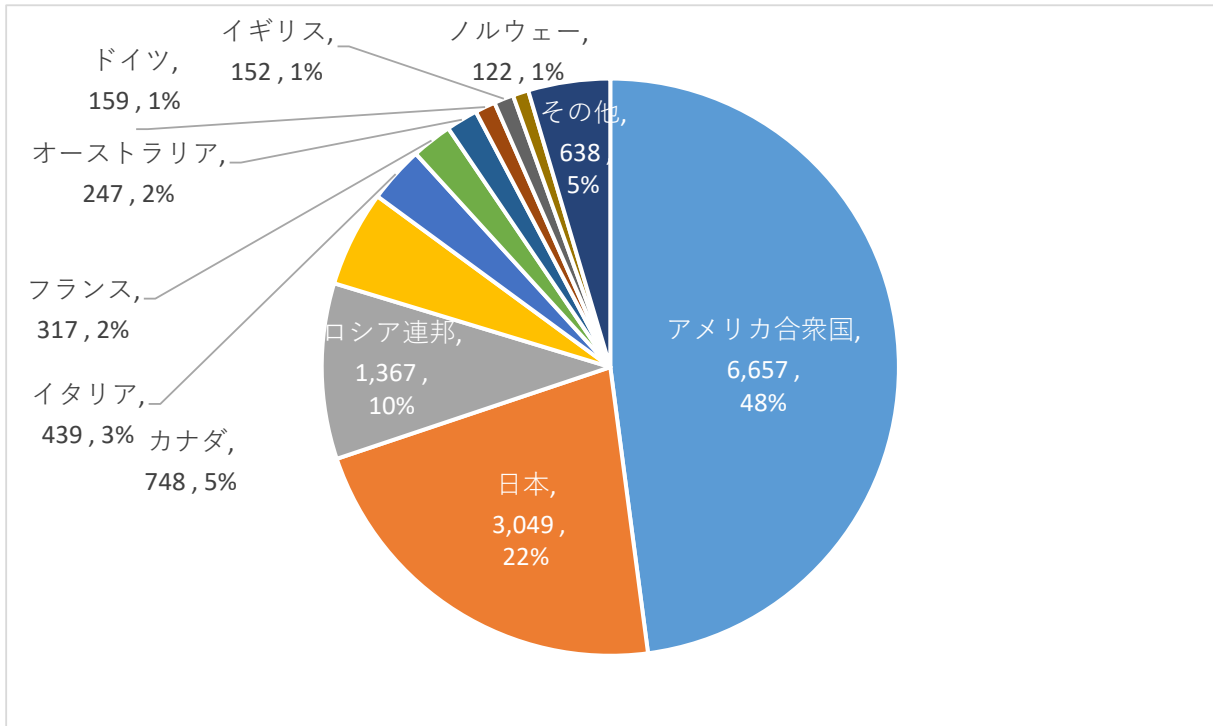


図 2 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の PFCs 排出量 (CO<sub>2</sub>eq(kt) 、2022 年実績) の内訳

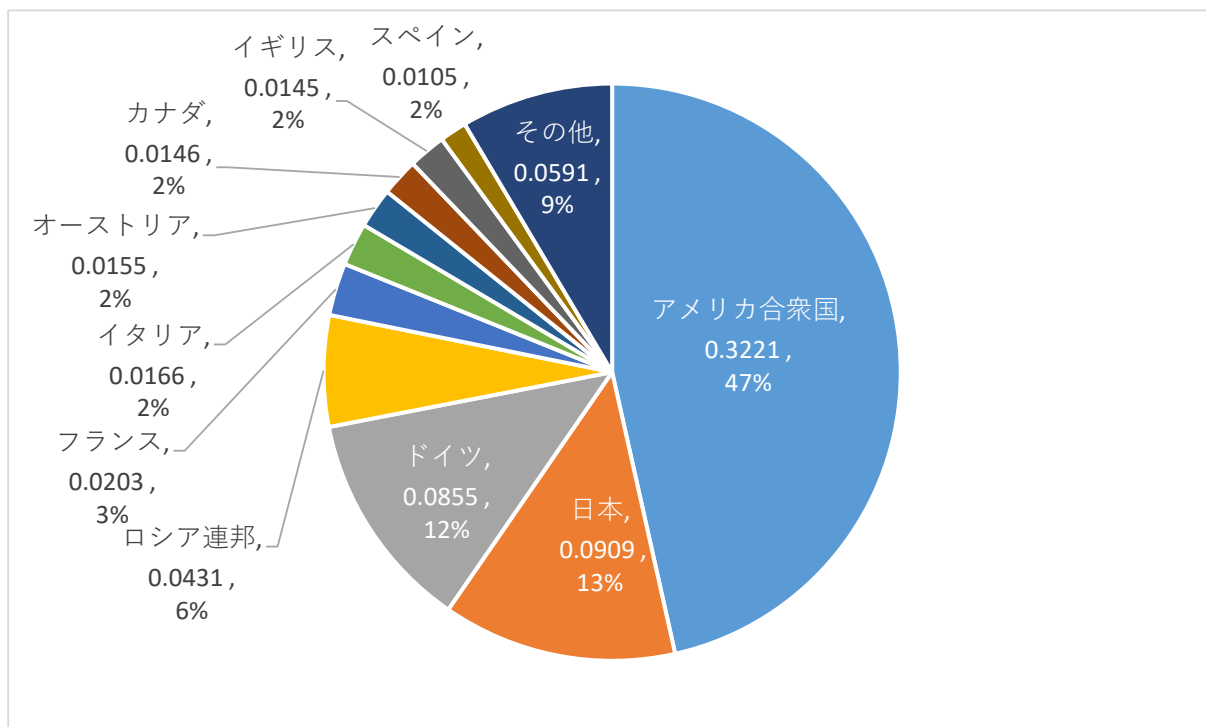


図 3 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の SF<sub>6</sub> 排出量 (kt、2022 年実績) の内訳

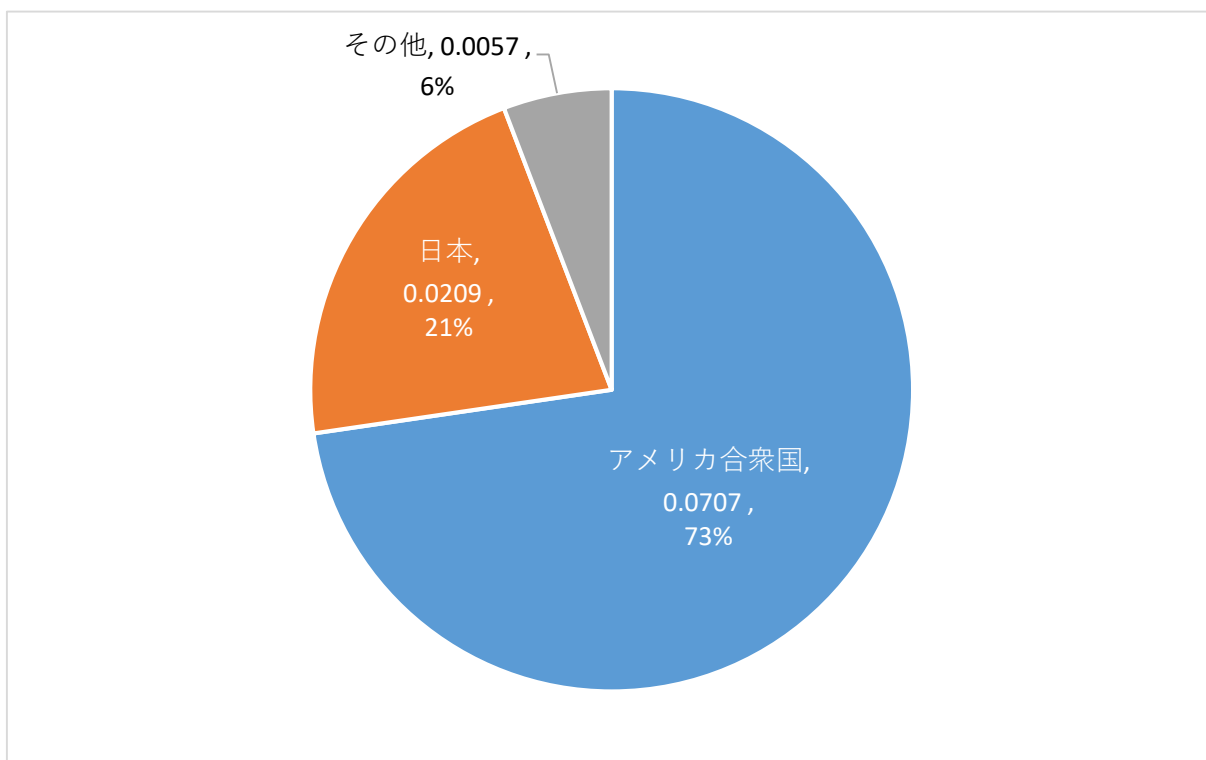


図 4 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の NF<sub>3</sub> 排出量 (kt、2022 年実績) の内訳

表 2 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の HFCs 及び PFCs 排出量のうち、「オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用 (2.F.)」の内訳と、工業プロセス分野全体の量に対する比率 (2022 年実績)

No	Party	附属書I国	うち、「オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用 (2.F.)」の内訳					
			HFCs		PFCs		Unspecified mix of HFCs and PFCs	
			CO <sub>2</sub> eq(kt)	全体比	CO <sub>2</sub> eq(kt)	全体比	CO <sub>2</sub> eq(kt)	全体比
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	<b>11,047</b>	<b>100%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
2	Austria	オーストリア	1,409	100%	NO	-	0	-
3	Belarus	ベラルーシ	FX	-	FX	-	FX	-
4	Belgium	ベルギー	2,148	97.0%	NO	-	NO	-
5	Bulgaria	ブルガリア	702	100%	NO	-	NO	-
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	<b>10,577</b>	<b>100%</b>	<b>8</b>	<b>1%</b>	<b>NA,NO</b>	<b>-</b>
7	Croatia	クロアチア	1,812	100%	0	-	0	-
8	Cyprus	キプロス	384	100%	0	-	0	-
9	Czechia	チェコ	3,609	100%	0.16	0%	NO	-
10	Denmark	デンマーク	261	100%	0.01	100%	NO	-
11	Estonia	エストニア	197	100%	0	-	0	-
12	European Union	欧州連合 (EU)	60,101	99.5%	84	6.0%	979	86.3%
13	Finland	フィンランド	760	100%	0.64	42%	NO	-
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	<b>9,085</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	<b>7,586</b>	<b>99%</b>	<b>4</b>	<b>2%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
16	Greece	ギリシャ	4,557	100%	24	28%	0	-
17	Hungary	ハンガリー	1,746	100%	2	100%	NO	-
18	Iceland	アイスランド	133	100%	0.065	0%	NO	-
19	Ireland	アイルランド	663	99.5%	NO	-	NO	-
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	<b>9,073</b>	<b>100%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	<b>45,966</b>	<b>99.6%</b>	<b>1,406</b>	<b>46.1%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
22	Kazakhstan	カザフスタン	2,649	100%	NO	-	0	-
23	Latvia	ラトビア	250	100%	NO	-	NO	-
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	8	100%	0.0010	100%	NO	-
25	Lithuania	リトアニア	536	100%	NO	-	NO	-
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	39	93.1%	NO	-	NO	-
27	Malta	マルタ	205	100%	0	100%	NO	-
28	Monaco	モナコ	6	100%	IE,NO	-	NO	-
29	Netherlands	オランダ	892	86.1%	0	-	0	-
30	New Zealand	ニュージーランド	1,498	100%	NO	-	0	-
31	Norway	ノルウェー	747	100%	NO	-	NO	-
32	Poland	ポーランド	4,442	100%	10	100%	NO	-
33	Portugal	ポルトガル	1,968	100%	30	100%	NO	-
34	Romania	ルーマニア	1,972	100%	0.018	1%	NO	-
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	<b>22,887</b>	<b>69.3%</b>	<b>237</b>	<b>17.3%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
36	Slovakia	スロバキア	481	100%	0	0%	NO	-
37	Slovenia	スロベニア	282	100%	NO	-	NO	-
38	Spain	スペイン	4,230	100%	13	94%	979	100%
39	Sweden	スウェーデン	811	100%	NO	-	NO	-
40	Switzerland	スイス	1,230	96.6%	2	8.6%	0	-
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	<b>10,184</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
42	Ukraine	ウクライナ	2,330	100%	NO	-	NO	-
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	<b>7,624</b>	<b>100%</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>	<b>NO</b>	<b>-</b>
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	<b>161,227</b>	<b>97.2%</b>	<b>25</b>	<b>0.4%</b>	<b>16,878</b>	<b>100%</b>
		合計 (EU除く)	338,213	95.7%	1,762	12.7%	17,857	99.1%

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

表 3 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の代替フロン等 4 ガスの種類別排出量  
(工業プロセス分野全体、2022 年実績) (1/5)

No	Party	附属書I国	HFC-23	HFC-32	HFC-41	HFC-43-10mee	HFC-125	HFC-134
			(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	55	422	NO	NO	963	5
2	Austria	オーストリア	2	113	0	NO	148	0
3	Belarus	ベラルーシ	FX	FX	FX,NO	FX,NO	FX	FX,NO
4	Belgium	ベルギー	6	166	0	NO	251	0
5	Bulgaria	ブルガリア	0	11	NO	NO	37	NA,NO
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	1	413	23	1	852	17
7	Croatia	クロアチア	0	310	NO	NO	247	NO
8	Cyprus	キプロス	NA	51	NA	NA	56	NA
9	Czechia	チェコ	1	688	NO	NO	354	NO
10	Denmark	デンマーク	NO	26	NO	NO	29	NO
11	Estonia	エストニア	0	10	NO	NO	22	NO
12	European Union	欧州連合 (EU)	56	5,286	0	2	6,257	0
13	Finland	フィンランド	0	47	NO	IE,NO	84	NO
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	1	980	NA,NO	NA,NO	1,012	NA,NO
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	4	354	NA,NO	IE,NA,NO	534	NA,NO
16	Greece	ギリシャ	6	418	NO	NO	725	NO
17	Hungary	ハンガリー	0	113	NO	NO	164	NO
18	Iceland	アイスランド	0	1	NO	NO	14	NO
19	Ireland	アイルランド	0	69	NO	NO	80	NO
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	21	897	NO	NO	984	NO
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	9	4,163	2	NA,NO	2,218	NA,NO
22	Kazakhstan	カザフスタン	NO	220	NO	NO	404	NO
23	Latvia	ラトビア	0	4	NA,NO	NA,NO	17	NA,NO
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	NO	1	NO	NO	1	NO
25	Lithuania	リトアニア	0	23	NO	NO	47	NO
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	NO	0	NO	2	1	NO
27	Malta	マルタ	0	15	NO	NO	22	NO
28	Monaco	モナコ	IE,NO	1	NO	NO	1	NO
29	Netherlands	オランダ	10	42	0	0	68	0
30	New Zealand	ニュージーランド	NO	183	0	0	200	0
31	Norway	ノルウェー	0	52	NO	NO	65	0
32	Poland	ポーランド	NO	175	NO	0	413	NO
33	Portugal	ポルトガル	NO	5	NO	NO	131	NO
34	Romania	ルーマニア	0	165	NO	NO	207	NO
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	845	1,198	NO	NO	2,619	NO
36	Slovakia	スロバキア	0	22	NO	NO	36	NO
37	Slovenia	スロベニア	NA,NO	18	NA,NO	NA,NO	29	NA,NO
38	Spain	スペイン	3	537	NO	NO	484	NO
39	Sweden	スウェーデン	NO	28	0	0	74	0
40	Switzerland	スイス	0	63	NO	0	116	NO
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	14	1,066	NA,NO	3	567	0
42	Ukraine	ウクライナ	NO	374	NO	NO	266	NO
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	1	612	NA,NO	10	825	NA,NO
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	252	15,683	2	1	22,809	1

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

表 3 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の代替フロン等 4 ガスの種類別排出量  
(工業プロセス分野全体、2022 年実績) (2/5)

No	Party	附属書I国	HFC-134a	HFC-143	HFC-143a	HFC-152	HFC-152a	HFC-161	HFC-227ea
			(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	<b>2,766</b>	<b>NO</b>	<b>645</b>	<b>NO</b>	<b>117</b>	<b>NO</b>	<b>35</b>
2	Austria	オーストリア	524	0	32	0	NO	0	1
3	Belarus	ベラルーシ	FX	FX,NO	FX	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO
4	Belgium	ベルギー	548	NO	100	NO	67	NO	7
5	Bulgaria	ブルガリア	343	NA,NO	26	NA,NO	NA,NO	NO	2
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	<b>3,058</b>	<b>1</b>	<b>411</b>	<b>NA,NO</b>	<b>1,809</b>	<b>NA,NO</b>	<b>38</b>
7	Croatia	クロアチア	442	NO	50	NO	NO	NO	1
8	Cyprus	キプロス	105	NA	5	NA	NA	NA	3
9	Czechia	チェコ	1,326	NO	53	NO	1	NO	4
10	Denmark	デンマーク	80	NO	9	NO	4	NO	1
11	Estonia	エストニア	36	NO	15	NO	6	NO	1
12	European Union	欧州連合 (EU)	17,511	0	2,086	0	2,060	0	676
13	Finland	フィンランド	143	NO	56	NO	24	NO	0
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	<b>2,788</b>	<b>NA,NO</b>	<b>255</b>	<b>NA,NO</b>	<b>148</b>	<b>NA,NO</b>	<b>64</b>
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	<b>3,158</b>	<b>NA,NO</b>	<b>230</b>	<b>NA,NO</b>	<b>58</b>	<b>NA,NO</b>	<b>34</b>
16	Greece	ギリシャ	800	NO	114	NO	1,191	NO	46
17	Hungary	ハンガリー	520	NO	87	NO	1	NO	6
18	Iceland	アイスランド	16	NO	14	NO	NO	NO	0
19	Ireland	アイルランド	158	NO	23	NO	9	NO	13
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	<b>1,857</b>	<b>NO</b>	<b>229</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>412</b>
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	<b>2,011</b>	<b>NA,NO</b>	<b>64</b>	<b>NA,NO</b>	<b>30</b>	<b>NA,NO</b>	<b>53</b>
22	Kazakhstan	カザフスタン	332	NO	164	NO	NO	NO	NO
23	Latvia	ラトビア	92	NA,NO	15	NA,NO	0	NA,NO	0
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	2	NO	0	NO	0	NO	NO
25	Lithuania	リトアニア	179	NO	20	NO	NO	NO	3
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	28	NO	0	NO	1	NO	NO
27	Malta	マルタ	59	NO	8	0	NO	NO	0
28	Monaco	モナコ	2	NO	0	NO	0	NO	0
29	Netherlands	オランダ	316	0	25	0	0	0	0
30	New Zealand	ニュージーランド	380	0	48	0	1	0	3
31	Norway	ノルウェー	275	0	24	NO	1	NO	0
32	Poland	ポーランド	670	NO	417	NO	58	NO	27
33	Portugal	ポルトガル	591	NO	131	NO	321	NO	32
34	Romania	ルーマニア	708	NO	57	NO	4	NO	3
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	<b>4,493</b>	<b>NO</b>	<b>1,431</b>	<b>NO</b>	<b>647</b>	<b>NO</b>	<b>174</b>
36	Slovakia	スロバキア	173	NO	22	NO	0	NO	4
37	Slovenia	スロベニア	86	NA,NO	14	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0
38	Spain	スペイン	1,480	NO	60	NO	148	NO	12
39	Sweden	スウェーデン	303	0	33	0	18	0	1
40	Switzerland	スイス	428	NO	60	NO	0	NO	1
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	<b>4,243</b>	<b>NA,NO</b>	<b>233</b>	<b>NA,NO</b>	<b>2,136</b>	<b>NA,NO</b>	<b>120</b>
42	Ukraine	ウクライナ	796	NO	19	NO	453	NO	13
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	<b>2,167</b>	<b>NA,NO</b>	<b>233</b>	<b>NA,NO</b>	<b>235</b>	<b>NA,NO</b>	<b>139</b>
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	<b>37,382</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>6,260</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>11</b>	<b>IE,NA,NE,NO</b>	<b>23</b>

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

表 3 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の代替フロン等 4 ガスの種類別排出量  
(工業プロセス分野全体、2022 年実績) (3/5)

No	Party	附属書I国	HFC-236cb	HFC-236ea	HFC-236fa	HFC-245ca	HFC-245fa	HFC-365mfc	Unspecified mix of HFCs	
			(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	CO <sub>2</sub> eq (kt)	
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>		<b>6</b>	<b>NO</b>	<b>107</b>	<b>74</b>	<b>NO</b>
2	Austria	オーストリア	0	0	0	0	2	2		3
3	Belarus	ベラルーシ	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO
4	Belgium	ベルギー	NO	NO		0	0	16	NO	
5	Bulgaria	ブルガリア	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>		<b>0</b>	<b>NA,NO</b>	<b>1,087</b>	<b>381</b>	<b>NA,NO</b>
7	Croatia	クロアチア	NO	NO		0	NO		1	NO
8	Cyprus	キプロス	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9	Czechia	チェコ	NO	NO		3	0	NO		0
10	Denmark	デンマーク	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
11	Estonia	エストニア	NO	NO	NO	NO	NO		1	NO
12	European Union	欧州連合 (EU)	0	0	14	0	536	287		162
13	Finland	フィンランド	NO	NO	NO	NO	0		1	4
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>		<b>68</b>	<b>84</b>	<b>24</b>
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>		<b>5</b>	<b>NA,NO</b>	<b>225</b>	<b>96</b>	<b>NA,NO</b>
16	Greece	ギリシャ	NO	NO	NO	NO	NO	NO		0
17	Hungary	ハンガリー	NO	NO	NO	NO	NO		35	NO
18	Iceland	アイスランド	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
19	Ireland	アイルランド	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>		<b>231</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>		<b>2,054</b>	<b>885</b>	<b>30,605</b>
22	Kazakhstan	カザフスタン	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
23	Latvia	ラトビア	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO		1	NA,NO
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	NO	NO	NO	NO	NO		0	NO
25	Lithuania	リトアニア	NO	NO		0	0	37	NO	NO
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
27	Malta	マルタ	NO	NO	NO	NO	0	0	NO	NO
28	Monaco	モナコ	NO	NO	NO	NO	0	0	NO	NO
29	Netherlands	オランダ	0	0	0	0	0	0		132
30	New Zealand	ニュージーランド	0	0	0	0	3	3		0
31	Norway	ノルウェー	NO	NO	NO	NO	NO	NO		28
32	Poland	ポーランド	NO	NO		5	NO	NO	NO	NO
33	Portugal	ポルトガル	NO	NO		0	NO	NO	NO	NO
34	Romania	ルーマニア	NO	NO	NO	NO	NO		0	NO
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>		<b>24</b>	<b>52</b>	<b>NO</b>
36	Slovakia	スロバキア	NO	NO		1	0		0	NO
37	Slovenia	スロベニア	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
38	Spain	スペイン	NO	NO		0	8	13	NO	
39	Sweden	スウェーデン	0	0	0	0	0	0		0
40	Switzerland	スイス	NO	NO		0	0	14	NA,NO	
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>NA,NO</b>
42	Ukraine	ウクライナ	NO	NO	NO	NO	2	2	NO	
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>		<b>74</b>	<b>102</b>	<b>NA,NE,NO</b>
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>IE,NA,NE,NO</b>		<b>73</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>41</b>	<b>IE,NA,NE,NO</b>	<b>487</b>

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

表 3 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の代替フロン等 4 ガスの種類別排出量  
(工業プロセス分野全体、2022 年実績) (4/5)

No	Party	附属書I国	CF4	C2F6	C 3F8	C4F10	c-C4F8	C5F12	C6F14
			(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	29	5	NO	NO	NO	NO	NO
2	Austria	オーストリア	NO	NO	NO	NO	0	NO	0
3	Belarus	ベラルーシ	FX	FX	FX	FX	FX	FX,NO	FX,NO
4	Belgium	ベルギー	12	1	0	1	0	0	0
5	Bulgaria	ブルガリア	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	96	10	0	NA,NE,NO	0	NA,NE,NO	NA,NE,NO
7	Croatia	クロアチア	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
8	Cyprus	キプロス	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9	Czechia	チェコ	2	3	0	NO	NO	NO	0
10	Denmark	デンマーク	0	NO	NO	NO	NO	NO	NO
11	Estonia	エストニア	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
12	European Union	欧州連合 (EU)	117	19	6	2	3	0	0
13	Finland	フィンランド	IE,NO	0	0	NO	IE,NO	NO	NO
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	8	3	NA,NO	NA,NO	0	NA,NO	NA,NO
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	15	4	1	NA,NO	1	NA,NO	IE,NA,NO
16	Greece	ギリシャ	8	3	NO	NO	NO	NO	NO
17	Hungary	ハンガリー	NO	0	0	0	0	0	NO
18	Iceland	アイスランド	9	1	0	NO	NO	NO	NO
19	Ireland	アイルランド	6	1	NO	NO	0	NO	NO
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	60	2	0	NO	2	NO	NO
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	1	1	IE,NA,NE,NO	NA,NO	IE,NA,NO	NA,NO	8
22	Kazakhstan	カザフスタン	1	0	NO	NO	NO	NO	NO
23	Latvia	ラトビア	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	NO	NO	0	NO	NO	NO	NO
25	Lithuania	リトアニア	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
27	Malta	マルタ	NO	0	0	NO	NO	NO	NO
28	Monaco	モナコ	NO	NO	IE,NO	NO	NO	NO	NO
29	Netherlands	オランダ	NO	NO	0	0	0	0	0
30	New Zealand	ニュージーランド	6	1	0	0	0	0	0
31	Norway	ノルウェー	16	2	NO	NO	NO	NO	NO
32	Poland	ポーランド	NO	NO	NO	1	NO	NO	NO
33	Portugal	ポルトガル	NO	0	3	NO	NO	NO	NO
34	Romania	ルーマニア	0	0	0	NO	NO	NO	NO
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	153	10	2	NO	24	NO	NO
36	Slovakia	スロバキア	1	0	NO	NO	NO	NO	NO
37	Slovenia	スロベニア	0	0	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
38	Spain	スペイン	0	0	1	0	NO	NO	NO
39	Sweden	スウェーデン	4	1	NO	0	0	0	0
40	Switzerland	スイス	0	0	1	0	0	NO	2
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	1	0	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
42	Ukraine	ウクライナ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	5	2	10	NA,NO	0	NA,NO	NA,NO
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	510	117	32	0	146	0	16

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

表 3 附属書 I 国における 2024 年インベントリ報告の代替フロン等 4 ガスの種類別排出量  
(工業プロセス分野全体、2022 年実績) (5/5)

No	Party	附属書I国	C10F18	c-C3F6	Unspecified mix of PFCs	Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF6	NF3
			(t)	(t)	CO <sub>2</sub> eq (kt)	CO <sub>2</sub> eq (kt)	(t)	(t)
1	<b>Australia</b>	<b>オーストラリア</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>7</b>	<b>NO</b>
2	Austria	オーストリア	0	0	26	NO	16	1
3	Belarus	ベラルーシ	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX,NO	FX	FX,NO
4	Belgium	ベルギー	NO	NO	NO	NO	4	0
5	Bulgaria	ブルガリア	NO	NO	NO	NO	1	NO
6	<b>Canada</b>	<b>カナダ</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
7	Croatia	クロアチア	NO	NO	NO	NO	0	NO
8	Cyprus	キプロス	NA	NA	NA	NA	1	NA
9	Czechia	チェコ	NO	NO	NO	NO	3	0
10	Denmark	デンマーク	NO	NO	NO	NO	1	NO
11	Estonia	エストニア	NO	NO	NO	NO	0	NO
12	European Union	欧州連合 (EU)	0	0	302	1,135	183	5
13	Finland	フィンランド	NO	NO	1	NO	1	NO
14	<b>France</b>	<b>フランス</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>223</b>	<b>NA,NO</b>	<b>20</b>	<b>2</b>
15	<b>Germany</b>	<b>ドイツ</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>134</b>	<b>86</b>	<b>1</b>
16	Greece	ギリシャ	NO	NO	NO	NO	0	NO
17	Hungary	ハンガリー	0	0	NO	NO	5	NO
18	Iceland	アイスランド	NO	NO	NO	NO	0	NO
19	Ireland	アイルランド	NO	NO	NO	NO	1	1
20	<b>Italy</b>	<b>イタリア</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>1</b>
21	<b>Japan</b>	<b>日本</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>2,976</b>	<b>NA,NO</b>	<b>91</b>	<b>21</b>
22	Kazakhstan	カザフスタン	NO	NO	NO	NO	0	NO
23	Latvia	ラトビア	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	1	NA,NO
24	Liechtenstein	リヒテンシュタイン	NO	NO	NO	NO	0	NO
25	Lithuania	リトアニア	NO	NO	NO	NO	0	NO
26	Luxembourg	ルクセンブルグ	NO	NO	NO	NO	0	NO
27	Malta	マルタ	NO	NO	NO	NO	0	NO
28	Monaco	モナコ	NO	NO	NO	NO	0	NO
29	Netherlands	オランダ	0	0	52	NO	5	IE
30	New Zealand	ニュージーランド	0	0	0	NA	1	0
31	Norway	ノルウェー	NO	NO	NO	NO	3	NO
32	Poland	ポーランド	NO	NO	NO	NO	5	NO
33	Portugal	ポルトガル	NO	NO	NO	NO	1	NO
34	Romania	ルーマニア	NO	NO	NO	NO	2	NO
35	<b>Russian Federation</b>	<b>ロシア連邦</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>43</b>	<b>0</b>
36	Slovakia	スロバキア	NO	NO	NO	NO	1	NO
37	Slovenia	スロベニア	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	1	NA,NO
38	Spain	スペイン	NO	NO	NO	979	10	NO
39	Sweden	スウェーデン	0	0	0	NO	2	NO
40	Switzerland	スイス	NO	NO	0	NA	2	0
41	<b>Türkiye</b>	<b>トルコ共和国</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>9</b>	<b>NA,NO</b>
42	Ukraine	ウクライナ	NO	NO	NO	NO	2	NO
43	<b>United Kingdom</b>	<b>イギリス</b>	<b>NA,NO</b>	<b>NA,NO</b>	<b>2</b>	<b>NA,NO</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
44	<b>United States</b>	<b>アメリカ合衆国</b>	<b>0</b>	<b>NA,NE,NO</b>	<b>180</b>	<b>16,878</b>	<b>322</b>	<b>71</b>

※HFCs 排出量の上位 10 か国は赤字とした。

### 3. 2023 年インベントリの集計等の調査

1995 年から 2023 年までの代替フロン等 4 ガスの推計排出量は次頁の表 4 とおりである。

表 4 1995 年から 2023 年における代替フロン等 4 ガスの推計排出量（京都議定書対象ガスのみ集計）

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>(1)HFC等製造に係る事項</b>		24.0	22.2	20.0	18.5	18.1	15.9	12.4	9.0	7.8	3.5
HFC-23(HCFC-22製造時副生)	HFC	18.0	16.5	15.6	14.6	14.9	13.1	9.9	6.5	5.3	1.1
その他HFC	HFC	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
PFC	PFC	0.8	1.1	1.5	1.5	1.4	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0
SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	4.6	4.1	2.5	2.1	1.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
NF <sub>3</sub>	NF <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>(2)発泡・断熱材に係る事項</b>		0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.8
ウレタン発泡	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
押出発泡ポリスチレン	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
高発泡ポリエチレン	HFC	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
フェノールフォーム	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>(3)エアゾール等に係る事項</b>		1.4	2.1	2.6	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.2
エアゾール製造等	HFC	1.4	2.1	2.6	2.9	2.8	2.8	2.6	2.6	2.5	2.0
MDI製造等	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
<b>(4)冷凍空調機器に係る事項</b>		0.8	1.2	1.6	1.9	2.3	2.7	3.2	3.9	4.7	5.9
業務用冷凍空調機器	HFC	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.6	1.2	1.9
自動販売機	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
カーエアコン	HFC	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.8	2.9	2.9
家庭用エアコン	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8
家庭用冷蔵庫	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
<b>(5)洗浄剤・溶剤に係る事項</b>		11.7	11.5	11.4	8.2	4.8	2.9	2.9	2.3	2.1	2.2
電子部品等洗浄	PFC	0.4	0.4	0.5	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>(6)半導体等製造に係る事項</b>		5.3	6.2	7.7	7.9	8.6	9.2	7.2	7.4	7.4	7.9
HFC	HFC	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
PFC	PFC	3.5	4.1	5.2	5.3	5.7	6.1	4.7	4.8	4.7	5.0
SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.5	2.0	2.1	2.1	2.2
NF <sub>3</sub>	NF <sub>3</sub>	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
<b>(7)電気絶縁ガス使用機器に係る事項</b>		10.8	11.6	10.3	9.1	5.0	3.0	2.2	1.7	1.4	1.2
製造	SF <sub>6</sub>	9.4	9.9	8.3	7.6	4.1	2.4	1.6	1.3	1.0	0.8
使用	SF <sub>6</sub>	1.4	1.7	1.9	1.5	0.9	0.6	0.6	0.3	0.4	0.4
<b>(8)金属製品に係る事項</b>		0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1
マグネシウム casting	SF <sub>6</sub>	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アルミニウム精錬	PFC	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>(9)消火剤に係る事項</b>		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
消火剤	HFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HFC		21.5	21.1	21.0	20.5	21.0	19.8	16.9	14.2	14.1	10.8
PFC		16.3	16.8	18.3	15.1	11.9	10.5	8.8	8.2	8.0	8.3
SF <sub>6</sub>		16.8	17.4	15.0	13.6	9.5	7.3	6.1	5.7	5.4	5.3
NF <sub>3</sub>		0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
合計		54.8	55.5	54.4	49.4	42.7	37.9	32.0	28.5	27.8	24.8

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
4.0	4.4	3.8	3.8	2.0	1.8	2.0	1.6	1.7	1.2	0.6	0.7	0.5	0.3	0.2
0.5	0.7	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1.0	1.0	0.9	0.6	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1.0	1.3	1.2	1.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.5	1.2	1.4	0.9	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0
0.8	1.1	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.6
0.6	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.6	1.1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5
1.3	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7.1	8.2	9.7	10.9	12.2	13.8	15.4	17.3	18.9	21.0	23.3	24.7	25.6	26.5	27.9
2.8	3.9	5.0	5.6	6.5	7.6	8.7	9.8	10.8	12.2	13.9	14.7	15.1	15.9	17.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3
1.1	1.5	1.9	2.3	2.7	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.8	7.4	7.9	8.2	8.6
0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0
2.6	2.5	2.2	1.5	1.3	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.7	6.8	6.1	4.6	2.9	3.2	2.7	2.4	2.2	2.3	2.3	2.5	2.6	2.6	2.5
0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
4.3	4.6	4.1	3.1	1.9	2.0	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.6
1.9	1.6	1.3	1.0	0.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.2	1.1	1.1	0.7	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
1.1	1.0	1.1	0.6	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.7	11.7	12.8	14.2	14.9	16.4	18.1	19.9	21.6	23.8	26.2	27.9	28.9	29.8	31.4
7.8	8.2	7.2	5.2	3.7	3.8	3.4	3.1	3.0	3.1	3.0	3.1	3.2	3.2	3.1
5.0	5.0	4.5	3.8	1.9	2.0	1.7	1.6	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.4	1.4
1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.4	1.7	1.4	1.5	1.0	0.5	0.6	0.4	0.3	0.3
24.8	26.2	25.9	24.6	21.7	23.6	24.8	26.1	27.6	29.3	31.3	33.1	34.0	34.7	36.1

(百万 t-CO<sub>2</sub>)

2020	2021	2022	2023
0.3	0.4	0.2	0.2
0.1	0.1	0.0	0.0
0.1	0.1	0.1	0.1
0.1	0.1	0.1	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
2.6	2.6	2.6	2.6
2.4	2.4	2.4	2.4
0.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.1	0.1	0.1
0.0	0.0	0.0	0.0
0.6	0.6	0.4	0.3
0.4	0.3	0.2	0.1
0.2	0.2	0.2	0.2
29.0	29.6	29.1	27.9
17.8	18.1	17.4	16.5
0.0	0.0	0.0	0.0
2.3	2.2	2.1	2.0
8.9	9.3	9.6	9.4
0.0	0.0	0.0	0.0
1.3	1.3	1.4	1.7
0.0	0.1	0.1	0.1
2.7	2.3	2.3	1.9
0.2	0.1	0.1	0.1
1.7	1.5	1.5	1.3
0.5	0.4	0.4	0.3
0.3	0.3	0.3	0.2
0.6	0.6	0.6	0.7
0.1	0.1	0.1	0.1
0.5	0.5	0.5	0.5
0.3	0.3	0.3	0.2
0.3	0.3	0.3	0.2
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
32.5	33.1	32.3	31.0
3.2	2.8	3.0	3.0
1.4	1.4	1.3	1.2
0.3	0.3	0.3	0.2
37.4	37.7	36.9	35.4

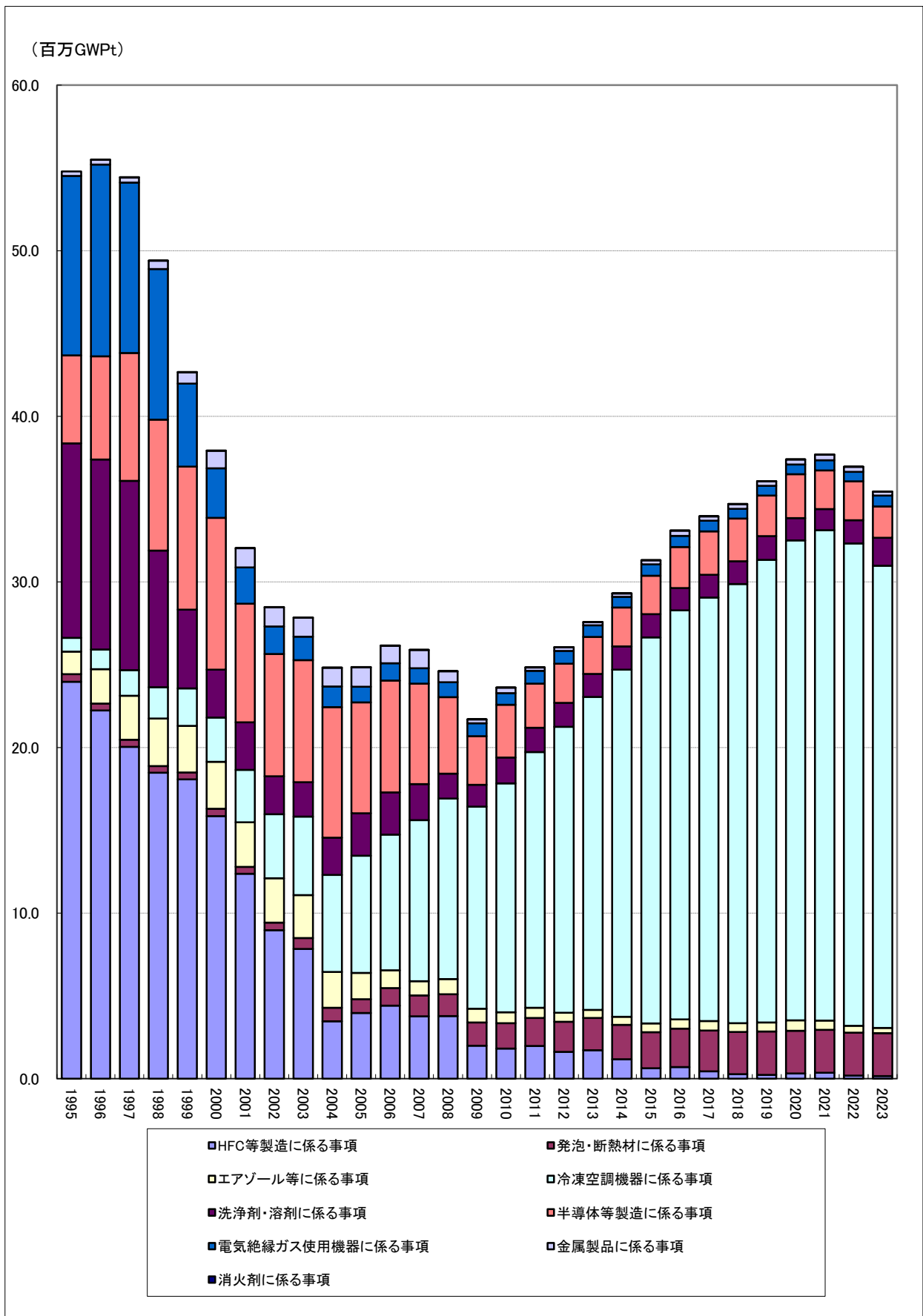


図 5 代替フロン等 4 ガスの分野別推計排出量の推移 (京都議定書対象ガスのみ集計)

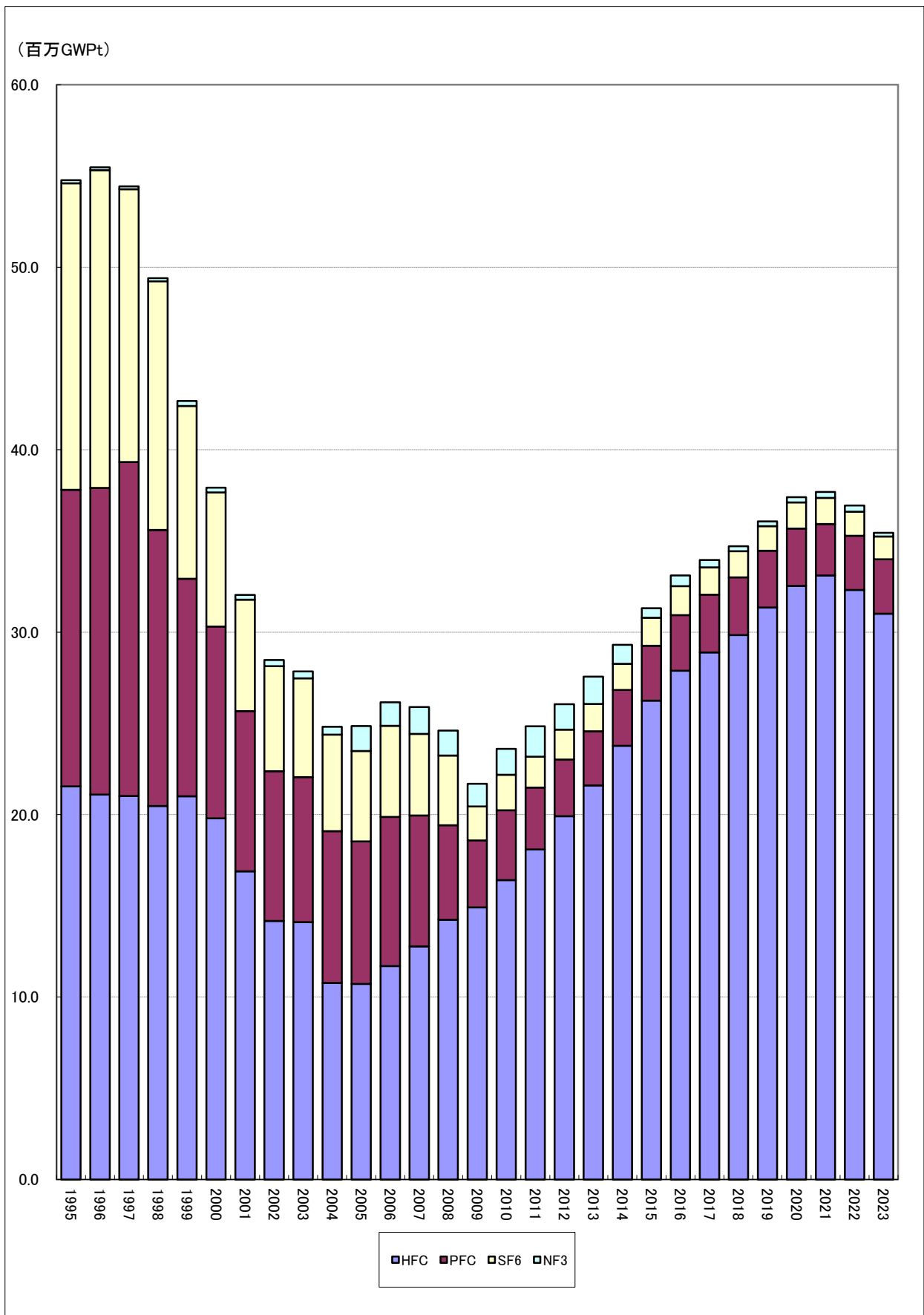


図 6 代替フロン等 4 ガスのガス別推計排出量の推移 (京都議定書対象ガスのみ集計)

推計に用いた数値情報は以下の通りである。

1. HFC等製造に係る事項

■総実排出量の推移(京都議定書対象ガス)

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単 位	実排出量										
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	
製造時等	HFC-23(HCFC-22副生)	(百万t-CO <sub>2</sub> )	17.980	16.529	15.574	14.607	14.942	13.144	9.895	6.460	5.323	1.079	
		(t)	1,450	1,333	1,256	1,178	1,205	1,060	798	521	429	87	
	HFCs(HFC-23を除く)	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.500	0.476	0.383	0.272	0.162	0.258	0.390	0.373	0.469	0.514	
		(t)	342	320	263	169	81	152	230	280	266	283	
	PFCs	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.840	1.098	1.531	1.493	1.425	1.499	1.207	1.147	1.109	0.998	
		(t)	107	141	201	199	166	181	143	130	121	110	
	SF <sub>6</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	4.630	4.113	2.538	2.068	1.504	0.846	0.776	0.846	0.799	0.752	
		(t)	197	175	108	88	64	36	33	36	34	32	
	NF <sub>3</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.016	0.016	0.016	0.032	0.048	0.113	0.113	0.145	0.129	0.130	
		(t)	1	1	1	2	3	7	7	9	8	8	
	総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	23.965	22.232	20.042	18.472	18.082	15.860	12.381	8.971	7.830	3.473

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項 目	単 位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
HCFC-22製造時	HCFC-22の生産量	(t)	81,000	79,489	80,265	85,487	94,525	95,271	88,157	72,787	77,310	61,900
	HFC-23副生率	(%)	2.13%	2.04%	2.09%	1.95%	1.75%	1.70%	1.39%	1.54%	1.65%	1.94%
	HCFC-22生産に対する排出割合	(%)	1.79%	1.68%	1.56%	1.38%	1.27%	1.11%	0.91%	0.72%	0.56%	0.14%
HFC製造時	HFCの生産量	(t)	27,981	25,030	23,785	21,076	26,686	29,506	38,352	43,698	49,113	51,955
	HFCの生産量に対する排出割合	(%)	1.22%	1.28%	1.10%	0.80%	0.30%	0.51%	0.60%	0.64%	0.54%	0.55%
PFC製造時	PFCの生産量	(t)	1,147	1,345	1,483	1,790	1,855	2,316	2,140	2,270	2,591	2,899
	PFCの生産量に対する排出割合	(%)	9.29%	10.48%	13.55%	11.12%	8.94%	7.82%	6.66%	5.71%	4.68%	3.79%
SF <sub>6</sub> 製造時	SF <sub>6</sub> の生産量	(t)	2,392	2,420	2,542	2,440	1,838	1,556	1,666	1,642	1,757	1,895
	SF <sub>6</sub> の生産量に対する排出割合	(%)	8.24%	7.23%	4.25%	3.61%	3.48%	2.31%	1.98%	2.19%	1.94%	1.69%
NF <sub>3</sub> 製造時	NF <sub>3</sub> の生産量	(t)	37	45	50	62	107	208	274	371	487	609
	NF <sub>3</sub> の生産量に対する排出割合	(%)	2.70%	2.22%	2.00%	3.23%	2.80%	3.37%	2.55%	2.43%	1.64%	1.33%

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
0.491	0.696	0.231	0.497	0.042	0.045	0.014	0.015	0.014	0.020	0.025	0.020	0.032	0.010	0.011
40	56	19	40	3	4	1	1	1	2	2	2	3	1	1
0.401	0.324	0.317	0.273	0.206	0.110	0.132	0.103	0.113	0.085	0.070	0.131	0.081	0.075	0.103
244	218	247	205	136	101	116	90	91	82	72	91	67	63	87
0.955	0.996	0.889	0.592	0.418	0.227	0.187	0.134	0.100	0.097	0.104	0.088	0.073	0.079	0.058
107	112	99	67	46	25	24	16	13	13	13	12	9	10	7
0.959	1.343	1.179	1.267	0.240	0.195	0.136	0.127	0.096	0.063	0.054	0.052	0.042	0.047	0.041
41	57	50	54	10	8	6	5	4	3	2	2	2	2	2
1.161	1.051	1.150	1.145	1.075	1.238	1.499	1.230	1.391	0.903	0.378	0.404	0.219	0.054	0.018
72	65	71	71	67	77	93	76	86	56	24	25	14	3	1
3.966	4.411	3.764	3.773	1.982	1.815	1.968	1.609	1.714	1.169	0.631	0.694	0.447	0.266	0.232

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
65,715	65,905	61,197	60,401	26,682	46,149	45,314	54,388	47,546	51,753	49,116	48,833	52,646	56,933	57,872
1.90%	1.94%	1.82%	2.00%	2.34%	2.01%	1.53%	1.60%	1.41%	1.46%	1.46%	1.38%	1.47%	1.80%	1.88%
0.06%	0.09%	0.03%	0.07%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
56,889	48,135	49,318	47,800	29,932	30,647	33,438	27,732	24,116	21,596	24,015	20,088	21,614	22,944	23,133
0.43%	0.45%	0.50%	0.43%	0.45%	0.33%	0.35%	0.33%	0.38%	0.38%	0.30%	0.45%	0.31%	0.27%	0.38%
2,726	3,211	3,216	2,802	2,028	2,800	2,670	2,446	2,612	2,783	2,842	2,987	2,961	3,026	2,964
3.93%	3.49%	3.08%	2.38%	2.25%	0.89%	0.89%	0.67%	0.50%	0.46%	0.47%	0.39%	0.31%	0.33%	0.24%
2,313	2,787	2,723	2,647	2,562	2,201	1,993	2,230	2,128	1,997	2,027	2,003	1,680	1,658	1,573
1.76%	2.05%	1.84%	2.04%	0.40%	0.38%	0.29%	0.24%	0.19%	0.14%	0.11%	0.11%	0.11%	0.12%	0.11%
1,663	2,390	3,028	3,353	2,887	3,642	3,612	3,501	4,148	4,660	4,963	4,366	4,649	4,719	3,829
4.34%	2.73%	2.36%	2.12%	2.31%	2.11%	2.58%	2.18%	2.08%	1.20%	0.47%	0.57%	0.29%	0.07%	0.03%

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.118	0.110	0.004	0.002
10	9	0	0
0.064	0.104	0.057	0.080
59	82	53	65
0.067	0.072	0.067	0.037
8	9	8	5
0.054	0.047	0.034	0.024
2	2	1	1
0.014	0.022	0.019	0.014
1	1	1	1
0.317	0.355	0.180	0.156

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
44,733	53,326	55,255	50,900
2.06%	1.81%	2.04%	2.01%
0.02%	0.02%	0.00%	0.00%
18,597	20,769	19,023	16,419
0.32%	0.40%	0.28%	0.40%
3,102	3,518	3,527	2,795
0.26%	0.25%	0.23%	0.17%
1,260	1,307	1,230	945
0.18%	0.15%	0.12%	0.11%
4,037	4,191	4,172	3,006
0.02%	0.03%	0.03%	0.03%

2. 発泡・断熱材に係る事項

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
ウレタンフォーム製造等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.033	0.046	0.062	0.070
		(t)	0	0	0	0	0	17	25	36	48	54
	HFC-245fa	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.164
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
	HFC-365mfc	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
押出発泡ポリスチレンフォーム製造等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.011	0.208	0.175
		(t)	0	0	0	0	0	0	3	9	160	134
高発泡ポリスチレンフォーム製造等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.450	0.410	0.425	0.410	0.413	0.419	0.374	0.389	0.382	0.330
		(t)	346	315	327	315	318	322	288	299	294	254
	HFC-152a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		(t)	14	13	4	0	0	0	0	0	0	0
フェノールフォーム製造等	HFC-245fa	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HFC-365mfc	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.452	0.411	0.426	0.410	0.413	0.440	0.410	0.446	0.652	0.799

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値										
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	
ウレタンフォーム製造等	HFCの使用量	HFC-134a	(t)	0	0	0	0	0	167	177	201	233	190
		HFC-245fa	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,912
		HFC-365mfc	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	739
	発泡時漏洩率	(%)	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	
	使用時HFC年間排出率	(%)	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	
押出発泡ポリスチレンフォーム製造等	HFCの使用量	HFC-134a	(t)	0	0	0	0	0	0	10	35	638	517
		フォーム製品化率	(%)	-	-	-	-	-	-	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%
	使用時HFC年間排出率	(%)	-	-	-	-	-	-	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	
高発泡ポリエチレンフォーム製造等	HFCの使用量	HFC-134a	(t)	346	315	327	315	318	322	288	299	294	254
		HFC-152a	(t)	14	13	4	0	0	0	0	0	0	0
フェノールフォーム製造等	HFCの使用量	HFC-245fa	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		HFC-365mfc	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
0.086	0.103	0.113	0.116	0.120	0.121	0.125	0.124	0.126	0.125	0.126	0.125	0.125	0.125	0.125
66	80	87	90	92	93	96	96	97	97	97	96	96	96	96
0.408	0.577	0.728	0.799	0.865	0.953	1.064	1.166	1.263	1.359	1.431	1.547	1.648	1.728	1.756
475	672	849	932	1,008	1,111	1,240	1,359	1,472	1,584	1,668	1,803	1,921	2,014	2,047
0.132	0.194	0.241	0.269	0.288	0.322	0.360	0.396	0.427	0.456	0.480	0.509	0.539	0.563	0.587
164	241	299	335	358	401	448	492	531	567	597	634	670	700	730
0.020	0.014	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
16	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.166	0.156	0.156	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
128	120	120	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.812	1.044	1.250	1.327	1.285	1.408	1.561	1.698	1.827	1.952	2.049	2.193	2.324	2.429	2.480

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
224	259	216	145	109	66	65	34	28	14	12	0	0	0	0
3,893	4,111	4,024	3,044	2,440	2,365	2,597	2,613	2,570	2,533	2,230	2,577	2,596	2,365	1,626
1,311	1,492	1,401	1,122	847	900	960	977	921	866	779	794	802	744	702
10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%
26	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%
0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
128	120	120	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.125	0.115	0.105	0.093
96	89	81	72
1.732	1.751	1.763	1.771
2,019	2,040	2,054	2,064
0.572	0.578	0.582	0.584
711	719	724	726
0.012	0.012	0.012	0.012
9	9	9	9
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
2.442	2.456	2.462	2.459

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
0	0	0	0
618	551	445	336
203	186	151	105
10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
4.5%	4.5%	4.5%	4.5%
0	0	0	0
75.0%	75.0%	75.0%	75.0%
0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

3.エアゾール等に係る事項

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単 位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
エアゾール製造等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	1.365	2.083	2.646	2.858	2.788	2.778	2.591	2.564	2.406	1.845
		(t)	1,050	1,603	2,036	2,199	2,145	2,137	1,993	1,972	1,851	1,420
	HFC-152a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.011	0.022	0.055	0.116
		(t)	0	0	0	0	0	18	79	159	399	838
	HFC-245fa	(百万t-CO <sub>2</sub> )										0.000
		(t)										0
	HFC-365mfc	(百万t-CO <sub>2</sub> )										0.000
		(t)										0
	HFC-43-10mee	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HFC-227ea	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医薬品用定量噴射剤(MDI)使用等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.001	0.003	0.022	0.048	0.058	0.061	0.062	0.067
		(t)	0	0	1	3	17	37	45	47	48	51
	HFC-227ea	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.027	0.042	0.074	0.139
		(t)	0	0	0	0	0	2	8	13	22	41
総実排出量	(百万t-CO <sub>2</sub> )	1.365	2.083	2.648	2.862	2.810	2.835	2.687	2.689	2.596	2.167	

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項 目	単 位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
エアゾール製造等	HFC-134aの潜在排出量	(t)	1,300	1,905	2,166	2,035	2,070	2,044	1,827	2,003	1,598	1,162
	HFC-152aの潜在排出量	(t)	0	0	0	0	0	34	119	189	553	1,077
	HFC-245faの潜在排出量	(t)										0
	HFC-365mfcの潜在排出量	(t)										0
	HFC-43-10meeの潜在排出量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HFC-227eaの潜在排出量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HFC製品中の一液製品率	(%)	70%	90%	91%	86%	88%	88%	86%	95%	93%	94%
	一液製品(HFC-134a)への可燃ガス混合実施率	(%)						15%	13%	16%	16%	31%
	製品への充填時漏洩率	(%)	5.0%			4.7%	4.6%	3.8%	3.1%	2.8%	3.5%	2.7%
	自主表示実施率	(%)					10%	8%	15%	42%	56%	67%
医薬品用定量噴射剤(MDI)使用等	HFC-134a	国内生産MDI使用量	(t)	0	0	1	1	1	1	1	1	1
		輸入MDI使用量	(t)	0	0	1	2	30	42	45	47	57
		廃棄処理量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	HFC-227ea	国内生産MDI使用量	(t)	0	0	0	0	0	0	6	8	28
		輸入MDI使用量	(t)	0	0	0	0	0	4	7	5	4
		廃棄処理量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	1

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
1.181	0.646	0.452	0.439	0.386	0.290	0.263	0.243	0.227	0.270	0.298	0.316	0.324	0.279	0.298
908	497	347	338	297	223	202	187	175	208	230	243	250	215	230
0.168	0.194	0.199	0.232	0.219	0.179	0.174	0.136	0.094	0.072	0.059	0.051	0.054	0.045	0.032
1,217	1,409	1,439	1,685	1,584	1,299	1,260	986	680	522	425	372	391	326	230
0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0
0.001	0.001	0.001	0.001	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	1	2	1	0			0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0.082	0.091	0.083	0.080	0.078	0.072	0.070	0.067	0.061	0.058	0.051	0.053	0.049	0.046	0.045
63	70	64	61	60	56	54	51	47	45	39	41	37	35	35
0.161	0.142	0.132	0.156	0.143	0.111	0.115	0.100	0.090	0.080	0.106	0.140	0.147	0.152	0.173
48	42	39	46	43	33	34	30	27	24	32	42	44	45	52
1.592	1.075	0.866	0.908	0.826	0.653	0.623	0.547	0.473	0.485	0.519	0.561	0.574	0.522	0.548

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
604	361	307	343	230	200	190	168	168	223	206	236	193	159	226
1,300	1,438	1,193	1,416	764	558	502	542	320	353	279	328	276	226	142
1	1	1	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0
1	2	1	1				0		0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
94%	93%	93%	95%	92%	88%	86%	87%	80%	79%	85%	84%	87%	86%	83%
32%	15%	19%	10%	26%	35%	24%	15%	11%	13%	9%	8%	7%	1%	1%
2.7%	2.9%	2.8%	2.3%	2.7%	2.5%	2.5%	2.3%	2.3%	3.0%	2.5%	2.1%	2.5%	3.0%	3.3%
68%	74%	74%	87%	86%	84%	88%	93%	91%	72%	86%	78%	69%	65%	52%
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71	69	60	62	57	57	54	48	46	42	41	39	34	35	33
2	0	1	0	0	3	2	1	1	0	4	0	0	0	0
43	41	38	48	29	37	32	27	27	22	24	22	19	19	20
2	1	1	9	2	0	1	1	1	0	19	20	27	26	38
1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.369	0.337	0.210	0.103
284	259	162	79
0.014	0.004	0.004	0.004
102	30	30	30
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.045	0.043	0.038	0.039
34	33	29	30
0.198	0.185	0.174	0.177
59	55	52	53
0.626	0.568	0.426	0.324

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
246	183	98	58
27	30	30	30
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	0
0	0	0	0
80%	85%	76%	88%
0%	0%	0%	0%
3.7%	3.2%	2.6%	2.3%
14%	18%	20%	34%
1	1	1	1
35	30	28	31
0	0	1	0
21	20	20	20
40	31	33	33
0	0	0	0

4. 冷凍空調機器に係る事項

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
業務用冷凍空調機器 (一般)製造等	HFCs	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.030	0.052	0.087	0.132	0.182	0.250	0.357	0.638	1.169	1.938
		(t)	23	40	63	87	111	145	200	353	648	1,058
業務用(自動販売機) 製造等	HFCs	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		(t)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
カーエアコン製造等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.786	1.117	1.445	1.736	2.006	2.287	2.556	2.816	2.901	2.912
		(t)	605	859	1,112	1,335	1,543	1,759	1,967	2,166	2,231	2,240
家庭用エアコン製造 等	R-410A、R-32	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		(t)	0	0	0	3	14	38	95	161	270	421
家庭用冷蔵庫製造等	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.011	0.016	0.019	0.024	0.036	0.052	0.075	0.108	0.149	0.195
		(t)	9	13	15	18	28	40	57	83	114	150
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.827	1.185	1.551	1.898	2.251	2.663	3.172	3.871	4.738	5.856

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
業務用冷凍空調機器 製造等	HFC機器生産台数	(千台)	214	275	262	269	329	373	420	901	1,030	1,161
	工場生産時平均冷媒充填量	(g/台)	372	402	426	443	514	586	884	2,480	3,070	3,208
	工場生産時冷媒排出係数	(%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
	HFC機器現場充填実施台数	(千台)	9	10	27	26	27	32	36	62	92	95
	現場設置時平均冷媒充填量	(g/台)	11,871	13,763	6,702	6,963	5,852	6,853	8,727	12,696	12,991	16,011
	現場設置時冷媒排出係数	(%)	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%
	HFC機器市中稼働台数	(千台)	375	659	944	1,232	1,574	1,956	2,376	3,288	4,344	5,504
	機器稼働時平均冷媒充填量	(g/台)	791	780	802	813	818	857	1,006	1,918	2,777	3,360
	機器稼働時冷媒排出係数	(%)	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	5%	5%	5%
	使用済HFC機器発生台数	(千台)	1	2	3	7	14	23	37	51	65	95
	法律に基づく整備時HFC回収量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	法律に基づく使用済HFC回収量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	66	94	140
自動販売機製造等	HFC使用機器生産(販売)台数	(千台)	0	0	0	0	12	272	344	321	344	350
	1台当たり充填量	(g)	0	0	0	0	300	300	280	240	220	220
	生産時漏洩率	(%)	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.5%	0.3%	0.3%	0.3%
	稼働台数	(千台)	0	0	0	0	12	284	628	949	1,293	1,643
	事故・故障発生率	(%)	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
	故障時平均漏洩率	(%)	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
	修理時平均漏洩率	(%)	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.6%	0.5%	0.6%
	廃棄台数	(千台)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カーエアコン製造等	HFCエアコン車生産台数	(千台)	9,681	9,922	10,543	9,664	9,517	9,761	9,413	9,887	9,909	10,129
	1台当たり生産時漏洩量	(g)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	HFCエアコン車両保有台数	(千台)	15,655	22,431	28,071	32,986	37,663	42,374	46,684	50,731	54,488	57,746
	1台当たり平均冷媒充填量	(g)	700	700	700	700	650	615	603	588	582	553
	1台当たり年間使用時漏洩量(普通自動車)	(g)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	故障発生割合	(%)	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
	故障事故車両冷媒漏洩率	(%)	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
	全損事故車両数	(千台)	50	72	90	106	121	136	149	162	174	185
	全損事故車両冷媒充填量	(g)	681	669	658	647	629	610	591	573	556	539
	使用済HFC車国内台数	(千台)	116	191	322	465	611	789	996	1,290	1,596	1,756
	使用済HFC車冷媒充填量	(g)	676	660	646	629	612	593	579	567	560	538
HFC回収量(2002年度以降は法律に基づく)	(t/年)	-	-	-	-	-	-	-	8	61	246	349

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
2.823	3.939	4.974	5.647	6.505	7.604	8.729	9.809	10.752	12.175	13.891	14.704	15.137	15.887	16.953
1,495	2,029	2,486	2,753	3,104	3,565	4,023	4,441	4,823	5,462	6,292	6,719	6,965	7,364	7,967
0.001	0.001	0.001	0.020	0.027	0.026	0.031	0.020	0.020	0.021	0.019	0.019	0.014	0.013	0.011
1	1	1	12	16	16	19	15	15	16	15	15	11	10	8
2.866	2.456	2.528	2.543	2.520	2.537	2.436	2.480	2.578	2.506	2.445	2.419	2.434	2.375	2.349
2,205	1,889	1,944	1,956	1,938	1,952	1,874	1,908	1,983	1,928	1,881	1,861	1,872	1,827	1,807
1	2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9
596	783	981	1,206	1,426	1,676	2,014	2,400	2,775	3,217	3,702	4,155	4,543	4,848	5,205
0.244	0.296	0.337	0.369	0.412	0.432	0.368	0.330	0.263	0.235	0.199	0.140	0.083	0.019	0.002
188	228	259	284	317	332	283	254	202	181	153	107	64	14	1
7.081	8.199	9.727	10.899	12.206	13.823	15.438	17.256	18.899	20.957	23.316	24.690	25.575	26.512	27.934

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
1,241	1,225	1,137	1,146	986	1,122	1,198	1,212	1,303	1,250	1,228	1,296	1,350	1,355	1,400
3,281	3,257	3,396	3,422	3,258	3,280	3,360	3,462	3,413	3,539	3,473	3,008	2,980	3,117	3,223
0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
104	111	116	98	90	106	113	129	129	136	141	146	150	153	157
17,620	19,840	21,343	24,250	23,578	22,925	23,032	22,349	20,778	20,342	20,562	15,623	15,213	15,075	14,470
2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
6,723	7,890	8,925	9,904	10,658	11,495	12,358	13,192	14,058	14,799	15,440	16,094	16,729	17,297	17,823
3,771	4,054	4,293	4,479	4,588	4,734	4,904	5,100	5,247	5,416	5,560	5,634	5,683	5,745	5,831
5%	5%	5%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%
127	169	218	266	321	392	449	507	567	645	727	789	865	940	1,031
0	0	236	436	503	548	571	671	682	759	772	861	979	1,016	1,066
183	206	186	200	230	269	352	522	689	668	735	952	1,158	1,296	1,499
355	338	301	270	173	173	124	30	10	8	7	7	6	6	5
220	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219
0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
1,999	2,265	2,393	2,384	2,368	2,279	2,055	1,759	1,530	1,068	748	431	330	187	140
0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
0.6%	0.5%	0.5%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
0	0	183	213	293	286	347	277	273	299	266	264	196	188	148
10,407	11,074	11,191	11,163	7,653	9,292	8,136	9,856	9,613	9,753	9,273	9,205	9,652	9,441	8,433
3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60,364	62,351	63,687	64,543	65,375	66,043	67,366	70,406	72,054	72,813	73,272	73,861	74,282	74,398	73,763
548	536	522	520	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
193	200	204	207	209	211	216	225	231	233	234	236	238	238	236
522	506	490	475	461	448	439	426	417	409	404	400	394	388	384
2,058	1,471	1,893	2,176	2,498	2,895	2,235	2,709	2,835	2,839	2,694	2,666	2,927	2,941	2,920
522	484	475	466	456	444	427	404	412	393	380	370	360	349	347
531	489	604	686	787	898	645	786	785	773	710	682	720	718	694

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
17.781	18.061	17.385	16.476
8,431	8,612	8,320	7,930
0.005	0.001	0.001	0.001
4	1	0	0
2.277	2.217	2.094	2.037
1,751	1,705	1,611	1,567
9	9	10	9
5,535	5,933	6,305	6,387
0.001	0.001	0.001	0.000
1	1	0	0
28.983	29.606	29.117	27.904

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
1,171	1,267	1,243	1,203
3,276	3,105	3,145	3,195
0.2%	0.1%	0.2%	0.3%
139	137	131	135
14,528	14,433	14,555	12,937
2%	2%	2%	2%
18,033	18,291	18,486	18,603
5,891	5,918	5,946	5,979
4%	4%	4%	3%
1,101	1,147	1,178	1,217
990	993	1,179	1,140
1,712	1,844	2,242	2,797
2	2	0	0
219	219	219	219
0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
66	48	40	32
0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
77	20	9	7
5,148	4,034	2,805	1,752
1	1	1	1
72,333	70,309	67,611	64,203
497	497	497	497
10	10	10	10
4%	4%	4%	4%
50%	50%	50%	50%
231	225	216	205
379	374	366	373
2,763	2,667	2,384	2,383
339	337	334	355
625	579	501	489

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
家庭用エアコン製造等	HFC使用機器生産台数	(千台)	0	0	0	135	515	1,077	2,576	2,913	4,101	4,321
	1台当たり充填量	(g)	1,000	1,000	1,000	1,000	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%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
	HFC機器市中稼働台数	(千台)	0	0	0	135	650	1,726	4,298	7,199	12,056	18,752
	機器稼働時平均冷媒充填量	(g/台)	0	0	0	1,000	1,000	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%	2%	2%	2%	2%
	使用済HFC機器発生台数	(千台)	0	0	0	0	0	2	4	12	24	45
	機器廃棄時平均冷媒充填量	(g/台)	0	0	0	0	960	954	948	942	932	922
法律に基づく使用済HFC回収量	(t)	-	-	-	-	-	-	0.2	0.5	1.8	4.9	
家庭用冷蔵庫製造等	製造時HFC充填総量	(t)	520	653	663	614	632	590	563	414	250	49
	生産時漏洩率	(%)	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	0.49%	0.44%	0.21%	0.25%
	HFC使用機器国内稼働台数	(千台)	7,829	13,137	18,557	23,702	28,514	33,213	37,614	41,312	43,337	43,320
	1台当たり充填量	(g)	150	150	140	130	140	125	128	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%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
	HFC使用機器廃棄台数	(千台)	0	1	3	23	68	177	349	618	959	1,379
	法律に基づくHFC回収量	(t/年)	-	-	-	-	-	-	4	10	20	35

#### 5. 洗浄剤・溶剤に係る事項(液体PFCs等)

##### ■総実排出量の推移(京都議定書対象ガス)

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
一般電子部品洗浄時	液体PFCs等	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.036	0.034	0.041	0.021	0.019	0.023	0.022	0.012
		(t)	0	0	5	4	5	3	3	3	3	6
半導体製造時	液体PFCs等	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.432	0.444	0.439	0.195	0.292	0.167	0.096	0.042	0.037	0.079
		(t)	52	54	53	24	35	20	12	5	4	10
液晶製造時	液体PFCs等	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.007	0.012	0.001	0.000
		(t)	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
半導体製造時冷媒使用	液体PFCs等	(百万t-CO <sub>2</sub> )										
		(t)										
液晶製造時冷媒使用	液体PFCs等	(百万t-CO <sub>2</sub> )										
		(t)										
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.432	0.444	0.474	0.229	0.333	0.195	0.122	0.077	0.060	0.091

##### ■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
洗浄剤・溶剤	液体PFCの出荷量	(t)	1,400	1,500	1,500	1,412	996	953	803	549	610	721

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
3,981	4,116	4,172	3,970	2,618	3,460	3,332	3,608	3,920	3,507	4,160	4,080	4,193	4,358	3,891
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
26,091	33,238	40,356	47,584	53,966	61,540	68,769	75,833	83,349	89,020	94,197	99,157	104,067	109,193	113,317
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
83	142	227	351	524	764	1,075	1,456	1,907	2,423	2,990	3,567	4,145	4,688	5,220
911	898	884	870	856	841	827	814	803	796	792	795	796	804	815
10.2	19.2	40.5	67.3	122.0	230.5	263.8	321.8	465.5	508.0	570.0	699.7	892.0	1,181.4	1,367.3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.17%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
41,796	39,754	37,225	34,509	31,471	28,085	24,509	20,984	17,637	14,520	11,691	9,182	7,045	5,280	3,862
125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
1,839	2,314	2,771	3,154	3,445	3,588	3,600	3,456	3,204	2,850	2,451	2,027	1,620	1,249	929
52	68	91	111	111	111	160	169	189	166	144	138	132	136	132

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
0.013	0.012	0.009	0.009	0.012	0.013	0.004	0.007	0.006	0.004	0.003	0.004	0.003	0.009	0.003
7	7	6	5	7	8	3	4	3	2	2	2	2	5	2
0.035	0.013	0.011	0.008	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
								0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
								1	1	1	1	1	1	1
0.049	0.025	0.020	0.017	0.013	0.014	0.005	0.007	0.012	0.009	0.010	0.010	0.010	0.015	0.009

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年

諸数值			
2020年	2021年	2022年	2023年
4,078	3,406	3,624	4,142
1,000	1,000	1,000	1,000
0.1%	0.1%	0.1%	0.0%
117,693	120,810	123,383	125,223
1,000	1,000	1,000	1,000
2%	2%	2%	2%
5,720	6,181	6,581	6,912
825	830	832	833
1,598.7	1,622.1	1,646.5	1,953.0
0	0	0	0
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2,747	1,881	1,229	759
125	125	125	125
0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
672	467	321	212
128	113	105	105

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.003	0.000	0.000	0.000
2	0	0	0
0.003	0.001	0.001	0.004
0	0	0	1
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.006	0.065	0.065	0.054
1	8	8	7
	0	0	
	0	0	
0.012	0.067	0.066	0.059

諸数值			
2020年	2021年	2022年	2023年

6. 半導体等製造に係る事項(ガスPFCs等)

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単 位	実排出量										
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	
半導体製造時	PFCs	(百万t-CO <sub>2</sub> )	3.117	3.776	4.694	4.708	5.077	5.240	4.041	3.939	3.869	4.106	
		(t)	385	449	537	538	577	598	458	452	449	478	
	HFC-23	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.401	0.400	0.423	0.400	0.407	0.414	0.310	0.297	0.287	0.322	
		(t)	32	32	34	32	33	33	25	24	23	26	
	HFC-32	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
		(t)	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	
	HFC-41	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		(t)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	HFC-125	(百万t-CO <sub>2</sub> )											
		(t)											
	SF <sub>6</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	1.056	1.120	1.338	1.335	1.356	1.484	1.071	1.070	1.045	1.121	
		(t)	45	48	57	57	58	63	46	46	44	48	
	NF <sub>3</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.142	0.142	0.105	0.100	0.178	0.084	0.099	0.140	0.110	0.153	
		(t)	9	9	7	6	11	5	6	9	7	9	
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	4.717	5.441	6.561	6.543	7.020	7.224	5.522	5.447	5.313	5.704	
液晶製造時	PFCs	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.078	0.075	0.140	0.153	0.192	0.192	0.129	0.163	0.151	0.161	
		(t)	12	11	20	22	28	27	18	23	21	23	
	HFC-23	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SF <sub>6</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.146	0.425	0.552	0.668	0.895	0.904	0.849	0.930	0.880	0.876	
		(t)	6	18	23	28	38	38	36	40	37	37	
	NF <sub>3</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.015	0.006	0.028	0.033	0.049	0.062	0.054	0.047	0.139	0.155	
		(t)	1	0	2	2	3	4	3	3	9	10	
	総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.239	0.506	0.720	0.855	1.138	1.160	1.033	1.142	1.172	1.195

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
3.386	3.385	3.155	2.471	1.368	1.476	1.159	0.953	0.893	0.962	0.931	1.053	1.158	1.131	1.054
398	401	382	310	178	195	154	126	118	128	125	142	156	154	143
0.291	0.303	0.331	0.297	0.199	0.213	0.173	0.138	0.125	0.125	0.120	0.136	0.147	0.137	0.126
23	24	27	24	16	17	14	11	10	10	10	11	12	11	10
0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0.974	0.808	0.757	0.613	0.364	0.395	0.317	0.280	0.277	0.253	0.278	0.299	0.314	0.260	0.237
41	34	32	26	15	17	14	12	12	11	12	13	13	11	10
0.136	0.163	0.207	0.191	0.153	0.161	0.147	0.149	0.093	0.114	0.125	0.159	0.167	0.202	0.221
8	10	13	12	10	10	9	9	6	7	8	10	10	13	14
4.787	4.660	4.451	3.573	2.085	2.244	1.797	1.520	1.389	1.454	1.454	1.648	1.787	1.731	1.640
0.137	0.142	0.096	0.075	0.035	0.042	0.053	0.061	0.068	0.081	0.078	0.064	0.076	0.071	0.067
18	19	14	11	5	6	8	9	10	12	12	10	11	11	10
0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.734	0.590	0.377	0.305	0.206	0.277	0.204	0.177	0.175	0.197	0.197	0.161	0.168	0.172	0.152
31	25	16	13	9	12	9	8	7	8	8	7	7	7	6
0.066	0.080	0.106	0.029	0.022	0.025	0.023	0.019	0.020	0.025	0.021	0.018	0.021	0.020	0.017
4	5	7	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
0.939	0.814	0.582	0.411	0.264	0.346	0.282	0.260	0.265	0.304	0.297	0.245	0.265	0.265	0.238

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
1.180	0.917	0.956	0.735
161	126	131	101
0.144	0.105	0.091	0.092
12	9	7	7
0.002	0.001	0.001	0.001
3	1	2	1
0.000	0.000	0.000	0.000
1	1	2	1
	0.000	0.000	0.000
	0	0	0
0.264	0.222	0.220	0.194
11	9	9	8
0.261	0.291	0.303	0.184
16	18	19	11
1.851	1.536	1.572	1.207
0.069	0.070	0.052	0.030
10	11	8	5
0.001	0.001	0.001	0.001
0	0	0	0
0.143	0.133	0.124	0.072
6	6	5	3
0.018	0.018	0.014	0.008
1	1	1	1
0.231	0.221	0.191	0.111

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
半導体製造時	PFC-14の購入量	(t)	313	300	281	279	283	300	215	224	228	235
	PFC-116の購入量	(t)	210	316	464	468	515	561	449	447	449	434
	PFC-218の購入量	(t)	0	0	0	0	4	10	29	81	126	159
	PFC-c318の購入量	(t)	1	3	5	6	9	39	15	13	15	22
	HFC-23の購入量	(t)	48	48	54	49	50	49	40	43	38	42
	SF <sub>6</sub> の購入量	(t)	91	96	115	115	117	132	94	95	95	105
	NF <sub>3</sub> の購入量	(t)	54	55	40	38	68	106	175	205	252	328
	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> Remoteの購入量	(t)										
	C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> の購入量	(t)										
	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> Oの購入量	(t)										
	C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> の購入量	(t)										
	HFC-32の購入量	(t)										
	HFC-41の購入量	(t)										
	HFC-125の購入量	(t)										
	COF <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> の購入量	(t)										
	ヒールファクター、購入量の容器に残して返却する割合	(%)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	PFC等の反応消費率	(%)	物質により27%~98%									
	PFCの除害効率	(%)	物質により89%~99%									
	HFCの除害効率	(%)	物質により95%~98%									
	SF <sub>6</sub> , NF <sub>3</sub> の除害効率	(%)	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
COF <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> の除害効率	(%)											
副成CF <sub>4</sub> 等発生率	(%)	物質により0%~20%										
副成CF <sub>4</sub> 等除害効率	(%)	物質により89%~99%										
除害装置稼働率	(%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
燃焼除害装置からのCF <sub>4</sub> が発生しないことが確認されている設備の割合	(%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
燃焼除害装置からのCF <sub>4</sub> 発生率	(%)	物質により9%~12%										
液晶製造時	PFC-14の購入量	(t)	21	19	36	40	48	47	31	41	47	65
	PFC-116の購入量	(t)	0	1	1	1	2	3	4	3	5	9
	PFC-c318の購入量	(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	HFC-23の購入量	(t)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2
	SF <sub>6</sub> の購入量	(t)	12	34	47	58	80	85	83	94	99	101
	NF <sub>3</sub> の購入量	(t)	8	16	31	49	78	107	102	153	184	226
	プロセス供給率	(%)	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	PFC等の反応消費率	(%)	物質により40%~97%									
	PFC, SF <sub>6</sub> の反応消費率除害効率	(%)	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	NF <sub>3</sub> の反応消費率除害効率	(%)	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	副成CF <sub>4</sub> 等発生率	(%)	物質により0.9%~7%									
	副成CF <sub>4</sub> 等除害効率	(%)	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
232	233	278	277	209	265	248	222	218	254	285	317	365	376	369
393	356	321	285	171	194	160	139	118	105	96	102	126	93	80
182	189	195	181	129	167	137	115	106	117	111	108	130	127	108
25	28	33	40	33	36	37	40	42	53	63	70	107	167	208
42	49	62	74	54	67	68	67	67	77	86	83	84	85	73
97	86	83	79	60	77	65	64	58	65	68	73	87	87	84
407	600	731	822	725	861	834	881	905	1,055	1,232	1,310	1,597	1,876	2,010
													128	190
													0	0
													1	1
											13	26	54	76
											3	8	14	19
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
物質により27%~98%														
物質により89%~99%														
物質により95%~98%														
95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
物質により0%~20%														
物質により89%~99%														
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
物質により9%~12%														
78	86	80	69	52	94	124	121	155	192	177	152	185	176	164
10	9	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
101	107	117	147	127	177	129	104	107	126	127	110	116	117	99
232	296	439	556	532	764	718	668	784	919	808	692	813	767	664
90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
物質により40%~97%														
90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
物質により0.9%~7%														
90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
407	421	424	349
86	77	76	68
106	111	112	91
266	310	382	304
81	90	96	74
96	95	106	104
2,283	2,561	2,692	2,154
247	313	312	232
0	0	0	0
1	1	1	1
95	117	130	91
25	28	29	23
	0	0	0
	19	12	9
10%	10%	10%	10%
物質により27%~98%			
物質により89%~99%			
物質により95%~98%			
95%	95%	95%	95%
	100%	100%	100%
物質により0%~20%			
物質により89%~99%			
100%	100%	100%	100%
0%	0%	0%	0%
物質により9%~12%			
175	194	137	80
0	0	0	0
1	0	0	0
1	1	1	1
95	87	84	49
718	806	631	368
90%	90%	90%	90%
物質により40%~97%			
90%	90%	90%	90%
95%	95%	95%	95%
物質により0.9%~7%			
90%	90%	90%	90%

7. 電気絶縁ガス使用機器に係る事項

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
電気絶縁ガス使用機器の製造等	SF <sub>6</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	9.400	9.870	8.343	7.621	4.113	2.230	1.539	1.222	0.872	0.673
		(t)	400	420	355	324	175	95	66	52	37	29
電気絶縁ガス使用機器の使用時	SF <sub>6</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	1.417	1.706	1.786	1.323	0.768	0.517	0.458	0.296	0.313	0.291
		(t)	60	73	76	56	33	22	20	13	13	12
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	10.817	11.576	10.129	8.944	4.881	2.747	1.998	1.518	1.184	0.964

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
電気絶縁ガス使用機器の製造等	SF <sub>6</sub> ガス購入量	(t)	1,380	1,480	1,300	1,487	925	649	577	470	591	558
	絶縁機器へのSF <sub>6</sub> 充填量	(t)	1,464	1,464	1,297	1,075	682	450	425	348	459	469
	機器充填以外の保有量	(t)	-	-	-	88	68	105	87	70	95	61
電気絶縁ガス使用機器の使用時	製造時漏洩率	(%)	29%	28%	27%	22%	19%	15%	11%	11%	6%	5%
	機器SF <sub>6</sub> ガス保有量	(t)	6,300	6,600	7,000	7,300	7,700	8,000	8,300	8,400	8,600	8,600
	使用時漏洩率	(%)	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
機器廃棄時SF <sub>6</sub> ガス回収率	点検時SF <sub>6</sub> ガス回収率	(%)	60%	61%	66%	77%	87%	93%	96%	97%	97%	97%
	機器廃棄時SF <sub>6</sub> ガス回収率	(%)	0%	43%	59%	80%	88%	94%	97%	98%	98%	99%

8. 金属製品に係る事項

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
マグネシウム製造時	SF <sub>6</sub>	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.118	0.141	0.188	0.400	0.635	1.009	1.128	1.117	0.995	0.962
		(t)	5	6	8	17	27	43	48	48	42	41
	HFC-134a	(百万t-CO <sub>2</sub> )										
		(t)										
アルミニウム精錬時	PFC-14	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.136	0.128	0.116	0.096	0.057	0.035	0.030	0.029	0.029	0.029
		(t)	20	19	17	15	9	5	5	4	4	4
	PFC-116	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.018	0.017	0.015	0.012	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		(t)	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.271	0.286	0.319	0.508	0.699	1.048	1.161	1.149	1.028	0.994

■参考数値

HFC等3ガスの排出源	項目	単位	諸数値									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
マグネシウム製造時	SF <sub>6</sub> 使用量	(t)	5	6	8	17	27	43	48	48	42	41
	HFC-134a使用量	(t)										
	マグネシウム溶解量	(t)	1,840	2,681	3,656	6,447	9,138	14,230	14,562	17,525	18,753	21,143
アルミニウム精錬時	アルミニウム生産量	(t)	17,338	17,198	16,709	15,045	9,676	6,500	6,675	6,300	6,466	6,432
	PFC-14発生係数	(kg/t-Al)	1.181	1.125	1.045	0.964	0.884	0.804	0.678	0.685	0.678	0.668

9. 消火剤に係る事項

■総実排出量の推移

HFC等3ガスの排出源	排出物質	単位	実排出量									
			1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
消火剤	HFC-23	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HFC-227ea	(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
総実排出量		(百万t-CO <sub>2</sub> )	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
0.450	0.389	0.423	0.470	0.294	0.222	0.216	0.183	0.161	0.170	0.221	0.180	0.141	0.118	0.111
19	17	18	20	13	9	9	8	7	7	9	8	6	5	5
0.263	0.322	0.303	0.331	0.291	0.296	0.371	0.407	0.350	0.296	0.277	0.308	0.310	0.284	0.291
11	14	13	14	12	13	16	17	15	13	12	13	13	12	12
0.713	0.711	0.726	0.802	0.586	0.518	0.587	0.590	0.511	0.466	0.498	0.488	0.451	0.402	0.403

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
630	597	620	786	461	317	396	332	234	240	300	320	328	321	414
582	527	555	726	410	282	352	331	249	224	274	271	316	296	410
29	54	47	40	38	26	35	-19	-11	8	15	42	6	20	0
3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	1%
8,700	8,800	8,900	9,000	9,000	9,100	9,200	9,300	9,400	9,400	9,400	9,600	9,700	9,600	9,400
0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
97%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
99%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
0.982	0.921	0.976	0.633	0.204	0.303	0.182	0.191	0.161	0.190	0.242	0.325	0.254	0.281	0.261
42	39	42	27	9	13	8	8	7	8	10	14	11	12	11
						0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
						1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.029	0.029	0.028	0.028	0.021	0.020	0.020	0.017	0.013	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	4	4	4	3	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0
0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.014	0.954	1.008	0.665	0.228	0.325	0.206	0.211	0.176	0.194	0.244	0.326	0.255	0.283	0.262

諸数値														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
42	39	42	27	9	13	8	8	7	8	10	14	11	12	11
						1	1	1	1	1	1	1	1	1
26,287	26,852	25,069	20,800	12,762	15,241	13,940	14,148	12,923	13,196	12,300	13,206	13,061	13,335	12,001
6,490	6,600	6,610	6,600	4,930	4,670	4,670	4,075	2,950	588	0	0	0	0	0
0.663	0.654	0.647	0.647	0.651	0.647	0.646	0.644	0.643	0.643	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

実排出量														
2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.098	0.087	0.083	0.109
4	4	4	5
0.303	0.341	0.310	0.364
13	15	13	16
0.401	0.428	0.393	0.473

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
226	255	194	218
216	229	178	182
6	22	13	31
2%	1%	2%	2%
9,400	9,500	9,600	9,600
0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
99%	99%	99%	99%
99%	99%	99%	99%

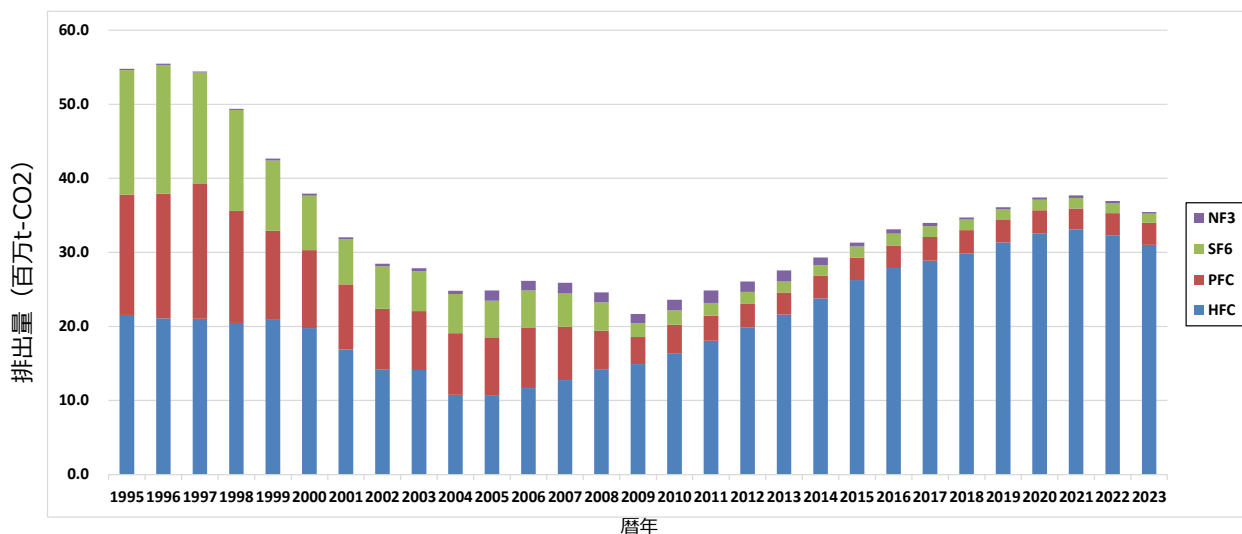
実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.301	0.324	0.291	0.217
13	14	12	9
0.001	0.002	0.001	0.002
1	1	1	1
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000
0	0	0	0
0.302	0.326	0.292	0.218

諸数値			
2020年	2021年	2022年	2023年
13	14	12	9
1	1	1	1
11,845	13,224	11,972	11,882
0	0	0	0
0.000	0.000	0.000	0.000

実排出量			
2020年	2021年	2022年	2023年
0.006	0.005	0.005	0.005
0	0	0	0
0.002	0.002	0.002	0.002
1	1	1	1
0.008	0.007	0.007	0.007

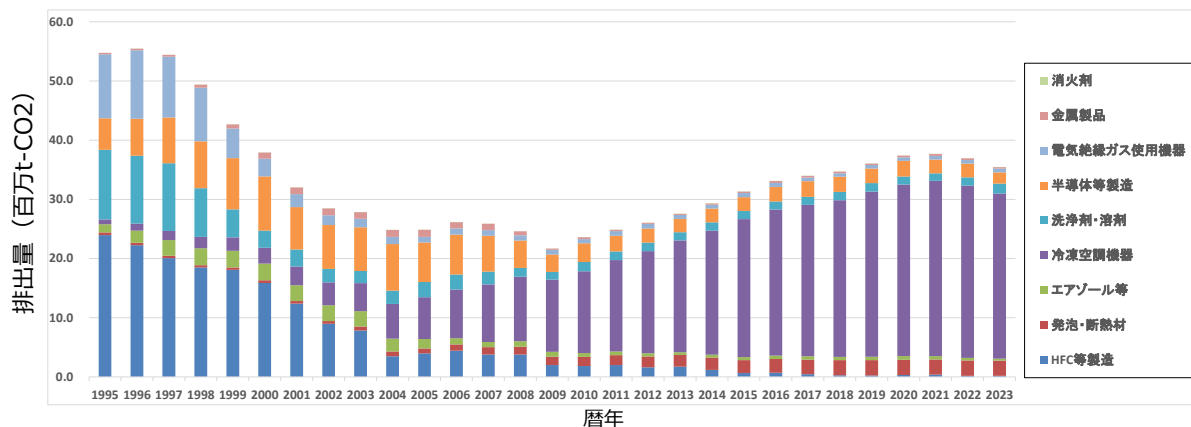
## (参考 1) 代替フロン等4ガスの排出量の推移 (ガス種別)

ガス種別	2023年排出量 (百万t-CO2)	前年比	前年排出量 (百万t-CO2)
HFC	31.01	▲4.0%	32.31
PFC	2.98	+0.1%	2.98
SF6	1.25	▲6.2%	1.33
NF3	0.21	▲38.7%	0.34
合計	<b>35.44</b>	<b>▲4.1%</b>	<b>36.95</b>



## (参考 2) 代替フロン等4ガスの排出量の推移 (用途別)

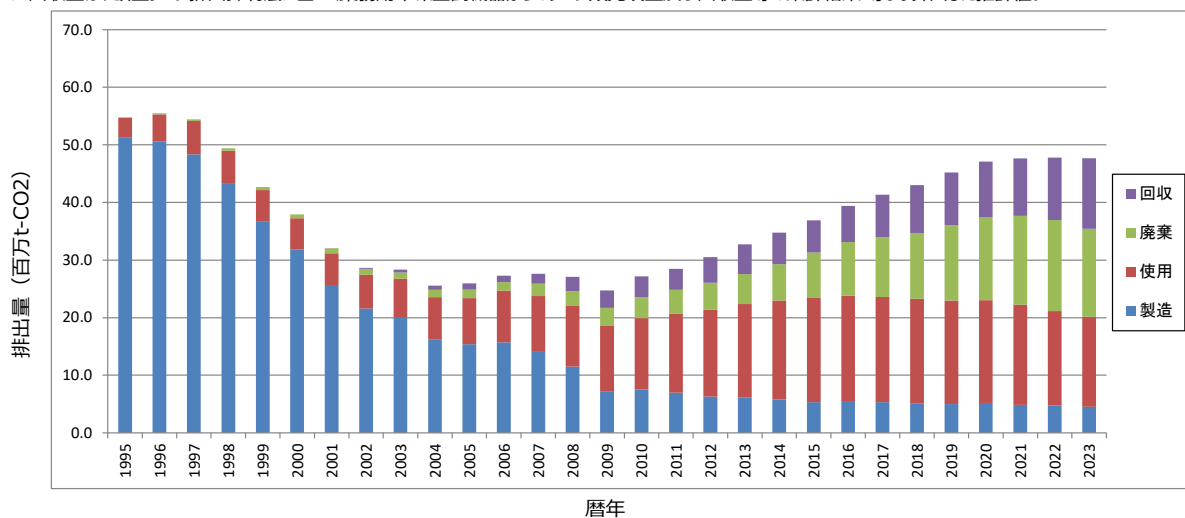
用途	2021年排出量 (百万t-CO2)	前年比	前年排出量 (百万t-CO2)
HFC等製造	0.16	▲13.2%	0.19
発泡・断熱材	2.59	▲0.1%	2.59
エアゾール等	0.32	▲23.8%	0.43
冷凍空調機器	27.90	▲4.2%	29.12
洗浄剤・溶剤	1.68	+19.6%	1.41
半導体等製造	1.90	▲19.0%	2.34
電気絶縁ガス使用機器	0.66	+13.8%	0.58
金属製品	0.22	▲25.2%	0.29
消火剤	0.01	▲0.5%	0.01
合計	<b>35.44</b>	<b>▲4.1%</b>	<b>36.95</b>



### (参考3) 代替フロン等4ガスの排出量の推移 (要因別)

要因	2021年排出量 (百万t-CO2)	前年比	前年排出量 (百万t-CO2)
製造	4.52	▲5.2%	4.77
使用	15.64	▲4.6%	16.39
廃棄	15.28	▲3.2%	15.79
合計	<b>35.44</b>	<b>▲4.1%</b>	<b>36.95</b>
回収※	12.23	+12.8%	10.84
回収量も含めた合計	<b>47.68</b>	<b>▲0.2%</b>	<b>47.79</b>

※回収量は、改正フロン排出抑制法に基づく業務用冷凍空調機器からのフロン類充填量及び回収量等の集計結果等より算出した推計値。



#### 4. (参考) 分野ごとの行動計画に基づく取組の進捗状況 (個表)

# 分野ごとの行動計画に基づく取組の進捗状況（個表）

＜第 26 回評価・検証：2023 年分＞

<b>1. HFC 等製造に係る事項</b> .....	<b>2</b>
(1) HFCs 製造の排出抑制対策 .....	2
(2) PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> 製造の排出抑制対策 .....	7
<b>2. 発泡・断熱材に係る事項</b> .....	<b>15</b>
(1) ウレタンフォーム製造の排出抑制対策 .....	15
<b>3. エアゾール等に係る事項</b> .....	<b>21</b>
(1) エアゾール及びダストブロー製造の排出抑制対策 .....	21
(2) MDI 製造の排出抑制対策 .....	26
(3) 遊戯銃使用時のフロン類排出抑制対策 .....	30
<b>4. 冷凍空調機器に係る事項</b> .....	<b>39</b>
(1) 業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策 (①) .....	39
(2) 業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策 (②) .....	44
(3) 業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策 (③) .....	51
(4) カーエアコン製造等の排出抑制対策 .....	55
(5) 家庭用エアコン製造等の排出抑制対策 .....	60
<b>5. 洗剤・溶剤に係る事項</b> .....	<b>63</b>
(1) 電子部品等洗浄の排出抑制対策 .....	63
<b>6. 半導体製造に係る事項</b> .....	<b>67</b>
(1) 半導体製造の排出抑制対策 .....	67
(2) 液晶製造の排出抑制対策 .....	71
<b>7. 電気絶縁ガス使用機器に係る事項</b> .....	<b>75</b>
(1) 電気絶縁ガス使用機器製造等の排出抑制対策 (①) .....	75
(2) 電気絶縁ガス使用機器製造等の排出抑制対策 (②) .....	79
<b>8. 金属製品に係る事項</b> .....	<b>82</b>
(1) マグネシウム鋳造時等の排出抑制対策 .....	82

# 1. HFC 等製造に係る事項

## (1) HFCs 製造の排出抑制対策

業界団体名：日本フルオロカーボン協会

対象物質：HFCs

### 自主行動計画の目標

2020 年の排出量 (CO<sub>2</sub>t) の削減目標 (1995 年比、%)

HFC-23                    -90%

その他 HFC                -55%

2025 年の排出量 (CO<sub>2</sub>t) の削減目標 (1995 年比、%)

HFC-23                    -92.5%

その他 HFC                -60%

2030 年の排出量 (CO<sub>2</sub>t) の削減目標 (1995 年比、%)

HFC-23                    -95%

その他 HFC                -65%

2035 年の排出量 (CO<sub>2</sub>t) の削減目標 (1995 年比、%)

HFC-23                    -96

その他 HFC                -67.5%

2040 年の排出量 (CO<sub>2</sub>t) の削減目標 (1995 年比、%)

HFC-23                    -97

その他 HFC                -70%

### 自主行動計画の達成状況

排出量の推移 (%)

	95	96	97	98	99	00	01	02	03
HFC-23	-	-8	-13	-19	-17	-27	-45	-64	-70
その他 HFC	-	-7	-23	-51	-77	-59	-25	-21	-2

	04	05	06	07	08	09	10	11	12
HFC-23	-94	-97	-96	-99	-97	-99.8	-99.8	-99.9	-99.9
その他 HFC	+8	-15	-32	-35	-45	-59	-78	-72	-79

	13	14	15	16	17	18	19	20	21
HFC-23	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.8	-99.9	-99.9	-99.3	-99.4
その他 HFC	-77	-83	-86	-72	-83	-84	-77	-86	-78

	22	23				
HFC-23	-99.98	-99.98				
その他 HFC	-87	-84				

## ・ HFC-23

今回、2035年と2040年の目標を設定した。2023年は、以前設定した目標を達成できた。米国との比較でははるかに高い削減レベルとなっている。破壊設備の稼働状況により排出量の変動があるので安定した設備稼働に努める。

## ・ その他 HFC

今回、2035年と2040年の目標を設定した。2023年は、以前設定した目標を上回る削減となった。製造プラントに大きなトラブルが無かったことなどによると考えられる。継続してこのレベルが達成できるように努める。

# 1. 現状及び見通し

## ①国内業界

(現状)

- ・ 2023年のフルオロカーボン生産量は対前年比 90%と減少し、国内出荷量も対前年比 86%と減少した。

(見通し)

- ・ エネルギー効率、安全性の面等から冷凍空調機器向け HFC 冷媒の需要は、当面、急激には減少しないが、フロン排出抑制法での指定製品の目標設定及び 2019 年 1 月 1 日に発効したキガリ改正により、出荷量が減少する。また、他の用途でも指定製品の目標設定及びキガリ改正による規制とノンフロン化技術の進捗にともない出荷量は減少する。
- ・ フッ素樹脂原料用途は、現状維持か増加が見込まれる。

## ②海外

- ・ オゾン層破壊物質の代替物質である HFC をモントリオール議定書で規制することが、2016 年にキガリで開催された締約国会議で合意された。このキガリ改正は、2019 年 1 月 1 日から発効している。
- ・ 欧州では、HFC のフェーズダウンを含む F-gas 規制の強化策が 2015 年 1 月から発効している。2018 年からは、上限枠が 37%減となり、2017 年より、HFC の価格が高騰している。また、密輸品も多く出てきているとの報道がある。さらに、F-gas 規制を強化しようという規則が採択され、2024 年 3 月 11 日に発効した。
- ・ 米国では、カリフォルニア州等幾つかの州で HFC 規制が行われている。一方、2019 年、米国議会に HFC を規制する法案 The American Innovation and Manufacturing (AIM) Act が提出され、2020 年 12 月に成立した。その後、2021 年 10 月 5 日に Federal Register に Final Rule が発表され、一部は 10 月 5 日から、他の大部分は 11 月 4 日から発効した。
- ・ EU や米国では、PFAS (Per- and Polyfluoroalkyl substances) を規制しようとの動きがある。非科学的、不合理な規制が行われないう、関係省庁、関係団体等と対応していく予定で、昨年 5 月 19 日にパブコメを ECHA に提出した。また、規制案が出ているアメリカの幾つかの州にパブコメを提出した。

### ③技術開発

- ・EUのカーエアコン用冷媒規制に適合するフッ素系新冷媒使用カーエアコンの開発が進められ、多くの車種で採用されている。新冷媒は地球温暖化係数が小さく（GWP<1）、現行のエアコンシステム技術が使用でき、燃費低下をもたらさないなどが評価され、微燃性ではあるが安全性確保は可能と結論付けられた。欧州規制では、全ての新車へGWPが150未満の冷媒を用いることになっている。しかし、ドイツのメーカーが燃焼した場合に新冷媒は危険であると主張しており、一部で、アルゴンで燃焼性をおさえ使用する方法のエアコンが販売されているが、未だ、HFC-134aを使用し続けている。更に、CO<sub>2</sub>を冷媒とする機器の販売も開始された。
- ・カーエアコン以外の冷媒、発泡剤、噴射剤、溶剤分野等でもGWPの小さいフッ素系化合物（GWP<10）が発表され、既に、採用が始まっている。
- ・また、GWPの小さいHFOと他の化合物（HFC、CO<sub>2</sub>、CF<sub>3</sub>I等）を混合した冷媒が開発され、採用が始まっている。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- ・引き続き製造時排出量の一層の削減、回収フロンの破壊・再生・再利用推進など、排出削減に努めている。

#### ○製造プラントのクローズド化等漏洩の削減及び回収・再利用

- ・プラント設計の最適化、収率向上活動、日常・定期点検の徹底

#### ○副生 HFC-23 の回収、利用促進、破壊による排出の極小化

- ・2004年に国内全 HCFC-22 生産プラントに破壊設備が設置された。以来、破壊設備の運転管理、保守技術の向上による設備稼働率低下防止に努めてきた。

#### 《HFC-23 排出量推移》(AR4)

	1995年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
HFC-23 副生量 (トン)	1,723	1025	1088	922	965	1127	1023
HFC-23 破壊量 (トン)	—	486	668	446	495	699	695
HFC-23 排出量 (百万トン・CO <sub>2</sub> )	21.46	0.01	0.01	0.14	0.13	0.004	0.003

- ・HFC-23 排出量の欧米との比較

#### 《米国：UNFCCC NIR2023》

	1990年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
HFC-23 排出量 (百万トン・CO <sub>2</sub> )	38.6	2.7	3.1	1.8	2.2	1.8

《EU15 ヶ国合計 : UNFCCC NIR2014》

	1990年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
HFC-23 排出量 (百万トン・CO <sub>2</sub> )	21.16	1.01	0.65	0.98	0.35	0.25

EU では、2013 年以降のデータが開示されなくなった。

○回収フロンの破壊事業推進

- ・フロンメーカーは「その知見を活かして、回収されたフロンの破壊体制整備に寄与すること（旧化学品審議会）」が求められ、破壊事業の展開、破壊技術の援助・協力を実施してきている（協会会員破壊実績：2023 年 1,095 トン、破壊事業所数 6）。

○使用業界と協同したフロンの排出抑制、使用の合理化、管理の適正化への対応

- ・一般社団法人 日本冷凍空調工業会、一般社団法人 日本冷凍空調設備工業連合会及び日本フルオロカーボン協会 3 者で一般財団法人 日本冷媒・環境保全機構（JRECO）を設立し、フロンの回収、再利用をはじめ排出抑制、使用の合理化、管理の適正化へ対応している。
- ・JRECO は、フロン排出抑制法の情報処理センターに指定され、冷媒管理システムの提供を行う等活動を実施している。

○回収 HCFC-22 冷媒のフッ素樹脂原料への活用

②今後の取組及び課題

- ・製造時、出荷時の漏洩防止、回収・破壊技術の開発、回収ガスの再利用等を継続し、更なる排出抑制の強化に努める。
- ・自主行動計画の目標は、今後も継続し、引続き、排出量の削減に努めてゆく。
- ・2015 年 4 月から施行されている「フロン排出抑制法」及び政省令、告示等に基づき、フルオロカーボンメーカーに求められる責務を推進して行く。更に、2019 年 6 月 5 日に公布され、2020 年 4 月 1 日に発効した「改正フロン排出抑制法」にも対応して行く。
- ・キガリ改正に従って、HFC の削減に取り組むと共に、市場の混乱を引き起こさないよう安定供給に努めていく。
- ・冷媒、発泡剤、噴射剤、溶剤等の低 GWP 品の開発・安定供給に努める。
- ・開発した技術、製品を、地球環境保護のため、有効活用頂けるよう、世界へ情報発信して行く。

③要望

- ・業界は HFC 排出削減自主行動計画を定め、開発投資、設備投資により削減の実績をあげてきた。

引続き排出削減対策の遅れた分野に対する支援実施は継続する。改正オゾン層保護法の施行に当たっては、市場を混乱させることなく、合理的で、柔軟に対応して頂ければと考えている。

#### ④いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- ・単純に GWP が大きいことだけで「脱フロン化」をすることは、用途・分野によってはエネルギー効率、安全性等の観点から合理性を欠く場合がある。エネルギー効率、安全、環境、経済、健康等の総合的な性能においてフッ素系化合物は極めて有用な製品であり、可燃性、毒性などの問題からその使用が不可欠な用途もある。また、高い省エネ性が得られる用途も多岐に亘っていることは、広く認識されていると考えている。
- ・技術開発の項でも記載したが、各種分野で使用できる HFO を中心とした GWP の小さいフッ素系化合物（GWP<10）の開発を行っており、危険な可燃性を有するいわゆる自然冷媒を使用する必要のないよう取り組んでいきたい。

(2) PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub> 製造の排出抑制対策

業界団体名：(一般社団法人) 日本化学工業協会

対象物質：PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>

自主行動計画の目標及び達成状況

【PFCs】

2030 年削減目標は、95 年比排出原単位（実排出量/生産量）90%削減。

年次	95	...	21	22	23	2030 年 目標	評価
排出原単位 (%)	9.29	...	0.25	0.23	0.17		
排出原単位削減率 (95 年比%)	基準	...	-97%	-98%	-98%	-90%	目標 達成

2030 年目標である 1995 年比 90%以上の排出原単位削減に対して、2023 年実績は 98%削減であり、2010 年から 14 年継続して達成できた。

【SF<sub>6</sub>】

2030 年削減目標は、95 年比排出原単位（実排出量/生産量）90%削減。

年次	95	...	21	22	23	2030 年 目標	評価
排出原単位 (%)	8.24	...	0.15	0.12	0.11		
排出原単位削減率 (95 年比%)	基準	...	-98%	-99%	-99%	-90%	目標 達成

2030 年目標である 1995 年比 90%以上の排出原単位削減に対して、2023 年実績は 99%削減であり、2009 年から 15 年継続して達成できた。

【NF<sub>3</sub>】

2030 年削減目標は、95 年比排出原単位（実排出量/生産量）85%削減。

年次	95	...	21	22	23	2030 年 目標	評価
排出原単位 (%)	2.70	...	0.03	0.03	0.03		
排出原単位削減率 (95 年比%)	基準	...	-99%	-99%	-99%	-85%	目標 達成

2030 年目標である 1995 年比 85%以上の排出原単位削減に対して、2023 年実績は 99%削減であり、2017 年から 7 年継続して達成できた。

# 1. 現状及び見通し

## 1.1 国内業界

### 1.1.1 国内業界の現状

#### (1) 自主行動計画の目標

PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>の2020年、2025年、2030年の排出原単位削減目標は、1995年比で以下のとおり設定している。

	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>
2020年	30%削減	48%削減	60%削減
2025年	50%削減	75%削減	70%削減
2030年	90%削減	90%削減	85%削減

既に3ガス全てが複数年にわたり2030年目標を達成していることから、2035年および2040年の目標設定の検討を開始した。

#### (2) 自主行動計画の達成状況

##### 排出原単位の推移

年次	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
PFC 排出原単位 (%)	9.29	10.48	13.55	11.12	8.94	7.82	6.66	5.71	4.68	3.79	3.93
PFC 排出原単位削減率 (95年比%)	基準	13	46	20	-4	-16	-28	-39	-50	-59	-58
SF <sub>6</sub> 排出原単位 (%)	8.24	7.23	4.25	3.61	3.48	2.31	1.98	2.19	1.94	1.69	1.76
SF <sub>6</sub> 排出原単位削減率 (95年比%)	基準	-12	-48	-56	-58	-72	-76	-73	-77	-79	-79
NF <sub>3</sub> 排出原単位 (%)	2.70	2.22	2.00	3.23	2.80	3.37	2.55	2.43	1.64	1.33	4.34
NF <sub>3</sub> 排出原単位削減率 (95年比%)	基準	-18	-26	19	4	25	-5	-10	-39	-51	60

年次	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
PFC 排出原単位 (%)	3.49	3.08	2.38	2.25	0.89	0.89	0.67	0.50	0.46	0.47	0.39
PFC 排出原単位削減率 (95年比%)	-62	-67	-74	-76	-90	-90	-93	-95	-95	-95	-96
SF <sub>6</sub> 排出原単位 (%)	2.05	1.84	2.04	0.40	0.38	0.29	0.24	0.19	0.14	0.11	0.11
SF <sub>6</sub> 排出原単位削減率 (95年比%)	-75	-78	-75	-95	-95	-96	-97	-98	-98	-99	-99

NF <sub>3</sub> 排出原単位 (%)	2.73	2.36	2.12	2.31	2.11	2.58	2.18	2.08	1.20	0.47	0.57
NF <sub>3</sub> 排出原単位削減率 (95年比%)	1	-13	-22	-14	-22	-5	-19	-23	-55	-82	-79

年次	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
PFC 排出原単位 (%)	0.31	0.33	0.24	0.26	0.25	0.23	0.17
PFC 排出原単位削減率 (95年比%)	-97	-96	-98	-97	-97	-98	-98
SF <sub>6</sub> 排出原単位 (%)	0.11	0.12	0.11	0.18	0.15	0.12	0.11
SF <sub>6</sub> 排出原単位削減率 (95年比%)	-99	-99	-99	-98	-98	-99	-99
NF <sub>3</sub> 排出原単位 (%)	0.29	0.07	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
NF <sub>3</sub> 排出原単位削減率 (95年比%)	-89	-97	-99	-99	-99	-99	-99

PFCs については、作業工程の見直し、日常点検、定期点検の強化とオフガス回収設備の設置や副生ガスの回収設備の設置、精留塔増強等の対策を継続して行い漏洩防止、さらには、燃焼除害設備による排出削減に努めている。排出原単位は、2022年0.23から2023年0.17となり、排出原単位削減率（95年比）は前年同様98%となった。

SF<sub>6</sub>については、点検の徹底、機器配管・バルブ・設備の計画的更新と対策工事等を実施するなど、継続的な漏洩防止、排出削減に努めている。排出原単位は、2022年0.12から2023年0.11となり、排出原単位削減率（95年比）は前年同様99%となった。

NF<sub>3</sub>については、燃焼除害装置等を活用して継続的に排出削減に取り組んでいる。排出原単位は前年同様0.03となり、排出原単位削減率（95年比）も前年同様99%となった。

### (3) PFCsの生産、出荷、業界を取り巻く状況について

PFCsは、半導体製造工程や液晶ディスプレイ製造工程のエッチングガスとして使用されている。2023年は、半導体業界が大幅な調整局面だったこともあり、生産量は前年比約21%減少となったが、第4四半期からは少しずつ回復している。

### (4) SF<sub>6</sub>の生産、出荷、業界を取り巻く状況について

SF<sub>6</sub>は、ガス変圧器等の重電機器の絶縁媒体が主用途で、一部半導体製造工程や液晶ディスプレイ製造工程のエッチングガスとしても使用されている。2023年は、PFCs同様、半導体関連の需要低迷により、生産量は前年比約23%減少した。

#### (5)NF<sub>3</sub>の生産、出荷、業界を取り巻く状況について

NF<sub>3</sub>は、半導体製造工程や液晶ディスプレイ製造工程のクリーニングガスとして使用されている。2023年は、生産量は需要の低迷による在庫調整のため生産量が前年比約28%減少した。

#### 1.1.2 国内業界の見通し

- (1) PFCs については、需要の低迷による在庫調整のため、半導体メーカーで生産調整があり販売量が低下していたが、今後は半導体メーカーの在庫調整も終わり、需要も回復する見込みである。
- (2) SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>についても PFCs 同様、需要は回復する見込みである。

### 1.2 海外の状況

#### 1.2.1 海外の現状

- (1)PFCs、NF<sub>3</sub>について、輸出先の多くは東アジア（韓国、台湾、中国）である。欧州は半導体メーカーが少なく、また生産量も少ないが、低 GWP エッチングガスの評価を開始した。米国は近年、半導体の工場が増加しているが、先端のプロセスでは、低 GWP ガスの要求がある。また、国内同様、半導体メーカーの在庫調整も終わり、需要は回復する見込みである。
- (2)SF<sub>6</sub>について、引き続き、欧米市場への輸出はなく、その動向は不明である。一方、中東、東南アジア地域の重電機器向けの引き合いについては依然として強く、今後も堅調な需要が見込まれる。中韓台での液晶関係分野では、依然として NF<sub>3</sub>の使用が主力であり、今後需要の伸びは期待できないものと推察する。
- (3) PFCs を含む PFAS 関連に対する製造規制強化が欧州および米国で加速している。今後より一層の規制強化があることが考えられる。

### 1.3 技術開発

#### 1.3.1 技術開発の現状

- (1)ユーザーの要望を考慮したうえで、新たな低 GWP 物質について開発中である。
- (2)更なる PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>の排出抑制に向け、技術開発を継続している。

#### 1.3.2 技術開発の見通し

- (1) PFCs については、各半導体メーカーにおけるドライエッチングガスを低 GWP のガスへ転換するための検討が進むと予想され、世の中の低 GWP ガスへの切り替えの流れに応じた取り組みを行う。
- (2) NF<sub>3</sub>については、PFCs と同様に、世の中の低 GWP ガスへの切り替えの流れに応じた取り組みを行う。

## 2. 取組及び課題等

### 2.1 現在の取組

基本方針：製造プラントのクローズド化等による漏洩の削減及び回収利用

#### 2.1.1 設備の最適設計

- (1)劣化の著しい配管については、配管材質を検討し、更新を進めることで排出ガスを削減している。
- (2)精留回収工程を増強し排出ロスを削減している。
- (3)燃焼除害設備への回収ラインを増強し排出量を低減している。
- (4)ガス排出が伴う作業内容を見直し、作業及び設備を改良することで、排出ガスを削減している。
- (5)プラントの運転、設備点検は高圧ガス保安法を遵守しており、必要に応じて設備点検・更新を行い漏洩防止に努めている。
- (6)一時保管用のタンク内から発生する蒸発分について、冷却装置による回収装置を設置して、回収を行っている。

#### 2.1.2 収率向上活動

- (1)工程分析のためのサンプリング時の排出ロスを削減している。
- (2)ガス排出を伴う作業内容を見直し、作業及び設備を改善し、排出ガスを削減している。
- (3)NF<sub>3</sub>については、製品サンプリングガスの回収装置を設置している。
- (4)使用済み回収液を再蒸留することで、再生利用している。
- (5)燃焼除害設備の安定運転管理と、送入する排出ガス量の一定化を組み合わせることで、安定した排出削減を図っている。
- (6)脱気装置排気から発生するオイル混入の汚染液を廃棄せず回収し精製などを行いリサイクルして使用している。

#### 2.1.3 点検強化

- (1)オフガス回収設備の点検手順を見直して、漏洩防止の徹底を図っている。
- (2)製品替え等のライン切り替えの際に発生する配管内の液の漏洩防止に関しては、作業標準書にて標準化を行い、作業員に周知徹底させている。
- (3)ガスが排出される作業の洗い出しにより、作業内容の見直しを行い、排出ガスを削減している。また定期修理において設備漏洩個所の保全・修理を実施している。
- (4)日常点検・定期点検（月例、年次）強化により、漏洩防止に努めている。
- (5)温暖化対策の重要性を作業員に教育している。
- (6)NF<sub>3</sub>については、プラントでは漏洩が予想される箇所にガス検知器を設置し、漏洩防止管理を徹底している。

#### 2.1.4 予防保全活動

- (1) 機器監視を強化することで、予防保全を推進し、排出ガスの削減を図っている。
- (2) 燃焼除害設備の耐火煉瓦の更新や故障防止対策を実施している。
- (3) 高圧ガス保安法に基づき  $\text{NF}_3$  用ガス検知器を設置し、漏洩防止管理を徹底している。
- (4) 燃焼除害設備の 2 系列化稼働を実施している（故障リスク対応）。

#### 2.1.5 充填出荷時の漏洩防止

##### (1) 充填設備改良等

- ① 充填作業の見直しを行い、排出ガスの削減を行っている。
- ② 製品分析回数の削減、容器共洗い用ガスの削減を実施している。
- ③  $\text{NF}_3$  については、
  - ・ 充填設備は建屋内に設置し、ブローア吸引し燃焼除害設備で分解して、大気への漏洩防止を行っている。
  - ・ ガスの充填において充填毎に充填口と容器の接続部分の気密確認を行い、接続部分からの漏洩を防止している。
  - ・ 充填ラインからの排出ガスの再利用を実施している。
- ④ 設備導入時より、配管ラインは専用化を実施している。また、充填ノズルから発生する蒸発分については、一時保管タンクと同様に回収できる装置を設置して回収を行っている。
- ⑤ 充填時の漏洩量を削減するため、回収について継続的に検討している。

##### (2) 容器の大型化

- ① 大型容器に対応した充填設備の増強・出荷を促進し、充填時の漏洩ガスを削減している。
- ② 顧客への容器の大型化を推進している。
- ③ ユーザーの使用状況に合わせて、容器の大型化を徐々に推進することで漏洩量の低減を図っている。

##### (3) 増（追加）充填方式

- ① ユーザーの理解を得たうえで、増充填方式への展開を図っている。
- ② 顧客に対して増（追加）充填の促進を進めている。

##### (4) 残存ガス回収

- ① 顧客より返却される容器に残存している残ガスに関しては、ボンベより抜き取りを行い、精製処理などを行い、再利用している。
- ② 回収設備の適切な運用により、排出ガス量の削減を図っている。
- ③ 返却容器内の残ガス回収を強化した。コンプレッサー吸入による回収（微減圧まで）に加えて、真空回収装置導入により回収能力強化（高真空まで）を実施している。
- ④ 回収設備の適切な運用により、排出ガス量の削減を図った。また、回収ラインの見直しを行い適切な処理ができるように配管工事を進め排出削減を図っている。

## 2.1.6 顧客からの回収破壊事業の継続

- (1) 顧客からの依頼で、3 ガスの破壊事業を行っている。
- (2) 2023 年の顧客からの使用済み SF<sub>6</sub> の破壊処理依頼は、30.4 トンで、全量破壊処理した。顧客からの依頼による廃ガス回収およびその破壊処理を推進し、2001 年よりの回収 SF<sub>6</sub> の破壊量は下記の様な推移となった。

2001 年 : 1.5 トン	2002 年 : 4.6 トン	2003 年 : 10.2 トン	2004 年 : 12.1 トン
2005 年 : 13.8 トン	2006 年 : 18.3 トン	2007 年 : 19.7 トン	2008 年 : 28.6 トン
2009 年 : 25.8 トン	2010 年 : 33.0 トン	2011 年 : 36.4 トン	2012 年 : 34.3 トン
2013 年 : 39.4 トン	2014 年 : 32.6 トン	2015 年 : 49.4 トン	2016 年 : 38.7 トン
2017 年 : 38.5 トン	2018 年 : 32.9 トン	2019 年 : 37.0 トン	2020 年 : 38.0 トン
2021 年 : 33.4 トン	2022 年 : 31.8 トン	2023 年 : 30.4 トン	

## 2.2 今後の取組及び課題

### 2.2.1 製造プラントのクローズド化等漏洩の削減及び回収利用

- (1) 燃焼除害設備等の安定稼働に努める。
- (2) 引き続き、機器監視の強化による予防保全とあわせて、樹脂材料等の更新周期を見直し、排出ガスの削減を図る。
- (3) 点検の強化を更に推進し、漏洩箇所発見時の対応を迅速に行う。
- (4) 2025 年度に除害炉設備関係の老朽化対策工事を計画中。

### 2.2.2 出荷時におけるガスのボンベ充填時の漏洩防止

- (1) 継続して、充填作業の見直しを行い、排出ガスの削減を図る。
- (2) 充填ラインからの排出ガス再利用化を検討する。
- (3) 更にボンベの大型容器化を促進し、充填作業における漏洩ガス量の削減を図る。

### 2.2.3 返却ボンベに残存しているガスの適正処理

- (1) ユーザーで使用した戻り容器中のガスの回収を継続的に行い、環境負荷の低減を図る。
- (2) 回収を継続し、更に排出削減を進める。

### 2.2.4 代替物質の開発

GWP が 1 桁のガスにて代替できないか顧客と評価を進めている。

### 2.2.5 追加的な対策の実施

- (1) 継続して、排ガス量及び濃度の監視を行い、安定した除害を行えるような体制を構築していく。
- (2) 顧客向け回収装置や除害装置の開発を継続して進める。

## 2.3 要望

- (1) PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> の代替技術・代替物質が市場化される場合について、使用者等関連業界への代替促進に対するご支援をお願いします。
- (2) 温室効果ガスの一種である PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> の排出削減については、基準年比で排出原単位を PFCs は 98%削減、SF<sub>6</sub> は 99%削減、NF<sub>3</sub> は 99%削減と大幅な削減を達成している。この削減については、NEDO（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）の支援を受けて開発した排ガス燃焼除害設備の効果が大きく、今後も政府・行政と協調して、企業が保有する代替フロン排出削減の生産技術と燃焼除害設備の海外技術移転により、海外での温室効果ガスの排出削減に向けて貢献を図りたい。更なる技術開発を進めるための、産官学の連携支援をお願いします。
- (3) 引き続き、規制等の状況に応じた、PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> 排出削減設備への助成金の支援においては、使用しやすい仕組み作りをお願いします。
  - 公募から申請期限までの時間的な余裕
  - 年度をまたがる事業についての助成
- (4) 代替冷媒に関する検討が進められているが、低 GWP であることと同様に、その効率や安全性についても十分議論するとともに、技術的課題の解決等に向けて開発に係る調査・研究およびコスト面での支援をお願いします。

## 2.4 いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- (1) これまでも低 GWP のガスを開発し、市場に提供してきたが、引き続き顧客の要求性を満たす低 GWP ガスの開発を推進し、顧客に対して提案していく。
- (2) 冷媒メーカーとして、引き続き低 GWP 冷媒及び機器の開発を、機器メーカーと協働で進め、商品化を促進する。加えて、PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> に対する適切な回収・破壊・再生を推進していく。また、適正使用・排出抑制推進のために関係業界団体等への啓蒙活動にも積極的に協力していく。
- (3) 低 GWP ガスのガス開発を装置メーカー、デバイスメーカーと進めている。今後も低 GWP ガスの開発推進と、GWP 値の高い製品の整理を進めていく。
- (4) 代替ガスの中には、毒性、燃焼性等の安全性の問題や効率、能力等の性能上の問題を有する媒体がある。これらのリスクを総合的に判断し、適材適所での使用に限定されるべきであるとともに、PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> については「責任ある使用原則」に基づく適正・適切な使用の推進を図る。

## 2. 発泡・断熱材に係る事項

### (1) ウレタンフォーム製造の排出抑制対策

業界団体名：日本ウレタン工業協会（JUII）

対象物質：HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc

#### 自主行動計画の目標

\* 住宅用吹付け硬質ポリウレタンフォーム原液に用いるフロン発泡剤（HFC：HFC-245fa, HFC-365mfc）削減の目標年度を 2020 年度（令和 2 年度）とし、発泡剤の GWP 目標値を加重平均で 100 以下とする。

\* 住宅用吹付け原液以外の硬質ポリウレタンフォームに用いるフロン発泡剤（HFC：HFC-245fa, HFC-365mfc）削減の目標年度を 2024 年度（令和 6 年度）とし、発泡剤の GWP 目標値を加重平均で 100 以下とする。

#### 【自主行動計画の達成状況】

##### 使用量の推移

(単位:t)

年	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13
HFC-134a	201	233	190	224	259	216	145	109	66	65	34	28
HFC-245fa	0	0	1,912	3,893	4,111	4,024	3,044	2,440	2,365	2,597	2,613	2,570
HFC-365mfc	0	0	739	1,311	1,492	1,401	1,122	847	900	960	977	921
合計	201	233	2,841	5,428	5,862	5,641	4,311	3,396	3,331	3,622	3,624	3,519

年	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24目標
HFC-134a	14	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HFC-245fa	2,533	2,230	2,577	2,596	2,365	1,626	618	551	445	336	350
HFC-365mfc	866	779	794	802	744	702	203	186	151	105	100
合計	3,413	3,021	3,371	3,398	3,109	2,328	821	737	596	441	450
HFO	26	85	369	911	1,462	2,062	3,227	3,745	2,957	3,574	

- ・ HFC-134a については、当工業会での 2016 年以降の使用量が 0 であったため、自主行動計画の目標より削除した。
- ・ フロン発泡剤の使用量は、前年比で 155t 減 441t となった。硬質ポリウレタンフォームの生産量が前年比で 96.7% となり、ノンフロン発泡剤 HFO/HCF0 と水処方への切り替えが進んだため、フロン発泡剤の使用量は減少傾向で進んでいる。
- ・ ノンフロン製品の割合は、硬質ポリウレタンフォーム生産量全体の 95.4% で、前年に比べ 0.9 ポイント改善した。
- ・ 製品別ノンフロン化割合は、現場吹付け発泡 93.3%（前年 93.5%）、その他 97.2%（前年 95.2%）であった。
- ・ 加重平均 GWP100 以下の目標に対し、2021 年以降達成しており、2023 年は 2024 年度目標に近づいている。
- ・ 新たな低 GWP 発泡剤の HCFO-1224yd の採用検討を開始した。

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

(現状)

- ・ 2023年(令和5年)の硬質ポリウレタンフォームの生産量は、令和4年より少し減少し、前年比96.7%。フロン発泡剤使用量は442ト/年で前年比74.2%となり、ノンフロン製品の割合は95.4%(前年94.5%)となった。(JUII調査による)
- ・ 製品別のノンフロン製品の割合は、現場吹付け発泡93.3%(前年93.5%)、連続・非連続パネル97.8%(前年95.1%)、ラミネートボード99.5%(前年99.5%)、金属サイディング90.2%(前年87.0%)、断熱機器97.6%(前年97.5%)、モールド品97.8%(前年96.4%)、であった。
- ・ 硬質ポリウレタンフォームの中で全生産量の46%を占める吹付け硬質ポリウレタンフォームのノンフロン化率は、93.3%と前年より0.2ポイント減少しているが、ノンフロン発泡剤であるHF0を用いた原液は前年比28.7%の増加を示している。2021年夏に米国のHF0製造企業がハリケーンにより被災したため、フォースマジュール宣言を出し、2022年は供給不足となったが、2023年は供給が安定したことにより、増加となった。
- ・ JUIIでは、全ての分野のノンフロン化を推進しており、JIS A 9526改正、設計士様向けPRなどの自主努力を実施した結果、市場でのフロン(HFC)品の使用の削減が確実に進んでいる。
- ・ 高い断熱性能を要求される冷蔵倉庫および断熱機器等の分野は現状のノンフロン化技術(水発泡)では対応が困難であったが、新発泡剤(HF0)への技術開発を進み、市場に供給しだしている。

(見通し)

- ・ 2023年度(令和5年度)の住宅着工は800,176戸で前年度比7.0%の減少となった。2024年度も減少傾向が続くと見られている。
- ・ 硬質ポリウレタンフォームの用途の90%以上が断熱材であり、CO<sub>2</sub>削減推進のため一層の住宅の省エネ性能向上が求められている。具体的には、省エネ住宅の普及促進のため、ZEH等の新築住宅を対象とした数々の支援事業や省エネ改修を対象とする支援事業といった諸施策が実施されている。また、政府が2050年までに温室効果ガス排出ゼロのカーボンニュートラルを目指すことを宣言しており、2025年4月の省エネ基準の適合義務化や省エネ基準の強化(等級6、等級7)等が示されている。その基本となる断熱性能向上の重要性はさらに増しており、更に断熱性能が高い商品への要望が強くなっている。
- ・ 高い断熱性能を要求される冷蔵倉庫・断熱機器などの分野では、ノンフロン品の要求性能を満たすために、新発泡剤(HF0/HCF0)の安定供給・低価格化に期待するところが大きい。新発泡剤(HF0/HCF0)メーカーが量産化を進めており、米国、日本、中国に続き2022年にインド、2023年に中国に2拠点目を整え、5拠点での供給を開始している。

## ②海外

### (発泡剤)

- ・ 低 GWP の新発泡剤が世界中で供給不足に陥っていた。原因は、新型コロナウイルスによるサプライチェーンの混乱・異常気象による工場の操業停止・粗原料の供給不足等があげられる、一部の発泡剤供給会社はフォースマジュール宣言を 2021 年夏に発表した。現在は安定している。
- ・ 新発泡剤の供給不足を受けて、一部の非 5 条国(先進国)では HFC-245fa と HFC-365mfc の混合品の使用が復活しており、また一部の 5 条国では HFC-245fa と HFC-365mfc の混合品や HFC-365mfc と HFC-227ea の混合物の使用量が大幅に増加している。この結果、HFC の価格は上昇してきている。しかし HFC-365mfc の製造会社は 2023 年末での製造終了を発表しており、5 条国でも代替発泡剤の検討が進められている。
- ・ 一部の地域では、炭化水素特にシクロペンタンも供給不足になってきている。
- ・ 5 条国で使用されてきていた HCFC-141b の 80%強が既に代替品に置き換わりつつある。141b の代替品には水発泡も含まれているが、炭化水素は対象外、特にスプレーフォームでは可燃性の問題から採用が不可能とされている。HCFC-141b の代替品としての可燃性のギ酸メチルは、単独もしくは HFC との混合系での使用が増えている。
- ・ EU で提案されている 1 万種を超える PFAS 規制に関して、国連環境計画の技術・経済性アセスメントパネル (TEAP) では、2023 年度の Progress Report で、非 ODP/低 GWP のフルオロカーボン類はモントリオール議定書とキガリ協定上、既存の F-gas の代替物質として非常に有用な物質である、と報告している。

### (EU)

- ・ F-gas 規制が 2016 年から開始され 2009~2012 年の平均値に対し 7%削減、その後段階的に削減され、2030 年で 79%まで削減される。
- ・ EU 域内で販売使用される冷蔵庫用では GWP>150 の HFC の使用が 2015 年に禁止された。
- ・ 全ての発泡プラスチックに関しては、2023 年 1 月に GWP>150 の HFC の発泡剤としての使用が禁止された。
- ・ HFC を含んだ発泡プラスチックやポリオール・プレミックスは、HFC を含有していることを記載したラベルと SDS のような技術資料が要求されている。
- ・ HFC の代替として HF0/HCFO への転換が進められているが、幾つかの加盟国では HF0/HCFO は VOC 規制に抵触するので環境対策が要求される。
- ・ 2024 年 2 月、F-gas 規則が改正された。HFC は 2015 年のレベルに対し、2030 年には 95%削減、2050 年には完全に廃止される。発泡プラスチックに関しては、GWP に関係なく HFC の使用が 2033 年に禁止される。更に、2025 年 1 月 1 日より、F-gas を含む既存の断熱材に関して、建物の改修、改装また取り壊し時に F-gas を回収、または破壊することが新たに義務付けられた。
- ・ 幾つかの加盟国では、PFAS 規制に HF0/HCFO も含めることを提案しているが、発泡剤関連企業と利害関係企業(需要家企業)は、規制の結果として HFC 代替品がどのように制限されるかについての懸念から代替品の選択に関する決定を遅らせているとアピールしている。

(米国)

- ・ 「重要新規代替物質政策 (SNAP)」プログラムの 2023 年 4 月改訂の HFC 発泡剤規制スケジュールは以下の通り。

家電用	2020 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
スプレーフォーム (高圧法)	2020 年 1 月 1 日、 軍事用・宇宙用 2025 年 1 月 1 日
スプレーフォーム (低圧法)	2021 年 1 月 1 日、 軍事用・宇宙用 2025 年 1 月 1 日
1 液スプレーフォーム	2020 年 1 月 1 日
サンドイッチパネル類	2020 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
硬質スラブ	2019 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
ラミネーションボード (PIR を含む)	2017 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
軟質フォーム	2017 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
インテグラルスキンフォーム	2017 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
EPS	2017 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
XPS	2021 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
ポリオレフィン	2020 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
フェノールフォーム ; +143a	2017 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日
海洋浮用硬質 PU フォーム	2020 年 1 月 1 日、軍事用 2022 年 1 月 1 日

- ・ Honeywell 社は 1233zd の 2 基目の製造ラインをインドで稼働させた。

(5 条国共通)

- ・ 多くの国で、CFC-11 や HCFC-141 b を含んだプレミックスポリオール of the 輸入が禁止された。 HCFC-141 b の主な用途は、炭化水素発泡剤が使用できないスプレーフォームが主流。CFC-11 や HCFC-141 b の代替品としてメチラルやメチレンクロライド、炭化水素のペンタンの使用が増えている。

#### (ASEAN)

- ・ HCFC の Phase-out に関しては 2030 年全廃の最終目標は共通。
- ・ タイでは HCFC-141b の輸入が 2017 年 6 月末で禁止された。HCFC-141b の使用も 2024 年 1 月 1 日で禁止となった。HFC の輸入割当量の制限も始まったことから、代替品として HFO/HCF0 の採用が始まりつつある。更に水発泡の比率も増えている。
- ・ フィリピンでは 2014 年に HCFC-141b の発泡剤としての使用が禁止された。
- ・ HCFC-141b の代替品としては HC が有力視されているが、HFC も有力候補となっている。HFO は評価対象外。

#### (中国)

- ・ 建築基準に関する法規制が簡素化され、現行の建材に関する規制も緩和されることになった。これに伴い、発泡プラスチック系断熱材に関する規制も緩和され使用量の増加が期待されている。
- ・ HCFC は 2025~2026 年で全廃目標。HCFC-141b は 2019 年からは、冷蔵庫・フリーザー・リーファークリベナ・温水器での使用が禁止された。代替品としては、炭化水素・水・HFO/HCF0 が使用されている。スプレーフォーム用途が残っている。
- ・ HCFC-141b の代替品として、押出法フォームポリスチレンは CO<sub>2</sub>、硬質ウレタンフォームは HC ならび HFO が候補となっている。
- ・ 2022 年から HFC の削減対策が開始され、新規の HFC の製造が禁止となった。削減プログラムは、他の 5 条国と大差なく、2029 年で 10%削減に留まっている。

#### (インド)

- ・ HCFC-141b は 2020 年 1 月 1 に使用禁止となり、代替として、70%の企業は低 GWP 発泡剤 (HFO、炭化水素、水、ギ酸メチルなど) を採用し、30%の企業は HFC を採用している。

#### (中南米)

- ・ 一部の国では、141b だけでなく 141b を含んだポリオール・プレミックスの輸入が禁止された。
- ・ 冷蔵庫やサンドイッチパネルを製造する大企業では、141b の代替として炭化水素の採用が進んでいるが、中小企業では炭化水素以外の代替品の採用が進んでいる。
- ・ 中小企業向けには、代替発泡剤を混合したポリオール・プレミックスとしての供給が主力である。炭化水素を混合したポリオール・プレミックスの供給が始まっている。

### ③技術開発

#### (現状)

- ・ 各社、住宅用現場吹付け発泡原液やラミネートボード等工場生産品のノンフロン化のための発泡剤切替えに関する研究開発は概ね終了し、更なる性能改善を目指している。また、非住宅現場吹付け発泡原液、連続・非連続パネル、金属サンディング等についても、新発泡剤 (HFO 品) コスト差があるものの、切替え普及が進みだしている。

(見通し)

- ・ 新発泡剤 HF0 が 2018 年（平成 30 年）7 月にそろったことで、全分野のノンフロン化技術の構築に向け関係各社鋭意最適化に取り組んでいる。
- ・ 建築向けに関しては HF0-1233zd を用いた原液の製造販売が先行開始されている。冷蔵倉庫等の他分野や全てのノンフロン化についても供給が開始されだしており、製品開発が進んでいる。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- ・ HFC 原単位の低減を含めた原液処方及び使用条件（発泡条件）の更なる最適化に継続して取り組んでいる。
- ・ 2015 年（平成 27 年）12 月に新発泡剤 HF0 を規格化した改正 JIS A 9526 が公示された。公共建築工事標準仕様書平成 31 年版にノンフロンの新発泡剤 HF0 による品種が指定され、公共建築ならび民間建築におけるノンフロン品の普及促進が進んでいる。
- ・ 工業協会として HFC 品削減を促進するために、新発泡剤 HF0 品の広報パンフレットを作成し、（一社）日本建設業連合会や（一社）不動産協会、（公社）日本建築士連合会等を通じてノンフロン製品の紹介と普及促進を実施した。
- ・ ユーザーに対してノンフロン化推進を要請してきたが、設計段階で決定される仕様が切り替えの妨げになっていることが判明したため、設計者向けに仕様見直しをお願いすることに重点を置き、PRを進めてきた。

### ②今後の取組及び課題

- ・ 新発泡剤 HF0 による全ての分野での普及促進。
- ・ 非住宅用断熱材の 2024 年度ノンフロン化に向けた推進。
- ・ HF0 の欧州の PFAS 規制の対象除外に向けた活動。

### ③いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- ・ 冷蔵倉庫・断熱機器分野においては、新発泡剤による技術を確認中である。現時点ではこの分野以外はノンフロン化を推進し、低 GWP 新発泡剤の全分野での最適化が進めば全分野への展開を図っていく。
- ・ 硬質ポリウレタンフォーム業界では GWP 値 10 以下の新発泡剤の最適化を推進中にある。
- ・ ノンフロン化の技術では日本のポリウレタン業界は高い水準にあり、規制に関わらずノンフロン化を推進している。

### 3. エアゾール等に係る事項

#### (1) エアゾール及びダストブローア製造の排出抑制対策

業界団体名：(一般社団法人) 日本エアゾール協会

対象物質：HFC-134a、HFC-152a

#### 自主行動計画の目標 (下記の内容を継続推進する)

- 1) ・生産時の当該ガスの漏洩率を95年(5%)比で20%以上の削減に努める。  
(2000年制定)
  - ・生産時の当該ガスの漏洩率を継続して3%前後に抑える努力をする。  
(2007年改訂)
- 2) ・HFC-134aの使用を、他に安全で実用的かつ、環境的に受容される代替物がない用途に限定することに努め、また一部特定用途の使用者側の理解を求めて、2010年の排出見込み量の30%以上を削減すべく努力する。(2000年制定)
  - ・HFC-134aの使用を、他で安全で実用的かつ、環境的に受容される代替物がない用途に限定し、更に非エアゾール製品への代替化を進め、2012年HFCの排出見込み量を0.8百万GWP t内に削減すべく努力する。(2011年改訂)
- 3) メーカーや製造元等の協力を得た上で、一液製品(ブローア等)のフロン充填量をCO<sub>2</sub>換算した「フロンの見える化」表示を実施する。(2009年制定)
- 4) メーカーや製造元、販売会社等の協力を得た上で、
  - ・高圧ガス保安法上、可燃性ガスに分類される代替候補ガス(HFO-1234ze(E))に関するリスク評価を行うとともに、国や研究機関とリスクに応じた安全規制の見直しを目指して議論してゆく。
  - ・安全で低温室効果製品の普及促進やフロン製品の使用抑制に向け、国と連携し、低温室効果製品の標準化等を通じた環境整備やユーザー等への啓発を進める。  
(2011年制定)
- 5) 充填ローダー等の協力を得た上で、
  - ・エッセンシャルユース製品の調査及び指定製品でないことの表示
  - ・オゾン室発行の「規制内容書面」を充填ローダーから販売会社、輸入販売会社に情報として提示すること。(2014年制定)
- 6) 「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律(フロン排出抑制法)」が2015年4月1日施行となり、HFC-134a、HFC-152aを使用したダストブローア製品は「指定製品」となり、法定表示が義務付けられた。  
地球温暖化対策連絡会(メンバー: 充填ローダー等)では上記に係わる表示関係の委員会を開催し内容を討議し、法定表示要領と、不燃性限定用途の一液製品「ダストブローア等」(指定製品対象外)の自主表示要領を制定し、充填ローダーの客先への情報提供を要請した。(2015年制定)  
また、フロン類を使用する製品のうち、地球温暖化ガスを用いた二液エアゾール製品の環境影響度表示方法について自主表示要領を定め(2015年10月)、2016年4月1日より運用を開始した。
- 7) 「専ら噴射剤のみを充填した噴霧器の製造業者等向けガイドライン」  
(2016年9月1日公表)を受け、地球温暖化対策連絡会のメンバーを通して客先へ

の情報提供を要請した。

- 8) HFO-1234ze (E) は、高圧ガス保安法施行令改正により、特定不活性ガスに施行改正された (2016 年 11 月 1 日)。
- 9) 地球温暖化対策連絡会では、指定製品 (ダストブローワー等) を、今後ノンフロン化とすることで合意した (2020 年 2 月 5 日)。
- 10) 地球温暖化対策連絡会では地球温暖化対策計画の見直し年であり 2035 年、2040 年目標について 2023 年度排出量に対して 2035 年までに 50%削減する事で合意した。尚、2040 年度の目標値は 2035 年度と同じとする (2024 年 8 月 29 日)

**自主行動計画の達成状況**

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
充填時漏洩率 (%)	5.0	-	-	4.7	4.6	3.8	3.1	2.8	3.5	2.7	2.7
HFC-134a 排出量 (t)	1,050	1,603	2,036	2,199	2,145	2,137	1,993	1,972	1,851	1,420	908
HFC-152a 排出量 (t)						18	79	159	399	838	1,217
HFC-245fa 排出量 (t)										0.1	0.5
HFC-365mfc 排出量 (t)										0.2	0.7
排出量 (百万 GWP t)	1.4	2.1	2.6	2.9	2.8	2.8	2.6	2.6	2.5	2.0	1.4
	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
充填時漏洩率 (%)	2.9	2.8	2.3	2.7	2.5	2.5	2.3	2.3	3.0	2.5	2.1
HFC-134a 排出量 (t)	497	348	338	296	223	202	187	175	208	230	243
HFC-152a 排出量 (t)	1,409	1,439	1,685	1,584	1,299	1,260	986	680	522	425	372
HFC-245fa 排出量 (t)	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	1.2	1.6	0.6	0.6	0.7	0.1
HFC-365mfc 排出量 (t)	1.3	1.5	1.0	0.3	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
HFC-43-10-mee 排出量 (t)									0.3	0.4	0.2
HFC-227ea 排出量 (t)									1.2	1.0	0
排出量 (百万 GWP t)	0.89	0.68	0.69	0.62	0.48	0.45	0.39	0.34	0.36	0.38	0.39
	17	18	19	20	21	22	23				
充填時漏洩率 (%)	2.5	3.0	3.3	3.7	3.2	2.6	2.3				
HFC-134a 排出量 (t)	250	215	230	284	259	162	79				
HFC-152a 排出量 (t)	391	326	230	102	30	30	30				
HFC-245fa 排出量 (t)	0	0	0	0	0	0	0				
HFC-365mfc 排出量 (t)	0	0	0	0	0	0	0				
HFC-43-10-mee 排出量 (t)	0	0	0	0	0	0	0				
HFC-227ea 排出量 (t)	0	0	0	0	0	0	0				
排出量 (百万 GWP t)	0.41	0.35	0.36	0.42	0.37	0.24	0.12				

- 漏洩率 (HFC-134a、HFC-152a 合算) 2023 年の生産時のガス漏洩率は 2.3%であった。
- 2023 年 HFC-134a の排出量は 79t で前年比 49%に減少、HFC-152a の排出量は 30t で前年比同等、GWP 換算排出量は 117 千 t 前年比 50%となった。
- COP17、CMP7 による京都議定書改正に関する対象ガスの追加について 2014 年より調査した結果を表に記入した。なお、HFC-245fa、HFC-365mfc、HFC-43-10-mee は溶剤であり、HFC-227ea は噴射剤である。

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

(現状)

- ・ HFC 使用のダストブロワー等の国内生産数は 170 千缶で前年比 26%に減少となった。  
内訳、HFC-134a は-60 千缶、HFC-152a は粗同数であった。  
各充填会社の 1995 年の充填時漏洩率の平均値は 5.0%であったが、生産工場集約化、製品生産集約化、生産期間集約化、噴射剤送液配管径とその長さの見直し、噴射剤送液配管専用化等の改善を行い3%台になった。

2020 年 3.7%の目標値を逸脱した原因(設備の経年劣化・顧客の納期対応)への対策を実施したことにより回復傾向となり、2023 年は販売者側の協力もあり纏め生産等により 2.3%となっております。

しかしながら、昨今は国内での使用量が更に減少傾向にあり、取扱いフロン量を基準に算出する充填時漏洩率 3%前後の目標値を達成することは更に厳しい状況にあるが、引き続き削減対応に努める。

- ・ GWP 値換算の排出量は 117 千 t 前年(235 千 t)-118 千 t の減少となった。
- ・ 2023 年での HFC のエアゾール製品と一液製品の割合  
HFC-134a ; エアゾール製品 18% 一液製品 82%  
HFC-152a ; エアゾール製品 0% 一液製品 100%
- ・ 当協会が把握した遊戯銃に使用されている HFC の割合は以下のとおりである。  
HFC-134a は 37 t で 63% HFC-152a は 30 t 100% が遊戯銃向けであった。

(見通し)

- ・ 低 GWP 値製品への切替えは、ほぼ達成できたと推測でき、残った HFC-134a 製品は安全性を必要とされる必要不可欠用途製品と推測できる。今後、安全性を必要とされる用途の絞り込みを行うことで、GWP 換算の総排出量の削減効果は多少期待できる。

(具体的にはフロン排出抑制法に係る自主基準を制定して、使用時の安全性の担保を図るため「HFC-134a の使用製品・必要不可欠用途製品」の一液、二液製品分類で、14 用途のみと定めている。新規分野の H F C 製品の上市については、抑制を図る。)

### ②海外

(現状)

- ・ 欧州フロンガス規則において、HFC 使用の娯楽や装飾目的で使用される新規エアゾール製品は 2009 年 7 月 4 日以降、上市禁止となった。

### ③技術開発

#### (現状)

- ・ダストブロー製品では、DME に炭酸ガスを混合したもので使用時に液ガスが吐出し  
ないとされる製品が上市されているが、可燃性ガスを使用しており、消費者の安全性  
を担保する為には、使用上の注意などの的確な表示を確実に進める必要がある。
- ・地球温暖化係数の低いガス (HF0-1234ze (E) (GWP1)) を使用したダストブロー製品が  
上市されている。
- ・エアゾール製品では、殺虫剤で可燃性ガス (LPG/DME) に代わるガス (HF0-  
1234ze (E) (GWP1)) を使用した製品が上市されている。
- ・温暖化係数の高いHFC-134a(不燃性)やHFC-152a(可燃性)の代替として炭酸ガスカート  
リッジを使用したダストブロー製品が開発されており、価格の低減や省資源化のため  
に炭酸ガスカートリッジが再利用できるようになった(2010年NEDO地球温暖化防止  
支援事業)。

#### (見通し)

- ・HF0-1234ze (E) は、2016年11月1日の高圧ガス保安法施行令改正により、特定不活性  
ガス(着火源との接触を維持しない限り火炎が認められないガス)に施行改正され  
た。
- ・HF0-1234ze (E) は、2021年4月23日の高圧ガス保安法施行令改正により、特定不活性  
ガス(不活性ガスのうち、フルオロカーボンであって温度六十度、圧力零パスカルに  
おいて着火したときに火炎伝ぱを発生させるもの)に再定義の改正となる。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- 1) 「フロン排出抑制法」が2015年4月1日施行となり、HFC-134a、HFC-152a を使用し  
たダストブロー製品は「指定製品」となり、法定表示が義務付けられた。  
地球温暖化対策連絡会では上記に係わる表示関係の委員会を開催し内容を討議し、法定  
表示要領と不燃性限定用途の一液製品「ダストブロー等」(指定製品対象外)の自主  
表示要領を制定し、充填ローダーの客先への情報提供を要請した。
- 2) 地球温暖化対策連絡会は、指定製品(ダストブロー等)の環境影響度の目標値達成  
の目標年度(2019年)を迎えるにあたり協議を重ね、指定製品を今後ノンフロン化と  
することで合意した(2020年2月5日)。
- 3) フロン排出抑制法に係る自主基準を制定して、使用時の安全性の担保を図るため  
「HFC-134aの使用製品・必要不可欠用途製品」の一液、二液製品分類で、14用途の  
みと定めている。新規分野のHFC製品の上市については、抑制を図る。

## ②今後の取組及び課題

- 1) 充填会社の努力で充填時漏洩率を 3%前後で維持しているものの、生産量の減少に伴い取扱う会員充填会社も少数となり活動が限定的になっている。  
更に市場が少数小ロット生産を求められるとフロン量を基準で算出する充填時漏洩率 3%前後の目標値の達成は更に厳しい状況になる事での対応として「纏め生産等への理解」を求めます。

### <当協会での活動実績>

充填時漏洩率 3%前後の目標値と決めた 2007 年度からの実績

対象充填会社 2007 年 18 社→2023 年 5 社と減少

HFC-134a 2007 年購入量 321t→2023 年 59t となり、 262t、82%の削減

HFC-152a 2007 年購入量 1,223t→2023 年 30t となり、1,193t、98%の削減

GWP 値換算での環境中への排出量 2007 年 677 千 GWP t →2023 年 117 千 GWP t

## ③要 望:

ダストブロー等への取り組みの徹底を図るためにも、フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律に基づく経済産業省告示第 53 号に則り、当局の適切な対応を要望致します。

## ④いわゆる「ノンフロン化」に対するスタンス

今回の報告通り遊戯銃を除くと HFC 1 5 2 a はゼロで、

HFC- 1 3 4 a は安全性を必要とされる必要不可欠用途製品のみになりました。

HFO- 1 2 3 4 ze(E) の安全性（例：HFC- 1 3 4 a と同程度等）が実証され、

さらに廉価で入手できることを望みます。

## (2) MDI 製造の排出抑制対策

業界団体名：日本製薬団体連合会

対象物質：HFC-134a、HFC-227ea

### 自主行動計画の目標

- ・ 1998 年の自主行動計画策定時、2010 年の HFC 予測排出量 540 トンに対し、目標を 405 トン（25%削減）としました。その後の進捗状況に合わせて目標を改訂し、2006 年に 180 トン（66.6%削減）、2009 年に 150 トン（72.3%削減）としています。
- ・ しかし、高齢化や COPD 患者の増加等に伴い、吸入製剤全体の販売量は増加の傾向を辿っており、今後もこの水準は維持されるものと予測しています。
- ・ こうした中で、噴射剤を使用しない DPI 等を主軸に市場に於ける普及を更に推し進めることにより、2014 年より 2020 年/2025 年/2030 年に於ける排出目標を 110 トン（79.6%削減）としています。

※喘息の有病率等に極端な変化があった場合には、目標値の見直しが必要となる可能性があります。

### 自主行動計画の達成状況

2023 年の環境への HFC 排出量は 83.27 トンと推定され、目標を達成しました。喘息及び COPD（慢性閉塞性肺疾患）の患者数は徐々に増加傾向を示しており、吸入剤の総量はほぼ 1998 年の予測どおりに増加しています。このことから、HFC 排出抑制には、噴射剤を使用しない DPI 等の普及、および製剤改良（配合剤等噴射剤使用量の減少）が寄与しているものと思われれます。

実排出量の推移（日薬連フロン検討部会の調査結果）

（単位：トン）

	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
HFC-134a	0	1.1	2.6	17.1	37.2	44.6	46.6	47.6	51.4	62.8
HFC-227ea	0	0	0	0	1.8	8.2	12.7	22.0	41.4	48.1
合 計	0	1.1	2.6	17.1	39.0	52.8	59.3	69.6	92.8	110.8

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
HFC-134a	70.4	63.7	61.2	60.0	55.5	54.1	51.3	47.3	44.91	39.15
HFC-227ea	42.3	39.3	46.4	42.8	33.1	34.3	29.8	26.9	23.93	36.08
合 計	112.7	103.0	107.6	102.8	88.7	88.4	81.1	74.2	68.84	75.22

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
HFC-134a	40.72	37.38	35.35	34.66	34.48	32.94	29.15	30.32
HFC-227ea	32.05	43.94	45.41	51.54	59.16	55.15	51.87	52.95
合 計	72.77	81.32	80.76	86.19	93.64	88.09	81.02	83.27

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

(現状)

- ・ 1997年に最初のHFC-MDIが国内で発売され、CFC-MDI（吸入エアゾール剤）は順次HFC-MDIとDPI（吸入粉末剤）に転換され、CFC-MDIの出荷は2005年に終了しました。2023年の定量噴霧吸入剤出荷量はHFC-MDIが約27.14%、DPI（粉末吸入剤）が約65.93%、その他（ソフトミスト吸入器）が約6.93%です。
- ・ 温暖化ガス排出量の推移では、1996年に吸入薬としてその製造及び消費に使用されたCFC約270トンは、1.9 MGWP トンに相当しましたが、2023年に於ける値HFC排出量約83トンは、約0.21 MGWP トンに相当し、2022年より微増となっておりますが、1996年からは大きな減少傾向を示しています。
- ・ HFCの代替となる噴射ガスについては、技術的な側面や世界的な対応の動向を踏まえ、当業界で継続的に検討しています。（見通し）

#### HFC 排出量の増加要因

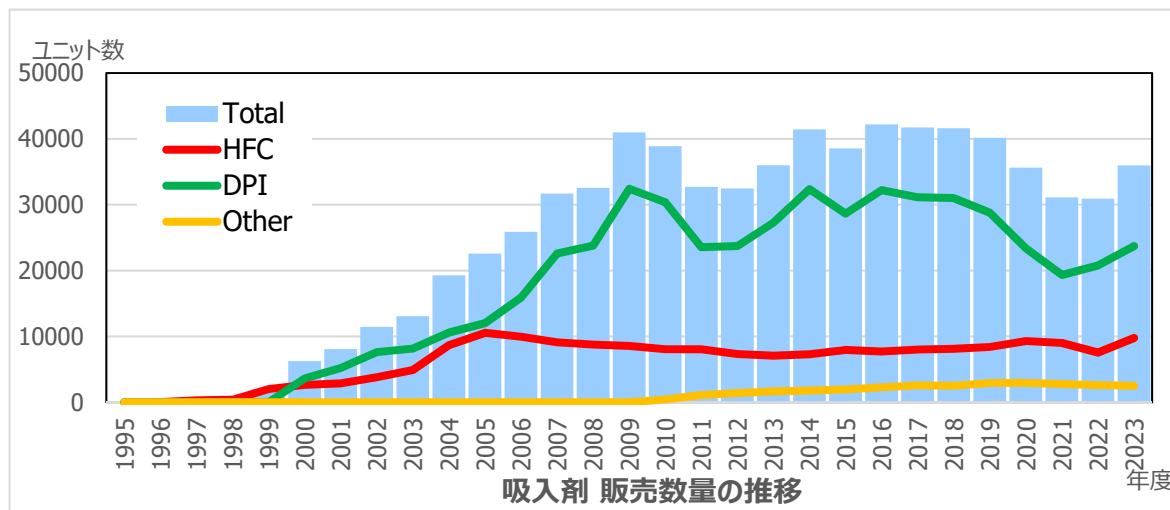
- ・ 1990～2023年の販売実績の集計結果から、2009年にかけて吸入製剤全体の使用量は増加しており、以降も微増傾向にある。2020～2021年はコロナ禍の影響と思われる減少が見られたが、2022年より増加が見られ、2023年も継続して増加していることから、今後の推移を注視する必要がある。
- ・ 喘息及びCOPD（慢性閉塞性肺疾患）の患者数は徐々に増加傾向を示しており、また次第に高齢化すると考えられます。
- ・ 喘息治療ガイドライン等により吸入ステロイド剤（吸入薬）の使用が公的に推奨されています。
- ・ 新規HFC-MDIの開発・上市による増加。

#### HFC 排出量の減少要因

- ・ HFCを使用しないDPI等の更なる開発・普及  
噴射剤を使用しないDPI等を主軸に市場に於ける普及を更に推し進めている
- ・ 製剤改良による噴射剤使用量の減少（高濃度、配合剤）

#### 今後の見通し

- ・ 増加要因と減少要因双方を総合的に勘案した場合、今後のHFCの使用量（排出量）は、横ばいで推移することが予想されます。



## ②海外（国内との比較）

		国内	ヨーロッパ	米国	カナダ、オーストラリア、ニュージーランド	途上国 およびロシア、中国
現 状	CFC-MDI	転換終了	転換終了	転換終了	転換終了	転換終了
	HFC-MDI	約 25%	CFC-MDI 代替製剤が主流	CFC-MDI 代替製剤が主流	CFC-MDI 代替製剤が主流	移行が進んでいる
	DPI	約 69%	北欧、英等、一部の国で普及	わずか	わずか	わずか
見通し		HFC-MDI の水準は大きくは変わらないと予測。	HFC-MDI が多数を占める	HFC-MDI が多数を占める	HFC-MDI が多数を占める	HFC-MDI については大部分の国が 2012 年で転換終了。 ロシア、中国は 2016 年にすでに転換終了
		日本国内では DPI 等を主軸に市場に於ける普及が進む一方で、世界的には喘息および COPD 患者の増加及び吸入療法の普及に伴い、未だ MDI-HFC が多く使用されている。				

## ③技術開発

（現状）

- ・ MDI の場合は使用時に噴射剤を回収することは事実上不可能であるため、HFC を使用しない代替製剤の開発を推進しています。
- ・ その他の剤型：一部の製剤に於いては噴射剤を使用しないソフトミスト吸入器や貼付剤等で開発・発売がなされていますが各種制約があり、現状広く普及するに至っておりません。
- ・ 現在のところ HFC に代えて使用できる噴射剤はありません。

（見通し）

上記の項目については、更なる可能性を検討します。

また、HFC に代わる MDI の噴射剤には噴射圧、比重、溶解性等の物理化学的性質、医薬品としての安定性（自身が変わらないこと、有効成分に対する影響がないこと）、不燃性及び安全性が必要です。その開発には国際的な認知と協力体制が必要です。

## 2. 取組及び課題等

### ① 現在の取組

既存の HFC-MDI から DPI 等への転換、及び新規吸入剤として DPI 等を主軸に普及  
HFC-MDI の製剤改良、配合剤の開発により HFC の使用量を低減  
製造時に回収した HFC の破壊処理の実施

### ② 今後の取組方針と課題

今後とも上記①を継続致します。

HFC-134a 及び HFC-227ea に代わる噴射剤については今後とも当業界にて、技術的及び世界的な対応状況等を踏まえ継続的に検討して参ります。

また DPI は自己の吸気で吸入する仕様であることから地球環境へ影響を与えない効果がある一方で DPI を使用できない、又は MDI の使用を選択される患者向け(吸う力の弱い患者等)にエッセンシャルユースとして MDI 製品を供給することは今後も必要になります。

### ③ 低 GWP 噴射剤を使用した MDI に対するスタンス

MDI 製剤には、物理化学的性質、安定性、安全性等々、使用する噴射剤として種々の特性が要求されます。低 GWP 噴射剤の MDI 開発には多大のリソース(人材、資金、時間)が必要で、個社での取り組みに加えて国際的な認知と協力体制が望まれます。

(3) 遊戯銃使用時のフロン類排出抑制対策

業界団体名：日本遊戯銃協同組合

対象物質：HFC - 134a

【自主行動計画の目標および達成状況】

(目標)

(1)エアソフトガンのパワーソースの一つとして使用されているHFC - 134aについて、2014年度に設定した削減目標の実現を図る。

HFC - 134a	2020年度	2025年度	2030年度
出荷数量	25トﾝ→未達(45.2トﾝ) GWP・AR4=64,636トﾝ	10トﾝ GWP・AR4=14,300トﾝ	0トﾝ GWP・AR4=0トﾝ

(2)HFC - 134aガスは、供給自体が緊縮化したことにより、市場から削減されつつあり、2017年(平成29年)に新発売した低GWP新規ガスへの移行が進展しているところである。

①GWP	1程度。
②成分	HFO - 1234zeを主成分とした混合ガス。
③市場価格	HFC - 134aの約1.3倍。
④転換のプロセス	現在、オゾン層保護法に基づく割当て運用施策が行われ、国内市場ではガス方式向けのHFC - 134aの入手が困難な状況を迎えている。このため、2030年度の目標であるHFC - 134aガス缶の実質的な製造販売ゼロの実現が想定されている。

(3)エアソフトガンガス方式向けのHFC - 134aの流通量減少に伴う状況について。

摘要	HFC - 134aガス缶と代替HFO - 1234zeガス缶との格差および動向	代替HFO - 1234zeガス缶への転換の実情
①経済的マイナス要因	HFO - 1234zeガス缶の販価は、HFC - 134aガス缶に比べて約1.3倍	HFO - 1234zeガス缶とHFC - 134aガス缶の価格差はあるものの、HFC - 134aガス缶出荷数量の現実的な減少に伴い、ユーザーのHFO - 1234zeガス缶へのシフトが不可避的に進行している。
②品質性能マイナス要因	0.01~0.03メガパスカル程度の圧力差の存在。	代替HFO - 1234zeガス缶の充填圧力が低いことから、発射や作動性能に約10%~15%の性能ダウンをもたらしている。

摘要	HFC - 134 a ガス缶と代替 HFO - 1234 z e ガス缶との格差および動向	代替 HFO - 1234 z e ガス缶への転換の実情
③発射機構変換へのマイナスイネン	エアソフトガンの機構に関して、圧力の弱い HFO - 1234 z e ガスに便宜したシステムへの変換。	弱めの圧力でも発射性能を高めるための機構を採用した場合、強めの圧力である HFC - 134 a ガスを充填すれば、銃刀法の定める威力値(0.989 ジュール以下)を超えて、同法に抵触する可能性を否定できない。
④地球温暖化抑制のための支援要請	HFC - 134 a ガス缶と HFO - 1234 z e ガス缶の性能差の存在。	ユーザー一人ひとりの行動意識の高まりにより、社会的要請に応えたエアソフトガン文化の維持を目指す。

#### (4)削減目標達成に向けての活動計画

当組合では、かねてより HFC - 134 a ガス缶の出荷数量の削減に向けた努力を重ねてきたが、現在では仕入れが困難な状況下にあつて低 GWP の HFO - 1234 z e ガス缶への転換が自然淘汰的に進んでいる。この傾向は、今後一段と顕著になることが確実視され、HFO - 1234 z e ガス以外の新規低 GWP ガスの導入も視野に入れて調査・研究に邁進する必要がある。

##### 【2023 年度の HFC - 134 a 削減のための基本方針】

① HFC - 134 a ガス缶の仕入量削減の現状	オゾン層保護法の運用に伴い、段階的に HFC 類生産量・消費量の割当て制度が実施されている。HFC - 134 a ガスのエアソフトガン向けの仕入量は大きく減少しており、つれて HFC - 134 a ガス缶の出荷数量も減少の一途を辿っている。まづもって、こうした状況へのユーザーの理解を得た上で、HFO - 1234 z e ガス缶への転換を進めている。
② HFO - 1234 z e ガス缶の新パッケージ品の拡販	2019 年 7 月に入数を 250g から 300g へと増やし、価格を据え置くことで実質的な値下げを図った新パッケージ缶を発売した。これは、少しでも HFC - 134 a ガス缶との価格差を縮めることで、できる限り購入しやすい環境を整えているところである。
③後継ガスの市場への周知徹底および販売促進	HFO - 1234 z e ガス缶をガス方式の主流パワーソースに育成すべく、遊戯銃流通業界をはじめとして鋭意広報活動に努めている。現在の代替品としてはこれ以外には存在しないが、他の可能性についても検討中である。
④別種の低 GWP ガスの導入のための調査・研究	前記の HFO - 1234 z e を主成分とした混合ガスに止まらず、別種の低 GWP 新規ガスの候補として、HFO - 1234 y f ガス缶の適応性についても実証実験を開始している。

⑤他のパワーソースの販売促進	電動方式、エアースプリング方式に話題的な製品が豊富に品揃えされており、新趣向を凝らした新商品が相次いで投入され、エアソフトガン市場の中心的存在として確立している。一方、HFC-134a、HFO-1234zeをパワーソースとするガス方式の使用割合は一部限定的な水準で推移している。
⑥CO2換算値を明記して、温室効果ガスの取扱いへの注意喚起	HFC-134aのガス缶の商品説明表示には、二酸化炭素換算値および温室効果ガスであることを明記し、ユーザーの環境保護への認識度向上を進めている。
⑦環境対応事業を推進	エアソフトガンの主用途であるサバイバルゲームにおいては、電動、エアースプリング方式の使用が8割～9割を占めており、ガス方式の使用が少ないことから、HFC-134aの排出は限定的である。さらに、天然由来成分（自然素材）によるBB弾の使用が圧倒的であり、環境保護意識が高いスポーツとして認識されている。
⑧国内の植林事業に協力	大気中の二酸化炭素を少しでも削減するため、北海道下川町の森林づくり事業に協力し、寄付を行うことで植樹による環境保全活動を行う。

（達成状況）

これまでの取り組みにより、HFC-134aの出荷数量は29.5トﾝ／年にまで減少したHFC-134aガス缶の出荷数量（単位：トﾝ）

2001年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
100	33.1（対前年度比96%）	33.0（対前年度比99.7%）	32.9（対前年度比99.7%）	34.8（対前年度比105.7%）
GWP・AR4=143,000	GWP・AR4=47,333	GWP・AR4=47,190	GWP・AR4=47,047	GWP・AR4=49,764

2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
38.5（対前年度比110.6%）	43.3（対前年度比112.4%）	47.1（対前年度比108.7%）	48.5（対前年度比102.9%）	47.9（対前年度比98.8%）
GWP・AR4=55,055	GWP・AR4=61,919	GWP・AR4=67,353	GWP・AR4=69,355	GWP・AR4=68,497

2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
50.3（対前年度比105%）	45.2（対前年度比89.8%）	35.1（対前年度比77.7%）	29.5（対前年度比84.0%）
GWP・AR4=71,929	GWP・AR4=64,636	GWP・AR4=50,193	GWP・AR4=42,185

### （新規低GWPガスの普及への取組み）

当組合では、エアソフトガンのパワーソースの一つであるHFC-134aガスを代替するものとして、2017年（平成29年）10月よりHFO-1234zeを主成分とする新規低GWPの混合ガスを発売した。これは、地球温暖化係数が1程度であり、HFC-134aに比べて大幅にGWP低減化を実現したものの、販価がHFC-134aの約1.3倍であることや発射や作動性能においてHFC-134aに比べて弱め



であることから商品価値が見劣りするため、ユーザーの購入意欲の面からはマイナス要因としてあげられる。しかしながら、オゾン層保護法に基づくHFC類の製造割当て制度の進展に伴い、HFC-134aガスの仕入量が年ごとに緊縮化することで、HFC-134aガス缶の販売数量は、減少の一途を辿っている。

この反面、HFC-134aガス缶とHFO-1234zeガス缶の圧力差に関しては、高压ガス保安法施行令第二条3八において、「内容積1リットル以下の容器内における液化ガスであって、温度35度において圧力0.8メガパスカル（当該液化ガスがフルオロカーボン（可燃性のものを除く。）である場合にあっては、2.1メガパスカル）以下のもののうち、経済産業大臣が定めるもの」と規定されていることから、従来品であるHFC-134aガス缶の圧力が2.1メガパスカル以下であるのに対して、新規低GWPガス缶はHFO-1234zeガスが主成分であるため、圧力0.8メガパスカル以下となる。この圧力差によりBB弾の発射性能に格段の違いが発生しているが、遊戯銃業界としては低GWPガスであるHFO-1234zeガス缶のユーザーからの評価を高めるためにも、HFO-1234zeガス缶の圧力についてもHFC-134aガス缶の圧力と同様の数値に改定されることを切望する次第である。

また、代替ガスのもう一つの候補であるCO<sub>2</sub>（ガスボンベ方式）については温室効果ガス排出抑制には効果的であるものの、圧力が非常に高いため、銃刀法違反に繋がる改造防止等の観点から、過去に関係官公庁より製造自粛要請の指導がなされたこともあり、当組合自主規約要綱においてパワーソースとしての使用を現段階では承認していない。

今後は、市中へのHFC-134aガス缶の供給量は確実に縮小していくことになり、現状ではHFO-1234zeガス缶の使用のみが選択肢となっている。商品価値の保持に苦心しつつも、遊戯銃業界においては温室効果ガスの排出抑制に関わる必須課題に真摯に取り組むため、2023年度においてもユーザーの地球環境保護への認識度向上を図りつつ、以下のHFC-134a削減のための自主行動計画を実施する。

## 1. 現状および見通し

### ①国内業界

令和4年度秋よりわが国では新型コロナウイルス感染症への対策実施と経済活動の振興を並行持続させていくことになり、消費活動の回復に伴ってホビー市場においても活性化への期待が高まっている。HFC-134aガス缶の入手が困難になりつつある現在、HFO-1234zeガス缶の存在により、エアソフトガンのガス方式製品も一定量の出荷数量が継続しており、併せて新商品の検査合格数にも反映されている。

表A 2022年度（令和4年度）のパワーソース別新商品検査合格件数

パワーソース	ガス	電動	スプリング	合計
1990年度（平成2年度）	46件	0件	22件	68件
2010年度（平成22年度）	4件	8件	3件	15件
2011年度（平成23年度）	6件	5件	4件	15件
2012年度（平成24年度）	11件	6件	3件	20件
2013年度（平成25年度）	8件	11件	8件	27件
2014年度（平成26年度）	6件	6件	7件	19件
2015年度（平成27年度）	6件	5件	7件	18件
2016年度（平成28年度）	5件	5件	3件	13件
2017年度（平成29年度）	6件	8件	7件	21件
2018年度（平成30年度）	6件	6件	10件	22件
2019年度（令和元年度）	6件	6件	6件	18件
2020年度（令和2年度）	5件	1件	4件	10件
2021年度（令和3年度）	6件	3件	5件	14件
2022年度（令和4年度）	3件	3件	3件	9件

表Aのように、当組合のパワーソース別検査合格件数においても、ガス方式の占める割合は低下している。現在では、ガス方式はエアソフトガンにおいてその一角を占めるパワーソースの一つに過ぎない。しかしながら、ガス方式の持つ特徴を好むユーザーも一定数が存在しており、HFC-134aガス缶も出荷が続いている。一方、HFO-1234zeガス缶の登場により、ガス方式のエアソフトガンの先行きの不安感がある程度解消されたことも事実である。とはいえ、サバイバルゲームフィールドではガス方式の使用は目的に合わせた限定的ものであるため、ほとんどのプレーが電動方式またはエアスプリング方式で行われているのが現状である。

#### （見通し）

今後の見通しでは、HFO-1234zeガス缶については安定供給が確実視されているものの、HFC-134aガス缶の供給は不確定であり、突発的に市場から消失することも想定せざるをえない状況にある。このため、遊戯銃業界としてはHFO-1234zeガス缶を含めて、多角的な新規低GWPガスの確立を目指すため、現在ではHFO-1234yfガスの実証実験にも注力している。

【別種の低GWPガス（HFO-1234yf）の諸性能検証実験の状況】

摘要	現状の検証結果
①発射性能（商品価値）	HFO-1234yf 100%を使用した場合、大幅なGWPの低減化（1程度）を実現可能である。複数機種が発射実験では、HFC-134aに比べて若干の性能低下にとどまっておらず、商品価値面では期待されるところではあるが、より詳細な実験が必要である。
②耐腐食性	HFO-1234yfがエアソフトガンの本体やマガジントankの材料であるプラスチック、ゴム等の各部品を長期間にわたり侵食しないことを確認中である。
③可燃性	高圧ガス保安法の一般高圧ガス保安規則第一章総則第二条四の二には、「HFO-1234yfおよびHFO-1234zeが特定不活性ガスである」ことが記載されている。また、同保安規則第六条四十三の七・ロには、「人体に使用するエアゾールの噴射剤である高圧ガスは可燃性ガスでないこと」と規定されており、HFO-1234ze、HFO-1234yfともに不活性ガスであるため、人体に使用するものとして認められている。しかしながら、製品化が実現した暁には、ユーザーにはHFO-1234yfについてHFO-1234zeと同様に取扱いへの留意事項を啓発する必要がある。
④経済性	HFO-1234yfの仕入値が高価過ぎるため、現状の価格帯での対応は先の課題であるが、その準備は必要となる。今後の冷媒等の需要増加過程での一般化により、普及価格帯に落ち着くことが期待される。

②海外（現状）

エアソフトガンは、わが国において1982年（昭和57年）にオリジナル商品として登場して以来、その主要市場は日本国内であり続けている。その一方で、一部の海外市場へも輸出されていることは事実である。日本国内でのHFO-1234zeガス缶の普及を図るとともに、海外向けにもその浸透度を高めて、エアソフトガンが地球環境保護を意識した商品であることへの理解を広めてまいりたい。

（見通し）

遊戯銃業界としては、海外向けのガス方式についてもHFO-1234zeを主成分とした低GWPガスの普及を促進する考えである。さらに、他の低GWPガスの導入にも取り組みを強化する。

④ 技術開発（現状）

HFO-1234zeガス缶は、既存のガス方式本体、マガジンその他のガスタンクについて別の機材や新規部品を改めて購入する必要がなく、従来のHFC-134aガス缶と同様にそのまま使用できるため、ユーザーへの追加負担を軽減している。この観点から、HFO-1234zeガス缶の普及に努めているところである。

(見通し)

現状のHFO-1234zeガス缶の性能では、HFC-134aガス缶から転換しやすいとは判断できかねる状況下にある。しかしながら、HFC-134aの流通がタイトになる中では現状での最適な代替品となる。今後とも、HFO系を問わず幅広い見地から新たな別種のガスの可能性を引き続き模索していく。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

#### ①Aガス方式以外のパワーソースの販売促進。

現状では、エアソフトガンはインドア、アウトドアを含めて、サバイバルゲームが主用途となっている。この状況下、ガス方式はその性質上、一定時間の連射を行えば、冷却化のため駆動システムの作動が不完全なものとなり、長時間使用に適していない。冬季の低温時においては、使い始めから円滑に作動しないこともあって、ゲームを楽しむ観点から敬遠される傾向にある。加えて、サバイバルゲームにおいては射程距離の長さが重要であり、この利点を有する電動方式、エアスプリング方式の使用がほとんどである。また、1発発射のコストをみると、ガス方式が¥1～¥1.2、電動方式¥0.0004＝単発発射、エアスプリング方式（手動）¥0となり、多くのBB弾を発射するサバイバルゲームにおいては、経済的に大きな負担となる。こうしたユーザーの要望に応えるため、当組合に加盟するメーカー各社は電動方式、エアスプリング方式の製品開発が主流となりつつある。両方式には新たに注目を集める新機軸商品への研究・開発のため、さらなる経営資源の集中投入が続けられている。

①Bユーザーの環境保護への認識度向上を図るため、ガス缶の商品説明表示に「温室効果ガス」であることを明記し、使用頻度低減の意識付けを目指している。当組合のメーカーが製造販売するHFC-134aガス缶（400g）には、「地球温暖化ガス（HFC-134a）〈CO<sub>2</sub>換算量520kg〉」と記載し、ユーザーに温室効果ガスであることを表示することで、環境に与える影響に関して注意を喚起している。



▲商品パッケージへの記載状況

◎エアソフトガンの主用途であるサバイバルゲームでは、電動方式、エアースプリング方式の使用が8割～9割を占めており、全国でゲームフィールドは、約200カ所以上が運営されている。昨今では初心者や女性の入門者が目立っており、総じて環境保護への意識は高く、ルールやマナーを守りながら、健全なスポーツの一つとして楽しまれている。

【エアソフトガンの主用途・サバイバルゲームの特徴】

使用エアソフトガン	温室効果ガスを使用しない自然環境に無害な電動方式とエアースプリング方式がおおよそ8割～9割を占める。
使用BB弾	天然由来成分（自然素材）によるBB弾の使用が圧倒的であり、環境保護意識が高いスポーツとして認識されている。このため、使用フィールドへの自然環境に与える影響が少ない。
使用フィールド	人の手が加わっていない原生林・ブッシュ・荒地のままで何ら差しさわりがなく、こうしたゲーム環境も好評である。このため、他のスポーツのようにプレーする場所の状態を維持するための農薬の散布などを行う必要もなく、大掛かりな整地や建築物も不要である。

④大気中の二酸化炭素を少しでも削減するため、北海道下川町の森林づくり事業に協力し、寄付を行うことで植樹による環境保全活動を行う。

低GWPの新規ガスの普及とHFC-134aの使用量自体の削減努力に加えて、現実的な環境対応事業として、北海道下川町などで進められている「森林づくり寄付条例」に着目し、温室効果ガスを販売する立場からもできる限り二酸化炭素を吸収する活動に協力している。2011年度（平成23年度）から毎年、北海道下川町の植樹事業に微力ながら貢献しており、2023年度（令和5年度）においても同町の造林事業に¥300,000の寄付を行った。この金額に相当するトドマツの造林本数は苗木2,000本（苗木1本¥150、¥300,000÷¥150=2,000本）となる。2011年度（平成23年度）からの寄付金の累計額はこれにより、¥3,700,000になった。



▲下川町令和5年度植樹祭



発に至る実証実験などについて広報を行っており、ユーザーとフロン類排出抑制の行動認識を共有する。



▲当組合ホームページの一部



▲遊撃銃業界の情報誌への広告の一例

### 3. 今後の取組及び課題

2017年（平成29年）10月に発売した低GWPの新規ガスの普及を目指して拡販に努めるとともに、別種の低GWPガスの製品化についても鋭意取り組みながら、遊戯銃業界においても喫緊の社会的要請に対して真摯に、前向きに事業運営を行う考えである。この他、従前の環境対応事業を継続して展開するとともに、国内の法規・法令、各地方自治体の条例等を遵守した上で、当組合の自主規約要綱の厳格化による安全性向上を図り、ユーザーの期待に応えている。今後とも遊戯銃業界においては組合事業を積み重ねて、微力ながら社会の健全な発展に貢献してまいりたい。

### 4. 要望事項

HFC-134aガス缶とHFO-1234zeガス缶の圧力差から生じる発射性能（商品価値）の違いは歴然としており、この性能ダウンに加えて、HFO-1234zeガス缶の価格がHFC-134aガス缶の約1.3倍であることから、ユーザーには地球環境保護への協力をお願いしているものの、性能が劣る商品をより高価格で供給している状況にある。遊戯銃業界としては、是非ともHFO-1234zeガス缶の圧力をHFC-134aガス缶と同じく、温度35度において0.81メガパスカル以下の規定を認定していただくことをお願いしてまいりたい。

#### 【HFO-1234zeガスとHFC-134aガスの発射性能（商品価値）の対比】

（株）東京マルイ製ガスブローバックガン「MP7 A1」	ガンパワー HFC-134aガス	ノンフロン ガンパワー HFO-1234zeガス＋LPG
運動エネルギー値（0.2g BB弾）	0.73 ジュール （速度 85m/s）	0.64 ジュール （速度 80m/s）

※（株）東京マルイにおける社内計測値（発射地点から1m通過時の弾速、同機種2挺5発発射の平均弾速、温度35度に設定して計測）

### 5. いわゆる「ノンフロン化」に対するスタンス

遊戯銃業界としては、ユーザーと一体となり、安全性の確保を前提として、使用ガスの「GWP一桁化」の実現についても全力をあげて取り組む。

## 4. 冷凍空調機器に係る事項

### (1) 業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策 (①)

業界団体名：(一般社団法人) 日本冷凍空調工業会

対象物質：HFC 及び HFC 混合冷媒 (R134a、R404A、R407C、R410A、R507A、R32、R245fa)

#### 自主行動計画の目標

##### 【2014 年制定】

- ・ 生産工場における二酸化炭素換算した冷媒漏えい量を低減する

基準値：直近 6 年 (2008 年～2013 年) の平均値から算定

目標年値：2020 年度＝目標値 (削減率) 50%、2025 年度＝同 51%、2030 年 同 52%

※2024 年度に見直し検討を予定

- ・ 実績値

2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
7%	2%	12%	21%	36%	38%	54%	59%	63%	57%

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

(現状)

- ・ 当工業会の自主統計において、2023 年度業務用エアコンの国内出荷台数は 80.6 万台、前年比 98%となった。その他ガスエンジンヒートポンプをはじめとするガス空調 (GHP) は 2.6 万台 (前年比 98%)、チリングユニット 1.3 万台 (前年比 101%) となった。
- ・ 同様に冷凍冷蔵機器分野では、別置冷凍冷蔵ショーケースは 11.0 万台で前年比 105%、業務用冷蔵庫は 21.7 万台となり前年比 101%となった。
- ・ 国内外のフロン類の規制などの情報を適宜会員各社に提供し、地球温暖化防止対策等の環境関連対策を最重点に、冷媒フロン規制や新冷媒の方向性、製品安全対策及び国際的取組みの強化等の多くの課題に対して取り組みを行った。

(見通し)

- ・ 2024 年度の冷凍空調業界の需要展望については、1 月に発生した能登半島地震で被災された地域の混乱や、引き続きの原材料費高止まり、改正労働基準法猶予期間終了に伴う時間外労働上限規制が 4 月に適用されることによる建設業、物流配送業費用上昇など課題もあるが、冷凍空調業界全体では、夏季における近年の気温上昇を受けた需要、燃料費高騰による省エネ機器への更新増、カーボンニュートラルや ZEB・ZEH など環境配慮需要増など、本報告書の通り、持ち直しの傾向があるものと推測する。早い段階で COVID-19 前の状態に回復、それを超える需要があることを期待している。

## ②海外

(現状)

1. 改正欧州 F ガス規則は、2024 年 2 月 20 日に EU 官報が発行され、3 月 11 日に施行された。当初の欧州委員会案より上市禁止などの規定が強化された内容となった。
2. REACH 規則（化学品の登録、評価、認可及び制限に関する規則）において、欧州化学品庁（ECHA）の PFAS（有機フッ素化合物）制限案に対するパブリックコンサルテーションが終了し、専門家委員会（RAC: リスク評価委員会、及び、SEAC: 社会経済性評価委員会）でパブコメを基にセクター毎の審議が行われている。

(見通し)

1. 欧州 F ガス規則の実施則や委任法が順次発行される見込み。
2. 欧州の PFAS 制限案は、RAC/SEAC による意見案が今後公開され、パブコメが行われる予定。

## ③技術開発

(現状)

1. 国内外の冷媒メーカーにおいて、低 GWP 混合冷媒の開発が進められており、冷凍空調機器メーカーとの企業間で、性能・耐久性・安全性の検証試験が引き続き行われている。
2. 国内での低 GWP/グリーン冷媒使用機器の技術開発は、2021 年 11 月の産構審中環審合同会議で「グリーン冷媒・機器の導入シナリオ」において目指すべき目標として示された「2030 年平均 GWP450」への対応を想定し各社で進められている。

(見通し)

- ・改正オゾン層保護法による HFC 消費量の段階的フェーズダウン規制対応、2050 年 CN 目標達成の為、フロン排出抑制法による指定製品の目標値目標年度設定及び見直しの議論が継続して実施されることを想定している。“S+3E”（「安全性」+「環境性」・「省エネ性」・「経済性」）の観点での評価を元にした低 GWP 冷媒の採用などを視野に、削減スケジュールに合わせた製品開発が進むであろうと予測する。
- ・また同様に機器稼働時の冷媒漏えい対策として、IoT 技術を活用した常時監視システムの積極的な導入などが想定されるため、それに伴い更に新規システムの開発が進むと思われる。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- (1) “S+3E” による更なる低 GWP 化に向けた検討

モニタール議定書キガリ改正、オゾン層保護法及び CN2050 対応を睨み、使用冷媒の更なる低 GWP 化に向けて、“S+3E” をベースにした検討を行っている。

- (2) 常時監視システムのフロン排出抑制法における定期点検の一類型化

フロン排出抑制法において、常時監視システムが定期点検の一類型と位置付けられるための検討を行っている。

(3) フロン排出抑制法 新たな指定製品の目標値及び目標年度の設定への対応

HFC消費量の段階的フェーズダウン規制への対応のため、当工業会ではフロン排出抑制法に基づく新たな指定製品の目標値及び目標年度の設定に向けた討議を継続して実施している。

(4) 国際活動・途上国支援

- ①UNEP（国連環境計画）/TEAP（技術経済アセスメントパネル）/RTOC（冷媒技術オプション委員会）は4年に1度レポートを作成し公開しているが、当工業会ではレポート作成に関して関係者が参加し、且つ、レポート案のレビューを行っている。次のレポートは2026年度版であり、レポート案の検討が始まった。
- ②世界各地の工業会の国際的な交流組織であるIGARHMA（冷凍空調工業会国際評議会）も年次総会（2023年9月@モントリオール）と中間会議（2024年2月@シカゴ）は対面で開催され、各工業会の主要課題を共有した。
- ③当工業会とCRAA（中国制冷協会）・KRAIA（韓国冷凍空調工業会）のアジア3団体で毎年開催する日中韓会合は、KRAIA主催で2023年8月にWeb開催し、各国市況と業界共通の課題を共有した。
- ④欧州では、JBCEやEPEE等の現地の関連団体とはWeb会議を通じて連携を維持し、法規制情報の収集と共有を継続するとともに、必要に応じて会議への対面参加を再開した。また、欧州Fガス規則では、WTO/TBT通報に対して日本フルオロカーボン協会（JFMA）と連名でコメントを提出し、欧州官報発行に先立ち経済産業省、日本政府EU代表部、在欧日系ビジネス協議会（JBCE）、JFMAと共に欧州委員会との意見交換会に出席し懸念点の説明を行った。  
REACH規則におけるPFAS規制対応では、ECHAのパブリックコンサルテーションに対して2件の意見書を提出した。
- ⑤米国においてもメイン州、ミネソタ州のPFAS関連パブコメ、及びニューヨーク州でFガス規制案のパブコメに対応した。
- ⑥東南アジアにおける地球温暖化抑制に係わる日本のプレゼンス向上と、現地工業会との連携強化を図るため、2023年10月にASEAN主要5カ国とのワークショップをVISRAE（ベトナム冷凍空調学会）と共催（ハノイでの対面+Web）した。

②今後の取組及び課題

(1) 微燃性冷媒使用製品の拡充に向けた関係団体との協議

これまでに検討が完了した微燃性冷媒使用製品の更なる拡充に向け、冷凍空調機器メーカーは製品開発を継続するとともに、更新対応のビル用マルチエアコンへの適用を加速するには機器を扱う関係団体の理解を得る必要があり、引き続き啓蒙活動を実施する。

(2) “S+3E”による更なる低GWP化に向けた検討

(1) 項の活動とともに、更なる低GWP化に向けた検討を継続する。これにより必要に応じて、諸関係省庁や団体と、代替冷媒使用における法律や基準の関係性を整理し、課題解消に向けて調整を引き続き行う。

### (3) フロン排出抑制法対応

指定製品目標の適用範囲拡大などへの対応のために、製品別に現状と将来見込みの整理検討を行う。

また、指定製品として目標値目標年度を定めた若しくは改められた製品群がカタログ等への表示を行えるよう、JIS Z7161（フロン類又はフロン類代替物質を使用する製品の環境影響度の目標達成度表示方法）の改正を行う。

### (4) 国際活動・途上国支援

モントリオール議定書 OEWG でのサイドイベントの開催(2024年7月@モントリオール)、日中韓会合(7月@Web(幹事国:日本))、IGARHMA 総会(8月@サンパウロ)、ASEAN 主要5カ国とのワークショップ(10月@マニラ)、MOP36(10月@バンコク)等各種国際活動及び途上国支援を継続して実施する。

### (5) CO<sub>2</sub>冷媒使用冷凍機の安全基準の整備

CO<sub>2</sub>冷媒使用冷凍機普及促進の為、冷凍保安規則例示基準との整合を図るための活動を引き続き行う。

## ③要望

### 要望1. 低 GWP 冷媒化に向けた関連法規制及び制度の確認と見直し

改正オゾン層保護法による HFC 消費量の段階的フェーズダウン規制に対応するためには、各種燃焼性等の従来と異なった物性を有する物質を冷媒として使用する必要性がある。これらの冷媒を用いた機器の普及には、適用される各種法規制や制度の見直しなどが必要となると推測される為、担当省庁・部門間での情報共有と連携のための調整をお願いしたい。

### 要望2. ハイドロカーボン系冷媒への入替への注意喚起

フロン排出抑制法による低 GWP 冷媒やノンフロン冷媒への転換を謳い文句に、指定以外の冷媒（特に、ハイドロカーボン系の可燃性冷媒）の入れ替え業者が自治体などにも PR を進めており、実際に入れ替えた案件の情報も継続して入ってきている。さらに、最近では DIY や中古機器の使用などユーザー自身が Web 情報（YouTube 動画など）で作業するなどの問題も増加している。

それが原因で故障しているとの情報もあるが、最悪爆発など重大な事故の発生も懸念される。業界や機器メーカーから、機器メーカーの確認を行っていない冷媒入替による不具合などに対して一切責任を負わないとの警告を出し対応しているが、行政からの注意喚起など継続的に発信して頂きたい。また日冷工では、ホームページに警告の特設サイトを設けており、この特設サイトから経済産業省のフロン類入替に関する注意喚起にリンクしているので、継続して掲載をお願いしたい。

### 要望3. 冷媒転換可能なものに対するインセンティブの付与

排出量低減に寄与する冷媒転換に対して、広範且つ積極的なインセンティブを要望したい。冷媒転換には多額の設備投資が必要になるため、設備更新・新設等の場合の補助を実施していただきたい。

#### 要望4. 冷媒の価格監視

F-gas 規則が実施されている欧州で、フロン冷媒価格の高騰および冷媒の不法輸入が発生し、市場の混乱が懸念されている。日本も HFC の段階的削減が今後も進められていくことから、継続的な冷媒価格に関する監視を行政として重点的に行い、市場の混乱を招かないようにお願いしたい。

#### 要望5. 市中での機器からの漏えい率データの再調査

オゾン層保護法による HFC 生産量割当を行うために使用量見通しが試算されるが、市中における機器からの漏えいによる補充量見込みの影響割合が大きくなることが予想されるため、精度を上げた試算が必要となる。現在使用データの調査時期から既に時間が経過しており、新たに精度を上げた調査をお願いしたい。

稼働機器からの漏えい量は、過去に設定した固定の排出係数を用いて算出されており、過剰見積もりとなっている可能性がある。現状の報告制度の改善により充填量、回収量、再利用量などから算出するなどの、試算手法の見直し検討を要望する。

#### 要望6. 回収・再生の推進

回収・再生量の拡大は HFC 使用割り当てに大きく影響するので、行政としてその推進をお願いしたい。

#### ④いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- ・「脱フロン化」は当工業会から提唱の“S+3E”（「安全性」＋「環境性」・「省エネ性」・「経済性」）をベースにして、総合的に判断することが重要と考える。
- ・業務用冷凍空調分野に携わる事業者・使用者のすそ野は広く、当工業会に参画頂いている事業者以外の各位にも正しく状況を理解頂き、積極的な協力意識をもって頂くことが「脱フロン化」促進には重要だと考える。

(2) 業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策 (②)

業界団体名②：(一社) 日本冷凍空調設備工業連合会

対象物質：HFC 及び HFC 混合冷媒 (R134a, R404A, R407C, R410A, R507A, R32)

自主行動計画の目標

- 1) 業務用冷凍空調機器使用時のフロン漏えい対策
  - ① フロン排出抑制法の周知啓発
  - ② 冷媒フロン類取扱技術者の養成
  - ③ 「漏えい点検・修理ガイドライン (JRC GL-01)」の周知・運用
  - ④ 機器ユーザーへの支援
  - ⑤ 整備業者、充填回収業者への支援
  - ⑥ 情報処理センター及び電子的冷媒管理システム運用への支援
  - ⑦ 実効ある法運用への対策
- 2) フロン回収の促進
  - ① 機器1台からの回収率向上対策
  - ② 冷媒フロン類回収・処理システムの検討
  - ③ 行程管理票の普及
  - ④ 建物解体時におけるフロン回収
  - ⑤ 冷媒回収技術者の育成
  - ⑥ 国際協力
- 3) 工事の品質の確保・技術の向上の推進
  - ① 冷媒配管施工技能者教育支援制度の構築
- 4) 新冷媒(代替)使用対策の検討
  - ① 低GWP冷媒やノンフロン機器への転換等の動向などの情報収集と提供
  - ② 違法の疑いや危険な冷媒の取扱い等の注意喚起

自主行動計画の達成状況

- 1) 業務用冷凍空調機器使用時のフロン漏えい対策
  - ① フロン排出抑制法の周知啓発
    - ・フロン排出抑制法の説明会の開催やパンフレットや動画、その他のツールを使用して周知を図りました。
  - ② 冷媒フロン類取扱技術者の養成
    - ・フロン類取扱技術者講習会を開催し、多くの技術者を養成しました。
  - ③ 「漏えい点検・修理ガイドライン (JRC GL-01)」の周知・運用
    - ・同ガイドラインの一部見直しを行い、周知・徹底を図りました。
  - ④ 機器ユーザーへの支援
    - ・機器ユーザーのニーズを把握し、ユーザーサポートを実施しました。
  - ⑤ 整備業者、充填回収業者への支援
    - ・法対応の帳票類の整備、ユーザーサポートの材料の提供を実施しました。
  - ⑥ 情報処理センター及び電子的冷媒管理システム運用への支援

- ・(一財)日本冷媒・環境保全機構(JRECO)が国から指定を受けている「情報処理センター」と電子的冷媒管理システム(RaMS)の運用に協力すると共に、周知を図りました。

⑦ 実効ある法運用への対策

- ・審議会やその他国が実施する各種委員会等へ委員を派遣し、フロン排出抑制法の実効ある運用について、国へ意見具申を行いました。

2) フロン回収の促進

① 機器1台からの回収率向上対策

- ・回収率向上の重要性と同時に「ガイドブック」を周知しました。

② 行程管理票の普及

- ・機関誌等で「行程管理票」や電子的冷媒管理システムの普及を図りました。

③ 建物解体時におけるフロン回収

- ・フロン排出抑制法で定める事前確認やフロン回収の徹底に努めました。

④ 冷媒回収技術者の育成

- ・冷媒回収技術者登録講習会を開催し、技術者養成しました。

⑤ 国際協力

- ・「フルオロカーボン・イニシアティブ(IFL)」に参画しました。

3) 工事の品質の確保・技術の向上の推進

① 冷媒配管施工技術者教育支援制度の構築

- ・銅管「ろう付け」「フレア加工」技術を中心とした講習会を開催しました。

4) 新冷媒(代替)使用対策の検討

① 低GWP冷媒やノンフロン機器への転換等の動向などの情報収集と提供

- ・新たな冷媒動向や新技術について、情報を収集し周知しました。

② 違法の疑いや危険な冷媒の取扱い等の注意喚起

- ・説明会やパンフレットを通じて、注意喚起を行いました。

2040年に向けての取り組み

1) フロン類の排出抑制

① 新冷媒への対応

- ・新冷媒対応の施工技術の習得、普及、技術者の育成

② 新たなガイドラインの作成

③ IoT技術の普及促進

2) フロン類の回収促進

① 冷媒再生の普及促進と再生のための回収技術の確立

## 1. 現状及び見通し

### 国内業界

- ・（一社）日本冷凍空調工業会が発表した 2023 年度の冷凍空調設備業界の主要製品であるパッケージエアコンの出荷台数は約 805 千台（前年度比 97.6%）となり、前年度比ほぼ横ばいでありました。カーボンニュートラルに向けた省エネ・高効率機器への転換が着実に進んでいることが、要因の一つと思われます。
- ・ 冷凍・冷蔵ショーケースは 244 千台（前年度比 98.4%）となり、前年度比減となりました。スーパーやコンビニの新規出店のスピードが減退したことが大きな要因と思われます。
- ・ 2024 年 4 月の当日設連調査では、冷凍空調業界の業況（DI）指数は、プラス 16.1 ポイントと、5 年ぶりにプラスに転じました。低温分野で一部低調ではありましたが、空調部門が好調に推移したことが、全体的に押し上げたようでありました。

## 2. 取組及び課題等

### ① 現在の取組

#### （1）業務用冷凍空調機器使用時のフロン漏えい対策

##### 1）フロン排出抑制法の周知啓発

- ・ フロン排出抑制法の説明会は、当会の構成団体、地方自治体と協力し、7 自治体等で開催し、約 600 名が参加しました。
- ・ 「ビル用マルチエアコンからの確実なフロン類回収のためのガイドブック」について、オンライン説明会で説明しました。
- ・ フロン排出抑制法の改正のユーザー向けパンフレット「フロンの点検が義務化されました！」、「業務用冷凍空調機器の点検は所有者の義務です！」、「図解編 フロン排出抑制法」を関係者に配布し、周知を図りました。
- ・ フロン排出抑制法を一般に広く周知するために作成した「フロン法のうた」や動画等をあらゆる場面、場所にて活用し、機器の管理者、一般の方々への周知を図りました。

##### 2）冷媒フロン類取扱技術者の養成

- ・ 「第一種フロン類取扱技術者講習会」は、令和 5 年度は、72 回開催、1,427 名の技術者を養成しました。
- ・ 「第二種フロン類取扱技術者」は、137 回、3,431 名の技術者を養成しました。
- ・ 「第一種、第二種」の更新講習は、204 回開催、7,172 名が更新しました。
- ・ 技術者は、第一種が 31,914 名、第二種が 47,288 名、合計 79,202 名となりました。（令和 6 年 3 月末現在）

- 3) 「漏えい点検・修理ガイドライン (JRC GL-01)」の周知・運用
    - ・「漏えい点検・修理ガイドライン (JRC GL-01)」の一部見直しを行い、周知・徹底を図りました。
  - 4) 機器ユーザーへの支援
    - ・法を実効あるものにするため、機器ユーザーのニーズを把握し、ユーザーサポート (点検整備記録簿の改訂等) を実施するとともに、ユーザー団体との意見交換、資料の提供、法説明会の開催や講師の派遣等を実施しました。
  - 5) 整備業者、充填回収業者への支援
    - ・会員を中心に、法対応の帳票類の整備 (点検整備記録簿の改訂等)、ユーザーサポートの材料の提供を実施しました。
  - 6) 情報処理センター及び電子的冷媒管理システム運用への支援
    - ・(一財)日本冷媒・環境保全機構 (JRECO) が国から指定を受けている「情報処理センター」の周知と運用について支援しました。
    - ・電子的冷媒管理システム (RaMS) 業務については、機器登録を行うことで、冷媒や機器の一切の管理ができるものであるため、ユーザーや整備業者にとって有益なシステムであることを周知し、利用を促しました。
  - 7) 実効ある法運用への対策
    - ・産業構造審議会 WG や中央環境審議会小委員会へ委員を派遣し、フロン排出抑制法の実効ある運用について、国へ意見具申を行いました。
    - ・国が実施する各種委員会・WG・検討会等や関係団体の委員会等に委員を派遣し、協力しました。
- (2) フロン回収の促進
- 1) 機器1台からの回収率向上対策
    - ・「ビル用マルチエアコンからの確実なフロン類回収のためのガイドブック」の周知・徹底を図りました。
  - 2) 行程管理票の普及
    - ・「行程管理票」の更なる普及・啓発と、電子的冷媒管理システムと直結する「電子行程管理票」の普及・啓発を行いました。
  - 3) 建物解体時におけるフロン回収
    - ・フロン排出抑制法や建築リサイクル法省令改正により、建物解体時における都道府県による指導・監督が強化されました。そのため、国や地方自治体と協力し、法で定める事前確認やフロン回収の徹底に努めました。
  - 4) 冷媒回収技術者の育成
    - ・JRECO 冷媒回収推進・技術センター (RRC) と協調して、「冷媒回収技術者登録講習会」を124回開催、2,478名の技術者を養成し、資格保有者は、26,340名となりました。(令和5年3月末現在)
  - 5) 国際協力
    - ・環境省が推進する「フルオロカーボン・イニシアティブ (IFL)」に参画し、日設連の取り組みについて報告しました。
    - ・(一社)海外環境協力センター (OECC) が実施するモンゴルとモルディブに

おける冷媒回収研修に参加し、日本国内の取り組みや回収方法等について研修を実施しました。

- ・イー・アンド・イーソリューションズ(株)(E&E)が実施するマレーシアにおけるフロン対策ガイドライン作成のための研修会に参加し、日設連が作成しました「フロン漏えい点検修理ガイドライン」について説明しました。

### (3) 工事の品質の確保・技術の向上の推進

#### 1) 冷媒配管施工技術者教育支援制度の構築

- ・銅管「ろう付け」「フレア加工」技術を中心とした講習会を構成団体主体で17回開催し、156名が参加しました。
- ・昨年度 Web 実施した指導者(講師)研修会を Web ではできなかった、より実務的な工法を対面で実施しました。

### (4) 新冷媒(代替)使用対策の検討

#### 1) 低 GWP 冷媒やノンフロン機器への転換等の動向などの情報収集と提供

- ・新冷媒、グリーン冷媒、自然冷媒や新たな冷媒転換の動向について、情報を収集し周知しました。
- ・火無し継手の動向について、情報を収集し、提供しました。

#### 2) 違法の疑いや危険な冷媒の取扱い等の注意喚起

- ・違法の疑いや危険な冷媒の取扱い等について、注意喚起を行いました。

## ② 今後の取組及び課題

### (1) 取組

- 1) 冷媒フロン類取扱技術者の養成に注力するとともに更新講習会を実施し、有資格者の人数を確保・維持及びフロン排出抑制法の改正点の周知
- 2) 銅管フレア加工・ろう付施工の実技を中心とした技術講習会を20箇所程度開催し、技術者200名を養成、「漏れない」「漏らさない」施工技術の向上、新工法の周知・啓発
- 3) 日設連37の構成団体と地方自治体、関連業界・団体と協調して法説明会を開催し、法の周知・啓発
- 4) 説明会、パフレットやチラシ、ホームページ等を活用して、法の周知徹底
- 5) 新冷媒に対応した施工、メンテナンス技術の向上のための説明会の実施
- 6) メディア等を活用してフロン排出抑制法の啓発
- 7) (公社)日本冷凍空調学会に協力して実用的な教育システムの構築

### (2) 課題

- 1) 全国で約300万事業者がいると言われている管理者(機器ユーザー等)への改正フロン排出抑制法の周知
- 2) 漏えい点検の確実性の向上と施工・メンテナンス・フロン回収技術の維持・向上(フロンの漏えい防止と機器廃棄時の回収促進)
- 3) 1台当たりの回収率向上のための施策の検討及びその普及
- 4) サービス用冷媒の確保
- 5) 冷媒回収及び再生システムの再構築
- 6) 新冷媒及び新冷媒使用機器の施工・メンテナンス情報の共有

## 7) 安全かつ効率的な回収技術のガイドラインの作成

### ③ 要望

#### (1) フロン排出抑制法の周知・啓発

- 1) 管理者（ユーザー）、充填回収業者（専門業者）、解体業者、廃棄物処理業者、リサイクル業者等それぞれに適した法の説明会の実施
- 2) 市区町村や一般の管理者（中小業者）への法の周知・啓発

#### (2) 廃棄時の冷媒フロン類回収率の向上

- 1) 都道府県による立入検査の実施と取締りの強化。併せて、国の支援
- 2) 解体工事に携わる関係者への理解促進と行程管理制度の徹底
- 3) フロン回収・処理の促進に係る実効的インセンティブの検討・確立
- 4) 機器の管理体制の構築

#### (3) 充填・回収を行う事業者、技術者の質の向上（漏えい対策）

- 1) 第一種フロン類充填回収業者の業務区分の明確化（回収のみを行う者との区分け）及び登録要件の厳格化
- 2) 「十分な知見を有する者」のより明確化
- 3) 新冷媒（自然冷媒等の高圧・毒性・燃焼性ガス等）に対応した機器設置・施工・メンテナンス技術者の育成

#### (4) 回収冷媒の再生・再利用・再資源化の促進

- 1) 省令 49 条の制度・運用について、都道府県判断の統一化
- 2) フロンメーカーによる再生、再利用、再資源化の更なる強化
- 3) 再生促進のための管理者（廃棄者等）への周知
- 4) 簡易分析装置の開発

#### (5) その他

- 1) 冷凍空調機器の施工技術向上に関して、全国の施工技術者への技術教育支援のための助成の継続
- 2) 新冷媒（自然冷媒等の高圧・毒性・燃焼性ガス等）に対応した機器設置・施工・メンテナンス技術者の確保・育成、品質の確保のための助成を含む支援
- 3) 安全で省エネ特性のある新冷媒開発やノンフロン冷媒使用機器の導入への助成
- 4) 低 GWP 冷媒へのドロップインの促進

### ④ いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- (1) 現在のフロン冷媒の特性を凌駕する冷媒が是非必要である。
- (2) 現状で使用可能な自然冷媒の普及促進を図る必要がある。
- (3) 新冷媒機器の量産化と価格低減が必要である。
- (4) 微燃性冷媒機器の安全な施工技術の普及・啓発が必要である。
- (5) 可燃性冷媒使用機器からの冷媒回収・処理方法を明確化する必要がある。

## ⑤ 2040年に向けた取り組み

### (1) フロン類の排出抑制

#### ① 新冷媒への対応

- ・フロン使用機器から新冷媒機器への転換促進を図るため、フロン類よりも取扱いが難しいと想定される新冷媒対応機器の設置・施工・保守メンテナンス技術及び冷媒回収技術を習得した技術者を育成する。

#### ② 新たなガイドラインの作成

- ・技術者の育成と同時に、新冷媒機器対応の施工・保守メンテナンス、冷媒回収のガイドラインを作成し、作業の標準化を図る。

#### ③ IoT技術の普及促進

- ・遠隔による機器の運転状況を常時監視するシステムの導入を促進するための普及啓発を進めていく。

### (2) フロン類の回収促進

#### ① 冷媒再生の普及促進と再生のための回収技術の確立

- ・キガリ改正の目標をクリアするためには、再生冷媒の使用が必要不可欠となり、再生するための回収技術の確立を図る。

(3) 業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策 (③)

業界団体名：日本自動販売システム機械工業会（旧：日本自動販売機工業会）

対象物質：HFC 及び HFC 混合冷媒（R-134a、R-407C）

自主行動計画の目標

1)

①では新たな目標は設定せず②に集約としたい

①製造における冷媒充填時の漏洩総量は、2012年～2014年3年の平均値を基準として、次の目標値まで削減する。(2021年改定)

目標年) 2025年 基準値から96%削減

目標年) 2030年 基準値から99%削減

目標年) 2035年 基準値から100%削減

目標年) 2040年 基準値から100%削減

2) 自販機使用時の漏洩防止として

ガスリーク故障率は稼働台数の0.30%以下とする。(2001年制定)

3) ①故障機修理時における漏洩量は次の目標数量以下とする。

1台当たり0.80g以下とする。(2001年制定)

②故障機修理時における漏洩総量は、2012年～2014年3年の平均値を基準として次の目標値まで削減する。(2021年改定)

目標年) 2025年 基準値から96%削減

目標年) 2030年 基準値から99%削減

目標年) 2035年 基準値から99%削減

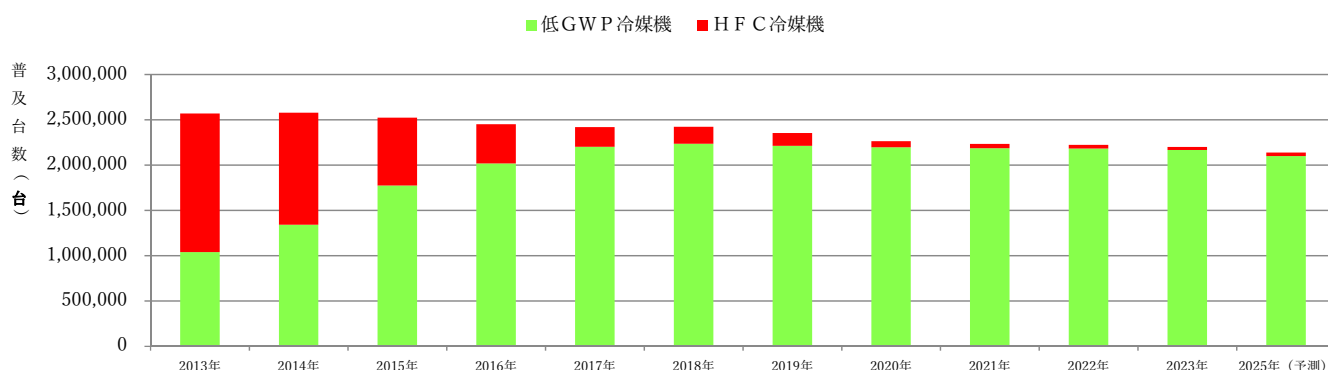
目標年) 2040年 基準値から99%削減

自主行動計画の達成状況 (2021年度から)

年	14	15	16	17	18	19	20	21	22 達成	23 達成	25	30	35	40
製造時漏洩量 対基準年比(%)	47	46	44	38	38	28	14	14	1.2	1.2	4	1	0	0
故障率(%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
修理時漏洩量 対基準年比(%)	47	46	44	38	38	28	15	15	1.3	1.3	4	1	1	1

※2012年～2014年の平均値を100とした場合の値

冷媒別飲料自販機普及台数推移予測



## 1. 現状及び見通し

### ①国内状況

#### (現状)

- ・HFC 冷媒飲料自販機の出荷は 1999 年から始まり、2023 年末での普及台数は約 3.2 万台となっている。これは飲料自販機普及台数全体の 1.5%となっている（飲料自販機普及台数（同年末現在）＝約 220 万台）。残り 98.5%については、CO<sub>2</sub>、HC、HFO を冷媒とするグリーン冷媒機である。
- ・なお、2004 年より自然冷媒自販機として HC 冷媒自販機、CO<sub>2</sub> 冷媒自販機、2011 年より HFO の市場投入が始まり、2022 年末の普及台数は、約 217 万台である。

#### (目標改定の経緯)

- ・2001 年当時、ほとんどの飲料自販機は、HFC 機であったため、大気中に放出される冷媒量を低減する目標を設定する際、1 台あたりの製造時の冷媒漏洩量低減を目標に設定した。冷媒漏洩量の実態調査の結果、大気中に放出される冷媒量の多くは、冷媒封入時のチューブパイプに残留する冷媒であることが判明した。そのため、自販機メーカーが取り組む努力として、チューブパイプ部に残留する冷媒量低減に努めてきた。結果として、目標年である 2010 年に目標値を達成した。
- ・その後、2014 年まで順調に達成したため、新たに経済産業省より基準見直しの提案を受け、会内で検討を行った結果、基準の改正を実施することとした。
- ・その際、チューブパイプ部の内容積を小さくし、冷媒封入時のチューブパイプ部に残留する冷媒量を低減する見通しで目標の再設定を行った。
- ・上記の取り組みを行ってきた結果、2019 年及び 2020 年において、2020 年目標値を達成した。
- ・さらに、冷媒の漏洩については、CO<sub>2</sub> 換算で評価すべきであるが、現在ほとんどの自販機はグリーン冷媒を採用しており、従前の目標である 1 台あたりの漏洩量では、冷媒の総排出量（CO<sub>2</sub> 換算）が反映されないため、総量で算出するべきと判断し、R-134a 冷媒を搭載した自販機が出荷された 2012 年度から 3 ヶ年平均と比較する方針で目標値の見直しを行った。
- ・2022 年、メーカーの尽力により HFC 機の廃型を進め、製造時漏洩量及び故障時漏洩量において 2025 年目標値を達成した。
- ・なお、ガスリーク故障率については、2010 年に全ての自販機が目標値を達成している。

#### (参考：業況)

2023 年の飲料自販機全体の出荷台数は約 12.6 万台、前年比 4.8%減となった。出荷台数の 99%に相当する約 12.5 万台がグリーン冷媒機であった。

(見通し)

- ・ 業況見通しについて、2024 年の出荷台数は、11～12 万台程度と予測している。出荷の 90%を占める缶・ボトル飲料自販機については、ほぼ 100%がオゾン層破壊にも地球温暖化にも影響しないグリーン冷媒（低GWP）自販機となる見込み。残りの紙パック式飲料自販機、紙コップ式飲料自販機については、冷却能力の問題などで一部の製品に問題が残されていたが、これらについても新規開発機（継続機以外）はグリーン冷媒搭載製品が出荷されている。従って、普及ベースにおいてもほぼ全てがグリーン冷媒搭載機に置き換わる見通し。

## ②海外

(現状)

- ・ 欧米ともに 2018 年頃より、HFC 冷媒から HC 冷媒への転換を一部の自販機で開始し、2023 年の新規出荷製品については、グリーン（低 GWP）冷媒機への転換を概ね完了する見通しである。また、数量データは不明であるが、自販機の使用年数が 10 年以上であることから、市場全体においては依然として HFC 機が多数を占めるとみられる。また、昨今市場が活発なアジアのうち中国における飲料自販機は、現在 25 万台程度普及しており、大手飲料メーカーが世界的にグリーン冷媒を推進しているものの、市場はまだ HFC 機が多数を占めている。

## ③技術開発

(現状)

- ・ 前述の通り、自販機業界はグリーン冷媒を実用化している。いずれの冷媒搭載機も製品化しており、ユーザーの要請に応じて出荷している。なお、出荷ベースにおいてはほぼ全て HFO 冷媒搭載機が出荷されている。また、グリーン冷媒としていち早く採用された HC 及び CO<sub>2</sub> も市場に普及しており、自販機メーカー各社は、こうしたグリーン冷媒を使用したヒートポンプ自販機のラインアップを充実し、主力製品となっている。

## 2. 取り組み及び課題等

### ①現在の取り組み

- ・ 冷却ユニットの故障率を低減するため、冷媒配管の防振性の向上、溶接箇所を低減に引続き取り組んでいる。
- ・ また、グリーン冷媒化を推進するため HC 及び CO<sub>2</sub> 並びに HFO 冷媒のメンテナンス時及び廃棄時の安全性確保に関するマニュアルの作成し、ユーザーに配布・周知している。

### ②今後の取り組み及び課題

- ・ HFC 自販機のガスリーク故障率及び修理時の漏洩量の更なる低減に努める。
- ・ グリーン冷媒化については、冷媒の可燃性、高圧力、コスト高など課題もあったが、自販機メーカー各社の企業努力によりこれらの課題も解消され、主力の缶・ボトル飲料自販機では出荷ベースでほぼ 100%、普及ベースで 98.5%程度に至っている。今後は、採用側の理解を得ながら、紙カップ式飲料自販機についても、グリーン冷媒化を促進する。

### ③要望

- ・ HF0 等、環境に配慮した機器の導入に際して、経済的インセンティブの導入。
- ・ 環境負荷をより低減するための新冷媒検討に関する研究支援。

### ④「グリーン冷媒化」に対するスタンス

- ・ 02 年から日本自動販売システム機械工業会（旧：日本自動販売機工業会）技術委員会に「冷媒 WG」を設置し、需要業界と連携を図りながら、業界全体として「グリーン冷媒化」に向けて取り組んできた。また、他業界に先駆けてグリーン冷媒を採用し、環境負荷低減に努めてきた自負もあり、今後も省エネと並行し、環境対策を重要課題として進めていく。

#### (4) カーエアコン製造等の排出抑制対策

業界団体名：一般社団法人 日本自動車工業会

対象物質：HFC-134a

### 目標及び達成状況

#### (1) 目標

- ・ フロン排出抑制法の目標達成に向けて、カーエアコン機器に使用する対象物質（HFC-134a）の使用削減に貢献する。

#### 《指定製品制度の概要》

対象	目標年度	GWP 目標値
乗用車	2023	150
トラック・バス	2029	150

#### (2) 達成状況

- ・ 2023 年の乗用車における GWP 実績値は 35 であった。

	2014 年～ 2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
加重 平均 GWP 値	1430	1428	1405	1296	854	654	311	35

※ 2014 年 6 月の産構審フロン対策 WG でとりまとめられた報告書の通り、新冷媒導入に係る車両開発には、型式ごとの製品企画、仕様設計及び適合検証に 3 年程度を要するため、2016 年まで加重平均 GWP 値は 1430 のままであったが、2017 年頃から順次低下し始めた。

## 1. 現状及び見通し

### (1) 国内

#### ① 低 GWP 冷媒への転換状況と今後の見込み

- ・ 2015 年 4 月 1 日施行されたフロン排出抑制法の判断基準（2023 年度 GWP150 以下）を遵守すべく、自動車メーカー各社は、新冷媒搭載に向けた開発を本格的にスタートし、モデルチェンジの機会を捉えて順次転換していく見込み。（2017 年 10 月、国内メーカーによる新冷媒搭載の国内向け量産車の販売開始）

#### ② 高圧ガス保安法における HF0-1234yf（以下、yf）の定義・規制の見直し

＜高圧ガス保安規則のスマート化（微燃性冷媒の準不活性ガス化）＞

- ・ 2016 年 3 月の産構審保安分科会高圧ガス小委員会にて、昨今の技術進歩や国際潮流の変化等に合わせ、迅速かつ柔軟に対応できるよう、従来の高圧ガス保安法（以下、保安法）を進化（＝産業保安のスマート化）させるべく検討が実施された。

- ・ その具体案の一つとして、「yf を含む新冷媒への対応」が挙げられ、燃焼性が極めて低いものの、従来の保安法において「可燃性冷媒」に位置付けられていた yf 等微燃性冷媒については、今後、冷凍空調機器の冷媒として円滑に使用できるよう、一定の措置を講ずることを条件に、新たに「不活性ガス」中の「特定不活性ガス」に位置付ける方針が了承され、2016 年 9 月にパブコメを実施、同年 11 月 1 日付けで同改正法が官報交付・施行された。
- ・ 従って、yf についても現行保安法における各種技術要件が一定内容緩和された。

#### <回収充填機>

- ・ yf は、保安法上、可燃性ガスとしての取り扱いが必要であったため、整備事業者等がサービスを行う際の回収充填機について、実態に即した規制の見直しが課題であった。
- ・ 2011～12 年度に、規制見直しの議論に資するため、①産学官連携で yf の物理特性に関する研究、②業界として工場・事業所における安全に関するリスク評価を実施した結果、「他の可燃性ガスと比べ、非常に燃えにくい特殊なガスであり、回収装置のハード側での対策を行うことで、緩和可能」との結論を得た。
- ・ この結果を踏まえ、産構審小委員会で同案が審議され、2014 年 7 月、回収充填機に係る関係告示が改正された。

#### <工場充填設備>

- ・ 上述の通り、yf は燃えにくいガスであるが、従来の保安法では「可燃性ガス」に該当したため、yf の工場充填設備においても、可燃性ガスの基準（火気との離隔距離 8m 以上など）が適用されていた。しかし、当該設備の周囲には制御盤、照明等、火気として扱われる電気設備が多数存在し、既存設備での離隔距離確保が困難なため、保安法の一般則 99 条（特認基準）を満たすことを前提とし、一定の緩和措置（換気設備・漏洩検知器等設置すれば離隔距離が短縮できるなど）が講じられれば、特認する制度として運用されてきた。
- ・ 一方、経産省は今後も各社からこの特認申請が見込まれることや、行政・業界側、双方の工数削減の観点から、特認制度を廃止し、同制度で規定されている安全対策と同等の措置を保安法一般則に反映させるべく、2016 年 1 月に改正案のパブコメを実施、同年 2/26 付けで同改正案の官報公布・施行が実施された。さらに 2016 年 11 月、yf の特定不活性ガス化の改正により、工場充填設備に関する技術要件についても、一定内容、緩和がなされた。（例：自動車製造ラインにおける冷媒充填装置および配管をケーシングやダクトで囲う措置の廃止など）

#### ③ HF0-1234yf 搭載使用済自動車の適正廃棄に関する経産省の周知文書の公表

- ・ 2017 年 6 月、今後、特定不活性ガスである yf を搭載した使用済自動車が発生することを想定し、関係法規との関係性や回収方法に関して、不活性ガスである HFC-134a との差異を関係者に注意喚起すべく経産省より周知文書が公表された。

#### ④ 貨物車等の指定製品化

- ・ 2020年2月に開催された「産業構造審議会 製造産業分科会化学物質政策小委員会 フロン類等対策ワーキンググループ（第15回）」において、トラックやバスについても、乗用自動車と搭載レイアウトは異なるものの、コンポーネントの構成は基本的に同じであり、技術的にはyfの使用が可能であると考えられるが、冷媒量増加や搭載レイアウトによるリスク評価が必要であることが示された。
- ・ 2020年度NEDO事業を通じて、事故発生時等における微燃性冷媒の漏えい・発生頻度を含めたリスク評価を行ったところ、冷媒漏えい・発火発生のリスクは非常に低いと判断された。
- ・ この結果を踏まえ、2022年4月に開催された「産業構造審議会 製造産業分科会化学物質政策小委員会 フロン類等対策ワーキンググループ（第17回）」において、2022年度中に指定製品化するとの方針が示された（目標値は乗用自動車と同じくGWP150、目標年度は2029年度）。
- ・ 2023年3月31日に公布された改正省令及び告示により、トラック・バス等も指定製品に追加された。

## (2) 海外

### ① 規制動向

#### <欧州>

- ・ 2006年自動車エアコン(MAC)欧州指令が成立し、2008年よりHFC-134aの車両台あたりの年間洩れ量を40g以下にする規制が開始された（継続生産車は2009年より開始）。
- ・ 上記指令は、HFC-134aの使用禁止(GWPが150を越える冷媒の使用禁止)についても2011年から新型車への適用が始まった（継続生産車は2017年から適用）。ただし、欧州委員会は、冷媒供給量不足に鑑み、2012年12月31日を期限とし、HFC-134aの使用を認める措置を取った。
- ・ 2023年2月、欧州REACH規則におけるPFAS（有機フッ素化合物）制限提案が公表。同年3月より、6ヶ月間のパブリックコンサルテーションが実施。カーエアコン冷媒として使用されているHFC-134aやHFO-1234yfも制限対象物質に含まれている。

#### <米国>

- ・ 2012-2016年の温室効果ガス・燃費基準（2010年5月に公表）では、自動車用エアコンの冷媒漏れ量削減技術・低GWP冷媒への切替え、省動力化技術に対し、クレジットが付与されており、2017-2025年の最終規制（2012年10月に公表）にも、同様のクレジットが含まれている。
- ・ 2014年7月、米国EPAは、重要新規代替品政策（SNAP）改正の中で2021MYからHFC-134aの使用禁止提案を発表。同年10月にかけてパブコメが実施され、2015年7月、上記提案内容（2021MY～使用禁止）のままファイナルルールが公表された。

## ② HF0-1234yf の安全性検証

- ・ SAE（米国自動車技術会）が、yf に関する安全規格を制定し（2011 年 2 月）、これを踏まえ、ISO が制定（2011 年 4 月）されたが、ダイムラーから安全性の指摘（2012 年 9 月）があり、SAE で更なる検証を実施（2013 年 7 月結果公表）。
- ・ 他方、欧州では、ドイツ認可当局が安全性評価を実施（2013 年 10 月公表）。欧州委員会の委託を受けた共同研究センターが専門家会議を開催（11/20, 12/11, 1/22）し、これら評価結果を総合的に検証。
- ・ この結果を踏まえ、欧州委員会が「yf の使用に関する安全上の懸念を裏付ける証拠はない」と表明（2014 年 3 月）。

## （3） 技術開発

- ・ 2007 年 9 月、Honeywell と DuPont より yf が提案され、JAMA/JAPIA、SAE ならびにラテンカーメーカーが共同開発プログラムにて評価を開始。
- ・ yf の評価結果に基づき現行冷媒 HFC-134a や CO2 冷媒との環境影響評価（LCGP）を実施し、yf が最も温暖化影響面で優れる冷媒であり、グローバルソリューションのポテンシャルを持っていることがわかった。

yf は、2009 年に EU の REACH への登録が完了、日本の化審法の審査結果では規制対象となる毒性なしとの結果を得ており、米国でも、新規化学物質としての登録が完了。業界として新規化学物質として登録されるために SAE にて空調部品設計、サービス、冷媒自身に対する安全規格の策定が 2011 年 2 月に完了。これらの規格をベースとした国際規格（ISO13043）も 2011 年 4 月に制定された。

## 2. 取組及び課題等

### （1） 現在の取組

#### ① 自動車リサイクル法（含むフロン法）に基づく HFC-134a の引取・破壊

自動車リサイクルシステムにより HFC-134a を引取・破壊。

【2023 年引取・破壊実績：489t】

（一般社団法人 自動車再資源化協力機構）

#### ② 製造段階におけるカーエアコンへの冷媒充填時の漏洩防止

回収装置付き充填装置の導入による排出抑制を実施。

- ・ 2000 年頃は 3.5g/台であったものの、導入率が増え、大幅に削減している。

#### ③ カーエアコン使用時の漏洩防止

<技術面>

- ・ 漏れの少ないホースの採用、配管接続部の軸シール化やレシーバタンク一体式コンデンサの採用による接続部そのものの削減、エアコン組み付け工程の作業管理徹底による排出抑制。
- ・ 冷媒漏れ量を検証するため、国内にて実車モニター試験を 2004～05 年の 2 カ年計画で実施。平均して 8.6 g/年という結果が得られ、理論値約 10 g/年を実証

し、関係会議 [米国自動車技術会 (SAE) シンポジウム、日本自動車技術会 (JSAE) シンポジウム、MacSummit2006、IEA ワークショップ] にて報告。

#### ④ 車両 1 台当たりの冷媒充填量の低減

- ・ これまでの自主行動計画では、2012 年の台当たり冷媒充填量を 1995 年比 20%以上削減することを目標に掲げ、上記③のカーエアコン使用時における漏れ量低減や熱交換器の小型高性能化などの技術開発と新型車への導入に取り組んできた。その結果、2004 年には目標を達成し、2009 年以降は-30%レベル (約 500g/台) を継続している。

#### ⑤ 広報活動

##### <事業者への広報活動>

- ・ 使用済自動車からの適切なフロン類回収方法、及びボンベへの過充填防止等に関する啓発資料を作成し、事業者配布。  
合わせて、継続して回収量が少ない事業者、また、継続して過充填を発生している事業者に対しては、適切な回収方法を周知。
- ・ 保管時、運搬時の漏れを防止するため、漏れ防止キャップ および専用梱包ケースを配布。
- ・ 業界団体を通じ、全国の都道府県で講習会を開催し上記内容を周知。

##### <一般消費者への周知活動>

- ・ フロン排出抑制法における表示義務 (2015 年 10 月施行) 履行のため、各社、車両本体ラベルおよびカタログ表示の切替え。

### (2) 今後の取組及び課題

#### ① 冷媒の低漏洩化

- ・ 使用過程時の排出 (漏洩) 量については、引き続き低漏れ技術の製品展開と更なる製造管理の強化・徹底を推進する。

#### ② 冷媒の適正な回収・破壊

- ・ 自動車リサイクル法に基づく適正な回収・破壊の実施。

#### ③ HF0-1234yf の導入について

- ・ フロン排出抑制法の判断基準告示の施行や高圧ガス保安法の規制見直し等、yf 導入に関する法整備は進んでおり、今後これらに準じて国内の導入検討が本格化していく見込み。尚、具体的な検討を進める中で顕在化する新たな課題に対しては、国と連携の上、速やかに対応していく必要がある。

### (3) いわゆる「ノンフロン化」に対するスタンス

- ・ 代替冷媒の採用に際しては、車両搭載時の安全性、冷房性能、燃費性能など様々な面からの評価を実施しつつ、フロン排出抑制法の判断基準を遵守すべく取り組んでいく。

(5) 家庭用エアコン製造等の排出抑制対策

業界団体名：(一般社団法人) 日本冷凍空調工業会

対象物質：R410A、R32 等

**自主行動計画の目標**

**【2014 年制定】**

- ・生産工場における二酸化炭素換算した冷媒漏えい量を低減する

基準値：直近6年(2008年～2013年)の平均値から算定

目標年値：2020年度＝目標値(削減率)64%、2025年度＝同 64%、2030年 同 64%

※2024年度に見直し検討を予定

- ・実績値

2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
52%	80%	83%	84%	84%	86%	88%	90%	91%	94%

**1. 現状及び見通し**

**①国内業界**

(現状)

- ・2023年度の家庭用エアコンの国内出荷台数は、工業会自主統計で878万台、前年比96%となった。

(見通し)

- ・2024年度の家庭用エアコンの国内出荷台数は、前年夏の低水準の反動もあり、前年度を上回る見通し。

**②海外**

(現状)

1. 改正欧州Fガス規則は、2024年2月20日にEU官報が発行され、3月11日に施行された。当初の欧州委員会案より上市禁止などの規定が強化された内容となった。
2. REACH規則(化学品の登録、評価、認可及び制限に関する規則)において、欧州化学品庁(ECHA)のPFAS(有機フッ素化合物)制限案に対するパブリックコンサルテーションが終了し、専門家委員会(RAC:リスク評価委員会、及び、SEAC:社会経済性評価委員会)でパブコメを基にセクター毎の審議が行われている。

(見通し)

1. 欧州Fガス規則の実施則や委任法が順次発行される見込み。
2. 欧州のPFAS制限案は、RAC/SEACによる意見案が今後公開され、パブコメが行われる予定。

**③技術開発**

(現状)

- ・R410AからR32への転換は2023年で99%が完了し、順調に低GWP化が進んでいる。

(見通し)

- ・今後しばらくは R32 等の A2L 冷媒使用機器の開発が継続される見込みだが、当工業会で提唱の“S+3E”（「安全性」+「環境性」・「省エネ性」・「経済性」）の観点での評価を元に、更なる低 GWP 化に向けた検討を進める。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

#### (1) “S+3E”による更なる低 GWP 化に向けた検討

モントリオール議定書キガリ改正、オゾン層保護法及び CN2050 対応を睨み、使用冷媒の更なる低 GWP 化に向けて、“S+3E”をベースにした検討を行っている。

#### (2) 国際活動・途上国支援

①UNEP（国連環境計画）/TEAP（技術経済アセスメントパネル）/RTOC（冷媒技術オプション委員会）は4年に1度レポートを作成し公開しているが、当工業会ではレポート作成に関して関係者が参加し、且つ、レポート案のレビューを行っている。次のレポートは2026年度版であり、レポート案の検討が始まった。

②世界各地の工業会の国際的な交流組織である ICARHMA（冷凍空調工業会国際評議会）も年次総会（2023年9月@モントリオール）と中間会議（2024年2月@シカゴ）は対面で開催され、各工業会の主要課題を共有した。

③当工業会と CRAA（中国制冷協会）・KRAIA（韓国冷凍空調工業会）のアジア3団体で毎年開催する日中韓会合は、KRAIA 主催で2023年8月に Web 開催し、各国市況と業界共通の課題を共有した。

④欧州では、JBCE や EPEE 等の現地の関連団体とは Web 会議を通じて連携を維持し、法規制情報の収集と共有を継続するとともに、必要に応じて会議への対面参加を再開した。また、欧州 F ガス規則では、WTO/TBT 通報に対して日本フルオロカーボン協会（JFMA）と連名でコメントを提出し、欧州官報発行に先立ち経済産業省、日本政府 EU 代表部、在欧日系ビジネス協議会（JBCE）、JFMA と共に欧州委員会との意見交換会に出席し懸念点の説明を行った。

REACH 規則における PFAS 規制対応では、ECHA のパブリックコンサルテーションに対して2件の意見書を提出した。

⑤米国においてもメイン州、ミネソタ州の PFAS 関連パブコメ、及びニューヨーク州で F ガス規制案のパブコメに対応した。

⑥東南アジアにおける地球温暖化抑制に係わる日本のプレゼンス向上と、現地工業会との連携強化を図るため、2023年10月に ASEAN 主要5カ国とのワークショップを VISRAE（ベトナム冷凍空調学会）と共催（ハノイでの対面+Web）した。

### ②今後の取組及び課題

#### (1) “S+3E”による更なる低 GWP 化に向けた検討

更なる低 GWP 化に向けた検討を継続する。これにより必要に応じて、諸関係省庁や団体と、代替冷媒使用における法律や基準の関係性を整理し、課題解消に向けて調整を引き続き行う。

## (2) 国際活動・途上国支援

モントリオール議定書 OEWG でのサイドイベントの開催(2024年7月@モントリオール)、日中韓会合(7月@Web(幹事国:日本))、ICARHMA 総会(8月@サンパウロ)、ASEAN 主要5カ国とのワークショップ(10月@マニラ)、MOP36(10月@バンコク)等各種国際活動及び途上国支援を継続して実施する。

### ③要望

#### 要望1. ハイドロカーボン系冷媒への入替への注意喚起

フロン排出抑制法による低 GWP 冷媒やノンフロン冷媒への転換を謳い文句に、指定以外の冷媒(特に、ハイドロカーボン系の可燃性冷媒)の入れ替え業者が自治体などにも PR を進めており、実際に入れ替えた案件の情報も継続して入ってきている。さらに、最近では DIY や中古機器の使用などユーザー自身が Web 情報(Youtube 動画など)で作業するなどの問題も増加している。

それが原因で故障しているとの情報もあるが、最悪爆発など重大な事故の発生も懸念される。業界や機器メーカーから、機器メーカーの確認を行っていない冷媒入替による不具合などに対して一切責任を負わないとの警告を出し対応しているが、行政からも注意喚起など継続的に発信して頂きたい。また日冷工では、ホームページに警告の特設サイトを設けており、この特設サイトから経済産業省のフロン類入替に関する注意喚起にリンクしているので、継続して掲載をお願いしたい。

#### 要望2. 冷媒転換可能なものに対するインセンティブの付与

排出量低減に寄与する冷媒転換に対して、広範且つ積極的なインセンティブを要望したい。冷媒転換には多額の設備投資が必要になるため、設備更新・新設等の場合の補助を実施していただきたい。

#### 要望3. 冷媒の価格監視

F-gas 規則が実施されている欧州で、フロン冷媒価格の高騰および冷媒の不法輸入が発生し、市場の混乱が懸念されている。日本も HFC の段階的削減が今後も進められていくことから、継続的な冷媒価格に関する監視を行政として重点的に行い、市場の混乱を招かないようお願いしたい。

#### 要望4. 市中での機器からの漏えい率データの再調査

オゾン層保護法による HFC 生産量割当を行うために使用量見通しが試算されるが、市中における機器からの漏えいによる補充量見込みの影響割合が大きくなることが予想されるため、精度を上げた試算が必要となる。現在使用データの調査時期から既に時間が経過しており、新たに精度を上げた調査をお願いしたい。

稼働機器からの漏えい量は、過去に設定した固定の排出係数を用いて算出されており、過剰見積もりとなっている可能性がある。現状の報告制度の改善により充填量、回収量、再利用量などから算出するなどの、試算手法の見直し検討を要望する。

### ④いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- ・「脱フロン化」は当工業会から提唱の“S+3E”をベースにして、総合的に判断することが重要と考える。
- ・家庭用エアコンのライフサイクル(廃棄も含む)に携わる事業者・使用者のすそ野は広く、当工業会に参画頂いている事業者以外の各位にも正しく状況を理解頂く様に活動を行う。

## 5. 洗浄剤・溶剤に係る事項

### (1) 電子部品等洗浄の排出抑制対策

業界団体名：(一般社団法人) 電子情報技術産業協会

対象物質：液体 PFC 等

#### 自主行動計画の目標

【電子部品】 1995 年を基準として 2020 年の総排出量を GWP 換算で 65%以上削減。  
2025 年、2030 年も同等の目標値とする。

【半導体】 1995 年を基準として 2020 年、2025 年、2030 年の GWP 換算排出量を 80%以上削減。

【液晶】 原則、プロセス用途からの排出量をゼロとする。

#### 自主行動計画の達成状況

##### 排出量の推移

(千 t-CO<sub>2</sub>)

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
電子部品	836.9	836.9	811.8	851.7	921.5	990.9	702.2	831.4	564.1	357.9	377.2	306.6
半導体	696	716	865	459	697	549	212	145	97.1	147	110	62.9
液晶	17	10.4	9.6	3	0.7	16.5	28.4	13.8	1.1	0	0	0.067
総排出量	1549.9	1563.3	1686.4	1313.7	1619.2	1556.4	942.6	990.2	662.3	504.9	487.2	369.57
(対 95 年比)	(100)	(100.9)	(108.8)	(84.8)	(104.5)	(100.4)	(60.8)	(63.9)	(42.7)	(32.6)	(31.4)	(23.8)

	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
電子部品	300.3	251.7	218.6	229.1	195	200.6	198.5	176.6	172.0	183.4	189.8	173.1
半導体	48.3	38.9	16.2	16.2	7.18	4.63	1.61	0.502	1.92	1.78	1.71	1.85
液晶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
総排出量	348.6	290.6	234.8	245.3	202.18	205.23	200.11	177.10	173.92	185.18	191.51	174.95
(対 95 年比)	(22.5)	(18.7)	(15.1)	(15.8)	(13.0)	(13.2)	(12.9)	(11.4)	(11.2)	(12.0)	(12.3)	(11.3)

	19	20	21	22	23							
電子部品	158.9	158.5	166.9	157.7								
半導体	5.39	3.94	8.76	5.95	5.45							
液晶	0	0	0	0								
総排出量	164.3	162.4	175.6	163.1								
(対 95 年比)	(10.6)	(10.5)	(11.3)	(10.5)								

<参考：京都議定書の対象物質>

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
電子部品	(836.9)	(836.9)	33.3	31.8	37.9	19.3	16.8	21.1	20.2	9.9	10.9	9.5
半導体	485	498	492	219	327	187	108	47.1	41.4	89.0	39.6	14.4
液晶	(17.0)	(10.4)	(9.6)	(3.0)	(0.7)	7.0	6.7	11.0	1.1	0.0	0.0	0.0
総排出量	(1244.9)	(1249.3)	(439.9)	(211.8)	(302.6)	177.3	110.5	79.2	62.7	98.9	50.5	23.9

	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
電子部品	7.5	7.1	9.8	10.3	3.4	5.2	4.8	3.5	3.0	3.2	2.2	4.4
半導体	11.9	9.34	0.51	0.826	0.594	0.594	0.945	0.354	0.472	0.827	0.650	0.70
液晶	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
総排出量	19.4	16.4	10.3	11.1	4.0	5.8	5.7	3.9	3.5	4.0	2.9	5.1

	19	20	21	22	23							
電子部品	1.7	1.5	0	1.2								
半導体	0.35	NA	1.51	1.0	5.13							
液晶	0	0	0	0								
総排出量	2.1	1.5	1.51	2.2								

※C5, C6 の PFC と HFC が京都議定書対象ガス

注) 電子部品では 95～96 年度、液晶では 95～99 年度のデータについて、法定と法定外の区別が不明のため、( ) で合計の数値を記載した。

注) 半導体の<参考：京都議定書の対象物質>の 20 年度のデータは、『競争法に抵触する恐れ』から 2020 年度の排出量集計数値は開示されず、「NA」と表示。

注) 半導体の 2020 年および 2023 年のデータは、経産省オゾン室様による推計値。

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

(現状)

《電子部品》

・1995 年をベースとして総 CO2 換算排出量は、約 81% (GWP 値 (AR4) 以下省略) 削減できた。

(1995 年 836 千/GWpt → 2022 年 157.7 千/GWpt)

・昨年比で総使用量は、(2021 年 33.4t → 2022 年 31.8t) と約 1.6 t 減少したが、総 CO2 換算排出量では (2021 年 166.9 千/GWpt → 2022 年 157.7 千/GWpt と約 9.2 千/GWpt の減少となった。

・溶剤用途については、使用廃止及び PFC から PFPE 等の低 GWP 物質への切替はほぼ終了している。

・洗浄用途ならびに信頼性用途についても、③技術開発の項で記すような削減に資する努力を進めているものの、前者は高精度部品の洗浄、後者は JIS, MIL 等信頼性試験の規格指定などの技術的な問題及び顧客の要求等により、使用が避けられないものがある。PFC については信頼性用途のみが残っている。

・2022 年は CO2 換算排出量が前年に比べ減少という結果となった。

《半導体》

・2023 年の全液体 PFC 排出量は、1995 年比では 99.2%削減 (AR4) (調査票 B に基づく) の結果だった。継続的にオプティマイズ (最適化による削減)、低 GWP 値への転換、除害装置導入等を実践し、PFC 削減に取り組んでいる。

従来から、半導体では購入量を排出量として報告しているが、排出の大きな比率を占める排気が有機系に接続されており、最近の VOC 対策などの二次効果で、実際には報告ほどの排出にはならないものと考えている。

#### 《液 晶》

- ・ 2022 年の使用実績はゼロであった。

(見通し)

#### 《電子部品》

- ・ 昨今の経済状況、代替溶剤の技術動向等を考慮すると、今後の動向は予断を許さないが、ほぼ同程度で推移していくものと考えられる。

#### 《半導体》

- ・ 使用中の PFC については代替化が難しいため、経済状況等の影響により若干の増減は見込まれる。

#### 《液 晶》

- ・ プロセス用の使用は、ゼロを継続する見通し。

### ②海外

#### 《電子部品、半導体、液晶とも》

- ・ 海外の液体 PFC 等の使用状況については調査していない。

### ③技術開発

(現状)

#### 《電子部品》

次の対応を行っている。

- ・ 洗浄→不純物をろ過槽に通し再使用する循環装置を導入、また一部の溶剤では蒸留再生可能なものもあり、リサイクルされている。
- ・ 溶剤→低 GWP 物質への移行促進 PFC 及び PFPE→HFE 等  
低沸点から高沸点 PFC へ変更により蒸発量を抑制
- ・ 信頼性→流れ方式からバッチ方式の採用による蒸発量の抑制  
サンプリング数の削減による使用量の削減
- ・ 工程を湿式から乾式に変更し、PFC そのものを使用しない工程とした。
- ・ 使用量の削減については、水洗浄が可能な材質への転換、磁石製造の工程をウエットからドライ方式に変更、金属製品洗浄後の乾燥工程を炭化水素系溶剤による真空乾燥工程に置換した。

#### 《半導体》

- ・ 半導体としては温暖化への影響が大きいガス PFC の対策に注力している。液体 PFC の更なる削減は技術面や費用面で負担が非常に大きく、削減に対する努力に関しては各社個別の状況に任せている。

(見通し)

《電子部品》

- ・ 技術的／費用的に対応の難しい用途だけが残っている。

《半導体》

- ・ 現状使用中の物質に対する代替物質の調査、検討は技術面・費用面で相当困難であり、また MIL 指定などの代替不可項目も多いため、追加施策は困難と考える。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

《電子部品・半導体》

- ・ 上記 技術開発と同じ。

### ②今後の取組及び課題

《電子部品》

- ・ 排出量削減活動を推進してきた結果、技術的／費用的に対応が難しい用途だけが残っている。
- ・ 今後は排出の抑制やリサイクル等をできる限り進め、継続的な排出量の削減を目指す。

《半導体》

- ・ 上記、技術開発と同じ。

《液 晶》

- ・ 今後も使用ゼロの維持に努める。

### ③要望

《電子部品》

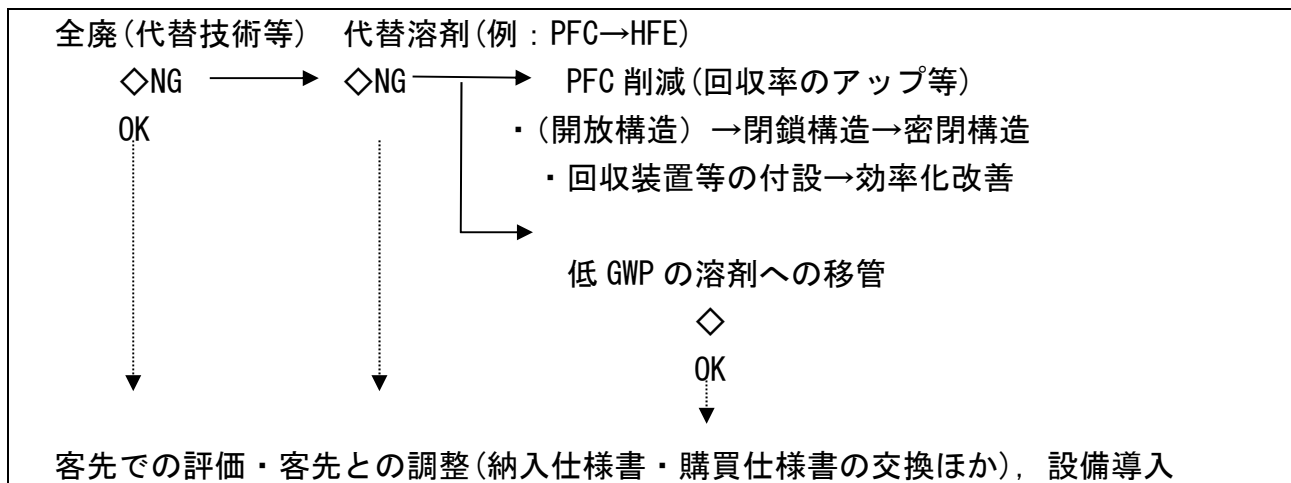
- ・ 代替候補物質の温暖化係数調査並びにデータの提供
- ・ 代替品開発及び安定供給に対する指導、代替物質使用可能な密閉度の高い装置等に対する指導等の他業界からの協力を得るための働きかけ

《半導体》

- ・ 代替候補物質の温暖化係数を含むデータの提供

### ④いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

《電子部品》



## 6. 半導体製造に係る事項

### (1) 半導体製造の排出抑制対策

業界団体名：(一般社団法人) 電子情報技術産業協会

対象物質：HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>

#### 自主行動計画の目標

1995年を基準として、2010年までにGWP換算(※)で総排出量10%以上削減を目標として活動し、更に2011年から2012年まで目標を延長した。

2020年、2025年、2030年のPFC排出量の自主行動計画目標は、面積原単位を指標とし0.22kg-CO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>以下とする。

※ 半導体製造業では、2011年の世界半導体会議(WSC)において、2020年までの取組として0.22kg-CO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>をWSC自主行動期待値とすることで、6極で合意した。2011年以降の面積原単位実績報告欄を追加した。なお、2013年の報告より、排出量はIPCCの2006 Tier2aの排出算定方法に準拠し、新GWP、新反応消費率、新除害効率、新副生成物発生率を用い定めている。これに伴い2012年までの過去分の各数値を見直した。また除害処理率の算出式を修正した。

#### 自主行動計画の達成状況

##### 排出量の推移

(千 t-CO<sub>2</sub>)

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	
総購入量	8588	9959	11889	11833	13060	15115	13216	14272	15488	17313	18193	21019	
排出量	HFCs	277	280	311	285	288	285	223	213	203	217	232	229
	PFCs	3534	4308	5366	5389	5804	6020	4609	4426	4318	3743	4548	3724
	SF <sub>6</sub>	372	395	472	471	478	525	378	378	370	346	397	289
	NF <sub>3</sub>	201	202	148	142	252	121	144	203	162	203	225	247
	合計	4385	5184	6297	6287	6823	6951	5355	5220	5053	4510	5402	4489
排出量/購入量 (%)	51.1	52.1	53.0	53.1	52.2	46.0	40.5	36.6	32.6	31.2	24.8	21.4	
排出量対基準年比 (%)	100	118	144	143	156	159	122	119	115	123	103	102	
除害処理率 (%)	0	0	0	0	0	9	16	23	31	30	43	47	

	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
総購入量	23410	24564	19756	23719	22227	22358	22293	25510	28936	30704	37178	42270	
排出量	HFCs	257	235	158	174	149	127	114	118	122	129	117	
	PFCs	3451	2704	1512	1614	1267	1027	978	1032	991	1117	1237	1157
	SF <sub>6</sub>	271	222	135	148	120	107	105	98	108	116	124	106
	NF <sub>3</sub>	313	295	238	253	233	237	150	181	200	252	269	328
	合計	4292	3456	2042	2189	1770	1499	1347	1429	1417	1607	1758	1708
排出量/購入量 (%)	18.3	14.1	10.3	9.2	8.0	6.7	6.0	5.6	4.9	5.2%	4.7%	4.0	
排出量対基準年比 (%)	98	79	47	50	40	34	31	33	32	36.6%	40.1%	38.9	
除害処理率 (%)	54	65	74	78	82	85	82	81	84	82.9%	85.2%	90.1	
面積原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup> )					0.19	0.17	0.14	0.14	0.13	0.143	0.142	0.138	

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
総購入量	44371	50378	55754	59117	<b>47855</b>							
排出量	HFCs	103	112	110	91	95						
	PFCs	1054	1174	871	923	736						
	SF <sub>6</sub>	97	109	95	97	95						
	NF <sub>3</sub>	358	421	469	488	469						
	合計	1612	1817	1545	1598	1395						
排出量／購入量 (%)	3.6	3.6	2.8	2.7	2.9							
排出量対基準年比 (%)	36.8	41.4	35.2	36.4	<b>31.8</b>							
除害処理率 (%)	90.7	90.2	93.3	93.4	93.3							
面積原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup> )	0.154	0.168	0.140	0.143	0.142							

(IPCC 2006年 GWP 値使用)

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

(現状)

- ・2023年は生産量が前年比-12.2%、ガス購入量は前年比-19.1%、排出量は-12.7%(AR4)(調査票Bに基づく)となり、その結果排出量削減率は1995年比-68.2%(AR4)(調査票Bに基づく)となった。
- ・2023年の面積原単位は0.142kg-CO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>(AR4)(調査票Bに基づく)であり、2020年から2030年にかけての自主目標値の0.22kg-CO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>を下回っている。
- ・ガス別では、分解率の高いNF<sub>3</sub>へのシフトが継続し、全購入ガス重量比は2016年の63%に対し、2023年は68.5%を占めている。
- ・2023年の排出量削減の主要施策は、実施の多い順に除害処理、最適化、ガス代替化、新プロセスとなっており、除害装置による除害処理率は93.3%である。

(見通し)

- ・社会システムの高度化や高速通信網の普及、自動車のEV化など今後も長期に半導体の需要増加の傾向が続き、生産量は緩やかに増加すると見込まれる。また半導体製品に対する継続的な性能向上要求に伴う工程の複雑化や工程数の増加も見込まれるため、2023年の排出量は生産量の減少により前年比で減少したが、生産増に転じれば排出量の増加が予想される。しかしWSCにおける合意事項であるベストプラクティスの導入など各社の継続的な排出削減努力の実施により、排出量の増加を抑制し、自主行動目標である面積原単位0.22kg-CO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>は堅持していきたい。
- ・ガス代替化に関しては主にNF<sub>3</sub>を中心に移行していくものと考えられる。
- ・除害装置の設置は除害装置、水処理施設などの設置スペースの確保やユーティリティとの接続など、可能なものはこれまでにほぼ全ての設置が終わり、ベストプラクティスが導入された新規Fabの稼働を除くと、今後大幅に増えるとは考えていない。

## ②海外

### (現状)

2024年6月のWSC宮崎会議にて、次の事項が報告された。

- ・最新の метод論(2019 IPCC Tier 2c, AR5)に基づく2022年PFCデータの収集結果が報告された。2022年のPFC排出量は、絶対排出量および原単位排出量ともに、前年比で減少した。この減少は、すべての工業会での新しい方法論の採用と、除害装置を設置したことによるものである。
- ・ある半導体工業会(他極)が、一部のメンバーがデータを報告できなかったと報告したため、2023年のデータ収集はまだ進行中であり、解決策を模索している。
- ・2030年の自主的なPFC排出目標について合意に達した。新しい目標は、削減率(1-実績排出量/削減なしの排出量)で表される。2030年には85%の削減率を目標としている。2026年に中間レビューが行われる。

### (見通し)

- ・2024年時点では、WSCの焦点は引き続きPFCであるが、WSCはN2Oやスコープ2排出量に関するデータなど、より広範なGHG目標設定に向けた作業を継続している。よって、今後の動向を注視する必要がある。

## ③技術開発

### (現状)

- ・既存ライン使用ガスの低GWP化については、ガスメーカーが提案しデバイスメーカー評価の構図で開発している。新規装置に関しては装置メーカー、ガスメーカー主導で開発がそれぞれ行われている。
- ・除害装置の設置については、設置できるところには既に設置済みでこれ以上の設置は難しい状態であることから、排出量削減のための新しい技術の開発導入が必要になっている。

### (見通し)

- ・これまで推進してきた除害技術、新ガスの導入に加え、装置、水処理設備などの設置のための広いスペースが必要ない回収、精製技術の活用が考えられているが、現状では、不純物濃度が高く半導体製造で再利用できるまでになっていない。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- ・上記 1. 現状及び見通しの①現状を参照

### ②今後の取組及び課題

- ・上記 1. 現状及び見通しの②見通しを参照
- ・課題：
  - 1) 既存の工場への除害装置の設置はほぼ限界に来ており、今後同じ取り組みでは大きな排出量の削減は望めなくなっている。そのため、除害装置の能力向上や新たな技術開発が課題である
  - 2) 京都議定書の定義上途上国は GDM 化による排出権売却が可能であり、各国とフェアな価格競争に課題がある
  - 3) ガス代替化に関して現在提案されているものの多くは毒性や安全性、生産性の低下などの問題を有し、多くの技術工数、費用負担が必要で、コストエフェクティブな解決に課題がある

### ③要望

上記課題解決への全般的なご支援

### ④いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- ・オゾン層破壊防止と温暖化防止双方の観点から、排出量削減に取り組む姿勢に変わらない。「脱フロン」「脱温暖化」にむけて、様々な施策に取り組んでいく。
- ・国際的な半導体産業の取り組みとして WSC にて合意した、新規 Fab に対する除害装置導入や、より低 GWP 値のガスへの代替などベストプラクティスの導入を、技術面を含めて安全面、即効性の面、コスト面等各要素の効率を配慮して実施する。

(2) 液晶製造の排出抑制対策

業界団体名：(一般社団法人) 電子情報技術産業協会

対象物質：HFCs、PFCs、SF6、NF3

自主行動計画の目標

2030年 総排出量 600 千 t-CO<sub>2</sub> 以下 (2020, 2025 年も同じ)

- ・対象ガス：HFCs、PFCs、SF6、NF3
- ・算定方法：IPCC 2006 ガイドラインの Tier2a による。ただし GWP は IPCC 第 4 次評価報告書(2007)の値を用いる。
- ・対象デバイス：液晶

自主行動計画の達成状況

排出量等の推移

単位：千 t-CO<sub>2</sub>

調査年		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
総購入量		561	1,210	1,885	2,480	3,572	4,175	3,951	5,139	5,857
排出量	HFCs	0.3	0.3	0.8	0.8	3.7	1.8	1.2	1.9	1.7
	PFCs	87	84	155	171	213	214	144	182	168
	SF <sub>6</sub>	142	412	536	648	868	877	824	903	854
	NF <sub>3</sub>	16	6	30	35	52	66	57	50	148
	総排出量	244	502	722	855	1,137	1,159	1,026	1,136	1,172
総排出量／総購入量		43.6%	41.5%	38.3%	34.5%	31.8%	27.8%	26.0%	22.1%	20.0%
総面積 (対 1995 年比)		1.0	2.1	2.7	3.3	5.1	7.2	7.2	9.6	11.3
除害装置設置率		12%	23%	26%	34%	39%	47%	53%	61%	62%
総排出量 (600 千 t-CO <sub>2</sub> 比)		35%	72%	103%	122%	162%	166%	147%	162%	167%

調査年		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
総購入量		6,817	7,033	8,301	10,927	13,516	12,497	17,900	16,247	14,793
排出量	HFCs	3.0	3.0	2.8	3.1	2.8	2.3	3.0	3.3	2.4
	PFCs	179	152	158	107	83	39	46	59	68
	SF <sub>6</sub>	850	712	572	366	296	199	269	198	172
	NF <sub>3</sub>	165	71	85	114	31	23	26	24	21
	総排出量	1,198	937	818	589	413	264	345	285	263
総排出量／総購入量		17.6%	13.3%	9.9%	5.4%	3.1%	2.1%	1.9%	1.8%	1.8%
総面積 (1995 年比)		14.7	16.4	22.3	33.6	42.2	39.3	60.3	51.1	41.1
除害装置設置率		68%	80%	86%	93%	97%	99%	99%	99%	99%
総排出量 (600 千 t-CO <sub>2</sub> 比)		171%	134%	117%	84%	59%	38%	49%	41%	38%

調査年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
総購入量	17,105	20,141	18,109	15,550	18,036	17,189	14,916	15,836	16,316
排出量	HFCs	2.4	2.3	1.9	1.9	1.9	2.2	1.8	0.8
	PFCs	76	90	86	71	84	79	75	70
	SF <sub>6</sub>	170	191	191	157	163	167	147	133
	NF <sub>3</sub>	21	26	22	20	22	21	19	18
	総排出量	269	309	302	249	271	270	243	221
総排出量／総購入量	1.6%	1.5%	1.7%	1.6%	1.5%	1.6%	1.6%	1.5%	1.4%
総面積（1995年比）	52.4	60.1	56.6	48.3	50.9	49.5	41.7	41.7	43.8
除害装置設置率	99%	99%	99%	99%	99.5%	99.5%	99.3%	99.5%	99.8%
総排出量（600千t-CO <sub>2</sub> 比）	45%	52%	50%	42%	45%	45%	40%	39%	37%

調査年	2022								
総購入量	13,063								
排出量	HFCs	1.4							
	PFCs	51.5							
	SF <sub>6</sub>	124.1							
	NF <sub>3</sub>	14.0							
	総排出量	191							
総排出量／総購入量	1.5%								
総面積（1995年比）	29.1								
除害装置設置率	99.6%								
総排出量（600千t-CO <sub>2</sub> 比）	32%								

※2017年に、除害装置設置率が四捨五入すると100%となったので、以後、小数点第1位まで示すこととした。

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

（現状）

- ・2022年の総排出量は前年と比べ14%減少し195千t-CO<sub>2</sub>となった。総面積（生産量の指標）は34%減少、総購入量は20%減少した。排出量は生産量に左右されると考えられる。
- ・ガス毎の排出量の変化率（対前年）は、HFCs：+88%、PFCs：-26%、SF<sub>6</sub>：-7%、NF<sub>3</sub>：-21%であり、製品構成や製造プロセスの変化等の影響で、使用するガスの内訳に僅かな変化はあったものの、大幅な増減要因には至っていないと考えられる。

（見通し）

- ・国内の生産量は、TV、スマートフォン、その他の多様な最終製品の世界市場動向とOLED（有機EL）も含めたグローバルな競争で決まるため、見通しには不確実性が高いが、当面、概略現状並で推移する見込みである。
- ・除害装置設置率は99.6%で、Remote Plasmaの採用も相当進んでおり、更なる削減余地は乏しい。製品構成や製造プロセスの変化等による多少の増減を含みつつ、ほぼ生産量比例で排出量の変化が続く見通しである。

## ②海外業界

### (現状)

- ・WDICC（世界ディスプレイデバイス産業協力会議）が、活動の一環で、PFC等の削減に取り組んでいる。WDICC全体の削減目標が、2015年に以下の内容で合意されている：WDICC全体のPFC等の総排出量の基板面積原単位を2020年に30%削減(2010年基準)。
- ・WDICC全体の生産量の増加傾向に伴い、PFC等の総排出量は増加傾向にあるが、前述の目標に対応した取組みや原単位の小さいライン増設により、近年、原単位の改善が図られている。

### (見通し)

- ・生産量は、短期的には諸要因で変動しつつ、中期的には増加傾向が継続する見込みだが、前述のWDICC全体目標と対応した取組みにより、引き続き、原単位の改善が図られる見通しである。
- ・国による取組みとして、韓国のETS(排出量取引)、台湾の温室効果ガス排出量削減法、中国の排出量取引などがあり、各国はその要求も踏まえた高い目標を設定している。

## ③技術開発

### (現状)

- ・低GWPガスへの代替については、COF2(GWP=1)とF2(GWP=0)の量産導入実績があるが、導入障壁が高く、採用拡大には至っていない。
- ・CVDクリーニング用のNF<sub>3</sub>については、反応消費率が97%(Tier2a)と高いRemote Plasma方式の比率がガス購入量比で99.8%に達しており、同方式拡大による削減も相当進んでいる。
- ・PFCガス回収システムが一部のメーカーで量産導入されている。これは、ガスの再利用による使用量の削減、稼働時の省エネ、水処理負荷の低減といったトータルでの環境負荷低減も図ることができるシステムである。

### (見通し)

- ・除害装置については、除害性能や省スペース化等の技術が進歩を続けている。今後、導入負担の低減や、実排出量の一層の削減につながるものと期待される。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- ・除害装置設置率は99.6%となっているが、その維持、さらなる向上のため、新ラインでは除害装置設置導入を図るよう各社にお願いしている。
- ・技術開発については1. ③の通り。

## ②今後の取組及び課題

(取組)

- ・①の取組を維持、発展させていく。

(課題)

- ・除外装置設置率は99.6%とほぼ完備されている状況で当面は、ほぼ削減余地がなく、総合的、長期的視点にたった、新たな取組の模索が課題といえる。

## ③要望

- ・除害装置の除害率向上、省エネ化、省スペース化等に関する技術の進歩の促進につながる施策の検討をお願いしたい。

## ④いわゆる「脱フロン化」に対するスタンス

- ・低GWPガスやノンフロンガスへの代替は、除害装置より一層の排出量の削減を図れる重要技術であるが、短期的には導入拡大は見込み難しく、長期的テーマと考えている。

## 7. 電気絶縁ガス使用機器に係る事項

### (1) 電気絶縁ガス使用機器製造等の排出抑制対策 (①)

業界団体名：(一般社団法人) 日本電機工業会

対象物質：SF<sub>6</sub>

#### 自主行動計画の目標

製造時排出量：2035年及び2040年の目標値として、ガス購入量に対する排出量割合について2005年目標値を維持・継続し3%以下とする。(1998年制定)

※ガス購入量：ガスメーカーからガスボンベによってガスを受け取った正味量。

(ガスボンベをガスメーカーへ返却する際に、その中に含まれる量はガス購入量には含まれない)

※排出量割合：排出量をガス購入量で割った値。

※排出量：ガス購入量から、機器ユーザへの納入量と機器メーカーの保管量を差し引いた値。

#### 自主行動計画の達成状況

2023年実績における排出量割合は2%で、業界の自主行動計画であるSF<sub>6</sub>排出抑制目標(排出量割合)3%以内を達成している。

SF<sub>6</sub>ガス排出量割合の推移

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
購入量(t)	1,380	1,480	1,300	1,487	925	649	577	470	591	558
排出量(t)	400	420	355	324	175	95	66	52	37	29
排出量割合(%)	29	28	27	22	19	15	11	11	6	5

	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
購入量(t)	630	597	620	786	461	317	396	332	234	240
排出量(t)	19	17	18	20	13	9	9	8	7	7
排出量割合(%)	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3

	15	16	17	18	19	20	21	22	23
購入量(t)	300	320	328	321	414	226	255	194	218
排出量(t)	9	8	6	5	5	4	4	4	5
排出量割合(%)	3	2	2	2	1	2	1	2	2

#### ・ 電力用SF<sub>6</sub>ガス取扱基準を整備

1998年12月、電力会社、SF<sub>6</sub>ガスメーカーと電気機器メーカー等による研究会が(社)電気協同研究会に設置され、自主基準としての「電力用SF<sub>6</sub>ガス取扱基準」を取りまとめ、各社遵守している。

#### ・ 業界間移動に伴う統一的なルールの検討および運用

1999年10月、電力会社、SF<sub>6</sub>ガスメーカーと電気機器メーカー等で共同検討会を実施。回収したガスの受渡し方法や引取り条件など業界間移動に伴う統一的なルールについて検討し、その結果に基づき2000年8月以降、積極的に運用している。

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

- ・機器小形化による使用量削減、各種漏洩防止施策の改善により、現在の SF<sub>6</sub> ガスの購入量は、自主行動計画立案時（1995 年～1997 年）と比較して、約 1 / 6 に、また SF<sub>6</sub> ガスの排出量は、約 1 / 80 まで減少した。
- ・SF<sub>6</sub> ガスを使用した送変電機器技術は成熟の域に達しており、機器の小形化およびシール技術や回収技術などの漏洩防止技術には、今後大きな進展は期待できない。現時点においては SF<sub>6</sub> ガスの大気排出量の多くを機器の定期点検あるいは製品輸送に向けた容器解放時の回収残分が占めているため、点検周期の延長や輸送時分割区分の削減など、運用面での改善が進められている。

### ②海外業界

- ・欧州を主として欧米各国にて使用制限、漏洩管理の厳格化が進められており、2024 年 4 月の G7 気候・エネルギー・環境大臣会合（イタリア・トリノ）では、「SF<sub>6</sub> の排出と漏えいの削減や新たなスイッチギア用途での SF<sub>6</sub> の使用を 2035 年までに段階的に廃止する努力を行うこと、また、このような取組みは代替製品の利用可能性や適用可能性に左右されることから、既存の SF<sub>6</sub> スwitchギアの適切な保守や廃棄管理を確保することに留意する。」との文言が共同声明に盛り込まれた。
- ・欧州連合では、フッ素ガス規制法（EU517）が改定され、新たなフッ素ガス規則法（2024/573）が 2024 年 3 月 11 日に発効された。この規則では、「電力用開閉器」が対象機器に追加され、運転（新規購入）を電圧階級に分けて禁止する期日設定がなされた。2032 年 1 月 1 日以降、代替技術が確立されている限りにおいて、全ての電圧定格において SF<sub>6</sub> ガスを使用した送変電機器の市場取引が禁止されることとなる。
- ・北米においては、カリフォルニア州大気資源局（CARB）を中心に、電力用 SF<sub>6</sub> ガス規制に対しての取り組みを行っている。2020 年 9 月に「SF<sub>6</sub> ガス Phase-out」が、パブリックコメントを経て CARB 評議会に提出、受理され、2022 年 1 月に発効した。「SF<sub>6</sub> ガス Phase-out」では、具体的なスケジュールとして、145kV 以下-63kA 未満のクラスを皮切りに、2025 年から段階的に SF<sub>6</sub> ガス使用機器の新規導入制限を拡大し、2033 年以降、全ての電圧定格にて新規購入を禁止するものとなっている。また、カリフォルニア州に続いて、ニューヨーク州でも同様の SF<sub>6</sub> 規制強化案が 2024 年 1 月 10 日の州官報に掲載された。

### ③技術開発

- ・国内製造メーカーにおいては、SF<sub>6</sub> ガスの使用により気中絶縁製品に比べ小形・軽量化、高信頼性を実現した製品や、油入製品に比べ火災リスクが低減される特性を活かして地下変電所向けの製品などを国内外に供給している。排出抑制対策として、シール技術の向上により機器使用期間中の SF<sub>6</sub> ガス漏洩率として実質 0.1% / 年以下、また機器点検あるいは廃棄時の 1Torr レベルの真空回収など、機器のライフサイクルを通しての SF<sub>6</sub> ガス大気排出量を極めて低く抑制する技術を実用化している。排出抑制技術は成熟段階にあることから、今後これらの技術改良により飛躍的な排出量抑制を期待す

ることは困難であり、今後 SF<sub>6</sub> ガス大気排出量の一層の削減を図るには、SF<sub>6</sub> ガス代替技術を開発し、使用量そのものを削減することに注力しなければならないと国内製造メーカーは考えている。

- ・ SF<sub>6</sub> ガスは電気絶縁および電流遮断の両面において極めて優れた特性を有しており、これに代わる媒体に関する研究は過去半世紀以上に亘り継続して行われてきたが、同等な実用的性能を有する媒体は未だ発見には至っていない。近年、国内外において SF<sub>6</sub> ガス代替技術として、乾燥空気などの自然由来ガス、C<sub>4</sub>F<sub>7</sub>N ガス、あるいは固体絶縁物などを用いる絶縁技術、真空バルブを用いる電流遮断技術などの開発が進められており、特別高圧以上の領域においても導入が進みつつある。しかし、いずれの技術も SF<sub>6</sub> ガスに特性面で劣るため、最新の SF<sub>6</sub> ガス機器に対し体格が大きく、結果として高コストとなっている。また、高電圧化の観点でも、国内最高電圧である 550kV レベルに至る実用化には、一層の技術開発が求められる。

## 2. 取組及び課題等

### ① 漏洩防止への取り組み

- ・ 製品製造部門や研究開発部門では、大気圧回収形から真空回収形へのガス回収設備の改修や大形ガス回収設備の導入に加え、ガス配管やガスホースに残留する少量のガスを回収する小形ガス回収設備を工場内作業や現地作業向けに導入等し、クローズドサイクルでの SF<sub>6</sub> ガス運用を厳格に継続実施している。また、当初これらのガス回収設備を導入した 1990 年代に比べ、回収能力、漏洩防止機能が高性能しており、老朽化に伴う設備更新とあわせ SF<sub>6</sub> ガスの大気排出量抑制に向けた取り組みを継続的に実施している。これらに加え、工場内のガス取扱における作業管理の徹底を図ると共に、現地作業におけるガス回収設備の効率的な運用を行っている。

### ② SF<sub>6</sub> ガス代替技術への取り組み

- ・ 2010 年代半ばに、欧州メーカーを主として C<sub>4</sub>F<sub>7</sub>N などの人工ガス媒体、あるいは真空遮断と自然由来ガス媒体を用いた変電機器などが提案され、これら代替媒体に関する基礎的研究および試験的運用が活発に行われるようになった。我が国においても主要な機器ユーザ、メーカー、研究機関が参画する「SF<sub>6</sub> 代替ガス検討会」が東京電力パワーグリッド（株）と（一財）電力中央研究所を幹事として 2016 年に発足し、これら代替媒体の基礎特性を評価すると共に、我が国における SF<sub>6</sub> ガス代替技術のあり方の検討が進められてきた。その結果として、我が国における代替技術への移行に向けた基本的要件を 7 つの視点でまとめた「7 つの要件」が設定され、国内外の学会、国際会議等でのアピールを経て、広く認知されるようになった。今後電力システムを持続可能な形で維持するには、これら要件のうち特に「コスト（経済性）」「大きさ（既設互換性）」「高電圧化（汎用性）」が重要であり、これらに力点を置いた技術開発が進められると考える。

No.	カテゴリ	要件
(1)	EHS	分解ガス・分解生成物を含め毒性に対する取り扱いがSF <sub>6</sub> と同等である
(2)	Service Condition	規格に定める常規使用状態で使用可能である
(3)	Stable Supply	代替ガスは将来に亘り安定供給が可能であること、ガスは複数社にて供給できることが望ましい
(4)	Gas Handling	SF <sub>6</sub> 代替ガスのハンドリングがシンプルであることが望ましい
(5)	Life Cycle Cost	トータルコスト(機器・付帯工事費用、運転保守費用など)がSF <sub>6</sub> ガス機器と同等あるいは合理性があることが望ましい
(6)	Footprint	屋内・地下変電所等の据付空間に制限のある場所でのリプレースが可能であることが望ましい
(7)	Voltage Coverage	将来的には、系統の最高使用電圧 550 kV まで対応可能とすることが望ましい

- ・日本電機工業会（JEMA）としては、今後 SF<sub>6</sub> ガス代替技術への円滑な移行を推進することを目的に変電機器メーカ 7 社が共同で、「SF<sub>6</sub> ガス代替技術への移行に向けたロードマップ」※1 を作成し、2022 年 5 月に JEMA ホームページ上に公開した。このロードマップは、業界大での議論をベースに、いわば地に足をつけて我が国の方向性を決める取り組みに資するものであること、複数の製造メーカが共同で作成した世界的にもユニークなロードマップであることから、国際大電力会議 (CIGRE) など国際的な場で紹介され、日本メーカのプレゼンス維持・向上に貢献するとともに、今後の実展開に向けた議論の場で広く活用されている。

※1 <https://www.jema-net.or.jp/Japanese/pis/pdf/sf6roadmap.pdf>

### ③ 要望

- ・上述の通り、SF<sub>6</sub> ガスは変電機器の絶縁および電流遮断の媒体として理想的なものであり、これに比肩する技術は現存せず、代替技術を以って同等の機能を達成するには経済性をはじめとした各課題が存在する。一方、地球温暖化防止に向けた取り組みは我々に共通の責務であり、現実的な施策を以って代替技術への移行を促進する必要があることは、CO<sub>2</sub> 排出削減に向けた取り組みと等しく価値のあるものと考え。着実な技術・製品開発を進めるためには、その投資に見合う市場が必要であり、また早期の需要喚起により技術成熟を早めることで、代替技術の経済性改善も期待される。さらに、製品寿命が数十年と長い変電機器において、今後 SF<sub>6</sub> の使用量を実効的に削減していくためには適切なタイミングでの製品化と社会実装が必要である。これらの観点から、環境・社会に対する貢献価値の評価制度の導入など、市場原理に基づく円滑な技術移行を促進する政策展開を望む。

## (2) 電気絶縁ガス使用機器製造等の排出抑制対策 (②)

業界団体名：電気事業連合会

対象物質：SF<sub>6</sub>

### 自主行動計画の目標

使用時排出量：機器点検時の排出量割合を2020年、2025年、2030年、2035年、2040年においても3%程度まで抑制。

電気機器の点検時において、機器内部に使われているSF<sub>6</sub>ガスの排出量割合を、1995年実績の40%程度から、2005年には3%程度まで抑制するとしており（1998年制定）、この目標を2025年、2030年、2035年、2040年においても継続する。（点検作業時は、他の電気機器を使って電気を供給する必要があるため、点検機器を停止する時間には制約が掛かる。この限られた時間の中で回収可能なガス量の比率を、ガス回収装置の能力を考慮して設定している。）

廃棄時排出量：機器廃棄時の排出量割合を2020年、2025年、2030年、2035年、2040年においても1%程度まで抑制。

電気機器の廃棄時において、機器内部に使われていたSF<sub>6</sub>ガスの排出量割合を、1995年実績の100%程度から、2005年には1%程度まで抑制するとしており（1998年制定）、この目標を2025年、2030年、2035年、2040年においても継続する。（機器点検時のような作業時間の制約がなく、ガス回収に十分な時間をかけることができるため、機器点検時より排出量割合を抑制することが可能である。）

### 自主行動計画の達成状況

2023年実績までの排出量割合の推移は次の通りである。これまでの継続的な取り組みにより排出量割合は順調に改善され、2004年実績において目標を達成した。

SF<sub>6</sub>ガス排出量割合の推移 (単位%)

西暦 (年)	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07~22	23	目標
機器 使用時	40	39	34	23	13	7	4	3	3	3	3	1	1	1	3% 程度
機器 廃棄時	100	57	41	20	12	6	3	2	2	1	1	2	1	1	1% 程度

- ・ 電力用SF<sub>6</sub>ガス取扱基準を整備

1998年12月、電気機器メーカー、SF<sub>6</sub>ガスメーカーなどとの協同研究会を（社）電気協同研究会に設置し、自主基準としての「電力用SF<sub>6</sub>ガス取扱基準」をとりまとめ、リサイクルフローおよびガス取扱基準の確立を図った。

- ・ 業界間移動に伴う統一的なルールの検討および運用

1999年10月に電気機器メーカー、SF<sub>6</sub>ガスメーカー、電力業界の代表による共同検討会を発足し、回収したガスの受渡し方法や引取り条件など業界間移動に伴う統一的なルールを検討。検討結果に基づき2000年8月以降、積極的に実運用を進めている。

- ・ 関連業界も交えた取り組み内容について国際会議で積極的に報告

IPCC/TEAP 合同専門家会合（1999年5月）

US EPA 主催「SF<sub>6</sub>と環境」国際会議（第1回2000年11月、第2回2002年11月、第3回2004年12月、第4回2006年11月）

## 1. 現状及び見通し

### ①国内業界

- ・ 電力業界では、経営の効率化と公益的課題達成の両立という観点から、良質な電気を安定してお客さまにお届けすることを基本に、徹底したコストダウンを進めている。
- ・ そのような状況の下、地球温暖化防止対策の一環としての SF<sub>6</sub> ガス排出抑制対策を各業界が一体となって積極的に推進しており、その取り組みと成果は国際的に見ても高い評価を得ている。

### ②海外

- ・ 米国では、US EPA と電力産業の官民パートナーシップにより、自主的な排出削減活動が推進されており、参加する電力産業の合計 SF<sub>6</sub> ガス保有量に対する排出割合は 1999 年の約 13% から 2016 年には約 1.8% に削減されている。  
(Overview of SF<sub>6</sub> Emissions Sources and Reduction Options in Electric Power Systems (August 2018) より)

### ③技術開発

- ・ SF<sub>6</sub> 代替ガスとして、乾燥空気等の自然由来ガス等についての開発が進められているものの、主に低電圧分野が対象であり、現時点においては性能面、コスト面等の課題から SF<sub>6</sub> ガスに優位性があると認識している。また、高電圧分野においては、より一層の技術開発が必要とされている。

## 2. 取組及び課題等

### ①現在の取組

- ・ SF<sub>6</sub> ガス回収装置の適切な配備と運用
  - 真空回収タイプの現地用ガス回収装置を配備し、効率的な運用を行った。
- ・ 機器製造者が保有する大型回収装置の効率的な運用
  - 超高压機器の点検作業を計画する段階で機器製造者と事前調整することにより、機器製造者が保有する大型回収装置の効率的な運用を図った。
- ・ 新規に設置する機器の SF<sub>6</sub> ガスレス化
  - 主に低電圧分野において、設備の新設や経年更新の際に、SF<sub>6</sub> ガスレス機器である真空遮断器を導入し、SF<sub>6</sub> ガス保有量の削減を図った。

### ②今後の取組及び課題

- ・ 点検作業時間の制約という課題はあるが、2024 年以降も自主行動計画で掲げた排出抑制目標の継続的な達成に向け、SF<sub>6</sub> ガス回収装置の計画的・効率的な運用と配備、SF<sub>6</sub> ガス回収・再利用システムの推進等、今後も継続して自主的かつ積極的な取り組みを推進していく。
- ・ SF<sub>6</sub> 代替ガスを使用した機器が性能面において実用可能な段階に達しつつあり、国内の製造者団体や国外の製造者から開発ロードマップが示されていることから、今後も国内外の SF<sub>6</sub> 代替ガスの開発状況の動向を注視しつつ、導入拡大に向けた取り組みを進めていく。

### ③要望

- ・ 国内外における SF<sub>6</sub> 代替ガスの開発状況について、適宜情報共有願う。

#### ④いわゆる「ノンフロン化」に対するスタンス

- ・ SF<sub>6</sub> ガスは、優れた絶縁性能を持つ気体で、人体に対し安全でかつ安定しているという特徴を持っているため、ガス遮断器やガス絶縁開閉装置をはじめとする電力機器に広く使われている。SF<sub>6</sub> ガスを使用すると設備をコンパクトにすることができるため、国土が狭隘な我が国においては変電所建設用地の大幅な削減、都市部での地下変電所の建設を可能にするなど、電力の安定供給に必要不可欠なものとなっている。
- ・ また、SF<sub>6</sub> 代替ガスの研究開発は進んでいるものの、現時点で SF<sub>6</sub> ガスに優位性があることから、今後とも排出抑制に取り組みつつ SF<sub>6</sub> ガスを継続的に使用していく必要がある。
- ・ SF<sub>6</sub> ガスレス機器については、経営の効率化と公益的課題達成の両立に留意し、導入拡大に向けた取り組みを進めていく。

## 8. 金属製品に係る事項

### (1) マグネシウム鑄造時等の排出抑制対策

業界団体名：日本マグネシウム協会

対象物質：SF<sub>6</sub>

#### 自主行動計画の目標（2014年改訂）

- ・ 1事業所当たり年間500kg以上のSF<sub>6</sub>ガス使用中止の目標を継続する。
- ・ SF<sub>6</sub>ガス年間使用量を2000年比約80%の削減を図る。
- ・ 単位使用量を2013年から年率約7.5%の削減を図る。
- ・ SF<sub>6</sub>ガスの使用量は2013年比で、2025年までに約40%、2030年までに約50%の削減を目標とする。  
（※マグネシウムの溶解量を2013年から年率4%の成長と予測。）

#### 自主行動計画の達成状況

- ・ 2023年は、00年比80%削減には達しなかったが、前年からSF<sub>6</sub>ガスの使用量が約3トン減少した。SF<sub>6</sub>ガスの使用量の多かったダイカスト関連の事業所でガスの代替が進んだことによる。
- ・ 年間500kg以上のSF<sub>6</sub>ガス使用は7事業所となった。前年からダイカスト関連の事業所が4から3に減少した。
- ・ 25年、30年の目標に対するSF<sub>6</sub>ガス使用量減少の具合はまだ厳しい状況であるが、代替ガスに関する講演、会議等の実施や各社におけるCNへの対応検討によりCO<sub>2</sub>排出量削減への意識は高まっており、代替ガスへの切り替え及びその検討を行う事業所は増えている。しばらく代替ガスへの切り替えが停滞していたが、SF<sub>6</sub>ガスの使用量は減少が続くことが期待される。

年	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
SF <sub>6</sub> 使用量 (t)	5	6	8	17	27	43	48	48	42	41	42
単位使用量 (t/t)	0.0027	0.0022	0.0022	0.0026	0.0030	0.0030	0.0033	0.0027	0.0023	0.0019	0.0016
SF <sub>6</sub> 使用量 00年比削減率 (%)	-	-	-	-	-	-	▲11.8	▲10.7	1.4	4.7	2.6
500kg以上使用事 業所数/調査対象 事業数							12/28	13/29	12/30	14/32	15/33

年	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
SF <sub>6</sub> 使用量 (t)	39	42	27	9	13	8	8	7	8	10
単位使用量 (t/t)	0.0015	0.0017	0.0013	0.0007	0.0008	0.0006	0.0006	0.0005	0.0006	0.0008
SF <sub>6</sub> 使用量 00年比削減率 (%)	8.7	3.2	37.2	79.8	70.0	81.9	81.1	84.0	81.2	76.0
500kg以上使用事 業所数/調査対象 事業数	16/35	13/31	12/32	6/32	6/33	6/33	6/32	4/31	5/30	7/33

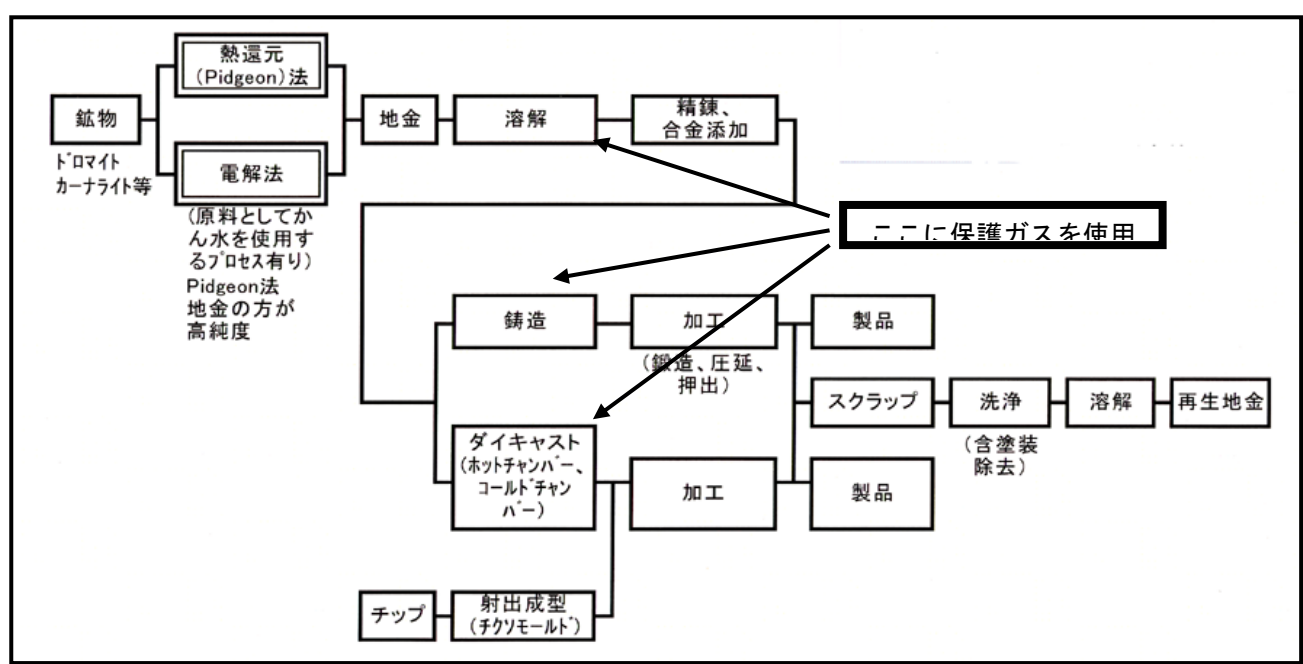
年	16	17	18	19	20	21	22	23	25 (目標)	30 (目標)
SF <sub>6</sub> 使用量 (t)	14	11	12	11	13	14	12	9	4	3.5
単位使用量 (t/t)	0.0010	0.0008	0.0009	0.0009	0.0011	0.0010	0.0010	0.0008	0.0002	0.0001
SF <sub>6</sub> 使用量 00年比削減率 (%)	67.8	74.8	72.1	74.1	70.2	67.8	71.2	78.5	90.7	91.9
500kg 以上使用事 業所数/調査対象 事業数	6/34	5/34	7/34	4/35	6/32	7/32	8/32	7/30	-	-

※1999年以前の数値は参考値  
 ※太字は目標達成 (SF<sub>6</sub>排出量 : 00年比 80%削減) を示す

### 【1. 現状及び見通し】

#### はじめに

マグネシウムは溶湯状態では空気に触れると酸化し、発熱、発火して燃焼するため、溶解工程では溶湯表面と空気を遮断するための保護ガスが必要となる。マグネシウム産業においては、この保護ガスにSF<sub>6</sub>ガスなどが使用されている。SF<sub>6</sub>ガスなどの保護ガスが使用される、マグネシウムの原料から casting、製品までのフローを以下に示す。



## ①国内業界

### (現状)

- ・ 輸入される新材を基に算出した、2023 年の国内マグネシウム総需要量は 30,003 トンで前年比 5.2%減となった。純マグネシウムを用いるアルミニウム合金添加向けや鉄鋼脱硫向けなどの添加材・還元材部門の需要量が 22,480 トンで同 3.2%減、本調査の対象となるマグネシウム合金を用いる構造材分野の需要量は 6,390 トンで同 6.0%減となった。半導体等の不足や、金属材料の主要な需要先である自動車分野の回復の遅れが続いた影響を受け、総需要量は 2 年連続でマイナスでの推移となった。
- ・ カバーガスが関わるマグネシウムの溶解・鋳造を行う事業におけるマグネシウムの総溶解量は、約 12,000 トンで前年からほぼ横這いとなったが、SF<sub>6</sub>ガスの使用量は前年から約 3 トン減少の約 9 トン、マグネシウム 1 トン溶解当たりの SF<sub>6</sub>ガスの使用量は約 0.0002t/t 減少の約 0.0008t/t となった。
- ・ CO<sub>2</sub>排出量削減、カーボンニュートラルへの対応もあり、代替ガスへの切り替え始めるダイカスト関連の事業所が出始めたことにより、SF<sub>6</sub>ガスの使用量及び単位使用量が減少するととなった。
- ・ 自主行動計画の目標の達成状況は以下のとおり。
  - ・ SF<sub>6</sub>ガス使用量削減の目標「00 年比約 80%減」
    - 2023 年の削減率 78.5% (2015 年以降は未達成が続く)
  - ・ 1 事業所当たり 500kg 以上の SF<sub>6</sub>ガスの使用を中止：500kg 以上使用が 7 事業所
    - 前年から 1 事業所減少。内訳はダイカスト関連 3 事業所、鋳物関連 4 事業所。
- ・ 長期目標については、2014 年に目標設定後に、SF<sub>6</sub>ガスのみを使用するダイカスト関連業所及び SF<sub>6</sub>ガスの代替が難しい鋳物関連事業所での生産増加に伴う SF<sub>6</sub>ガス使用量増加や、ガス代替後に SF<sub>6</sub>ガスに戻す事業所があったことにより SF<sub>6</sub>ガス使用量が増えており、2021 年からは使用量が減少し始めているものの、2025 年の目標達成は厳しい状況である。
- ・ 代替ガスは、これまでと同じく、FK (フッ化ケトン) を主成分とした MG シールド (GWP: 1 以下)、HF0-1234ze を主成分とした ZEM-SCREEN (ゼムスクリーン、GWP:1)、HFC-134a が採用されている。報告数 30 事業所の内、13 事業所が SF<sub>6</sub>ガス以外での溶解を行っており、MG シールドの使用は 5 事業所、ZEM-SCREEN は 4 事業所、HFC-134a は 1 事業所で、その他はフラックス、CO<sub>2</sub>が使用されている。溶解量全体では、約 63%が SF<sub>6</sub>ガス以外を使用して溶解しており、その割合は前年から約 5%上昇した。

### (見通し)

- ・ 2023 年後半から半導体や自動車の生産が回復傾向となっていることから、需要の各分野とも回復に向かうと見られ。2024 年のマグネシウムの需要量は前年比 5.7%増の 31,700 トンと予測している。
- ・ CO<sub>2</sub>排出削減、カーボンニュートラルへの対応もあり、ダイカスト関連事業所においては、SF<sub>6</sub>ガスから代替ガスへの切り替えが更に進行していくものと見られる。
- ・ カバーガスの性質・性能により SF<sub>6</sub>ガスの代替が難しい鋳物関連事業所においても、代替ガスへの切り替えは検証されている。SF<sub>6</sub>ガス代替について継続して検討を行う。

- ・欧州が提案する PFAS 規制において、代替ガスの MG シールドの基となる Novec612、HF0-1234ze、HFC-134a が規制の対象となるガスに挙げられている。PFAS 規制の資料では、マグネシウム鑄造の代替ガスとして SO<sub>2</sub> が推奨されているが、SO<sub>2</sub> は大気汚染物質であり、国内のマグネシウム業界では使用されていない。PFAS 規制には、国内で使用できる SF<sub>6</sub> ガスの代替ガスが全て挙げられており、パブコメ等による代替ガス継続使用への対応、更なる代替ガスの模索などが必要な状況である。
- ・マグネシウム合金にカルシウム等を添加することで、燃焼し難くなるマグネシウム合金（以下、難燃合金）の技術開発、実用化が進んでおり、材料規格に登録された難燃合金もある。難燃合金の使用により SF<sub>6</sub> ガスの使用量が減少されることが期待される。

## ②海外

### （現状）

- ・国際マグネシウム協会の報告では、2023 年の世界全体のマグネシウム需要量は、前年比 6.6% 減の約 100 万トン、生産量は同 15.9 減の約 98 万トンとなった。国際的にも 2023 年のマグネシウム産業は厳しい状況であった。
- ・欧州では、ダイカスト及び再生の事業所では SF<sub>6</sub> ガスの使用が禁止されている。代替ガスとしては SO<sub>2</sub> ガスが使用されている。鑄物に関しては、SF<sub>6</sub> ガス使用禁止の対象外で、1 事業所あたり SF<sub>6</sub> ガスの年間使用量 850 kg 以下が目標値となっている。鑄物でも SO<sub>2</sub> が使用され始めたという話もある。
- ・北米、アジアでは、SF<sub>6</sub> ガス使用量削減への意識はあるが、欧米のように SF<sub>6</sub> ガス使用が禁止されておらず SF<sub>6</sub> が継続して使用されている。一部で代替ガスを使用する企業もあり、SO<sub>2</sub> または HFC-134a が使用されているが、特に中国では SO<sub>2</sub> の規制が厳しく、通常は SF<sub>6</sub> ガスが使用されている。韓国でも難燃合金の開発が行われているが、溶解鑄造時の難燃については考慮していない。
- ・代替ガスとしては、3M 社の Novec612（主成分：FK、GWP：1 以下）もあるが、PFAS 規制の影響により 3M 社での製造は中止となった。

### （見通し）

- ・今後の世界のマグネシウム需要量は、国際マグネシウム協会の報告では、今後 10 年で約 160 万トンまで成長するものと予測されている。主要な需要先である自動車分野において、電気自動車化の促進に伴い材料の軽量化が重要となることから、ダイカストによる自動車のマグネシウム部品や、マグネシウムを添加するアルミニウム合金の需要が増えていくと予測されている。
- ・PFAS 規制への対応として、3M 社が Novec612 の生産停止を発表した。3M 社以外で Novec612 を生産することが可能であるということだが、Novec612 を基する MG シールドへの影響が懸念される。
- ・欧州においても SF<sub>6</sub> ガスが使用禁止になっていない鑄物分野の動向について、引き続き注視が必要である。

### ③技術開発

#### (現状)

- ・ MG シールド、ZEM-SCREEN、HFC-134a は、分解して発生するガス（主にフッ化水素）による、鋼材の溶解設備の腐食や防燃効果の安定性低下が課題となっている。特に東北地域などの寒冷地域においては、防燃効果かが低下するような傾向が見られる。これらの改善が技術開発の課題である。
- ・ 設備、装置の工夫により SF<sub>6</sub> ガスの使用量を抑えられた事業所がある。
- ・ PFAS 規制に該当しないガスの候補として CF<sub>3</sub>I（トリフルオロヨードメタン）があり、複数のダイカスト事業所で試験が行われている。また、代替ガスへの切り替えの検証を行っている鋳物関連の事業所がある。
- ・ 日本マグネシウム協会の「自動車マグネシウム適用拡大検討委員会」において、溶湯の燃焼性を抑制する効果のある難燃合金を開発し、JIS の材料規格に登録している。

#### (見通し)

- ・ ダイカスト関連の事業所による CF<sub>3</sub>I ガスによる試験、鋳物関連事業所による代替ガスの検証について、成果報告の公表が待たれる。
- ・ 代替ガスが SF<sub>6</sub> ガスに比べて高コストであることが、操業コストの増加や、代替ガスへの切り替えの見送りに繋がっている。溶解量、SF<sub>6</sub> ガスの使用量が少ない事業所でも切り替えをし易くするため、使用方法の適正化技術の開発や代替ガス導入に伴う支援が期待される。
- ・ 溶湯の燃焼性を抑制する効果が確認されている難燃合金は JIS の材料規格に登録をしておき、今後の普及により SF<sub>6</sub> ガスの使用量削減にも繋がることが期待される。

## 【2. 取組及び課題等】

### ①現在の取組

- ・ 2014 年に改訂した自主行動計画「1 事業所当たり年間 500kg 以上の SF<sub>6</sub> ガスの使用を中止する。これにより、現在の SF<sub>6</sub> ガス使用量の約 75%の削減を図る（00 年比約 80%の削減）。」を、引き続き削減目標としている。
- ・ 日本マグネシウム協会では、SF<sub>6</sub> ガスの更なる使用量削減を図るため、代替ガス導入の必要性の理解を高めることを目的としたセミナーや講演発表の実施を継続している。セミナーや講演発表では、HFC-134a への一時代替を含めた方策案、PFAS 規制に伴う新規の代替ガス候補である CF<sub>3</sub>I の紹介、開発した溶湯時における難燃合金の紹介などを行い、SF<sub>6</sub> ガス代替並びに更なる CO<sub>2</sub> 排出量削減に向けた指導、情報提供を行っている。
- ・ 日本マグネシウム協会の環境委員会において、国内のマグネシウム業界における CO<sub>2</sub> 排出量削減、カーボンニュートラルへの対応について検討を行っており、その中で鋳物分野における SF<sub>6</sub> ガス代替、PFAS 規制への対応などについても検討を行っている。
- ・ これらの取組から、SF<sub>6</sub> ガスのみの使用を続けていたダイカスト関連事業所においてガス代替の動きが出始めており、SF<sub>6</sub> ガスの使用量は 2021 年の 14 トンから、2022 年に 12 トン、2023 年に 9 トンと減少することとなった。

## ②今後の取組及び課題

- ・ SF<sub>6</sub> ガス代替促進を図ることを目的としたセミナーや講演発表の実施を継続して行う。
- ・ 国内のマグネシウム業界における CO<sub>2</sub> 排出量削減、カーボンニュートラルへの対応について、日本マグネシウム協会の環境委員会において引き続き検討を図る。
- ・ PFAS 規制の動向に注視し、既存の代替ガスの継続使用、新規の代替ガス候補の検討等への対応に努める。
- ・ 2025 年の長期目標達成へ向け、ダイカスト関連の事業所においては、現在代替ガスに切り替え中または切り替えを予定している事業所での切り替え完了を図り、全ての事業所で SF<sub>6</sub> ガスの使用量を 500kg 未満/年となるよう、SF<sub>6</sub> ガス代替促進への指導等を行う。また、鋳物関連の事業所とは、SF<sub>6</sub> ガス代替の可能性についての検討を継続する。
- ・ 2030 年の長期目標達成へ向け、ダイカスト関連の事業所における代替ガスへの完全切り替え、鋳物関連の事業所における SF<sub>6</sub> ガス使用量削減の徹底を図る。
- ・ 海外の代替ガスに関する状況の調査を実施し、国内の代替ガス促進へ反映させる。
- ・ 難燃合金の普及促進、カバーガスの使用量を抑制する製造工程や設備の調査・検討を進める。

## ③要望

- ・ マグネシウム業界における SF<sub>6</sub> ガス排出量の削減促進へ向けてより一層の対策を図るため、以下のことを要望いたします。
1. PFAS 規制で対象となっている、FK-5-1-12/HFE-7100/HFE-7200、HFO-1234ze (E)、HFC-134a について、マグネシウム鋳造用としての継続使用を政府としても要望していただきたい。
  2. 代替ガスへの切り替え促進のための設備投資に対する支援。
  3. 代替ガスの防燃性向上、設備の腐食対策等の改善のための研究開発に対する支援。
  4. 新規の代替ガス、設備改良、難燃合金の開発等に対する支援。
  5. 代替ガスの導入に伴うコストの増加（設備投資、操業時）負担を軽減するための助成制度や税軽減措置の創設。
  6. 温暖化対策を進める先行企業に対する社会貢献評価制度の創設と実施。

## ④いわゆる「ノンフロン化」に対するスタンス

- ・ マグネシウム産業界では広く認識され、削減対策に対する理解が得られている。