

# フロン排出抑制法の概要

EHS&S 研究センター上級技師 兼 環境技術部長 塚田 敏彦

Keyword：フロン排出抑制法，オゾン層保護，温暖化対策，再資源化，東日本大震災

## 1. はじめに

2002年に施行された「フロン回収・破壊法」が改正されて、2015年4月から「フロン排出抑制法」が施行となり、これまでのフロン回収・破壊のみならず、フロン製造から廃棄までのライフサイクル全体にわたる包括的な規制が始まった。これにより、第一種特定製品（フロン類を冷媒として使用する業務用空調機器および業務用冷蔵・冷凍機器）の管理者等に各種の役割が課されるため、各組織においてその検討や対応が始まっている。筆者は2012～2013年度の2年間、環境省地球環境局地球温暖化対策課において、フロン法改正業務を忙しく進めるフロン対策推進室に隣接する国民生活対策室に在籍していた。

本稿では、この機会にフロンやフロン排出抑制法の基本的な概要、当社が受託・実施しているNTTグループの業務用空調機器から回収したフロンの再資源化、国立研究開発法人国立環境研究所による、東日本大震災におけるフロン排出量の研究結果について紹介する。

## 2. オゾン層保護と温暖化対策

フロンは、メタン (CH<sub>4</sub>)、エタン (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) 等のハイドロカーボンの水素の一部または全部をフッ素、塩素等のハロゲンで置換した化合物の日本名である。世界的にはフルオロカーボンと呼ばれ、塩素を含み特定フロンに分類されるCFC (Chlorofluorocarbon)、HCFC (Hydrochlorofluorocarbon) と、塩素を含まない代替フロンといわれるHFC (Hydrofluorocarbon) 等の化合物に分類

される。1928年にアンモニアに代わる冷媒としてCFCが開発され、1930年から生産を開始している。フロンの特徴としては、圧力の加減により常温で容易に気体から液体に相変化し、毒性、可燃性がなく、化学的、熱的に安定で、熱伝導率が高い等の優れた特性から、冷媒のほか発泡剤や洗浄剤などとしても利用されてきた。

一方で、フロンはオゾン層を破壊する、地球温暖化をもたらすという2つの地球環境問題の原因物質であることが、その後明らかになった（表1）。大気に放出された特定フロンは、5～10年かけてオゾン層のある成層圏に達し、紫外線で分解され生成した塩素原子が、オゾンと連鎖的に反応してオゾン層を破壊する。このメカニズムが1974年に知られることになり、1985年のウィーン条約や1987年のモントリオール議定書の採択により、世界的に段階的生産量・消費量の規制が始まった。オゾン破壊係数 (ODP: Ozone Depletion Potential) がHCFCより1桁大きいCFCは、すでに2009年に全廃され、HCFCは日本を含む先進国では2020年、途上国では2030年に全廃することになっている。

冷空調機における冷媒の種類は、2000年代初頭までは塩素を含む特定フロンが市中ストックのほぼすべてを占めていたが、それ以降減り始めている。現在は、塩素を含まずオゾン層を破壊しない代替フロンのHFCが、市中ストックの8割以上を占め、2020年に向けて冷媒の総量は毎年増加する見込みとなっている。

地球温暖化に関しては、特定フロン、代替フロンのいずれもCO<sub>2</sub>の数百～1万倍を超える温暖化係数 (GWP:

表1 フロンの種類と特徴

種類	特徴および代表的物質	大気中推定寿命 (年)	オゾン破壊係数 ODP	地球温暖化係数 GWP (100年)	規制
特定フロン	CFC Chlorofluorocarbon 塩素を含みオゾン破壊の程度が高い化合物 R11, R12, R113, R114, R115	45 (R11)～ 1,700 (R115)	0.5～1.0	4,520 (R502)～ 11,000 (R12)	先進国1996年全廃 途上国2010年全廃
	HCFC Hydrochlorofluorocarbon 塩素を含んでいるが水素があるため、オゾン破壊の程度が低い化合物 R22, R123, R141b, R142b	1.3 (R123)～ 17.9 (R142b)	0.02～0.1	77 (R123)～ 2,310 (R142b)	先進国2020年全廃 途上国2030年全廃
代替フロン	HFC Hydrofluorocarbon 塩素を含まず水素を含んだオゾン破壊が全くない代替物質 R32, R134a, R125, R410A	1.4 (R152a)～ 270 (R23)	0	124 (R152a)～ 14,800 (R23)	京都議定書による削減対象

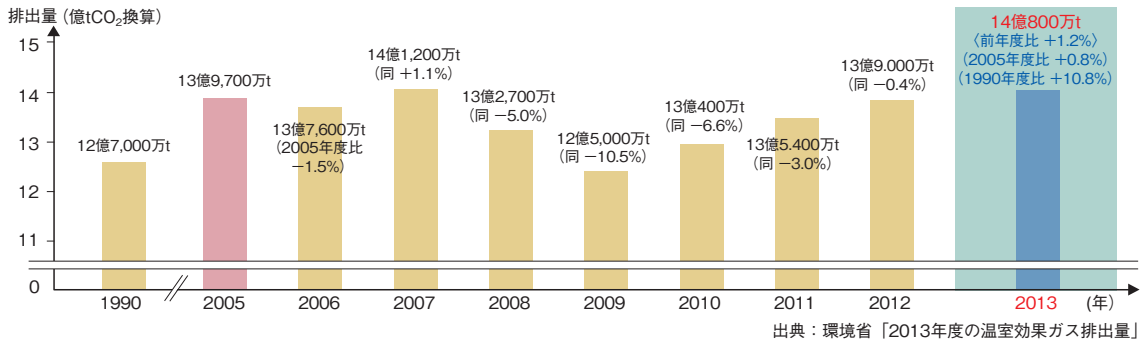


図1 日本の温室効果ガス排出量

Global Warming Potential) を持つことより、温室効果の低い代替物質の開発や、新たな規制等の対策を求められており、今回の「フロン排出抑制法」の施行はその1つとなる。

ちなみに我国の2013年度温室効果ガス総排出量は、14億800万CO<sub>2</sub>-tである(図1)。2005年度と比べて排出量が増加した要因は、特定フロンから代替フロン類への移行に伴う排出量の増加、火力発電の発電量の増加に伴う化石燃料消費量の増加などが挙げられる。総排出量の中でフロン類の温室効果ガスに占める割合は、1.7%、2,300万CO<sub>2</sub>-tである(図2)。

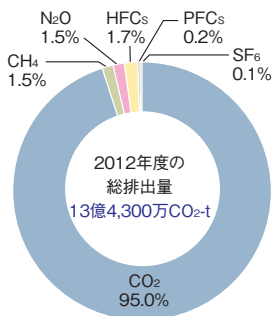


図2 日本が排出する温室効果ガスの内訳(2012年度)

### 3. フロン回収・再資源化

NTTグループでは、35年前からICT装置用空調機FMACS(I~V)を継続開発・利用しており、使用する冷媒は環境負荷の少ないものに順次移行している。現在はオゾン層破壊につながるHCFC(R22)を冷媒とするFMACS-IIIを、オゾン層を破壊しないHFC(R410A)を冷媒とするFMACS-Vへ計画的に更改している。

フロンには、フッ素樹脂製品(商品名テフロン)の元となるフッ素が含まれており、回収したHCFC(R22)のうち純度の高いものは、再資源化処理によりフッ素樹脂原材料として再利用することができる。これまで「フロン回収・破壊法」のもと、FMACS更改に伴う回収フロンは破壊処理に回していたが、同法では回収したフロン類は破壊だけでなく再利用も認めている。温暖化評価手法によるLCA比較をすると、フロン1kg当たり2kWh以上のエネルギーを必要とする高温燃焼が必要な破壊処

理よりも、低沸点であるため低温で処理できる蒸留再生の方が、フロン処理で排出されるCO<sub>2</sub>を86%削減できることが2007年に明らかにされた。さらに破壊処理は、中和過程において産業廃棄物となる汚泥も発生し、その処理費用が別途必要にもなる。

当社では上記に加え、破壊処理よりもコスト削減となる蒸留再生を経た資源化処理と、「フロン回収・破壊法」で定められている工程管理制度に基づく工程管理票(マニフェスト)の全国一元管理システムを構築し、2010年よりNTTグループの回収フロン再資源化処理業務を受託し、フロン回収も付帯業務として循環型社会の実現に貢献している。

### 4. フロン排出抑制法の概要

これまでの「フロン回収・破壊法」は、特定機器の使用済みフロン類の回収・破壊のみが対象であったが、そこに含まれていない製造・使用・廃棄段階での課題が下記のように明らかとなってきたため、冒頭に記したように「フロン排出抑制法」では製造から廃棄まで、ライフサイクル全体において包括的な対策を実施することになった。

#### (1) 機器廃棄時の回収率低迷

「フロン回収・破壊法」施行(2002年)以来、フロン回収量は増え続けて、2012年には4,400tになっているが、フロン回収率は3割程度で低迷している。

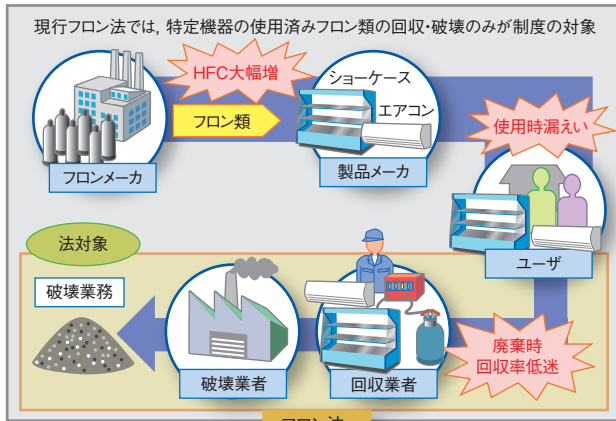
#### (2) 機器使用時の大きな漏えい量

経済産業省の調査では、別置型ショーケースや中型冷凍冷蔵庫の漏えい率は13~17%/年であり、6~8年で充填されたフロンが全量漏えいする計算になる。ビル用パッケージエアコンの漏えい率は3~5%/年、家庭用エアコンは2%/年となっている。

ちなみに、住宅8畳用のエアコンに充填されているフロン量は約1kg(2CO<sub>2</sub>-t相当)であり、燃費20km/ℓのガソリン車が18,000kmを走行する際に発生するCO<sub>2</sub>量に相当する。

#### (3) 今後も急増する見込みの代替フロン

対策を施さないと、2020年には2010年の2倍の排出量となり、そのうちの多くが冷凍空調分野となる見込みと



出典：環境省「フロン排出抑制法の概要」

図3 フロン排出抑制法の全体像

なっている。

「フロン排出抑制法」では、図3のように①フロン製造業者への新規製造量等の削減，②機器製造者への冷媒転換の促進，③管理者への業務用機器の冷媒適正管理，④充填回収業者への充填の適正化・回収の義務，⑤再生・破壊業者への再生・破壊処理の適正化を求めている。

#### 4.1 フロン製造業者等の取り組み

フロン類を製造・輸入する事業者に対して，以下の取り組みが求められている。

- ・製造・輸入するフロン類の低GWP化，フロン以外への代替
- ・代替ガスの製造のために必要な設備整備，技術の向上，フロン類の回収・破壊・再生の取り組み

#### 4.2 機器製造業者の取り組み

フロン類使用製品の低GWP・ノンフロン化を進めるた

め，家庭用エアコンなどの製品(指定製品)の製造・輸入業者に対して，温室効果低減のための目標値を定め，製造・輸入業者ごとに出荷する製品区分に加重平均で目標達成を求める制度を導入する。

#### 4.3 管理者（ユーザなど）の取り組み

フロン類を冷媒として使用する業務用空調機器および業務用冷蔵・冷凍機器（第一種特定製品）の管理者には，以下の事項が義務付けられている。

- (1) 機器の適切な場所への設置と，適正な使用環境の維持・確保
  - ・振動源のない場所への設置，点検・整備ができる空間の確保，定期清掃の実施など
- (2) 定期点検の実施と記録
  - ・すべての業務用空調冷凍機器について，「簡易点検」の実施と「点検・整備記録簿」の作成および一定規模以上の機器について，「定期点検」の実施と記録（表2）

表2 管理者に求められる点検内容

点検種別	対象機器と規模	点検方法	点検頻度
簡易点検	すべての機器	目視確認等 ・製品からの異音 ・製品外観の損傷，腐食，錆び，油にじみ ・熱交換器の霜付き 等	四半期ごと
定期点検	空調機器 50kW以上	有資格者による①と②もしくは③の組み合わせにより実施 ①目視確認等 ②間接法 ・機器の運転状況などの記録などから判断 等	年に1回
	空調機器 7.5～50kW	③直接法 ・発泡液で確認 ・蛍光剤で確認 等	3年に1回
定期点検	冷凍機器 冷蔵機器 7.5kW以上	③直接法 ・発泡液で確認 ・蛍光剤で確認 等	年に1回

出典：東京都「管理者の義務 詳細版」

#### (3) フロンガス漏えい時の措置

- ・可能な限り速やかに漏えい箇所を特定し，機器の修繕を実施
- ・フロンガスが漏えいした未修理状態でのフロンガス再充填の禁止

#### (4) 点検・整備記録簿の保存義務

- ・機器の点検・整備記録について機器ごとに記録簿に記録，廃棄するまで点検・整備記録簿の保存

#### (5) 廃棄時等のフロン類回収義務

- ・「第一種フロン類回収業者」に依頼して，フロン類を回収した後に廃棄
- ・回収依頼の際の，工程管理票交付義務

#### (6) 算定漏えい量の報告

- ・全事業所（法人単位）の機器整備時の漏えい量の年度合計が，1,000CO<sub>2</sub>-t/年以上の場合，翌年度7月末までに国に報告する。機器から漏えいしたフロン量は直接把握することができないので，充填回収業者が発行



する充填証明書および回収証明書から算定漏えい量を算出する

$$\text{算定漏えい量 (CO}_2\text{-t)} = \Sigma (\text{充填量 kg} - \text{回収量 kg}) \times \text{GWP (地球温暖化係数)} \div 1,000$$

ちなみに、1,000CO<sub>2</sub>-t/年以上となり報告対象となる目安は、商業ビルの場合では、床面積1万m<sup>2</sup>程度のビルを28棟以上有する管理者が想定される。また、FMACS-Ⅲに使用されているR-22の冷媒の場合、温暖化係数は1,810であり、FMACS-ⅣやⅤに使用されているR410Aは2,090なので、いずれも1,000CO<sub>2</sub>-tは約500kgのフロン量に相当する。

#### 4.4 充填回収業者の取り組み

これまでフロン類の回収は、「第一種フロン類回収業者」が行ってきたが、「フロン排出抑制法」により充填行為を適正なものとするため、充填業も含め都道府県の登録が必要となり、「第一種フロン類充填回収業者」と名称が変更される。特定製品の整備に際してフロン類を充填する必要があるときは、「第一種フロン類充填回収業者」に委託することが義務となった。「第一種フロン類充填回収業者」には不適切な充填による漏えい防止、整備不良のままの繰り返し充填による漏えい防止、異種冷媒の混入防止の観点から、以下の取り組み基準が定められている。

- 機器の冷媒漏えい状況の確認
- 漏えい確認時における説明等
- 冷媒の確認
- 充填中の漏えい防止等
- 機器・充填に係る十分な知見

#### 4.5 再生・破壊業の取り組み

新たに「再生」行為を定義し、フロン類破壊業者と並ぶ回収したフロン類の引き渡し先として、「再生業者(国による許可制)」を位置づけ、再生されなかったフロン類を破壊業者に引き渡す義務を課した。「フロン排出抑制法」により再生フロン類が活用されれば、フロン類の新規製造・輸入が抑制され、資源の有効利用に資することも期待される。

### 5. 管理者の事前準備・注意点

管理者の取り組み事項に対応する事前準備事項としては、下記の点が挙げられる。

- 管理担当者、管理体制の決定
- 所有機器をリスト化し、定期点検の対象機器を整理するとともに、点検・整備記録簿の整備
- 簡易点検実施担当者を決め、簡易点検・定期点検の実施スケジュールの立案
- 機器の冷媒漏えい状況をあらかじめ点検し、疑いのあ

る時は速やかに専門業者に点検を依頼  
注意点としては以下の点が挙げられる。

- 「フロン排出抑制法」は、機器の買い換え・冷媒の入れ替えを強制するものではない
- HCFCについては2019年末に生産等が中止されるが、2020年以降も使用し続けることが可能。ただし、補充用冷媒の入手が困難になる可能性もあり、計画的な機器更新が必要
- 機器の設置は整備に含まれるため、設置時の充填についても、「フロン排出抑制法」の対象となる

## 6. 東日本大震災におけるフロン等の大量排出

東日本大震災では多くの建物が倒壊し、製品中に含まれていたフロン類が大気に漏出している。震災がフロン類排出量へ与えた影響について、2015年4月に国立環境研究所を含む国際研究グループから推定値が発表された。発表によると、フロン類の震災後の排出量は、研究対象とした6種のフロン類全体で6,600tと推定されている。これはオゾン層破壊物質であるCFC-11に換算すると1,300t、温室効果気体であるCO<sub>2</sub>に換算すると1,920万CO<sub>2</sub>-tに相当する。震災による排出量の増加は全世界レベルで見ると、各フロン類の4%以下であるが、フロン類を含む製品は世界中で使用されており、地震や津波などの世界中で発生している自然災害が、フロン類の大量排出を引き起こしうることが初めて示された(図4)。

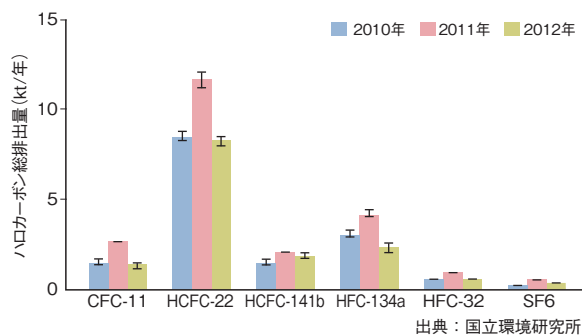


図4 日本におけるハロカーボン類の年間排出量

## 7. おわりに

現在、低GWP代替品となるCO<sub>2</sub>冷媒を採用した冷凍機やヒートポンプ給湯器、欧米においてHFO (Hydro-fluoroolefin 温暖化係数4)を採用したカーエアコンが普及しつつある。一方で、エネルギー効率の高さ、経済性、ライフサイクル評価等を考慮すると、冷媒漏えい管理を徹底すれば、HFCは非HFCや低GWP代替品より環境負荷を減らすことができるという見解もある。管理者には冷媒漏えいをなくし、定期点検の不要化にもなるため、使用予定がない機器や廃棄予定の機器は、速やかに廃棄あるいはフロン回収をすることを提案する。

#### [参考文献]

- 1) 冷媒回収推進・技術センター：冷媒回収処理技術
- 2) 環境省：フロン排出抑制法（平成27年4月施行），[http://www.env.go.jp/earth/ozone/cfc/law/kaisei\\_h27/](http://www.env.go.jp/earth/ozone/cfc/law/kaisei_h27/), 2015.5.1
- 3) 三井・デュポンフロロケミカル：回収フロンの資源化処理
- 4) 関屋章，岡本小百合，山崎栄司，本田崇之：HCFC-22の回収・再利用の環境優位性，第31回フッ素化学討論会要旨集，2007
- 5) 日本冷媒・環境保全機構：第一種特定製品管理者の役割と責務，<http://www.jarac.or.jp/seminar/dl/02Kanrisha.pdf>, 2015.5.1
- 6) 日本冷凍空調設備工業連合会：冷凍空調設備機器の維持管理について，<http://www.jarac.or.jp/seminar/dl/04User.pdf>, 2015.5.1
- 7) 東京都環境局：管理者が取り組むべき措置について，<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/safety/cfc/>, 2015.5.1
- 8) 国立環境研究所：東日本大震災に伴うフロン等の大量排出，<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2015/20150406/20150406-2.html>, 2015.5.1



つかだ としひこ  
塚田 敏彦

EHS&S 研究センター上級技師 兼 環境技術部長  
CASBEE 建築評価員, LEED AP, 一級建築士  
日本建築学会, JFMA 会員

## Synopsis

### Overview of the Fluorocarbons Emission Control Law

**Toshihiko TSUKADA**

The “Fluorocarbons Recovery and Destruction of Fluorocarbons Law” that came into force in 2002 has been revised, resulting in enforcement from April 2015 of the “Fluorocarbons Emission Control Law” that not only governs the recovery and destruction of fluorocarbons, but also marks the beginning of comprehensive regulations covering the entire lifecycle from the manufacture of fluorocarbons to their disposal as a measure to prevent global warming. Since the revised law assigns various roles to personnel such as managers of Class 1 Specified Substances (commercial air conditioning equipment and commercial refrigerators and freezers in which fluorocarbons are used as the refrigerant), organizations have begun conducting relevant studies and implementing appropriate compliant measures. During the two years from 2012 to 2013, the author was responsible for overseeing operations of the national movement for climate change policies in the Lifestyle Policy Office adjacent to the Office of Fluorocarbons Control Policy which promotes revision of Fluorocarbons Law within the Climate Change Policy Division, Global Environment Bureau of the Ministry of the Environment.

Against this background, this paper presents information ranging from the characteristics of fluorocarbons to an overview of the Fluorocarbons Emission Control Law, advanced preparation by managers and the recycling of fluorocarbons recovered from the commercial air conditioning equipment of the NTT Group outsourced to our company.