

## (16) 冷媒代替の現状と課題 ①業務用冷凍冷蔵機器分野

### 主な代替冷媒候補

- 規模、用途により求められる性能や冷媒種は多種多様であり、代替性も異なる。
  - ①小型機器：冷凍冷蔵庫、内蔵型ショーケース等一部用途でCO2冷媒が実用化。海外では炭化水素冷媒も提案されているが、十分な安全確保の取組が不可欠。
  - ②中型機器（別置型ショーケース※）：CO2やアンモニアブライン冷媒が実用化。
  - ③中・大型機器（冷凍倉庫等）：一般的な冷凍・冷蔵では、従来よりアンモニア冷媒が利用されていたが、安全性上の制約から一時大幅に減少。近年、安全性向上のためアンモニア冷媒機を熱源とし、ブラインやCO2で二次系を構成する新型機が開発。

(※) 本資料の「別置型ショーケース」とは、コンデンシングユニット（冷凍機）がショーケース（室内機）と組み合わせで用いられている機器を指しており、単に室内機のみを指すものではない。

### 効果（2020年排出量BAU推計）

2020年排出量BAU推計：約1600万t-CO2      市中台数：約840万台

- 3ガス総排出量推計の約28%、冷凍空調分野の約40%を占める。
- このうち別置型ショーケース（市中台数約140万台）が排出量推計の約8割（約1200万t-CO2）を占める。これは冷媒量が大きいこと（数十～百kg/台）、排出係数が高いこと（16%/年）、冷媒のGWPが高いこと（主にR404A冷媒（GWP3260）を使用）に起因。
- なお、中型以上の機器は一般に機器寿命が長く（15年～30年以上）代替の効果発現までに長期を要するため、早期からの研究開発、代替促進が必要。

## 経済性

- ① 小型機器 : CO<sub>2</sub>冷媒の場合、ランニングコストは従来フロン冷媒機と同等もしくはやや優れる。一方、初期導入コストは従来フロン冷媒機より高い(約1.5~2倍)。
- ② 中型機器(別置型ショーケース) : 近年の研究開発により、機器全体のランニングコストでは従来フロン機をやや優れる(約1割)。一方、初期導入コストは従来フロン機に比べ相当程度高く(約2倍)、現時点では市場ベースの普及は困難。これは、加工コストがかさむことに加え、配管等主要部品がフロン品と異なり規格がなく少量生産で割高なこと等に起因。このため、大量生産により一定のコスト低下が期待でき、初期需要の創出が普及の上で大きな課題。
- ③ 中・大型機器(冷凍倉庫等) : 近年の研究開発により、新型機では従来フロン冷媒機よりランニングコストはやや優れる(約2割)。一方、初期導入コストは相当程度高い(約1.5~2倍)。機器寿命が特に長く(部品交換により30~40年以上)初期導入コストが高い(数千万~数億円/台)ことから、導入・改修時の冷媒選択が長期にわたり影響を及ぼす。

## 性能

- ① 小型機器 : CO<sub>2</sub>冷媒の場合、冷却性能は従来フロン機に比べやや下回る。一方、炭化水素冷媒では従来フロン機と同等程度。
- ② 中型機器(別置型ショーケース) : CO<sub>2</sub>冷媒は理論上、冷凍の方が冷蔵より効率が良いものいずれもフロン冷媒を大きく下回る。しかし近年の研究開発により、冷却性能が従来フロン冷媒機に比べ冷凍でやや優れ、冷蔵で同等程度の新型機が登場。今後、多様な使用条件(気温、湿度、用途等)に対応する現場適用技術の開発・実証が課題。一方、アンモニア冷媒は、従来フロン冷媒機に比べ冷凍・冷蔵とも優れる。近年の研究開発により、二次系(ブライン、CO<sub>2</sub>)導入による安全性向上と冷却性能向上を両立させた新型機が登場。
- ③ 中・大型機器(冷凍倉庫等) : アンモニア冷媒の場合、冷却性能はフロン冷媒より優れる。近年の研究開発により、二次系(ブライン、CO<sub>2</sub>)導入による安全性向上と冷却性能向上を両立させた新型機が登場。

## 安全性

- アンモニア冷媒は可燃性および毒性のため、高圧ガス保安法等に基づき一定の管理体制を要する。また、倉庫等では主に社会的観点から立地上の制約あり。

## その他

- 中型機器（別置型ショーケース）や中・大型機器（冷凍倉庫等）のユーザーにおいて、冷媒代替への投資余力が小さい中小企業（中小スーパー、食品専門店、中小倉庫事業者等）が多数を占める点に留意が必要。
- 本分野における現時点の市中ストックはHCFC冷媒機が多数を占めており、今後HFC冷媒機への代替に伴い、急速に排出量が増大する見込み。

## (16) 冷媒代替の現状と課題 ②業務用空調機器分野

### 主な代替冷媒候補

- 現時点では、我が国で主流の直膨式（※1）で普及段階にある代替冷媒はない。（※2）
- HF0-1234yfやその混合冷媒等いくつかのフッ素系低温温室効果冷媒やCO2冷媒等が技術開発候補。
- 中型以上の機器は一般に機器寿命が長く（15年以上）代替の効果発現までに長期を要するため、早期からの研究開発、代替促進が必要。

（※1）冷却する場所で冷媒を膨張させて熱を奪う方式（直接膨張方式）のこと。

（※2）なお、吸収式冷凍機は直膨式に比べ効率が低く、大規模な排熱利用が可能な場合等に限られる。また、アンモニア冷媒によるチラー式空調も実用化されているが、可燃性・毒性のため一定の管理体制が必要。

### 効果（2020年排出量BAU推計）

2020年排出量BAU推計：約1200万t-CO2      市中台数：約1100万台

- 2020年BAU推計の3ガス総排出量の約21%、冷凍空調分野の排出量の約30%を占める。
- このうちビル用パッケージエアコン（冷媒量数十～百kg：市中台数約130万台）が排出量の約4割、店舗用パッケージエアコン（数kg：約850万台）が約3割、残りが施設用パッケージエアコン及びガスヒートポンプとなっている。
- 特に店舗用パッケージエアコンは、市中台数が多く一台あたりの冷媒量が小さいこと、また製品の標準化が進んでいることから、回収対策に要するコストと比較した冷媒代替等機器側の対策の経済性は他の分野より相対的に高いと考えられる。

## 経済性

- HF0-1234yfやその混合冷媒等を想定した場合、現行技術・仕様で単純に適用すると性能が低下し、特に冷房性能は大幅低下（約3割以上）。また、CO2冷媒の場合には、フッ素系低温温室効果冷媒以上に冷房・暖房性能が低下。このため、いずれの場合でもランニングコストが大幅に上昇。
- また、性能低下への対応として熱交換器等の主要機器が大幅に大型化（約5割以上）するとともに、初期導入コストの大幅上昇（約2倍以上）や設置スペース上の大きな制約となることが見込まれる。

## 性能

- HF0-1234yfやその混合冷媒等のフッ素系低温温室効果冷媒は、フロン冷媒に比べ密度が低く管路圧力損失が極めて大きいことから、現行技術・仕様を単純に適用すると冷房・暖房性能が大幅に低下（2～3割以上）。CO2冷媒は冷凍・冷蔵の場合と異なり室内・室外機とも超臨界温度に近い領域での運転となること等から、冷房・暖房性能はフッ素系低温温室効果冷媒以上に低下。このため、いずれの冷媒でも実用化には性能向上のための革新技術開発が不可欠。

## 安全性

- フッ素系低温温室効果冷媒は、その多くが可燃性を有するため、高圧ガス保安法において不燃性のフロン冷媒に比べ利用に多くの制約が課せられるとともに、製造工程の防爆対策が必要。また燃焼性等に係る基礎データに基づく設計上の安全確保の取組が不可欠。加えて、国際規格上、燃焼性の度合いにより使用可能な冷媒量の限度が異なり、冷媒量の大きい直膨型機器への適用は困難。

## その他

- 店舗型パッケージエアコン、ビル用パッケージエアコンのユーザーは、冷媒代替への投資余力が小さい中小企業（飲食店、中小ビル等）が多数を占める点に留意が必要。

## (16) 冷媒代替の現状と課題 ③家庭用エアコン分野

### 主な代替冷媒候補

- 現時点では、我が国で普及段階にある代替冷媒はない。
- フッ素系低温温室効果冷媒がいくつか提案されており、現在、国のプロジェクトにおいてHF0-1234yfおよびこれをベースとした新たな混合冷媒に関する技術開発を実施中。また、海外では炭化水素冷媒等も提案されているが、強い可燃性のため、相当の安全確保の取組が不可欠。

### 効果 (2020年排出量BAU推計)

2020年排出量BAU推計：約900万t-CO<sub>2</sub>      市中台数：約1.1億台

- 2020年BAU推計の3ガス総排出量の約16%、冷凍空調分野の排出量の約23%を占める。
- 市中台数が多く一台あたりの冷媒量が小さいこと、また製品の標準化が進んでいることから、回収対策に要するコストと比較した冷媒代替等機器側の対策の経済性は他の分野より相対的に高いと考えられる。

### 経済性

- HF0-1234yfやその混合冷媒を適用した場合、現行技術・仕様ではフロン冷媒機に比べ性能が低下し、特に冷房性能が大幅低下（約2割以上）。併せて、室内機、室外機がそれぞれ大型化（約2～3割以上）。このため、初期導入コストの大幅上昇（約5割以上）や設置スペース上大きな制約となる等、実用上の課題が大きい。現在この克服に向けた技術開発を実施中。

## 性能

- HF0-1234yfやその混合冷媒は、フロン冷媒に比べ密度が低く管路圧力損失が大きいこと等から、現行技術・仕様で単純に適用するとフロン冷媒機に比べ冷房・暖房性能が大幅に低下（約2～3割以上）。現在この克服に向けた技術開発を実施中。
- 海外で提案・研究されている炭化水素冷媒は、同量ならばフロン冷媒と同等以上の冷却性能を有する。ただし、強い可燃性を有し安全性の面から使用可能な冷媒量に制約がある。

## 安全性

- フッ素系低温室効果冷媒は、その多くが可燃性を有するため、高圧ガス保安法に基づき製造工程の防爆対策が必要。また燃焼性等に係る基礎データに基づく設計上の安全確保の取組が不可欠。加えて、国際規格上、燃焼性の度合いにより使用可能な冷媒量の限度が異なる。
- 海外で提案されている炭化水素冷媒は、強い可燃性を有するため、安全規制、国際規格への適合はもちろん、設計上の十分な安全確保のため、相当な取組が不可欠。
- 現在、世界的に微燃性（燃焼性の度合いの低い）冷媒を使いこなすための、新たな規格策定の議論が進行中。

# (16) 冷媒代替の現状と課題 ④家庭用冷蔵庫、自動販売機

## 主な代替冷媒候補

- 家庭用冷蔵庫はイソブタン冷媒にほぼ転換済み。自動販売機はCO2冷媒、炭化水素冷媒が実用化。

## 効果 (2020年排出量BAU推計)

※排出量推計は2分野合わせて約5万t-CO2

- 家庭用冷蔵庫は、国内製造分は代替済みで、海外生産の一部（小型）にフロン冷媒機が残る。
- 2009年現在、飲料用自動販売機の市中台数は約256万台。国内出荷の約4割が低温室効果冷媒機であり、国内ストックにおける低温室効果機の比率は約8%。

## 経済性

- 自動販売機では、CO2冷媒機の初期導入コストはフロン冷媒機に比べ高く、ランニングコストはフロン冷媒機よりやや高い。一方、炭化水素冷媒機の初期導入コスト、ランニングコストともフロン冷媒機とほぼ同等。

## 性能・安全性

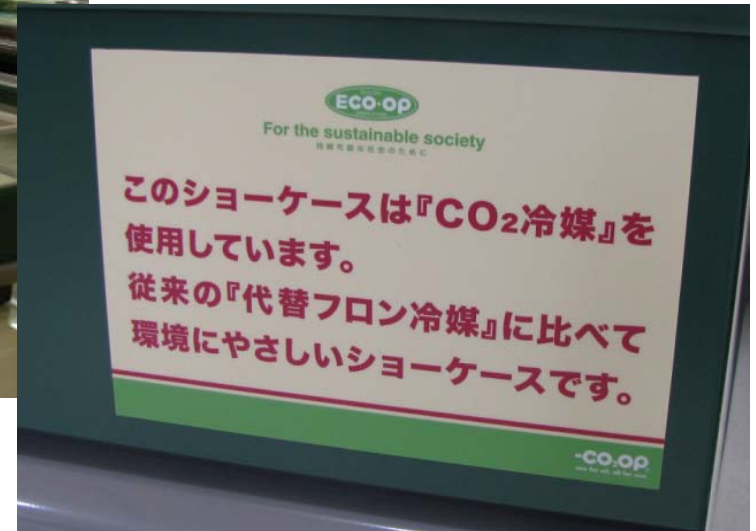
- 自動販売機では、CO2冷媒機の冷却性能はフロン冷媒機に比べやや下回っており、冷媒放出とエネルギー消費を勘案した温暖化影響では、CO2冷媒機とフロン冷媒機はほぼ同等。一方、炭化水素冷媒機の冷却性能はフロン冷媒機とほぼ同等だが、冷媒量に制約あり。
- このため、代替冷媒機のさらなる普及拡大には性能向上が課題。



# (17) ノンフロンエコストア導入事例

～ コープさっぽろ西宮の沢店（平成22年10月開店）～

- 現場実証支援を活用して、スーパーマーケットとして国内で初めて、ほぼ全てのショーケースにノンフロン（CO2冷媒）機器を導入。



- 本店舗（約3000m<sup>2</sup>）では、ほぼ全てのショーケースでノンフロン機器の採用により、約180t-CO2/年の排出削減を見込む。店舗運営による排出量全体の約2割削減に相当。

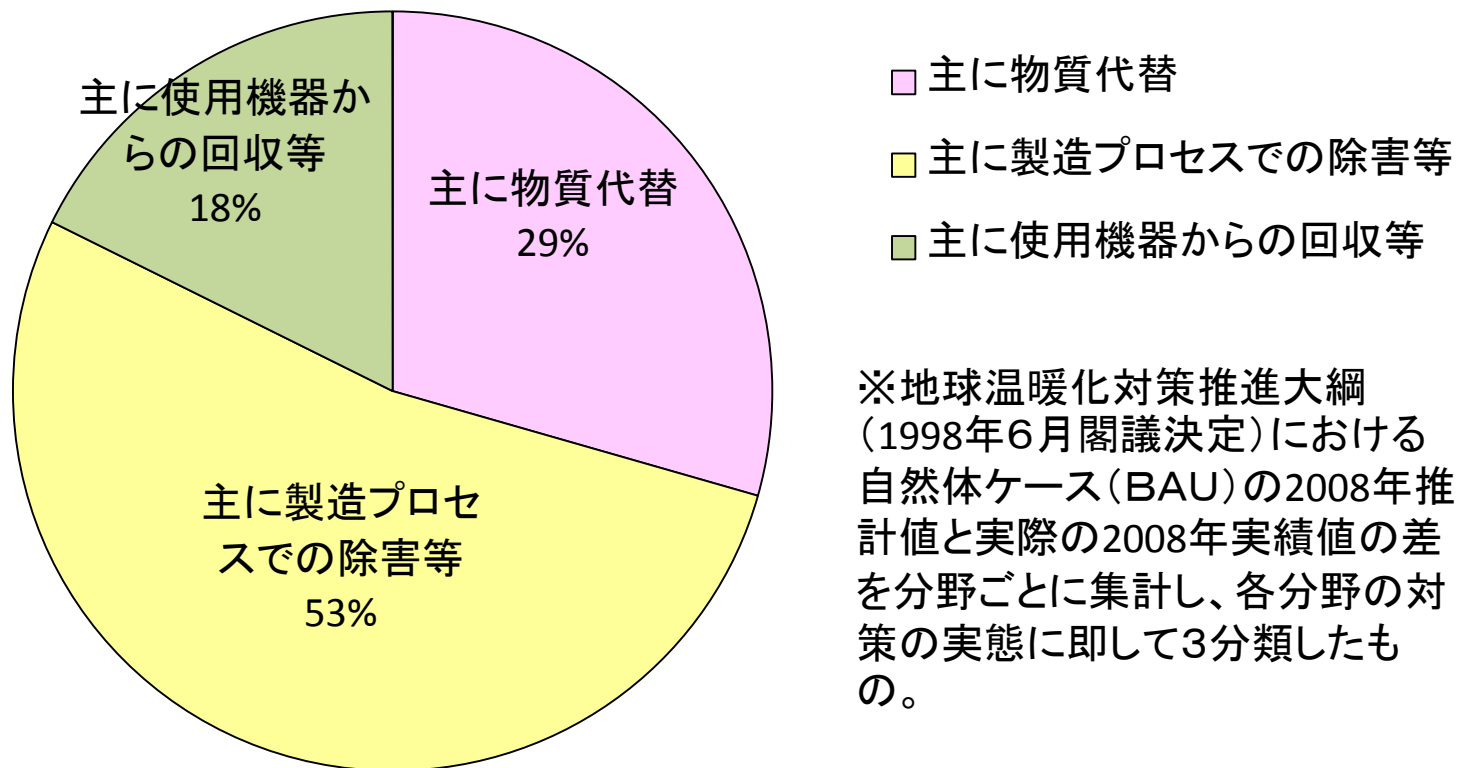
※コープさっぽろ試算。

## Ⅲ. 物質代替促進の現状と課題

## (1) これまでの3ガス排出削減における物質代替の実績

- 代替フロン等3ガスのこれまでの排出削減実績（政府推計57百万t-CO<sub>2</sub>）のうち、29%（17百万t-CO<sub>2</sub>）は物質代替によるもの。

対策手法別の排出削減寄与量の内訳(2008)



## (2) 物質代替に関する検討対象分野

○ 物質代替については、冷凍空調分野以外で物質代替を検討しうる5分野（カーエアコン、断熱材、エアゾール、金属鑄造、洗浄剤・溶剤）を物質代替WGにおける検討対象とし、カーエアコン以外の冷凍空調分野の物質代替については、冷媒対策WGにおいて回収・使用時排出対策と併せて検討を実施。

※ 電気絶縁ガス使用機器、半導体・液晶製造、ガス製造の各分野は、現時点では代替物質の見通しがなく、かつ既に除害・回収等が相当程度行われているため、物質代替促進WGの対象としない。

### 分野別の物質代替検討状況

|             | 冷凍空調<br>(カーエアコン除く) | カー<br>エアコン   | 断熱材          | エア<br>ゾール    | 金属鑄造         | 洗浄剤・<br>溶剤   | 電気絶縁<br>ガス使用<br>機器 | 半導体・<br>液晶製造  | ガス製造 |
|-------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|---------------|------|
| 主な使用<br>ガス種 | HFC                | HFC          | HFC          | HFC          | SF6          | HFC<br>PFC   | SF6                | PFC<br>SF6    | (全て) |
| 物質代替<br>の検討 | 冷媒対策<br>WG         | 物質代替<br>促進WG | 物質代替<br>促進WG | 物質代替<br>促進WG | 物質代替<br>促進WG | 物質代替<br>促進WG | 現時点で<br>見通しなし      | 現時点で<br>見通しなし | —    |
| 漏れ防止・<br>回収 | 対策強化<br>が必要        | ほぼ済          | —            | —            | —            | ほぼ済          | ほぼ済                | —             | —    |
| 除害装置<br>設置  | —                  | —            | —            | —            | —            | —            | —                  | ほぼ済           | ほぼ済  |

### (3) 物質代替の現状と課題 ①カーエアコン分野

#### 主な代替候補

○現在冷媒はHFC-134a(GWP=1,300)を使用、代替物質候補としてHFO-1234yf(GWP=4)が最有力候補

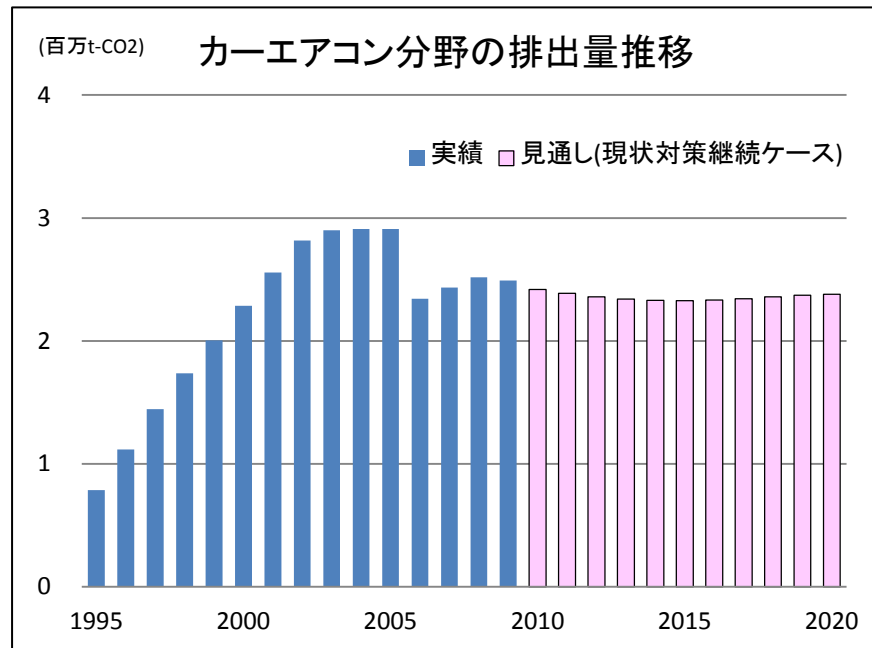
#### 削減効果

○これまでの削減の取組

- ・モントリオール議定書に基づくオゾン層破壊物質規制により、1990年代に冷媒をCFC-12からHFC-134aへ代替。
- ・その後、自主行動計画により1台あたりの冷媒使用量および使用時冷媒排出の低減に取組。1台当たりの冷媒使用量は約700g/台から約500g/台、使用時の冷媒排出量は約50g/年から約10g/年に、それぞれ削減。
- ・また、自動車リサイクル法に基づき、廃自動車から冷媒フロンの回収を実施(回収率約7割)。

○将来の排出見通し(BAU(現状対策継続)ケース)

- ・2020年の排出量見通しは約240万t-CO<sub>2</sub>。
- ・この排出の約8割が使用時、約2割が廃棄時の排出。
- ・なお、製品寿命から考えて、代替の効果発現には一定の期間を要するため、早期の代替開始が必要。



(経済産業省推計)

## 経済性

- ・生産ライン、サービス段階における安全規制への対応に、設備投資等を要する可能性あり。
- ・HFO-1234yfは現時点では量産されておらず、自動車製造事業者では安定供給の確保やコスト面など供給体制の面で懸念。

## 性能

- ・産業界では、冷媒のLCCP評価を行いHFO-1234yfはHFC-134a、CO<sub>2</sub>に比べ環境負荷は小さく、優れた冷媒であることを確認。なお、ドロップインによる性能試験(膨張弁のみの最適化)では、5%程度の性能低下(この対応のための技術開発を産業界にて実施)。また、樹脂・ゴム等との相性をとるため部品変更が必要。

## 安全性

- ・高圧ガス保安法上は可燃性に分類されるため、生産ライン、サービス等での対応検討が必要。現在、安全当局と安全規制との関係整理および対応のあり方について、議論を進めているところ。
- ・一方、燃焼速度や最小着火エネルギーの測定からは、他の可燃性物質から見て比較的燃えにくいという結果が得られている。

## その他

- ・欧州のカーエアコン指令により、2011年の新モデル、2017年の新車から、カーエアコンに使用される冷媒はGWP150以下に制限される。産業界では、世界標準になり得る代替冷媒候補として最有力と認識。

### (3) 物質代替の現状と課題 ②断熱材分野

#### 主な代替候補

○発泡剤をHFC-134a(GWP=1,300)等から、CO<sub>2</sub>,炭化水素(ペンタン等)等へ代替。また、新たな代替候補として低温室効果の新物質も提案されている。

#### 削減効果

○これまでの削減

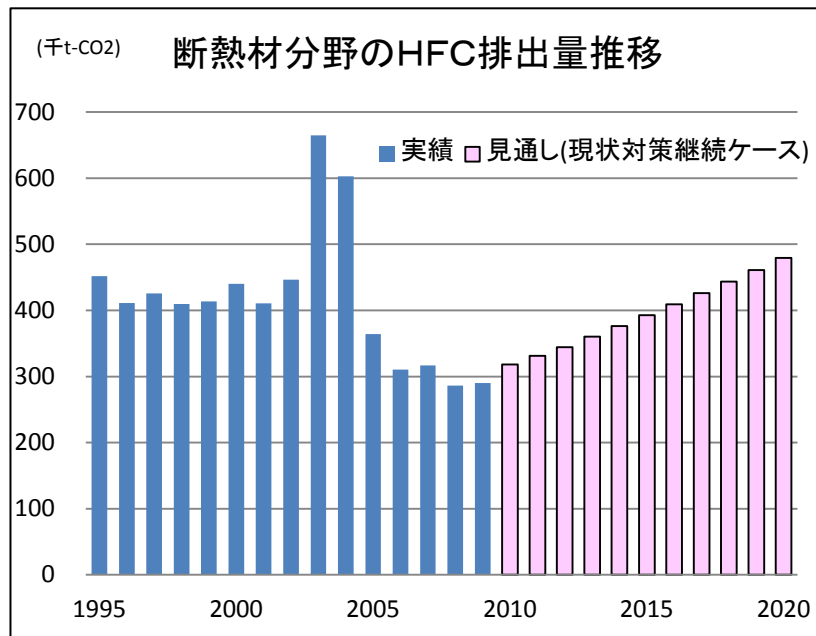
- ・主要なフロン使用・排出分野であるウレタンフォーム分野については、自主行動計画に基づく代替促進により、HFC使用量を低減。
- ・また、押出發泡ポリスチレン、フェノールフォーム等ノンフロン化が完了した分野もある。

○将来の排出見通し(BAU(現状対策継続)ケース)

- ・京都議定書対象ガスの2020年排出量見通しは約50万t-CO<sub>2</sub>。
- ・また、ウレタンフォーム分野では京都議定書の対象外であるHFC-245fa (GWP約1,000)、HFC-365mfc(GWP約800)を使用しており、2020年排出量見通しは約400万t-CO<sub>2</sub>。これらのHFCは次期気候変動枠組み検討の中で追加対象の候補として議論されており、今後国際的に削減が求められる可能性が大きい。

#### 経済性

- ・【水(CO<sub>2</sub>)発泡】 フロン品に比べ壁を厚くする必要があるため、施工コスト面でやや不利。
- ・【超臨界CO<sub>2</sub>発泡】 フロン品に比べ壁を厚くする必要があるため、施工コスト面でやや不利。また、スプレー発泡機へのアダプター付加により、数百万円の投資が必要。



※ 京都議定書対象外HFC(HFC-245fa,HFC-365mfc)は含まない。

(経済産業省推計)

- ・【ペンタン発泡】 製造設備における防爆対応に大きな設備投資(数億円)が必要。
- ・いずれの場合についても、安価な輸入フロン品(オゾン層破壊物質使用の場合あり)への対応が課題。

## 性能

- ・【水(CO<sub>2</sub>)発泡】 フロン品に比べ断熱性能(短期、長期)、自己接着性でやや劣る。
- ・【超臨界CO<sub>2</sub>発泡】 フロン品に比べ断熱性能(短期、長期)でやや劣る。一方、自己接着性はフロン品より劣るものの水発泡より優れる。
- ・【ペンタン発泡】 断熱性能はフロン品と同等。ただし、製造設備における防爆対応が必要なため、工場でのボード製造への適用に限られる。
- ・現在、国プロジェクトにおいて断熱性能向上に向けた革新的な技術開発を実施中。また、GWP10以下の低温室効果の新発泡剤も提案されている。

## 安全性

- ・【超臨界CO<sub>2</sub>発泡】 ボンベの取扱等にあたり高圧ガス保安法への対応が必要。(水(CO<sub>2</sub>)発泡や、低圧・不燃のフロン発泡剤では特段の対応不要。)
- ・【ペンタン発泡】 可燃性を有するため、高圧ガス保安法に基づき製造設備の防爆対応が必要。このため現場発泡への適用は困難で、工場におけるボード製造での適用に限られる。

## その他

- ・ウレタンフォーム分野では、産業界が住宅・建材分野に係るノンフロン宣言(2010年1月)を実施。今後本宣言に基づき、ノンフロン品へ代替を進める予定。また、フロン品に係るJIS削除、ノンフロン品の着色による「見える化」等を併せて推進。なお、産業界の自主取組では京都議定書対象外のHFCを含めた削減努力が行われている。
- ・限られた空間で高度な断熱効果を必要とする断熱機器、冷凍倉庫等においては、現行の代替技術によるノンフロン化は性能、経済性の面から困難。



### (3) 物質代替の現状と課題 ③エアゾール分野

#### 主な代替候補

○エアゾールの噴射剤は、用途により、HFC-134a(GWP1,300)からDME、LPG、CO<sub>2</sub>等、または比較的低温室効果のHFC-152a(GWP140)へ代替。近年、新物質としてHFO-1234ze(GWP6)が提案され、一部で実用化開始。噴射剤を使用しないポンプ式等も代替策の一つ。

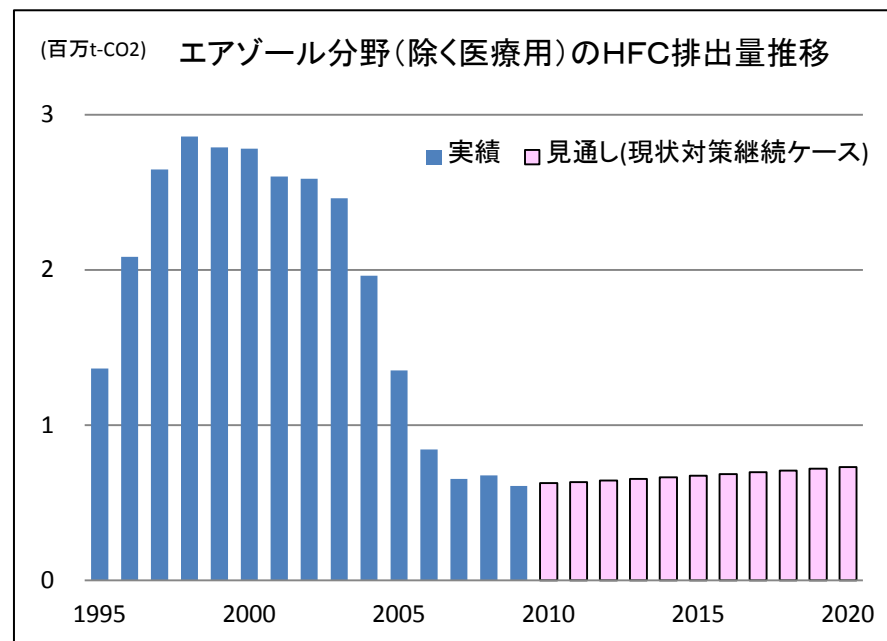
#### 削減効果

#### ○これまでの削減

- ・かつてはCFCが大量に用いられていたが、モントリオール議定書に基づくオゾン層破壊物質規制により、家庭用等の多くがCFCからフロン以外の物質(DME、LPG等)へ代替。
- ・一方、ダストブローア等においても、産業界(製造事業者)の自主行動計画に基づき、HFC-134a(GWP1,300)からHFC以外の物質(DME、LPG、CO<sub>2</sub>等)へ、また用途により比較的温室効果の低いHFC-152a(GWP140)へ代替。

#### ○将来の排出見通し(BAU(現状対策継続)ケース)

- ・2020年排出量見通し(医療用途除く)は約70万t-CO<sub>2</sub>。



(経済産業省推計)

## 経済性

- ・【DME/CO<sub>2</sub>混合ガス、DME、LPG等】 コスト面ではHFCの4分の1程度だが、可燃性のため用途に制約あり。
- ・【CO<sub>2</sub>】 高圧に対応する容器が必要なため、コスト高が課題。
- ・【HFO-1234ze】 有力な代替物質候補として、産業界において現在中長期計画による代替化検討が進められているが、安定供給、コスト面が課題。普及が進行すればコスト低減も期待される。

## 性能

- ・【DME/CO<sub>2</sub>混合ガス、DME、LPG等】 性能面で課題はないものの、可燃性のため用途に制約あり。
- ・【CO<sub>2</sub>】 高圧に対応するため容器が重くなる。また液化が困難なため、内容量に制約あり。
- ・【HFO-1234ze】 性能面で特に課題はない。

## 安全性

- ・【DME/CO<sub>2</sub>混合ガス、DME、LPG等】 可燃性のため用途に制約あり。
- ・【HFO-1234ze】 DME等に比べれば最小着火エネルギーが相当大きく、燃えにくい物質ではあるが、可燃性を有するため現時点では用途に制約(人体用品等)あり。今後、本格普及への検討にあたっては、まずリスク評価を進めることが必要。

## その他

- ・エアゾール等の製造事業者(ローダー)は、販売事業者(ブランドメーカー)の物質選択、発注に基づき製造を行うことが一般的であり、更なる代替促進には販売事業者やユーザーの理解増進、協力が重要。
- ・グリーン購入法の基本方針では、ダストブロワーの判断基準で、オゾン層破壊物質及びHFCを使用しないこととされているが、引火の危険性があり、安全性の確保を必要とする用途に使用する場合については、この判断基準を適用せずGWP150以下のHFC-152aが使用可能とされている。

### (3) 物質代替の現状と課題 ④マグネシウム鑄造分野

#### 主な代替候補

○鑄造用カバーガスをSF6(GWP23,900)からHFO-1234ze(GWP6)等へ代替。

#### 削減効果

○これまでの削減

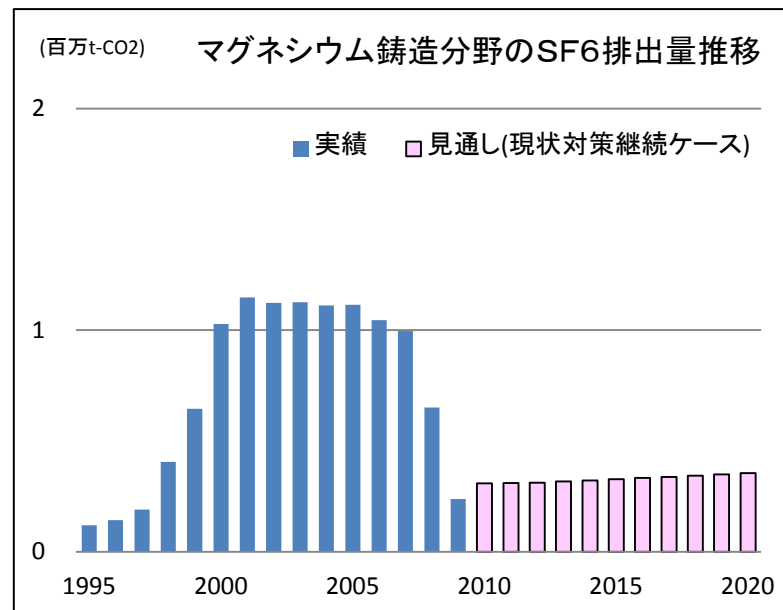
- ・マグネシウム溶解時のカバーガスをSF6から代替ガス(HFO-1234ze等)に転換することで、単位あたり使用量を1/4に低減。

|                           | 03年    | 04年    | 05年    | 06年    | 07年    | 08年    | 09年    |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 単位使用量(SF6使用量/Mg溶解量) (t/t) | 0.0022 | 0.0019 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0017 | 0.0013 | 0.0007 |

○将来の排出見通し(BAU(現状対策継続)ケース)

- ・2020年の排出量見通しは約40万t-CO<sub>2</sub>。

※自主行動計画目標(2010年末までに一事業所あたり500kg/年以上の排出を中止)の達成を前提とした見通し。



(経済産業省推計)

## 経済性

- ・カバーガスの代替物質への転換にあたっては、製造ラインにおける設備投資が必要(数百万円以上)。

## 性能

- ・代替物質はSF6に比べ高温で分解しやすく、現場での適用にあたっては鑄造条件(温度等)により細かな技術的対応を要する。
- ・代替物質はSF6に比べ緊急時の防燃性が劣る。

## 安全性

- ・代替物質は防燃性に劣るため、緊急時対応用等としてSF6の使用が必要になる場合がある。

## その他

- ・マグネシウム鑄造量は、自動車産業等の需要に依存する部分が多い。また、中小事業者が多く、現下の厳しい景気動向の下、代替に要する設備投資負担が課題。
- ・なお、カバーガスを不要とする難燃性のマグネシウム合金の技術開発も行われているが、加工性等の面で課題あり。

### (3) 物質代替の現状と課題 ⑤洗浄剤・溶剤分野

#### 主な代替候補

○各種PFC、HFC等から、代替洗浄剤・溶剤(水系、炭化水素系、一部のフッ素系等)へ代替。また、溶剤不要な製造工程への変更等。

#### 削減効果

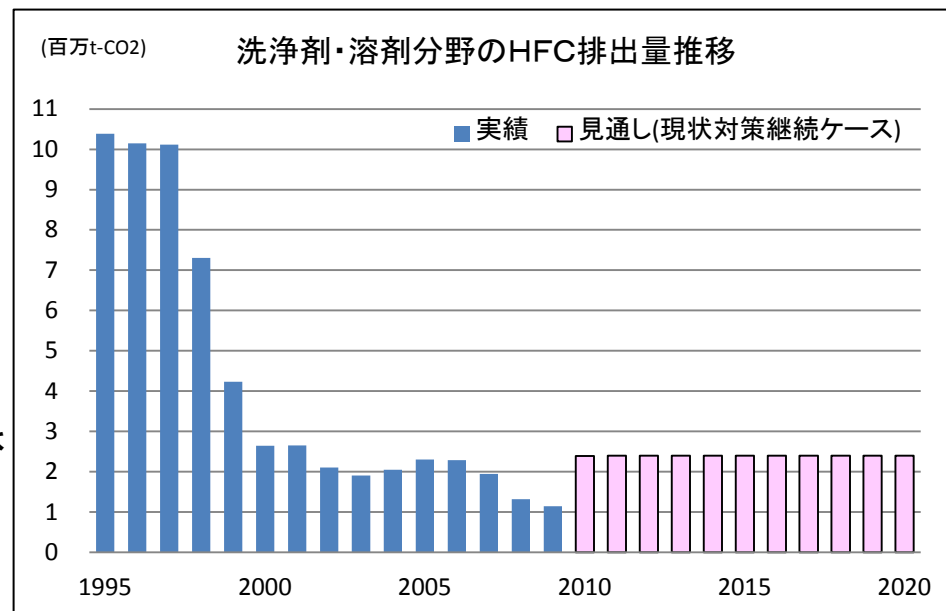
○これまでの削減

- ・多くのものづくり業種の洗浄用途を横断的に把握できる業界団体は組織されていないため、自主行動計画は存在しないものの、産業界における物質代替や回収再利用等の促進により、1998年以降排出量は減少。(1995年約1000万t-CO<sub>2</sub>から2008年約130万t-CO<sub>2</sub>(京都議定書対象物質のみ))
- ・なお、このうち電子部品、半導体、液晶等の製造時の洗浄剤用途については、業界団体による自主行動計画が策定されており、排出量は大幅に減少。

○将来の排出見通し(BAU(現状対策継続)ケース)

- ・2020年の排出量見通しは約240万t-CO<sub>2</sub>。

※洗浄剤、溶剤分野用途は、使用分野や使用者が非常に多岐にわたり個別の把握が不可能なため、液体PFC等の出荷量＝排出量として取扱い。



(経済産業省推計)

## 経済性

- ・物質代替にあたっては、一般に使用するプロセス変更等を要するため、ユーザーにおいて相当程度の設備投資負担が発生。
- ・なお、現在使用されているフッ素系物質は、PFC、HFCやその代替物質を含め一般に高価。このため、近年は一般に密閉式機器で使用され、回収・蒸留による再利用が行われている。

## 性能

- ・PFC、HFCは、洗浄分野では速乾性を活かした乾燥用途での使用が多いといわれる。一方、溶剤用途では個別の素材との溶解性など物質の相性にあわせた使用が行われているといわれる。
- ・一部用途では、こうした特性にあわせた低温室効果のフッ素系物質が開発、提案されている。

## 安全性

- ・炭化水素系への転換の場合は可燃性に対する対応が必要とされその配慮が払われている。
- ・また、一部物質では毒性を踏まえた対応が必要であるがリスク管理の配慮が払われている。

## その他

- ・更なる代替促進にあたっては、まず多種多様な用途やユーザー、求められる特性等について、実態把握を進めることが必要。
- ・ただし、本分野はニッチ用途も多いといわれ、実態把握の可能性や代替物質開発・実用化における費用対効果の面において課題が多い可能性あり。
- ・更に、洗浄技術は、「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、他の技術分野の動向を配慮した検討が必要。