（２）PFCs、SF_6、NF_3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_6、NF_3

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	−90%	目標達成
排出原単位削減率（95 年比%）	基準	・・・	−97%	−98%	−98%		

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_6】
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	−90%	目標達成
排出原単位削減率（95 年比%）	基準	・・・	−98%	−99%	−99%		

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_3】
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	−85%	目標達成
排出原単位削減率（95 年比%）	基準	・・・	−99%	−99%	−99%		

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_6、NF_3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_6	NF_3
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_6 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_6 排出原単位削減率 （95 年比%）	基準	-12	-48	-56	-58	-72	-76	-73	-77	-79	-79
NF_3 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_3 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_6 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_6 排出原単位削減率（95 年比%）	-75	-78	-75	-95	-95	-96	-97	-98	-98	-99	-99
NF_3 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_3 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_6 排出原単位（%）	0.11	0.12	0.11	0.18	0.15	0.12	0.11
SF_6 排出原単位削減率（95 年比%）	−99	−99	−99	−98	−98	−99	−99
NF_3 排出原単位(%)	0.29	0.07	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
NF_3 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_6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_3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_6の生産、出荷、業界を取り巻く状況について

SF_6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_3の生産、出荷、業界を取り巻く状況について

NF_3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_6、NF_3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_3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_6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_3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_6、NF_3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_3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_3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_3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。
③NF_3については、
・充填設備は建屋内に設置し、ブロアー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ユーザーの了解を得たうえで、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_6 の破壊処理依頼は、30.4 ㌧で、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_6 の破壊量は下記の様な推移となった。

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

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、漏洩個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_6, NF_3 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する。

(2)温室効果ガスの一種である PFCs, SF_6, NF_3 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_6 は 99%削減、NF_3 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する。

(3)引き続き、規制等の状況に応じた、PFCs, SF_6, NF_3 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する。

- 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する。

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_6, NF_3 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_6, NF_3 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。

以上