

HFC等製造に係る事項

1. HFCs製造の排出抑制対策

(1) PFCs、SF₆、NF₃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、SF₆、NF₃

自主行動計画の目標

【PFCs、SF₆】

2020年、2025年、2030年目標について、現在の水準を維持する。

PFCs、SF₆の具体的な排出原単位目標は、以下の様に設定し、今後とも継続的な取組により、現在の水準を維持するように努める。

排出原単位（実排出量/生産量）削減目標（1995年比）：

PFCs	30%削減（1998年制定）	SF ₆	48%削減（1998年制定）
	50%削減（2007年改訂）		75%削減（2001年改訂）
	90%削減（2014年改訂）		90%削減（2014年改訂）

【NF₃】

NF₃の具体的な排出原単位目標は、1995年を基準年に以下の様に設定し、排出抑制対策を実施して、排出削減に努める。

60%削減（2020年）未対応の部分に燃焼除害装置等を設置して排出ガスを分解

70%削減（2025年）

85%削減（2030年）工程中の微量の希薄排出ガスの回収と除去

但し、今後の技術課題解決等の状況を踏まえつつ、目標値の見直しを随時行っていく。

自主行動計画の達成状況

排出原単位の推移

年次	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
PFC(95年比%)	基準	15	51	24	0	-9	-22	-33	-44	-56
排出原単位(%)	8.82	10.14	13.30	10.93	8.82	8.01	6.92	5.91	4.90	3.85
SF ₆ (95年比%)	基準	-12	-48	-56	-58	-72	-76	-73	-77	-79
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
NF ₃ (95年比%)	基準	-18	-26	19	4	25	-5	-10	-39	-51
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

年次	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
PFC(95年比%)	-55	-60	-65	-73	-74	-90	-90	-92	-94	-95
排出原単位(%)	3.93	3.49	3.08	2.38	2.25	0.89	0.89	0.67	0.50	0.46
SF ₆ (95年比%)	-79	-75	-78	-75	-95	-95	-96	-97	-98	-98
排出原単位(%)	1.76	2.05	1.84	2.04	0.40	0.38	0.29	0.24	0.19	0.13
NF ₃ (95年比%)	61	1	-13	-21	-14	-22	-5	-19	-23	-55
排出原単位(%)	4.34	2.73	2.36	2.12	2.31	2.11	2.58	2.18	2.08	1.20

年次	15
PFC(95年比%)	-95
排出原単位(%)	0.47
SF ₆ (95年比%)	-99
排出原単位(%)	0.11
NF ₃ (95年比%)	-82
排出原単位(%)	0.47

- ・ PFCs: 前年に引続き製造プロセスの改善、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工事を継続して行い、漏洩防止に努力した。希薄排出ガス燃焼除害装置を稼働、改訂目標値である90%以上の排出削減を6年間継続して達成している。
- ・ SF₆: 前年と同様に収率向上活動の強化、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により排出削減に努めた。希薄排出ガス燃焼除害装置を稼働、改訂目標値である90%以上の排出削減を7年間継続して達成しており、しかも年々排出原単位は改善されているため、排出原単位は0.11%となり、ほぼ限界値に達していると考えられる。

〔回収破壊事業〕

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SF₆の破壊量は下記の様な推移となった。本回収破壊事業は電気事業連合会、日本電機工業会との連携プロジェクトである。

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

- ・ NF₃: 排出量を算定する上で必要な排ガス中のNF₃ガス濃度の測定方法の適正化等を実施した再評価を行い、1995年に遡って排出原単位を修正した。2014年中盤から未対応の部分にも燃焼除害装置等を活用して排出削減に取り組み、1995年比で排出原単位を2014年実績の55%から82%まで低減させた。

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)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。国内半導体メーカーの生産拠点の閉鎖・集約の影響もあり、全体として需要が減少しているが、2015年は生産量・出荷量とも前年より増加となった。

(2)SF₆ 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使用されている。2015年は前年 2014年に比して、半導体向け、重電機器向けいずれも出荷増となった。

半導体関連については、年間を通じた円安状況による需要増が要因と推測される。一方、重電機器向けの引き合い増はスポット的であり、従来同様、リサイクルやリーク量削減にユーザー各社が精力的に取り組んでいる事もあって、中期的には減少傾向にあると考えている。

(3)NF₃ 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。

・パソコン向け需要は減少しているが、スマートフォン・タブレット端末向けの伸長があり、今後は堅調に推移する見込みである。

1.1.2 国内業界の見通し

(1)今後は円安に伴い、自動車等に関連する産業の生産量の増加が予想され、出荷量に応じて排出量が増える可能性がある。

(2)SF₆ は、リサイクルやリーク量削減に顧客各社が精力的に取り組んでいる事もあり、今後も使用量の減少傾向は続くものと予想される。

1.2 海外の状況

1.2.1 海外の現状

(1)PFCs

米国では、Environmental Protection Agency(EPA)主導のもと、京都議定書対象外の PFC 類についてもその使用量の報告制度が 2012 年よりスタートしている。

(2)SF₆

欧米への輸出はなし。韓国・台湾・中国での液晶関係では、NF₃の使用比率が増えており、今後は需要の伸びは期待できないと予想される。一方、中東、東南アジア地域の重電機器向けの引き合いは依然として強く、2015 年も引き続き堅調な出荷を維持しており、今後も同様な傾向が期待される。

(3)NF₃

半導体、液晶用途はモバイル製品の拡大に乗じて、需要増となっている。2015 年は世界的な需給バランスがタイトな状況にあったが、海外にて生産設備が増強され、現在は均衡している。輸出の多くは東アジア(韓国、台湾、中国)であり、稼働は軒並み好調であるが、中国では、生産増を図るため、国が企業に対して補助を行っていることから、今後は余剰になる可能性もある。新興国での排出抑制に関しては、新たな規制は明確になっていないため、今後の動向を注視していく。

1.3 技術開発

1.3.1 技術開発の現状

- (1)半導体・液晶業界においては、ウェハーサイズ・ガラス基板の大型化に伴い、GWP(Global Warming Potential)の高いC₂F₆等からNF₃にクリーニングガスが切り替わってきた。NF₃自体もGWPは高いが、分解が容易であるため、燃焼除害装置等を設置することで対策が採られている。
- (2)国内においては、新規投資が厳しい環境にあるため、引き続き現在のガスが使用されていくことが予想される。海外においては、顧客が使用するガス種は大きく変化せずに、後段での分解装置で処理していくものと想定している。
- (3)現在のHFC・HCFCのほぼ全ての用途分野で、現行品を代替する低GWP品を開発中であり、低GWPガスへの代替も始まっている。

(4)低GWP化の動向

①冷媒分野：

- ・カーエアコン分野を中心とした低GWP冷媒化が進む。
- ・フロン排出抑制法の施行により、エアコンにおける低GWP冷媒導入が加速する。
- ・定置型機器に対する低GWP冷媒の検討・課題明確化が行われ、燃焼性・毒性等の安全性と性能を考慮し、機器等の適材・適所での自然冷媒の使用が一部始まっている。

②発泡分野：

不燃性・断熱性能の重視される分野を除きノンフロン化が推進されているが、加えてノンフロン化が困難な分野に対しては、低GWP発泡剤の開発が推進され、一部上市されている。

③洗浄分野：

HCFCsに対する規制、臭素系洗浄剤に対する許容濃度の再設定の検討、塩素系有機溶剤の胆管ガン労災認定等の社会的背景をもとに、洗浄装置に対する低GWP溶剤・安全性の高い溶剤としてHFE系洗浄剤の普及が進んでいる。
洗浄装置本体においては、密閉化と回収による排出量低減化が進んでいる。

④再生分野：

使用者側では、工場単位の回収・再生比率が増加している。

⑤絶縁ガス

SF₆の代替として高機能性絶縁ガスを開発中。

(5)代替物質の開発状況

- ①環境負荷を低減させるため、低GWP物質であるCH₃F、COF₂等を上市し市場への供給体制を整備した。また、クリーニングガスとしてフッ素混合ガスの提案を行っている。更に新たな低GWP物質についても開発中である。
- ②低GWPの熱媒体・洗浄剤をPFC系熱媒体・溶剤代替として、商業販売を開始している。
- ③ルームエアコン用低GWP冷媒として混合溶媒を開発中である。
- ④NF₃
 - ・電子デバイス製造クリーニングガスとして、NF₃以外にF₂やClF₃を販売している。また、環境にやさしいクリーニングガスの研究開発も行っている。
 - ・F₂、COF₂等が代替候補であるが、安全性、能力などでNF₃代替は困難と考えている。

1.3.2 技術開発の見通し

- (1)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)脱フロンを積極的に進め、フロン類より低GWPの製品の拡充を行う。

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 プラント設計

- (1)配管材質、特に樹脂系の見直しを行い、劣化の著しい配管については、更に耐食性の高い材質への変更を行うことで排出ガスを削減した。
- (2)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。
- (3) 精留回収工程を増強し、排出ロスを削減した。
- (4)燃焼分解設備へのラインを増強し、他のガスにも展開することで、排出量を低減させた。
- (5)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、排出ガスを削減した。精留工程の使い分けを見直し、精留塔切替時の漏洩量を削減した。
- (6)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。
- (7)NF₃ プラント建屋、設備内を可能な限りクローズ化している。更にブロアーで吸引し、燃焼除害装置等にて規制値(10vol.ppm)未満にして大気放出している。また、高圧ガス保安法上の毒性ガスであることから、高圧ガスとはならない状態のプロセスであっても同様の管理を行っている。

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た。
- (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、排出ガスを削減した。
- (3)精留工程の使い分けを見直し、精留等切替時の漏洩量を削減した。
- (4)脱気装置排気から発生するオイル混入のC₆汚染液を廃棄せず回収し、精製を行いリサイクルして使用している。
- (5)NF₃
製品サンプリングガスの回収装置を設置している。

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た。
- (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、排出ガスを削減した。また定期修理において設備漏洩個所の保全・修理を実施した。
- (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)NF₃
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)危機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た。
- (2)燃焼除害装置の耐火煉瓦の更新や故障防止対策を実施した。
- (3)燃焼除害装置の2系列化稼働を実施した(故障リスク対応)。

(4)高圧ガス保安法に基づき NF₃ 用ガス検知器を設置し、漏洩防止管理を徹底している。

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た。
- ②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。
- ③製品分析回数の削減、容器共洗い用ガスの削減を実施した。
- ④NF₃
 - ・充填ラインからの排出ガスの再利用を実施した。
 - ・充填設備は建屋内に設置し、毒性を持つためブローア吸引し燃焼除害装置で分解して、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。

(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た。また顧客に対しては充填回数を減じるために、充填量増を要請している。
- ②新規顧客への容器の大型化を推進している。
- ③NF₃
 - 容器毎に容器弁の口金部分に、漏洩につながる傷のないことを確認してから出荷を実施することで、顧客サイドでの漏洩を防止している。

(3)増充填方式

- ①「増充填方式」採用の推進を図るべく、顧客に対して増充填の可能性を打診中である。
- ②NF₃
 - 増充填方式は、納入仕様書にて取り決めた顧客に対し実施している。

(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液に関しては、ポ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た。また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た。
- ③NF₃
 - ・返却ポンベに残存するガスを回収する際には、設備と容器弁の気密を確認し、接続部からの漏洩を予防した。
 - ・返却容器内の残ガスについては、品質確認後、残量により回収か燃焼除害装置による分解かを判別し、対応を実施した。

2.1.6 顧客からの回収破壊事業の継続

- (1)顧客で使用したガスの回収を行い、不純物を除去、再利用し、リサイクルの推進と環境負荷の低減を図った。
- (2)2015年度の顧客からの使用済み SF₆の破壊処理依頼は 49.4tで、全量破壊処理した。

2.1.7 追加的な対策等の実施

- (1)顧客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った。
- (2)使用済み回収液を再蒸留することで、再生利用している。

- (3) 燃焼除害装置の安定運転管理と、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た。また、NF₃ については排出ガスの大幅削減を図るため、燃焼除害装置での運用を行った。

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) 燃焼除害装置等の安定稼働に努める。
- (2) 樹脂系配管材質について、継続して取替更新を進め、排出ガスの削減を図る。
- (3) 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。
- (4) 精製工程の増強を行い、精製時の排出ガスの削減を図る。
- (5) 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。

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) 国内顧客に対しても「増充填方式」を継続して推奨する。
- (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

デバイスメーカーや装置メーカーとの打合せを推進し、低 GWP 物質への研究開発の協力を進める。

2.2.5 追加的な対策の実施

- ・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。
- ・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) オゾン層保護、VOC 等、様々な規制がある中で、安全・環境・経済性の観点から市場で選ばれているのが 4 ガスの現状である。2015 年度から施行された改正フロン法における HFCs ガスの規制強化や再生促進等の諸施策に対して、日本の産業界の競争力低下・空洞化を招くことのないよう、これまで以上に施策内容のご審議、ご検討をお願いしたい。
- (2) 代替フロン等 4 ガス(HFCs,PFCs,SF₆,NF₃)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。
- (3) 温室効果ガスの一種である代替フロン等 3 ガスの排出削減については、基準年比で排出原単位を PFCs は-95%、SF₆ は-99%、NF₃ は-82%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装置の効果が大きく、今後は政府・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装置等設置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。

- (4)今後も継続的にPFCs、SF₆、NF₃排出削減設備への税制や助成金等による支援をお願いします。
- (5)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。
- (6)回収事業については、製造業界(ガス業界)のみでは円滑な回収が進まないため、使用者業界(電子機械業界)との連携の橋渡しをご支援いただきたい。
- (7)環境対策に関する助成金について、使用しやすい仕組み作りをお願いしたい。
 - 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

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)既に市場で使用されている4ガス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)PFCは、シリコンをベースとする半導体産業においては、ドライエッチング(クリーニング)用のF系ガスとして今後も必須な材料ガスである。今後、より低 GWP の代替ガスが市場化されるまでは、高性能の除害装置を用いて排出を抑制しつつ、使用を継続する必要がある。
- (4)ノンフロン、脱フロンを目的とした代替媒体の中には、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、4ガスについては「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。