

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

平成21年6月
経済産業省 オゾン層保護等推進室

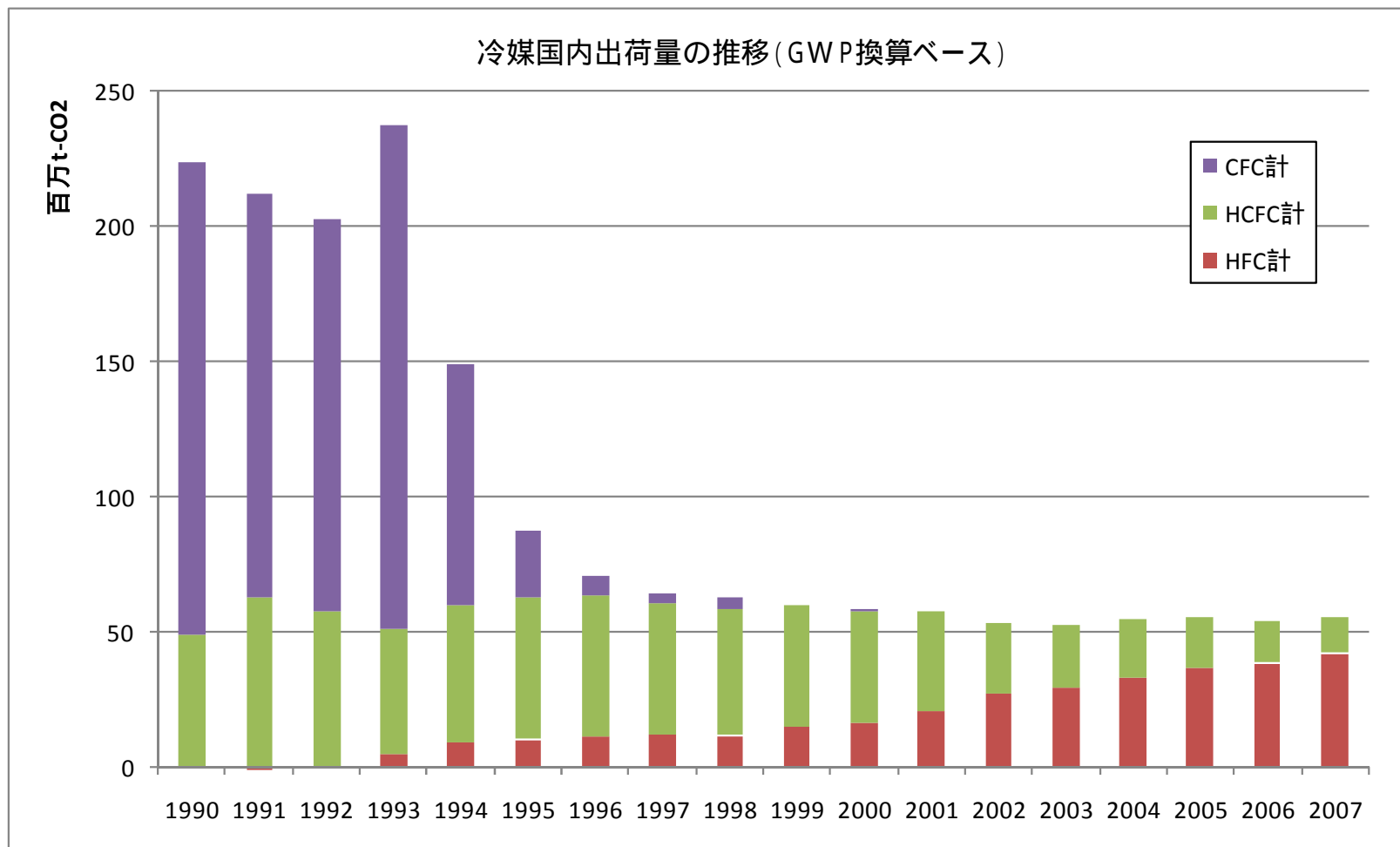
オゾン層保護から温暖化対策へ (ODSからの代替)

- 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

AR2: IPCC 2nd Assessment Report(1996), AR4: 4th Assessment Report(2006)

- CFC（京都議定書対象外）の使用中止は、冷媒の出荷量ベースで、約1.5億CO₂-tonに相当する温室効果ガスの使用削減につながった。

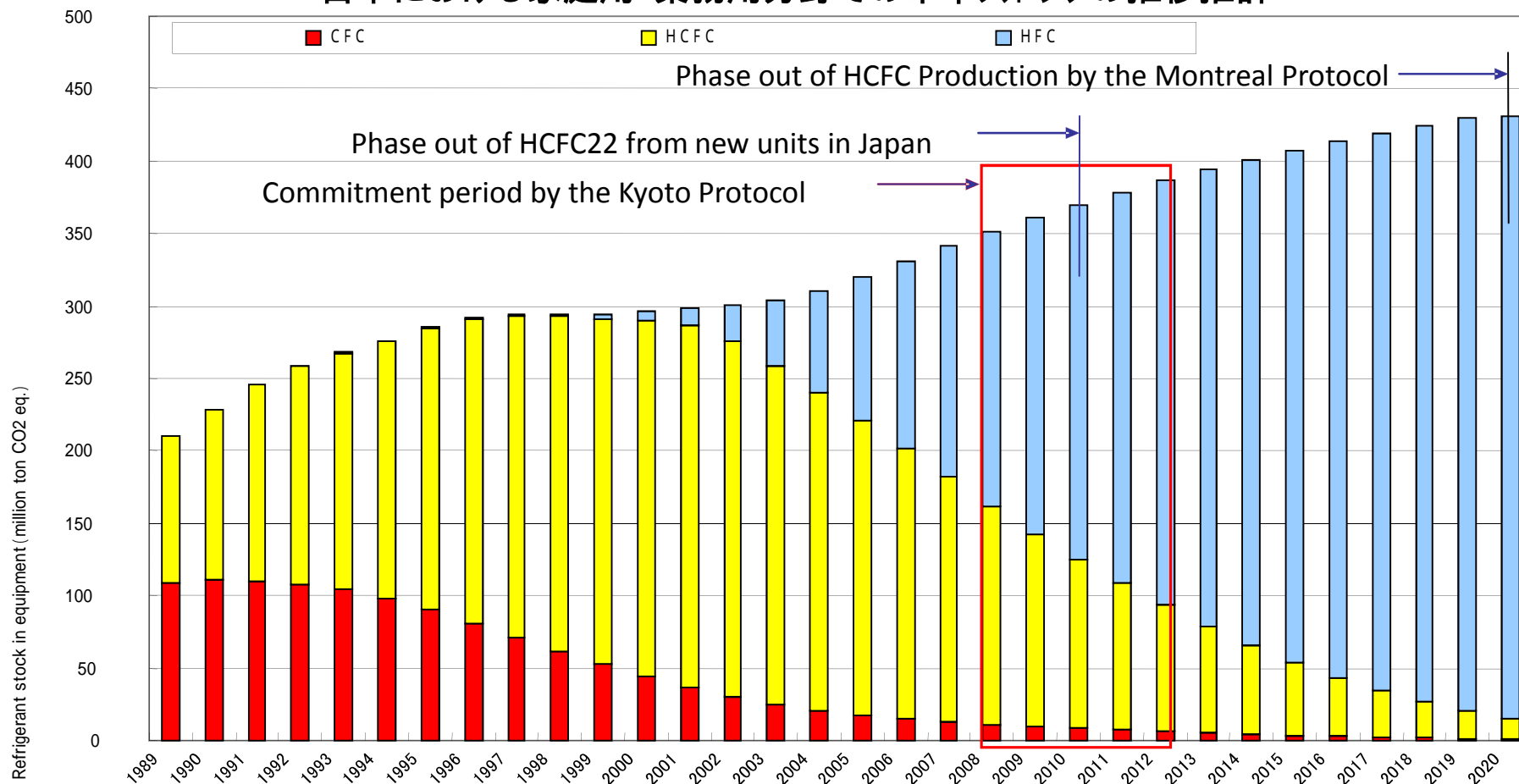


【経済産業省作成。冷媒出荷量は、00-06年は経済産業省調べ、07年分は日本フルオロカーボン協会調べ。】

市中の冷媒ストックにおける概況

- 2008年時点で、CO₂量ベースで市中ストックの約半数がHFC。
ストックの増加を追ってHFCの排出量が増加の見込み。

日本における家庭用・業務用分野での市中ストックの推移推計



【出典：(社)日本冷凍空調工業会資料】

- モントリオール議定書 = 消費量 / 製造量規制
- 京都議定書 = 排出量規制 ⇨ 排出計上年が約束達成に影響するため、排出のオケージョンが重要な意味を持つ。

< 排出の3つのタイミングと、我が国の排出量計上方法 >

製造的排出：実排出量を計上

使用時排出：市中稼働機器中の冷媒量 × 使用時排出係数 - 整備時回収量
(法定報告)

廃棄時排出：廃棄される機器に含まれる冷媒量 - 廃棄時回収量 (法定報告)

機器の寿命は、約15年～30年程度で設定されているものが多い。

「HFCの責任ある使用原則」(Responsible Use Principles for HFCs, 2002)

経済産業省、米国EPA、UNEPに加え、(社)日本冷凍空調工業会を含む各国の産業界をメンバーとして策定。

全体のポイント

HFCは必要な用途を選んで使用
製造・使用・廃棄の各段階におけるHFCの排出の最小化・エネルギー効率の最大化
HFCの回収・再利用・破壊の促進
実用可能な代替物質の検討

冷凍空調分野に関する原則

密閉された冷凍システムや容器への冷媒の封じ込め
据え付け後の監視の奨励
冷媒の取扱の訓練
冷媒の回収、再利用、精製の実施 etc.

製造時排出

(社)日本冷凍空調工業会による自主行動計画

具体的目標：排出率を2002年度比で10%低減する。

使用時排出（従来は大きな排出源と認知せず）

業務用機器に関する整備時回収の義務付け

（2007/10/1 フロン回収・破壊法の改正法施行）

メーカーによる事故・故障の起きにくい機器への改良。

廃棄時排出

回収の義務付け

- 業務用冷凍空調機器・・・フロン回収・破壊法
【2002年施行】
- 家庭用エアコン（家庭用冷蔵庫）・・・家電リサイクル法
【1998年施行】
- カーエアコン・・・自動車リサイクル法
【2005年全面施行】

基本的認識の転換 ⇨ 使用時排出率の改訂

- 2008年～2009年、経済産業省において、業務用機器及び家庭用エアコンの使用時排出率に関して約26万件のサンプル調査を実施。

調査対象の全機器に関して、係数を上方修正。これに合わせ、インベントリを修正。

使用時排出率は、以下の要素を含む。

- ・スローリーク（継ぎ手などからの微量漏れ）
- ・メンテナンス時の排出
- ・事故・故障時の排出 etc.

- 全体的な妥当性確保のため、冷媒の国内出荷量との整合性（マスバランス）の観点からも検証を実施。

冷媒HFCの排出量（2007）： 4.7百万CO₂ton ⇨ 11.4百万CO₂ton

増加分は、国内総排出量の約0.5%に相当。

（変更の内訳）

：業務用機器コン 0.3百万CO₂ton 6.9百万CO₂ton

機器別の使用時排出係数（Before&After，国際比較）

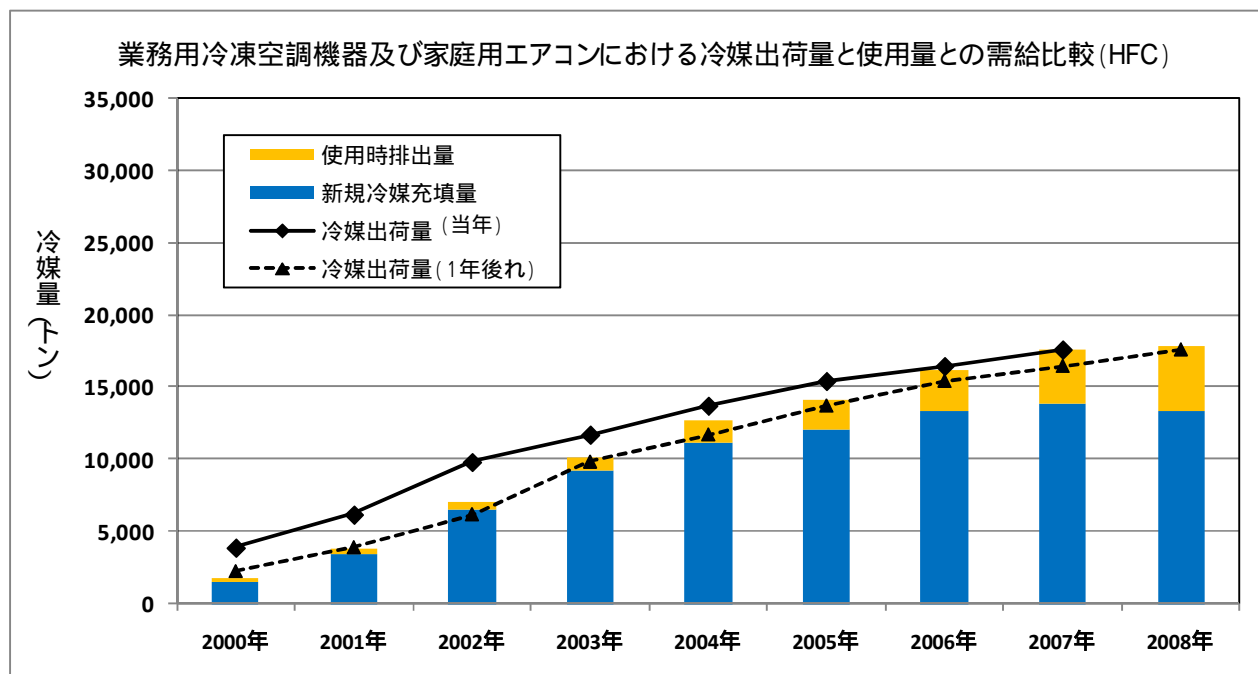
機器の分類		従来の係数 (2007年のス トックに適用さ れる算出値)	改訂後の 係数	【参考値】 2006 IPCC Guidelines	【参考値】	【参考値】	
					ドイツ	カナダ	
大型冷凍冷蔵機器	遠心式冷凍機	2.3%	7%	2% x 15%	Chillers	7% (1)	17% (3)
	スクリーン冷凍機	2.8%	12%	10% x 35%	Industrial Refrigeration including Food Processing and Cold Storage	7% (1)	
中型冷凍冷蔵機器	輸送用冷凍冷蔵ユニット	9.0%	15%	15% x 50%	Transport Refrigeration	15-25%	
	冷凍冷蔵ユニット	1.1%	17%	10% x 35%	Medium & Large Commercial Refrigeration	1.5-15% (2)	
	コンデンシングユニット	-	13%	10% x 35%	Medium & Large Commercial Refrigeration	1.5-15% (2)	
	別置型冷蔵ショーケース	0.7%	16%	7% x 25%	Medium & Large Commercial Refrigeration	1.5-15% (2)	
業務用空調機器	店舗用パッケージエアコン(PAC)	0.9%	3%	1% x 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%	17% (3)
	ビル用パッケージエアコン(PAC)	0.9%	3.5%	1% x 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%	
	産業用パッケージエアコン(PAC)	0.3%	4.5%	1% x 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%	
	GHP	4.4%	5.0%	1% x 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%	
ルームエアコン(RAC)		0.2%	2%	1% x 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	2.5%	
小型冷凍冷蔵機器	一体型機器						17% (4)
		内蔵形冷蔵ショーケース	0.02%	2%	1% x 15%	Stand-alone Commercial Application	
		製氷機	0.02%				
		冷水機	0.02%				
	業務用冷蔵庫	0.01%					
チリングユニット	チリングユニット		6%	2% x 15%	Chillers		
		冷凍冷蔵用チリングユニット					2.0%
		空調用チリングユニット	2.0%				
カーエアコン(MAC)		5.2%	5.2% (従来どおり)	10% x 20%	Mobile A/C	10%	15%

(1) Industrial Refrigeration (2) Commercial Refrigeration (3) Stationary Air Conditioning (4) Commercial Refrigeration

日本の排出係数には、機器整備時に回収される冷媒を排出分として含んでいるため、単純な国際比較等はいできない。
また、事故・故障による排出等も含むため、通常どおり稼働している機器からの排出係数は、これよりも相当程度に低い。

HFCのマスバランス（業務用機器・家庭用エアコン分野）

HFC使用機器について、新係数を適用した結果は、以下のとおり。

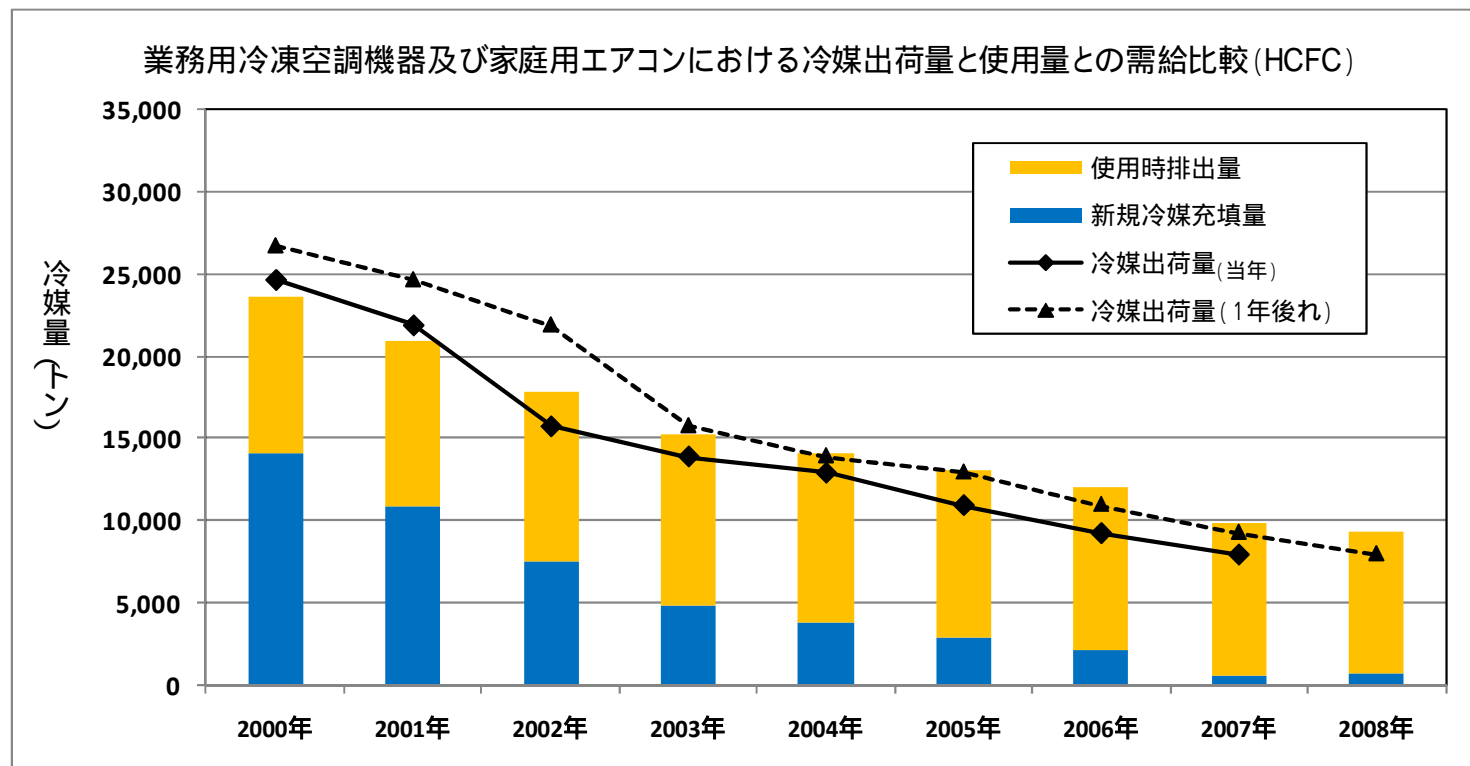


冷媒出荷量は、00-06年は経済産業省調べ、07年分は日本フルオロカーボン協会調べ。

通常、機器製造後、未出荷のまま年末を越える機器在庫は少なくとも約2ヶ月分あるとされること、また、HFC使用機器市中ストックの増大に伴い、現場設置・メンテナンス用としてサービス会社などにストックされる冷媒量が増大傾向にあることから、当年の出荷量と前年の出荷量の間には推計使用量が存在している状態でマスバランスが確保されているものといえる。

HCFCのマスバランス（業務用機器・家庭用エアコン分野）

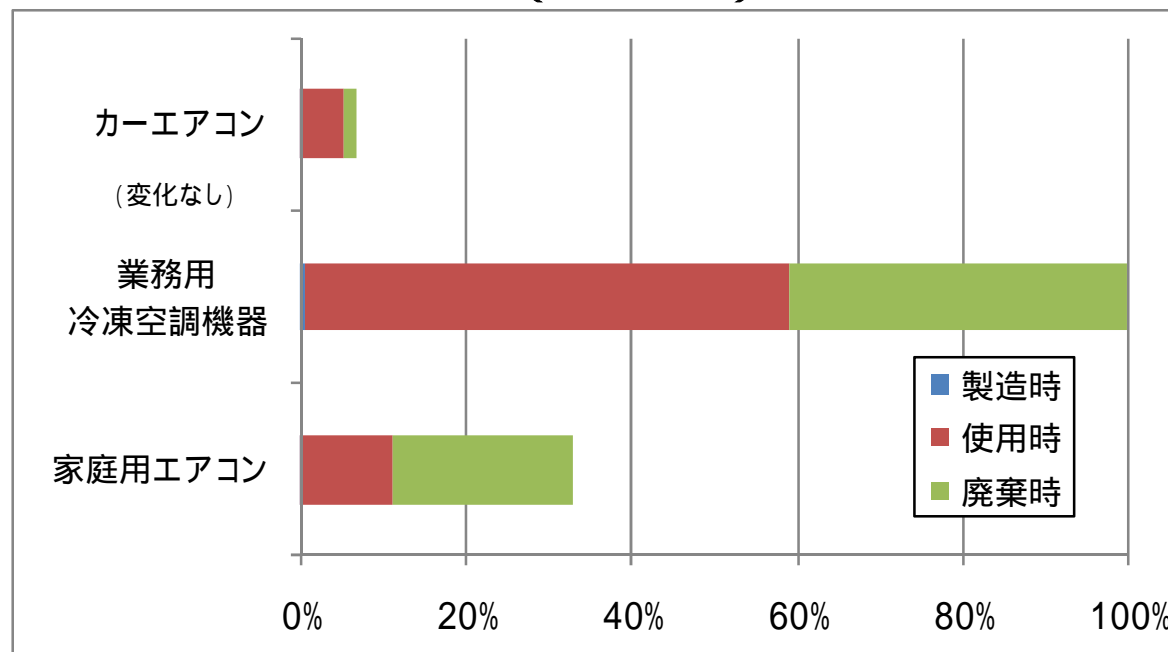
- HCFC（京都議定書対象ではない）使用機器に関しては、07年頃に新規出荷が終わっていることから、現在の冷媒出荷量は、ほぼ全量が補充用である。
- 上記HFCと同じ新係数等をHCFC機のストックに適用すると、マスバランスが確保される結果が得られる。（このため、新係数等は、全般的に妥当なものであると推定される。）



冷媒出荷量は、00-06年は経済産業省調べ、07年分は日本フルオロカーボン協会調べ。

- 使用時排出が相当な割合を占めており、カーエアコンと業務用（全体）の場合、ライフサイクル中排出の過半が使用時排出。家庭用エアコンの場合も一定の割合を占める。

機器製造時・使用時・廃棄時の総排出量の割合
(イメージ)

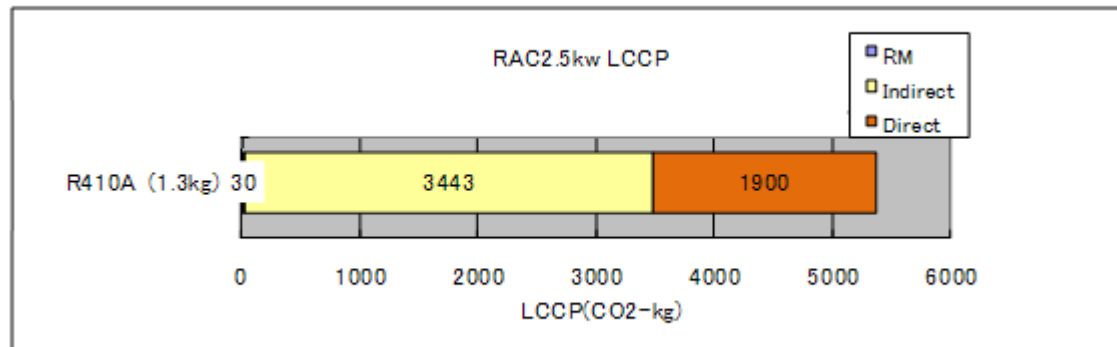


(出典) 経済産業省試算

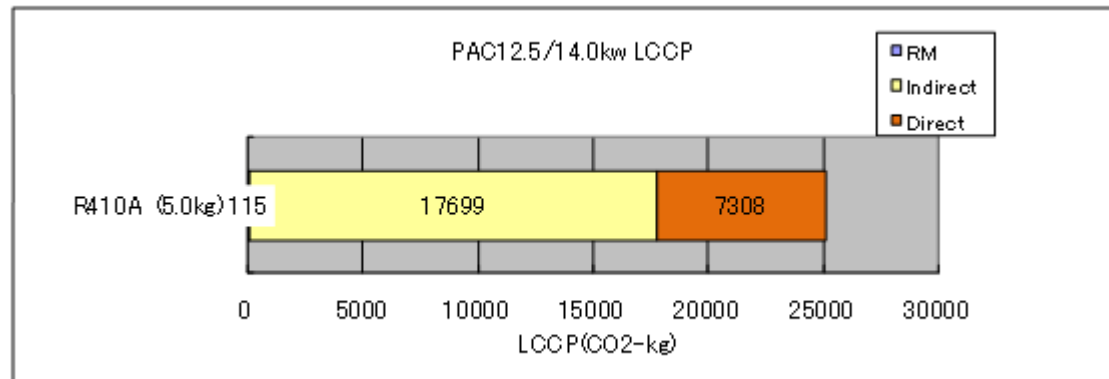
- ・ H F C 冷媒ストックの安定期における、国内各機器（全数。一台当たりではない。）の排出量を分類したもの。
- ・ 業務用機器分野の総排出量（製造 + 使用 + 廃棄）を100%とした。
- ・ 現状の冷媒回収率が継続される場合について試算した。

ミクロ・インパクト・・・ エネルギー起源CO₂との割合比較 (LCCP)

RAC 2.5kw (小型家庭用エアコン、ライフサイクル冷媒回収率=30%で評価) の場合



PAC 12.5kw (店舗用エアコン、ライフサイクル冷媒回収率=30%で評価) の場合



(出典) (社)日本冷凍空調工業会 産構審配付資料

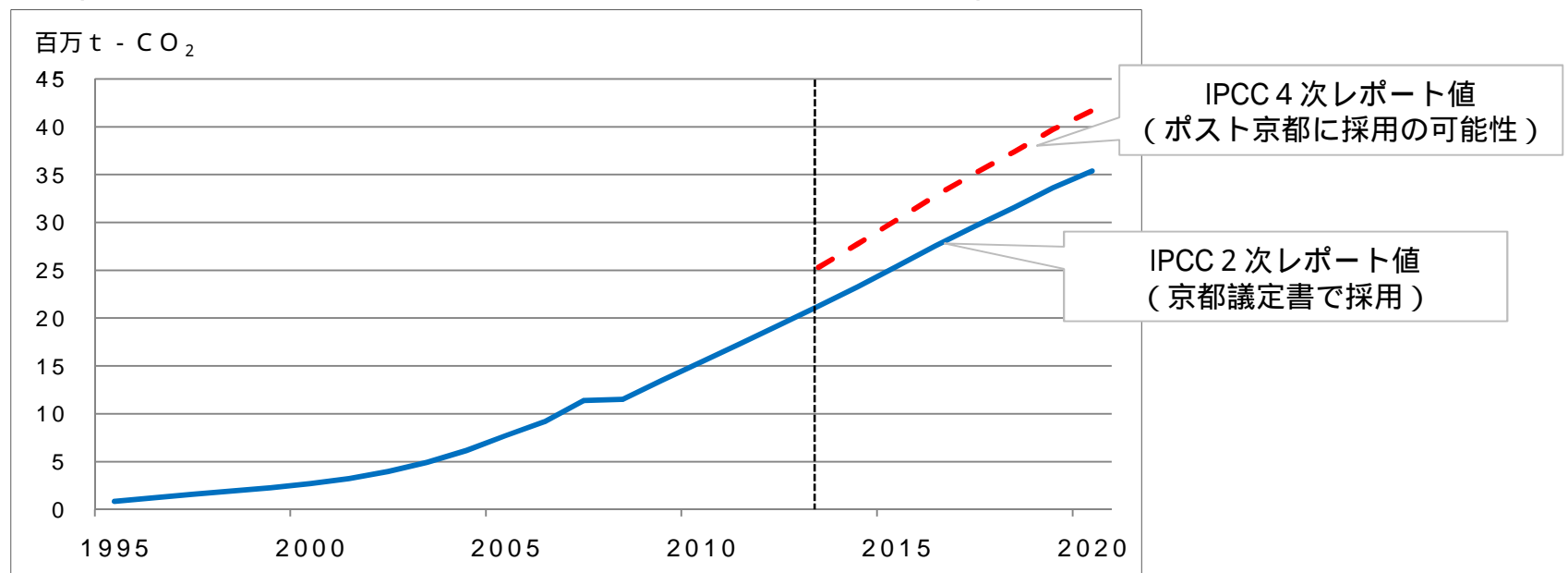
- 業務用機器では、RACよりも使用時排出率が高い傾向にあるため、ライフサイクル回収率はRACよりも低く、その分、Direct排出 (= HFC排出) は大きくなる。
- Indirect排出 (= エネ起CO₂) は、APFによる。

マクロ・インパクト・・・HFC排出量の将来推計

- 今後、HFCを使用する機器の市中ストック量が増大（ 使用時排出量の増大）。
- また、廃棄が本格化するため、排出量が増大する見通し。

冷媒HFCの排出量推移

(1995～2007:インベントリ , 2008～:経済産業省推計)



- (前提)・2008年以降は業務用機器に関する廃棄時回収率目標(60%)が達成されるものと見込んで試算。
・普及機と省エネ機の割合は、現状の割合を固定して推計。

- 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
「代替フロン等3ガス分野の中期の排出削減対策に関する見解」
(2009年3月17日、抜粋)

冷媒代替について

- ・冷媒の管理には一定の限度があることを踏まえ、安全性を確保しつつ省エネへの影響を抑えた冷媒代替の研究開発を排出削減に向けた主たる解決策として今後加速すべきである(ただし、現状では主要分野で具体的な目途はたっていない)。

- 基本的なコンセプト

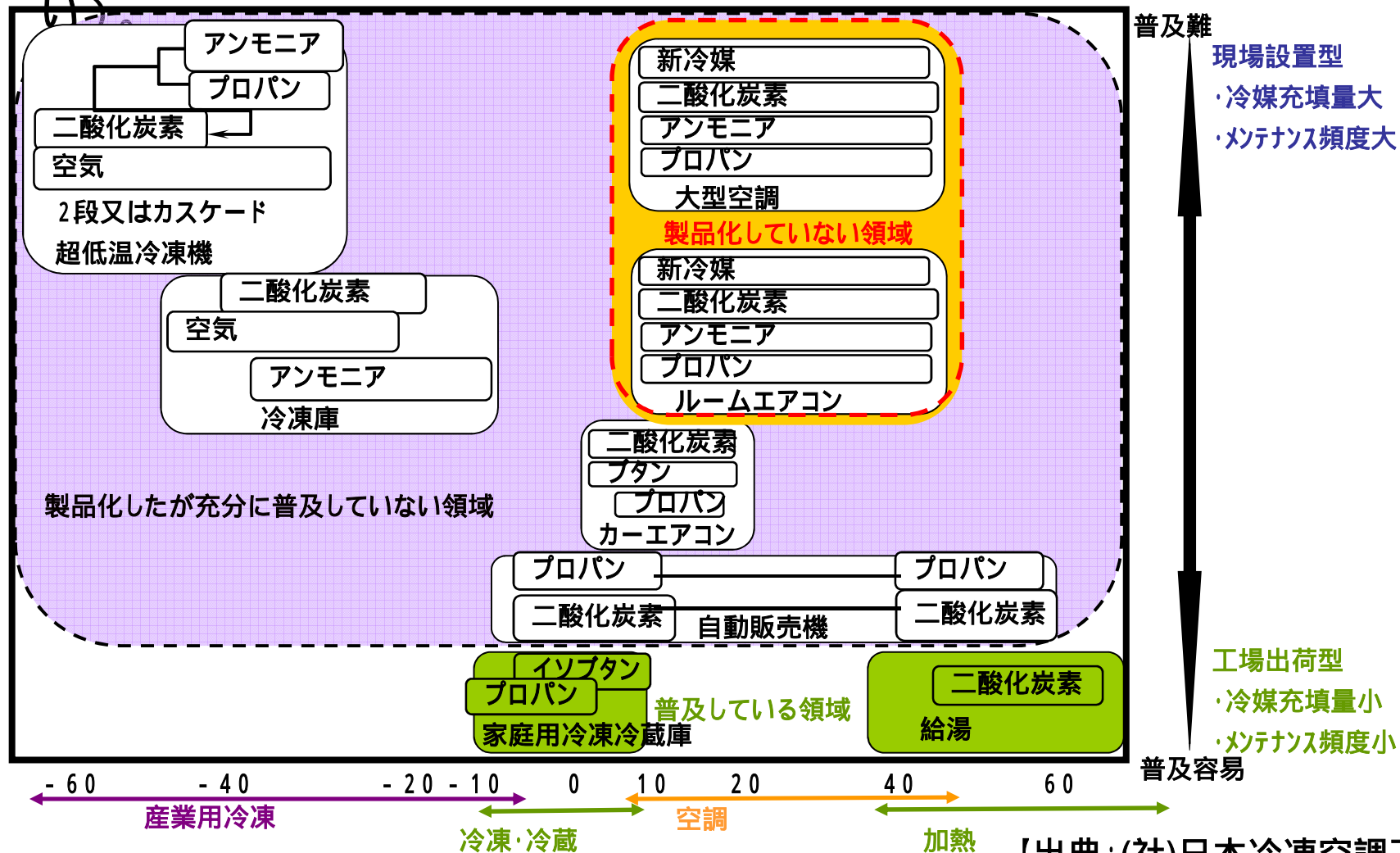
低GWP冷媒への代替の徹底

HFC機器の管理の徹底

上記の見解の全体版 : <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0002410/index21.html>
3/17小委資料の全体 : <http://www.meti.go.jp/committee/materials2/data/g90317aj.html>

低GWP化に向けた展開と課題

- 冷媒用途や高温用途では、自然冷媒の代替技術の確立が進んでいる。
- 空調用途などの中間的な温度帯では技術的なハードルが高い（一方、総排出量も多い）



HFC使用機器の低GWP化に向けた研究開発の実施

NEDO「省エネ ノンフロン冷凍空調機器開発」プロジェクトを実施。

〔2005年度からの予算総額34億円〕

2008年度より大幅に改組し、低GWP冷媒を用いたエアコン等の開発に着手。

〔2008年度からの参加企業等〕

- ・自然冷媒等 : 三洋電機(株)、新晃工業(株)、新日本空調(株)
- ・低GWP冷媒等 : ダイキン工業(株)、パナソニック(株)、三菱電機(株)
- ・安全性評価等 : (独)産業技術総合研究所

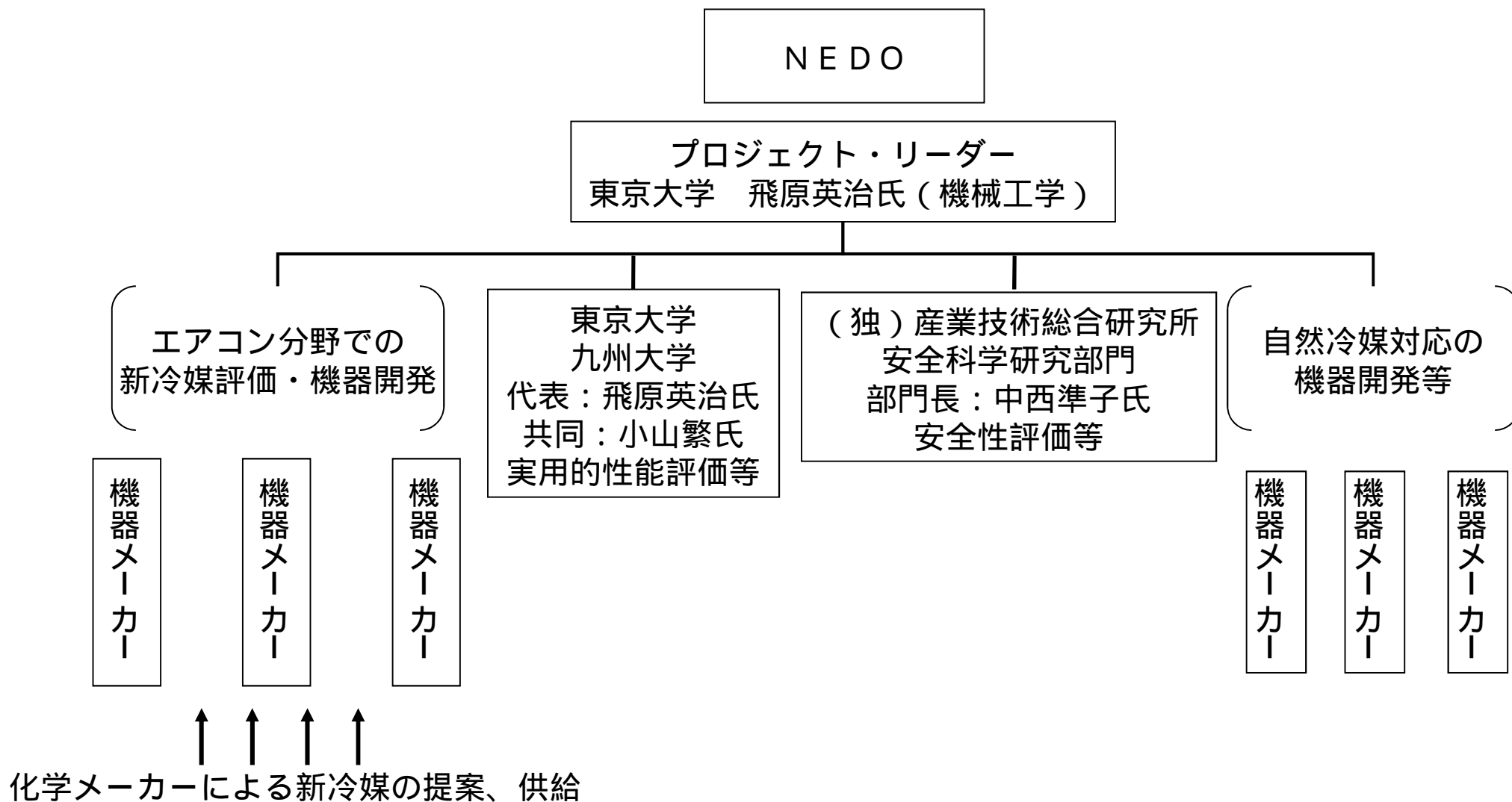
2009年度は、定置用エアコンに適した低GWP混合冷媒の熱物性測定による熱力学的性能の俯瞰、精緻なLCCP評価実施に向けた実用的な性能評価の構築等を新たに委託。

- ・委託先 : 東京大学・九州大学(共同提案)

2010年2月、「次世代冷凍空調技術国際会議2010」を東京にて開催予定。

HFC使用機器の低GWP化に向けた研究開発の実施

NEDO「省エネ・ノンフロン冷凍空調機器開発」プロジェクトのスキーム



(参考) F ガスの使用規制の動向

■ 欧州 F ガス規制 (2007.7 主要部分を施行)

冷凍空調機器の定期点検などに加え、F ガスを用いる一部製品の上市禁止を規定。

(例)

- ・発泡用HFCのうち、One Component Foams (安全基準が要求される場合は除く)
- ・新規のエアゾール用途のHFC (一部に限る)

2011年7月までに改正の必要性について調査が行われる予定。

■ カーエアコン指令 (2006.6 施行)

(内容)

- ・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、全ての新車において禁止。

廃棄時回収の強化

使用時排出の低減

フロン回収・破壊法の執行強化（いずれも経済産業省・環境省による）

- ・ 2007年10月1日 改正フロン回収・破壊法を施行
 - ・ 都道府県知事による指導、助言、勧告、命令等の仕組みの導入
 - ・ 行程管理表制度の導入
- ・ 2008年11月 改正フロン法の執行実績（ ）を踏まえ、執行強化の方針を決定。
全フロン類ベースで32%。
- ・ 2008年12月 各都道府県（課長級）による会議を開催。取締などの執行強化を依頼。
各都道府県の執行実績の公表を初めて実施。
- ・ 2009年5月 都道府県のフロン担当者等を対象に、立入検査等の態勢強化を目的とする研修を開始。

CO₂換算量による注意喚起表示の導入

- ・冷媒フロン所有者等に対する注意喚起表示について
「新経済成長戦略」において導入する方針を決定（2008年9月19日 閣議決定）。

「省エネの基盤となりつつ、CO₂の約1千～1万倍の高い温室効果を有するエアコン等の代替フロン（HFC）の排出抑制に向け、低温室効果冷媒を用いるエアコンの開発とこれに向けた冷媒含有量のCO₂ベースでの表示の導入、ノンフロン断熱材の開発を進める。」

- ・新規出荷品への貼付：(社)日本冷凍空調工業会
 - ・原則として全ての機器において、本体の目に触れやすい位置に表示を導入予定（2008年12月 正式決定）
- ・市中機器への貼付事業（経済産業省委託）
 - ・2008年度はコンビニ各社とパイロット事業を実施。
INFREP（フロン回収推進産業協議会）の受託事業。
 - ・2009年度からは、更に分野を広げ本格実施を検討中。

(参考) CO₂換算量で見るHFC冷媒のインパクト

現在、「1人1日1kgのCO₂削減」運動を進めている。

主要機器に含まれるHFC冷媒が放出される場合のインパクトの大きさは次の通り。

主要機器に含まれるHFC冷媒量のCO₂換算値(概数)

	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:(社)日本冷凍空調工業会資料をもとに経済産業省編集】

(参考) エネルギー起源CO₂対策との比較

「最大導入ケース」の家庭における対策のイメージ

全ての対策を講じた場合、世帯あたりCO₂排出量は半分以下になる

5.5t CO₂ → 2.3t CO₂

省エネ住宅への断熱工事

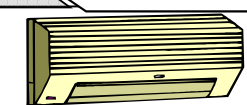
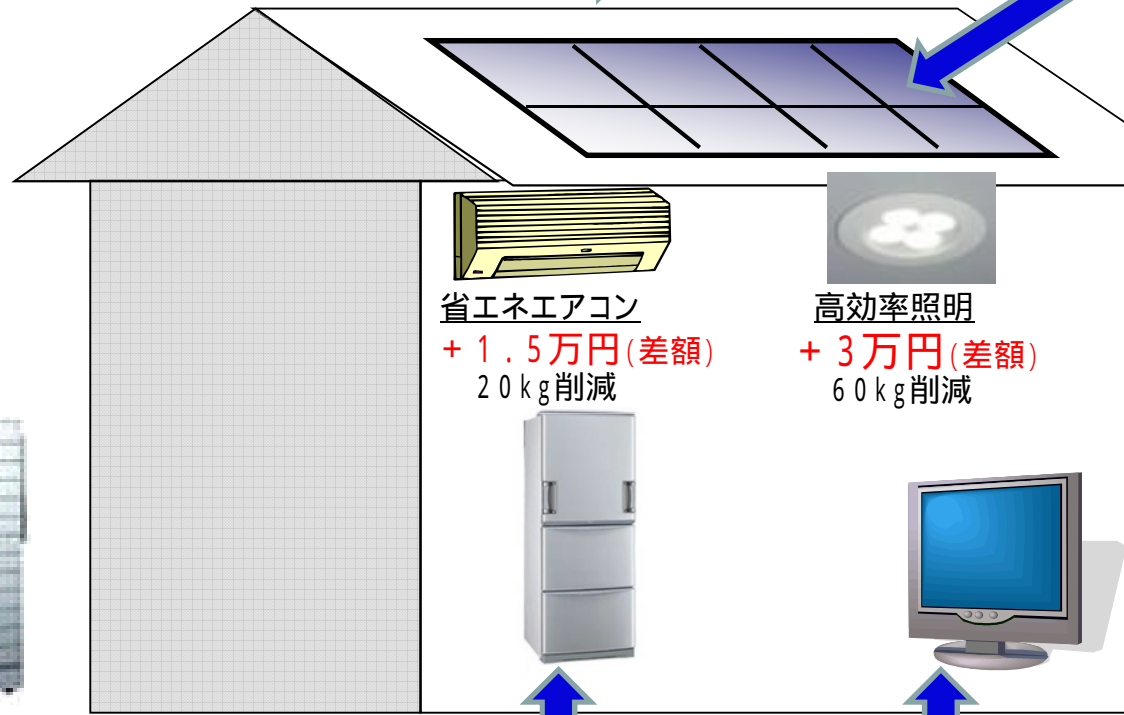
100万円
700kg削減

太陽光パネルの設置

230万円
(66万円/kW × 3.5kW)
1300kg削減
21年度予算案額 約201億円
3～5年以内の価格半減を目指している。
一基あたり約25万円(7万円/kW × 3.5kW)の補助。

次世代自動車への買換え

+150万円(差額)
(次世代自動車平均価格と従来車の差額)
21年度予算案額 10億円
差額の半額を補助。
800kg削減



省エネエアコン
+1.5万円(差額)
20kg削減



高効率照明
+3万円(差額)
60kg削減



省エネ冷蔵庫
+2万円(差額)
20kg削減



有機ELディスプレイ(1台)の購入
+4万円(差額)
50kg削減



高効率給湯器(HP、燃料電池等)

【ヒートポンプ】 +50万円(差額)
21年度予算案額 100億円
一台4.2万円の補助額(20年度)。
300kg削減(高効率給湯器平均)

【燃料電池】 +300万円程度(差額)

21年度予算案額 61億円
2020年～2030年には、40万円未満を目指している。
補助額は上限140万円。

予算額等は現行制度の数値を記載

【出典:(財)日本エネルギー経済研究所】

フロン使用機器



- 当店は地球温暖化防止のため、適正にフロンを回収します。
- CO₂ (温暖化ガス) トンに相当するフロンを使用。

室内機用シール

フロン使用機器



- 整備または廃棄する場合は、フロンの回収が法律で義務付けられています。
- 整備時にフロンの補充が多い場合は、フロンが漏れいしています。修理が必要です。

この機器の温暖化ガス(CO₂換算): トン

室外機用シール

フロン回収・破壊法の改正

- ・ 2007年10月1日施行 整備時回収を義務付け

使用時排出率改訂後の追加的な検討対象事項

- ・ 継ぎ手の改良（ISOにおいても強化の動き）
- ・ 施工技術の改善
- ・ 大規模ユーザーの自主管理の促進
- ・ 定期点検の導入
- ・ 低GWP冷媒への転換

使用時排出の更に詳細な要因分析調査を検討中。

欧州Fガス規制 (2007.7 主要部分を施行)

- ・対象機器は、充填量3kg, 3-300kg, 300kg～で区分。
- ・冷媒漏洩の定期点検の義務化(大型機の場合は漏洩検知システムの設置など)
- ・冷媒の動きの記録の義務化
- ・Fガスの生産者、輸入者、輸出者の報告(域内総生産量、上市量など)
- ・ラベリング
- ・設置・保守等を実施する個人・企業の訓練プログラムと認定
- ・(その他、使用規制については前述のとおり)

施行はされているものの、多くのEU諸国では実現段階にない模様。

【本頁及び次頁は、(社)日本冷凍空調工業会、(社)日本冷凍空調設備工業連合会などの資料を参照した。】

米国連邦規制・・・Clean Air Act § 608, 1998年にHFCも対象に追加

- ・適用対象は、冷媒充填量50ポンド（約23kg）以上・・・以下の加州規制も同様
- ・サービス・メンテナンスにおける冷媒充填量等の記録
- ・トリガー・レートを超える漏洩が生じた機器の修理 etc.

米国加州規制・・・AB32, Global Warming Solution Act, 2010年5月施行

- ・機器の登録制度
- ・漏洩検査（大型機では自動漏洩探知システムの導入）
- ・記録の保存、報告義務
- ・冷媒の購入者の制限（認定技術者等に限定） etc.

その他、ISOでは漏洩検査等を議論中（ISO 5149など）。

(参考) 最近のマスメディア・有識者の反応

■ 使用時排出率改訂以降のマスメディアの主要報道

位置づけの解説等を含むもの

- ・朝日新聞 3月21日(土)朝刊1面
3月25日(水)夕刊4面

その他(事実関係の紹介が主のもの)

- ・毎日新聞 4月 3日(金)朝刊25面

■ 環境関連団体の反応

- ・気候ネットワーク・ストップフロン全国連絡会
共同プレスリリース 3月18日(水)
<http://www.kiconet.org/iken/kokunai/2009-03-18.html>
<http://www.jason-web.org/events-and-activities/press090318>

■ 有識者の反応

- ・中西準子氏のブログ 3月23日(月)、4月7日(火)、4月27日(月)の各記事
<http://homepage3.nifty.com/junko-nakanishi/>