
代替フロンHFCをめぐる国際情勢

京都大学大学院地球環境学堂

松本 泰子

2010年3月16日

HFCsとは

1970年代にデュポン社によってオゾン層破壊物質であるCFCsの代替物質として合成された。

1987年、デュポン社のパイロットプラントが米国で始動。

HFCsの高い地球温暖化係数(GWP)は1980年代末には専門家パネルの報告書などによって知られていた。

CFCs、HCFCs、HFCsと国際協定

	CFCs	HCFCs	HFCs
モントリオール議定書 対象物質	✓ 1996年全廃 (先進国)	✓ 2020年全廃 (先進国)	
京都議定書 対象物質			✓

* いずれも強力な温室効果ガス

モントリオール議定書の生産・消費*

規制スケジュール: CFCs; HCFCs

特定フロン(CFC-11, 12, 113, 114, 115):

議定書非5条国(先進国) 1996年全廃

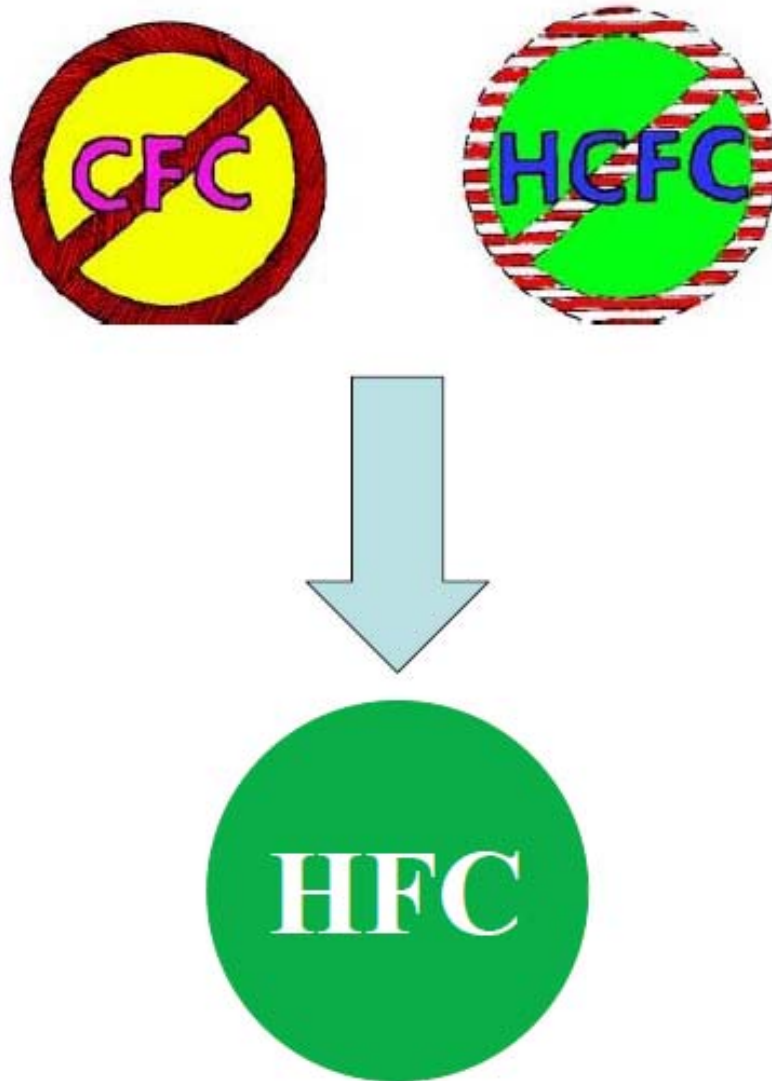
議定書5条国(途上国) 2010年全廃

HCFCs: 非5条国 2020年全廃+

5条国 2013年凍結、2030年全廃+

*「消費量」=生産量+輸入量-輸出量

HFCsへの移行



HCFCs and HFCs: An update from the SAP, OEWG29 Workshop, 2009年7月、より転載

オゾン層保護から温暖化対策へ(オゾン層破壊からの代替)

- CFC-12使用機(カーエアコンなど)は、90年代前半～半ばに代替。
- HCFC-22を使用した家庭用・業務用エアコンは、2000年前後から代替開始。
- 別置型ショーケースは、2007年頃からHFCへの代替が本格化。

用途	特定フロン	代替先 (ODP=0)	GWP	
			AR2	AR4
家庭用エアコン、 業務用エアコン等	HCFC(R22等) (ODP=0.055、GWP=1700)	R410A	1725	2088
		R407C	1526	1774
業務用低温冷凍機 器	CFC(R502等) (ODP=0.334、GWP=1700)	R404A	3260	3922
家庭用冷蔵庫	CFC-12 (ODP=1.0、GWP=8500)	HFC-134a (ODP=0、GWP=1300)	(1300)	(1430)
		炭化水素 (ODP=0、GWP<3)	<3	3~10程 度
カーエアコン	CFC-12 (ODP=1.0、GWP=8500)	HFC-134a (ODP=0、GWP=1300)	1300	1430

※GWPはIPCC第2次評価レポート値による

(出典) AR2: IPCC 2nd Assessment Report(1995), AR4: 4th Assessment Report(2007).

経済産業省資料「日本における冷媒HFCをめぐる状況と今後の課題について」2009より抜粋

CO₂換算量で見るHFC冷媒のインパクト

■ 主要機器に含まれるHFC冷媒のインパクト

	充填量 (metric kg)	充填量の CO ₂ -kg換算値
家庭用エアコン	1	2,000
店舗用エアコン	4	8,000
ビル用マルチエアコン	20	40,000
別置型ショーケース	10	40,000
大型冷凍機	500	700,000

(出典)経済産業省資料「日本における冷媒HFCをめぐる状況と今後の課題について」
2009より抜粋. (社)日本冷凍空調工業会資料をもとに経済産業省編集

HFCsの排出予測(I)

■ HFCs排出量：年0.4GtCO_{2eq}(2002) →
年1.2GtCO_{2eq}(2015)に増加.

急増の理由：

冷凍・空調、自動車エアコン部門におけるHFCsの使用の増加と、HCFC-22の生産増加によるHFC-23(副生成物)の排出増加による.

出典：IPCC/TEAP特別報告書・政策決定者向け要約、1995年、p.11

* 排出(BAUシナリオ)

* 詳しくはP.11の注を参照のこと.

HFCsの排出予測(II)

- 2015年から2020年の期間、世界のHFCs排出量(CO₂eq)は15－20%増加すると予測される。この増加の原因は、一部にはHCFCからHFCへの代替であるが、残りは経済成長による特定の部門におけるHFCsの使用の拡大によるものである。
- 同期間、途上国におけるHFC排出量はほぼ30%増加すると予測される。

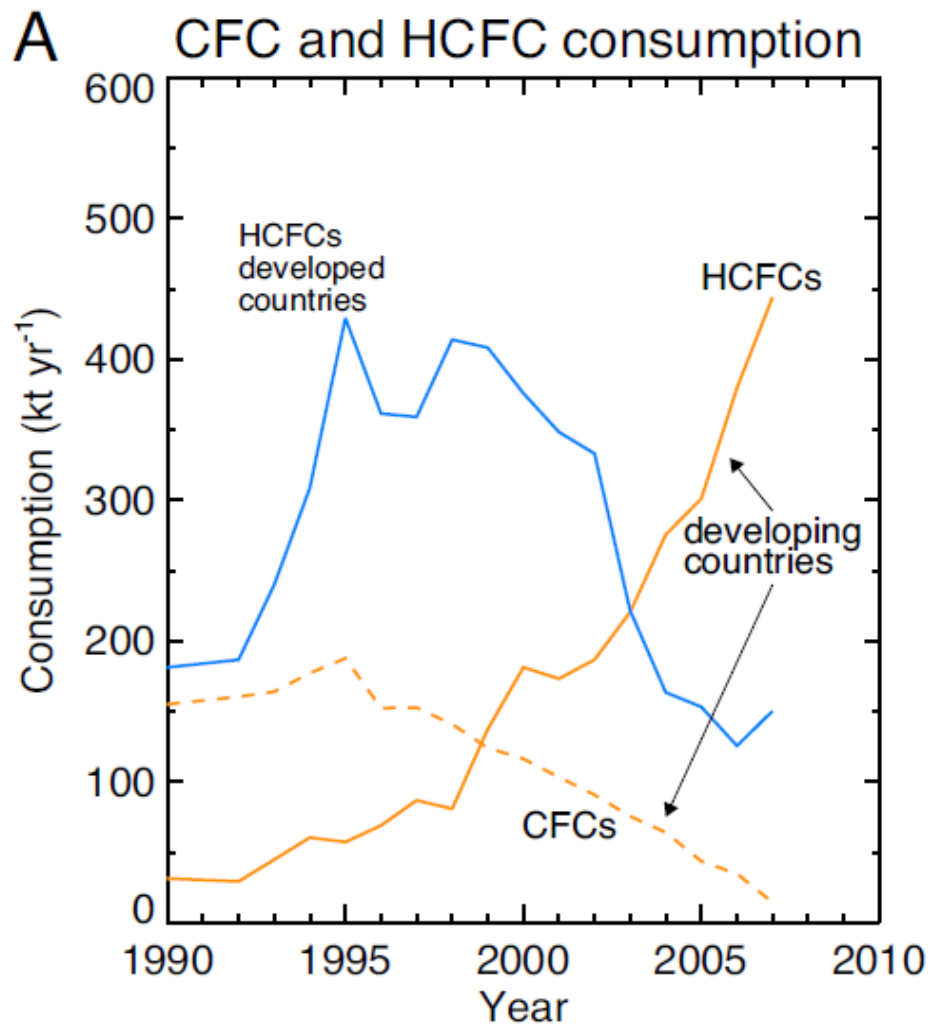
出典: TEAP, Task force Decision XX/8 Report, May 2009, p.128

Veldersらの論文(2009年)

- 「HFCsの消費と排出は、モントリオール議定書のオゾン層破壊物質規制に対応して今後数十年大幅に増加すると推定される。推定される増加は、HFCの消費あるいは排出の新しい規制が設けられないと仮定すると、主に途上国における冷凍・空調、断熱発泡における需要の伸びから生じる。2050年に途上国の排出は先進国の800%増しとなるため、世界の2025年以降のHFC排出量の以前の推定値を大幅に上回る。2050年のHFCsの世界の排出量は、BAU（現状維持）シナリオにおいて推定される世界の二酸化炭素排出量と比較して、その9～19%（CO₂換算）にあたる。この数値は、450ppm二酸化炭素安定化シナリオにおいて推定される二酸化炭素排出量と比較してその28～45%にあたる」。

Velders.G.J.M. et al.(2009) The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing. *PNAS*, 106(27), pp. 10949-10954,

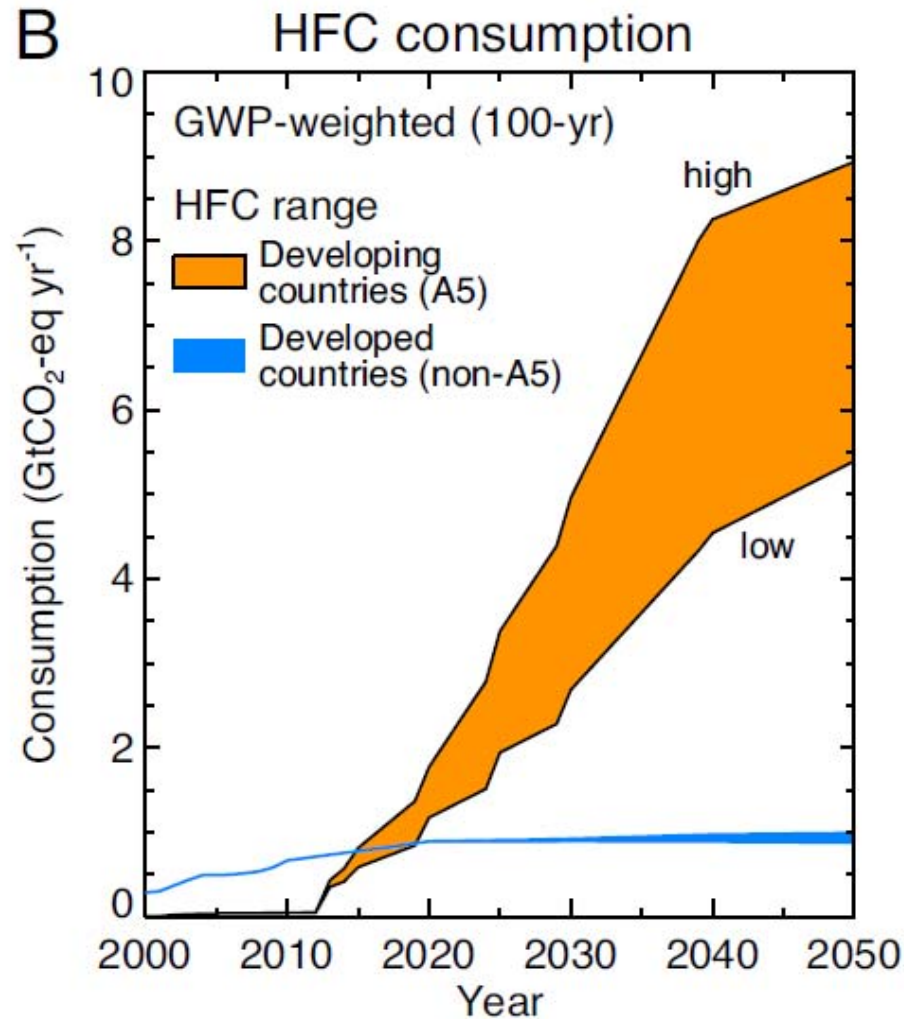
CFCsとHCFCsの消費量(先進国と途上国)



* 詳細は出典の図の注を参照のこと.

Velders.G.J.M. et al. (2009) The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing. *PNAS*, 106(27), pp. 10949-10954 より転載.

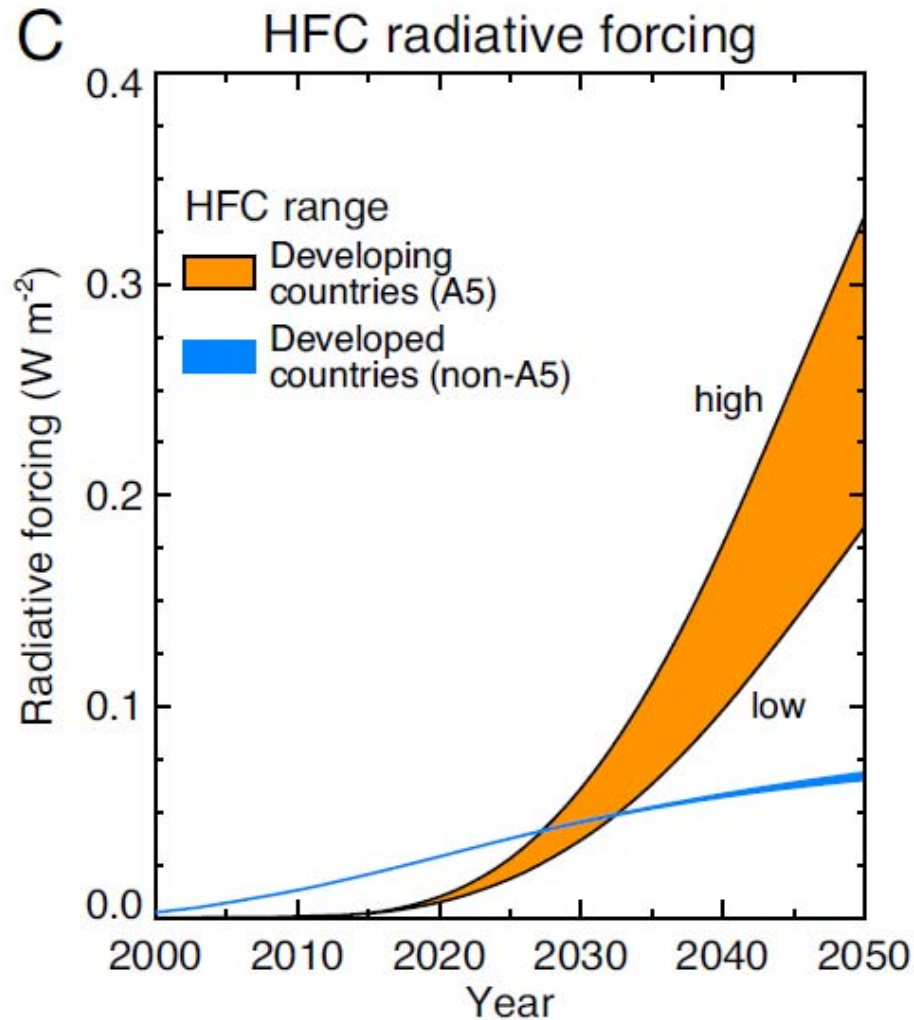
HFCsの消費量(先進国と途上国)



* 詳細は出典の
図の注を参照の
こと。

Velders.G.J.M. et al. (2009) The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing. *PNAS*, 106(27), pp. 10949-10954 より転載.

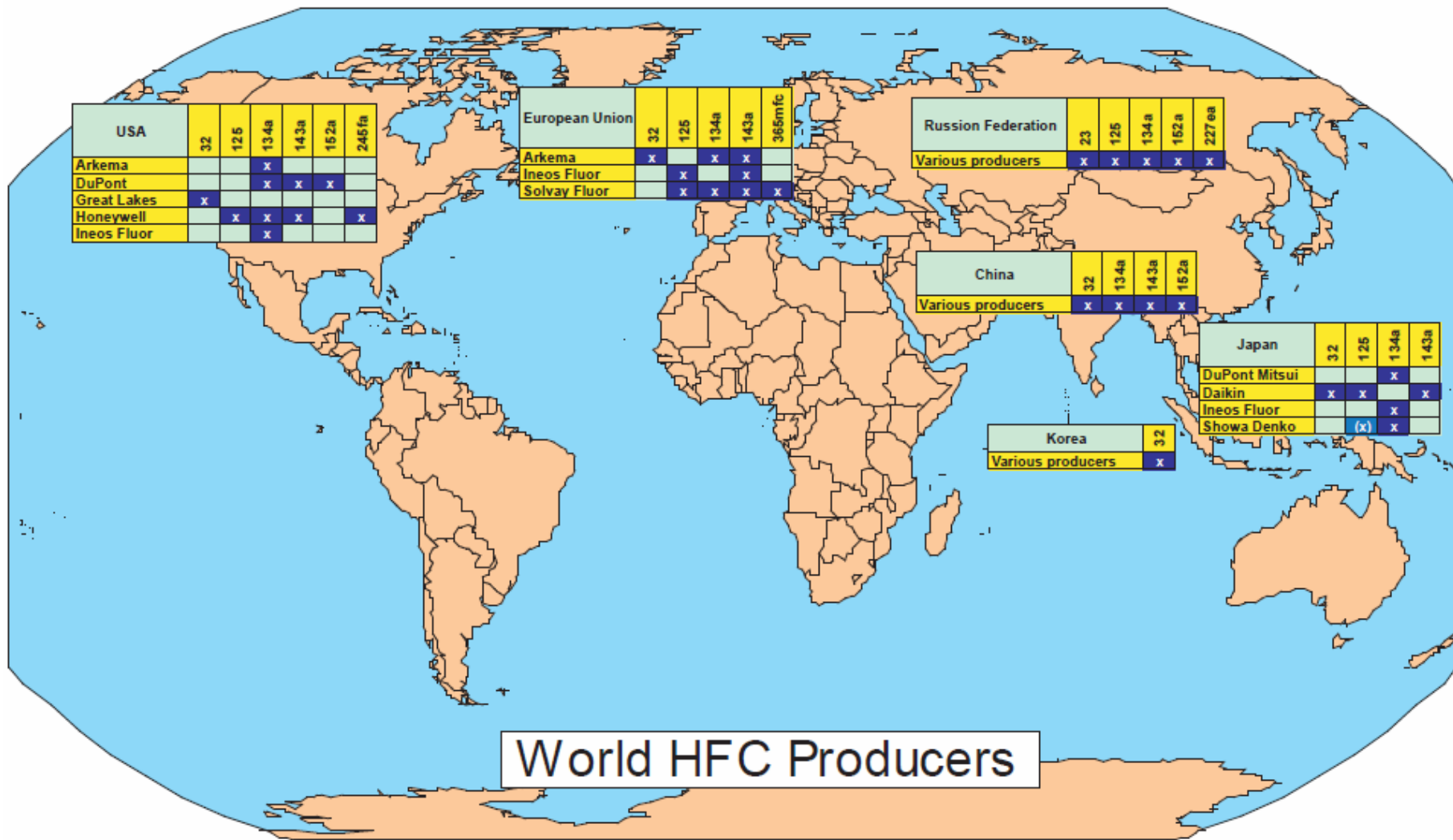
HFCの放射強制



* 詳細は出典
の図の注を参
照のこと。

Velders.G.J.M. et al. (2009) The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing. *PNAS*, 106(27), pp. 10949-10954 より転載.

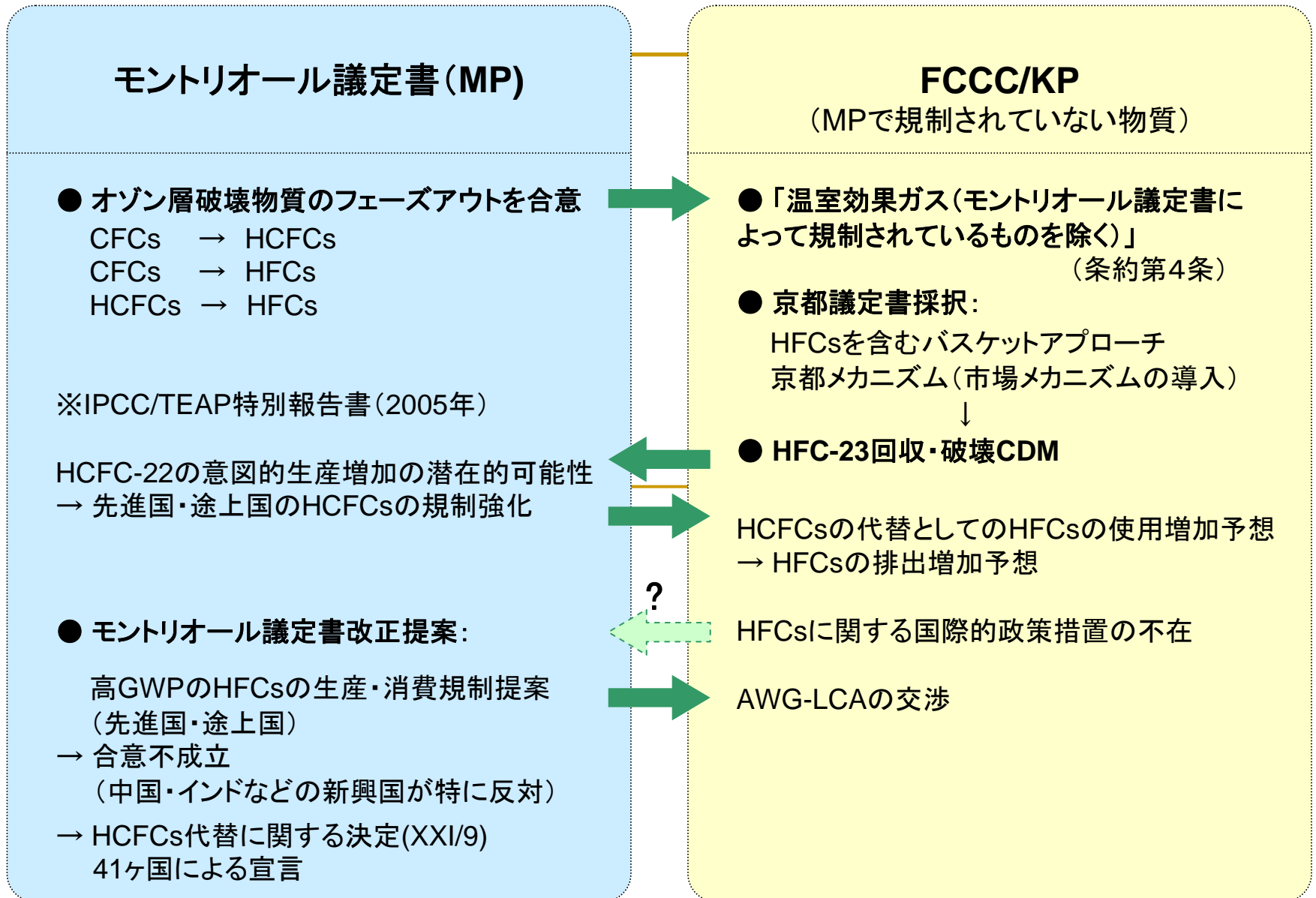
HFCを製造している企業 (*すべて網羅されているわけではない)



* 詳しくは、p. 406の本文(11. 1)参照のこと。

(出典)IPCC/TEAP特別報告書 2005, p.407より転載

HFCsは国際制度のもとでどのように扱われてきたのか



HFC-23 破壊CDM事業の問題

- モントリオール議定書の規制物質であるHCFC-22の製造過程から生じるHFC-23 (GWP=11, 700) (SAR) の破壊CDM事業から、大量の削減クレジットが生まれる
→ 規制猶予期間をもつ途上国でのHCFC-22の不必要な増産へのインセンティブを生む可能性がある
(HCFC-22の新規プラントについては交渉継続中)。

* 2007年モントリオール議定書第19回締約国会合 (MOP19):

HCFCs削減日程の前倒し

途上国: 基準年: 2015年 → 2009年と2010年の平均値

規制開始年: 2016年 → 2013年

全廃: 2040年+ → 2030年+

HFCsの国際的生産・消費規制の動き

- ミクロネシア-モリシャスによるモントリオール議定書改正提案(2009年5月): モントリオール議定書のもとでのHFCsの生産・消費規制
- ラクイラサミット(2009年7月)の首脳宣言(外務省仮訳)
「我々はモントリオール議定書によって委任されたHCFCの加速された段階的削減が、その多くが非常に強力な温室効果ガスであるHFCの使用の急激な増加を引き起こしていることを認識する。したがって我々はHFC排出量削減が適切な枠組みの下で達成されることが確保されるようパートナーと協働する。我々はさらに、ブラック・カーボンといった他の重大な環境強制要素に対処するために迅速な行動を取ることにコミットしている。しかしながら、これらの努力は、引き続き優先されるべき他のより長期間残存する温室効果ガスからの排出量の野心的かつ緊急の削減から注意を逸らしてはならない。」
- 北米提案(US、カナダ、メキシコ)(2009年9月): ミクロネシア-モリシャス提案を補完する提案

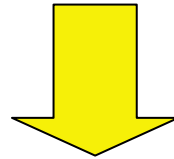
北米提案の概要 (I) (UNEP/OzL.Pro.21/3/Add.1)

- 「フェーズダウン」という新しい概念: 「フェーズアウト(段階的全廃)」との比較で用いられ、HCFCsのノンフロン代替がまだ完全には入手可能ではないという考え方から、一定程度HFCsの使用を残す形で削減していく方法。
- 20の特定のHFCsを規制するためにMPの新しい附属書を採択する(HFO 2物質を含む)
- 先進国は2013年に、途上国は2016年に削減開始(両方に生産・消費のフェーズダウン条項)
- HCFCsとHFCsの2004~06年の年間生産・消費量の平均をベースラインとする。

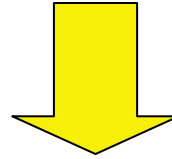
北米提案の概要(II)

- HFC-23の排出を厳しく制限
- 非締約国との輸出入禁止
- HFCsを規制対象とするUNFCCC/KPの条項を変えるものではない。
- 締約国は、HFCsに関するUNFCCCの義務の一部を果たすための一方法としてモントリオール議定書の義務を果たすこともありうる。
- 先進国は2033年に、途上国は2043年に、中間的な削減段階を経て、ベースラインの15%という最終的なフェーズダウンの安定期(プラトー)を達成する。

など。



MOP21(2009年11月)では、中国・インドなどの新興経済国の強い反対で、モントリオール議定書改正案についての実質的な交渉は行われなかった。



■ 決定(XXI/9)「HCFCと環境に害のない代替」の採択

モントリオール議定書多国間基金執行委員会は、HCFCsのフェーズアウトに関するプロジェクトやプログラムの資金供与基準を策定し適用する際に、適切な場合は追加的な気候便益に対して追加的なファンディングあるいはインセンティブ(またはその両方)を与えることを考慮し、プロジェクトおよびプログラムの費用効果を考慮する際に、気候便益の必要性を勘案し、HCFCsの低GWP代替の有効性をさらに明らかにすることを検討する。特にHCFCsをフェーズアウトする際に、低GWPまたはゼロGWPの代替物質の利用や適用を妨げたり、抑制している政策や基準を、見直し、改正をすることを締約国に奨励する、など。

- 「オゾン破壊物質に対する高いGWPをもつ代替に関する宣言」(41カ国:US, 日本、NZ、スイス、インドネシアなどを含む) (UNEP/OzL.Pro.21/9 AnnexIII)

HFCsの使用の増加による気候変動の影響に留意すること、代替が存在する分野においては高GWP代替の生産と消費のフェーズダウンを緊急に考慮することをすべての国に奨励し、低GWPへの代替を促進するために適切な措置を講ずること、など。

(2009年11月8日日本政府代表団概要報告)

HFCs生産・消費規制案の背景

- 科学の新知見
- HCFCs規制前倒しによる、特に途上国でのHFCsの急増への懸念
- HFOs(ハイドロフルオロオレフィン)の開発(デュポン社;ハネウェル社)
HFO-1234yf: GWP=4(100年値)
- ワックスマン-マーキー法案(2009年6月、下院を通過)

ワックスマン-マーキー(W-M)法案(I)

The American Clean Energy and Security Act of 2009

Section 619. Hydrofluorocarbons (HFCs)

- 2009年6月、下院を通過.
- 18種類のHFCsとHFO-1234fy、HFO-1234ze
- 消費と対象物質を含有する輸入製品のフェーズダウン
- 対象物質単独のキャップ&トレード

W-M法案(II)

- HFCs単独のキャップ & トレード
- 規制スケジュール:
 - 2012年に、ベースライン(HCFCs・HFCsの2004年—2006年の年間平均消費量(CO₂ eq))の90%でキャップを設定(但し、370MMTCO₂eq以下, 280MMTCO₂eq以上).
 - キャップは2018年終わりまで毎年2.5%ずつ、2032年終わりまで毎年4%ずつ下げる(二つの例外:2023年と2030年に5%).
 - 削減は、2033年からはベースラインの15%に上限を定める.

モントリオール議定書改正案に関する議論(I)

- 短い大気中寿命→短期的な気候への影響が大
- モントリオール議定書は、HFCsと同じ用途に使用されたオゾン破壊物質の削減に成功した国際協定
- ほぼ全政府が批准し、全世界の削減約束、資金メカニズム、技術移転メカニズムをすでにもつ→ 必要な期間内にフェーズダウンを行うために有効.
- 「調整 (adjustment)」による柔軟な規制措置の変更

モントリオール議定書改正案に関する議論(II)

- 途上国はMOP19で採択されたばかりの HCFCsの削減前倒し義務の実施において短期的な課題に直面.
- 途上国の産業界はすでに、CFCsとHCFCsからHFCsへの転換に多くの投資を行ってきた.
- モントリオール議定書のマンデートはオゾン層破壊物質(ODSs)である.

UNFCCC/京都議定書における動き

AWG-KP(京都議定書の作業部会): 「対象ガスの追加」

AWG-LCA(条約長期的協同行動作業部会): 「緩和:市場を含めた多様な手法」

- * 10月: EUのポジションの変化

- * インド・中国などはHFCs規制に関する文言の挿入に強く反対.

COP15: 「条約およびその関連文書のスコープを予断することなく、モントリオール議定書のもとでHFCsの生産と消費を漸次削減する適切な措置の採択を追及することを締約国に促す。」という選択肢を含む交渉テキストが次回のAWG-LCA会合で引き続き議論される.

欧州のHFCs規制など

2006/40/EC (2006年5月採択)

- カーエアコン指令 (2006年6月施行)

2011年以降に上市する自動車において、GWPが150を超える冷媒ガスの使用を禁止。

2017年以降は、すべての新車において禁止。

デンマーク

- — 2002年8月にFガスを規制する法令施行。
冷媒充填量10kg以上の冷凍空調機器について(ヒートポンプを除く)、HFC冷媒(R-134, R-404A, R-507A)の2007年1月1日以降の使用禁止。
HFCsが家庭用の電化製品に使用されるのを防ぐため、150g以下の冷媒充填も禁止。
- — 温室効果ガス税(CO₂税)の導入。もともと、省エネルギーを目的として導入され、燃料や電力などの購入に対して課されていたが、2001年3月1日からは冷媒もその対象となる。CO₂税の税率は、CO₂ガス1kgに対して0.1DKK。
- — 民間の組織が設立した冷媒の自主的な回収システムであるKMOプログラムは、大型の機器を対象にCFC, HCFC, HFC冷媒を回収するものである。さらに、このプログラムのメンバー企業でなければ冷媒を購入できないことになっている。
- — 冷媒購入の際には、CO₂税に加えて、KMOプログラムに対するリサイクル料30DKK/kgと、消費税25%が課される。

* DKK=16.67円

出典：平成21年度成果報告会資料「冷凍空調技術分野の海外における技術開発動向、規制動向等の調査」、NEDO、2009年7月31日

ノルウェー

- 1991年から温室効果ガス税を導入(1996年改正)。デンマークよりも税率が高く、2007年からはさらに税率が上げられた。HFC冷媒の販売時に課税され、回収の際に還付される。

HFC-134a: 252NOK/kg

R-404A : 632NOK/kg

R-507A : 640NON/kg

* 1NOK=15.45 円

出典:平成21年度成果報告会資料「冷凍空調技術分野の海外における技術開発動向、規制動向等の調査」 NEDO、2009年7月31日

おわりに

- 二つの協定間での補完的な協同ガバナンスの可能性

例：**UNFCCC／京都議定書**： 排出削減の統合管理
モントリオール議定書： 生産・消費の削減
によってHFCsの排出削減を支援（補完）。

- * 同じ用途での技術情報の調査と評価、技術・資金移転のインフラ、人的ネットワークなどをすでに持つ。

■ HFO-1234fy・HFO-1234zeの問題:

* HCFCs、HFCsと同じ間違いを繰り返す可能性はないか.

* 環境や人間への悪影響の十分な評価

* 自然冷媒を含むノンフロン代替に関する透明性のある広範でバランスのとれた調査と評価

■ 「フェーズダウン」の概念は適切か.

北米提案の数値は環境保護の点で十分か.

* * ストップフロン: 2020年使用全廃