

25%以上削減”を国内で確実に達成させよう！
MAKE the RULE議員会館内勉強会

第4回 フロン対策の現状と課題

2010年3月19日 参議院議員会館

NPO法人 ストップ・フロン全国連絡会
代表 西菌 大実

不十分なフロン対策

- フロン類(CFC、HCFC、HFC、PFC、SF₆、NF₃など、いわゆる「Fガス」...フッ素 F を含む有機化合物ガス)について、温室効果ガスとしての対策が急務
- Fガスは地球温暖化係数がきわめて大きく、用途や使用量が把握しやすいので、適切な対策をとれば効果を上げられる
- 2020年までに効果をあげる対策
すでに市中にあるフロンの漏洩防止と回収
断熱材・スプレー噴射剤などへの使用禁止
- 2030年には効果をあげる根本的な対策
可能な分野から、早急に、自然物質(非Fガス)転換を促進

フロン₂の温室効果と毒性

- オゾン層保護のためのウィーン条約モントリオール議定書の規制により、旧来のフロンCFC、HCFCから代替フロンHFCへの転換が進んだ。これはオゾン破壊の主因となる塩素(Cl)を含まないことが主眼であり、フロンたる重要な諸特性...不燃性(難燃性)、低毒性、冷媒や溶剤としての物性など...を維持するために、フッ素(F)化合物であることは何ら変わっていない。
- 基本構造である炭素-フッ素(C-F)結合は強い赤外放射強制力...赤外線を捕捉する能力...を示すので、オゾン破壊能の有無にかかわらず強力な温室効果ガスである。
- 有機フッ素化合物であるがゆえに、その分解物が地球の物質循環に現時点では予測できていない打撃...例えば毒性の高いフッ化水素や強酸性物質であるトリフルオロ酢酸による生態系被害など...を及ぼすことも否定できない。

HFC冷媒をはじめとする フロン使用製品からの排出

スーパー1店舗のショーケース
冷媒約1t使用

R-404A (GWP3922) の場合
温室効果は

$1\text{t} \times 3922 = \underline{3922\text{ t-CO}_2}$
(ガソリン170万リットル 燃焼相当)



図:日冷工HPより

HCFC時代の主力冷媒であるR-22 (GWP1810)と比べて
HFC冷媒の温室効果は同じかむしろ大きい。

主な冷媒フロンの種類と地球温暖化係数

冷媒		用途分野 主な使用機器など	環境面の 国際規制	物質		地球温暖化係数 100年累積値	
種類	名称			組成	性状	IPCC第2次 報告書	IPCC第4 次報告書
CFC	R-12	カーエアコン 小型機器など	モントリ オール 議定書	CFC-12 (100%)	単一	8100	10900
HCFC	R-22	ルームエアコン ～業務用機器 に広く使用		HCFC-22 (100%)		1500	1810
HFC	R-134a	カーエアコン 小型機器など	京都 議定書	HFC-134a (100%)		1300	1430
	R-410A	ルームエアコン など		HFC-32 (50%) HFC-125 (50%)	疑似共沸	1725	2088
	R-407C	パッケージエア コンなど		HFC-32 (23%) HFC-125 (25%) HFC-134a(52%)	非共沸	1526	1774
	R-404A	冷蔵、冷凍 ショーケース など		HFC-125 (44%) HFC-143a (52%) HFC-134a (4%)	疑似共沸	3260	3922
	R-507A	冷凍 極低温機器		HFC-125 (50%) HFC-143a (50%)	共沸	3300	3985

日本冷凍空調工業会資料、IPCC第2次報告書および第4次報告書などをもとに作成

フロン市中ストック量... いわゆる「バンク」

CFC、HCFCも含む【単位：数量t】

排出規制のある分野

- カーエアコン冷媒 4 万t
- 家電冷媒・断熱材 10 万t
- 業務用冷凍空調機器冷媒 10 万t

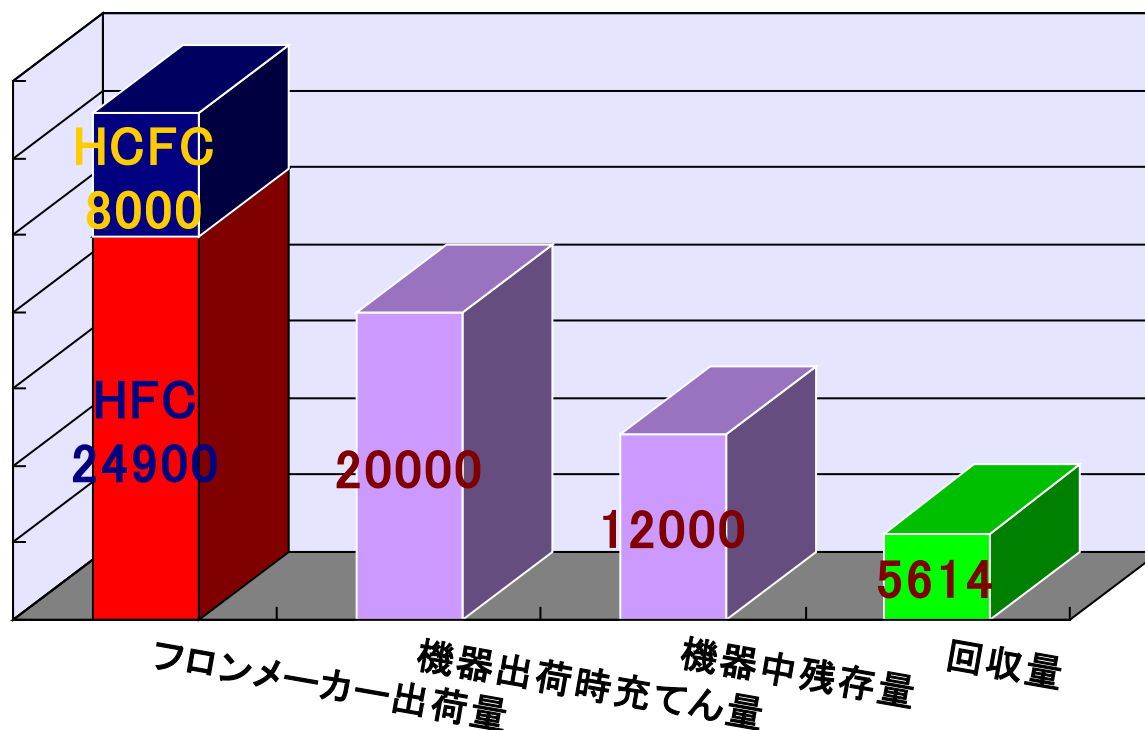
排出規制のない分野

- 建築物断熱材(発泡剤) 10 万t
- スプレー噴射剤 販売量 2千t/年

CO2換算： 約7億t-CO2(うち冷媒4億t-CO2)が国内に存在

冷媒フロン₂の年間排出量推計

冷媒(業務用冷凍空調+家電+自動車の合計)単年度フロー【数量t】



(フルオロカーボン協会2007年度、環境省2008年度資料などから推計)

※消費された冷媒フロンそのものがその年に廃棄されるわけではないが、国内の冷凍空調機器の出荷・廃棄はほぼ一定で変動が少ないので、近似的に推計できると考えられる

冷媒フロンの8割は行方不明

- 使用時排出(漏洩)分と未回収分を合計すると、数量トンで年間2万t以上、CO2換算で4000万t-CO2もの大気排出がされていると推計される。
- 回収破壊量は1000万t-CO2程度である。

国内の冷媒フロン全体の視覚イメージ化【数量t】

フロンを比重1の液体と仮定した場合

市中ストック(バンク)...100m × 100m × 深さ24m (24万t)

のフロンの池がある

そこに毎年、3万tを注ぎ込み、2万t以上を漏洩、数千tを回収

インベントリでは見えない排出実態

- 京都議定書上の排出量(インベントリ)は、現時点ではHCFCが多いため大きくない(2008年;1320万t-CO₂)。
- フロン回収・破壊法、自動車リサイクル法、家電リサイクル法ではCFC、HCFC、HFCとも回収対象であり、回収量(破壊量)は明らかにされている。しかし、インベントリではHFCだけしか見えていない。
- HCFCも(もちろんCFCも)温室効果ガスであり、「数字に出ないからよい」という話ではない。
- 現時点で実質4000万t-CO₂もの排出がある。これを速やかに止めなければならない。

2020年にはインベントリ上でも急増

- インベントリ(京都議定書上の排出量)は、HFCへの転換が進むにつれ増大する＝数値が顕在化する。
- 出荷量段階ではすでにHFCへ切り替わっており、2020年の排出は大半がHFCとなるだろう。(約4000～5000万t-CO₂)

新規機器へのHCFC冷媒充填は2009年末をもって終了している。

(参考) 2007年フルオロカーボン国内出荷量 【単位：1000 数量トン】

	冷媒	エアゾール	発泡剤	洗浄剤	その他	合計
HCFC	8.0	0.1	0.0	3.4	0.3	11.8
HFC	24.9	1.4	6.9	0.8	0.2	34.3
合計	32.9	1.5	6.9	4.2	0.5	46.1

出典：日本フルオロカーボン協会HP

冷 媒

- 冷媒の場合、機器充填から本格的な排出まで10年程度のタイムラグがあると考え、いまから自然冷媒・低GWP冷媒導入による排出量削減効果は、2020年時点では小さい。2030年には大きく効いてくるだろう。
- 2020年までの削減効果は市中ストックの徹底的な漏洩防止と回収実施から得られる。

断熱材

- 断熱材(発泡剤)はウレタンフォームに京都議定書対象外の2種類のガスHFC-245fa(GWP 1030)、HFC-365mfc(GWP 794)が使われており、その量は2008年3044t、1122tにのぼる。CO₂換算では、合計約400万t-CO₂にもなり、非常に大きな隠れた排出である。
- ノンフロン技術が開発されているおり、転換率は41%(2008年)。技術的には全転換が可能である。

ダストブロワー

- エアゾールの大半を占めるダストブロワーは、とくに不燃性が必要な用途に HFC-134a(GWP 1430)が残るが、一般用はHFC-152a(GWP 124)に切り替わっており、使用量は漸増、2008年排出量は数量で約2千t、CO₂換算で67万t-CO₂である。
- すでにノンフロン製品(DME + CO₂)が市販されており、HFC-152aを使用する必要性はない。

電子部品、半導体・液晶製造における PFC、SF6、HFC

- 洗浄、信頼性試験、製造工程などにFガスが使用されている。
- 排出量は漸減しており2008年には**520万t-CO₂**／年。
- その裏で、京都議定書対象外ガスであるNF₃(GWP 17000)の使用量が急増していることは問題である。

HFC-23などフロン製造時排出

- HCFC-22製造プラントにおける副生ガスHFC-23(GWP 14800)は、副生率2%以下、さらに2004年から全製造プラントに破壊設備を設置したため、排出量は約50万t-CO₂/年である。
- HCFC-22はフッ化物原料としての用途(モントリオール議定書の枠外)があり、その生産(約6万t/年)が続く限り、副生HFC-23の排出が続く。
- HFC、PFC、SF₆ などのガス製造時の排出(漏出)は、約200万t-CO₂/年である。排出割合(漏出率)は減っているが、HFC、PFC生産量が増加しており、排出量はほぼ横這い。SF₆(GWP 23900 ; IPCC第2次報告書)は、高い係数が災いしている。これらのFガスを使い続ける限り、排出が続く。

各分野のフロン管理実態(まとめ)

- 全量放出分野
ダストブロワー、建築用断熱材(発泡)
- 8割がた放出分野
冷媒
- ある程度コントロールできる分野
フロン製造、半導体・液晶製造、溶剤、
金属マグネシウム製造、電力設備絶縁

世界の排出動向

- IPCC(気候変動に関する政府間パネル)とTEAP(モントリオール議定書の科学当局)が2005年に共同で作成した特別報告書によると、機器中(冷凍空調機、断熱材等)に存在するフロン¹の量(バンク全体)は、全世界でCO₂換算約200億t-CO₂、そのうち冷媒フロンが90億t-CO₂(冷媒バンク)である。
- このバンク全体からの年間排出量は25億t-CO₂、そのうち冷媒バンクからの排出が20億t-CO₂に達すると推計される。

途上国で大きいCFC、HCFC排出

- HCFCは2007年のモントリオール議定書締約国会議で生産規制が前倒しされたが、途上国は2009・2010年の平均を基準として2013年に凍結、その後削減とのゆるい削減スケジュールである。
- 途上国のフロン生産は増大しており、中国の2006年生産量は約7億t-CO₂相当と莫大。2009年ラクイラ・サミット合意文書第66項ではHCFCの生産規制によるHFCの増加を懸念する記述がみられるが、それ以前にCFC、HCFC自体が強力な温室効果ガスであるから、大量放出は大きな問題である。
- 電力中央研究所によれば、世界の途上国のフロンの削減ポテンシャルは、2020年に世界全体で、負のコスト(=利益)で約6億トンCO₂削減が可能、また、50ドル/トンCO₂のコストをかければ約27億トン削減が可能としている。
- 途上国がHFCに転換してしまう場合、PNASに発表された論文によると、2050年には先進国の8倍、温室効果ガスの9~19%に達するとしている。

フロンの中長期的削減目標と政策案について

●気候変動問題

- ・世界的な異常気象の多発、氷河や極域の氷解など科学者の予測を上回る規模で発生。
- ・IPCCでは、地球の気温上昇を産業革命前に比べて2°Cにとどめるために、先進国が2020年までに90年比25~40%、2050年までに80~95%の削減を要求。
- ・持続可能な社会の構築のため、温室効果ガスの大幅削減は、人類の叡智を結集して解決すべき課題。

●「フロン類」の環境影響の特徴

- ・人工的化学物质で自然界に存在しない。
(元のF(フッ素)系物質はホタル石)
- ・森林などに吸収されない。
- ・赤外線吸収領域がCO₂とは異なる。
(「大気の窓」を塞ぐと言われる)
- ・高GWP→安定し地球温暖化への影響大
低GWP→分解しやすく毒性や他の環境影響有

フロンはCO₂とは別に位置付け
脱フロン社会の構築が急務！

政策の体系

目標

- ①フロン(Fガス)排出削減目標
「2030年までに排出をゼロとする」
ex. 温暖化対策基本法での位置付け

法規制

- ②排出・用途規制
「2020年までの生産規制」
ex. 基本法及びオゾン層保護法の抜本改正など

③フロン税の導入 ex. 税制改正

- ・エネルギー起源CO₂の炭素税とGWP換算で同額の税率とすることが理論的に公平
- ・フロンの製造・出荷段階での上流課税

④フロン管理体制強化 ex. フロン回収法強化

- ・フロン使用の工場、機械の登録
- ・フロンの管理責任者の設置

⑤フロン情報公開 ex. 温暖化対策法など強化

- ・種類別・分野別のフロン生産量・使用量等の報告
- ・フロン使用機器への表示の義務化

規制を担保する具体的政策

◆提案1◆

フロン排出削減目標設定「2030年までに排出をゼロとする」

1. 「温暖化対策基本法」でフロンの削減目標を位置付け

＜目標設定＞ 2030年までに排出をゼロとすることを明記

＜対象ガス＞ フッ素系の主として気体で存在する化学物質全て（以下を含む）

○製造プロセスで副生成物として排出されるもの

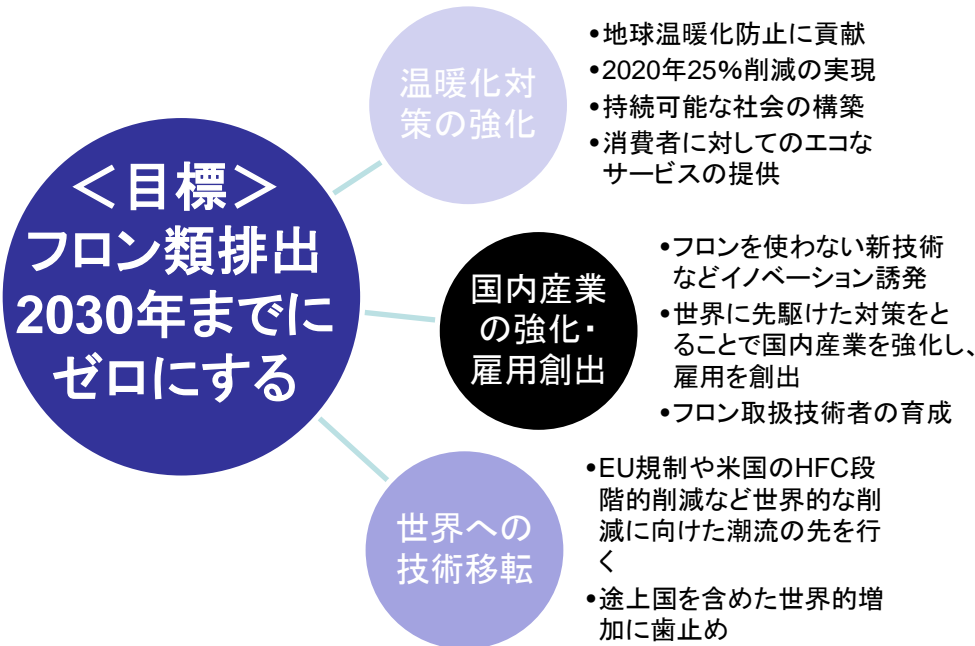
○NF3やHFC245faなど、京都議定書の対象ではない温室効果ガス(国際的に対象とすることを議論中)

cf.現在、非対象のNF3(GWP:17200)は出荷量が急増している。

＜削減方法＞ 人工化学物質なのでコントロール可能。規制的手法と経済的手法を組み合わせる。

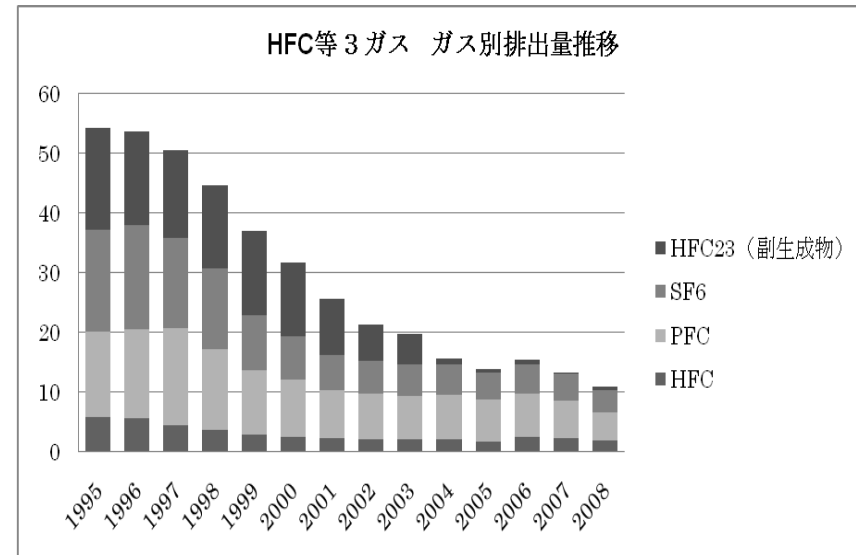
→具体的政策は個別法で規定する。

2. 野心的目標を設定し、新しい未来社会づくりを実現



3. 分野によってはすでに脱フロンを実現！

・洗淨分野や断熱材などの用途では脱フロンが進んでいる分野もあるが、脱フロンが進んでいない分野や完全な脱フロン化を進めるには政策的解決が不可欠。



出典)産業構造審議会化学・バイオ部会
第22回地球温暖化防止対策小委員会資料より作成

◆提案2◆

2020年までにフロンの使用を禁止する

1. 多様な用途を可能なところから段階的に規制

<フロン<u>の用途</u>>

- 発泡・断熱材(ウレタンフォーム製造、押出發泡ポリスチレン製造、高発泡ポリエチレン製造、フェノールフォーム製造)
- エアゾール(エアゾール製造、MDI製造、遊戯銃使用時)
- 冷凍空調機器(業務用冷凍空調機器、カーエアコン、家庭用エアコン、家庭用冷蔵庫)
- 洗剤・溶剤(電子部品の洗浄)
- 半導体製造(半導体製造、液晶製造)
- 電気絶縁ガス使用機器
- 金属製品(マグネシウム鋳造)

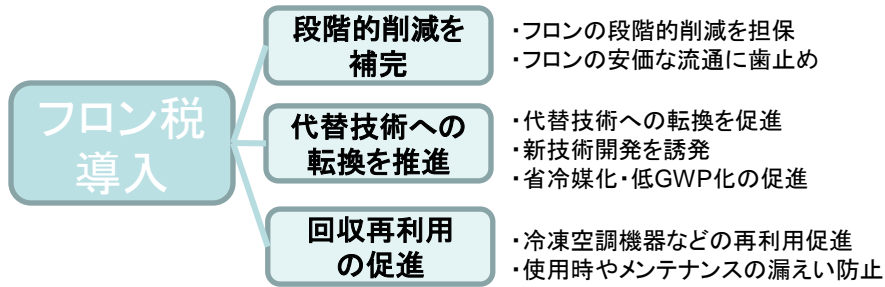
	生産・販売禁止	使用禁止	排出禁止
2012年～	<u>カテゴリーB-1</u> ・フロン含有製品・用途 ・代替技術が確立しているもの 例)エアゾール、断熱材、消火剤、洗剤など	<u>カテゴリーB-1</u> ・フロン含有製品・用途 ・代替技術が確立しているもの 例)エアゾール、断熱材、消火剤、洗剤など	<u>カテゴリーC</u> ・フロン含有製品、製造プロセス全て 例)製造時プロセスでの漏えい、半導体製造時、冷凍空調機器の使用時漏えいなど
2020年～	<u>カテゴリーA</u> ・フロン本体 例)新規HFCの生産	<u>カテゴリーB-2</u> ・フロン含有製品・用途 ・代替技術が確立しておらず課題があるもの 例)冷凍空調機器の新規製造分 * 冷凍空調機器は詳細に分類し規制を検討	

(備考) HFCの生産を国内で規制することにより、国内の脱フロン型技術のイノベーションを誘発し、国際市場での日本メーカーの優位性を高めることにもつながる。90年代に産業界が反対していたCFC規制については、実際に規制がはじまるとCFCからHFCへの転換がわずか数年で達成できた。HFC生産規制も、あと10年あるので無理な目標ではない。

◆提案3◆

フロン税を地球温暖化対策税(炭素税)と同額で上流課税

1. フロン税を導入し、脱フロンを推進



<フロン税について>

- ▶対象: Fガス全般
- ▶税額: GWPに応じて炭素税と同額で課税
- ▶方法: フロンの出荷販売時、フロン製造時や工業プロセスの漏えい量に応じて課税
- ▶導入時期: 2011年より
- ▶税収: 初年度見込み1320億円規模(*)
 - 一般会計とする。フロン代替への重点化施策を考慮
 - 税収はフロンの削減に応じて将来的にはなくなる。
- ▶備考: 経済的手法には米国で導入が検討されている排出量取引制度もあるが、上流を対象とした場合にはメーカーが限られ取引が機能しない可能性が高く、下流を対象とした場合に管理や検証が困難と考えられる。

2. 海外でのフロン税の導入状況

- 米国: かつてオゾン層保護対策でCFCに課税、段階的削減を促進
- デンマーク: 温室効果ガス税としてHFC、PFC、SF6に課税
- ノルウェー: 温室効果ガス税としてHFC、PFC、SF6に課税

◎主なフロンの課税額 *炭素税2000円/tとした場合

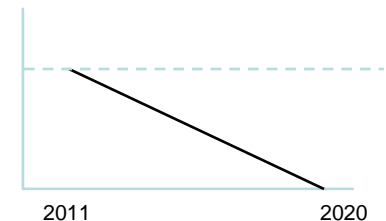
	フロン類	化学式等	GWP	課税額(円) (1kgあたり)
M	HCFC	HCFC22	1810	3620
K	HFC	HFC134a	1430	2860
		R410A(混合冷媒)	2088	4176
		R407C(混合冷媒)	1774	3548
		R404A(混合冷媒)	3922	7844
		R507A(混合冷媒)	3985	7970
N		HFC245fa	1030	2060
		HF01234yf	(4)	8
K	HFE	HFE125	14900	29800
	PFC	PFC14	7390	14780
K	SF6	SF6	22800	45600
N	NF3	NF3	17200	34400

M=モントリオール議定書対象 K=京都議定書対象、N=現在、国際規制なし
GWP(地球温暖化係数)はCO1を1とした場合の温室効果、IPCC第四次レポートに基づく

フロン税の税収イメージ

HCFCとHFCの冷媒で1320億円
(33000トン × GWP2000 × 2000円/t)

*物質ごとの生産量が公開されていないため、2007年出荷量の値をとった。HCFCとHFCのGWPを2000として計算。提案5の情報公開はフロン税の導入で不可欠。



◆提案4◆

フロン管理強化：冷凍空調機器の回収促進や漏洩防止の徹底

1. フロン回収を義務付ける法律と上がらない回収率

▶ フロン回収破壊法（業務用冷凍空調機器）

- 廃棄時回収は台数ベースでは57%実施、しかし回収量がおいついていない（冷媒回収率約3割）
- スーパー、コンビニなどで140万台稼働している別置型冷蔵ショーケースからの排出が約5割を占める→**対策の重点課題**

	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
回収率	35%	29%	30%	31%	32%	27%	28%

2009年12月22日発表「フロン回収・破壊法に基づく業務用冷凍空調機器からのフロン類回収量等の集計結果」

▶ 家電リサイクル法（家庭用冷蔵庫、家庭用エアコン）

- リサイクルルートに乗れば適切な回収が行われている。しかし6割が系外ルートで不適切な処理（冷媒回収率約3割）...排出者にルートにのせる義務がない、エアコンはユーザーからの引き取り時に適切な処理が行われていない可能性もある。

▶ 自動車リサイクル法（カーエアコン）

- 系外ルート（おもに中古車輸出）に5割が流れている（冷媒回収率約3割）

2. 既存の冷凍空調機器からのフロンの漏えい

2009年3月に冷凍空調機器からのフロン漏洩率が従来の最大20倍も大きかったことが報告された。漏洩率は%/年。

<使用時漏洩の原因>

- ① 機器出荷段階でのミス
- ② 粗悪な設置工事やメンテナンス→**対策強化**
- ③ 事故や災害



これまでの法制度での限界

管理責任者の設置
工場、機械の登録
フロン税

<管理制度>

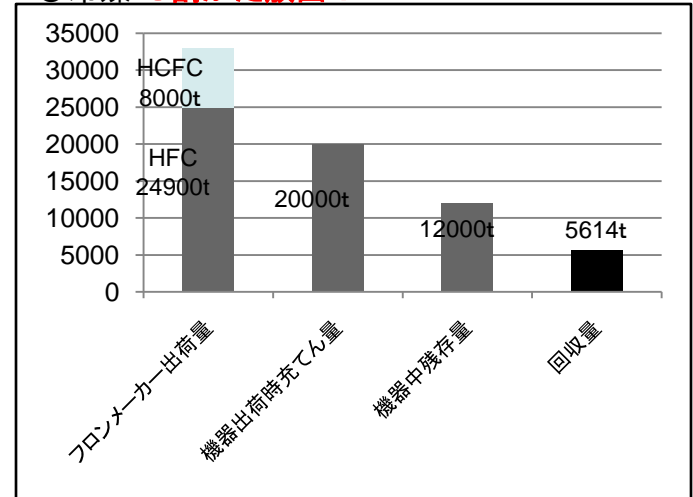
- ▶ フロン使用工場や機械の登録
- フロンを使用している工場や一定規模以上のフロン使用機器は全て登録し、フロンの流れを把握
- フロン使用量や充てん量の報告と管理
- ▶ フロン使用管理者の設置
- 粗悪な設置工事が横行しないよう、フロンを取り扱う管理者を登録

有害物・危険物としての扱いを！

自然冷媒など代替技術にも応用できる！

経済的インセンティブ(フロン税) + フロン管理の徹底

◎冷媒：**8割がた放出！**



◆提案5◆ フロン生産量、使用量等の情報公開

1. 把握されていないフロンの量

➢ 全体フロー

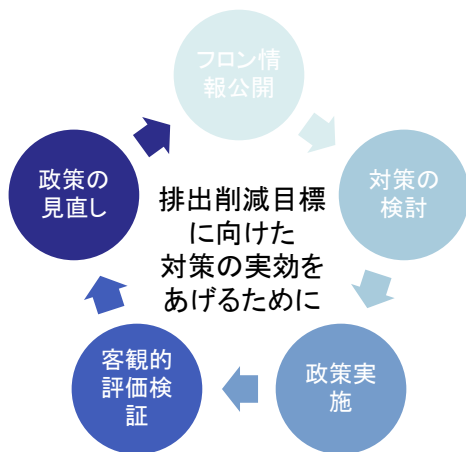
- フロンの生産量や使用量などの正確な数量が不明。（特にGWPが種類によって異なることから種類別のデータの公開）
- フロンの生産から廃棄までのプロセスでの漏洩量をつかみ、政策的な対策を講じるためには、出荷段階からの把握が不可欠。

➢ 使用規制をしない分野

- 使用規制しない分野や工場プロセスでの漏洩などについては特に企業ごとのデータ把握が必要
- 冷凍空調機器の整備時回収が義務化されたが、充てん量などの把握がなく、回収率の母数により信頼性に欠ける。
- 台数ベースの回収率は環境保全の観点からは不十分。

➢ 抜け道対策

- 京都議定書の対象になっていない物質も含めて全体像を把握、公開する必要がある。



◎フロンに関するデータの公開状況

	生産量(出荷量)		使用量(充てん量)	回収量	破壊量	排出量
	実数	CO2換算				
分類 (HFC、PFC、SF6)	○ (業界団体)	×	×	○	○	○
種類別 (HFC134aなど)	×	—	×	×	×	×
用途別 (冷凍空調機器、断熱材など)	×	×	×	○* (フロン回収破壊法)	○ (フロン回収破壊法)	×
企業・事業所毎	×	—	×	×	×	△ (温暖化対策法: 裾切りあり)

* カーエアコンや家電(エアコン、冷蔵庫)は台数ベースの回収のみ

<フロンの表示義務化>

- 事業者ユーザー(スーパーマーケットやコンビニエンスストア、ビル空調など)での使用量や充てん量の把握と公表
- 一般ユーザー(家庭用エアコン)に向けた表示義務
- 企業は生産時や工場プロセスなどでの使用量や漏洩に関する種類別用途別の情報を環境報告書などへ記載

2020年25%削減、2050年80%削減を実現するには
今から脱フロンを目指した対策を講じることが不可欠