

平成 2 3 年度化学物質安全確保・国際規制対策推進等
(代替フロン等 3 ガスの工業用洗浄剤・溶剤用途における使用実態調査)

報告書

平成 2 4 年 3 月

一般社団法人 オゾン層・気候保護産業協議会

目 次

第1章	調査概要	1
1.1	調査の目的	1
1.2	調査の内容	1
1.3	使用実態調査の方法	2
第2章	フッ素系工業用洗浄剤・溶剤の使用実態	3
2.1	調査結果の概要	3
2.2	HFC 洗浄剤・溶剤の使用実態	9
2.3	PFC 洗浄剤・溶剤の使用実態	21
2.4	その他のフッ素系洗浄剤・溶剤の使用実態	26
2.4.1	HFE (ハイドロフルオロエーテル)	26
2.4.2	環状フッ素系洗浄剤「ゼオローラ H」	29
2.4.3	HCFC 洗浄剤・溶剤	30
第3章	フッ素系洗浄剤・溶剤の代替の可能性	45
3.1	排出抑制対策	45
3.2	代替化の可能性	52
3.3	関連情報	58
第4章	国外の動向	64
4.1	COP17&COP/MOP7 結果概要	64
4.2	MOP23 の結果概要	72
4.3	UNEP の HFC に関する報告書	83
4.4	EU の F-ガス規則見直し	88

第1章 調査概要

1.1 調査の目的

代替フロン等3ガスとは、HFC（ハイドロフルオロカーボン）、PFC（パーフルオロカーボン）、SF₆（6フッ化硫黄）の3種のフッ素系化合物の総称である。これらはオゾン層を破壊しないが、HFCはCO₂の数百～数千倍、PFCは数千～1万倍、SF₆は約2万倍といずれも極めて強い温室効果を有しており、CO₂等とともに京都議定書における排出削減義務の対象となっている。

HFCは、オゾン層を破壊する特定フロン（CFC,HCFC）の代替として、主に冷凍空調分野の冷媒で使用され、PFC、SF₆は、主に半導体・液晶製造、洗浄剤・溶剤、変電所の遮断機用ガス等の産業分野に使用されている。しかしながら、洗浄剤・溶剤分野においては、その用途やユーザー、求められる性能等が極めて多種多様なことから、使用実態が十分把握できていない。

経済産業省では、産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会において代替フロン等3ガスの排出抑制対策を検討し、平成23年2月に中間論点整理を取りまとめたところであるが、本中間論点整理において、洗浄剤・溶剤分野については経済性と環境負荷の低減を両立させる代替促進の在り方を検討するため、使用実態及び代替可能性の調査を開始することとしている。

これを受け、洗浄剤・溶剤分野における使用実態及び代替可能性についての調査を実施するとともに、関連情報として代替フロン等3ガスを巡る国外の動向も合わせて調査する。

1.2 調査の内容

上記の目的に照らし、次の事業を実施する。

（1）フッ素系工業用洗浄剤・溶剤の使用実態調査

フッ素系工業用洗浄剤・溶剤メーカーへのヒアリング調査

使用実態を把握するに当たり、まずはPFC、HFC等代替フロン等3ガスを使用したフッ素系洗浄剤・溶剤を製造する化学メーカー及び業界団体を対象に5社以上ヒアリング調査等を実施し、その用途やユーザー等に関する情報を網羅的に入手する。また、洗浄剤・溶剤以外の用途で使用されていることが判明した場合には、その用途についての関連情報も合わせて入手する。

工業用洗浄剤・溶剤ユーザーへのヒアリング調査

上記 で得られたメーカー情報をもとに、PFC、HFC 等代替フロン等 3 ガスを使用したフッ素系洗浄剤・溶剤のユーザー及び業界団体を対象に 10 社以上ヒアリング調査等を実施するとともに、それ以外の用途で使用されている場合についても、そのユーザー及び業界団体にヒアリング調査等実施し、使用実態の詳細を把握・整理する。

なお、ユーザーについては中小企業も多く存在すると思われるところ、可能な限り広範に調査する。

(2) フッ素系工業用洗浄剤・溶剤の代替可能性等の検討

高温室効果の PFC、HFC 等代替フロン等 3 ガスを使用したフッ素系洗浄剤・溶剤の使用に当たっては、まず排出抑制対策を実施することが効果的であることから、上記(1)

のヒアリング調査において、工業用洗浄剤・溶剤の使用分野ごとの排出抑制対策の事例も合わせて収集、整理するとともに、中長期的には、現在使用されている工業用洗浄剤・溶媒の代替可能性についてその種類ごとに考察・検討を行う。なお、検討するに当たっては、洗浄剤・溶剤技術は「ものづくり基盤技術の一つ」として、他の「ものづくり基盤技術」を幅広く支えるものであり、その代替物質の開発・実用化における費用対効果の面でも課題が多いと言われていることから、その他の技術分野の動向及び代替における経済性・安全性・性能等を踏まえた検討を行う。

(3) その他関連する情報の収集・整理

代替フロン等 3 ガスを巡る国内外の動向については、その他、関連する情報として、オゾン室と相談の上、文献調査、インターネットによる調査等で情報収集し整理する。

1.3 使用実態調査の方法

フッ素系工業用洗浄剤・溶剤の使用実態に関する調査は、次の二つの情報源をベースに展開させる。

(1) 当協議会の会員業界団体から情報を得るとともに、各団体構成企業の紹介を得る。

フッ素系工業用洗浄剤・溶剤に関係する会員業界団体としては次のとおり。

- * 日本フルオロカーボン協会
- * 日本化学工業協会
- * 日本産業洗浄協議会
- * 電子情報技術産業協会
- * 日本自動車部品工業会
- * 日本航空宇宙工業会

(2) 排出量統計として毎年公表されている次の最新データを利用する。

()平成 21 年度化学物質の排出量・移動量(PRTR)の集計結果(2011 年 2 月 24 日公表)

()地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度による平成 20(2008)年度温室効果ガス排出量の集計結果(2010 年 6 月 18 日公表)

第 2 章 フッ素系工業用洗浄剤・溶剤の使用実態

2.1 調査結果の概要

(1) フッ素系洗浄剤・溶剤の使用状況の推移

フッ素系洗浄剤・溶剤の使用は国内外の規制動向に大きく左右されながら推移してきた。洗浄剤・溶剤分野で使用されていた CFC-113 の出荷量は 1989 年に 8 万 2,000 トンあった。その後、オゾン層保護のためのモントリオール議定書に基づき実施された 1996 年の CFC の全廃は、洗浄剤市場に大きな影響を及ぼし、フッ素系洗浄剤・溶剤としては分子中のフッ素原子の一部を水素原子に置換してやや分解しやすくした HCFC に代替された。HCFC は 2000 年に 7,000 トン出荷されていた。HCFC の洗浄用物質としては HCFC-141b と HCFC-225 があり、不燃性で熱的・化学的安定性が高く、洗浄性能が優れ、CFC-113 の代替物として精密洗浄等に用いられてきた。しかし、HCFC はオゾン層破壊に加えて地球温暖化への影響も大きいとして敬遠されるようになり 2007 年には出荷量が 3,400 トンとなった。2010 年には、モントリオール議定書に基づく国内対策として HCFC-141b の洗浄用途の生産が全廃されたこともあり、HCFC 系洗浄剤・溶剤の出荷量は HCFC-225 の 2,000 トン以下(推計)に減少し、現在では、HFC 系洗浄剤・溶剤と HFE 系洗浄剤・溶剤がフッ素系洗浄剤・溶剤の中心となっている。

しかしながら、CFC 系洗浄剤や HCFC 系洗浄剤の代替として炭化水素系、水系などの低価の洗浄剤が存在していること、無洗浄タイプが増えていること、あるいは特に最近では海外移転などにより国内での「ものづくり」そのものの市場が縮小したこともあり、洗浄剤・溶剤の全体の需要が減少していることが影響して、フッ素系洗浄剤・溶剤の用途分野もますます限られたものとなってきている。

(2) フッ素系洗浄剤・溶剤の種類と価格

現在市場で使われているフッ素系洗浄剤・溶剤の種類と推定市販価格は次のようである。

種類

種類	記号	製造・販売会社	商品名
HCFC	HCFC-225	旭硝子(株)	アサヒクリン AK-225
HFC	HFC-43-10mee	三井・デュボンフロロケミカル(株)	パートレル XF
	HFC-365mfc	日本ソルベイ(株)	ソルカン 365mfc
PFC	PFC-51-14	住友スリーエム(株)	フロリナート FC-72
HFE	HFE-449s1	住友スリーエム(株)	ノベック 7100
	HFE-347pc-f	旭硝子(株)	アサヒクリン AE-3000
環状 HFC	C ₅ H ₃ F ₇	日本ゼオン(株)	ゼオローラ H

以上の他、性能を付与した混合品として販売している会社もある。

混合品	製造・販売会社	商品名
HFC-365mfc + グリコールエーテル系	旭化成ケミカルズ(株)	エルノバV2
HFC-365mfc 及び混合品	(株)ソルベックス	ソルブ55
HFE + グリコールエーテル系	旭化成ケミカルズ(株)	エルノバNF

推定市販単価

ヒアリングの相手によって市販価格が異なることが多かったが、フッ素系洗浄剤・溶剤の単価を次のように推定した。

種類	記号	製造・販売会社	単価推定値
HCFC	HCFC-225	旭硝子(株)	1,500 ~ 2,000 円
HFC	HFC-43-10mee	三井・デュポンフロロケミカル(株)	3,500 ~ 4,000 円
	HFC-365mfc	日本ソルベイ(株)	1,800 ~ 2,200 円
PFC	PFC	住友スリーエム(株)	5,000 円
HFE	HFE	住友スリーエム(株)	4,500 ~ 5,000 円
	HFE-347pc-f	旭硝子(株)	3,500 円
環状 HFC	C ₅ H ₃ F ₇	日本ゼオン(株)	5,000 ~ 7,000 円

(3) フッ素系洗浄剤・溶剤用途の推移

HCFC における PRTR 届出のデータ解析と本ヒアリング調査から得られた情報から、下記に述べるフッ素系洗浄剤・溶剤の使用業種の変化が分かった。洗浄剤の単価の影響は大きく、単価が高くなるに従って、一般的な製品洗浄からより精密、高付加価値製品の洗浄に移っており、それに従って使用する業種も狭くなっている。

HFC 使用に関する業種調査では次のことが明らかになった。

輸送用機械器具、精密機械製造、電気機械製造業種での洗浄剤としての使用が多い。

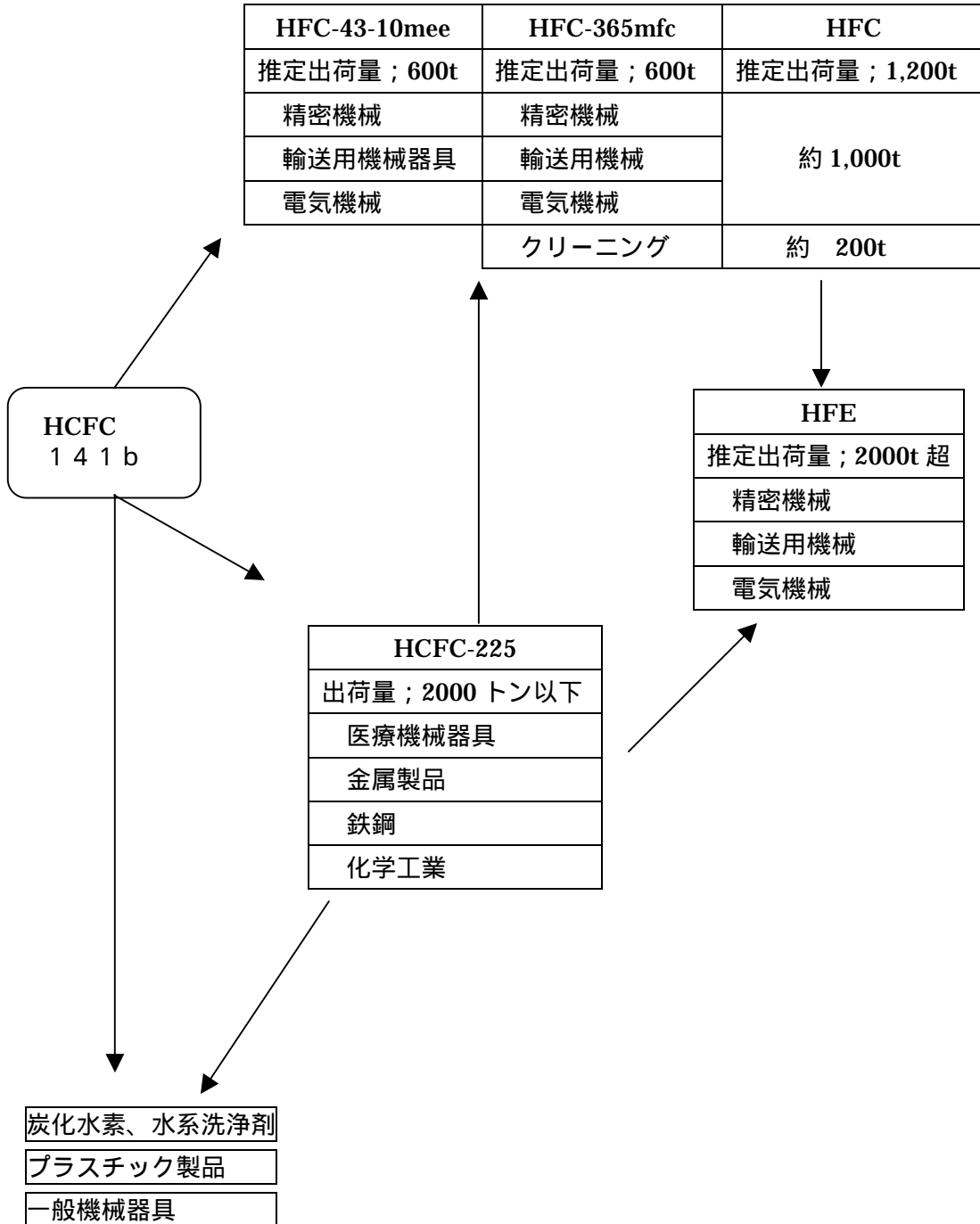
HFC 全体に占めるドライクリーニング溶剤としての使用も年々大きくなっている。

HCFC 用途で大量に使用されている医療機器器具用途では、HFC 及び HFE への代替が品質的な理由から困難となっている。

更に、HFC と HFE が同じ市場で既に競合状態にあることが判明した。

フッ素系洗浄剤・溶剤の主要用途の推移を次のように示した。

フッ素系洗淨剤・溶剤の主要用途の推移



フッ素系洗浄剤・溶剤を選択するのに際し、大手ユーザーは、モントリオール議定書及び京都議定書の観点から HFE 系洗浄剤・溶剤を選ぶ傾向にある。また使用量が多い場合は HFE より単価の安い HFC を、同様な理由から中小企業も単価の安い HFC 系を選択する傾向にあるが、中小企業では HFE 系洗浄剤は単価が高すぎて使用できないため、その他の洗浄剤(炭化水素系など)を選択している。

(4) 洗浄剤・溶剤分野で HFC 系及び HFE 系が使用されている理由

輸送用機械器具、精密機械製造、電気機械製造等の業種での洗浄用途に単価の高い HFC 系及び HFE 系洗浄剤・溶剤が使用されているのは次の理由からである。

高性能・高付加価値製品を構成する部品の品質を保持するための洗浄に使用する。

* 表面張力が小さい-----微細な隙間に入りこんでの洗浄が可能

そのため除塵性能が優れ、数ミクロン単位の粒子の除去も可能となる。

* 沸点が低い-----乾燥が容易である。

ドライクリーニングに適する。

水切り乾燥

* 錆びない、燃えない、安全

(5) 洗浄剤・溶剤の実際の用途例

() 洗浄剤

一般的な汚れ、ゴミ落としとしての洗浄剤には炭化水素系、水系、塩素系洗浄剤が使用され、HFC 系及び HFE 系洗浄剤は高級品、複雑形状品など洗浄精度を要求される用途で使用する特異な洗浄剤として、市場は余り大きくはないものの必須のものとなっている。

一方 PFC は、販売会社の方針として洗浄剤用途での使用を既に控えていることもあり、市場も小さく、本調査においても洗浄剤用途での使用状況を聞くことはほとんどなかった。

() 溶剤

物質を溶かすことを目的として溶剤が使用されるが、HFC 及び PFC は熱を加えても化学的に安定で、しかも不燃で安全であることから溶剤用途に使用されている。

HFC 溶剤用途としてドライクリーニング向けが存在し、大きな使用量を占める分野となっている。沸点が低いことが大きな長所となって使用量が大きく増加している用途であり、今後の動向を十分把握しなければならない分野であることが判明した。

PFC の使用例としては、かなり企業特有の特殊な用途で使用されている。代替化の検討はされているものの、今のところ代替化が困難な用途が残っている。

以下、HFC 及び PFC 洗浄剤・溶剤の具体的な使用例を示す。

HFC の使用例

(1) 精密機械部品

- * 精密機械部品
- * MEMS(機械要素部品、センサー、アクチュエータ、電子回路を集積)
- * 精密測定器部品
- * 携帯電話部品
- * カメラ関係の光交換デジタル部品
- * 光学部品(レンズ)
- * ガス器具用部品

(2) 輸送用機械器具

- * 自動車部品の精密加工部品(自動車ブレーキ部品、駆動モーター部品、センサー等の基板、燃料系のインジェクター、ポンプ部品、バルブ部品)
- * 制御基板
- * 航空機部品

(3) 電気機械製造業種

- * リチウムイオン蓄電池ケース
- * 複写機、プリンタ用ロール
- * DVD 部品
- * 電子部品の受動部品

HFC 溶剤の使用例

(a) ドライクリーニング

(b) ハードディスクのコーティング

(c) その他のコーティング

- ・金メッキのコーティング
- ・フッ素樹脂コーティング
- ・フッ素系防汚コーティング

(d) 化学企業での使用

- ・重合、反応(プロセスエージェント)
- ・反応槽、釜の洗浄
- ・製品として使用(塗料、コーティング剤、グリス、離型剤他)

PFCの使用例

製品試験用溶剤

- * 電子部品の信頼性試験溶剤、エアリーク試験用溶剤
- * 半導体製品のエアリーク試験用溶剤
- * 医療用製品の評価

化学品(過酸化物等)の溶剤

水晶部品の洗浄、内視鏡の洗浄
(冷・熱媒としての使用)

(6) 使用量の規模

地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度(温対法)による平成 20(2008)年度の温室効果ガス排出量の集計結果では、HFC 及び PFC の洗浄剤使用事業者名を見出すことがなかった。この公表制度では排出量 3,000 トン-CO₂ 以上の事業者は届けることになっており、報告対象である HFC-43-10mee の GWP が 1,640 であることから、1.8 トン以上の排出事業者は届ける必要がある。このことから HFC 及び PFC の洗浄・溶剤使用者は排出量が 1.8 トン以下の事業規模であることが推測される。

これを裏付けるように本調査においても、HFC 系洗浄剤を使用する場合には小さな対象物の場合が多く、装置も小型化したことなどにより、洗浄剤使用量も 10 ~ 25kg 缶を 2 ~ 5 缶程度であるとの話を聞き、またレンズの洗浄でも更に小型の缶を使用する規模であるとの情報が寄せられている。

(7) 今後の方向性

洗浄・溶剤用途から PFC が徐々に姿を消す一方で、携帯電話関係、自動車部品(精密駆動部品やそれらを制御する電子部品)等最先端商品を構成する精密部品の「ものづくり」においては、性能保持・品質保持のために HFC 及び HFE のフッ素系洗浄剤・溶剤が必須であると市場で評価されているので、期待される低 GWP 不飽和 HFC が上市されるまでは、HFC と HFE の使用比率が変化しつつも、使用される状況がしばらく続くことが予想される。

従って、洗浄剤・溶剤の可能な限りの使用量削減を図ると共に、漏洩防止対策として洗浄機器からの漏洩量の低減化、回収機の追加設置などの導入が望まれる。

一方、ドライクリーニング溶剤としての HFC の使用が増加し、HFC 全体を占める割合も大きくなってきていることから、今後の動向を十分把握する必要がある。

更には、2013 年以降 HFC-365mfc が京都議定書における排出量報告の対象物質となり、HFE も報告することが望ましい物質となったので、効率の良い排出削減対策を実施するために、これら物質の排出量報告システムの構築が必要となる。

2.2 HFC 洗淨剤・溶剤の使用実態

2.2.1 調査対象となる HFC

京都議定書の第 1 約束期間での対象物質及び 2011 年の COP17 で決められた京都議定書第 2 約束期間で対象となった HFC は次の物質である。

京都議定書第 1 約束期間対象 HFC

	略 称	沸点 ()	大気寿命 (年)	GWP(100 年値)	
				IPCCAR2	IPCCAR4
1	HFC-23	- 82.1	270	11,700	14,800
2	HFC-32	- 51.7	4.9	650	675
3	HFC-41	- 78.2	2.4	150	92
4	HFC-125	- 48.1	29	2,800	3,500
5	HFC-134	- 23	9.6	1,000	1,100
6	HFC-134a	- 26.1	14	1,300	1,430
7	HFC-143	5	3.5	300	353
8	HFC-143a	- 47.2	52	3,800	4,470
9	HFC-152a	- 24	1.4	140	124
10	HFC-227ea	- 15.6	34.2	2,900	3,220
11	HFC-236fa	- 1.1	240	6,300	9,810
12	HFC-245ca	15.3	6.2	560	693
13	HFC-43-10mee	55	15.9	1,300	1,640

IPCCAR2 ; IPCC 第 2 次報告書 IPCCAR4 ; IPCC 第 4 次 報告書

京都議定書第 2 約束期間に新たに加えられた HFC

	略 称	沸点()	大気寿命(年)	GWP
1	HFC-152	31	0.6	53
2	HFC-161	- 37	0.3	12
3	HFC-236ea	6.5	0.3	1,370
4	HFC-245fa	15.3	7.6	1,030
5	HFC-365mfc	40.2	8.6	794

GWP 値は IPCC 第 4 次報告書(AR4)100 年値

これらの物質の中で洗淨剤・溶剤用途で使用できるのは、作業適正から室温(20～35)の範囲で液体であり、さらに国内で入手可能な物質が必然的に選択される。

従って、上記表の中で対象となる物質、すなわち洗浄剤・溶剤として使用可能な物質は、これらのことから HFC-43-10mee と HFC-365mfc に限られことになる。

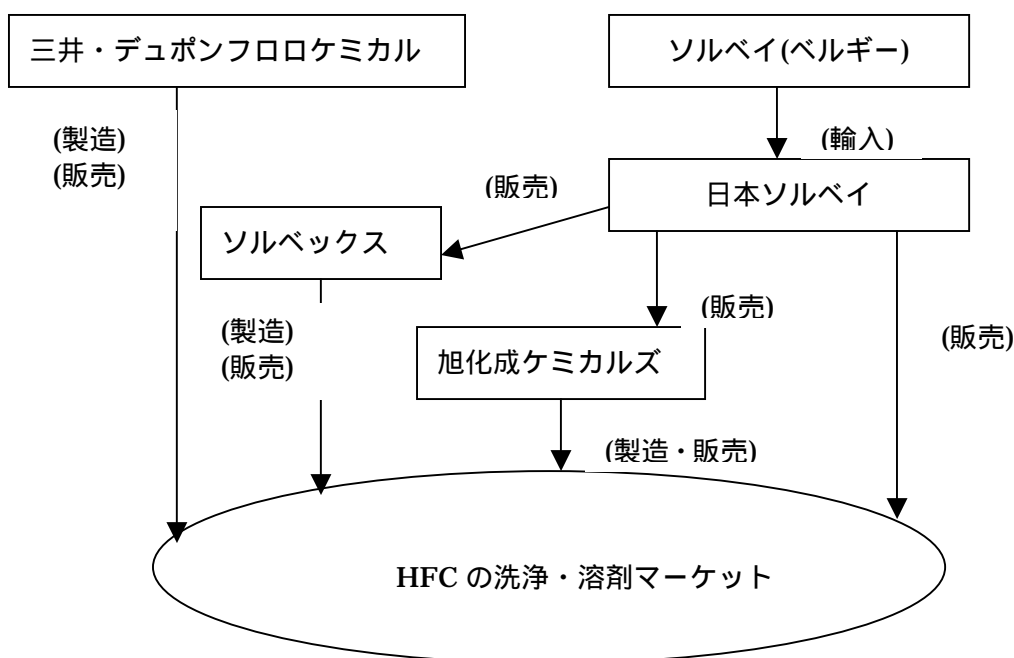
2.2.2 製造・販売の実態

(1) 販売形態

本調査の対象物質 HFC-43-10mee は、三井・デュポンフロロケミカル株式会社が商品名「パートレル」として製造・販売している。HFC-365mfc は日本ソルベイ株式会社が商品名「Solkane-365mfc」として輸入・販売している。

HFC 洗浄・溶剤を販売する企業は前記した三井・デュポンフロロケミカル(株)、日本ソルベイ(株)の他に、HFC-43-10mee 及び HFC-365mfc を購入し、洗浄性能に応じて他の化学物質を混合して販売する洗浄剤・溶剤メーカーが存在する。旭化成ケミカルズ(株)がエルノバ V、(株)ソルベックスがソルブ 55 として販売している。

製造・販売の流れ



さらに HFC-365mfc と他の物質を混合したものをドライクリーニング用洗浄剤として販売している企業も数社あることが確認された。更に HCFC の混合品の販売は行っているものの HFC 及び PFC は取り扱っていないことが判明した会社があったことから、混合物として販売している会社が他にも存在していることも予想される。

また、洗浄剤及び溶剤製造・販売会社が各社の商品幅を広げるために、混合品製造を目

的に各社のフッ素系製品を融通しあっていることも今回の調査で判明した。

(2) 各社の商品とその特性

販売各社はそれぞれ次の商品名で販売している。各社の商品特性はカタログから比較すると次のようである。

社名	三井・デュポンフロロケミカル			日本ソルベイ	旭化成ケミカルズ	
商品名	パートレル			ソルカン	エルノバ	
HFC 種	HFC-43-10mee			HFC-365mfc	HFC-365mfc 混合品	
グレード	XF	XE	X-E10	365mf	V2	VR2
沸点()	55	52	53	40.2	50	41
比重(25)	1.58	1.52	1.44	1.26	1.09	1.29
粘度(25)	0.67	0.73	0.8	0.53	1.17	0.53
引火点	なし	なし	なし	なし	なし	なし
燃焼範囲	なし	なし	なし	あり	あり	あり
KB 値	5	6		13	86	
許容濃度	200	235	287	500	1000	
用途区分	溶剤用 分散剤 洗浄用	洗浄用	すすぎ・ 乾燥用	洗浄用	洗浄用	リンス ・補充用

洗浄剤を選択する上で重要な特性比較

	パートレル XF	ソルカン 365mfc	エルノバ V2	HCFC 225	n-PB (臭素系)
沸点()	55	40	50	54	71
KB 値	5	13	86	31	125
表面張力(mN/m)	14.1	15.0		16.2	25.9

沸点、KB 値(洗浄力)、表面張力によって洗浄剤が選択される。HFC 系洗浄剤は塩素系、臭素系及び HCFC 系洗浄剤より KB 値が小さいので洗浄力は全般的に劣る。特に脱脂洗浄には適さない。各社は他の化合物を混合してこれらの欠点を補足する対策を採っている。

混合品	製造・販売会社	商品名
HFC-365mfc + グリコールエーテル系	旭化成ケミカルズ(株)	エルノバ V2
HFC-365mfc 及び混合品	(株)ソルベックス	ソルブ 55

また、パートレルのエタノール添加品(パートレル XE) は電気的性能(絶縁特性)が他の洗浄剤に比較して低く、異物粒子が付着しにくい利点があることから市場で評価されている。

	パートレル XF	パートレル XE	CFC 113	PFC 51-14
体積抵抗(cm)	3×10^9	3×10^7	10^{13}	10^{15}

(3) HFC 系洗浄剤・溶剤の価格

使用している洗浄剤・溶剤の価格については、ヒアリングの際に可能な限り問い合わせ、得られた情報から概ね HFC 洗浄剤・溶剤の価格を次のように推定した。

	販売会社	価格帯(円/kg)
ソルカン 365mfc	日本ソルベイ	1,800 ~ 2,200
パートレル XF	三井・デュポンフロロケミカル	3,500 ~ 4,000
エルノバ V2	旭化成ケミカルズ	1,800 ~ 2,000
(参考)HCFC-225	旭硝子	1,500 ~ 2,000
(参考)HFE	住友スリーエム	4,500 ~ 5,000
(参考)ゼオローラ	日本ゼオン	6,000 ~ 7,000

日本ソルベイのソルカン 365mfc は HCFC-225 と同等か少し高めであり、三井・デュポンフロロケミカルのパートレル XF の価格を HFE よりは低く、ソルカン 365mfc よりは 1 ランク上に設定しているようである。洗浄用途で一般に使用されている炭化水素系、水系及び塩素系洗浄剤の単価は 1,000 円以下であり、臭素系でも 1,000 円代であることから、市場では HFC 系洗浄剤をかなり高価な商品として位置づけている。

(4) 出荷量の予測

洗浄剤・溶剤分野で使用されている HFC 系洗浄剤・溶剤の出荷量については、2009 年以降公表されたデータが無いので、各企業からのヒアリングの結果から、現在の出荷量を概ね次のように推定した。(参考資料-1)

商品名	販売会社	出荷販売量 (トン)	潜在排出量 (CO ₂ トン)
パートレル	三井・デュポンフロロカーボン	600	984,000
ソルカン	日本ソルベイ	600	476,400

この推定出荷量よりそれぞれの GWP 値を使用して計算すると調査対象である HFC (HFC-43-10mee、HFC-365mfc)の潜在排出量は、計算すると 1.46 百万 CO₂ トンとなる。

しかしながら、出荷量に含まれる輸出分を考慮すると国内消費分は上記数量よりも実質的に少ないことが予想されるが、輸出比率までは把握できなかった。

また、地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度(温対法)では年間 3,000 トン-CO₂ 以上の排出のある事業者は届けることになっている。平成 20 (2008)年度の HFC に関する公表された集計結果を見ると、大部分が半導体製造時に HFC ガスを使用する事業者からの報告であった。HFC を使用する洗浄剤・溶剤事業者は、排出量が 3,000CO₂ トン以下であることから報告がなされていないことが推測される。調査対象となる HFC の GWP 値から、3,000CO₂ トンの排出量は 2~3 トンの年間使用量に相当するので、各企業の洗浄剤・溶剤用途での HFC 使用量は、2~3 トン以下であることが推測できる。(参考資料-2)

一方、公表されている PRTR 届出データからは、HCFC の使用事業者数、排出量について下記のような情報が得られた。(参考資料-4,5)

平成 23 年度 PRTR データ

	報告事業者数	第一位の排出量 (トン)	2 トン以上の 排出事業者数	平均排出量 (トン)
HCFC-141b	116	73	58	5.6
HCFC-225	100	35	45	3.9

フッ素系洗浄剤・溶剤の中では HFC の使用は、HCFC よりも更に特化した用途分野で、しかも少量使用されていることがこのデータから分かる。

本調査においても、HFC 系洗浄対象物、及び使用装置が小型化したことなどにより、洗浄剤も 10~25kg 缶を 2~5 缶使用する程度であるとの話しを聞き、またレンズの洗浄でも更に小型の缶を使用する規模であるとの情報も得た。

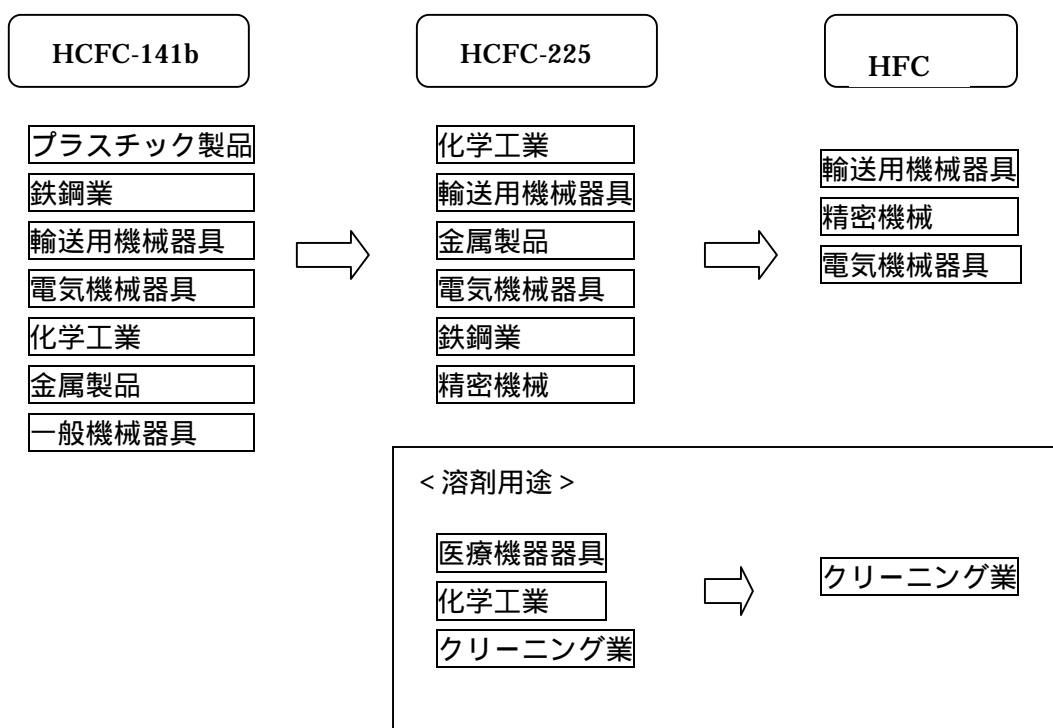
2.2.3 使用実態

(1) 使用分野

HCFC に関する PRTR データ解析と今回のヒアリングから得られた情報から、使用業種が変化していることが分かった。モントリオール議定書に定められた HCFC の段階的削減スケジュールにより、HCFC を使用していたユーザーは、代替化の選択を迫られている。しかしながら、精密機械部品、電子電気機械部品と自動車部品などの最先端商品の製造業者は、高い洗浄精度の要求に対応できるように HFC を洗浄剤・溶剤として選択している。

また、ドライクリーニング溶剤分野では、商品の高級感が高まるとして HCFC よりも沸点の低い HFC が使用されている。企業の生産活動の海外移転などの理由から HFC を使用する洗剤市場が小さくなってきているので、HFC 使用量の中でこのドライクリーニング用の HFC 使用量が、大きな割合を占めるようになってきている。価格面を除くと HCFC から HFC への代替化は全ての用途で可能ではあるが、現在使用している HCFC に比較してシリコンに対する HFC の溶解力が低いため、大量に HCFC を使用している医療器具機器用途において、HFC が使用できず唯一切り替えができないと判断されている。

洗剤・溶剤としての使用業種の推移



(2) 洗剤分野で HFC が使用される理由

我が国が得意とする最先端商品、ニッチ製品を構成する精密部品の「ものづくり」においては、HFC 系洗剤は必須なものと評価されている。この分野で HFC 系洗剤が選ばれる理由は次の点にある。

高性能・高付加価値製品を構成する部品の品質を保持するための洗浄に使用する。

洗浄精度が高い

* 表面張力が小さい-----微細な隙間に入りこんでの洗浄が可能

そのため除塵性能が優れ、数ミクロン単位の粒子の除去も可能となる。

乾燥が容易である。

* 沸点が低いので製品に与える影響が少ない

水切り乾燥に適する。

洗浄工程でのトータルコストでは他の洗浄剤と遜色ない

クリーンルーム内での洗浄ができる-----燃えない、部品を錆びさせない

なお、下記は HCFC が使用されているものの価格・品質の面で HFC が採用されることのない用途である。

- * プラスチック製品の成型加工後の後処理洗浄
- * 自動車部品の一般加工部品洗浄(オイルフィルター、ラジエータ等)
- * 鉄鋼分野の防錆剤の洗浄
- * 印刷業界で使用する印刷機に付着するインキの除去及びロール手拭洗浄
- * 化学プラントの反応釜等の洗浄
- * 脱脂のみを目的とする洗浄(n-PB が主に使用されている)

(3) 具体的な用途

フッ素系溶剤・溶剤の価格が炭化水素、塩素系、水系の洗浄剤より高いので、一般的に市場は余り大きくはないが、HFC 系洗浄剤は以下に述べる付加価値製品・部品の洗浄に使用されている。また、洗浄剤としての使用以外にも化学的安定性、不燃性等を考慮して各種溶剤としても利用されている。

() 洗浄剤としての使用例

デジタルカメラやスマートフォンのカメラモジュールである CCD や CMOS 等の光変換デジタル部品やレンズなどのゴミ洗浄(異物除去)には圧倒的に HFC 系が使用されている。これは他の溶剤に比較して表面張力が小さいため微細な間隙に入り込んでの洗浄が可能という特徴を十分発揮できることからである。以前はこれらの用途の洗浄には純水や IPA が使用されていたが、現在では上記部品を製造する場合には、更に高度な洗浄精度が要求されるため、フッ素系溶剤専用の洗浄設備を導入する企業が多くなっている。

また、精密で高度な洗浄が要求される分野、例えば機械要素部品、センサー、アクチュ

エータ、電子回路などを集積化したデバイスである MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) を洗浄する溶剤としては HFC 系溶剤が最良であるとして、多くの精密機械、電子部品などのユーザーにおいて使用されている。

HFC の具体的な使用例

- (1) 精密機械部品
 - * 精密機械部品(プレス、切削後の洗浄)
 - * MEMS(機械要素部品、センサー、アクチュエータ、電子回路を集積)
 - * 精密測定器部品
 - * 携帯電話・スマートフォン部品
 - * カメラ関係の光交換デジタル部品
 - * 光学部品(レンズ)
 - * ガス器具用部品
- (2) 輸送用機械器具
 - * 自動車部品の精密加工部品(自動車ブレーキ部品、駆動モーター部品、センサー等の基板、燃料系のインジェクター、ポンプ部品、バルブ部品)
 - * 制御基板洗浄
 - * 航空機部品
- (3) 電気機械製造業種
 - * リチウムイオン蓄電池ケース
 - * 複写機、プリンタ用ロール
 - * DVD 部品
 - * 電子部品の受動部品

上記のうち、具体的な使用例を以下、詳細に紹介する。

(a) 光学製品(レンズ)の洗浄

光学用レンズの洗浄工程では、まず初めに表面研磨の際にレンズ裏面を支柱に固定したピッチ(タール)を洗浄除去する。裏面に付着したピッチは炭化水素系溶剤または臭素系溶剤に浸漬して超音波洗浄により除去した後に、研磨工程で付着した研磨粉を水に浸漬して超音波により水洗浄して除去する。水洗浄工程では上水(水道水)洗浄(2回程度のリンス)の後に純水洗浄(こちらも2回程度)を行った後、付着する水をイソプロピルアルコール(IPA)に置換するために3~4回のIPA洗浄を繰り返す。最終工程において、HFC系の洗浄剤によるベーパー洗浄により脱水乾燥する。また、最近ではHFC系のみでの洗浄も見られるようになってきた。

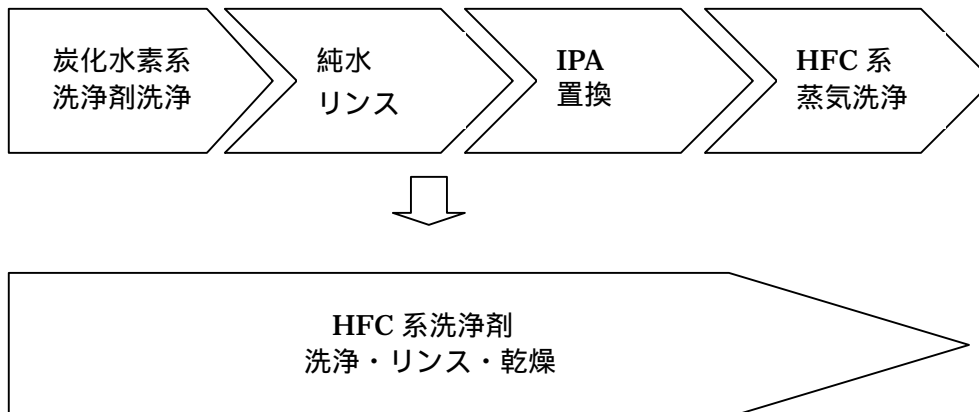
ペーパー洗浄による脱水乾燥において、

HFC系洗浄剤を使う利点として次のことが挙げられる。

低温で乾燥が可能

短時間での乾燥が可能

フッ素系溶剤は表面張力が小さいので、袋穴、重なり部分のすすぎに優れている
樹脂、金属へのケミカルアタックが極めて小さい



(b) 携帯電話・スマートフォン部品

スマートフォンや携帯電話で使われるレンズは樹脂を特殊に成型加工して製造されており、研磨も洗浄もしない。携帯電話では、レンズ、光電変換センサー、筐体など（これらは既に洗浄されて搬入されるが）を組み立てる工程で発生するパーティクルがある。それらの除去のため、HFC系洗浄剤で簡易に洗浄をする程度である。一方、携帯電話の高級機種の場合には、ケース表面を炭化水素系溶剤による脱脂洗浄し、HFCで仕上げの洗浄後に塗装を施す。なお、樹脂製のケースでは、相溶性のある臭素系洗浄剤は使用できない。

(c) 自動車部品(自動車ブレーキ部品、駆動モーター部品、センサー等の基板、燃料系のインジェクター、ポンプ部品、バルブ部品)

HFC系の洗浄剤を使用する被洗浄物では、その9割(商品点数ベース)が機械加工部品で、残りがIC部品である。いずれも品質保持のためである。機械加工部品には、精密機械加工部品(燃料インジェクター、燃料ポンプ、ブレーキシステムなど)と一般機械加工部品(ブロック、ケース状のスタータ、オルタネータ、オイルフィルター、ラジエータ、オイルクーラ、カーエアコンなど)に分かれ、ゴミ(パーティクル)の粒径と洗浄度の仕様が2つで異なる。

洗浄に係る自動車部品は最近増加してきており、ワイパーや窓など多くの駆動装置に使用される小型モーター部品（非常に微細な隙間のある部品があるもの）や、エアバッグや車両前面の障害物認知などのセンサーに使用される電子基板類は高い耐久性が要求される

ので、使用量は少ないものの、信頼性のある高級な洗浄剤として HFC 系洗浄剤が使用されている。

小型モーター部品の洗浄でも、HFC 系洗浄剤の表面張力の低さを利用して、隙間の汚れを除去できることから使用されている。

ハイブリッド IC(セラミック IC)のフラックスを除去洗浄するには、クリーンルーム内で洗浄作業を行うため、不燃性が必要され、水系では腐食の恐れがあり、引火性がない HFC 系洗浄剤が使用されている。

あるユーザーでは、精密機械の一部分から 100～150 ミクロンの金属異物を除去し、同時に非金属部の汚れも除去するための洗浄剤としてパートレル XE が使われている。これは電気抵抗のデータから選ばれたもので、被洗浄物が帯電しにくく、ゴミの再付着が少ないためである。

() 溶剤・その他の用途

溶剤用途として大きな分野は、汚れを溶かすドライクリーニング剤としての使用があり、HFC 使用量全体に占めるクリーニング用途の割合はソルカン-365mfc の約 20%と 1 用途としてかなり大きい。溶剤用途のそれ以外の使用例としてフッ素樹脂及びシリコンを溶解して使用するコーティング用溶剤としての使用、さらには化学反応溶剤としてのプロセスエージェント使用、フッ素オイル、潤滑剤の溶媒の使用がある。

HFC 溶剤の具体的な使用例

- | |
|---|
| <p>(a)ドライクリーニング-----沸点が低いことが商品に高級感をもたせる
HFC 全体の使用量のなかで大きなウェートを占める用途である。</p> <p>(b)ハードディスクのコーティング</p> <p>(c)その他のコーティング</p> <ul style="list-style-type: none">・金メッキのコーティング・フッ素系防汚コーティング・フッ素樹脂コーティング <p>(d)化学企業での使用</p> <ul style="list-style-type: none">・重合、反应用溶媒(プロセスエージェント)・反応槽・釜の洗浄・製品としての使用(塗料・コーティング剤・グリス、離型剤他) |
|---|

(a) ドライクリーニング

フッ素系クリーニング用溶剤の歴史は、当初 CFC-113 が相当量使用されていた。

その後 CFC-113 全廃のため一時旭硝子が HCFC-225 で熱心に販売活動を行った。しかし、クリーニング業界での使用溶剤は、パークロロエチレンから石油系に転換が進み、現在約 90%が石油系となっている。

厚生労働省による「2010 年ドライクリーニング溶剤使用管理状況調査」によるとフッ素系は、シリコン、臭素、リモネンなどと共に「その他」に分類され、その使用割合は全クリーニング溶剤の 0.7%となっている。

この業界動向を受けて旭硝子の HCFC-225 の販売活動も鈍った状況の中で、日本ソルベイの Solkane-365mfc がこの用途で販売活動に注力した結果として、HFC 系が増加している。また、三菱重工により製作された Solkane-365mfc 使用の専用の洗浄機と Solkane-365mfc を一緒に販売したことも拡販する要因となっている。

Solkane-365mfc のクリーニング用途での特徴は、次の点にある。

沸点が 40 なので低温乾燥ができ、衣類を傷めず、高級感がでる。

低温乾燥の結果として作業が速くできる。

作業環境的に好ましい(作業環境許容濃度；1,000ppm)

Solkane-365mfc は KB 値が低いため強力な洗浄力は期待できないが、逆に比較的汚れが軽微な衣料や、デリケートな素材を多用したファッション性の高い衣料のクリーニングには適している。

これらのことから HFC 系ドライクリーニングを好むユーザーとして高級志向のホテル、航空会社、テーマパーク会社などがあり、従業員の制服等のクリーニングに利用されている。

PRTR の公表データからは白洋舎、東京航空クリーニングが、HFC-356mfc を使用している。

ドライクリーニング剤の特性比較

		テトラクロロエチレン	n-PB	HFC-365mfc	石油系	数値が大きいほど
沸点		121	72	40	150-200	乾燥しづらい
蒸気圧(20)	kpa	2.13	13.6	43	0.7-3.0	揮発しやすい
蒸発潜熱	kJ/kg	209	246	177	125	乾燥しづらい
引火点		なし	なし	なし	41	引火しづらい
表面張力		32	25	15		繊維への浸透悪い
KB 値		90	125	13	34-39	油性汚れを落とす
水の溶解度	ppm	80	500	900		水性汚れを落とす
水への溶解度	ppm	150		900		排水への残留が多い

HFC-365mfc 専用ドライクリーニング装置を三菱重工が世界に先駆けて製作販売し、洗浄溶剤と専用装置をセットにしたシステム販売を行ったことから、後発参入者も同じスタイルを採る会社が多くみられる。

(b) ハードディスクのコーティング

ハードディスクへの潤滑油用塗布用溶剤として HFC を使用している。HFC を選択した理由は、使用する潤滑油との相性が良く、溶解度が高いことと揮発性が低いことにある。

(c) その他のコーティング

- * 金メッキ用コーティング溶媒
- * フッ素系防汚コーティング
- * フッ素樹脂コーティング

(d) 化学企業での使用

化学企業の製造工程での使用として次のケースが考えられる。

重合、化学反応時の溶媒として使用

反応槽・釜の洗浄

製品として使用(塗料・コーティング剤、グリス、離型剤他)

平成 20 年度の温対法による公表制度の HFC の排出量データには、日本フルオロカーボン協会所属企業以外に化学会社 5 社がリストアップされている。この中で 1 社は での使用が確認された。また 2 社はガス製造での報告であった。残る 2 社については情報不足から調査できなかった。

の理由は、反応系での相溶性が良く、毒性がなく安全で、反応を阻害しないことなどの特徴があり、各種溶剤を検討して HFC を選択しており、他の溶剤に代え難い状況にある。

2.3 PFC 洗浄剤・溶剤の使用実態

2.3.1 調査対象となる PFC

洗浄剤・溶剤用途での使用に適した PFC は次の 2 化合物であった。

	PFC-41-12	PFC-51-15
成分(化学式)	C ₅ F ₁₂	C ₆ F ₁₄
沸点()	30	56
液密度(25)	1.63	1.68
燃焼性	不燃	不燃
大気寿命	4,100	3,200
GWP(100 年)	7,500	7,400

いずれも住友スリーエム株式会社が販売(商品名；フロリナート)する製品である。洗浄剤・溶剤の用途に最適な沸点を有することから PFC-51-15 が主流となっている。

2.3.2 製造・販売実態

住友スリーエムの情報によると、ソルベイソレクシスと 3M の 2 社が世界の液体 PFC 市場の 9 割を占めているとのことである。ソルベイソレクシスはパーフルオロオリゴマーの用途開発(プロセス温度の高いフッ素グリス、熱媒など)から半導体分野に特化している。かつてはミタル(伊)、トクヤマ(日本)が PFC を製造していた。三菱マテリアル系の秋田の会社が細々と製造しており、半導体ウェハー加工(レジストの塗布用)に特化している。

他方、高温で気体である PFC はダイキン工業、関東電化工業、昭和電工などにより多種類の化合物が製造・販売されている。

3M のフロリナートの主な用途は熱媒体であり、わずかながら溶剤の用途もあるが、洗浄剤・溶剤のように環境に排出される用途には適していないと考えている。

また、JR 新幹線の整流器ではスペックにフロリナートが指定されている。

住友スリーエムの方針

会社としての PFC の安全性を含めた環境面の観点から、社としては洗浄剤・溶剤用途には HFE(ハイドロフルオロエーテル)へのシフトを進めている。

この方針のためか、洗浄剤としての使用分野で、現在 PFC が一般的に使用されているとの情報はほとんど無く、話題にもならない状況であった。本調査以外の冷媒・熱媒の用途で使われている。

2.3.3 使用実態

本調査により洗浄剤・溶剤用途での使用状況は次のように確認された。

PFC の使用例

製品試験用溶剤
 * 電子部品の信頼性試験溶剤、エアリーク試験用溶剤
 * 半導体製品のエアリーク試験用溶剤
 * 医療用製品の評価
 化学品(過酸化)の溶剤
 水晶部品の洗浄、内視鏡の洗浄
 (冷・熱媒としての使用)

次ぎに具体的な使用例を記載する。

(1) (社) 電子情報技術産業協会(JEITA)

経済産業省の産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会の第 26 回会合において、産業界の自主行動計画第 13 回(2010 年)の評価・検証の報告が行われた。この中で業界の取組の進捗状況として、JEITA 参加企業が使用する液体 PFC の排出量のデータを下記のように提出している。

	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
電子部品	(836.9)	19.3	10.9	9.46	7.48	7.15	9.77	10.28
半導体	391	151	32	14	11	9	0.0	0.8
液晶	(17.0)	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
総排出量	(1244.9)	177.3	42.9	23.46	18.48	16.15	9.77	11.08

(単位：千 tCO₂)

JEITA の会員企業においては現在、電子部品分野と半導体分野で液体 PFC を使用している。そこで使用状況の詳細をヒアリングした結果、次のことが判明した。

()半導体分野での使用状況

半導体分野において液体 PFC は半導体製品のエアリーク試験用溶剤としての使用があり、排出がある。使用方法は溶剤を 100 位まで温め溶剤の水分を取り除いた上で、半導体製品を PFC 溶剤に浸し、泡が出ないことを目視で確認してエアリークがないということを証明する試験である。泡が出た製品はスペックアウト品となる。

半導体製品は表面の多くでアルミの配線を使用しているため、水分を含む溶剤の使用は厳禁となっている。

この試験は MIL 規格(米国国防省)によるもので、品質規格の厳しい半導体製品に対して行われる品質評価試験の一つである。

半導体製品のエアリーク試験用溶剤として液体 PFC の使用量が減少してきたのは、半導体製品がセラミックパッケージなどの継ぎ目がある製品(メカニカルパッケージ)からプラスチックや BGA (Ball grid array) などのパッケージの製品に移行している影響である。

なお、2005 年頃までは半導体分野においても液体 PFC が洗浄用として中心に使用されてきたが、現在は洗浄工程が不必要(洗浄レス)となった。

()電子部品分野での使用状況

JEITA の電子部品分野に関するデータは参加企業の約 75%からの回答が回収されて成り立っており、2010 年の京都議定書対象物質は 10.28 千 tCO₂ と報告している。電子部品分野での液体 PFC 等の利用は、信頼性試験溶剤、電子部品等のエアリーク試験溶剤に限られる。信頼性試験溶剤としての PFC は絶縁性、温度安定性(半導体部会と同様に不活性で 100 くらいまで温度を上げて分解せずに安定しているという意味。)が良いため、利用されている。

PFC を使用していた洗浄方法は、アルコール、水、炭化水素、臭素系洗浄剤などを使用する方法に様々に移行しており、その一部は HFE、HFC-43-10mee などの洗浄剤の使用に移っている。このような洗浄は電機のセットメーカーでも使用する場合が考えられる。洗浄装置はクリーンルーム内で使用する機会が多いため、密閉するには多額の費用が掛かる。回収機設置に補助をしてもらえれば有り難いが、工程管理上洗浄のランニングコストが高くなると問題になる場合がある。

()液晶分野での使用状況

2005 年に PFC 系洗浄剤の使用を全廃したので現在は使用していない。フッ素系以外の洗浄剤を使用している。

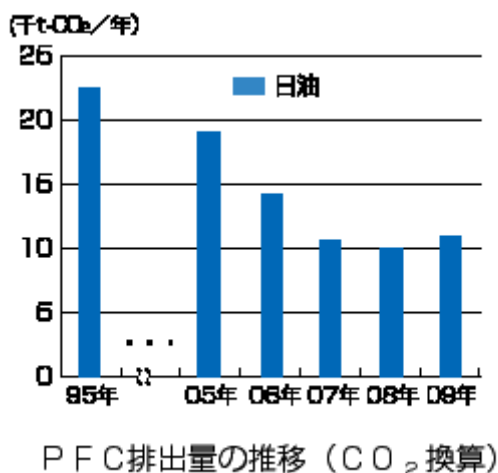
(2) 企業の環境報告書を基にした使用状況

企業が公表している CSR・環境報告書に液体 PFC が記載されていたものを取りだし、そ

の内容及び確認した情報を記載する。

() A 株式会社

PFC を有機過酸化物の希釈溶剤として用いた特殊用途の製品を愛知事業所で製造している。これまでに数回の設備改善を行って、安定稼働に努めた結果、2009 年度排出量は、PFC の規準年である 1995 年に対し 50%削減を維持しており、今後とも、ユーザーと溶剤変更の検討を行い、排出量削減を推進する。[2010 年環境報告書から]



() B 株式会社

B 社が発表している環境レポートの中で、グローバル主要環境データを見ることができると。この中に液体 PFC の排出量が記載されている。

液体 PFC 排出量

(単位：万 tCO₂)

日本	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度
国内	2.2	1.7	1.5	1.6
海外	3.1	3.8	4.1	4.9
合計	5.3	5.5	5.6	6.5

水晶を技術基盤とするデバイスを製造・販売している子会社の環境報告書には、地球温暖化物質 PFC の代替を進めていることの記載があり、その状況を確認した。

() C 株式会社

C 社の CSR 報告書の中で、PFC の排出量を次のように報告している。

(単位：万 tCO₂)

	規準年	2006	2007	2008	2009	2010
PFC	1	13	13	13	16	15

PFC の使用目的は、医療用器具の製品検査用溶剤と半導体用ガスとして使用していることである。この中で 2008 年は 43,200t-CO₂、2010 年が 16,000t-CO₂ が検査用溶剤である。

PFC を選択した理由は表面張力が低いことで、一部の試験は HFE に転換できたことから 2011 年度は排出量の削減が図れたが、一部まだ転換できずに残っている試験がある。

()ヒアリングからの情報

ヒアリングでは、PFC が洗浄用途で使用されている例として医療用機器(内視鏡)の洗浄のみで、そのほかに洗浄用途での使用情報は得ることができなかった。JEITA 会員企業で用いられているようなヒートショック試験、耐電圧試験に使用されていることが情報として得られている。

(3) 排出量からの使用量の推定

記載した JEITA 参加企業およびその他の企業での液体 PFC の排出量をまとめた結果を次に示す。

(単位：千 t-CO₂)

	規準年	2006	2007	2008	2009	2010
JEITA	1245	23	18	16	9	11
A 社	23	14	11	10	11	?
B 社	?	?	22	17	15	16
C 社	?	?	?	43	30	16
合 計				86	65	

2008 年排出量 86,000 トン CO₂ は PFC-51-14 の GWP7,400 から換算すると使用量 11.6 トンに相当する。

尚、HFC と同様に平成 20 年度の公表制度(温対法)の PFC の排出量データからは、半導体関係に使用される PFC ガス使用企業のデータがほとんどであり、液体 PFC を使用していると推測できる企業は、上記で取り上げた企業以外はなかった。(参考資料-3)

2.4 その他のフッ素系洗浄剤・溶剤の使用実態

2.4.1 HFE(ハイドロフルオロエーテル)

(1) 洗浄剤・溶剤用としてのHFE

IPCC 第4次報告書の表 2.14(Errata)には 20 種類以上のハイドロフルオロエーテル(HFE)が記載されているが、現在市場で入手可能な洗浄用 HFE は次のものである。

物質名	HFE-449s1	HFE-569sf2	HFE-347pcf2
分子式	C ₄ F ₉ OCH ₃	C ₄ F ₉ OCH ₂ CH ₃	CF ₃ CH ₂ OCF ₂ CHF ₂
沸点()	61	76	56.2
ODP	0	0	0
GWP ₁₀₀	297	59	580
商標名	ノベック HFE-7100	ノベック HFE-7200	アサヒクリン AE-3000
開発企業	3 M	3 M	旭硝子(ダイキン)

* GWP₁₀₀… 第4次 IPCC 評価報告書に記載の積分期間を 100 年とした温暖化係数

(2) 製造・販売実態

住友スリーエムは、HFE 化合物として 4 種類 (Novac HFE-7100、Novac HFE-7200、NovacHFE-7300、NovacHFE-7600) を米国の 3 M 社から輸入・販売している。このうち洗浄剤・溶剤としては Novac HFE-7100、Novac HFE-7200 が販売対象であり、他は熱媒・溶媒の用途に販売されている。

HFE-347pcf2 は、地球環境産業技術研究機構 (RITE) が NEDO から「エネルギー使用合理化新規冷媒等研究開発」事業の委託を受け、その成果をダイキン工業が 2002 年に商品化した。NEDO 事業に参加していた旭硝子と共同にて毒性試験を行ったが、許容濃度の TLV 値が 30ppm と厳しいことが判明。また、沸点が低く蒸発し易いので、開放系で使用する場合での作業者の暴露の危険が想定された。このような事情から、ダイキン工業は 2009 年に HFE 事業から撤退し、HFE 系では後発であったが塩素系及び HCFC 系で溶剤事業を続けている旭硝子にこの商品の事業を譲っている。旭硝子はアサヒクリン AE-3000 として販売している。

更に、旭化成ケミカルズが住友スリーエムの HFE を主成分とした、グリコールエーテル系化合物との混合物を商品名エルノバ NF として販売している。

尚、住友スリーエムは、沸点の高い NovacHFE-7300 と NovacHFE-7600 を中心に、HFE の持つ化学的安定性、安全性、低粘度、電気特性を利用して、洗浄剤・溶剤用途以外に、

ブライン、恒温槽で使われる熱媒体としての使用に力を入れている。

(3) 洗浄剤・溶剤としての HFE の特性比較

	HFE		(参考) HFC		
	住友スリーエム		旭化成 ケミカルズ	三井・デュポン フロロケミカル	日本ソルベイ
商品名	ノベック		エルノバ	パートレル	ソルカン
グレード	7100	7200	NF	XF	365mf
沸点()	61	76	65	55	40.2
比重(25)	1.52	1.43	1.14	1.58	1.26
粘度(25)	0.38	0.40	1.54	0.67	0.53
表面張力	13.6	13.6	18	14.1	15.0
引火点	なし	なし	なし	なし	なし
燃焼範囲	なし	あり		なし	あり
KB 値	10	10	89	5	13
許容濃度	750	200	750	200	500

HFE系洗浄剤はHFC系と同じように、脱脂洗浄力が塩素系溶剤に比較して劣るものの、石油系或いは水系洗浄剤による洗浄の後にHFE系洗浄剤を用いるリンス洗浄、或いは蒸気乾燥などに有効である。

HFE系とHFC系は、洗浄能力にほとんど差がないとの市場での評価である。

なお、ノベックは化学的に不活性であるが、AE-3000はポリカーボネートにストレスクラックを生じるなど化学的安定性に劣るとされている。また、作業時の安全性を指摘する声をいくつか聞いた。

(4) 使用実態

() 使用分野

洗浄分野に於いては、HFCとHFEとで洗浄に必要とされる特性がほぼ同一なので、使用分野も共通し、表面張力が小さいことと乾燥のし易さから高性能・高付加価値製品を構成する部品の洗浄に多く使用されている。

沸点がHFC-365mfよりも高いので、ドライクリーニング用溶剤としては使用されていない。

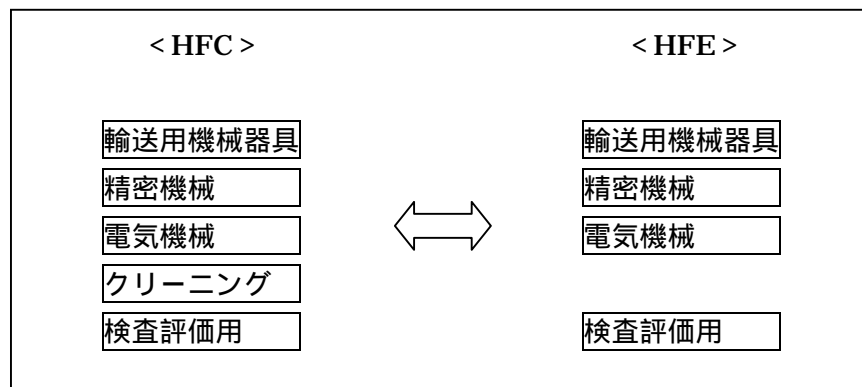
また、次の分野において検査用溶剤としての使用が確認されている。

洗浄後の製品の清浄度評価試験

医療器具製品の製品検査試験(PFCからの代替)

HFE の価格が HFC よりも高いため、使用する頻度が HFC より低いと本調査前には考えていたが、本調査において HFC からの代替化の動きが強く感じられた。

HFC と HFE の主な使用分野の比較



< 企業の選択基準 >

大手企業は京都議定書の観点から、議定書対象物質ではない HFE 溶剤を選ぶ傾向にある。また使用量が多い場合は HFE より価格の安い HFC を選択する。同様な理由から中小企業も HFC を選択する傾向にある。

() 使用量と価格の推定

HFE の出荷量または販売量の公表されたデータはないが、本調査におけるヒアリングからは、「洗剤分野で使用される HFE は HFC よりも数量が多い。」

との印象が強かった。洗剤販売メーカー、ユーザーいずれもこの印象を認める場所であった。

これらのことから HFE の使用量(出荷量)を次のように推定した。同時にヒアリング情報から単価を次ぎのように推定した。

	出荷量(トン)	価格帯(円)
HFE	2,000 以上	3,500 ~ 5,000
(参考) HFC	1,200	1,800 ~ 4,000

昨年開催された COP17 において、HFE は 2013 年から始まる京都議定書第 2 約束期間での対象ガスとはならなかったため排出量の報告義務はないが、今後の使用状況を把握するために排出量を報告することが望ましい物質とされた。HFE は洗剤・溶剤

での使用の他に、冷媒及び熱媒の使用も多いことから、我が国でも HFE 排出量を把握し、報告するシステムの構築が必要である。

2.4.2 環状フッ素系洗浄剤「ゼオローラ H」

(1) ゼオローラ H

「ゼオローラ HTM」は、日本ゼオン(株)が(独)産業技術総合研究所(当時は工技院物質研)との共同研究により開発して 1998 年に販売を開始した環状構造のフッ素系洗浄用溶剤である。洗浄用溶剤として使用されているその他の化合物の環境特性と比較して、ゼオローラ H は環境への影響が低く、第 11 回オゾン層保護・地球温暖化防止大賞優秀賞(2008 年)を受賞するなど、これまでに各種の環境関連技術の分野において高い評価を受けている。

洗浄用溶剤の環境特性

商品名	ゼオローラ H	HCFC-225cb	Solkane	Vertrel XF	Novec 7100
分類	HFC	HCFC	HFC	HFC	HFE
オゾン破壊係数 (CFC-11 = 1)	0	0.03	0	0	0
大気寿命(年)	3.4	6.2		15	3.8
地球温暖化係数 100 年積算	250	620	890	1640	297
沸点()	82.5	54	40	55	61

(2) ゼオローラ H の特性

HCFC 系溶剤は大部分の洗浄に対応できるので、HCFC 系溶剤に比較してゼオローラ H の洗浄能力は劣る。しかしながら、一液洗浄による軽質油の洗浄については他の HFC 系溶剤や HFE 系溶剤が性能に限界があるのに対し、HFC 系溶剤ではあるがゼオローラ H はほぼ全ての洗浄に対応が可能である。洗浄剤・溶剤の中では他の洗浄剤と異なり沸点が 82.5 と高く、また 20.5 の融点を有する特徴があるが、これが欠点でもある。

(3) ゼオローラの用途

洗浄用途に加えて、ゼオローラ H はコーティング用溶剤、反応・重合溶剤、さらに他のフッ素系溶剤の洗浄力を改善するために添加するフッ素系溶剤混合剤などの用途がある。混合剤は他のフッ素系溶剤メーカーが混合して製品化するので、ゼオローラ H は競合する企業への販売が主となっている。

ゼオローラ H は高い溶解力を利用していろいろな物質をコーティングする溶剤として利用される。シリコングリースの溶解力では HFE よりゼオローラ H が優れている。このこ

とを利用すれば、医療用器具、特に注射器へ施されるシリコンコーティングに現在使用している HCFC-225 を代替する溶剤としての可能性がある。シリコングリースに対する溶解力は HCFC-225 に比較して若干劣るものの、今後の開発の取組みにおいてシリコングリースの改質などを検討すれば、代替の可能性も高まる。いずれにしても、全廃される HCFC 化合物の代替溶剤として大きな市場性が期待される開発目標があると言える。

(4) 販売戦略

環境特性、洗浄力に優れ安全性も高いゼオローラ H であるが、高価格が最大の欠点となって市場への浸透が目論見通り進んでいない。ゼオローラ H の価格は 5,000 円を遙かに超え、フッ素系洗浄剤の最高の価格と言っても良い。販売当初は、初期購入の価格は高いものの、使用中の消費ロスが少なく、他の溶剤を使用した場合に比較して定常状態での補充量を削減できるので、全体としてはそれほど高い商品とは考えていなかったようだ。

そのため、これまでは知名度のある一流会社を顧客として考えていたが、他社品並の販売量を確保するために、価格の大幅な低減化に取り組んでいる状況にあり、価格が下がれば洗浄剤・溶剤としておもしろい存在になる可能性がある。

2.4.3 HCFC 洗浄剤・溶剤

(1) HCFC の洗浄剤・溶剤用途の状況

HCFC の使用用途を調査するに際し、PRTR(化学物質の排出量・移動量)の公表データを利用した。平成 23 年 2 月に公表された平成 21 年度データから洗浄剤・溶剤として使用されている HCFC-141b と HCFC-225 のデータを排出量の多い順に参考資料-4 と参考資料-5 にまとめた。

それぞれの化合物について、排出量の多い業種を挙げると次のようである。

HCFC-141b

1	プラスチック製品製造	(18%)
2	医療機器器具製造	(16%)
3	鉄鋼業	(15%)
4	輸送用機械器具製造	(10%)
5	電気機械器具製造	(8%)
6	化学工業	(6%)
7	金属製品製造	(5%)
8	一般機械器具製造	(5%)

HCFC-225

1	化学工業	(35%)
2	医療機器 器具製造	(22%)
3	輸送用機械器具製造業	(9%)
4	金属製品製造業	(5%)
5	電気機械器具製造	(4%)
6	鉄鋼業	(4%)
7	精密機械器具製造	(4%)
8	医薬品製造業	(3%)

HCFC-141b + HCFC-225

1	医療機器器具製造
2	化学工業
3	プラスチック製品製造
4	鉄鋼業
5	輸送用機械器具製造
6	電気機械器具製造
7	金属製品製造
8	一般機械器具

この結果から、以下に示す状況が推察できる。

(1) HCFC-141b と HCFC-225 の比較では使用業種に変化がある。

- ・プラスチック製造業と一般機械器具製造業が HCFC-225 上位リストから外れている。
- ・鉄鋼業も HCFC-225 ではランクを下げている。
- ・一般洗浄の用途では価格の面から HCFC-141b を使用しているものと思われる。

(2) 医療器具機器製造業の HCFC 使用量が最も多い業種となっている。

(3) 化学工業は製造時の排出を考慮する必要があるが、HCFC-225 では最も排出量が多い業種となっていることが不明な点として存在する。

(4) 輸送用機械器具製造業、金属製品製造業、電気機械器具製造業、精密機械器具製造業では HCFC が様々な用途で使用されている。

(5) 医療品製造業が HCFC-225 で上位にある。医薬製造時の中間原料か溶媒での使用が考えられる。HCFC 全廃時には要注意の業種である。

(2) HCFC-141b 全廃による動き

我が国は2004年の発泡用途に続いて、2010年には洗浄・溶剤用途においてもHCFC-141bの生産と使用を全廃している(HCFC-225は2020年全廃)。従って今回の調査においてHCFC-141bを使用していたユーザーがどのような洗浄剤及び溶剤に転換したのかに興味を持たれ、全廃の影響を受けて洗浄剤・溶剤用途におけるHFC及びPFCの使用量の変化が調査のポイントの一つでもあった。そのために訪問調査の度にHCFC-141bの転換について質問を行ったが、ほぼ全てが次のような回答であった。

HCFC-141b の転換先

- * 多くが炭化水素に転換したとの認識であった。
- * 洗浄剤・溶剤の販売企業全てにおいて、HCFC-141b が HFC 及び PFC に移行したとの実感はない。
- * HCFC-225 に転換したものはあることは予想される。

(3) HCFC の用途例

HCFC は、プラスチック加工製造業や一般機械製造業にみられるような一般的な洗浄用途の他に次の特殊な用途にも使われている。

() 医療用器具

(a) 注射針・注射器のコーティング溶剤

注射の際に痛みを軽減するためには皮膚から体内に注す注射針の「すべり」を良くすることが要求され、そのために注射針にはシリコンオイルがコーティングされている。コーティングされるシリコンオイルは溶剤に溶解して使用され、溶剤として HCFC 系化合物が使用されてきている。注射器については、針だけではなくシリンジの滑性を良くするためにもシリコンオイルが塗布される。注射器は年間数億本も生産され、輸出を含めれば 10 億本を優に超える数量が生産されており、1 本あたりに占める塗布処理コストは数円の単位ではあるが、年間のオイルと溶剤の使用量は無視できない程大きな量となるので、溶剤の回収には努めているものの、排出量が多い結果となっている。

「滑性付与」の特性があって、規格上医療用に使用できる物質の探索も試みたが、現在使用している医療用シリコンオイルに代わる化合物は見出せていない。

CFC が使用できなくなる時期に各種溶剤について可能性を検討したが、シリコンオイルに対する溶解性、塗布後の速乾性などの特性、さらに日本独自の厳しい消防法による規制からの不燃性の要求から、代替溶剤としてはフッ素系溶剤に絞られて HCFC-141b が使用されている。現在 HCFC-141b は生産が中止されたものの、未だ市中に在庫があって入手も可能なので使用を継続している状態が続いている。

HCFC-141b からの切り替えも検討されており、HCFC-225 を既に使用しているメーカーもある。市中に HCFC-141b がなくなると高価格ではあるが HCFC-225 に全て切り替わるものと思われる。

(b) その他の器具

「医療用機械器具」には樹脂製のチューブや三方コックなども含まれ、これらのパーツに

も「滑性付与」が要求される。溶剤を使用しない塗布方法として噴霧法も検討しているが、生産性や性能を考慮すると全てのパーツに採用できる訳ではない。

医療用機器はプラスチック成型加工により生産されるが、チューブやバッグなどの製品に着いた離型剤を洗浄したり、それら製品をつくる金型に着いた離型剤を除去する溶剤として HCFC を使用する。

この用途はシリコンの溶解性から、HFC 及び HFE へ転換できない用途となっている。HCFC-225 が全廃されるまでに代替技術を確立する必要がある。

() 鉄鋼業での洗浄用途

鋼板に塗布される「防錆剤」がロールに付着する分を洗浄除去するために使用している。また冷間圧延された鋼板に付着した圧延油、防錆油および鉄粉などの汚れを次工程(焼鈍、メッキ)の前で使用し、清浄な表面に仕上げるために使用する。

() 航空機部品の洗浄用途

日本航空宇宙工業会の協力を得て、同工業会参加企業にアンケートを実施した。その結果 HFC・PFC 使用情報以外にも HCFC-225 に関する情報が数件得られている。

HCFC-225 が全廃になった時の対応についての質問に対して、次のような回答があった。

a 社；HCFC-225 を航空機用部品の洗浄液として使用しているが、洗浄力、即乾性、難燃性、価格について、HCFC-225 と同等と評価できる代替品は今のところ見つかっていない。

b 社；メーカー指定により代替が困難。

c 社；回転体に対して固定部から電力や信号を伝達する装置の冷却用の冷媒として HCFC-225 を使用している。メーカーで代替化を進めているが、現時点では代替品は無いとのことである。

メーカー指定であるが代替化を検討中である。

e 社；旧型冷却装置の部品の洗浄で使用しているが、代替化の可能性は低い。

他の用途を含めて、HCFC-225 全廃時の対応を徐々にでも進める必要がある。

() その他の使用例

(a) 木材

木材のシロアリ対策として薬を木に含浸させるための溶剤として使用している。

木材保存処理法には木材表面に刷毛やローラーで高濃度の薬剤を塗布する「表面塗布処理法」と、管理された工場で缶の中に木材を入れ減圧・加圧処理を行って薬剤を注入する「加圧注入処理」がある。特に加圧注入処理は木材に浸透する量が多くムラが少ないため、

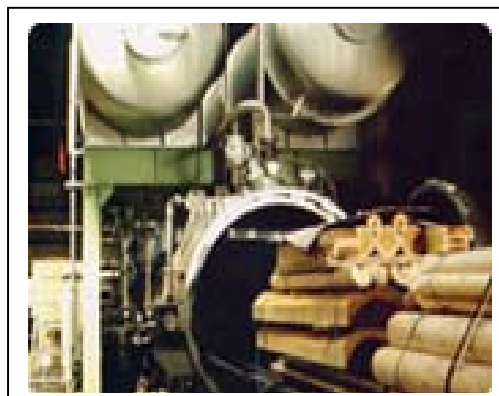
明治時代から多く枕木や電柱に使用され、今日でも世界的に最も多く採用されている処理方法となっている。加圧注入処理方法には、水溶性（湿式）防腐・防蟻処理方法と、乾式防腐・防蟻処理方法がある。後者に於いて、特殊溶剤に希釈された防蟻薬剤を「乾燥木材」加圧注入処理を行い薬剤のみを木材に残し、溶剤を回収する。この溶剤に HCFC を使用している。

缶内に台車に積んだ木材を入れる

缶内に薬液・溶剤を充満

缶内を加圧

缶内から溶剤を回収し、再利用する



(b)JR 関係

保守用部品等の洗浄に使用している。

(c)印刷関係

HCFC-141b に対する印刷インクの溶解性が高いので、印刷機ロールに付着するインク除去洗浄において、最も広く使用されている。

参考資料-1

フッ素系洗淨剤・溶剤の出荷量の推移(公表分)

	CFC-113	HCFC	HFC
1985	54,749		
1986	62,182		
1987	76,707		
1988	79,968		
1989	82,927		
1989	57,177		
1990	50,371		
1991	26,462		
1992	11,655		
1993	10,709		
1994	11,654		
1995	1,598	3,300	
1996	281	5,200	
1997	91	5,800	
1998	14	5,900	
1999		7,000	
2000		6,000	0
2001		5,200	0
2002		5,000	100
2003		4,600	100
2004		5,100	300
2005		4,600	300
2006		3,800	800
2007		3,400	800
2008			
2009			
2010			
2011			

1985～1999年は環境省ホームページ掲載データ

2000～2007年は日本フルオロカーボン協会ホームページ掲載データ

参考資料-2

平成 20 度 公表制度(温対法)排出量結果 HFC

	企業名	排出量	排出区分(予想)
1	旭硝子	473,000	製造
2	ダイキン	100,200	製造、冷凍空調
3	昭和電工	72,000	製造
4	三井デュポンフロロケミカル	71,500	製造
5	東芝	50,000	半導体
6	富士電機デバイステクノロジー	29,000	半導体
7	旭化成ケミカルズ	27,390	化学
8	関東電化	27,320	製造
9	信越化学	23,000	化学、半導体
10	昭和電工エレクトロニクス	18,200	半導体
11	パナソニック	15,000	冷凍空調
12	富士通マイクロエレクトロニクス	10,000	半導体
13	シャープ	8,430	冷凍空調
14	三菱電機	6,400	冷凍空調
15	ジェイエスピー	6,000	発泡
16	サンデン	4,810	冷凍空調
17	岩手東芝エレクトロニクス	4,800	半導体
18	東ソーエフテック	4,700	製造
19	東北セミコンダクター	4,400	半導体
20	関西リサイクルシステム	3,960	冷媒
21	日本ポリウレタン	3,830	発泡
22	三洋半導体製造	3,700	半導体
23	ソニーセミコンダクター	3,700	半導体
24	丸善石油	3,570	製造
25	東京エコリサイクル	3,030	再生
26	三井化学	740	化学
27	スズキ	540	自動車

(単位 ; トン-CO₂)

平成 20 度 公表制度(温対法)排出量結果 PFC

(単位 ; トン-CO₂)

	企業名	排出量	排出区分(予想)
1	富士通マイクロエレクトロニクス	588,000	半導体
2	ダイキン	336,000	製造
3	東芝	336,000	半導体
4	昭和電工	286,000	製造
5	関東電化	157,720	製造
6	シャープ	130,325	半導体
7	パナソニック	104,300	半導体
8	ルネサンステクノロジー	117,000	半導体
9	ソニーセミコンダクター九州	99,000	半導体
10	日本テキサスインスツルメンツ	97,000	半導体
11	東北セミコンダクター	96,000	半導体
12	旭化成マイクロシステム	94,430	半導体
13	岩手東芝エレクトロニクス	80,000	半導体
14	ユー・エム・シー・ジャパン	67,450	
15	三信電子	66,530	
16	富士電機デバイステクノロジー	47,000	半導体
17	日立製作所	44,300	半導体
18	旭化成メディカル	43,200	医療器具
19	三洋半導体製造	37,000	半導体
20	セーコーエプソン	35,100	半導体、部品
21	エヌ・ジェイ・アール	29,320	半導体
22	三洋電機	27,920	半導体
23	ルネサンス北日本セミコンダクター	22,000	半導体
24	加賀東芝エレクトロニクス	22,000	半導体
25	東芝モバイルディスプレイ	21,790	半導体
26	ローム・アポロデバイス	21,000	半導体
27	フェニックスセミコンダクター	19,500	半導体
28	ローム	18,920	半導体
29	山形サンケン	18,000	半導体
30	旭化成東光デバイス	18,000	半導体

	企業名	排出量	排出区分(予想)
31	川崎マイクロエレクトロニクス	18,000	半導体
32	デンソー	17,900	半導体
33	ローム・ワコーデバイス	15,140	半導体
34	日本軽金属	15,000	
35	コーデンシ	13,200	半導体
36	セイコーインスツルメント	13,000	半導体
37	日油	12,000	化学
38	ミツミ電機	11,400	半導体
39	トヨタ自動車	11,000	
40	日亜化学工業	11,000	半導体
41	ティー・エフ・ピー・ディー	10,670	半導体
42	リコー	9,800	半導体
43	ローム浜松	9,540	半導体
44	新日本無線	8,890	
45	ロームつくば	8,470	半導体
46	オン・セミコンダクター・テクノロジー	8,200	半導体
47	メルコ・ディスプレイ・テクノロジー	7,000	半導体
48	三井ハイテック	6,900	
49	住友スリーエム	6,000	化学
50	福島キヤノン	4,700	半導体、部品
51	ヤマハ鹿児島セミコンダクター	4,300	半導体
52	日東電工	3,800	半導体
53	キヤノン・コンポーネンツ	3,600	半導体
54	ソニーモバイルディスプレイ	3,200	半導体
55	浜松ホトニクス	3,010	半導体

平成 21 年度 HCFC-141b の排出源

(平成 23 年度 PRTR データから)

	事業者	事業所	排出量	業種
1	日本インテグリス	米沢事業所	73,160	プラスチック製品
2	吉野工業所	小川第 2 (那須)	43,000	プラスチック製品
3	東郷メディキット	日向工場	41,000	医療用品製造
4	新日本製鐵	広畑製鐵所	36,000	鉄鋼業
5	ニプロ医工	(館林)	31,000	医療用品製造
6	ニプロ	大館工場	23,400	医療用品製造
7	JFE スチール	千葉	22,000	鉄鋼業
8	JFE スチール	倉敷	22,000	鉄鋼業
9	三菱重工	名古屋誘導システム	20,000	輸送機械製造
10	テルモ	富士宮工場	19,000	医療用品製造
11	旭硝子	千葉工場	17,005	化学工業
12	不二工機	宇都宮工場	15,930	機械器具製造
13	アール・ピー・エヌ	(尼崎)	14,000	産業廃棄物
14	東洋精機	(尼崎)	13,300	非鉄金属製造
15	三重金属	飯高工場(松坂)	12,000	電気機械器具製造
16	サンデン	(伊勢崎)	10,330	輸送用機械器具
17	パルチラジャパン	富山工場	8,730	輸送用機械器具
18	鷺宮製作所	所沢事業所	8,700	電気機械器具製造
19	新日本製鐵	君津製鐵所	8,000	鉄鋼業
20	ゼロム	小豆島工場	7,860	金属製品製造
21	リサイクル	(東大阪市)	7,795	産業廃棄物
22	ユーシン	広島生産本部	7,539	輸送用機械器具
23	セントラル硝子	宇部工場	7,200	化学工業
24	水島鋼板工業	(倉敷)	6,400	輸送用機械器具
25	日本ジョイント	栃木事業所	6,300	電気機械器具製造
26	ファナック	(山梨)	6,200	電気機械器具製造
27	森精機製作所	伊賀事業所	5,800	機械器具製造業
28	山城金属	(香川県)	5,700	金属製品製造
29	東海旅客鉄道	浜松工場	5,700	鉄道業
30	ジェイ・エム・エス	三次工場	5,600	医療用品製造
31	住友精機工業	(尼崎)	5,410	輸送用機械器具

	事業者	事業所	排出量	業種
32	ニコ精密精機	(南魚沼)	5,330	精密機械器具製造
33	日本ビラー工業	三田工場	5,253	金属製品製造
34	三松堂印刷	板橋工場	5,100	出版・印刷
35	住友金属工業	和歌山製鉄所	4,800	鉄鋼業
36	吉野工業所	藤岡工場	4,100	金属製品製造
37	タイヨーアクリス	(亀岡市)	3,400	金属製品製造
38	ニットク	片瀬工場(福井県)	3,300	繊維工業
39	大和冷機工業	佐伯工場	3,200	電気機械器具製造
40	イチカワ	岩間工場	3,200	繊維工業
41	川崎重工業	兵庫工場	3,100	鉄道車両
42	日本金属	岐阜工場	2,900	鉄鋼業
43	光港化学	(大阪市)	2,990	化学工業
44	シンクロン	鶴岡工場	2,800	機械器具製造
45	JFE スチール	西日本製鉄所(福山)	2,600	鉄鋼業
46	栄通信工業	阿賀野工場	2,590	電気機械器具製造
47	日進化学	(和歌山県)	2,530	化学工業
48	島津製作所	三条工場	2,520	精密機械器具製造
49	西日本旅客鉄道	網干総合車両所	2,500	鉄道業
50	ジェルモ	(長野県)	2,400	電気機械器具製造
51	阿波スピンドル	(徳島県)	2,400	機械器具製造
52	第一高周波工業	川崎工場	2,400	金属製品製造
53	NNP 電子	(磐田市)	2,200	電気機械器具製造
54	エイ・エス・ケイ	いわき工場	2,180	精密機械器具製造
55	ステンレス加工センター	(春日部)	2,100	金属製品製造
56	栄通信工業	見附工場	2,020	電気機械器具製造
57	森精機製作所	千葉事業所	2,000	機械器具製造
58	アダチ・プロテクノ	(二本松市)	2,000	電気機械器具製造
59	テクノデザイン	(熊本県)	1,990	電気機械器具製造
60	トーヨーオプトデバイス	(岸和田)	1,900	精密機械器具
61	ケーヒン	栃木開発センター	1,900	輸送用機械器具
62	大日本印刷	市谷工場	1,800	出版・印刷業
63	昭和電工	川崎事業所	1,800	化学工業
64	宇宙航空研究開発機構	種子島宇宙センター	1,800	自然科学研究

平成 21 年度 HCFC-225 の排出源

(平成 23 年度 PRTR データから)

	事業者	事業所	排出量	業種
1	旭硝子	千葉工場	35,200	化学工業
2	住友化学	愛媛工場	26,000	化学工業
3	テルモ	愛鷹工場	22,000	医療機器製品製造
4	ニプロ医工	ニプロ医工	21,200	医療機器製品製造
5	伏見製薬所	(丸亀)	18,000	化学工業
6	チッソ石油化学	五井製造所	14,210	化学工業
7	旭硝子	鹿島工場	13,000	化学工場
8	JFE スチール	千葉	12,000	鉄鋼業
9	テルモ	甲府工場	12,000	医療機器製品製造
10	テルモ	富士宮工場	10,000	医療機器製品製造
11	ジェイ・エム・エス	三次工場	9,200	医療機器製品製造
12	ニプロ	大館工場	8,300	医療機器製品製造
13	榎山インスツルメンツ	信州工場	8,100	電子応用装置製造
14	大陽日酸	大高事業所	8,100	化学工業
15	ナイルス	茨城工場	8,000	輸送用機械器具
16	清水電設工業	(尼崎)	7,200	金属製品製造
17	不二コントロールズ	(福島県)	6,505	輸送用機器製造
18	兼松日産農林	関東工場	6,500	木材・木製品製造
19	ケーヒン	角田第三工場	6,170	輸送用機器製造
20	田中貴金属工業	湘南工場	5,700	電気機械器具製造
21	ダイトケミックス	静岡工場	5,000	化学工場
22	ナブテスコ	(岐阜県)	4,800	精密機械器具製造
23	トップ	岩瀬工場	4,800	医療器械製品製造
24	京セラケミカル	郡山工場	4,300	プラスチック製品
25	不二テクノス	(沼津)	4,300	輸送用機械製造
26	三井・デュポンロケミカ	清水工場	4,000	化学工業
27	東京航空クリーニング	成田工場	4,000	洗濯業
28	不二工機	玉川工場	3,830	機械器具製造
29	AGC セイミケミカル	茅ヶ崎工場	3,710	化学工業
30	大旺鋼球製造	八尾工場	3,600	金属製品製造
31	島津製作所	三条工場	3,110	精密機械器具製造

	事業者	事業所	排出量	業種
32	関西電力	大飯発電所	3,100	電気業
33	神戸製鋼所	加古川製鉄所	2,800	鉄鋼業
34	佐渡島テック	浦安工場	2,700	金属製品製造
35	マニー	(宇都宮)	2,555	医療器械器具製造
36	アクテス	(厚木市)	2,500	電子応用装置製造
37	関西電力	高浜発電所	2,500	電気業
38	九州計器エンジニアリング	(福岡市)	2,300	機械修理業
39	クレハ	いわき事業所	2,200	化学工業
40	宇宙航空研究開発機構	種子島宇宙センター	2,200	自然科学研究
41	ニッコー	(石川県)	2,200	窯業・土石製品
42	シマファインプレス	(和歌山市)	2,110	機械器具製造
43	旭ポリスライダー	(岡山県)	2,000	プラスチック製品
44	コシナ	(長野県)	2,000	精密機械器具製造
45	ブアレオサーマルシステムズ	熊谷市	2,000	輸送用機械器具
46	ミサワ医科工業	いわき工場	1,900	医療機器製品製造
47	天辻鋼球製作所	(門真市)	1,900	金属製品製造業
48	ユーシン	広島生産本部	1,810	輸送用機械器具
49	ニデック	(蒲郡市)	1,800	医療機器製品製造
50	千住金属工業	(真岡市)	1,800	非鉄金属製造
51	三井化学	市原工場	1,700	化学工業
52	中山精工	鳥取工場	1,660	金属製品
53	富士電機機器制御	吹上事業所	1,600	電気機械器具製造
54	鈴木接点工業	湘南工場	1,600	電気機械器具製造
55	日本電子	昭島製作所	1,500	精密機械器具製造
56	三井・デュポンフロケミカル	大竹工場	1,500	化学工業
57	今仙電機製作所	広島工場	1,500	輸送用機械器具
58	臼井国際産業	伊豆長岡工場	1,500	輸送用機械器具
59	東北電力	女川原子力発電	1,500	電気業
60	日本エステル	岡崎工場	1,400	化学工業
61	ファナック	(山梨県)	1,400	電気機械器具製造
62	日ビス岩手	一関工場	1,400	輸送用機械器具
63	山城金属	(香川県)	1,300	金属製品製造
64	栄通信工業	見附工場	1,220	電子応用装置製造
65	パナソニック	(草津市)	1,200	電気機械器具製造

訪問調査

	洗浄剤・溶剤メーカー	区分
1	日本フロオロカーボン協会	メーカー団体
2	三井・デュポンフロロケミカル(株)	製造・販売
3	日本ソルベイ(株)	販売
4	旭化成ケミカルズ(株)	販売
5	日本ゼオン(株)	製造・販売
6	ダイキン工業(株)	製造・販売
7	旭硝子(株)	製造・販売
8	ハネウェルジャパン(株)	販売
9	住友スリーエム(株)	販売
10	セントラル硝子(株)	製造・販売

	装置メーカー	区分
1	新オオツカ(株)	洗浄装置、回収機
2	エー・エス・ケー(株)	洗浄装置
3	(株)モリカワ	回収機

	ユーザー団体・企業	区分
1	日本産業洗浄協議会	ユーザー団体
2	電子情報技術産業協会(液晶部会)	ユーザー団体
3	電子情報技術産業協会(半導体部会)	ユーザー団体
4	電子情報技術産業協会(電子部品部会)	ユーザー団体
5	全国クリーニング生活衛生同業者組合 連合会	ユーザー団体
6	旭化成(株)	ユーザー企業
7	旭化成ケミカルズ(株)	ユーザー企業
8	旭化成メディカル(株)	ユーザー企業
9	(株)デンソー	ユーザー企業
10	テルモ(株)	ユーザー企業
11	(株)白洋舎	ユーザー企業
12	関東電化工業	製造・ユーザー
13	東ソー・エフテック(株)	製造・ユーザー

メール及びアンケートによる回答

	洗浄剤・溶剤メーカー	区分	備考
1	日本化学工業協会	製造・販売	メール
2	(株)ソルベックス	販売	メール
3	大信化学(株)	販売	メール
4	日本航空宇宙工業会	ユーザー団体	メール
5	昭和電工(株)	ユーザー団体	メール
6	(株)ニディク	ユーザー企業	アンケート調査
7	東郷メディキット(株)	ユーザー企業	アンケート調査
8	セイコーエプソン(株)	ユーザー企業	メール
9	日本インテグリス(株)	ユーザー企業	アンケート調査
10	(株)山本製作所	装置	メール
11	三菱ケミカル(株)	ユーザー企業	メール
12	旭化成エレクトロニクス(株)	ユーザー企業	メール
13	日本航空宇宙工業会	ユーザー企業	アンケート調査
-31	会員企業 18社		

第3章 フッ素系工業用洗浄剤・溶剤の代替の可能性

3.1 排出抑制対策

3.1.1 排出抑制対策の要旨

HFC 及び HFE は、精密部品、躯体の薄型化、小型化の部品などの洗浄に需要があり、洗浄装置も一般的に小型のものを使用する傾向にある。そのため洗浄件数は増えても洗浄剤の使用量は減少している。また、使用する洗浄剤の価格も他の炭化水素系、水系洗浄剤と比較して桁違いに高価であるので、使用する洗浄装置も密封度を向上させて洗浄剤漏洩量を削減できる機種を選択し、回収した洗浄剤は精製して繰り返し使用することにより追加量の削減に努めている。

また、削減対策を更に進める意味から専用の溶剤回収機を取り付ける事業者も増加している。フッ素系洗浄剤向けに比較的小型の装置をこれまでに約 170 台納入しているメーカーがある。クリーンルームで使用できる装置の対応と、特に中小企業に対する装置購入に関する助成措置があれば更に導入が見込まれ、一段の排出抑制が期待できる。

3.1.2 排出抑制対策の状況

(1) HFC・PFC 洗浄剤用途での対策

一般的に洗浄剤の洗浄装置以外への排出は大別して、作業時の大気放出、製品に伴う持ち出し、廃液処理であるが、大気放出における排出の割合が多い。従来洗浄作業は開放系の装置で行われていたことから、作業中に洗浄剤が大気へ直接放出されていたが、環境問題への認識の高まりと共に密封系の洗浄装置が採用されるようになり、大気への放出も大幅に減少した。特に HFC・PFC を含めたフッ素系洗浄剤は価格が他の洗浄剤よりも高価であることから、多くの用途において密封系が採用され、更に洗浄剤の回収・再利用が可能な洗浄装置が選ばれている。

洗浄装置メーカーも密封度を高めて漏洩量の低減を図ったフッ素系洗浄装置を販売している。このような高密封度的手段として、具体的には次のような設計面での漏洩対策が採られている。

洗浄槽のフリーボード比を大きくする(槽壁を高くする)。

冷却コイルの冷却水の温度を低くする。

槽内濃度分布において開口部付近の濃度を極力低濃度に抑えることにより、静止時のオーバーフローの量と、洗浄対象物の出入りによる空気体積量に占める洗浄剤蒸気量を低減して、大気への放出を抑えようとするものである。更に洗浄剤蒸気を真空で吸引し回収精度を高める対策も採られている。

さらに洗浄剤の回収量を上げるために、発生した洗浄剤蒸気を回収する回収機も開発されている。ある回収機では装置に導入されたガスの 99.9%が回収可能であるとの報告もある。この回収機は開放系装置に対しても使用することができる。また、HFC 洗浄剤を使用して高性能部品をクリーンルーム内で洗浄する機会が多いが、そのようなところでも使用可能な回収機が製作・販売されている。

このように HFC・PFC 洗浄剤の排出抑制対策としては、密封系のフッ素系対応の洗浄装置を使用し、更には回収機を設置することにより排出抑制対策を万全にすることができる。

(2) HFC・PFC 溶剤用途での対策

HFC 溶剤として大きな使用量を占めるドライクリーニング分野において、HFC 溶剤専用のクリーニング装置を使用しており、溶剤放出は 1%以下となっている。

一方、化学企業において HFC 溶剤の使用が確認されているが、いずれの企業も京都議定書対象物質としての認識が高いため、製造設備での漏洩対策が効果を発揮し、排出量が毎年減少していることが報告されている。

電子部品、半導体部品及び医療機器関係の業種において製品検査用の溶剤として使用されているが、いずれも漏洩対策は採られていない。電子部品製造関係者は、クリーンルームへの回収機の導入に興味を示していた。

メッキ、潤滑剤、HDD のコーティング等での溶剤を使用する分野では、回収機納入の実績があり、これらの溶剤使用分野では重要な漏洩対策の手段となっている。

3.1.3 洗浄装置

洗浄装置に現在使用されている洗浄剤では、炭化水素系溶剤が 8 割を占めている。防爆対応が必要な炭化水素を除けば、洗浄溶剤の切り替えによる装置の構造の手直しはあまり深刻な問題もなく、おおまかには装置構造の変更なしにでも一般的には切り替え使用が可能である。しかし水系洗浄装置の場合には装置自体が大きくなりやすく、装置の維持管理にも費用を要するなどの欠点がある。

一方、HFC、HFE 系洗浄剤を使用するための洗浄装置は、洗浄対象物に対する高度の清浄度の要求もあり、フッ素系洗浄剤に対応した洗浄装置として設計・製作されている。本調査でヒアリングした洗浄装置メーカーでもフッ素系洗浄剤システムとして次の装置の製作・販売を行っている。

M社のフッ素系洗浄剤システム

- * パーティクル及びアルコール(IPA 等)除去システム
- * 水切り乾燥システム
- * フッ素系混合溶剤洗浄システム

N社のフッ素系洗浄剤システム

- * Co-ソルベント洗浄装置
- * 大型自動洗浄装置
- * 減圧超音波洗浄装置
- * フッ素デポ膜除去洗浄用 MEMS 対応洗浄装置

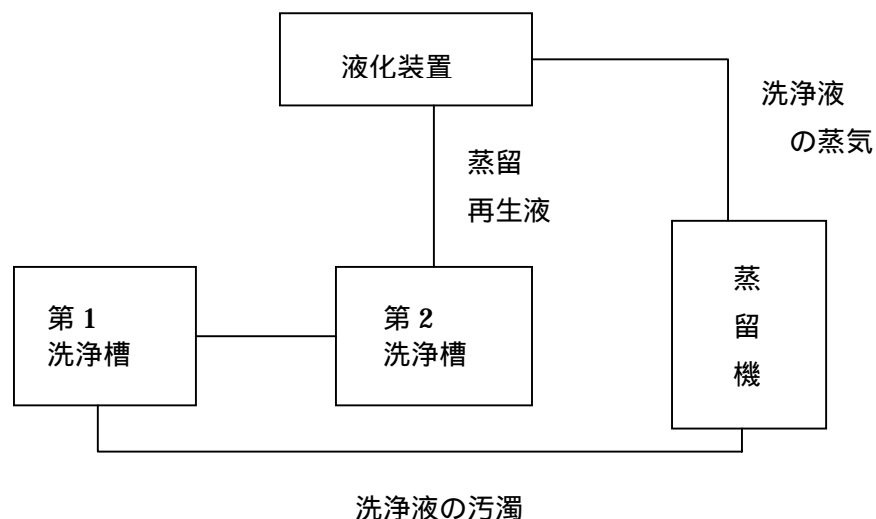
Co-ソルベント洗浄装置、パーティクル及びアルコール(IPA 等)除去機、水切り乾燥機は自動洗浄装置、手動洗浄装置が販売されている。HFC 系洗浄剤洗浄装置の場合は精密部品向けが多く、洗浄対象物が小さいので、洗浄装置も小型化しており、自動装置の価格としては 1,500~2,000 万円/台、手動装置であれば 500 万円程度で販売されている。

< 参考 ; 装置としての比較 >

炭化水素洗浄系洗浄装置-----防爆対応が必要なため高価となる。

水系洗浄装置 -----装置自体が大きくなりやすく、装置の維持管理の費用も大きい。

< 洗浄装置での対策 ; 蒸留再生リサイクル >

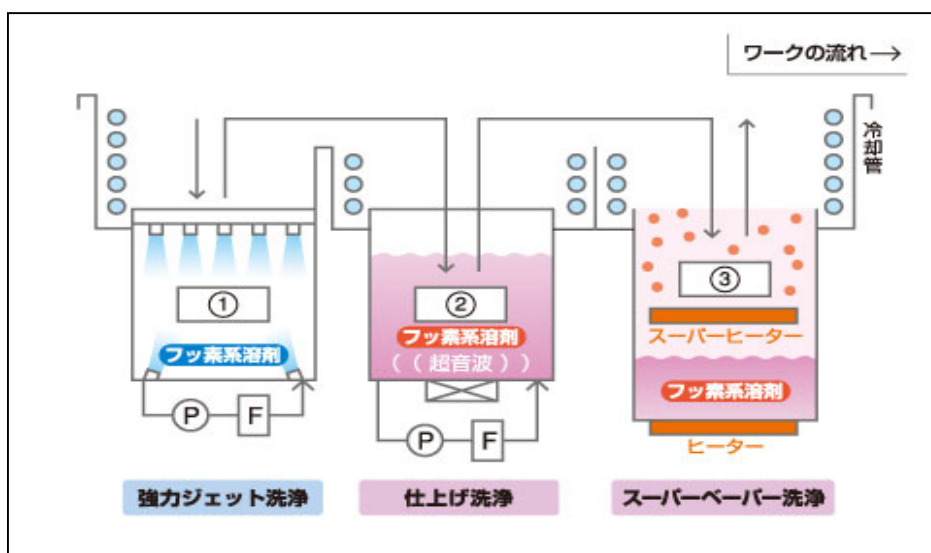


洗浄装置として必要な 3 大要素として、汚れを落とす機能、汚れの再付着を防止する機能、液の浄化機能がある。液に不溶の汚れはフィルターで分離濾過し、可溶の汚れは蒸留機にて加熱蒸留分離され汚液中に残渣として残る。蒸気は成分凝縮コイルにより清浄液として液化再生され、最終浸漬槽へ戻る。

蒸発能力は主に蒸留槽のヒーター容量と使用する溶剤の蒸発潜熱、及び装置の凝縮効

率、熱伝導ロス等によって決まる。

M社のフッ素溶剤対応ジェット洗浄システム



洗浄液の消耗量を低減するスーパーペーパー洗浄方式の採用により、低ランニングコストが可能となった。フッ素系溶剤は他の溶剤と比較して安全で、液管理が容易。スーパーペーパー洗浄乾燥方式採用で仕上げ精度の向上を実現した。

N社のフッ素デポ膜除去洗浄用MEMS対応 フッ素系溶剤洗浄装置



専用のフッ素系溶剤を用いる事で、深堀エッチング後の残渣(フッ素デポ膜)を完全に溶解洗浄する。

2槽式となっており、第1槽で浸漬洗浄を行ってから第2槽でペーパー洗浄を行う事で、高い洗浄精度と乾燥性を実現した。

3.1.4 回収装置

更に回収を完全に行うために圧縮深冷凝縮方式によるガス回収機を使用する漏洩削減対策手段がある。

ガス回収装置としては、常圧低温凝縮方式と圧縮深冷凝縮方式があるが、塩素系、フッ素系、臭素系の溶剤や洗浄剤の場合、それらのガス回収には後者が適している。圧縮深冷凝縮方式ではガスが吸引口を通して装置に導入されて予冷凝縮器で冷却されて水分が粗取りされる。その後、ガスはコンプレッサーで圧縮液化されるが、そこで液化しきれないガスはさらに深冷凝縮器で液化されて貯槽に貯められる。液化された溶剤は水分吸着分離器により脱水乾燥されて再利用される。

吸入されたガスは 99.9%を液化して溶剤として回収することができる。塩素系、フッ素系、臭素系いずれのガスも同じ仕様の装置で回収可能である。ただし、融点 20 のゼオローラ™の場合には、凝固を避ける工夫が必要である。

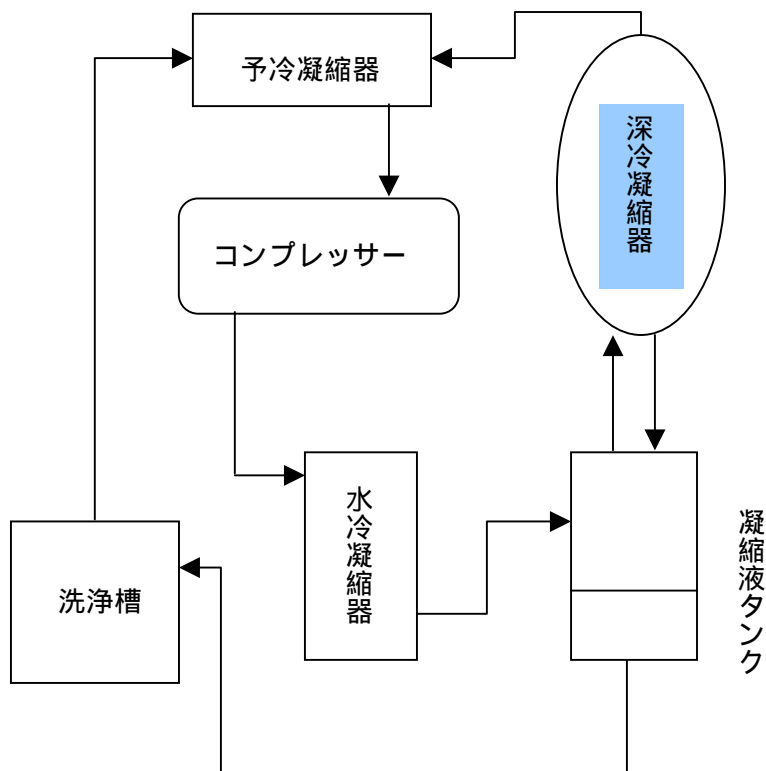
装置はパッケージ化されており、コンパクトである。そのため比較的簡単に移動可能であり、2台の洗浄機に対して1台の回収装置での対応も可能である。

P社においては、小型から大型までの圧縮深冷凝縮方式の溶剤回収装置の対応をしており、価格は700万円～1,500万円/台であり、フッ素系洗浄剤・溶剤向けの回収装置としては、現在までに、およそ170台の販売実績がある。

ユーザーにとっては洗浄機の設置と洗浄剤・溶剤の選択に関心があり、回収装置を同時に設置することにはあまり積極的ではなく、回収装置は付帯設備とみなされる場合が多い。しかし、回収装置を設置することにより大気への排出量抑制による環境への効果や溶剤の回収によるランニングコスト削減効果が認識されてきている。フッ素系の洗浄剤は比較的単価が高いため、削減効果の認識もされやすい。

従って、付帯設備と言う事で設置に逡巡する企業もあるなかで、P社は回収装置を無償で提供し、新液購入費用、排ガス・廃液処理対策費用などのコスト削減効果の一部をサービス料として支払ってもらう「削減サービス(リアース™サービス)」を行って回収装置事業の拡大を図っている。

なお、ガスの高濃度発生源箇所(ペーパー洗浄機の場合はペーパーラインの真上など)に回収装置の取り入口(ガス吸入口)を取り付けることが重要であり、従来大気に放出されていた溶剤が回収、再利用できる。



ガス発生設備から高濃度のまま吸引

深冷凝縮器からの冷気を利用してガスを予冷凝縮器で液化

コンプレッサーでガスを圧縮

水冷凝縮器でガスを液化

更に深冷凝縮器でそのほとんどを液化

水冷凝縮器と深冷凝縮器で液化された溶剤は液タンクに貯留

液タンクの回収溶剤は水分離器で水分を分離して再利用することが可能



3.1.5 ドライクリーニング機

三菱重工が、Solkane-365mfc を CFC-113 の代替溶剤の本命と位置づけて溶剤と専用機械の販売を 2002 年から開始した。その後三菱重工は事業から撤退し、業務を他社に移管している。三菱重工の他にも Solkane-365mfc 専用機を製作・販売する会社がいくつか出現している。



写真は S 社が製作・販売した、初期充填量が 400～740kg の装置である。価格は 1,200～1,800 万円で 12kg～30kg の被洗物が処理できる。溶剤散逸率は被洗物に対して 1%以下とされている。被洗物 12kg を 1 回処理した時の洗浄剤の排出量は、120g 程度となっている。

日本クリーニング新聞に掲載されている、厚生労働省による 2011 年度の「ドライクリーニング溶剤使用管理状況調査結果(2010 年 10 月現在)」によると年率 9.5%増の 200 施設、ドライクリーニング機が 10.8%増の 226 台において HFC-365mfc が使用溶剤の主となっている「その他」の項で使用していると報告されている。同時に記載されている HCFC 系溶剤の使用状況は、168 施設、198 台で前回調査時より施設数が年率 0.9%減、ドライ機が 2.2%減となっている。HCFC はモントリオール議定書により 2020 年全廃に向けての段階的削減が実施されていることから、今後 HCFC 系溶剤を使用している事業者が HFC-365mfc に転換することが更に加速すると考えられ、ドライクリーニング溶剤全体に占める HFC 使用量の比率がより高くなることが予想される。この状況を正確に把握し、排出削減対策を考える上でも、ドライクリーニング用途からの HFC 排出量を把握するシステムの構築(例えば、クリーニング業界による自主行動計画の参加)が望まれるところである。

3.2 代替化の可能性

3.2.1 代替化の可能性要旨

UNEP の技術・経済アセスメントパネル(TEAP)の報告書において、洗浄剤・溶剤分野で使用されている高 GWP HFC の代替品は、現時点では HFE であることが記載されており、2011 年進捗報告書ではこれまでにない断定的な書き方になっている。また、米国 EPA の報告書においても HFE が代替品となることを予想している。

今回の調査に際して行った洗浄関連企業(ユーザー、洗浄剤メーカー、装置メーカー)からのヒアリングにおいても、圧倒的に洗浄剤として HFE を語った印象が強く、フッ素系洗浄剤・溶剤の代表として HFE が既に地位を得ていると言える程の勢いが感じられた。

また PFC についても、PFC 販売企業自体が自社の HFE への切り替えを推進していることもあり HFE への転換が進んでおり、このため洗浄剤用途での使用例をほとんど聞くことができなかった。

さらには、2011 年の COP17 において、京都議定書第 2 約束期間の対象ガスとして HFC-365mfc が決定したものの、HFE がガスの対象とならなかったことが、益々 HFE に転換する弾みになることが予想される。

一方、世界的に高 GWP HFC を低 GWP 製品に転換する気運が高まっている中で、デュポン社は既に低 GWP 冷媒 HFO-1234yf(不飽和 HFC)を開発しているが、今後二年を目途に更に各種低 GWP 製品を上市すべく開発中とのことである。この中には沸点の異なる洗浄剤用製品が含まれることから上市が待たれるところである。

現状ではフッ素系洗浄剤・溶剤は HFC 及び HFE の使用の棲み分けが行われているが、今後さらに HFE の主流化が進むと見込まれる。

なお、HCFC 洗浄剤であるが現在もまだ使用されている HCFC-225 の代替動向は注意深く見守る必要がある。

3.2.2 技術動向と評価

(1) 洗浄剤・溶剤の技術の変遷

洗浄剤・溶剤の技術の歴史はオゾン層問題に端を発した 1989 年モントリオール議定書による規制が始まったことから開始されたといえる。その当時洗浄剤・溶剤として使用されていたフッ素系の CFC-113 および 1,1,1-トリクロロエタン等が規制の対象となることから、その代替洗浄剤及び技術の開発が進められた。CFC-113 及び 1,1,1-トリクロロエタンが価格、安全性、洗浄力、使いやすさ等全ての面で優れているので、ほぼこの二つの物質が洗浄剤・溶剤の多方面の用途で使用されていた。その為これら物質の全廃に向けては多大な努力がなされた。1995 年末に CFC-113 およびエタンの全廃が達成され、その代替洗浄剤としては、水系洗浄剤、準水系洗浄剤、炭化水素系洗浄剤、塩素系洗浄剤、フッ素系洗浄

剤、臭素系洗浄剤というように多岐に渡る洗浄剤が、その用途及び製品目的に応じてその特徴を生かして選択されるようになった。また、それに対応した洗浄装置、周辺技術も開発された。フッ素系洗浄剤である CFC-113 の代替物質としては、分子中のフッ素原子の一部を水素原子に置換してやや分解しやすくした HCFC が開発され、その中でも HCFC-141b と HCFC-225 が洗浄剤・溶剤用途で使用されるようになった。炭化水素系、水系及び塩素系と異なり、HCFC 洗浄剤・溶剤は無毒、不燃性でしかも化学的にも安定なため、価格が高いにも拘わらずプラスチック製造業、一般機械器具製造業、鉄鋼業等が使われ、また医療機器器具製造時の溶剤としても大量に使用されてきた。

しかし HCFC も分子中に塩素を含むためにオゾン層を破壊するとして、段階的にその生産量が削減され、先進国では 2020 年全廃が決められた。この様なモントリオール議定書による HCFC の規制を受けて、オゾン層破壊に影響を及ぼす塩素を含まないフッ素系化合物として HFC と PFC が開発されるに至った。HFC は、塩素を含まないことから洗浄力は落ちるけれども、オゾン破壊係数(ODP)がゼロであり、しかも表面張力が低く微細な隙間に入り込んで微少な異物を洗浄することから、精密機械、自動車等の部品の製造には必須のものとして評価されて使用されてきた。しかしながら 1997 年に京都で開催された気候変動枠組条約第 3 回締約国会議(COP-3)において、HFC と PFC が CO₂ とともに温室効果ガスに指定され、排出削減が求められるようになった。

COP-3 での決定を受けて、モントリオール議定書及び京都議定書の両方で対象とならない HFC 及び PFC の代替として、フッ素系化合物である HFE が注目されるようになってきた。

さらにはオゾン破壊係数(ODP)はゼロで、しかも温暖化係数(GWP)もゼロに近い洗浄剤の出現が望まれ、化学会社において研究開発が続けられている。

(2) 技術評価

本調査において洗浄剤・溶剤使用の使用状況において次のことが明確になった。

(a) 精密な洗浄の必要性から、HFC / HFE でなければならない市場が存在する。

小型モーター部品や電子回路などを集積したデバイスなどの洗浄には、他の洗浄剤に比較して表面張力が小さく微細な隙間に入りこんでの洗浄が可能な HFC 及び HFE が評価されている。

各種洗浄剤の表面張力特性比較

HFC 43-10-mee	HFC 365mfc	HFF 7200	HCFC 225	炭化水素	n-PB (臭素系)
14.1	15.0	13.6	16.2	24.0	25.9

(b) HFC と HFE とは洗浄特性がほぼ同じことから、全く同じ市場(輸送用機械器具、精密機械製造、電気機械製造の分野)で競合している状態に既にある。

	HFE		HFC	HFC
	住友スリーエム		三井・デュポン フロロケミカル	日本ソルベイ
商品名	ノベック		パートレル	ソルカン
グレード	7100	7200	XF	365mf
沸点 ()	61	76	55	40.2
比重 (25)	1.52	1.43	1.58	1.26
粘度 (25)	0.38	0.40	0.67	0.53
表面張力	13.6	13.6	14.1	15.0
引火点	なし	なし	なし	なし
燃焼範囲	なし	あり	なし	あり
KB 値	10	10	5	13
許容濃度	750	200	200	500

(c) 熱的安定性、不燃性および安全性の点を考慮して製品の検査用溶剤として HFC および PFC が使用されている。また、一部の検査用途では HFE に代替化している。

(3) 市場動向

HFC に比べて価格が高い HFE が既に量的に多いことが関係者のヒアリングから判明した。

推定出荷量及び推定価格

	出荷量(トン)	価格帯(円)
HFE	2,000 以上	3,500 ~ 5,000
(参考) HFC	1,200	1,800 ~ 4,000

HFE の使用量が多い理由としては、HFC が京都議定書対象物質であり、HFE が対象物質ではないことが大手ユーザーの選択の指標にしていることが次の例から分かる。

* ある事務機械器具メーカーは会社の方針として、HFC から HFE に転換している。

* 自動車部品メーカーでは、既に HFE を主に使用しており、特殊な品質目標から一つの用途にのみ HFC を使用している。

更には、PFC の販売メーカーである住友スリーエムは、洗浄用途から PFC を撤退させ代

わりに HFE を展開させる方針にしていることも大きく影響している。

これらのことから洗浄剤・溶剤用途においては、既に HFC 及び PFC から HFE への代替が進んでいると言える。

<用途毎の代替化の変遷とその理由>

用途分野	代替化の変遷と転換の理由
プラスチック製品	<p>HCFC → 炭化水素 (モントリオール議定書) (洗浄剤コスト)</p>
一般機械部品	<p>HCFC → 炭化水素 (モントリオール議定書) (洗浄剤コスト)</p> <p><脱脂用途></p> <p>HCFC → 臭素系(n-PB) (モントリオール議定書) (洗浄力)</p>
精密機械部品 電気部品 輸送機械部品	<p>HCFC → HFC → HFE (モントリオール議定書) (京都議定書)</p> <p>将来的には HFO へ</p>
医療機器器具	<p>HCFC → <u>品質面から HFC 及び HFE では代替できない</u></p>
クリーニング溶剤	<p>HCFC → HFC → <他の溶剤> (モントリオール議定書) (京都議定書) (品質)</p>

(4) 今後の技術動向

以上のことから分かるように、現在 HFC 洗浄剤の代替物質としては HFE が完全にその地位に定着しており、京都議定書の対象物質ではないことから、しばらくは使えるというのが使用者側の選ぶ理由となっている。

現在使用できる洗浄剤・溶剤の中で HFE-569sf2(ノベック HFE-7200)の GWP100 年値が 59 と最も小さい値となっているが、それよりも GWP 値が低い洗浄剤が市場に現れるまでは HFE が使用されることは間違いのないところである。

一方、ドライクリーニング溶剤としての HFC は、各種あるクリーニング剤より安全、安心、しかも沸点が低いことが長所として使用されているが、沸点 40 近辺のものが出現すれば、HFC-365mfc が京都議定書第 2 約束期間の対象物質であることから、新物質に代わる可能性は十分にある。

冷媒用途等で低 GWP 不飽和 HFC(例えば HFO-1234yf、HFO-1234ze)が注目されているが洗浄剤・溶剤用途についても低 GWP 不飽和 HFC(HFO)の出現が待たれるところである。三井・デュポンフロロケミカルの情報によると、デュポンは HFO-1234yf 以外にも超低 GWP フッ素化オレフィン(低 GWP 不飽和 HFC)を開発中であり、上市予定を次のように考えているとのことである。

デュポン社の新低 GWP HFC の開発スケジュール

順番	沸点()	上市時期(年)	用途	GWP	備考
1	110	2012	溶剤、熱媒	一桁	化審査法 OK
2	70	2 年以内	洗浄剤、溶剤	10 未満	
3	30 近辺	2 年～3 年	溶剤、発泡		化審査法 OK

沸点 70 で GWP が 10 未満の洗浄剤が出現すれば、さらに HFE からの代替が可能となり、洗浄剤・溶剤用途においても低 GWP 化が進むことになり、期待される場所である。

更には、環状 HFC のゼオローラ H(日本ゼオン)の価格が HFE と同等レベル以下まで下がれば代替品の対象となる可能性がある。特に HFC 及び HFE が代替できない医療機器用途では HCFC からの代替が可能となる。

3.2.2 今後の方向性

2010 年の「第 13 回オゾン層保護・地球温暖化防止大賞」においてキヤノン(株)が「フ

フッ素系溶剤の回収・リサイクルによる防止対策の推進」で優秀賞を受賞している。キヤノンでは、デジタルカメラ等のレンズ洗浄の乾燥工程や同コンポーネントの潤滑剤の塗布等に使用してきた HFC を全面的に HFE に転換した。さらにフッ素系溶剤排ガスの液化回収技術を確立し、大気放出される HFE の 9 割以上を高効率で回収・リサイクルするグローバルな生産体制を確立したことが評価された。このシステムにおいて低濃度かつ大風量となる HFE を含むガスを回収する装置は自社開発した装置であるが、液化回収装置は P 社の設備が使用されている。キヤノンでは国内外 7 生産拠点でこのシステムを使用している。

低 GWP の HFC 洗浄剤・溶剤が開発されれば市場での様相は変わるものと思われるが、現時点では、洗浄剤・溶剤として HFE を使用する洗浄工程では、フッ素系溶剤専用洗浄機による洗浄機及び回収機により洗浄剤を回収・リサイクルするシステムが、HFE 溶剤を使用する塗布工程では塗布機後に回収機により溶剤を回収し、リサイクルするキヤノン方式のシステムが現状では最善の排出抑制対策となる。この方式を取り入れるには設備投資が必要で、中小企業にはコストがかかるため、導入支援などの助成措置が必要となる。洗浄剤・溶剤の全ての用途において、回収機を付帯したシステムの導入が進めば地球温暖化に大いに寄与することになる。

3.3 関連情報

TEAP 報告書及び米国 EPA 報告書からの代替化に関する情報として、次のように記載されている。

* HFC の代替品は HFE で、米国においても精密洗浄と電子部品洗浄用途で HFC-43-10mee が HFE に代わっている。
* PFC は世界の溶剤市場では割合が小さい。PFC の顧客は直接 HFE に転換している。

3.3.1 モントリオール議定書 TEAP の報告書

(1) HFC 代替物質の候補

2010 年にモントリオール議定書締約国会合の要請(決定 XX/8)により技術経済アセスメントパネル(TEAP)が行った HCFC/HFC の代替品の評価報告書では、洗浄・溶剤用途における HFC の代替品については次のように記載している。

「マーケットの許容度のレベルはまちまちなので、HFC に完全に代わりうる候補を 1 つ上げるとなると見当たらない。従来の HFC より GWP が小さく、溶解性が適当な新しい HFE が開発される可能性も残されている。このカテゴリー中の 1 つの例となるのが HFE-347pcf であろう。しかしながら洗浄用としての性能に関する情報は極めて少ない。また数種類の超低 GWP フッ素化オレフィンが、現在、各種用途の用途に使用する可能性を開発中であり、そのなかでは洗浄用の可能性もある。」

また、最新情報として、2011 年の TEAP 進捗報告書の中で、化学-TOC は洗浄用途について、次のように記載している。

「高 GWP HFC の代替には多くの可能性のある選択肢が存在し、様々なところで受け入れられている。しかしながら、HCFC と高 GWP HFC を完全に代替するために最も適する単一の選択肢は今のところない。低～中程度の GWP 値を持つ HFE は、最も高価な洗浄剤であるが、高 GWP HFC 代替品の一つの選択肢として期待されている。しかしながら現在の伸び率は高いかもしれないが、使用量としては比較的小さい。」

いずれも HFE が HFC の代替品となることを示唆している。

(2) 各報告書の詳細

()TEAP2008 報告書から

TEAP2008 年報告書の C-TOC 担当分には洗浄剤に関し次のように記載している。

「2006 年の報告書以降、溶剤用途での新代替品は開発されていない。溶剤用途では HFC、HCFC と HFE が今のところ主流となっている。」

()モントリオール議定書決定 XX/8 に基づく TEAP 報告書(ODS の代替報告書)から
洗淨分野での HCFC / HFC 代替物質の候補 ;

HCFC / HFC 系溶剤の中で、CFC-113 の全廃前の量レベルに達したものはない。例えば、1990 年代半ばにおける HCFC-141b 系溶剤の全世界使用量は、約 27,000 トンであった。それ以降、アジアの需要は増加したが、米国と EU における需要はゼロ近くまで落ち込んでいる。日本の需要は現在約 2,000 トンと減少している。HCFC-225 の需要は、おそらく 4,500 トンに満たないであろう。HCFC / HFC 系溶剤の量は、少量にとどまり、おそらくそれぞれ 4,500 トンに満たないどころか、これよりはるかに少ないであろう。

HCFC / HFC 系溶剤の使用を打ち切らねばならないとした場合、CFC の全廃時に利用できた溶剤が今後も引き続き使用でき、マーケットの受容度のレベルはまちまちになると予想される。しかしながら HCFCs / HFCs に完全に代わりうる候補を 1 つ上げるとなると見当たらない。炭化水素（更には、アルコール、ケトンなど）は効果的な溶剤ではあるが引火性が強すぎる。装置の設計を工夫すれば（一部はコストが高つく）、危険性は抑制できるが引火性の問題があるため、普及は制約されるかもしれない。更に、一般的に使用されている炭化水素の大半は VOCs であるため、一部の国では普及が制約されるかもしれない。

溶解力が高い塩素系溶剤も、今後各種洗淨剤として、HCFCs / HFCs の代替物質となるであろう。しかしながら毒性の問題があるため、塩素系溶剤への大規模な転換はありそうにもない。例えば、米国とヨーロッパにおけるトリクロエチレン（TCE）の使用量は、TCE が発癌性物質にリストアップされて以降大幅に減少した。米国では、OSHA PEL は、いまだに 100ppm（8 時間時間加重平均）であるが、ACGIH TLV は 10ppm に低下した。同様に、n-PB は効果的かつ有用な溶剤ではあるが、毒性の問題があるため、広く普及することは考えられない。n-PB については許容接触限界が 10ppm、場合によっては 1ppm となっている。

水系洗淨剤への転換も考えられるが、一部の製品 / 工程には水が使用できないため、その利用には限界がある。水系洗淨剤工程の後には、エネルギー集約的な乾燥工程が必要になることもある。一部製造工程外での洗淨の機械設計が行われる場合もあるかもしれない。

HCFC / HFC 系溶剤のノンフロン代替物質 ;

従来の HFCs より GWP が小さく、溶解性が適当な新しい HFEs が開発される可能性も残されている。このカテゴリー中の 1 つの例となるのが HFE-347pcf であろう。この化合物は、2 つの部分フッ素化アルキル基を酸素に結合した非分離型ハイドロフルオロエーテルである。この物質は新しい化合物で、市販されるようになったのもごく最近である。そのため洗淨用としての性能に関する情報は極めて少ない。

数種類の超低 GWP フッ素化オレフィンについて、現在、各種の用途を開発中である。その中には、溶剤用も含め、性能、毒性、環境特性が最高の形で組み合わさっているものもあるかもしれない。例えば、新たに開発された低 GWP の液体化学物質は、初期の試験結果

によれば CFC-113 に近い溶解性を示し、引火性がなく、良好な毒物学特性を示しているほか、VOC に分類されない可能性もあるようだ。

() 代替化に関する TEAP2010

使用される HCFC 溶剤には HCFC-141b と HCFC225ca/cb がある。多くの非 5 条国で使われる HCFC-141b は 2003 ~ 2004 年までに全廃したが、5 条国での HCFC-141b の使用はまだ増加している。HCFC-225ca/cb は軍事・宇宙ロケット用途の酸素システムの洗浄と精密機器洗浄の非常に限られた用途、そして他の物質のキャリアーとして日本と米国のみで使用されている。

HFC 系溶剤としては 2 種類の化合物が利用されている：HFC-43-10mee と HFC-c447ef である。洗浄剤としては HFC-43-10mee が主として使われ、洗浄効果を高めるためアルコール、塩素系溶剤、炭化水素等を混合し、精密機器洗浄や半導体部品洗浄に使われる。HFC-c447ef の使用は電子機器部品の洗浄に限られている。これらの HFC はあらゆる地域で利用可能であるが、溶剤の価格が高いので主に非 5 条国が主流となっている。ハイテク産業向けに使用されている。低 GWP への関心度が増すなかで、他の適当な代替品が存在しない重要な用途での使用が注目されている。

HCFC 及び HFC 洗浄剤を代替しようとする、CFC の全廃時に使用された選択肢の多くがまだ利用できる。これらには水系、準水系、炭化水素、アルコール、塩素系と n-プロピルプロマイド(n-PB)の洗浄剤が存在する。しかしながら HCFC と HFC を完全に代替することができる単一の選択肢はない。炭化水素(とアルコール、ケトンその他)は効果的な溶剤であるが、しかし極めて可燃性である。設計面の管理やお金をかければリスクを削減することはできるが、しかし可燃性の問題は成長を阻害する。加えて、使用される炭化水素の多くが VOC であり、これが更に国により成長を妨げている。

塩素系溶剤も高い洗浄力から多くの洗浄用途で HCFC と HFC を代替できる。しかしながら毒性への関心から大きく塩素系溶剤に移行するとは思われない。例えば、トリクロロエチレン(TCE)は、発ガン性の可能性があるとしてリストアップされて以降米国と欧州での使用が大幅に減少した。同様に、n-PB も効果的で有用な洗浄剤ではあるが、毒性の点で大きな成長と使用拡大は望めない。

水系洗浄剤への転換がいくつか行われているが、製品や工程には単純に水を許容できないものもあるため、使用が限定される。水系洗浄工程には、エネルギーを使用して水を乾燥させる余分な工程が必要となる。

HFE-449s1(C₄F₉OCH₃)と HFE-569sf2(C₄F₉OC₂H₅)が CFC の代替として使用されており、高 GWP HFC 洗浄剤からの代替も可能である。HFE-449s1 と HFE-569sf2 の GWP(100 年値)はそれぞれ 297 と 59 である。しかしながら HFEs 単独では洗浄力が中程度なので使用に限られる。幅広い洗浄力を持たせるためにアルコールや塩素系等と混合して使用される。価格が比較的高いため、塩素系溶剤や炭化水素のような低価格のものとの競合では使

用が限られる。

既存の HFC よりも洗浄力があり GWP も低い新しい HFE が開発される可能性は残されている。例えば、HFE-347pcf2(CHF₂CF₂OCH₂CF₃)で GWP は 580 である。この化合物は最近商業化されている。しかしながら洗浄用途での性能に関する情報はほとんどない。

溶剤・洗浄剤のまとめ

	洗浄剤
使用している HCFC	HCFC-141b、HCFC-225ca/cb
HCFC の占有率	10%以下
HFC の占有率	5%以下
使用している low-GWP 代替品	水系、準水系、炭化水素、アルコール塩素系、臭素系
Low-GWP 占有率(先進国)	90%以上
新たな low-GWP 代替品	候補の出現はない

3.3.2 米国 EPA の報告書

米国 EPA が発行した「Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases」には洗浄分野の排出削減対策について次のように記載している。

米国は HFC43-10mee が ODS 代替品の主要なものとなっており、PFC/PFPE の使用は減少している。これは EPA の SNAP により使用が制限されていることによる。

次ぎに対策としては、次のように予想している。

洗浄分野の削減策

削減対策	排出削減 (Mt-CO ₂)	2020 年ベースラインからの削減率	累積削減量
レトロフィット	0.0454	1.0%	0.05
HFE へ	1.11	24.7%	1.16
準水系	0.35	7.7%	1.51
水系	0.70	15.5%	2.20
最大削減量	2.20		

HFC 溶剤には HFC-43-10mee、HFC-365mfc と HFC-245fa が含まれる。これらの中では HFC-43-10mee が共通の溶剤として最も多く使用されている。HFC-365mfc はコストを下げるために HFC-43-10mee との混合して使われている。HFC-245fa はエアゾール用溶剤として使用されている。Heptafluorocyclopentane がそれ以外の溶剤として使用されているが、量が極めて少ない。特に精密洗浄用途では HCFC が使える限りは

HCFC-225ca/cb を使うだろう。PFC と perfluoropolyether は使用範囲が限られている。最近の傾向として、精密洗浄と電子部品洗浄用途では、GWP 換算排出量が行き渡ってきている。金属洗浄では、代替洗浄として高 GWP 物質を使用しない方法へ転換している。

洗浄分野の技術概要

	金属洗浄	電子洗浄	精密洗浄
塩素系溶剤	×	×	×
HCFC (HCFC-225ca/cb , HCFC-141b)		×	×
HFC (主に HFC-43-10mee)		×	×
PFC		×	×
HFE		×	×
炭化水素	×	×	×
アルコール	×	×	×
臭素系溶剤	×	×	×
メチルシロキサン	×	×	×
代替洗浄技術			
水系	×	×	×
準水系	×	×	×
無洗浄プロセス	×	×	

洗浄分野からの HFC、PFC、HFE 排出量はいくつかの技術を使うことでゼロにすることも、削減することもできる。また、設備の改良・改善によっても削減できる。世界的にも水系や準水系の洗浄剤も既に使用されている。高 GWP PFC や HFC に替わって、低 GWP の HFC や HFE を代替品とする検討が行われている。ケトン、エーテル、アルコールの様な可燃性有機溶剤も HFC、PFC、HFE を代替できる。さらにここでは 3 つの削減選択肢を挙げている。

HFE 溶剤 既存溶剤を使用した設備、プロセスの改良 水、準水系

HFE 溶剤への転換

HFC、PFC 溶剤は低 GWP の有機溶剤に代替できる。これらには低 GWP の HFC、HFE、炭化水素などが含まれる。HFE は精密洗浄で PFC、CFC-113、HFC、HCFC に置換することができる。コンピューター関係では PFC 溶剤から HFC-43-10mee と HFE の転換に成功している。精密洗浄と電子部品洗浄で HFE が HFC-43-10mee から替わっている。PFC は世界の溶剤市場では割合が小さい。PFC の顧客は直接 HFE に転換している。

HFE は利便性、安全性、効率から米国で受け入れられているが他の国での浸透性は低い。

既存溶剤を使用した設備、プロセスの改良

HFC、PFC そして HFE はこれまでの CFC-113、HCFC-141b より高価である。排出量を削減し、コストを下げる試みが装置の大きな改良へと繋がってきた。封じ込めの強化

その他の削減技術を実行することで、溶剤洗浄で使用される HFC, HFE と PFC の排出を削減することができる。例えば、HFC 溶剤を使用した洗浄措置では高さをより高くし、冷却管の温度を低くするように改造している。また、作業方法を見直すことでも排出量を最少にすることもできる。さらには溶剤槽とコンデンサーシステム両方のデザインの見直しにより蒸発ロスも最少にすることもできる。米国では、多くの企業が有害大気汚染のための国家排出基準(NESHAP)を守るために新しく設備を購入し、装置の改造を行っている。

水、準水系への転換

水系プロセスでは、水をベースとした洗浄溶液が主溶剤として使用され、汚染物を除去するために洗剤を使用するのが一般的である。準水系プロセスでは、洗浄溶液は水に可溶性界面活性剤を混合した有機溶媒である。溶剤/界面活性剤ブレンドの例としては、グリコールエーテルにテルペン/水混合物をブレンドしたものがある。多くの電子部品、金属部品、精密部品のユーザーは既に水系か準水系洗浄方法に転換している。両プロセスとも大型の金属洗浄では成功していることが証明されている。水系洗浄技術は 25 年以上も広く利用され、先進国での多くの電子部品溶剤システムを置き換えている。

準水系洗浄もこれまで利用されてきたが、水系洗浄に比べて工程が多いため、プロセスが複雑でそれに伴い洗浄のコストが高くなることなどから、電子部品洗浄では多くの先進国で多くの商機を逃している。また、基板の腐食あるいは複雑な構造を持つ製品に対する洗浄不足などの問題から生じる技術的な限界が市場での容認度を減少させている。米国では HFC や HFE のようなフッ素系溶剤を好む傾向があるので、他の地域より市場浸透率は低くなることが予想される。途上国は低コストであると認識しているのでこれらの技術を好むであろう。例えば、中国では、排水処理のように新たに費用を必要とするのにもかかわらず、使用する非フッ素系洗浄剤の価格が低いので水系洗浄剤は人気がある。一方で、水の利用度、製品を乾燥するためのエネルギー関連のコスト、地域での排水規制が、途上国でこの選択肢を検討することを妨げている。全ての地域において、準水系の選択は水系洗浄よりも僅かに低いと思われる。

以上の選択肢の市場浸透率を EPA は下記のように予測している。

対策選択肢の市場浸透率 (%)

	2005			2010			2015			2020		
	米国	先進国	途上国	米国	先進国	途上国	米国	先進国	途上国	米国	先進国	途上国
装置の改造	5	5	5	0	0	8	0	0	12	0	0	15
HFE	10	5	5	30	10	10	45	15	15	60	25	25
準水系	1	3	3	3	5	5	4	8	8	5	10	10
水系	3	5	5	5	10	10	8	15	15	10	20	20

第4章 国外の動向

4.1 COP17&COP/MOP7の結果概要

第17回気候変動枠組条約会議(COP17)と第7回京都議定書締約国会合(COP/MOP7)が南アフリカ/ダーバンで2011年11月から12月にかけて開催された。これまで何年もの間議論されてきた2013年以降の枠組みについての大きな方向が決定した。その決定事項とHFC等3ガスに係る事項につき記載する。

(1) COP17&COP/MOP7の結果

会議期間を延長しての閣僚級協議の結果、次の4つを成果として合意した。

() 将来の枠組みへの道筋

ダーバン・プラットフォーム特別作業部会を設立して、次のことを行っていく。

- * 全ての国に適用される議定書、法的文書または法的効力を有する合意成果を作成する。
- * そのためには遅くとも2015年までに作業を終了する。
- * 作業の第一段として、2012年前半に作業計画を策定し、COPに報告する。
- * 法的拘束力のある合意成果を2020年から発効させる。
- * これまで議論を行ってきた条約作業部会(AWG-LCA)は、2012年のCOP18にてパリ行動計画の目的を達成するための一連の決定を採択することで役割を終える。

() 京都議定書第2約束期間に向けた合意

- * 2013年1月1日から、京都議定書第2約束期間を設定する。期間の長さについては来年(2012年)決定する。期間の長さについては途上国が支持する2017年と先進国が支持する2020年の両案が併記されている。
 - * 第2約束期間に参加する国は、自国の削減数値目標を2012年5月1日までに提出する。
 - * 議定書作業部会(AWG-KP)が、先進国の削減目標の設定をCOP18(2012年)で行う。
 - * 対象ガス等のルール、森林吸収源(LULUCF)のルール、京都メカニズムに関する一応のルールも採択された。
- 尚、AWG-KPは2012年のCOP18で役割を終える。

() 緑の気候基金

基本設計に合意した。

() カンクン合意に向けた一連の決定に合意した。

- * 削減目標・行動推進のための仕組み
- * MRV(測定、報告、検証)の仕組みのガイドライン等
- * 適応委員会の活動等
- * 資金目標・行蕩 x + Pテ 6&tNX&lxP&Y

緑 返 ヲ W CH-1 g E 起

カナダ、オーストラリアは使用量が少ないとして反対した。その後情報が共有されるようになると議論参加者の認識も深まり、2010年の議論ではHFC、PFCの他NF₃を加えることで決着するムードが漂っていたが、COP16時の最終の公式文書上は次のように2つのオプションが記載され、新ガスについては全て括弧書きの状況にあった。

COP16時のAWG-KP議長テキスト FCCC/KP/AWG/2010/CRP.4rev.4

第 章；京都議定書改正附属書A

第 章；その他のコンタクトG検討

	第 章	第 章
オプション1	ガスを変更しない	HFC, PFC, SF ₆ [NF ₃] [HFE] [PFPME] [SF ₅ CF ₃]
オプション2	HFC, PFC, SF ₆ [NF ₃] [HFE] [PFPME] [SF ₅ CF ₃]	ガスを変更しない

()採択文書での新ガス追加の記載

京都議定書の附属書Aに対する改正提案
 議定書の附属書Aに記載されている「温室効果ガス」のリストを次のように置き換える。

温室効果ガス

二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)
 ハイドロフルオロカーボン(HFC)
 パーフルオロカーボン(PFC)
 六フッ化硫黄(SF₆)
 三フッ化窒素(NF₃)

採択されたAWG-KPの作業結果文書の附属書2には次の記載がある。

また、AWG-KPで新ガス追加の議論を行ってきた「その他の事項のコンタクトG」の結果報告書(採択文書)にガス追加、規準年、GWP等の詳細が書かれている。

決定文書 Decision -/CMP.7

Greenhouse gases, sectors and source categories, common metrics to calculate the carbon dioxide equivalence of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks, and other methodological issues

決定 - /CMP.7(訳)

温室効果ガス、分野、発生源の分類、発生源別の排出量および吸収量の二酸化炭素換算値の計算の共通基準、その他の方法上の問題

締約国会議 / 京都議定書締約国会合は、

京都議定書の第 3 条第 9 項、第 5 条、第 7 条、第 8 条、第 20 条および第 21 条を改めて確認し、

また、決定 1/CMP.1、決定 1/CMP.5 および決定 1/CMP.6 を改めて確認し、

温室効果ガス、分野、発生源の分類、発生源別の排出量および吸収量の二酸化炭素換算値の計算の共通基準、その他の方法上の問題に関して締約国が行った提案を考慮し、

京都議定書の下での付属書 国 国の更なる約束に関する第 10 回特別作業部会の報告の補遺に記す決定案の要素について締約国が行った提案を考慮し、

A. 温室効果ガス

1. 京都議定書の第 2 締約期間に向けて、IPCC の第 4 次報告書に掲載された各種の HFC および PFC ならびに SF₆ および NF₃ の実際の排出量を、締約国がデータまたは方法を手に入れた場合に推定し、報告し、当該期間の数量化した排出抑制・削減の公約の範囲に加えるべきである旨を決定する。
2. IPCC 第 4 次報告書には、まだ少量しか生産されていない高 GWPs の他の新しい温室効果ガスが掲載されているので、削減約束の中に取り組み必要があるか否かを確認すべきことを判断するためにも詳細に監視する必要があることを認識し、
3. 各国の温室効果ガスインベントリの中に、当該ガスの排出量を報告できる体制を整えることを締約国に奨励する。
4. 京都議定書の付属書 A に掲載されている温室効果ガスに、追加の温室効果ガスを加えるか否かについて判断するにあたっては、下記考察が妥当である旨合意する：
 - (a) 人為的なガスの発生源の地球温暖化に対する現在の寄与度および将来の予想寄与度を、二酸化炭素換算値で表す。
 - (b) データが入手できるか否か、取り決めた算定方法が利用できるか否か、データ収集、共通方法の策定にあたって追加的な資源が必要か否かに関する実践上の考察。
 - (c) 京都議定書の付属書 A にすでに掲載された温室効果ガスの代替の可能性または代替の傾向を早期に把握すること。

B. 共通基準

5. 京都議定書の第 2 締約期間については、京都議定書の付属書 A に掲載されている温室効果ガスの排出・吸収量の二酸化炭素換算値を計算する際に締約国が採用する地球温暖化係数(GWP)は、地球温暖化係数の推定に伴う固有一款複雑な不確実性を考慮し、100 年

間に渡る温室効果ガスの温室効果に基づき、気候変動政府間パネル(IPCC)の第4次報告書に対する第1作業部会の寄稿論文の正誤表 2.14 における「特定期間の地球温暖化係数」と題する表に掲載されているものとする旨決定し、

6. 地球温暖化係数の利用にあたっての不十分な点および代替共通基準については、IPCC が第4次報告書に関する作業の一環として現在でも評価を行っていることに留意し、
7. 地球温暖化係数は、バスケット方式では引き続き有益な放射強制力に基づく明確な基準であることに留意し(ただし、地球温暖化係数の採用は、特定の政策目標を念頭に置いたものではなく、個々の政策目標に応じて、別の基準を採用する方が望ましいこともある)。
8. 寿命が短い温室効果ガスの排出量の気候変動への寄与度を評価するにあたっては、100年間という期間を対象とする地球温暖化係数の採用には制約がある旨に留意し、
9. 事務局段階で、SBSTA(科学的・技術的助言に関する補助機関)が、資源の利用見込みに応じて共通基準に関するワークショップを2012年上半期に開くよう要望したことを高く評価し、
10. 第3約束期間またはそれ以降の約束期間について、京都議定書付属書Aに掲載されている温室効果ガスの排出・吸収量の排出量の二酸化炭素換算値を計算する際に採用する基準の選択の影響をIPCC等の作業に基づき評価するよう、SBSTAに求める。
11. また、2015年以前に当該評価を開始し、締約国が採用する最適の基準と関係数値に関する決定を締約国会議/京都議定書締約国会合で採択することをめざして、最適の基準と関係数値に関する勧告を、締約国会議/京都議定書締約国会合に提出するよう、SBSTAに求める。
12. 二酸化炭素換算値を計算する際に締約国が採用する基準の変更または数値の訂正のために締約国会議/京都議定書締約国会合が採択した決定は、当該の変更または訂正の後に採択された締約期間に関する京都議定書第3条に基づく公約にのみ適用する旨、決定する。
13. 同条約、京都議定書および関係の法的文書の締約国に対して、温室効果ガスの二酸化炭素換算値を計算する際に締約国が採用する基準およびその数値に関して一貫した方式を採用するよう努力することを奨励する。

C. 各国の温室効果ガスのインベントリに関する 2006年 IPCC ガイドラインの適用

14. SBSTAの第30回会合において、締約国会議での採択に向けて、2015年に正規の利用を開始すべく、改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドラインに関する決定案を勧告する目的で、「同条約第1部の付属書Iに記されている締約国のインベントリ作成のガイドライン：年間インベントリに関する UNFCCC 報告ガイドライン」(以下では、「付属書 国の報告ガイドライン」と呼ぶ)を改訂し、*各国の温室効果ガスのインベントリに関する 2006年 IPCC ガイドライン*を利用する際の報告に関する方法上の諸問題に取り組むため

- に 2010 年中に作業計画に着手することに合意したことを承知し、
15. 京都議定書の付属書 A に掲載されている温室効果ガスおよび分野 / 発生源の分類に関してモントリオール議定書により規制されていない温室効果ガスの発生源別の排出・吸収量の算定方法は、京都議定書第 2 約束期間より上記第 14 項に掲げる手続きを通じて採択される *各国の温室効果ガスのインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン*(改訂 UNFCCC 付属書 国報告ガイドラインを通じて実行) に沿ったものとする旨決定する。
 16. また、京都議定書の第 3 条の第 3 項および第 4 項に基づく温室効果ガス発生源別の排出吸収量の算定および計算に関して、締約国会議 / 京都議定書締約国会合は、遅くとも第 10 回会議において、気候変動政府間パネルの土地利用、土地利用変化、林業に関する IPCC グッドプラクティス・ガイダンスの第 4 章等に基づき、決定 - /CMP.7 の第 8 項および第 9 項に掲げる補足的方法に関して合意する旨決定する。
 17. 更に、基準年の排出量を含め、温室効果ガスの発生源別の排出・吸収量の時系列は、第 2 約束期間に向けて再計算する旨決定する。

(3) HFC の取り扱い

条約作業部会(AWG-LCA)での文書作成段階で出された議長テキストには、HFC に関する文章が緩和の章に記載されていた。しかし最終の決定文書からは消えていた。

() COP17 での状況

一週間の交渉の成果として 12 月 3 日の朝に議長テキストが発表になった (FCCC/AWGLCA/2011/CRP.37)。そのテキストの 章緩和の E 項「**Various approaches, including opportunities for using markets, to enhance the cost-effectiveness of, and to promote, mitigation actions, bearing in mind different circumstances of developed and developing countries**」で HFC についての次の文章が挿入された。更にこの文章は、12 月 7 日に出された改訂版(FCCC/AWGLCA/2011/CRP.38)でも残されていた。だが今回も決定文書からは削除された。

< HFC 関連文章 >

[特定のオゾン層破壊物質からの転換が気候体系の保護に影響することに留意し、同条約の目的にも寄与する方法でオゾン層破壊対策に取り組むことを締約国に奨励した決議 12/CP.8 をあらためて確認し、

モントリオール議定書が地球温暖化性の強い特定のオゾン層破壊物質の段階的削減を通じて大いに、また費用効果の高い方法で気候緩和に寄与してきており、同議定書の諸機関が関連セクターに対する対処に関して相当な専門知識を有していることに承知し、特定のオゾン層破壊物質の代替物質としての HFCs の使用量の増加が予想されること、および地球の大気の温暖化に HFCs の排出が寄与すると予想されることに懸念をもち、]

[HFCs

100. オゾン層破壊物質に関するモントリオール議定書に基づき、HFCs の生産量および消費量を段階的に削減するためのしかるべき対策の[採択を歓迎し]、[採択を締約国に強く求め]、
101. 当該対策が同条約および関連文書の目的を損なわないようにする旨を確認し、
102. 当該対策の実行のために利用しうる資金（モントリオール議定書の多国間基金またはモントリオール議定書締約国が適当とみなしたその他の手段を通じて調達できる財源を含む）は、UNFCCC に基づく公約とみなすべきである。]

(4) HFC-23 破壊に関する CDM 関連事項

() CDM 理事会での決定事項

<これまでの経緯>

2010 年 6 月に開催された方法論パネル(MP)の会合において、HFC-23 破壊に関する方法論(AM0001)の修正要求が出されていたことと、関連情報とも鑑み AM0001 の問題点を CDM 理事会に提出することを決めた。2010 年 7 月に開催された CDM 理事会(EB55)では、下部組織である方法論パネルから HFC-23 破壊プロジェクトに関する問題点の報告書(MP44 Annex2)が提出されたことを受けて審議した結果、理事会はパネルに対し更に検討することを要請した(EB55 Annex19)。

さらに昨年 9 月の CDM 理事会で、この問題を 11 月開催の理事会で議論することを決めた。そして 11 月の第 58 回理事会で次のことを決定した。

(MP 提出資料 EB58 Annex 11)

方法論パネルに HFC-23 破壊プロジェクトの方法論である AM0001 の修正を要請する。
AM0001 の欠陥を是正し、2011 年 5 月の理事会で報告することを要請する。
AM0001 の使用を一時停止する。

この決定を受けて、2011 年 3 月開催の第 48 回方法論パネルの委員会で検討され、専門家を加えて 2011 年 5 月開催の第 49 回方法論パネル委員会までに方法論の修正案を作成し、第 61 回 CDM 理事会に提出することが決められた。

方法論パネルは 2011 年 5 月 HFC-23 方法論の改訂案を認め CDM 理事会に送ることを決めた。但し、方法論案ではオプションを提示し、理事会で決めてもらう方法を採用した。

a) プラントの対象を

施設にある全ての HCFC プラントを対象にする
クレジット対象プラントに限定する

b) HCFC-22 生産量に対する HFC-23 副生比率を

1%以下

1.4%以下

これを受けて CDM 理事会は検討したが決着せず 9 月に再度検討することにした。9 月の CDM 理事会では AM0001 修正案について、下記オプションの検討を方法論パネル に再度検討することを要請した。

CDMでのクレジット適格性のあるHCFC-22 生産ラインへの排出係数1%の適用
CDMでのクレジット適格性のないHCFC-22 生産ラインからのHFC-23 排気燃焼
へのより高い排出係数（例えば1.2%）の適用

< 2011 年 11 月開催の CDM 理事会での決定事項 >

COP17 直前に開催された第 65 回 CDM 理事会で AM0001 の修正案が承認された。

AM0001ver.6

HCFC-22 生産量に対する HFC-23 発生率を 1%とする。

過去の HCFC-22 生産量の平均値から、クレジット期間中の HCFC 生産量を算出する。

AM0001 の名称を変更する。

Incineration of HFC 23 waste streams

Decomposition of fluoroform(HFC-23)waste stream

() SBSTA 35(科学上及び技術上の助言に関する補助機関)での決定事項

< これまでの経緯 >

- * COP-10 で CDM 理事会から問題提起があり、COP としての方針を求めた。
- * COP-10 及びその後の会議で毎回議論され、焦点も HCFC-22 の新設備に絞られた。
- * しかし何度議論しても、何時も同じ様な議論の展開で決まらない状況が続いている。
- * これまでの議論で、CDM が HCFC-22 生産増につながるものであってはならないとの見解では一致している。

(SBSTA35 議論と決定 >

議長がこれまで合意していないと説明し、これまで同様ナイジェリアにコンタクト G を要請した。コンタクト G には驚くことに約 100 名が集まり、中国は議論することを望んだが中国以外は従来通り来年への延期を言い、議論の大半が延期する時期を何時にするかであった。2012 年 5 月の SBSTA 36 とするか、2012 年の COP18 開催時の SBSTA37 で行うのかで議論されたが、ここでも中国以外の国は SBSTA37 での議論を支持し、その結果コンタクト G の結論として SBSTA37 に決定した。

4.2 MOP23 の結果概要

第 23 回モントリオール議定書締約国会合(MOP23)と第 8 回ウィーン条約締約国会議(COP8)が 2011 年 11 月インドネシア/バリで開催された。ここでは MOP23 の結果の概要と、MOP23 で決議された決定文につき、今後の我が国の活動に影響すると思われる事項について日本語にしたものを掲載する。

(1) MOP23 の結果の概要

HFC に関連する 3 件の議題、モントリオール多国間基金の補填、臭化メチル関係、四塩化炭素関連事項、TEAP の任命基準等で議論が行われ、一部の議題はコンタクトグループを設けての議論が続けられた。

中でも今会合の最大のテーマである 2012～2014 年の基金の補填に関しては連日交渉が行われたが最終日の夜遅くに 450 百万 US\$で決着した。

一方 HFC 関連議題はこれまでの 3 年間続いた議論の展開が今回も起こり、HFC 問題を議論することを中国、インド、ブラジルが強く反対したことから議定書改正提案は各国が意見を述べただけで、コンタクトグループを設立することもなく終了した。

プロセスエージェント、実験・分析用途、排出量の乖離問題と四塩化炭素が対象となるテーマが目立ってきており、決議もいくつか行われた。

また、HCFC 代替品としての low-GWP 代替品を中心とした調査を行うことが決議され、更には気候変動への影響に留意し、low-GWP 代替品を促進すること等を含んだバリ宣言が出される等 low-GWP 代替品の話題も多くなっている。

その他、CFC-MDI 関係、ODS の破壊技術、TEAP 等での任命基準、船上での冷媒補填関係等で決定文書が採択されている。

(2) MOP23 決定文 [関係分訳]

決定 XXIII/2: 2012 年の規制物質のエッセンシャル用途申請

技術経済評価パネル(TEAP)および同パネルの医療技術選択委員会(M-TOC)が行った作業を高く評価し、

決定 IV/25 にしたがって、CFC の定量噴霧式吸入器用途については、環境、健康の観点から受入れ可能であり、技術面、経済面でも利用可能な代替物質または代替手段が利用できる場合には、エッセンシャル用途とはみなさないことに留意し、

喘息・慢性閉塞性肺疾患治療用の治療薬として、CFC 系定量噴霧式吸入器に代わる技術的に満足しうる代替物質が利用可能であるとの同パネルの結論に留意し、

喘息・慢性閉塞性肺疾患用の定量噴霧式吸入器製造のための規制物質のエッセンシャル用途用特例に関する同パネルの分析および勧告を考慮に入れ、

第5条第1項適用国数カ国においては、代替物質が開発され、規制当局から承認を受け、市販されているため、CFC系定量噴霧式吸入器に対する依存度が引き続き低下していることを歓迎し、

定量噴霧式吸入器にCFCを使用するにあたってエッセンシャル用途申請を今後提出することはない旨のバングラデシュの発表を歓迎し、

1. 本決定の補遺に記す喘息・慢性閉塞性肺疾患用の定量噴霧式吸入器用CFCのエッセンシャル用途を満たすために必要な2012年向けの生産量および消費量を許可する。
2. エッセンシャル用途申請に関するハンドブックに記されている決定IV/25および以後の関連決定の基準に従ってエッセンシャル用途申請を評価できるよう、M-TOCに情報を提供することを申請締約国に求める。
3. 2012年にエッセンシャル用途用特例を受けている締約国に対して、入手可能あるいは利用可能な備蓄分から当初必要な医薬品向けCFCを調達することを検討することを奨励する。
4. 2012年にエッセンシャル用途用特例を受けている締約国に輸出しうる医薬品級CFCの備蓄分を有している締約国に対して、2011年12月31日までに、当該量および連絡先をオゾン事務局に通知することを奨励する。
5. 前項に記す入手可能な備蓄分の詳細をウェブサイトに掲載するよう、オゾン事務局に求める。
6. 本決定の補遺に記載した締約国は、医薬品向けCFCを、第1項で許可された定量噴霧式吸入器製造に必要な量だけ、輸入により、または国内生産者もしくは既存の備蓄分から調達しうる十分に柔軟な体制を整えるものとする。
7. 新しいCFC系定量噴霧式吸入器製品については、当該製品が承認済みであっても、発売または販売を禁止する国内法規を検討するよう、締約国に求める。
8. CFCを含まない代替物質への移行のスピードアップを図るために、定量噴霧式吸入器製品の登録のための行政手続きの早期開始を、締約国に奨励する。
9. オゾン事務局が、技術経済評価パネルと協議の上、2011～2012年の期間を対象に、定量噴霧式吸入器製造用の医薬品向けCFC 12の6トン緊急エッセンシャル用途使用としてメキシコに許可したことを承認する。

< 決定の附属書 >

2012年認定国と量

締約国	2012年
バングラデシュ	40.35
中国	532.04
パキスタン	24.1
ロシア	212.0

決定 XXIII/3: ロシア連邦における航空宇宙用 CFC-113 に関するエッセンシャル申請

技術経済評価パネルおよび同パネルの化学技術選択委員会によるロシア連邦内の航空宇宙用 CFC-113 のエッセンシャル用途申請に関する評価および勧告に留意し、

ロシア連邦が、航空宇宙産業における CFC-113 の使用に関する現在および将来の状況に関する情報および説明を、要望通り、化学技術選択委員会に提出したことに留意し、

ロシア連邦の新たな指定が、原則として、決定 IV/25 に基づくエッセンシャル用途申請基準（環境、健康の観点から受入れ可能であり、技術面、経済面でも利用可能な代替物質または代替手段が利用できないという条件を含む）を満たしている旨、同委員会が報告していることに留意し、

同委員会が、しかるべき代替物質の導入努力および代替物質と適合する物質の調査努力の促進を勧告し、短縮日程表の範囲内で CFC-113 の全廃を完了するための新規設計装置の採用を勧告したことに留意し、

1. ロシア連邦の航空宇宙産業における CFC の 2012 年分の生産と消費に関して、CFC-113 100 トン分をエッセンシャル用途用特例として許可する。
2. 利用可能な全世界の在庫により航空宇宙産業の需要を満たすために、所要の品質の CFC-113 を輸入する可能性を引き続き探ることをロシア連邦に求める。
3. 航空宇宙産業における CFC-113 の消費量を、2015 年に最大 75 トンまで段階的に削減すべく、代替溶剤の導入努力を促進するようロシア連邦に強く求める。
4. 予定完了日、段階的削減手順、CFC-113 の発生源に関する情報を含む最終的全廃計画を、次のエッセンシャル用途申請の一環として提出するようロシア連邦に求める。

決定 XXIII/6: 全世界における実験・分析用途用特例

オゾン層破壊物質を、技術経済評価パネルが 2010 年の進捗報告において指定した代替物質に代えうる可能性について調査することを締約国に求めた決定 XXI/6 を改めて確認し、

更に、全世界における実験・分析用途用特例から、水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用のオゾン層破壊物質の使用等を締約国が除外した決定 XI/15 を改めて確認し、

全世界における実験・分析用としていまだ使用されているオゾン層破壊物質、特定の規格において今後指定される可能性のあるオゾン層破壊物質およびオゾン層破壊物質の利用可能な代替物質を確認するために技術経済評価パネルが行っている作業を承知し、

モントリオール議定書第 5 条第 1 項の個々の適用国が、水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用のオゾン層破壊物質の使用に代わる既存の代替手段の実行が難しい旨を報告し、情報収集と関連の政策の枠組み整備には更に時間を要することに留意し、

1. 第 5 条第 1 項適用国を対象に、当該締約国がその旨正当であると判断した個々の場合に関しては、2014 年 12 月 31 日まで、水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用四塩化炭素の使用の現状禁止を解除することを許可する。

2. 前項に記す日以降の解除は、特に下記の用途に関しては、あくまでエッセンシャル用途用特例にしたがって行うべきであることを明らかにする：
 - (a) 2014 年以降における水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用の四塩化炭素の使用。
 - (b) 2012 年以降における全世界における実験用特例からすでに除外されたその他すべての用途。
3. 水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用のオゾン層破壊物質をできるだけ早期に代える対策を引き続き実行するよう、第 5 条第 1 項適用国に求める。
4. 上記第 1 項にしたがって水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用として四塩化炭素を使用している第 5 条第 1 項適用国に対して、第 7 条の年次報告と一緒に、四塩化炭素の使用量に関して、事務局に毎年報告するよう求める。これには、四塩化炭素の使用手順、調査対象の代替方法・その手順、当事締約国が全世界特例を利用する予想時間枠に関する情報を含める。
5. 実行委員会および締約国会合は、第 7 条に基づくデータ報告と共に、四塩化炭素の目標消費量からの逸脱は上記第 1 項にしたがって四塩化炭素を使用したことに起因する旨を示す証拠を事務局に提出した第 5 条第 1 項適用国における水中でのオイル、グリースおよび全石油炭化水素試験用四塩化炭素の規制手段に関する遵守状況の検討を、2015 年まで延期すべきである。
6. 上記第 4 項に基づく情報の報告を締約国が行いやすいよう報告用紙を作成することを、事務局に求める。
7. 上記第 4 項にしたがって第 5 条第 1 項適用国が提出した情報を精査し、非オゾン層破壊物質の使用に移行する手段と方法に関する情報と助言を当該国に提供し、提供情報および締約国支援の進行状況に関して毎年報告することを、技術経済評価パネルに求める。
8. 事務局から支援を得て、締約国の代替方法、代替方式への移行の支援を目的とする実験・分析用途に関する情報を作成することを、同パネルおよび関係締約国に求め、当該目的のために寄与する資源と情報の提供を締約国に促す。
9. オゾン層破壊物質の使用を定める国際規格の精査作業を継続し、当該規格を発表している機関と共同で、利用可能な非オゾン層破壊物質あるいは方式を加える努力をすることを、同パネルに求める。
10. 第 7 回締約国会合の報告書の補遺 IV (決定 XI/15 により改訂) に記されている実験用途および同パネルの進捗報告に列記されている実験用途のカテゴリーと実例 (実験・分析用途とみなしうる用途を決定する際のベースとなりうる) について、締約国に改めて確認する。

決定 XXIII/7 : プロセスエージェントとしての規制物質の使用

技術経済評価パネルのプロセスエージェントに関する 2011 年進捗報告を高く評価し、

プロセスエージェントの用途に関する決定 X/14 の表 A および表 B が、決定 XV/6、決定 XVII/7、決定 XIX/15、決定 XXI/3 および決定 XXII/8 により改訂されたことに留意し、

同パネルの 2011 年進捗報告では、決定 XXI/3 にしたがってモントリオール議定書の実行のための多国間基金の執行委員会および締約国から提供された情報が考慮されていることに留意し、

また、同パネルの 2011 年進捗報告では、表 A から 27 の製法・工程の除外が提案されており、2009 年にプロセスエージェント用途を報告したのは 4 ヶ国にすぎないことが記されていることに留意し、

大半の国が報告している排出量が表 B に記されている排出量よりはるかに少ないことを高く評価し、

プロセスエージェント用途からの排出量が気中の四塩化炭素量の増加に果たしうる役割ならびにその排出量を削減する必要性を承知し、

決定 IV/12 にしたがって、プロセスエージェントとしての使用量も含め、規制物質の少量の排出分については、モントリオール議定書の第 1 条で定義する規制物質とみなしてはならないことを改めて確認し、

また、決定 IV/12 では、実行可能な規制技術、製法・工程の変更、封じ込めまたは破壊を利用したプロセスエージェントとして使用されるオゾン層破壊物質の排出の発生防止及び排出量の削減などの措置を含め、当該排出量を最低限にするための措置をとることを締約国に強く求めていることを改めて確認し、

更に、塩化ビニルモノマー生産用の四塩化炭素の使用をプロセスエージェント用途に分類することに締約国が同意した決定 XIX/15 を改めて確認し、

1. 本決定の補遺に記す決定 X/14 の表 A および表 B を改訂する。
2. 決定 X/14 および決定 XXI/3 で求められているプロセスエージェントに関する情報を未提出の締約国に対して、緊急に、遅くとも 2012 年 3 月 31 日までに当該情報を提出することを強く求める。
3. 決定 XXI/3 にしたがってプロセスエージェントを利用している旨を示す情報を提出した締約国に対して、オゾン事務局から入手できる用紙を用いて、決定 X/14 にしたがって規制物質およびプロセスエージェントの用途等に関する追加情報を提出するよう改めて求める。
4. 表 B に掲載されている締約国に対して、当該最大値を再検討し、停止したプロセスエージェント用途等を考慮して、当該最大値を低減させる方法に関して、技術経済評価パネルに報告するよう強く求める。
5. 表 B に関する今後の提案にあたって、将来更に使用を停止するために、補給量または消費量および最大排出量の相応の削減を検討することを、同パネルに求める。
6. 公開作業部会の第 32 回会合に向けて、前回の調査からの関連情報を考慮し、下記を含め、プロセスエージェント用途に関する自らの調査結果を更新した要約の報告書を提出

することを同パネルに求める：

- (a) プロセスエージェントとしてオゾン層破壊物質を使用する製法・工程の概説。
- (b) プロセスエージェント用途におけるオゾン層破壊物質の代替物質に関する情報。
- (c) モントリオール議定書の第 7 条にしたがって報告されているプロセスエージェント用途に使用されている量に関する情報。
- (d) プロセスエージェント用途からのオゾン層破壊物質の推定排出量およびオゾン層、温暖化に対する影響に関する情報。
- (e) プロセスエージェント用途からの排出を防止し、削減するための実施可能な対策。

- 7. 公開作業部会の第 32 回会合において、プロセスエージェントとしての規制物質の使用を再検討する。
- 8. 生産量および消費量を算定する目的で、2012 年 12 月 31 日までに、特例としている供給原料として使用される塩化ビニルモノマー生産用の四塩化炭素の用途を検討する。
- 9. インドおよび該当するその他の締約国における塩化ビニルモノマー生産用の四塩化炭素の用途を精査し、その精査の結果を 2012 年進捗報告で報告するよう、技術経済評価パネルに求める。

決定 XXIII/8: 四塩化炭素排出量の乖離の調査

第 5 条第 1 項適用国と非適用国双方からの生産量・消費量の報告に基づき算定した排出量と大気中の測定値からの推定した排出量との間に乖離が見られることを指摘した技術経済評価パネルと科学評価パネルの報告に留意し、

技術経済評価パネルが作業を継続しており、四塩化炭素に関する決定 XXI/8 で求められた情報を提供することになっていることに留意し、

- 1. 技術経済評価パネルに対して、科学評価パネルと協力して、確認された乖離の理由を引き続き調査することを求める。この場合、下記の乖離の原因が影響している程度を特に考慮するものとする：
 - (a) 四塩化炭素の生産量に関する過去の報告の不完全または不正確さ。
 - (b) 四塩化炭素の大気中での寿命の不確かさ。
 - (c) 第 5 条第 1 項適用国と非適用国双方における四塩化炭素の発生源で、未報告または過少評価のものがあるか。
- 2. 技術経済評価パネルに対して、上記第 1 項に対応する自らの作業に関する報告を、第 24 回締約国会合で提出するよう求める。

決定 XXIII/9: オゾン層破壊物質の代替物質に関する追加情報

- 1. 技術経済評価パネルに対して、他の科学専門家と協議の上、公開作業部会の第 32 回会合で検討できるよう、特に下記の情報を含む報告書を作成するよう求める：
 - (a) 技術面が実証され経済的に実用可能で、環境にやさしい HCFC の代替物質のコスト。

- (b)技術面が実証され、経済的に実用可能で、環境にやさしく、高温環境での使用に適している HCFC の代替物質。気温がどの程度効率またはその他のファクターに影響を及ぼすかも付記する。
- (c)第 5 条第 1 項適用国と非適用国双方においてすでに導入済み、段階的導入予定の HCFC 代替物質の量と種類（用途別）。
- (d)科学専門家と協議の上行った選択肢の技術面、経済性、環境面の実行性に関する評価。

決定 XXIII/10: 技術経済評価パネルとその補助機関の任命手続き、運営手続きの改定

決定 VIII/19 により定められ、決定 XVIII/19 により修正された技術経済評価パネル向けの付託事項を改めて確認し、

また、技術経済評価パネルの組織および運営、ならびに、特に第 5 条第 1 項適用国（第 5 条適用国）からの専門家の参加を増加させ、地域別の専門的見解、バランスを改善するための努力に関する決定 VII/34 を改めて確認し、

具体的には、技術経済評価パネルの規模とバランスに関する同パネルの付託事項の 2.1 ならびに地域面と専門的見解面でバランスのとれた構成を促進する必要性（同パネルおよびその技術選択委員会において第 5 条適用国からの専門家の比率を約 50%とするという全体的な目標も含む）を改めて確認し、

同パネルの専門家任命のための手続きおよび基準を透明かつ公正なものにする必要性を認識し、

技術経済評価パネルへの推薦、同パネルへのメンバーの任命に関する同パネルの付託事項の 2.2 および 2.3、ならびに、特に、パネルによって行われるあらゆる推薦も、任命をするための推薦の勧告前に、協議するために関係締約国に通知すべき旨の規定を改めて確認し、

締約国は同パネルから最も質の高い助言を受けべきであり、推薦手続きの変更が同パネルの専門的見解または助言の質に悪影響を及ぼすべきでない旨を認識し、

特に決定 XXII/22 に対応して、同パネルの 2011 年進捗報告で提供された情報に留意し、

1. 専門的見解のバランスを反映し、技術選択委員会および暫定補助機関の報告および情報が包括的、客観的、政治的に中立になるように同委員会および同補助機関を構成し、それぞれの構成員決定の仕方を同補助機関の報告に記載させるよう、同パネルに求める。
2. 年に 2 回、同パネル、技術選択委員会および暫定補助機関に専門的見解を求めるにあたって必要とされる能力に関するマトリックスを更新し、事務局のウェブサイトおよび同パネルの年次進捗報告でそのマトリックスを発表するよう、同パネルに求める。
3. また、必要な専門的見解を十分に理解できるようマトリックス内の情報を明確かつ十分なものにし、推薦手続き、選考手続き、同パネルの付託事項、同パネルと暫定補助機関の運営に関する情報を、アクセスしやすいフォーマットで事務局のウェブサイトで発表するよう、同パネルに求める。

4. 更に、2011年進捗報告の9.5.4に沿って同パネル、技術選択委員会および暫定補助機関へのすべての推薦にあたって専門家から求められる情報を標準化し、公開作業部会の32回会合で検討するための推薦案様式を作成するよう、同パネルに求める。
5. 技術選択委員会の共同委員長を含め同パネルへの任命のための全ての推薦については、関係締約国の国内窓口機関の同意を得るよう、同パネルに求める。
6. 技術選択委員会および暫定補助機関への推薦については、すべて、関係締約国の国内窓口機関と全面的に協議の上行われるよう、同パネルに求める。
7. 同パネルおよび技術選択委員会の任命(共同委員長の任命を含む)については、すべて、任期を4年以下とする。
8. 同パネルおよび技術選択委員会のメンバーは、それぞれ、4年を限度として再任することができる。
9. 過去の決定ですでに4年間の選任を受けた専門家を除き、同パネルおよび技術選択委員会すべてのメンバーの任期は、任期満了前に締約国から再任されない限り、それぞれ、2013年末あるいは2014年末に満了するものとする。
10. 締約国が推薦者提出のためにより長い時間を要する場合には、第25回締約国会合あるいは第26回締約国会合において、同パネルおよび技術選択委員会のメンバー構成の状況を再検討することもある。
11. 現在同パネルおよび技術選択委員会に共同議長・委員長およびメンバーを出している締約国に対しては、本決定の第7項、第8項、第9項に沿って、第25回締約国会合あるいは第26回締約国会合において検討を受けるべく、当該専門家の再度の推薦状を提出するよう促す。
12. 同パネルに対する再任を決定するには、締約国の確認を必要とする。
13. 1年超存続している暫定補助機関を承認するには、締約国の決定を必要とする。
14. 締約国は、締約国の要望に応じるために必要な技術選択委員会のリストを、2012年以降4年毎に承認せねばならない。
15. オゾン事務局は、必要時に管理運営問題に関する制度上の助言を随時行うために、可能であれば何時でも、また適切に同パネルの会議に出席するべきである。
16. 技術選択委員会の新任メンバーすべてに対して、同パネルの付託事項、同付託事項に記された行動規範、関係締約国決定、同パネルの運営手続きについて適切に通知し、当該メンバーに当該手引の遵守を求めるよう、同パネルに求める。
17. 他の多国間機関における同様のガイドラインを考慮に入れて、忌避に関するガイドライン案を修正し、締約国が検討できるよう、公開作業部会の第32回会合にガイドライン案を提出するよう、同パネルに求める。
18. 同パネル共同議長任命のためにガイドラインを作成し、締約国が検討できるよう、公開作業部会の第32回会合にガイドラインを提出するよう、同パネルに求める。
19. 各補助機関の作業負荷に見合ったメンバー構成になるよう、各補助機関のメンバー数

を検討し、決定 VII/34 にしたがって地域別バランスの必要性を考慮して、締約国が検討できるよう、公開作業部会の第 32 回会合にメンバー数の修正を提案するよう、同パネルに求める。

20. 本決定にしたがって付託事項を改訂し、締約国が検討できるよう、公開作業部会の第 32 回会合に改訂を提出するよう、同パネルに求める。

21. 締約国の承認が得られるまでは、第 17 項および第 18 項に記すガイドラインを適用しないよう、技術経済評価パネルに求める。

決定 XXIII/11： モントリオール議定書における船舶（他の旗国の船舶を含む）での整備に使用されるオゾン層破壊物質の取扱い

オゾン層破壊物質に関するモントリオール議定書の第 4 条の B では、付属書の A、B、C および E のオゾン層破壊物質の生産量および消費量の段階的削減のために輸出入許可制度を設け、実行するよう締約国に求めていることに留意し、

また、モントリオール議定書では、生産量 + 輸入量 - 輸出量を消費量と定義していることに留意し、

国内航路および国際航路において航行中にオゾン層破壊物質を含む機器および技術を船舶が船上で使用することを認識し、

旗国として登録した多くの締約国が、モントリオール議定書に基づく船舶に関する報告基準に確信をもてないことに留意し、

船舶へのオゾン層破壊物質の販売に関しては、締約国によってモントリオール議定書の解釈が異なることから、消費量の報告にあたって消費量の計算ミスまたは不一致が生じることがあることに懸念をもち、

1. 第 24 回締約国会合でこの問題に関して決定できるよう、公開作業部会の第 32 回会合に提出するために、船舶（他の旗国の船舶を含む）に対して船上整備用、その他の船上用途用としてオゾン層破壊物質を販売することに関する現行情報（当該販売に関連して締約国が消費量を計算する方法を含む）を収集するための文書および船舶（旗艦を含む）の船上整備用に使用されるオゾン層破壊物質の消費量の取扱いに関連する問題を確認する文書を作成するよう、オゾン事務局に求める。

2. 船上用としての船舶への販売に関して、締約国により以前に提供されたオゾン層破壊物質に関する手引および（または）情報を、文書に加えるものとする。

3. 第 1 項に記す文書の作成にあたって、関係国際機関（特に、国際海事機構、世界関税機構）と必要とみなす協議を行うよう、オゾン事務局に求める。この際、当該機関の下記に関する取組みの有無および取組み方法も文書情報に加え、関連の作業を管理運営するために当該機関が適用している枠組みに関する概要を提示する：

(a) 船上用途用のオゾン層破壊物質の取引。

(b) 船上でのオゾン層破壊物質の使用。

4. 公開作業部会の第 32 回会合より少なくとも 6 週間前にすべての締約国に当該文書を提出できるようにする旨求める。
5. 船上で使用する船舶(他の旗国の船舶も含む)整備用オゾン層破壊物質、当該オゾン層破壊物質の消費量の計算方法、締約国がオゾン層破壊物質を供給、輸入または輸出しているケースに関して規制、報告するために締約国が利用している現行システムに関する情報を 2012 年 4 月 1 日までにオゾン事務局に提出するよう、締約国に求める。
6. 第 1 項で求められている文書の補遺に前項に基づいて提出される情報を加えるよう、事務局に求める。
7. 船上でのオゾン層破壊物質の使用量(各種船舶上で標準的に使用されている量を含む)、冷媒の船上推定バンク量、排出量推定値に関する入手可能データの摘要を 2012 年進捗報告で提供するよう、技術経済評価パネルに求める。
8. 船上でのオゾン層破壊物質の使用量(各種船舶上で標準的に使用されている量を含む)、冷媒の船上推定バンク量、排出量推定値に関する関連データを可能な範囲で 2012 年 3 月 1 日までに同パネルに提出できる体制を整えるよう、締約国に促す。

決定 XXIII/12： オゾン層破壊物質の新しい破壊技術の採択

オゾン層破壊物質の破壊技術に関する決定 XXII/10 に対応して技術経済評価パネルが設置したタスクフォースの報告を高く評価し、

当該タスクフォースが、締約国の承認を受けた破壊方法のリストに 4 つの技術を加えることを勧告し、有力とみなされた 1 つの技術は勧告できるだけの情報が不足していることを指摘したことに留意し、

1. 第 4 回締約国会合の報告第 3 号の補遺 VI に掲載され、決定 V/26、決定 VII/35 および決定 XIV/6 により変更された技術の追加分として、モントリオール議定書の第 1 条第 5 項の趣旨に沿って、本決定の補遺で主要破壊方法を承認する。
2. 入手可能な追加情報に照らして、臭化メチルのプラズマ破壊方法の評価を継続し、適時に締約国に報告するよう、技術経済評価パネルに求める。
3. また、破壊効率と比較した破壊・除去効率の性能基準および承認済み破壊技術を利用する施設においてオゾン層破壊物質を破壊する際の検証基準に関して 2011 年進捗報告で取り上げられた問題を調査し、公開作業部会の第 32 回会合に最終報告書を提出するよう、技術経済評価パネルに求める。

技 術	適 用 性							
	濃 縮 源							希釈源
	附属書 A		附属書 B			附属書 C	附属書 E	
	グループ 1	グループ 2	グループ 1	グループ 2	グループ 3	グループ 1	グループ 1	
	主要な CFC	ハロン	その他 CFC	四塩化炭素	Methyl Chloroform	HCFC	臭化メチル	
破壊&除去効率(DRE)	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	95%
アルゴンプラズマアーク	認定	認定	認定	認定	認定	認定	未決定	
セメントキルン	認定	未認定	認定	認定	認定	認定	未決定	
水素と CO ₂ との化学反応	認定	認定	認定	認定	認定	認定	未決定	
ガス系触媒脱ハロゲン化	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
ガス/蒸気酸化	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
高周波プラズマ	認定	認定	認定	認定	認定	認定	未決定	
液体注入燃焼	認定	認定	認定	認定	認定	認定	未決定	
マイクロ波プラズマ	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
一般廃棄物焼却							未決定	認定
窒素プラズマアーク	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
多孔加熱炉	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
可動式プラズマアーク	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
加熱分解炉	認定	未認定	認定	認定	認定	認定	未決定	
ロータリーキルン焼却	認定	認定	認定	認定	認定	認定	未決定	認定
過熱蒸気反応炉	認定	未決定	認定	認定	認定	認定	未決定	
メタンとの熱反応	認定	認定	認定	認定	認定	認定	未決定	

4.3 UNEP HFC 報告書

(1) 国連環境計画(UNEP)の発表

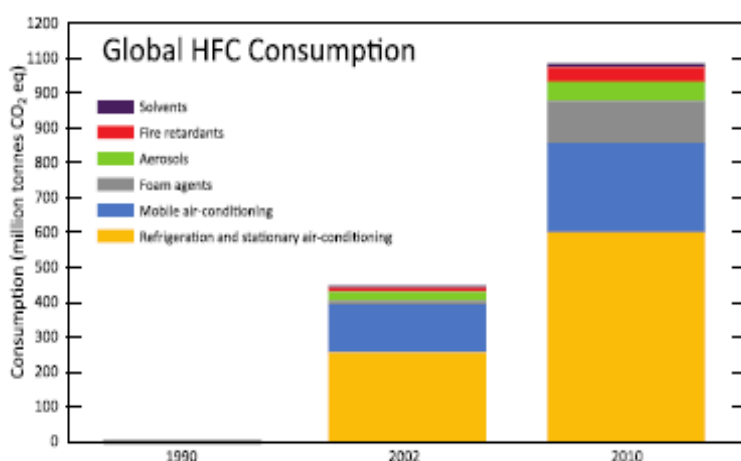
UNEP は、「HFC に関する気候とオゾン層の保護における重要なつながり」と題する報告書を第 23 回モントリオール議定書締約国会合(2011 年 11 月；バリ)時に公表した。UNEP は発表時に、ODS 代替としての使用が増加している HFC が、世界の気候に及ぼす影響を詳細に検討し、また HFC 対策がオゾン層保護とともに気候変動対策にどの程度有益かを分析している、とコメントしている。

(2) 報告書の概要

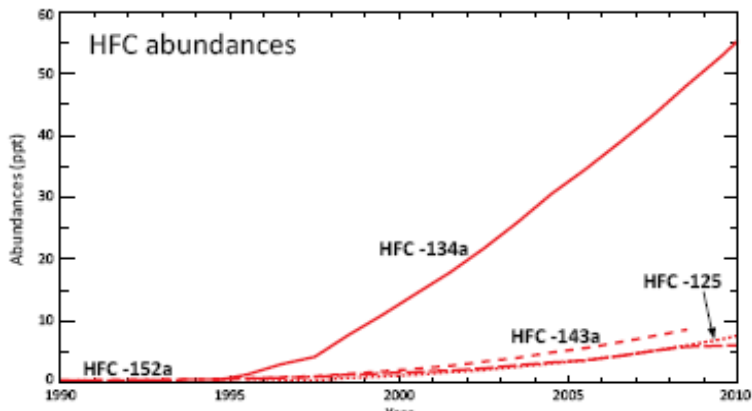
()第 1 章から第 3 章

モントリオール議定書は機能しており、CFC の全廃に成功し、HCFC も全廃が進んでいる。多くの ODS 用途での主要な代替品は HFC となっている。従ってモントリオール議定書が HFC の使用を促したと言える。モントリオール議定書が効力を発揮したことにより HFC の消費量は急速に増加しており、その結果として、代表的な HFC である HFC-134a の大気中濃度も急速に増加している(年間 10%以上)。しかしながら放射強制力の現在の寄与率はまだ小さい(GHG トータルの 1%以下)。HFC の排出量は 2050 年には 3.5 ~ 8.8Gt-CO₂ となることが予測されている。

モントリオール議定書が HFC の使用を促進した



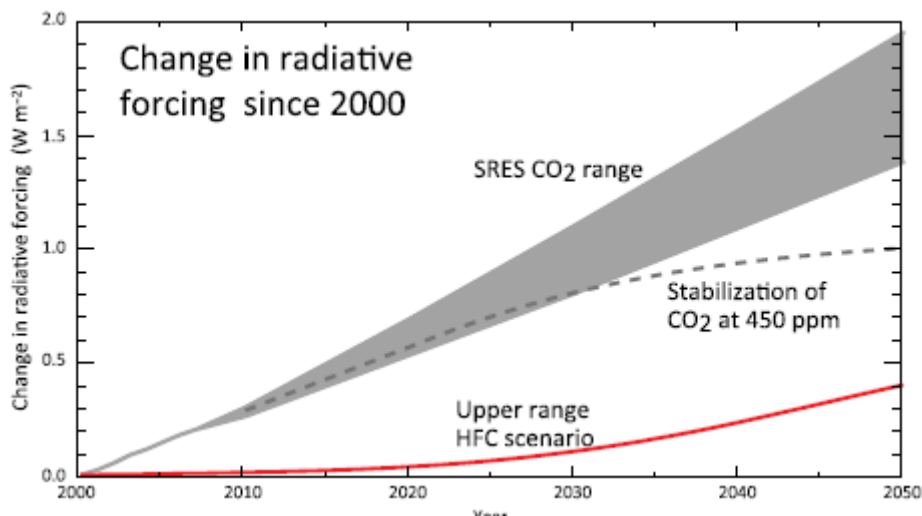
大気中の HFC 濃度が急増している



そのような状況になると HFC の放射強制力の寄与度が大きくなる。高 GWP HFC を使い続けると、将来は 25%位になることも考えられる。そうすると現在考えられている大気中の CO₂ 濃度を 450ppm にしようとする目標を HFC がかなり妨害することになる。これまでモントリオール議定書が温暖化に貢献してきたことが HFC の排出量が増加することにより相殺されてしまう。勿論これらの予測には不確実性が存在する。

高 GWP HFC の温暖化への影響を削減する方法はいくつか存在する。HFC も全て同じではない。GWP の低い HFC もある。GWP20 以下の低 GWP HFC を使用することで 2050 年に 1%以下の寄与度に保つことが可能となる。

将来の HFC 排出量が温暖化に大きく影響する



()高 GWP HFC の温暖化への影響を削減するための方法 (第 4 章)

高 GWP HFC は冷凍・空調冷凍機、発泡製品、エアゾール、消火装置と洗浄用途で ODS 代替品として主に使用されている。これまでに UNEP の技術委員会と政府機関により数多くの報告書が出されており、この中に高 GWP HFC の温暖化への影響を削減するための方法が提案されている。

HFC 排出量を削減する最も良い方法(封じ込め)

- * 各ユニットで使用される HFC の漏えいや充填量を削減するために製品デザインを変更する。
- * 廃棄時の回収及び破壊を含む製品ライフサイクルを通して、HFC 排出量を削減するための技術手順と管理方法を改良する。

GWP がゼロか低い代替技術

- * 代替方法やプロセス(代替品以外の方法)

商業化されている例；繊維系断熱材、粉末吸入剤、エアコンの使用を避ける構造設計

- * HFC 以外の低 GWP 物質

商業化されている例；炭化水素、アンモニア、二酸化炭素、窒素、ジメチルエーテル

- * 低 GWP HFC

大気寿命が数ヶ月(低 GWP)の HFC が導入されている。

例；HFC-1234ze、1234yf、1336mzz

低 GWP 代替品と排出量

- * 数ヶ月の大気寿命で低 GWP の代替物は HFC の温暖化への影響を削減する大きなポテンシャルを持つことが報告されている。
- * 代替システムによる温暖化への恩恵を得るためには、トータルのライフサイクルにおける排出量が代替する HFC 使用システムの排出量よりも低くなる必要がある。
- * TEAP は、ある低 GWP 代替品がいくつかの分野で HFC システムと比較してエネルギー効率が同等かそれ以上であることを報告している。
例えば、家庭用冷蔵庫、業務用冷凍機、いくつかのエアコンシステムなど

低 GWP 代替品が商業化されている

- * 低 GWP 代替品がいくつかの用途で存在するが、しかし適してはいない用途もある。

低 GWP 代替品の市場占有率

用途	市場占有率
業務用エアコン	~ 25%
MDI	~ 33%
家庭用冷蔵庫(冷媒)	36%
家庭用冷蔵庫(発泡)	67%
業務用冷凍機	65%
ボード&パネル用ウレタンフォーム	76%
洗浄	80%以上

用途	代替品例	用途毎の代替品使用(%)		
		先進国	途上国	合計
業務用冷凍システム	アンモニア、CO ₂ 、HC	92	40	65
業務用エアコン	アンモニア、CO ₂ 、HC	40	15	~ 25
家庭用冷蔵庫	炭化水素(HC)	51	22	36
発泡(家庭用冷蔵庫)	炭化水素(HC)	66	68	67
発泡(その他の用途)	炭化水素(HC)	38	< 1	28
ウレタン発泡ボード	炭化水素(HC)	82	21	76
消火剤	水、泡、粉末、ガス			75
MDI	粉末吸入			~ 33
洗浄	水系、アルコール他	>90	>80	>80

各用途での上市されている代替品例

用途	代替品例
冷凍冷蔵	アンモニア(R-717)、アンモニア/CO ₂ 、水(R-718) アンモニア/水、炭化水素(R-290 プロパン、R-600 イソブタン、R-1270 プロペン)、CO ₂ (R-744)、吸着/吸収、窒素又はCO ₂ を使用した低温システム 冷凍塩溶液をベースとした共晶板

建物用エアコン	アンモニア、アンモニア/ジメチルエーテル、炭化水素、CO ₂ 、水、水/臭化リチウム吸着剤、ゼオライト/水吸着、乾燥剤と蒸発による冷却、微小溝による熱交換器 エアコンシステムを必要としない構造設計
発泡分野	液状 CO ₂ 、CO ₂ /水、CO ₂ /エタノール、CO ₂ /炭化水素 イソブタン、イソペンタン、シクロペンタン、 n-ペンタン、各種ペンタン混合物、ジメチルエーテル 蟻酸メチル、蟻酸、塩素系炭化水素、真空技術、 HFC-1234ze、ガラス繊維、シリコン系、羊毛、その他の織 維系断熱材、
洗浄分野	水系システム、準水系混合物、炭化水素、アルコール、 溶剤を使用しない洗浄
消火剤	水、水噴霧、粉末、泡、CO ₂ 、窒素、アルゴン、 フッ化ケトン、監視システムの改良

[使用例 1] 家庭用冷凍・冷蔵庫

- * 炭化水素技術が世界で 35%程度に広がっており、2020 年までに 75%位になることが予想されている。
- * 省エネタイプの炭化水素冷蔵庫は多くの国で製造されている。
アルゼンチン、中国、デンマーク、フランス、ハンガリー、インド、インドネシア、日本、韓国、メキシコ、ロシア、スイス、トルコ、ブラジル

[使用例 2] 小型のエアコン

- * 炭化水素が小型のエアコンで採用された。
- * 生産は 2011 年に中国で開始され、主に欧州に輸出される。インドと他の国でも計画されている。
- * エネルギー効率も高く、安全性にも配慮されている。
- * 180,000 台により 560,000CO₂t の排出を削減することができる。

[使用例 3] スーパーマーケットと食品企業が低 GWP 代替品を使っていることを宣言

- * 炭化水素を使用したアイスクリーム冷凍庫が欧州、中南米、アジアで約 800,000 台設置されている。
- * 中国、欧州、中南米の飲料企業が 420,000 台以上の炭化水素あるいは CO₂ を使用した自動販売機を設置している。
- * 欧州のスーパーマーケットでは 2,000 台以上の CO₂ システム、80 台以上のアンモニアシステム、炭化水素システムが 70 台以上設置されている。

- * 大手のスーパーマーケットチェーンが 80 店舗(英国、チェコ、ハンガリー、ポーランド、韓国、マレーシア、タイ、米国)で代替品を使用しており、2012 年には 150 店舗にすることを目指している。

[使用例 4] カーエアコン

- * カーエアコンには世界の HFC 消費量の 24%以上(GWP ベース)が使われており、排出量も多い。
- * 自動車企業は HFC-152a(GWP ; 133)、CO₂(GWP ; 1)と HFC-134yf(GWP ; 4)を評価している。
- * TEAP は企業の冷媒選択が GWP、エネルギー効率、規制の認可、コスト、安全性とその他の因子を基に行われることを期待している。
- * 米国 EPA は、新車に対する SNAP リストでの HFC-134a の状況を再検討する意向である。車輛に対する国の CO₂ 排出削減目標が HFC 排出削減をクレジットとして認めることになりそうだ。
- * EU のカーエアコン指令は 2011 年 1 月から新型車には GWP150 以上の冷媒使用を禁止し、2017 年には全ての車を対象としている。

代替品に対する障害があるが、しかし克服する多くの方法がある。

- * 技術報告書には次のような代替品採用に対する障害が挙げられている。
 - ・ 特定の分野で適切な代替品が欠如している。
 - ・ 毒性と燃焼性に関する安全性リスクがある。
 - ・ 規制と標準化
 - ・ 企業における技術的ノウハウが不十分である。
 - ・ 投資コスト
- * R & D、技術基準の改定、訓練と技術支援、インフラの開発のような活動により障害を克服することができる。
- * 全てに適応できる解決策はない。

4.4 EU F-ガス規制見直し

(1) 背景

2006年に制定されたEU F-ガス規制(EC No.842/2006)の第10条2項及び3項に次のように規則のフォローアップが決められていた。

<第10条>

2. 2011年7月4日までに、欧州委員会は本規則を適用したその経験に基づき、報告書を発表すること。

3. 欧州委員会は必要ならば、本規則の関連規定の改正提案を提出すること。

(2) これに対するEU内での対応

() 欧州議会での決議

欧州議会は、2011年9月14日 non-CO₂ GHG の人為的排出に対する包括的な対策についての提案を圧倒的多数で採択した。その提案のポイントは次のものである。

「F-ガス規制の改正を進めることを委員会に促す。改正としては、HFCの生産と消費の早急なフェイズダウンすること、HCFCの全廃を加速すること、及び廃棄時のオゾン破壊物質(ODS)を回収し破壊することを提案する。」

() 欧州委員会の対応

欧州委員会は、調査機関に報告書の作成を委託し、専門家委員会の審議等を経て9月26日報告書「特定フロン温室効果ガス規制の利用、影響、分析」を公表した。同時に欧州委員会は、本規則第10条に記載されたチェック事項に対する評価等をまとめた報告書も発表した。二つの報告書のタイトルは以下のものである。

Preparatory study for a review of Regulation (EC)No 842/2006 on certain fluorinated greenhouse gases

Report from Commission (On the application, effects and adequacy of the Regulation on certain fluorinated greenhouse gases)

欧州委員会は、2010年9月26日～12月19日までパブリックコメントを実施した。その結果をもって規制の見直し作業を行うことになる。

以下、この二つの報告書の要旨を記載する。

(A) 報告書 ; EU F-ガス規制(No.842/2006)評価のための検討用報告書

報告書は、EC 委員会からの委託を受けたエコリサーチ(独の研究機関)が作成し、専門家会議によるレビューを受けた後公表されたものである。

< 報告書の要旨 >

F-ガス排出削減のための 5 つの選択肢を取り上げて評価し、更に追加的な規制手法を深堀して検討している。その結果、

* 市場に投入する量を制限することが、一番削減効果が高いとしている。

* 続いては密封系用途での上市の禁止する削減手段が挙げられている。

今後の EU の F-ガス対策として、全体的なフェイズダウンと末端用途での使用禁止の施策が考えられているが、本報告書ではフェイズダウンが好ましいことを示唆している。

本報告書で検討された 5 つの選択肢は次のものである。

選択肢 A ; BUA(何もしない)

選択肢 B ; 現在の条項を中止したならば、F-ガス排出量の増加が反映する

選択肢 C ; 規制的手法をとらない

選択肢 D ; 更なる規制的手法を採り入れる

選択肢 E ; EU-RTS による活動、税方式のような市場を基盤とした方法を含める

この 5 つの選択肢と、選択肢 D を更に 8 つに深堀した対策について削減可能性量を検討し次の検討結果を得ている。

表 8-21 2030 年での主要な施策手段での可能性のある排出削減量のまとめ

提案された政策手段	2030 年での排出削減可能性 量(ktCO ₂)
C-1 ; 自主的合意	21,700
D-1 ; 現行規則に入っていない F-ガスを追加する	量的に小さい
D-2 ; 規則の適用とモニタリングの強化	量的に小さい
D-3 ; 封じ込めと回収の強化 : トラック、鉄道	1,430
D-4 ; HFC を含む開放系用途での使用禁止	5,190
D-4 ; SF ₆ の開放系用途での使用禁止	250
D-5 ; F-ガスを含む密封系用途での使用禁止	47,100
D-6 ; EU 市場に投入される F-ガス量の制限	71,740
D-8 ; HFC-23 の破壊の義務	370

(B) EC 委員会報告書(Report from Commission)

本報告書では、EU F-ガス規則の評価を行い、更には今後の排出削減の必要性を打ち出している。この要旨として、結論と次のステップの項を紹介する。

< 結論と次のステップ >

規則の条項は 2006 年と 2011 の間での異なった状況の中で運用されてきた。分析によると、現在の用途において特に訓練と認定、封じ込め、回収の主要な条項のいくつかでの問題点を指摘している。

規則が適用された短期間においては、規則の封じ込めと回収条項の効果は現在のところ未だ定量化されていない。

それにもかかわらず、使用と消費に対する規制により、規則は EU とそのメンバー国の 2008 ~ 2011 年の京都議定書の下での約束を守るための助けには既になっている。

カーエアコン指令とともに現在の全ての条項が全てのメンバー国で十分に適用されたならば、2050 年までに予測される排出量のほぼ半分は回避することができ、EU27 ヶ国の排出量を現在の 110 百万 CO₂ トンレベルに安定化できる。従って、メンバー国が規則を適切に実行し強要する努力を急いで行うことが重要となる。委員会は、規則の効果的な適用を目指すための方策に対する支援や、まとめ、促進することを続けることは厭わない。

しかしながら、2050 年までに 80 ~ 95% 排出量を削減する EU 全体の目標とする状況において、現在レベルで F-ガス排出量を安定化させることは適切ではなく、分析が示しているように、既に利用できる又は出現している低 GWP 技術が多くの用途分野で技術的にもコスト面でも使用できる。今後の研究により安全性と性能特性は確実に改良されるので、このような選択肢が高 GWP の F-ガスの技術を徐々に置き換える可能性を備えている。それにより環境に配慮した低炭素社会への転換を助けることになる。

その結果として、EU は温室効果ガスのコスト効果のある削減を達するための更なる行動が取れる。EU は既にモントリオール議定書下での F-ガス排出削減に対する国際的な行動を支持している。この報告書は EU における F-ガスの追加コスト効果のある削減のための選択肢を示している。委員会はこれらの選択肢に関する利益受益者と協議を行うつもりであるし、選択肢の経済性、社会や環境に及ぼす影響の評価も行う。これらを基にして、委員会は、必要ならばこの規則を改正するための法案を提案することになる。