

1.HFC等製造に係る事項

(2) 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	13	46	20	-4	-16	-28	-39	-50	-59
排出原単位(%)	9.29	10.48	13.55	11.12	8.94	8.82	6.66	5.71	4.68	3.79
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%)	-58	-62	-67	-74	-76	-90	-90	-93	-95	-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%)	60	1	-13	-22	-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	16
PFC(95年比%)	-95	-96
排出原単位(%)	0.47	0.39
SF ₆ (95年比%)	-99	-99
排出原単位(%)	0.11	0.11
NF ₃ (95年比%)	-82	-79
排出原単位(%)	0.47	0.57

- ・ 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、漏洩防止に努めた。希薄排出ガス燃焼除害装置を稼働し、改訂目標である1995年比90%以上の排出原単位削減を7年間継続して達成した。
別資料の集計表(Excel)との数値データに一部不整合(排出原単位算定上の生産量として、総量と京都議定書第2約束期間対象ガス内数の違い)が発覚したので、同集計表側のデータに整合させるべく、前頁の表「排出原単位の推移」中のデータを1995年に遡って変更した。

- ・ 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し、改訂目標である1995年比90%以上の排出原単位削減を8年間継続して達成した。排出原単位自体も年々改善されているが、2015年から微減の0.11%なり、ほぼ限界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
2016年:38.7 トン		

- ・ NF₃: 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年比排出原単位を削減させてきたが、2015年実績の82%から79%に若干増加した。これは高圧ガス保安法に基づく15年毎の設備開放点検時に設備から排出されたことや、燃焼除害装置の追加設置工事の際に既設同装置を一時停止したことによる非定常なものである。対策として、工程排ガスの燃焼未実施箇所への対応及び燃焼除害設備の複数化等の対策を計画または実施中であるので、次年度以降には大きな削減効果が期待できる。
別資料の集計表(Excel)との「対95年比データ」に一部不整合(2005年と2008年について、集計表から本資料への転記時の小数点以下の処理ミスが原因)が発覚したので、同集計表データに整合させるべく、前頁の表「排出原単位の推移」中のデータを一部修正した。

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。2016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。2016年は生産量・出荷量とも前年より減少した。半導体関連については、若干円高に振れたが、最終製品の輸出が引き続き堅調に推移した。一方、重電機器向けは絶縁ガス用途の増加が顕著だったが、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。全体として堅調ながら、2016年は生産量・出荷量とも前年より減少した。

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。
- (3)NF₃ は、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。

1.2 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
前年と同様に、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、2016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。2016年も引き続き世界的な需給バランスがタイトな状況が続いている。輸出の多くは東アジア(韓国、台湾、中国)であり、稼働は堅調であるが、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)IoT社会の到来により電子デバイスの生産量が拡大している。これに伴い半導体・液晶向けのエッチング・クリーニングガスの使用量も増大している。最先端のプロセスでは微細化が進む一方、センサーデバイスやパワーデバイス、アナログ系の多くのチップは既存のプロセスで生産されている。このため使用されるエッチング・クリーニングガスのガス種は大きくは変化せず、引き続き後段の分解装置で処理していくものと想定している。

(2)低 GWP 化の動向

洗浄分野では、低 GWP 代替物質の開発を行っている。

(3)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 CH_3F 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り、鋭意上市を検討、準備している。
- 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電子デバイス製造クリーニングガスとして、 NF_3 以外に F_2 や ClF_3 を販売している。 F_2 等が NF_3 の代替候補であるが、安全性、能力などで代替は困難と考えている。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。

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) SF_6 については、ガス変圧器等の重電機器の絶縁媒体が主用途であるが、 SF_6 よりも絶縁性能がよいガスはなく、国内での開発は行われていない。
- (3) NF_3 については、代替物質の状況で記述したように安全性、能力が NF_3 と同等あるいはそれ以上のガスはなく、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 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) NF_3 プラント建屋、設備内を可能な限りクローズ化している。更にブローアで吸引し、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。
 - ④SF₆
・容器共洗いガスを一部回収する様にした。
 - ⑤NF₃
・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。

③ NF_3

・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(追加)充填方式

① 「増(追加)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。

② NF_3

・増(追加)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。

③ NF_3

・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。

・返却容器内の残ガスを処理する真空ポンプの排ガスを燃焼除害装置に導入する設備改造を行い、排出量を削減した。

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) 2016年の顧客からの使用済み SF_6 の破壊処理依頼は 38.7t 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、 NF_3 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

- (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。
- (3)更なる排出削減と安定的除害を図るために、燃焼除害設備の複数化を行なう。
- (4)現状は希釈され大気放出されている NF_3 を微量含む NF_3 製造工程からの排出ガスを燃焼除害装置に導入する設備化を行う。

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-96%、 SF_6 は-99%、 NF_3 は-79%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。
- (3)引き続き、規制等の状況に応じた、PFCs, SF_6 , NF_3 排出削減設備への税制や助成金等による支援をお願いする。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
- (4)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。

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 PFCs, SF₆, NF₃ 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)PFCs 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)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, SF₆, NF₃ 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。