

平成28年度 化学物質安全対策  
(フロン排出抑制法関係調査)

報 告 書

平成29年3月6日



株式会社 旭リサーチセンター

## 目次

序章 調査の背景・目的 .....	1
第1章 フロン類製造業者等に関する調査 .....	9
1.1 フロン類製造業者調査 .....	9
1.2 HFC ガスの代替準備状況 .....	12
1.2.1 HFC ガスの代替準備等の状況 .....	12
1.2.2 高圧ガス保安法施行令の一部を改正する政令 .....	18
第2章 指定製品製造業者等に関する調査 .....	19
2.1 指定製品製造業者調査 .....	19
2.1.1 指定製品製造業者調査の結果 .....	20
2.1.2 指定製品における HFC ガス転換現状と今後の見通し .....	21
2.2 指定製品及び周辺製品の状況調査 .....	23
2.2.1 ウインド形エアコン・スポットエアコンの状況 .....	23
2.2.2 HFC ガス噴霧器の使用状況 .....	28
2.2.3 指定製品以外の周辺製品の状況 .....	44
第3章 国際動向調査 .....	46
3.1 国際動向調査のまとめ .....	46
3.2 欧州における動向調査 .....	49
3.2.1 欧州における冷凍空調機の市場最新動向 .....	49
3.2.2 欧州での対応動向(ASERCOM+EPEE シンポジウムより) .....	62
3.2.3 HFC 製造事業者による低 GWP 品の開発状況 .....	77
3.3 米国における動向調査 .....	84
3.3.1 米国の空調機市場の状況 .....	84
3.3.2 米国の冷蔵冷凍機市場の状況 .....	88
3.3.3 地球温暖化負荷低減への取り組み(米国空調暖房冷凍工業会) .....	91
3.4 アジアにおける動向調査 .....	98
3.4.1 中国の R-290 エアコンの状況 .....	98
3.4.2 インドの R-290 エアコンの状況 .....	104
3.5 欧米の HFC ガス等の規制の状況 .....	112
3.5.1 欧米と日本の冷媒規制状況比較 .....	113
3.5.2 米国 SNAP の最新冷媒情報まとめ .....	115
3.5.3 SNAP 文書-1 .....	120
3.5.4 SNAP 文書-2 .....	141
3.5.5 SNAP 文書-3 .....	145
3.5.6 冷媒等リスト一覧 .....	148

## 序章 調査の背景・目的

冷凍冷蔵空調機器などの冷媒に使われてきたフロン類は、かつてオゾン層破壊への影響が指摘されたことから、世界各国はモントリオール議定書に沿って削減を進め、代替フロン（以下 HFC）へと転換を行った。しかし、代替フロンは地球温暖化効果係数（GWP）が CO<sub>2</sub> よりはるかに高く、冷凍冷蔵空調機器分野を中心に、使用時の機器からの HFC 類の漏えいが増加していることが判明したことも含め、地球温暖化防止の観点から世界規模の規制強化の動きが始まっている。

2015 年 4 月「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（以下「フロン排出抑制法」とする。）が全面施行された。フロン排出抑制法に基づく対策は、フロン類の製造から廃棄までのライフサイクルの各段階における 4 つの対策（フロン類及びフロン類使用製品の製造、特定製品の管理、フロン類の充填・回収・再生・破壊）を通じて排出抑制対策を講ずる制度となっており、また、国は、フロン排出抑制法に基づく事業者の取組の進捗状況を含む、フロン排出抑制法の施行状況について定期的に調査及び評価し、その内容を公表することとなっている。

このため、今般、当該調査事業において、フロン類の製造業者等の判断の基準及び指定製品に関する製造業者等の判断の基準に関わる事業者等（製造及び輸入）の実態を調査し、また、指定製品に関する技術動向を把握するための情報を収集することを目的とした。

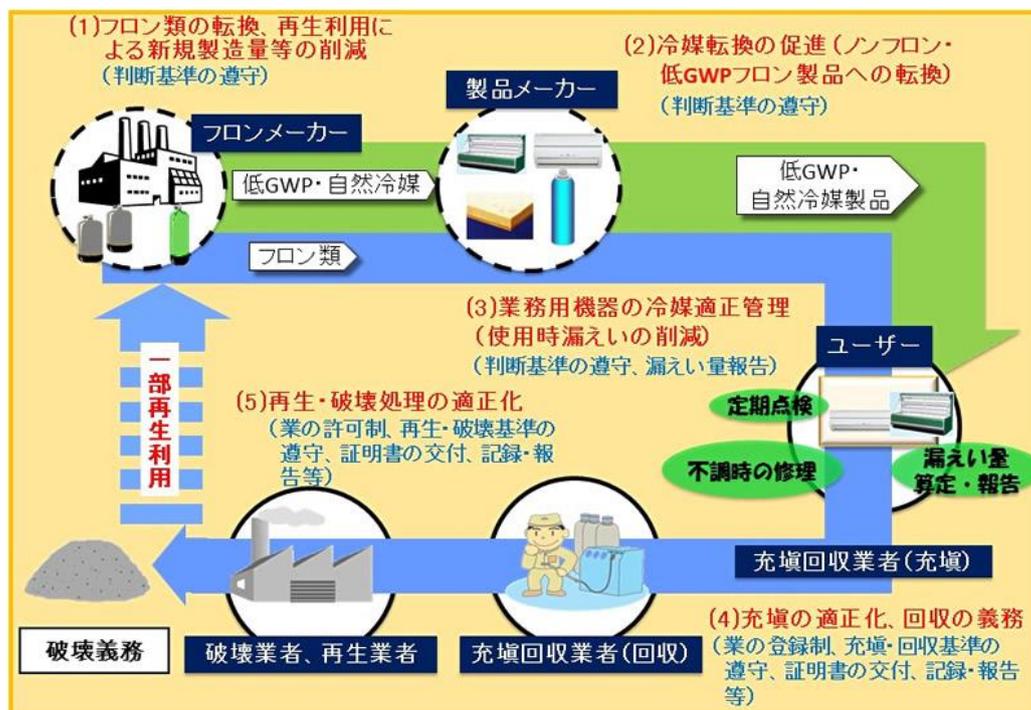


図 1 フロン排出抑制法の概要

(出典:フロン排出抑制法・第一種特定製品の管理者等に関する運用の手引き 2015.3 環境省、経済産業省)

本調査は、上述の対策のうち「フロン類及びフロン類使用製品の製造」という上流部分に係る排出抑制対策を講ずる（図1(1)、(2)に対応）ことに資する実態調査である。

ここで講ずる具体的な排出抑制対策とは、フロン類製造業者及びフロン指定製品<sup>※1</sup>製造業者等の取り組みを促すことである。具体的には、

フロン類製造業者→ 国内外の技術進歩や市場の動向等を踏まえ、地球温暖化への影響が少ない低GWPの製品製造を促す。

フロン指定製品製造業者→国内外の技術進歩や市場の動向等を踏まえ、ノンフロン製品や地球温暖化への影響が少ない低GWP製品への転換を促す。

ことなどである。

※1：フロンの指定製品とはフロン排出抑制法により(①家庭用エアコンディショナー、②店舗・オフィス用エアコンディショナー、③自動車用エアコンディショナー、④コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット、⑤中央方式冷凍冷蔵機器、⑥硬質ウレタンフォームを用いた断熱材、⑦自ら噴射剤のみを充填した噴霧器)の7区分に分類。

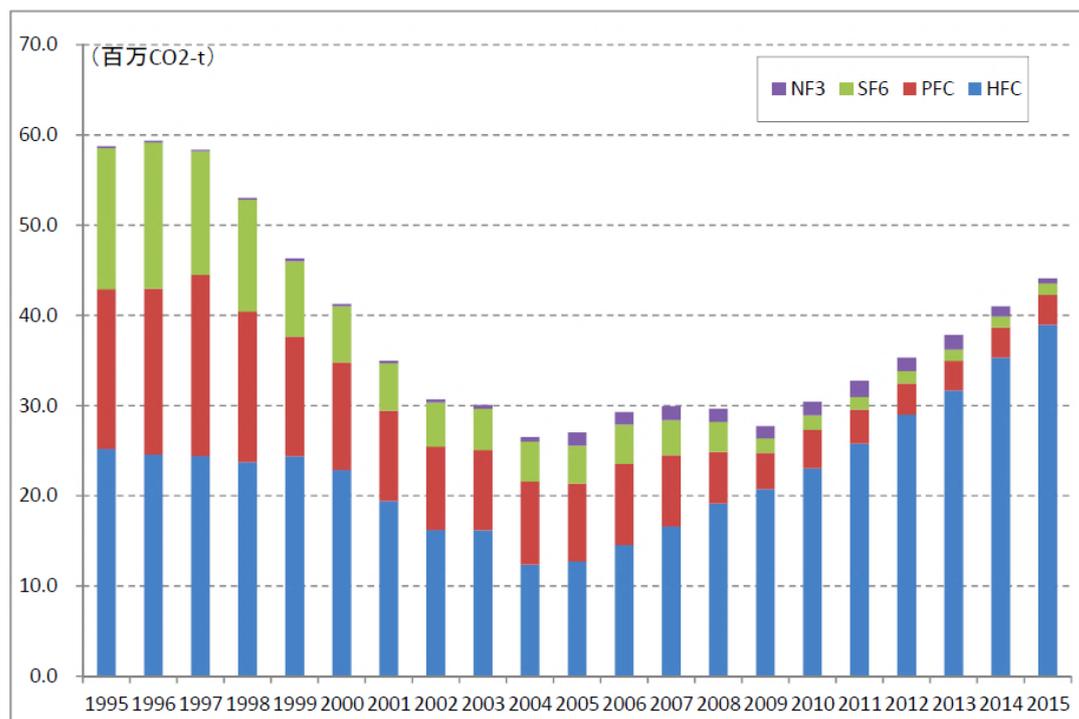


図2 2015年までの代替フロン等4ガスの排出量の推移

(出典:産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会フロン類等対策WG(第9回),2016.12)

本実態調査の範囲は、フロン類排出量の要因別においては上図2の“製造”段階部分に相当する製造量の把握になる。排出量削減についてはこれまで寄与してきた分野であるともいえる。ただし、フロン類排出の上流部分であり、それらの流通量、製品としてのスト

ック量を把握することは、フロン類全体としての削減に向けて意義がある。

この分野においては、フロン類の製造・使用の分野毎に各業界団体が毎年、取りまとめている排出量の自主的取組がある。産業構造審議会の化学物質政策小委員会フロン類等対策WGで1年に一回提示される“分野ごとの行動計画に基づく取組の進捗状況（個表）”がそれである。そこで大気排出量と自主的な排出抑制対策が報告される。記載された大気排出量データをまとめた年次経過は以下の図3や表1になる。

本調査の範囲に対応する該当分野は、HFC等製造に係る事項、発泡・断熱材に係る事項、エアゾール等に係る事項、冷凍空調機器に係る事項である。それら4つの分野における製造量を把握することである。それら4分野での2013年排出量は前年比で増えている（エアゾール等以外）点に注意を持って調査した。

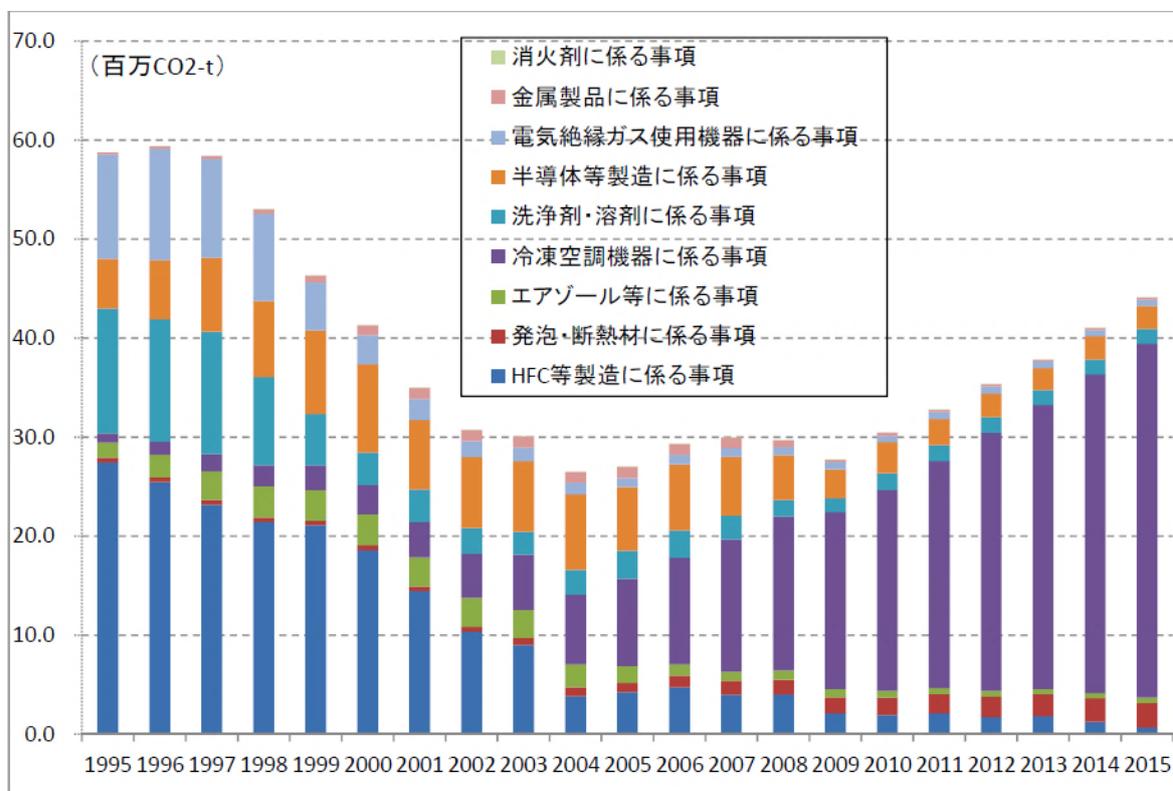


図3 HFC等4ガス 分野別排出量

表1 2015年におけるHFC等4ガス分野別排出量と前年比増減

分野	2014年排出量 (百万t-CO2)	変化率	2015年排出量 (百万t-CO2)
<b>合計</b>	<b>41.01</b>	<b>+8%</b>	<b>44.10</b>
HFC等製造	1.26	▲46%	0.68
発泡・断熱材	2.37	+5%	2.48
エアゾール等	0.50	+7%	0.54
冷凍空調機器	32.20	+11%	35.71
洗浄剤・溶剤	1.54	▲1%	1.52
半導体等製造	2.35	▲1%	2.33
電気絶縁ガス使用機器	0.60	+1%	0.61
金属製品	0.19	+23%	0.23
消火剤	0.01	+2%	0.01
<b>HFC</b>	<b>35.32</b>	<b>+10%</b>	<b>38.97</b>
PFC	3.35	▲2%	3.30
SF6	1.21	+5%	1.27
NF3	1.12	▲49%	0.57

(出典:産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会フロン類等対策 WG(第9回)、2016.12)  
 なお、エアコンや冷蔵庫の冷媒等に使われる HFC 等の生産・消費の規制、輸出入管理を目指すモントリオール議定書第28回締約国会合(MOP28)が2016年10月10日、ルワンダの首都キガリ(Kigali)で開始され、10月15日、地球温暖化に大きく影響を及ぼす代替フロンの生産を規制する議定書の改正案を採択した。

今回合意された議定書改正で日米など先進国は2019年にHFCの生産・消費規制を始め、36年までに11～13年の平均と比べ、CO<sub>2</sub>換算で85%にあたる量を減らす。中国や途上国は20～22年を基準に、24年から規制を始めて45年までに80%削減する。インドと中東などの産油国は24～26年を基準に、28年に規制を始め、47年までに85%減らすこととなった。

以下の図表は産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会 フロン類等対策ワーキンググループ(第9回)の資料5「MOP28の報告及び今後の検討方針」(平成28年12月)からの抜粋である。

## MOP28で合意されたモントリオール議定書改定の内容

○2009年以降、地球温暖化対策の観点から、モントリオール議定書に代替フロンを追加するという議論が行われてきたが、本年10月にルワンダ・キガリで開催されたMOP28（第28回締約国会合）で、**代替フロンを新たに議定書の規制対象とする改正提案が採択**された（キガリ改正）。

○合意された削減スケジュールの内容は、以下表のとおり。

	途上国第1グループ <sup>※1</sup>	途上国第2グループ <sup>※2</sup>	先進国 <sup>※3</sup>
基準年	2020-2022年	2024-2026年	2011-2013年
基準値 (HFC+HCFC)	各年のHFC生産・消費量の平均 +HCFCの基準値×65%	各年のHFC生産・消費量の平均 +HCFCの基準値×65%	各年のHFC生産・消費量の平均 +HCFCの基準値×15% <sup>※</sup>
凍結年	2024年	2028年 <sup>※4</sup>	なし
削減 スケジュール	2029年：▲10% 2035年：▲30% 2040年：▲50% 2045年：▲80%	2032年：▲10% 2037年：▲20% 2042年：▲30% 2047年：▲85%	2019年：▲10% 2024年：▲40% 2029年：▲70% 2034年：▲80% 2036年：▲85%

※1：途上国第1グループ：開発途上国であって、第2グループに属さない国

※2：途上国第2グループ：印、パキスタン、イラン、イラク、湾岸諸国

※3：先進国に属するベラルーシ、露、カザフスタン、タジキスタン、ウズベキスタンは、規制措置に差異を設ける（基準値について、HCFCの参入量を基準値の25%とし、削減スケジュールについて、第1段階は2020年5%、第2段階は2025年に35%削減とする）。

※4：途上国第2グループについて、凍結年（2028年）の4～5年前に技術評価を行い、凍結年を2年間猶予することを検討する。

※5：すべての締約国について、2022年、及びその後5年ごとに技術評価を実施する。

1

図4 MOP28で合意されたモントリオール議定書改正の内容

（出典：産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会フロン類等対策WG（第9回）、2016.12）

## 議定書改定の内容と我が国への影響

- 今回のモントリオール議定書の改定内容は、我が国を含む先進国については、代替フロン  
の生産・消費量を、2011-2013年の平均を基準として、**2019年に規制を開始し、  
2036年までに85%分を段階的に削減**する等という内容である。
- 我が国としては、フロン排出抑制法に基づく取組を着実に進めれば、2025年までの削減  
目標の達成は可能であり、2025年以降の削減目標についても、研究開発を進めて行け  
ば、十分に達成可能。
- 新たな冷媒の活用を進めている、我が国の冷凍・空調産業にとっては、むしろ、競争力強  
化のチャンス。

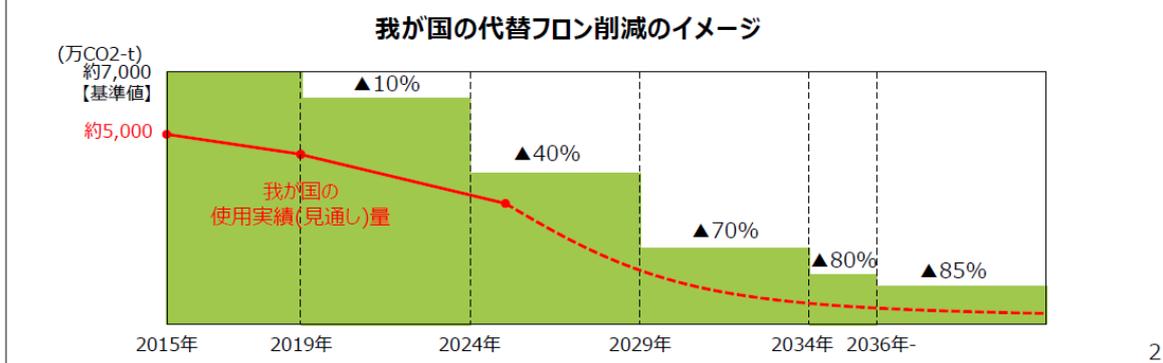


図5 モントリオール議定書改正の内容と日本への影響

(出典: 産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会フロン類等対策 WG(第9回)、2016.12)

## 我が国のフロン類対策とキガリ改正

- 我が国は、「**オゾン層保護法**」により特定フロンを含むオゾン層破壊物質の生産と消費を規制（割当）、「**フロン排出抑制法**」により世界に先駆けて、フロン類の製造から廃棄に至るまでの包括的な対策を実施している。
- キガリ改正によりHFCの生産・消費の規制（割当）が新たに必要となる。

	オゾン層保護法*	フロン排出抑制法	キガリ改正
規制対象	オゾン層破壊物質 (特定フロン)	特定フロン 代替フロン	代替フロン
主な規制内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製造数量の許可</li> <li>● 輸出入管理 (※ 輸出入貿易管理令等により実施)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● メーカー（フロン・機器）による計画的な使用削減</li> <li>● ユーザーによる機器の点検・フロン類の漏えい量報告</li> <li>● 適切な充填・回収</li> <li>● 適正な再生・破壊</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製造数量の許可</li> <li>● 輸出入管理</li> </ul>

3

図6 日本のフロン類対策とキガリ改正

(出典: 産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会フロン類等対策 WG(第9回)、2016.12)

## 今後の検討事項とスケジュール

- 今後、議定書の国会承認の手続きに加えて、議定書の担保法である**オゾン層保護法等**※の**改正**が必要である。(※フロン排出抑制法も関係)
- 具体的には、議定書の担保のためには、以下の事項等について検討を行う必要がある。
  - ✓ 議定書の削減スケジュールに基づく、**我が国の削減スケジュールの法定化**
  - ✓ 代替フロンについての**製造量の割当て制度、輸出入管理制度の創設**
- 2019年からの規制開始に間に合わせるためには、遅くとも2018年以内に、国会手続き・承認に加えて、事業者への製造量の割当てなどの準備作業を終了させる必要がある。

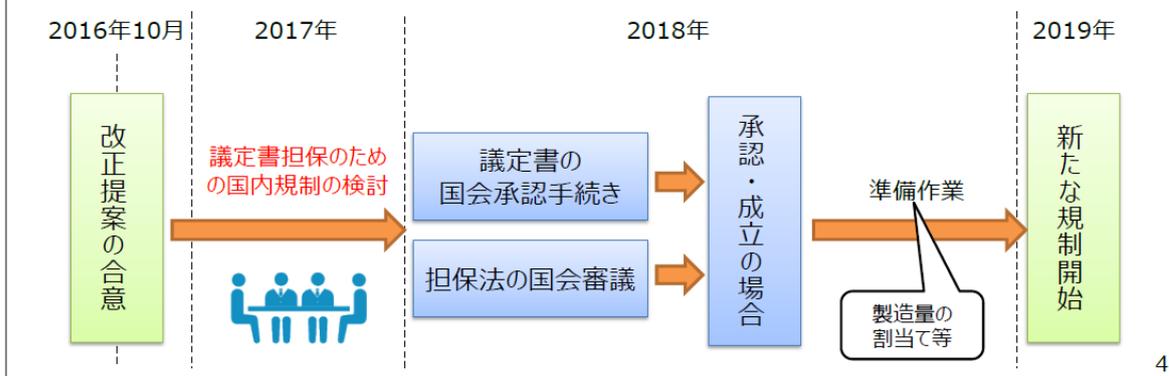


図7 日本のフロン類対策の今後の検討事項とスケジュール

(出典: 産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会フロン類等対策 WG(第9回)、2016.12)

# 第1章 フロン類製造業者等に関する調査

## 1.1 フロン類製造業者調査

フロン排出抑制法において、制度の周知及びフロン類の製造・輸入実績の把握等を目的に、「フロン類製造業者等（以下、ガス製造業者という。）」について、調査を実施した。

経済産業省オゾン層保護等推進室からの情報を基本に、日本フルオロカーボン協会、同協会加盟事業者、その他には、HFC 類の個別名 HFC-134a、HFC-152a、HFC-32、R-404A、R-407C、R-410A 等の名称を用いてのインターネット等の一般検索機能を活用した情報収集によりフロン類の製造・輸入があると見込まれた事業者よりヒアリング等を実施した。

その総括表として、以下の表を示す。

表 1.1 フロン類の製造業者等の総括表

( ) : 輸入業者数

区分	調査実施の全体		備考
		うち、報告対象事業者	
フロン類製造業者等	10社(6社)	10社(6社)	国内製造業者をほぼ網羅したが、専門輸入業者が未掌握。

※1：本調査において把握された事業者数である。

※2：この3～4年 HFC ガス輸入業者が増えている（他方、噴霧器充填品の輸入は減）との事業者からのコメントあり。

参考に HFC 類の輸入状況を財務省貿易統計・品別国別表より整理し、作成した主な HFC 類の利用・用途と輸入状況の表を以下に示す。

表 1.2 主な HFC 類の利用・用途と輸入状況

HFC 品目		品目コード	国名	2016年輸入量 (t)	
HFC 単 体	HFC-32 (GWP:675)	2903.39-023	中華人民共和国	3,479	
	HFC-125 (GWP:3,500)	2903.39-024	中華人民共和国	2,768	
	HFC-143a (GWP:4,470)	2903.39-026	中華人民共和国	1,822	
	HFC-134a (GWP:1,430)	噴霧器充填	2903.39-031	中華人民共和国	21
				スペイン	1
		充填以外	2903.39-039	中華人民共和国	1,205
				アメリカ合衆国	55
	HFC-152a(GWP:124)	噴霧器充填	2903.39-041	中華人民共和国	194
		充填以外	2903.39-049	中華人民共和国	3,441
	HFC-245fa (GWP:1,030)	2903.39-053	中華人民共和国	809	
			アメリカ合衆国	791	
	HFC-365mfc (GWP:794)	2903.39-054	フランス	208	
	品目コードのないその他 HFC or PFC		2903.39-029	大韓民国	6
中華人民共和国				3,379	
台湾				11	
インド				10	
オランダ				126	
ドイツ				22	
イタリア				5	
ロシア				31	
アメリカ合衆国				502	
中華人民共和国				1,407	
HFC 混 合	R-404A(HFC-143a(52%), HFC-125(44%), HFC-134a(4%)) GWP:3,920	3824.78-110	台湾	80	
			シンガポール	11	
			アメリカ合衆国	31	
			中華人民共和国	284	
	R-407C(HFC-32(23%), HFC-125(25%), HFC-134a(52%)) GWP:1,770	3824.78-120	台湾	69	
			シンガポール	4	
			アメリカ合衆国	9	
	R-410A(HFC-32(50%), HFC-125(50%)) GWP:1,770	3824.78-130	中華人民共和国	4,710	
			台湾	418	
	その他	3824.78-900	大韓民国	8	
			オランダ	53	
			アメリカ合衆国	26	

※：表中、灰色部分は「フロン排出抑制法」で対象と想定した HFC ガス (出典：財務省貿易統計・品別国別表)

「フロン排出抑制法」で対象となる HFC ガスの輸入統計品目は、2016 年では HFC 単体 (HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-245fa, HFC-365mfc) が 12,187 t、HFC 混合 (R-404A, R-407C, R-410A) が 7,033 t となっている。

最近の HFC ガスの輸入品は、ほとんどが中国、台湾からのものである。

輸出入統計の品目コード表を以下に示す。

表 1.3 輸出入統計の品目コード表

	統計番号 Statistical code		品名 Description
	番号 H.S.code		
HFC 単体	2903.39		非環式炭化水素のふつ素化誘導体、臭素化誘導体及びよう素化誘導体で二臭化エチレン以外のもの
			臭素化誘導体
		011	―― 臭化メチル
		019	―― その他のもの
			ふつ素化誘導体
		021	―― ペルフルオロメタン (PFC-14)
		022	―― ペルフルオロエタン (PFC-116)
		051	―― ペルフルオロプロパン (PFC-218)
		052	―― ペルフルオロヘキサン (PFC-51-14)
		023	―― ジフルオロメタン (HFC-32)
		024	―― ペンタフルオロエタン (HFC-125)
			―― 1,1,1,2-テトラフルオロエタン (HFC-134a)
		031	―― 噴霧器に充てんしたもの
		039	―― その他のもの (HFC-134a)
		026	―― 1,1,1-トリフルオロエタン (HFC-143a)
			―― 1,1-ジフルオロエタン (HFC-152a)
		041	―― 噴霧器に充てんしたもの
		049	―― その他のもの (HFC-152a)
		053	―― 1,1,1,3,3-ペンタフルオロプロパン (HFC-245fa)
		054	―― 1,1,1,3,3-ペンタフルオロブタン (HFC-365mfc)
029	―― その他のもの		
090	―― その他のもの		
HFC 混合	3824.78	110	―― R-404A
		120	―― R-407C
		130	―― R-410A
		900	―― その他のもの

※1 : HFC 類は輸出統計品目表 (2015 年版) において、炭化水素のハロゲン化誘導体 (2903) のうち非環式炭化水素のふつ素化誘導体、臭素化誘導体及びよう素化誘導体のその他のもの 2903.39 の統計番号になる。

## 1. 2 HFC ガスの代替等準備状況

### 1. 2. 1 HFC ガスの代替準備等の状況

#### (1) 冷凍冷蔵空調器用の冷媒

<GWP 目標値：空調機器 750、コンデンシングユニット 1,500、中央方式 100>

今後の冷凍冷蔵空調器等のための HFC 代替ガスについて、先進諸国の冷媒等の開発メーカーはそれぞれの機器機能の効率性を低下せずに、低 GWP でかつなるべく不燃性に近い代替ガスを採用したいという、難しい課題に向かって開発を進めている。

なお、これまでの状況全般としては、1990 年代より先進諸国を中心にオゾン層を破壊する CFCs や HCFCs に代わってエアコンディショナー（以下、エアコン）やチラー、冷蔵ディスプレイケースの多くが R-407C、R-410A、R-134a、R-404A など HFC 冷媒を採用してきた。途上国ではまだ R22 (HCFC) が主流だが、HFC への転換も進めている。だが、温暖化への影響より低 GWP 冷媒が求められている。

主な冷凍冷蔵空調機器の種類での冷媒は：

エアコン ⇒R-410A、R-32

ターボ冷凍機、その他大型チラー ⇒R-134a

小型のチラー ⇒R-410A

冷凍冷蔵関連機器 ⇒R-404A、アンモニア、CO<sub>2</sub>

が使用されてきた。

これら主に使用されている HFC ガスについては温暖化係数が高いため、より GWP の低い HFC 代替ガスの開発が必要になっている。

例えば、R-410A については、HFC-32 と HFC-125 の 1 対 1 の混合冷媒で、不燃性であり、オゾン層を破壊する R-22 の代替として 90 年代半ばに米国で初めて導入され、現在は日本や欧州その他の地域でも冷凍空調機器の主流の冷媒となった。R-22 がモントリオール議定書のもとで段階的に廃止になるにしたがい、R-410A は現在、世界の主要市場の一部や途上国でも新たに導入されている現状がある。しかし、日本では家庭用エアコンは 2018 年に店舗・オフィス用エアコンは 2020 年に GWP が 750 以下の冷媒としなければならない（フロン排出抑制法）。また米国でも 2025 年にはチラー用途での SNAP リストから削除される、などの動きが盛んになっている。

フロン排出抑制法の製品別区分を基準に冷媒等の主要な開発メーカーと開発商品の整理を試みた。ここでは主要な開発メーカーを 6 社（p.16 参照）として調査した。

これら 6 社は、欧州で開催された冷凍空調機器展 Chillventa2016 において、新規開発中の冷媒を PR するセミナーをそれぞれ 30 分～1 時間程度、開催した。それぞれ聴衆者は 80～120 名程度であったが、空調機器メーカー、メンテナンス会社などにとって、モントリオール議定書のキガリ改正による世界的な HFC の段階的削減の取り決めの直前であったが、展示会後には重大な関心事となったと考えられる。

他方、米国での冷凍空調機器展 AHRExpo2017 では、各社ブースにて展示を行っていた

(旭硝子は不参加) がセミナーを開催したのは、ケマーズ、ハネウエルに留まり、欧州に対して代替冷媒の話題は盛り上がり欠けていた。

製品別に代替ガス準備状況を見る。

空調機器に関しては、GWP が 675 で微燃性の R-32 が代替ガスの現在の主流となっているが、GWP が 500～400 までの代替ガスが考えられている状況である。

ターボ冷凍機に関しては、機器メーカーがハネウエル社製の HFO-1234ze(E)や断熱材ガスにも使用されている HFO-1233zd(E)の導入を進めているが、旭硝子がターボ冷凍機で最高効率を生む新たな冷媒として、新たな不燃性のハイドロクロロフルオロオレフィンという塩素を含むがオゾン層破壊のない、二重結合を持つ単一物質のフッ素化合物 HCFO-1224yd(E)を 2016 年に入り発表している。同社はこの新冷媒を HFC-245fa をはじめとした低压系のチラーの次世代冷媒と位置付けている。

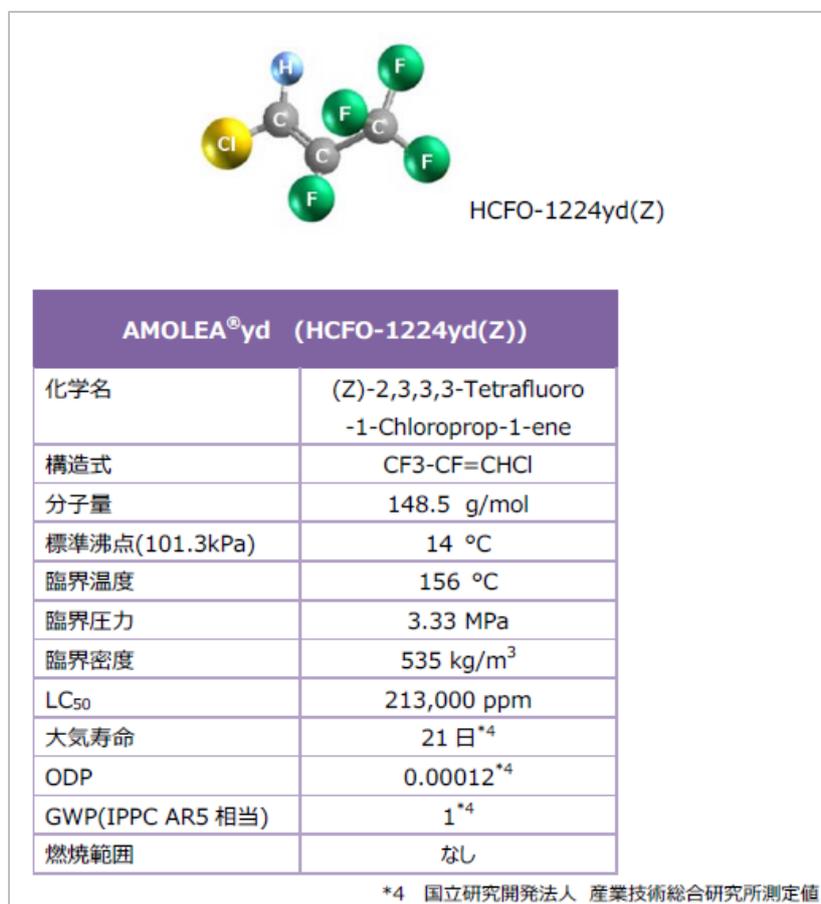


図 1.1 HCFO-1224yd(Z)の分子構造と特性

(出典：旭硝子技術資料、<http://www.agc-chemicals.com/file.jsp?id=30034>、2016 年 9 月)

コンデンシングユニットに関しては、現在主に採用されている冷媒の GWP が 2,000 以上であるため、ケマーズとハネウエルが GWP1,000～2,000 の冷媒を発売している。最近ではそれ以外のメーカーが GWP100～200 程度の製品を準備中であるという。

(2) 自動車用エアコン用の冷媒<GWP 目標値：150>

自動車用エアコンに関しては、ケマーズやハネウエルが開発した HFO-1234yf が微燃性ながらも、日米欧の各ユーザー団体が認め、GWP の課題としては決着している。

HFO-1234yf 冷媒についてはユーザーへの供給やメンテナンス体制の整備が待たれている。

(3) 硬質ウレタンフォームを用いた断熱材用の発泡剤<GWP 目標値：100>

断熱材の発泡ガスについては、ハネウエルの HFO-1233zd(E) という GWP が 1 の代替ガスが市場を先行したが、ケマーズが HFO-1336mzz(Z) という GWP が 2 の代替ガスを 2017 年 10 月頃より市場に供給する予定であることを公表している。

これまで現場発泡ウレタンの JIS 規格は、断熱性能が低いもののノンフロンで環境性能の高い A 種(CO<sub>2</sub>)と高断熱性ではあるがフロンであることから環境性能の低い B 種に分かれていたが、2015 年末の改正 JIS A9526:2015 「建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム」では、A 種に新たにこれら不燃性の HFO を発泡剤に用いるウレタンフォームについての区分「A 種 1H」「A 種 2H」が追加された。H はハイグレード（高断熱性）を意味する。

表 1.4 JIS A9526 (建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム) の改正内容

区分	記号	発泡ガス	主な用途	熱伝導率(w/m・k)	
A 種 1	NF1	CO <sub>2</sub>	壁、屋根裏などの用途に適する非耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液	0.034	CO <sub>2</sub> に対し HFO は 25%改善
A 種 1H	NF1H	HFO		0.026	
A 種 2	NF2	CO <sub>2</sub>	冷凍倉庫などの用途に適する耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液	0.034	CO <sub>2</sub> に対し HFO は 25%改善
A 種 2H	NF2H	HFO		0.026	
A 種 3	NF3	CO <sub>2</sub>	壁などの充填断熱工法用途に可。低密度非耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム	0.040	断熱性低
B 種	FC	HFC	耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液	0.026	断熱性高

注 1： HFO(ハイドロフルオロオレフィン)とは、HFO-1233zd (E)、HFO-1336mzz(Z)などをいう。  
(出典：JIS 規格)

JIS に表記された HFO-1233zd(E)および HFO-1336mzz(Z)の基本的な物性を他の不燃発泡剤と比較する。

表 1.5 不燃性発泡剤区分と使用発泡ガス

区分 (記号)	A種 1H、2H (NF1H、NF2H)		A種 1,2,3 (NF1,NF2,NF3)	B種 (FC)
発泡ガスの 名称	HFO-1233zd(E)	HFO-1336mzz(Z)	CO <sub>2</sub>	HFC-245fa
分子式	C <sub>3</sub> HClF <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub>
分子量	130.5	164	44	134
分子構造	CF <sub>3</sub> CH=CClH	CF <sub>3</sub> CH=CHCF <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>
沸点 (°C)	19	33	-78.5	15
ODP	0	0	0	0
GWP(AR5)	1	2	1	858
VOC 規制	対象外	対象外	対象外	対象外
可燃性	不燃	不燃	不燃	不燃
安全(ppm)	800	500	(3~7%)	300
熱伝導率 (mW/m· K)@25°C	10	11	15	13
主な製造者 と製品名	ハネウエル ルスタイス LBA	ケマーズ フォームセル 1100		

(櫛旭リサーチセンターまとめ)

ケマーズによると、現場スプレー発泡、ボード、パネル材、電気冷蔵庫用途の置き換えの他、パイプラインの断熱コートなど硬質ポリウレタンの全用途に対応できる発泡剤で、沸点が 33°C と高いので夏場での取り扱いが容易であり、経時の断熱性能の低下が無いことを特長としている。まずは同社工場から 2017 年後半より世界に出荷される予定。これらの HFO 製品が安定供給され、定着していくようになると低 GWP の課題は決着していく。

#### (4) 専ら噴射剤のみを充填した噴霧器用の噴射剤 <GWP 目標値 : 10>

噴霧器用の代替ガスについてはハネウエルの HFO-1234ze が小さいが市場を形成し維持している。不燃性を問わない使用分野では多くが DME ガス (可燃性) にシフトしている。噴霧器用の HFC ガス HFC-134a については不燃性を必要とされるエッセンシャルユース (フロン排出抑制法の範囲外) として一定規模の市場を形成している。

フロン排出抑制法の製品別を基準に冷媒等の主要な開発メーカーと開発商品を整理すると、以下の表になる。

表 1.6 代替ガス開発・準備状況のまとめ表

製品別	国内採用冷媒 (GWP) : 推定採用比率(2016年)	冷媒等の主要な開発メーカーと開発商品(カッコ内はGWP値,燃焼性)						備考
		ケマーズ Opteon	ハネウエル Solstice	アルケマ Forane	メキシケム	旭硝子 AMOLEA	ダイキン工業	
家庭用エアコンディショナー	R-410A(2090): 20~40%, R-32(675):80~60%	XL41 [R-454B] (461,A2L)  XL55 [R-452B] (676,A2L)	L41[R447A] (572, A2L)	R459A [ARM-71] (461, A2L)	HPR1D (~400,A2L),  HPR2A (~600,A2L)	HFO-1123 (<1, (A2L)) 混合 (R-32, R-1234yfと混合で使用)  370X (372,(A2L), 400X (406,(A2L), 370Y2 (373,(A2L) を準備	R-32 (675,A2L)	R-32へほぼ移行した。その後が課題
店舗・オフィス用エアコンディショナー	R-410A(2090): 80~70% R-32(675) :20~30%							R-32へ移行中
業務用エアコンディショナー (法定冷凍能力3 冷凍トン以上)	R-410A(2090) :80~70% R-32(675) :20~30%							R-32へ移行中
ビル用マルチエアコンディショナー (VRF)	R-410A(2090) :100%							高圧ガス保安法の改正で R-32,R-1234yf,R-1234ze 冷媒が不活性ガス扱いに緩和されたため、それらの今後の導入も考えられる
ターボ冷凍機	R-134a(1430):90% R-245fa(1030):10%		HFO-1234ze(E) (<1,A2L),  HFO-1233zd(E)(<1,A1)	ARM42 (<150, A2L)		yd(<1,A1) ※別名 HCFO-1244yd(Z) 特記:同製品分野で最高効率を謳う。 R-245faの機器でレトロフィットできる。		ターボ冷凍機メーカーはHFO-1234ze、HFO-1233zd(E)の導入を開始

コンデンシングユニット	R-404A(3920)：69%、減少中。中低温域で主流 R-410A(2090)：29%、増加中 R-134a(1430)：2% R-744(CO <sub>2</sub> )(1)：1%未満 R-407C(1774)：僅少	XP40 [R-449A] (1,282,A1)  XP44 [R-452A] (1,945,A1)	N40 [R-448A] (1,273,A1) (混合冷媒)	457A [ARM-20A] (139, A2L)  ARM-25 (<150, A2L)	LTR4X (~1350, 不燃)、 LTR10 (~2100, 不燃)、 LTR11 (<150,A2L)		R-454A (239,A2L)	CO <sub>2</sub> は進展せず、新冷媒への期待が大きい
中央方式冷凍冷蔵機器	省略	XP30(<2.B1) (混合冷媒) MZ(2,A1)	N40[R448A] (1,273, ,A1) (混合冷媒)					アンモニア系にシフト中
自動車用エアコンディショナー	R-134a(1430)：100% R-1234yf(1)：0%	<u>YF</u> <u>[HFO-1234yf]</u> (1,A2L)	<u>yf</u> <u>[HFO-1234yf]</u> (1,A2L)			<u>HFO-1234yf</u> (ハネウエルに供給)		HFO-1234 y f は日米欧で供給・メンテナンス体制がほぼ整備される ダイムラー、冷媒に「R-1234yf」とCO <sub>2</sub> を並行導入
硬質ウレタンフォームを用いた断熱材（現場発泡用、住宅建材用に限る）	HFC-245fa(1030)：45% HFC-365mfc(795)：15% HFO-1233zd(E)(1)：40%	フォームセル 1100 [HFO-1336 mzz(Z)] (2,A1) (2017年後半から国内業界採用予定)	LBA [HFO-1233zd(E)] (<1,A1)					HFO-1336mzz(Z)の供給力に期待される
専ら噴射剤のみを充填した噴霧器	HFC-134a(1430)：0% (エッセンシャルユース除く) HFC-152a(124)：30% HFO-1234ze(<1)：少数 CO <sub>2</sub> (1)：少数 DME(1)：60%		HFO-1234ze(E) (<1,A2L)					HFO-1234ze(E)の使用は伸びていない。また、エッセンシャルユースでR134aは存続中

(株式会社旭リサーチセンターまとめ)

※斜体字は開発、提供準備中、アンダーラインは現在主力とされるガス

注1：製品別で灰色のセルは「フロン排出抑制法」による指定製品である。

注2：情報とりまとめは2017年2月現在であり、備考欄は弊社分析によるコメントである。

### 1.2.2 高圧ガス保安法施行令の一部を改正する政令

HFC 新冷媒の普及に向けて、平成 28 年 11 月 1 日付けで、高圧ガス保安関係法規が見直され、高圧ガス保安法施行令の一部を改正する政令が出された。

地球温暖化係数が低い微燃性の新冷媒（HFO-1234yf、HFO-1234ze(E)、HFC-32）を「不活性ガス」として整理し、高圧ガスとして利用する際に「許可」が必要な事項の一部を「届出」とすることになった。届出には当該ガスの冷凍設備を設置する際に換気設備や警報装置を設置すること等とされた。これにより、安全で環境負荷の小さい冷媒の普及が進むことが期待される。

**新冷媒の普及に向けた規制の見直しについて** (政令、省令、告示、基本通達、例示基準改正)

- 地球温暖化の観点から、温暖化係数が低いが燃焼性を僅かに有する新冷媒（HFC32、HFO1234yf、HFO1234ze）を用いる冷凍設備等の普及が期待されている。
- これらのガスについて、一定の要件を課すことで不活性ガス扱いとし、燃焼性を僅かに有するという特性を踏まえ、技術上の基準等を整備する。

	新冷媒の取扱いについて	
	現状（可燃性ガス）	見直し後（特定不活性ガス）
冷凍設備の適用除外となる冷凍能力	～3トン	～5トン
冷凍設備の届出が必要ない冷凍能力の範囲	～5トン	～20トン
冷媒の製造事業者の許可が必要ない処理量	～100m <sup>3</sup>	～300m <sup>3</sup>
冷凍設備や充填設備などの技術上の基準	冷凍設備は、ガスの特性を踏まえない基準が適用。 製造設備は、プロパンや水素など可燃性ガスと同等の基準	不活性ガスの基準に加え、特性を踏まえ、換気設備や警報器の設置など追加
適用除外となるエアゾール製品等の表示事項	プロパンなど可燃性ガスと同じ表示（火気と高温に注意など）	特性を踏まえた表示（高温に注意など）

3

図 1.2 新冷媒の普及に向けた規制の見直し

(出典：経済産業省「平成 28 年 11 月 1 日に改正した高圧ガス保安関係法規について」

[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/sangyo/hipregas/files/kisei2-10-2.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/kisei2-10-2.pdf))

日本冷凍空調工業会から、GWP の低い冷媒を使う機器を市場に普及させていくための方途として、①HFC-32、HFO-1234yf、HFO-1234ze についてのユーザーの理解、②CO<sub>2</sub>冷媒の規制緩和、③CO<sub>2</sub>冷蔵冷凍機器のコストダウン、④HC（炭化水素）冷媒の安全基準、⑤混合冷媒への対応、が課題であることが提案された。

## 第2章 指定製品製造業者等に関する調査

### 2.1 指定製品製造業者調査

フロン排出抑制法において、制度の周知及び指定製品の製造・輸入業者の実績把握等を目的に、日本国内におけるフロン排出抑制法に関する指定製品製造業者等（国内製造業者及び輸入業者）について調査を実施した。

以下の表に示す7つの指定製品の区分ごとに調査を行った。

表 2.1 指定製品に関する一覧表

区分	現在使用されている 主な冷媒及びGWP	環境影響 度（GWP 値）の 目標値	目標 年度	報告対 象事業者の 裾きり基準
家庭用エアコンディショナー	R-410A(2090) R-32(675)	750	2018	8000台
店舗・オフィス用エアコンディショナー (床置形や法定冷凍能力が3冷凍トン以上のものを除く。)	R-410A(2090)	750	2020	600台
自動車用エアコンディショナー (乗用自動車(定員11人以上のものを除く)に搭載されるものに限る。トラック、バスは含まない。)	R-134a(1430)	150	2023	4000台
コンデンシングユニット(蒸発器及び送風機を一の筐体に納めた機器、半密閉スクロール型)及び定置式冷凍冷蔵ユニット(比較的小さい規模の冷蔵倉庫に設置して倉庫内を冷凍及び冷蔵するためのものとして設計された機器。蒸発器の蒸発温度の下限值が-45℃未満のもの及び圧縮機の定格出力が1.5kW以下のものを除く)	R-404A(3920) R-410A(2090) R-407C(1774) CO2(1)	1500	2025	50台
中央方式冷凍冷蔵機器 (冷凍冷蔵の用に供するための間接膨張式の冷凍機であって、蒸発器出口における水、ブラインその他熱媒体(CO <sub>2</sub> 等)の温度の下限值が-10℃未満のものうち、有効容積が5万立方メートル以上の冷凍冷蔵倉庫(営業用及び自家用)の新築、改築又は増築に伴って当該倉庫向けに出荷されるものに限る)	R-404A(3920) アンモニア (<1)	100	2019	1台
硬質ウレタンフォームを用いた断熱材 (現場発泡用であり、かつ住宅建材用に限る。)	HFC-245fa(1030) HFC-365mfc(795)	100	2020	30トン
専ら噴射剤のみを充填した噴霧器(ダストブロー、急速冷却スプレー) (HFC-134aでも不燃性を要する用途のものは除く。使用目的物質(香料、医薬、殺虫剤等)を含むものは除く。)	HFC-134a(1430) HFC-152a(124) CO2(1)、DME(1)	10	2019	5000本

(出典：改正フロン法における指定製品の対象と指定製品製造業者等の判断の基準について中間とりまとめ、METI,[http://www.env.go.jp/earth/furon/files/shitei\\_torimatome.pdf](http://www.env.go.jp/earth/furon/files/shitei_torimatome.pdf))

### 2.1.1 指定製品製造業者調査の結果

経済産業省オゾン層保護等推進室からの情報を基本に、①家庭用エアコンディショナーの事業者情報では、事業者ヒアリングと日本冷凍空調工業会の統計データ、市場調査会社の資料データ等を組合せて推計を行った。②店舗・オフィス用エアコンディショナーの事業者情報では、事業者ヒアリングと日本冷凍空調工業会の統計データ、市場調査会社の資料データ等を組合せて推計を行った。③自動車用エアコンディショナーの事業者情報では、(一社)日本自動車工業会(自工会)、日本自動車輸入組合の統計データを基本に集計を行った。④コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニットの事業者情報では、事業者ヒアリングと日本冷凍空調工業会の統計データ、市場調査会社の資料データ等を組合せて推計を行った。⑤中央方式冷凍冷蔵機器の事業者情報では、事業者ヒアリングと日本冷蔵倉庫協会ヒアリングを組合せて推計を行った。⑥硬質ウレタンフォームを用いた断熱材の事業者情報では、日本ウレタン工業会ヒアリングと事業者ヒアリング等を組合せて推計を行った。⑦専ら噴射剤のみを充填した噴霧器の事業者情報では、想定事業者リストを作成し、アンケート調査「フロン類の噴射剤のみを充填した噴霧器の生産量・輸入量調査」を実施し、それらの回答結果から推計を行った。その総括表として、以下の表を示す。

表 2.2 フロン類の製造業者等の総括表

( ) : 輸入業者数

指定製品区分	調査実施の全体		備考
		うち、報告対象事業者	
家庭用エアコン	11社(1社)	10社(0社)	当該製品の事業者をほぼ網羅した。
業務用エアコン	6社(0社)	6社(0社)	当該製品の事業者を網羅した。
自動車用エアコン	31社(28社)	19社(16社)	当該製品の事業者をほぼ網羅した。一部、輸入代理店については未完。 (日本メーカー4事業者は輸入有)
コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット	10社(1社)	9社(1社)	当該製品の事業者をほぼ網羅した。一部、冷凍冷蔵ショーケースのユニットメーカー品(OEM品)については未調査。
中央方式冷凍冷蔵機器	7社(0社)	0社(0社)	新設は年に数件ほどに限られ、かつフロン冷媒では直接膨張の容積圧縮式の機器が主体である。
硬質ウレタンフォームを用いた断熱材	11社(1社)	11社(1社)	輸入業者を含め、当該製品の事業者をほぼ網羅した。
専ら噴射剤のみを充填した噴霧器	12社(2社)	8社(2社)	小規模事業者が含まれ、当該製品の事業者の全把握はできていない。輸入品、特に代行輸入品を扱う事業者は、輸入事業者としての意識が低く、アンケート調査にも応じず、代行輸入業者が調査に答えている状況がある。このような対象事業者の把握を困難にしている要因もあった。

(株)旭リサーチセンターまとめ

## 2. 1. 2 指定製品における HFC ガス転換現状と今後見通し

フロン排出抑制法の指定製品における HFC ガスの冷媒等の転換現状と今後見通しについて、まとめ表を以下に作成した。

表 2.3 指定製品における転換現状と今後見通しのまとめ表

指定製品の区分	GWP 値の目標値	目標年度	新規採用されている冷媒 (GWP) : 新規採用比率(2016年)	低GWP化の方向性 (ヒアリング等からの要約)
家庭用エアコンディショナー	750	2018	R-410A(2090):20~40%, R-32(675):80~60% 大手は全新機種に採用移行中	ほぼ全量がR-32に移行する。
店舗・オフィス用エアコンディショナー (床置形や法定冷凍能力が3冷凍トン以上のものを除く。)	750	2020	R-410A(2090) : 80~70% R-32(675) : 20~30%	小型機種からR-32の導入が始まっている。より大きな機器やビルマルへの採用には微燃性やゼネコンの了解等の壁あり。
自動車用エアコンディショナー (乗用自動車(定員11人以上のものを除く)に搭載されるものに限る。トラック、バスは含まない。)	150	2023	R-134a(1430) : 100% HFO-1234yf(1) : 0% (HFO-1234yf は17年度開始準備中)	2017年度出荷の新型車種よりHFO-1234yf(GWP=1)に自動車業界全体で転換開始予定。
コンデンシングユニット (蒸発器及び送風機を一の筐体に納めた機器、半密閉スクロール型) 及び定置式冷凍冷蔵ユニット (比較的小さい規模の冷蔵倉庫に設置して倉庫内を冷凍及び冷蔵するためのものとして設計された機器。蒸発器の蒸発温度の下限値が-45℃未満のもの及び圧縮機の定格出力が1.5kW以下のものを除く)	1500	2025	R-404A(3920) : 69%、減少中だが中低温域では主流 R-410A(2090) : 29%、増加中 R-134a(1430) : 2% R-744(CO <sub>2</sub> )(1) : 1% 未満 R-407C(1774) : 僅少	R-744 (CO <sub>2</sub> ) 機は300台程度導入済。コスト面から補助金なしでは導入進まないといわれている。新冷媒 (二元系(CO <sub>2</sub> +HFC、HFO系の新混合冷媒等)の採用検討も継続されている。まずはR-410A、R-407Cへの転換でよしとする機運も一部ある。
中央方式冷凍冷蔵機器 (冷凍冷蔵の用に供するための間接膨張式の冷凍機であって、蒸発器出口における水、ブラインその他熱媒体 (CO <sub>2</sub> 等) の温度の下限値が-10℃未満のもののうち、有効容積が5万立方メートル以上の冷凍冷蔵倉庫 (営業用及び自家用) の新築、改築又は増築に伴って当該倉庫向けに出荷されるものに限る)	100	2019	中央方式冷凍冷蔵機器 = 1 事業所での中央冷凍監視方式の冷凍冷蔵用チリングユニット (直接膨張と間接膨張の両方含む) とみた場合、 R-404A(3920)またはR-410A(2090) : 20% R-717(アンモニア)( <1)/CO <sub>2</sub> : 75%前後 空気 : 5%前後 (日本冷蔵倉庫協会よりARC推測) R-410A(2090) : 6割 R-134a(1430) : 1割 R-407C(1774) : 3割 (出典 : 富士経済のチリングユニット) 【既設倉庫の7~8割は未だR-22を使用中 (日本冷蔵倉庫協会)】	5万立方メートル以上の冷凍冷蔵倉庫 (営業用) の営業用の新設・増設は年間数件程度。 アンモニア/CO <sub>2</sub> の二元式冷凍機の導入が主流 (導入には補助金制度継続が不可欠)。HFC冷媒系の新設・増設はほとんどない。二元冷媒系はランニングコストに課題がある。極低温 (-45℃以下) には空気冷凍機でのみ対応可との見解が一般的である。

硬質ウレタンフォームを用いた断熱材（現場発泡用であり、かつ住宅建材用に限る。）	100	2020	HFC-245fa(1030)：45% HFC-365mfc(795)：15% HFO-1233zd(E)(1)：40% HFO-1336mzz(Z)(2)： （ケマーズ（旧社名・デュボン） 試作品）0%だが、2017年後半から採用予定	HFO-1233zd(E)は施工性等に課題があり。業界はHFO-1336mzz(Z)（2017年10月に上市予定）に期待する。断熱性能向上のメリットがある。ただし、価格の大幅低下がないと、普及は難しい。業界全体でGWPを100以下にする目標がこれに左右される。
専ら噴射剤のみを充填した噴霧器（ダストブロワー、急速冷却スプレー） （HFC-134aでも不燃性を要する用途のものは除く。使用目的物質（香料、医薬、殺虫剤等）を含むものは除く。）	10	2019	HFC-134a(1430)：0% （エッセンシャルユース除く） HFC-152a(124)：30% HFO-1234ze(6)：少数 CO <sub>2</sub> (1)：少数 DME(1)：60%	HFC-152aの製品は減少中。HFO-1234ze(E)の製品は高価であり増加なし。DME、CO <sub>2</sub> 等へ移行中で、不燃かつ低GWPのガスの方向性は定まっていない。

検討開始予定の製品 （指定製品外）	GWP 値の 目標 値	目 標 年 度	新規採用（あるいは採用が検討） されている冷媒（GWP）	低GWP化の方向性
業務用エアコンディショナー（法定冷凍能力3冷凍トン以上）	-	-	R-32(675), HFO-1234yf(1), HFO-1234ze(E)(6)	エアコンに適応したR32は高圧ガス保安法で特定不活性ガスとして取り扱うことになり（2016年11月～）、導入が進む可能性がある。
ビル用マルチエアコンディショナー（VRF）	-	-	R-32(675), HFO-1234yf(1), HFO-1234ze(E)(6), R-454B,R-452B, AMOREA379X	エアコンに適応したR32は高圧ガス保安法で特定不活性ガスとして取り扱うことになり（2016年11月～）、導入が進む可能性がある。また、日立ジョンソン・コントロールズ空調がR-32、R-454B、R-452B、AMOREA379Xをドロップイン評価試験をしている。
ターボ冷凍機	-	-	HFO-1234ze(E)(6), HFO-1233zd(E)(1), DR-55(676:AR5)〔ケマーズ〕	三菱重工業がHFO-1233zd(E)を導入、製品化し先導している。HFO-1234ze(E)は微燃に対し、HFO-1233zd(E)は不燃である。

（株式会社旭リサーチセンターまとめ）

## 2.2 指定製品及び周辺製品の状況調査

### 2.2.1 ウィンド形エアコン・スポットエアコンの状況

#### (1) ウィンド形エアコン

##### ① ウィンド形エアコンの特徴

ウィンド形エアコンは「窓型ルームエアコン」とも呼ばれる。一般的な壁掛エアコンが大規模な工事を必要とするのに対して、ウィンド形エアコンは、窓が適合していれば簡単に利用できるというのが最大のメリットとなっている。壁掛け型に比べ、小型で、安く、個人で取り付け(取り外し)ができ、壁に配管用の穴を開ける、あるいは室内機の固定工事を施すなどの必要が無く、適合する窓さえあれば簡単に設置できる。賃貸物件等でエアコンの設置に制限がある場合に向いている。ただし、移設するには、移設先の窓が適合している必要があり、制限される可能性がある。

ウィンド形エアコンの冷房能力は1.6kW以下の商品で、大きな部屋となると冷房能力に不足が生じる。大きな部屋を冷やそうとすると、大きな電力を消費することになり、結果的に電気代が高くなる。4～6畳程度であるならウィンド形エアコンでも良いが、それより大きな部屋では、壁掛けエアコンを利用した方が電気代は安くなる。

##### <製品例>

ハイアール 1.4kW 4～4.5 畳、1.6kW 4.5～5 畳、  
トヨタミ 1.4kW 4～6 畳、 1.6kW 5～7 畳  
コロナ 1.4kW 4～6 畳、 1.6kW 4.5～7 畳、冷暖房用 1.8kW 4～5 畳

##### ② ウィンド形エアコンの需要動向

日本でのウィンド形エアコンの製造・販売会社は、下表の通りである。

表 2.4 日本でのウィンド形エアコンの製造・販売会社

企業名	生産国	冷媒	備考
コロナ	日本	R-410A	日本冷凍空調工業会の会員
トヨタミ	日本	R-410A	小泉成器の OEM か
ハイアール	中国	R-410A	
小泉成器	日本	不詳	トヨタミ製か
山善	中国	R-410A	
ナカトミ	中国	R-410A	
電響社	日本	R-410A	ゼピール名
日立アプライアンス	不明	不明	
森田電工	不明	不明	今でも製造販売しているか不詳

(株式会社旭リサーチセンターまとめ)

(株)日本能率協会総合研究所/マーケティング・データ・バンク (MDB) の報告によると、「地域別世界のウィンド形エアコンの各国需要のデータが、日本冷凍空調工業会の資料に掲載されているが、日本は空欄となっている。MDB が同工業会にヒアリングしたところ、「数字が非常に小さいとお考え下さい」との回答であった。」とのことである。また、日本冷凍空調工業会の別資料では、2005 年家庭用エアコン 757 万台のうち、ウィンド形エア

コンは4千台としている。

いくつかの大手家電メーカーは2013年頃需要の減退から撤退している。

今後の需要動向に関して、セパレートエアコンを設置できない間取り等、ある一定量の需要はあるものの、微減の傾向で進んでいくと思われ（コロナ社見解）、少なくとも日本では、今後の成長が期待できる分野ではないといえる。

### ③ ウィンド形エアコンの冷媒

ウィンド形エアコンでは、現行、R-410Aが冷媒として使用されている。

コロナ社に対し、冷媒R-410Aの変更の意思を確認したところ、今のところなしとの回答を得た。

## (2) スポットエアコン

スポットエアコンは、広い工場、ライン作業、倉庫の開口部、ゴルフ練習場など、空間全体を冷房しにくい場所で使用される。暑さで能率が低下しがちなとき、作業者のいる必要なスポットだけを集中冷房できるので、経済的で無駄がない。また、作業増員や予算に合わせた段階的な増設も簡単にできる。特にキャスターで可動する床置きタイプなら設置場所は自由自在、即日冷房環境を整えることが可能となるので便利である。ほかにも省スペースの天吊りタイプもある。

### ① スポットエアコンの製造・販売会社

表 2.5 スポットエアコンの製造・販売会社

<海外生産 or 輸入品>

企業名	日冷工会員状況等	輸入国	使用冷媒
ダイキン工業	会員	中国	R-407C、R-410A
スイデン	会員	中国	R-407C
ハイアール	非会員	中国	R-410A
ナカトミ	非会員	中国	R-407C
トラスコ中山	非会員、商社	中国	R-407C
ジャパンポンテック	非会員	中国	不詳
山善	非会員、商社	中国	R-407C
広電	非会員	ベトナム	R-410A
トヨトミ	非会員	中国	R-410A
ナブィック※	非会員、代理店	台湾	R-134a
モノタロウ	非会員	不詳	R-410A

※ナブィック；商品名「CLESEED」

<国内生産>

企業名	日冷工会員状況等	備考	使用冷媒
ダイキン工業	会員		R-407C,R-410A
日立アプライアンス	会員		R-407C,R-410A
三菱電機	会員		R-407C,R-410A
デンソー	会員		R-404C,R-410A
荏原製作所	会員		R-407C
コロナ	会員	冷風衣類	R-134a

②スポットエアコンの種類

表 2.6 スポットエアコンの種類<ダイキン工業の例>

大分類	設置方法	機種例	KW	冷媒種	価格帯 (万円)
一体型	床置スリム ／直吹型		2.2	R-407C	15
	床置/ ダクト型	 ※ダクトは別売です	8.3	R-407C	45
	天井吊/ ダクト型	 ※ダクトは別売です	3.8～5.6	R-407C	27～33
セパレート型	天井吊/ ダクト型	 ※ダクトは別売です	4.5～28	R-410A	25～90

(出典：ダイキン工業 HP)

○スポットエアコンの販売価格帯 (ネット情報による)

表 2.7 スポットエアコンの販売価格帯  
一体型、床置スリム／直吹型

タイプ	冷房能力	価格帯(万円)	製造・販売会社
1人用	2.2 kW	15～20	ダイキン工業、デンソー、スイデン、日立
		5～10	ナカトミ、トヨトミ、ハイアール 山善、トラスコ中山、コロナ
2人用	4kW	30～40	ダイキン工業、デンソー、三菱電機、日立
3人用	5.6kW	30～50	ダイキン工業、デンソー、ナカトミ、日立、 三菱電機
4人用	8.0kW		日立

○スポットエアコンの冷媒種

- ・一体型には各社とも R-407C を使用している。
- ・三菱電機も一体型には R-407C、セパレート型に R-410A を冷媒として使用している。
- ・日立は一体型の 1～2 人用には R407C、3～4 人用には R-410A を使用している。またセパレート型には R-410A を使用している。

③スポットエアコンの各社製品ラインアップ

表 2.8 スポットエアコンの製品ラインアップ

大分類	設置方法	製造・販売
一体型	床置スリム／直吹型	ダイキン工業 三菱電機 日立アプライアンス デンソー ナカトミ スイデン ハイアール トラスコ中山 山善 広電 トヨトミ モノタロウ 荏原製作所 コロナ ナブテック
	床置／ダクト型	ダイキン工業 三菱電機 日立アプライアンス デンソー ナカトミ ジャパンポンテック 山善 広電 モノタロウ
	天井吊／ダクト型	ダイキン工業 三菱電機 デンソー 日立
セパレート型	天井吊／ダクト型	ダイキン工業 三菱電機 デンソー 日立

- ・各社の製品は、床置一体型製品に集中している。
- ・価格帯の安い床置一体型製品は、中国生産品がほとんどと考えて良い。
- ・天井吊とセパレート型は大手メーカーが販売している。

④スポットエアコンの市場

日本冷凍空調工業会（以下、日冷工）の統計資料によると、会員企業の出荷量は海外生産品も含め次のように報告されている。

表 2.9 スポットエアコンの市場（出荷量推移）

年度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
台数	44,569	49,397	46,222	28,207	21,573	25,832	32,209	28,705	23,356	27,945

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
台数	30,638	33,847	31,479	31,453	15,697	23,095	21,206	23,158	26,290	36,598

（出典：日冷工 統計）

1996～1998 年が 4 万台で最盛期であったが、最近は 3 万台前後で推移している。

一方、エアコンの税関統計では、次のようになっている。

<分類> 統計番号 8415.82 その他のもの(冷却ユニットを自蔵するものに限る)

統計番号 8415.82-019 定格冷房消費電力 3kW 以下のもの

※その他とは---窓または壁に取り付けるもの以外を指す

表 2.10 スポットエアコン（統計番号 8415.82-019）の輸入量推移

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015
台数	341,361	461,870	409,497	387,088	82,490	73,955

(出典：税関統計)

2014 年度から急激に減少し（理由は明確でない）、現在は 7 万台前後の輸入量となっている。このうち 90%以上を中国が占めている。

以上から、2015 年のスポットエアコンの市場は、日冷工+税関統計から最大で約 10 万台と推計する。

※今回利用した日冷工と税関の統計値には

- ・日冷工の数字には、国内販売量として各社の国外生産品が含まれている。
- ・税関の数字には今回対象とする HFC を使用したスポットエアコン以外の製品が含まれている可能性がある。

#### ⑤スポットエアコンの今後の市場

日冷工と税関統計の資料を見る限り、全体的に台数は減少する傾向にある。

また、製造・販売メーカーにヒアリングした結果は、ダイキン工業と日本ハイアールともに今後の日本でのスポットエアコンの販売量の増加は見込めないとの回答であった。

## 2.2.2 HFC ガス噴霧器の使用状況

“専ら噴射剤のみを充填した噴霧器”を含む HFC ガス噴霧器についての使用状況を調査した。

これまで、HFC ガス噴霧器製品の用途を具体的に明記した資料として、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物質代替促進ワーキンググループ（第1回）（平成22年6月開催）における資料がある。同協会によると、エアゾール製品中のダストブロワーは主に工業用品用に位置づけられており、取り扱いの団体は、なしとしている。

表 2.11 エアゾール品種と生産数量及び使用ガス

### エアゾール品種と生産数量及び使用ガス(2008年製造数量)

種類	本数(千本)	比率(%)	使用ガス	団体名
人体用品	264,318	50.3	LPG・DME・N2	日本化粧品工業連合会 日本エアゾールヘアラーカー工業組合 医薬品工業協会(東京、大阪)
家庭用品	70,828	13.5	LPG・DME	日本石鹼洗剤工業会 芳香消臭脱臭剤工業会
殺虫剤	66,589	12.7	LPG・DME	日本家庭用殺虫工業会 (社)緑の安全推進協会 生活害虫防除剤協議会
塗料	46,009	8.7	LPG・DME	(社)日本塗料工業会
自動車用品	20,494	3.9	LPG・DME・CO2	日本オートケルカル工業会
工業用品	41,494	7.9	LPG・DME・ <b>HFC(3%)</b>	団体なし
その他	16,072	3.0	LPG・DME	
合計	525,804	100.0		

(出典：(一社)日本エアゾール協会、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資料)

本調査では、特に、噴射剤として HFC-134a を使用した噴霧器で、現在実際に使用されている用途の調査を行った。

本調査のベースとなる情報として、(一社)エアゾール協会による、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の資料「資料6 ダスターブロワー等の地球温暖化対応について（副題：「HFC ガスの課題と物質代替導入の方向性について）」がある。エアゾール協会では噴霧器における HFC ガスの用途を分類し、その用途に HFC が使用される理由とその時（2008年）の利用状況を示した。

この表を参考に、HFC-134a の使用実態、使用理由そしてその用途における代替品の状況について調べ、HFC-134a の不燃性を必要とし、現時点で代替品が無い用途をクローズアップした。

表 2.12 HFC ガス噴霧器の分野向け用途一覧

HFCガスの分野向け用途について(2008年度)

分類	製品用途	用途の理由	HFC134a		HFC152a	
			排出量(t)	比率(%)	排出量(t)	比率(%)
医療、人体用品	強心剤(ニトロ製剤)・歯科用口腔研削機器剤・病理組織凍結剤・ギプス用発泡剤	医薬品で人体使用の為不燃性が認可条件となっている。実験室、病理室など火気、一般環境下から不燃性が要求される	5.9	1.6	0.0	0.0
安全、防災用品	人命救助用発射銃ホーン・煙感知器試験用・防犯用品	海、河川等の溺者救助、火災時の人命救助のため不燃性が要求される。防火／火報設備の火気となる熱感知試験と同一場所使用の為不燃性が要求される	30.2	8.5	0.0	0.0
産業工業用品	非破壊検査剤・スパッタ付着防止剤・電子基板用洗浄剤・電子機器工学機器等の精密機器のプロロー用剤・自動車用フッ素潤滑剤・特殊用途向け離型剤・静電防止剤・各種潤滑剤	狭所、ガスが滞留する場所での使用で火気が発生する作業での使用の為不燃性が要求される。電子機器関係でガスが滞留し易くスパーク、発火の可能性のある環境下で使用の為不燃性が要求される。その他用途において火気等による危険性がある為不燃性が要求される	48.5	13.6	7.2	0.5
ダストブロー・急冷用品	金融機関用、一般精密機器光学機械用ダストブロー・電子機器用急冷剤・成型用急冷剤・インクマーカ用ブロー	金融機関用、一般精密機器で通電中の使用を必要とされる場合、ガスの滞留の恐れ、引火した場合は影響大。完全不燃をユーザーが求める。国営金融機関が不燃性を求めている情報。電子機器の各種試験に用いられる急冷剤等	213.0	59.9	928.7	64.3
エアガン(遊戯銃)用品	エアガン用ガスボンベ	容器樹脂の膨潤、発射圧力不足等代替ガスが現状不可。フロンガスは高圧力で殺傷能力で不可の情報	51.2	14.4	7.5	0.5
その他	燻煙剤	狭い飲食店等で夜間無人で全量噴射する為不燃性が要求される	7.1	2.0	501.7	34.7
合計			355.9	100.0	1,445.1	100.0
<b>GWP値</b>	HFC134a (CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub> )温暖化係数(100年:CO <sub>2</sub> =1) 1300 HFC152a (CH <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub> )温暖化係数(100年:CO <sub>2</sub> =1) 140		<b>462.7</b>		<b>202.3</b>	

(出典：(一社)日本エアゾール協会、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資料)

以下に HFC ガス噴霧器の分野向け用途別に HFC-134a ガスの使用状況を整理した。

A. 医療・人体用途

1. 定量噴霧式ニトログリセリン舌下スプレー剤

【商品】トーアエイヨー株式会社 「ミオコールスプレー」

【販売】アステラス製薬株式会社

狭心症発作の寛解を目的とした場合、我が国では速効性を期待してニトログリセリン舌下錠を使用してきたが、さらに使いやすく、迅速な効果発源が期待できるとして、定量噴霧式が汎用化している。



噴射剤は当初 CFC を使用していたが、1997 年から HFC

-134a に変更し、現在に至っている。CFC 及び HFC を使用する理由は、不活性な点と安定性が良いためであり、必ずしも喘息用途の MDI が採用したからではないとしている。MDI が転換先として実施した粉末タイプは、ニトログリセリンが揮発性のため難しい。

<トーアエイヨー株式会社の使用理由および代替化に関する回答>

有効成分が爆発性を有するニトログリセリンであることから、当初から不燃性のフロンガスしか想定していない。また、体内(口腔内)に投与することから、経口摂取、

口腔内吸収、気管内吸収による毒性等の影響がないことが動物試験等で検証されている物質しか使用できない。

以上のことがすべて確認された上で、ニトログリセリンと相溶性・安定性等の物理化学的な相性を確認し、現時点で HFC-134a しか使用できるものはないと判断している。可燃性ガスの使用を含め、HFC-134a の代替を検討する際には、上記の試験をすべて実施し、安全であることを確認した上で使用することになる。

→薬事法が関係してくるので、代替化には時間がかかるのでしばらくは HFC-134a が使われる用途である。

しかし、厚生労働省及び日本製薬連合会からの HFC に関する情報は無いようで、代替化を進めるためには何らかのプッシュが必要である。

## 2. 病理組織学的診断術中迅速組織標本作製用凍結スプレー

組織標本を観察する際は光学顕微鏡下、電子顕微鏡下いずれの場合も薄切りが必要となる。薄切りをする際に組織を硬化させる必要があり、硬化させる方法には包埋法、凍結法の 2 種類がある。

【商品】ユーアイ化成 「ホワイト フリーザーS」

病理組織用凍結スプレーに HFC-152a を使用している。

<HFC を使用する理由>

LPG は、引火性があるため使用する機器(クリオスタット)内で引火する恐れがあり危険であるため。

※松浪硝子の 「パスフリーザー」は LPG を使用している。

クリオスタットは凍結法に用いるもので、凍結した組織を薄切りするための医療機器である。迅速病理診断時に用いる



クリオスタットの例

→HFC-152a に代替した用途である。競合品は LPG を使用していることから、作業手順および作業環境により使い分けされているものと思われる。

3. 歯科用口腔研削機器剤----使用例がなかった。

4. ギプス用発泡剤----使用例がなかった。

## B. 安全・防災用品

### 1. 人命救助用製品

#### (1) 人命救助用発射銃と自動膨張式浮輪

救助用ロープ発射機は圧縮空気救助ロープを飛ばす水難救助装置である。原理はペットボトルロケットと同様となっている。自動膨張式浮き輪と救助ロープを装着した弾頭(弾

頭 I 型)、または救助ロープだけを装着した弾頭 (弾頭 II 型) を発射装置から発射する方式がある。平成 26 年度の陸上自衛隊の「救命用ロープ発射機 II 型」(人命救助システム) 調達仕様書では、要件の一部として下記のことを求めている。

- ・発射体---高圧空気をエアシリンダから噴出することによって飛翔する空気推進式
- ・弾頭--- I 型および II 型
- ・自動膨張式救命浮輪---着水感知式      ・ CO<sub>2</sub> ガスボンベ

また、兵庫県竜野市揖保川町消防団の平成 28 年度の「空気式救命索発射装置購入仕様書」でも

- ・自動膨張式救命浮輪---引き紐式      ・ CO<sub>2</sub> ガスボンベ

となっており、この方式が一般的と思われる。

## (2) 自動膨張式救命浮輪

自動膨張式救命浮輪には、下記の製品がある。

- \* ミクロ精機 「ライフボール S」 ガス---HFC
- \* 興和化工 「ライフリング」 ガス---CO<sub>2</sub>
- 「セーフフロート」 ガス---CO<sub>2</sub>



### 自動膨張式救命浮輪の例

ライフリングは携帯式自動膨張浮輪として開発された製品で、通常はウェストポーチとして腰に固定し、落水時は、ポーチ内に水が入ると約 8 秒から 10 秒位で自動的にガスが浮き輪に充填します。緊急時には赤色の引き手を強く引くと膨張した浮輪がポーチから飛び出す。尚、充排気口から息で膨らます事も可能となっている。

ライフリング SM 1 1 は、小型船舶安全規則第 52 条に規定されている小型船舶用救命浮輪で、小型船舶及び漁船への備え付けが義務付けられているコンパクトサイズの自動膨張式の救命浮輪で、救命索の先端を船上の固定物に結びつけるか、手でしっかり握りポーチを水上遭難者のいる付近に投げ込む。ポーチが水中に没すると、浮輪が自動的に膨張し、ポーチから飛び出して浮上する。

## (3) 自動膨張式ライフジャケット

ライフジャケットは、国の定めた型式承認試験に合格した製品のみ、型式承認番号が発行される。「国土交通省型式承認ライフジャケット」

その型式承認試験に合格した製品を日本小型船舶検査機構(JCI)立ち合いで製品の生産毎に検査(検定)を受け、検査合格したものが「国土交通省型式承認品」として販売することができる。方式として、①水感知式と②手動式(レバーを引く、または紐を引く)がある。

\* 自動膨張式ライフジャケット用交換用ガスとして 28 社から販売されているが、すべて CO<sub>2</sub> であった。



※航空機用救命胴衣は CO<sub>2</sub> ガス使用

#### (4)膨張式救命いかだ

Fujikura Composite 社製の膨張式救命いかだは液化炭酸ガス(一部 N<sub>2</sub> ガス)により膨張する。

→人命救助用途はほとんどに CO<sub>2</sub> が使われている。自動膨張式浮輪に 1 件 HFC が使われていたが、その使用理由については回答がなかった。

#### 2.加煙試験用ガススプレー

加煙試験器は、建物などの天井、廊下、階段等に設備された煙感知器の作動試験に使われる。ガス式加煙試験器 (メンテナンス用機器)は、光電式/イオン化式スポット感知器の加煙検査用に使用される。



加煙試験



加煙試験用ガススプレー

(ホーチキ株式会社ホームページから掲載)

表 2.13 火煙試験器一覧

社名	発煙体
(社)東京消防設備保守協会	専用渦巻線香(工業用)
ニッタン(株)	HFC-134a
能美防災(株)	HFC-134a
ホーチキ(株)	HFC-134a
パナソニック 電工	専用渦巻線香
アークリード(株)	CO <sub>2</sub>

\*ホーチキ株式会社 HFC-134a-----十條合成化学製造  
(榊旭リサーチセンターまとめ)

#### ○アークリード株式会社

「楽 ECO」は、電気ヒーターでオイルを蒸発させる発煙方式を採用している。従来の試験器では、スプレー缶 1 本で点検できる感知器は約 300 個。感知器 1 つあたりの点検コストは 6.6 円になる。一方「楽 ECO」の発煙煙は 1 本 550 円。1 本の発煙煙で 10,000 個の感知器が点検できる。スイッチを ON すると発煙状態をキープ。常に煙が出ているので、感知器にかぶせるだけで OK。従来のスプレー缶を使った試験器のように、試験器の先端を感知器に押し当てなくても点検ができるので、効率良く高所作業が行える。

#### ○ニッタン株式会社

従来は加煙試験器に HFC-134a を使用していた。1 台で加熱試験と加煙試験に対応する試験器を開発し、HFC を使用しなくなった。

加熱試験は従来ベンジンを燃焼していたが、この機器は火を使わないヒーター方式を採用している。また、加煙カプセルには環境対応型発煙材を使用している。



(ニッタン加熱・加煙試験機)



(パナソニック電工)

<能美防災からの質問に対する回答>

○HFC-134a を使用する理由

不燃性であること。

従来は基剤の噴射剤として「HCFC-22+HCFC-142b 混合ガス」を使用していたが、オゾン層保護法対策品として「HFC」に切替え、現在に至っている。

切替え当時、HCFC 代替ガスとして「LPG」等の候補もあったが、消防関係機関より「消防用途として非不燃性ガスは NG」と指導があり、不燃性である HFC を選択した。

○代替化の計画

代替化を検討中。HFC 代替噴射剤としては、HFO-1234ze を候補の一つとして考えている。

→不燃性を必要とする HFC-134a の用途となっている。

CO<sub>2</sub> 代替品があることと、代替化の動きもあることから動きを見守る必要がある。

3.防犯用品-----使用例がなかった。

## C. 産業工業用品

### 1.非破壊検査剤

(a)カラーチェック浸透探傷試験

検査剤として、一般用として標準型、水洗型、高温型、不燃型、クリアー等のタイプがあり、液として、①浸透液、②洗浄液、③現像液を使用する。

この中で不燃型～火災、爆発の危険性のある場所で使用することから HFC を使用している。

代表的な「タセトカラーチェック」は、材料や部品等の表面に開口している微細な欠陥を検出するのに最適な染色浸透探傷剤で浸透液、洗浄液、現像剤の三液よりなる。

簡便で信頼性の高い検査方法として、圧延材料（鋼板、棒鋼、鋼管）・鍛造品・鋳造品・溶接部・プラスチック・陶磁器・セラミックスなどの表面検査に使用されている。

鋳造品や容器の溶接部などの貫通欠陥を検査する際にも使用され、この検査法では、検査物の内面に浸透液を塗布し、その反対側から現像剤を適用する。貫通欠陥があれば、現像剤を塗布した面に赤い指示模様ができる。

<タセト不燃用スプレー>

浸透液---成分 HCFC-225、 噴射剤----CO<sub>2</sub>  
 洗浄液---成分 HCFC-225、 噴射剤---HFC-134a  
 現像剤---成分 HCFC-225、 噴射剤---HFC-134a



表 2.14 非破壊検査の実例

探傷手順	様子の絵図		内容説明
前処理			洗浄剤等を用いて、表面の油脂、汚れ等を除去し、欠陥部を開口させた後、十分に乾燥させる。
浸透処理			浸透液を塗布する。浸透時間は通常 5～60 分間放置して欠陥部に、浸透液を十分に浸透させる。
除去／洗 浄処理			表面の浸透液を乾いたウエスで除去する。次に浸透液を軽く含ませたウエスできれいに浸透液を除去する。
現像処理			現像液は充分攪拌した後、薄く均一に塗布する。現像時間は通常 10～30 分。
観察			明るい所で検査物を観察する。クラックがあれば、白地に赤色の指示模様として現れる。

(出典：？)

※JAL グループは、航空機構造部材探傷検査用に CO<sub>2</sub> エアゾールを使用している。  
 →不燃性を必要とする用途のみに HFC-134a が使われている。しかしながら HCFC を成分とするなど、代替化の検討が急がれる用途である。

## 2.スパッタ付着防止剤

溶接業界では、省力化・合理化が最大の急務ですが、溶接時に発生するスパッタは製品の仕上がり外観に悪影響を及ぼすだけでなく、スパッタ除去に要する時間も無視することはできない。これらの問題を解決するために、スパッタ付着防止剤を塗布し、作業合理化、製品の品質向上をはかっている。

スパッタを付着しにくくしている成分を母材に付着させ、スパッタが母材に付着しにくくする。この成分を溶剤と混合して液体成分は常温で蒸発させることが重要であった。このためにスパッタ付着防止剤を散布した後、すぐに溶接に取り掛かれるように速乾性が求められ CFC が使用されていた。CFC が使用できなくなって以降、速乾性を持つ水溶性タイプが開発されるなど、フロン系以外が使われるようになった。

今回 HFC-134a を使用したスパッタ付着防止剤を見つけることができなかった。

### ○溶接スパッタ防止剤

- \*イチネンケミカルズ「スパッタ」噴射剤---DME
- \*タイムケミカル「スパドール」噴射剤---DME
- \*タセト「スパノン速乾性」噴射剤---CO<sub>2</sub>

→HFC の必要性が薄い用途である。

### 3.電子基盤洗浄剤

プリント基板やセンサーなどに付着した油污れなど素早く、安全確実に除去する。速乾性で完全に蒸発することが求められる。また基盤から樹脂やフラックス残差を取り除くのにも使用される。

- \*サンハヤト「フラックスクリーナー」噴射剤---DME,LPG
- \*呉工業「クイックドライクリーナー」可燃性、ノンフロン系
- \*イチネンケミカル「電子部品洗浄剤」噴射剤---石油系
- \*ホーザン「フラックスクリーナー」噴射剤----



→HFC の必要性が薄い用途である。

### 4.接点洗浄剤

接点復活剤は電子部品のスライドスイッチ、コネクタなどの各種端子、可変抵抗器の摺動子等、接点の接触抵抗の低減を目的とした薬剤である。日本においてはサンハヤトが最初に開発販売を手がけたとされる。

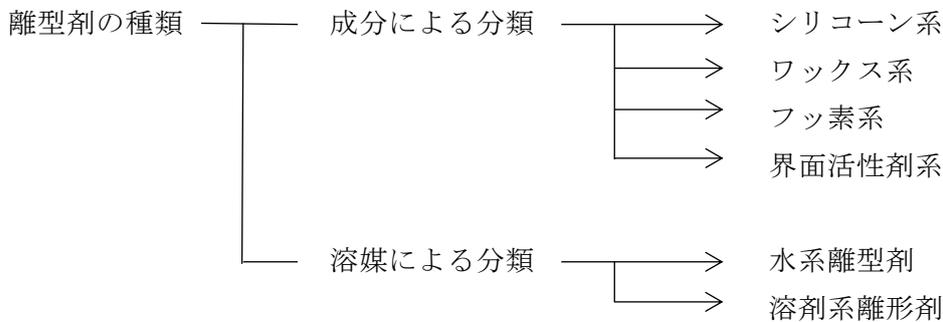
- \*サンハヤト「ニューリレークリーナー」噴射剤---LPG
- \*サンハヤト「接点復活王」
- \*呉工業「接点復活スプレー」可燃性ノンフロン系
- \*エスコ「接点復帰剤」



→開発したサンハヤトも HFC を使用しておらず、HFC 使用用途には対応していない。

### 5.フッ素系離形剤

表 2.15 離型剤の種類分類



#### 【フッ素系離形剤】

フッ素は金型等に対する離形剤のヌレ性を向上させることができる。これは、フッ素成分による表面張力の低下効果に基づく現象で、これにより金型上での離型剤のレベリング性が向上し、低塗布量で離形剤膜を形成することができる。その結果、低塗布量で性能を発揮することができる。

- ・ヌレ性向上
- ・少量塗布
- ・速乾性
- ・型汚れ軽減
- ・非粘着性

- \*ダイキン工業 「ダイフリー」 フッ素化合物、溶剤---イソヘキサン、噴射剤---LPG
- \*イチネンケミカルズ「離型剤フッ素系タイプ R」特殊フッ素離形剤、炭化水素溶剤他
- \*株式会社ネコス 「フリリース」フッ素化合物、シリコンエマルジョン等
- \*複合資材株式会社 「メタフォーム」特殊フッ素離形剤、炭化水素溶剤、アルコール
- \*住鋳潤滑剤 「スミモールド」 フッ素系ノンシリコンタイプ、噴射剤---LPG

\*オキツモ「耐熱潤滑離型剤ボロンコート」噴射剤---LPG  
→フッ素化合物を成分とするが、ダイキン含めて噴射剤はLPGが使われる用途である。

## 6.フッ素系潤滑剤

フッ素樹脂(PTFE)を主成分とし溶剤で希釈した潤滑剤で摩擦面に塗布する。古くなったフッ素系潤滑剤の除去は、フッ素系有機溶媒による洗浄が効果的。

\*東レ・ダウコーニング「モリコート L-800」フッ素樹脂、噴射剤---HFC-134a  
-----高温用導電グリース

\*イチネンケミカルズ

\*ワコーズ「フッソオイル」

\*ファインケミカルジャパン「ファイン・ドライスリップ」フッ素系溶剤

\*呉工業「シリコングリース」フッ素樹脂

→特殊環境用途にHFCが使用されている可能性がある。

## 7.リークチェック

泡で簡単にガスもれを発見するエアゾール。わずかな漏れでも泡が発生し、簡単にガス漏れを発見できる。

(用途)各種ガスの配管系及び機器の溶接部、接合部のガスもれ発見。

エアコン、冷蔵庫等の機器の配管接合部の冷媒もれの発見。

都市ガス、プロパンガス及び一般プラント配管、容器等のガスもれの発見。

自動車用エアブレーキ配管のガスもれ検査用。

\*イチネンケミカル「リークフォーマー」噴射剤---CO2

\*横河商事「ギョボフレックス」噴射剤---CO2

\*ファインケミカルジャパン「リークテスターG」---噴射剤 CO2

\*タセト「リークチェック」噴射剤---CO2

→噴射剤としてCO2が使われている用途である。

## 8.ケガキ用スプレー

製作図面に従って、工作物の表面に加工基準となる線や穴位置などを描く作業。通常、定盤上に工作物を置き、その表面に青色のケガキ塗料を塗り、先端がちよっと折れ曲った硬い針状の棒(ケガキ針 scribe)で塗料をひっかいて線を描く。

金属切削加工時のケガキ用塗料

\*青ニススプレー 噴射剤---DME

あらゆる金属面やガラスのケガキに最適で、鮮明で精密なケガキができる。

塗膜は密着性に優れるため、金属やガラス等に使用できる。

スプレータイプだから塗布作業を簡単、スピーディに行える。

→使用例が少ないが、噴射剤としてDMEが使われている用途

## 9.ボルトのゆるめ剤

強力な浸透力で、さびの汚れや深部に浸透拡散しさびを浮き上げ、さらに潤滑作用によってさびついたボルトを簡単にゆるめる。さび付きボルトのゆるめ作業に使われる。

「ラストブリザード」はスプレーすると錆びたボルトが-42℃に冷却され、ボルトを収縮させます。収縮した錆びたボルトのネジ山に潤滑剤が染み込みボルトを外すことができ

る、と説明している。

- \* 東洋化学商会 「ラストブリザード」 噴射剤---LPG
- \* イチネン 「ペネトン A」 噴射剤---LPG
- \* ワゴース 「ラスペネ」 噴射剤---LPG
- \* ワコーズ 「ラスペネ業務用」 噴射剤---CO<sub>2</sub>

→この用途には HFC は必要ない。

## D. ダストブロー・急冷用品

### 1. ダストブロー

スプレーガス圧により、電子機器、精密機械などのゴミ、ホコリを取り除くことができる携帯に便利なエアダスター。以下は製品事例である。

- \* ホーザン「エアダスター」 噴射剤---HFC-134a
- \* ホーザン「エアダスター」 噴射剤---DME+CO<sub>2</sub>
- \* ホーザン「エアダスター」 噴射剤---HFC-152a
- \* エンジン「エコボンベ」 噴射剤---CO<sub>2</sub>
- \* アズワン「ヨンエーブロー」 噴射剤---HFC-152a
- \* アズワン「エアロダスター」 噴射剤---DME
- \* ナカバヤシ「エアダスター」 噴射剤---DME, CO<sub>2</sub>
- \* ファインケミカルジャパン「ダストクリーン」 噴射剤---DME
- \* エンジン「エアロダスター」 噴射剤---HFC-134a
- \* エンジン「エアロダスターエコ」 噴射剤---HFC-152a
- \* スリーボンド「ノンフロンダストブロー」
- \* トラスト中山「αクリーンダスターエコ」 噴射剤---HFC-152a
- \* トラスト中山「αクリーンダスターエコ DME」 噴射剤---DME

→HFC-134a が使われていた用途であるが、その後 HFC-152a、CO<sub>2</sub> 及び DME 製品が開発されている。作業環境で不燃性が必要とされる用途のみに HFC-134a が使用されているものと思われる。

### 2. 電子機器用急冷剤

#### 【必要性】

- ・ 半導体、抵抗、コンデンサーなどの温度ドリフト確認試験に使用できる。
- ・ 半導体の温度変化による不良品の検出 に使用できる。
- ・ 温度センサーの動作確認試験に用いられる。
- ・ グリース、潤滑油などの塗布部の低温稼動試験に用いられる。
- ・ 高温試験時の急速低温復元に利用できる。
- ・ ハンダ付け時の熱伝導障害の防止に利用できる。

#### 【急冷剤としての要件】

- ・ HFC-134a 冷却能力 -55℃
- ・ LPG 冷却能力 -40℃

#### 【低温を必要とする試験】

##### (1) 信頼性試験

- ・ TEG 評価法(専用の評価デバイス(TEG)を作成して評価を行う)。
- ・ 製品評価法

- \* 熱的環境試験--- 温度サイクル試験 -65℃~150℃のサイクル
- 熱衝撃試験 0℃~100℃のサイクル
- 耐湿性試験 -10℃~65℃のサイクル

##### (2) 航空機部品に関する試験



- ・高度試験、減圧試験

JIS W 0812 航空機搭載機器-環境条件及び試験手順 -55~85°C

### (3)電源の安全性の評価----JEITA

電源回路の安全設計で部品メーカーに要求されること

- ・低温放置試験
- ・温度サイクル試験
- ・はんだ耐熱性試験

#### 【HFC-134a 急冷剤の特長】

噴射剤(HFC-134a)の強力な冷却効果を利用したスポット急冷剤です。温度特性に影響する現象の故障発見に最適です。不燃性ですので、通電中でも使用でき、金属はもちろんプラスチック、ゴム、塗料等にもまったく悪影響はない。

【用途】半導体、集積回路、プリント基板、コンピューター、通信機、無線機、サーモスタット、テレビ、冷蔵庫、ラジオ等のスポット急冷

- \*友和 「エアハリケーン ECO」 噴射剤----HFC-152a
- \*ファインケミカルジャパン 「スポットフリーズ S」 噴射剤---HFC-134a
- \*サンハヤト「ヨンエキューレイ」 噴射剤----HFC-134a
- \*ホーザン「フリーザー」 噴射剤---HFC-134a
- \*アズワン「ポイントクーラー II」 噴射剤---LPG
- \*エスコ 「フリーズイット」 噴射剤----HFC-134a

→HFC-134a の急冷効果を必要とする用途であったが、代替化が進む用途であるかもしれない。

3.成形用急冷剤-----用途が確認できなかった。

4.インクマーカー用ブロワー-----用途が確認できなかった。

## E. エアソフトガン(遊戯銃)用品

エアソフトガン (Airsoft Gun) は、一般的に実銃に似せた外観を持ち、プラスチック製の弾丸を低圧の圧縮空気、または難燃性の低圧ガスの圧力で発射する機構を持つ遊戯銃である。海外で「エアガン」と認識されるものは日本で言うところの空気銃であり、高い威力と殺傷力を持つ別物である。火薬の力によって薬莖を排出する動作や外観を楽しむ「モデルガン」は、弾丸の発射機能を持たない物の呼称であるため、エアソフトガンとは区別される。

### 1. エアソフトガンの種類

#### (a)エアコッキングガン

内部に搭載されたポンプに空気を取り込み、バネの力で圧縮し、その圧力で弾丸を発射する。この圧縮動作を「コッキング」といい、コッキングをすると同時に弾丸が薬室に送られる。

#### (b)ガスガン

内部に空気を圧縮する機構を持たず、難燃性ガスや圧縮空気を外部から供給して発射の圧力に利用するもので、自動拳銃や自動小銃の装填、連射機能を再現できる。発射パワーが強いとされてきたが、エアコッキングガンの改造技術の進歩や法規制の整備により、特別に強力とは呼べなくなった。

ガスガンは、バルブを開いてガスを薬室に入れることで弾丸を発射する。銃の外部にグリーンガス等のガスボンベやエアタンクを用意し、そこからホースで銃に供給する方式を「外部ソース式」、本体内部や弾倉内に液化ガスを注入し、気化したガスを利用する方

式を「リキッドチャージ式」と呼ぶ。

(c)コンプレストエアー

## 2. エアーソフトガン用ガス

(a)日本遊戯銃共同組合には 12 社が加盟している。噴射剤として HFC-134a を使用している。

\*青島文化教材社 \*ケイエム企画 \*タナカ \*アップル \*KTW  
\*東京マルイ \*ウエスタン・アームズ \*啓平社 \*ハートフォード  
\*クラウンモデル \*SANSEI \*ヨシモト

(b)日本エアースポーツガン振興協同組合

同組合では噴射ガスとして、HFC-152a を推奨している。

\*マルシン

(c)エアーソフトガン用ガス

\*ウッドランド「BBGAS」 噴射剤---HFC-134a  
\*エクセル「スーパーフロン 500」 噴射剤---HFC-134a  
\*サンダーシュート「TYPER」 噴射剤---HFC-134a  
\*東京マルイ「ガンパワー」 噴射剤---HFC-134a  
\*ライラクス「ライラクス」 噴射剤---HFC-152a

## F. その他

### 1.業務用殺虫剤(急冷剤)

\*フマキラー ゴキブリ用「瞬間冷殺ジェット」 噴射剤---HFO1234ze、-85℃表示  
\*住化エンバイロメンタルサイエンス「エアローチ P or F or A」 噴射剤---LPG  
\*フマキラー「FK-2001」 噴射剤---LPG

### 2.燻蒸剤

文化財虫菌防除薬剤 川口液化ケミカル--- 噴霧器の HFC ガスの分野向け用途別に製品事情を整理した。

HFC ガス噴霧器の分野向け用途別に上記のように HFC-134a ガスの使用状況を個別に調査した。

「フロン排出抑制法」の指定製品である噴霧器について用途別で整理すると、

- ・病理組織凍結剤用
- ・人命救助用発射銃ボンベ用
- ・精密機器（券売機、レジ、コピー機など）の埃や金属粉のブロワー用剤用
- ・金融機関・一般精密機器光学機器用ダストブロアー、
- ・電子機器用急冷剤
- ・成型用急冷剤
- ・エアーソフトガン用ガスボンベ

に絞られることになる。なお、二液エアゾールは「フロン排出抑制法」の対象外とされる。

「フロン排出抑制法」の指定製品である HFC-134a の噴霧器を用途別に整理した結果、すべて、不燃性を要する分野とされている分野とされ、エッセンシャルユースとして指定製品の適用を受けない利用分野である。

しかしながら、用途別の使用実態を調査したところ、精密機器（券売機、レジ、コピー

機など)の埃や金属粉のブロー用剤用、金融機関・一般精密機器光学機器用ダストブローア、電子機器用急冷剤、成型用急冷剤、エアガン用ガスボンベでは、必ずしも不燃性の環境下で使用する必要性がない場合もあることが示唆された(例えば、金融機関・一般精密機器光学機器用ダストブローアでは通電せずに使用することも可、電子機器用急冷剤は工場施設などの使用環境を改善することで不燃性を要する必要性はなくなる、等)。

よって、エッセンシャルユースとして、「フロン排出抑制法」の指定製品適用外の用途については、「専ら真に不燃性を要する用途」の範囲をさらに絞り込み限定していくことが必要となろう。

なお、エアソフトガン用ガスボンベに関しては、日本遊戯銃協同組合の対象となるが、不燃性でなくボンベの特性(高圧利用に適するのが HFC ガス)で利用されている場合もあり、そこにもやはり、「専ら真に不燃性を要する用途」の範囲をさらに絞り込むことが必要となろう。

また、HFC-134a と HFC-154a の一液タイプのエアゾール缶の国内流通量の推移を推定すると、HFC-134a 噴霧器の利用量がさほど減じていない(2014 年度からは中国からの輸入 HFC-134a エアゾール缶が増えている)と推定され、今後の利用量の推移には注意を要する。

表 2.16 HFC-134a と HFC-154a の一液タイプのエアゾール缶(噴霧器)の流通量推計

		2013 年度	2014 年度	2015 年度
HFC-134a 噴霧器	日本エアゾール協会集計	175t/年	208t/年	230t/年
	輸入貿易統計	2.1t/年 中国品なし	32.51t/年 中国品の平均価格 557 円/kg	24.87t/年 中国品の平均価格 624 円/kg
HFC-152a 噴霧器	日本エアゾール協会集計	680t/年	522 t/年	425 t/年
	輸入貿易統計	368t/年 中国品の平均価格 450 円/kg	324 t/年 中国品の平均価格 493 円/kg	425 t/年 中国品の平均価格 507 円/kg
推定出荷量(0.4kg/ 缶と仮定) (HFC エアゾール缶流通量)	日本エアゾール協会加盟事業者製品	約 220 万缶	約 182 万缶	約 164 万缶
	輸入品	約 93 万缶	約 89 万缶	約 112 万缶
	合計	約 313 万缶	約 271 万缶	約 276 万缶

※1 : HFC-134a 噴霧器の輸入は 2014 年度から主に中国から輸入開始されている。

※2 : 上表ではエアゾール協会事業者製品に輸入品は含まれない、として推計。

(㈱旭リサーチセンターまとめ)

これらのことを整理し、噴射剤として HFC-134a を使用した噴霧器で、現在実際に使用されている用途別調査の整理結果表を以下に示す。

表 2.17 HFC ガスを使用している噴霧器の用途別の整理

分類	用途	製品事情等	フロン排出抑制法での分類	当該用途がエッセンシャルユースかどうかの(棚廻りサーチセンター)考察
医療、人体用	強心剤（ニトロ製剤）	ニトロの爆発に対処するのに不燃が必要 製品例；ミオコールスプレー[アステラス製](1992年 CFC より HFC-134a に転換)	二液エアゾール製品（対象外）	緊急で即効性を必要としており、将来的にもエ HFC-134a 使用が残る用途
	歯科用口腔研削機器剤	事例不詳	指定製品（エアゾール協会では歯科用研削器材用があるとしているが、協会でも詳細は把握していない）	実態不詳
	病理組織凍結剤	内視鏡で採取した病理組織を急冷、スライスし、顕微鏡検査に使用。サンプル作成環境に不燃が必要。 製品例；ホワイトフリーザーS[ユアアイ化成]噴射剤 HFC-152a)、パスフリーザー[松浪硝子工業]噴射剤は LPG)	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器（（専ら不燃性を必要とする状況で用いられるもの）（=エッセンシャルユース）	限定されたエッセンシャルユースがある
	ギブス用発泡剤	対象が人体なので、不燃が必要		実態不詳
安全、防災用品	人命救助用発射銃ボンベ	燃焼(火事)している現場、可燃物のある場所での使用が想定されるので、不燃が必要 製品例；「救命浮き輪ライフボール・S」(HFC ガス入り表記)（ミロック精機）「ライフリング」、「セイフロート」CO <sub>2</sub> ガス（興和化工）	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器（（専ら不燃性を必要とする状況で用いられるもの）（=エッセンシャルユース）	限定されたエッセンシャルユースがある
	煙感知器試験用	煙を発生させる（物を燃やす）ので、それが拡大しては不可。不燃が必要 製品例；NKS-3[ニッタン]は発煙剤として HFC 不使用を標榜、楽 ECO[アークリード]は CO <sub>2</sub> でランニングコスト下げた製品	二液エアゾール製品（対象外）	限定された HFC-134a 使用がある
	防犯用品	事例不詳	二液エアゾール製品（対象外）	実態不詳
産業工業用品	非破壊検査	生産工程、開発工程で、低温（-40℃）時の特性を測定するため、通電試験を行う。通電状態下ではスパークから発火、爆発の恐れがあるため、急冷剤には、不燃が必要 製品例；スポットフリーズ S（急冷剤 HFC-134a 使用）フリーズイット ES1550JA（冷却スプレーHFC-134a 使用）[ハギテック]があるが、現在取り扱い停止中	二液エアゾール製品（対象外）	将来的にも HFC-134a 使用が残る用途
	スパッタ付着防止剤	可燃の環境もしくは対象が可燃であれば、不燃が必要	二液エアゾール製品（対象外）	水溶性が一般的で、エッセンシャルユースではない

	電子基板用洗浄剤	可燃の環境下で使われ、全体の不燃が必要なものもある。ニューリレークリーナー[サンハヤト]はアルコール類を使用	二液エアゾール製品 (対象外)	エッセンシャルユースの範囲でない
	精密機器 (券売機、レジ、コピー機など)の埃や金属粉のブロワー用剤	可燃の環境もしくは対象が可燃であれば、不燃が必要 製品例 ; 多種あり	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器 ((専ら不燃性を必要とする状況で用いられるもの) (=エッセンシャルユース))	限定されたエッセンシャルユースがある
	自動車用・航空機用フッ素潤滑剤	自動車用潤滑剤の場合、潤滑剤の可燃性が低く (シリコン系)、不燃性噴射剤で不燃としている。	二液エアゾール製品 (対象外)	将来的にも HFC-134a 使用が残る用途
	特殊用途向け離型剤	金型の離型は、可燃の環境で行われる。不燃が必要	二液エアゾール製品 (対象外)	将来的にも HFC-134a 使用が残る用途
	静電防止剤	界面活性剤を塗布する。水が使える場合は LPG で良いが、水が使えない場合、引火源がある環境もしくは対象が可燃であれば、不燃が必要	二液エアゾール製品 (対象外)	将来的にも HFC-134a 使用が残る用途
	各種潤滑剤	潤滑剤自体が可燃のこともあり、噴霧剤が誘発することは不可なので、不燃が必要	二液エアゾール製品 (対象外)	将来的にも HFC-134a 使用が残る用途
ダスト ブロワー・急冷 用品	金融機関・一般精密機器光学機器用ダストブロワー、	キャッシュディスペンサーや自動改札機などのセンサー部分のエアブロー用としては、ある程度の高い噴射圧が必要で、通電時の使用では不燃が必要 (CO <sub>2</sub> エアダスター[グローリー]など代替品もある)	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器 ((専ら不燃性を必要とする状況で用いられるもの) (=エッセンシャルユース))	限定されたエッセンシャルユースがある
	電子機器用急冷剤	通電時の使用では不燃が必要	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器 ((専ら不燃性を必要とする状況で用いられるもの) (=エッセンシャルユース))	将来的にもエッセンシャルユースが残る用途
	成型用急冷剤	磁石など、高温の成形物を急冷させる必要な場合がある。熱源 (着火源) があるので不燃が必要。 製品例 ; スポットフリーズ S (急冷剤 HFC-134a 使用) フリーズイット ES1550JA (冷却スプレー HFC-134a 使用) [ハギテック] があるが、現在取り扱い停止中	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器 ((専ら不燃性を必要とする状況で用いられるもの) (=エッセンシャルユース))	将来的にもエッセンシャルユースが残る用途
	インクマーカー用ブロワー		二液エアゾール製品 (対象外)	実態不詳

エアソフトガン	エアソフトガン用ガスボンベ	遊戯銃用 (ガスガン用ガス製品例 ウッドランド BBGAS HFC-134A ガス 500g フジカンパニー アマゾンで販売中、サンダーシュート TYPE R 480g 2本セット 100% HFC-134a 使用 ,大阪プラスチックモデル, アマゾンで販売中。これらは純正品より安いと評価される) ガス圧力が得られるのは HFC-134a といわれている。	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器	エッセンシャルユースではない(噴霧器の範囲外)
その他	燻煙剤	製品;殺虫、殺カビ用ガスボンベ(文化財虫菌防除薬剤) 製品例;[川口液化ケミカル]は酸化エチレン+HFC-134a	二液エアゾール製品(対象外)	限定された HFC-134a 使用がある

(榊旭リサーチセンターまとめ)

※1 : (二液) エアゾール製品は製品の環境影響度の低い製品への代替ガス転換の開発、製品の安全性を確保し、事故防止と環境影響度の啓蒙取組みを図ることを目的に自主表示要領を定め、運用している。

フロン類を使用する製品のうち、地球温暖化ガスを用いた二液エアゾール製品の環境影響度表示方法について自主表示要領を定め(「地球温暖化ガスを用いた二液エアゾール(指定製品に関連する製品)」の自主表示要領、平成27年10月1日制定)

[http://www.aiaj.or.jp/business\\_report.html](http://www.aiaj.or.jp/business_report.html) (日本エアゾール協会)

※2 : グレーのセルが指定製品用途

※3 : アマゾンでは、以下のような事例あり。

○AIR WATER [ エアウォーター ] カーエアコン用冷媒 [ 200g ]HFC-134a,

○メキシケムジャパン HFC-134a (R134a) 200g 1本 カーエアコン用冷媒 クーラーガス エアコンガス クリー134a KLEA

○カルソニック (CALSONIC) カーエアコン用冷媒 200g HFC-134a [HTRC2.2]

○ダイキン工業 カーエアコン用冷媒 クーラーガス HFC-134a R134a 200g で販売中 (2016.12.19 確認)

### 2. 2. 3 指定製品以外の周辺製品の状況

フロン排出抑制法における指定製品の対象拡大が検討されている。

産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会 フロン類等対策ワーキンググループ（第9回）（2016年12月開催）において、業務用エアコンディショナーについて「法定冷凍能力が3冷凍トン以上のもの」、「ビル用マルチエアコンディショナー」「ターボ冷凍機」に関しては、高圧ガス保安法令の規則改正を踏まえて、指定製品化に向けた検討を行う、こととされた。

当該規則改正に伴い、業界（日本冷凍空調工業会）が安全性を確保するための規格・ガイドラインを策定中との報告もなされた。

ここでは、それらの指定製品外の状況を示す。

#### ○ビル用マルチエアコンディショナーの状況

1980年代に日本で誕生したビル用マルチ（VRF：Variable Refrigerant Flow Systems）システムは、設置コストが低いことや、運転効率が高いことにより、オフィスビルなどで広く採用されるようになった。ビル用マルチエアコンは、主に中規模ビルに対し室外機が省スペースで設置でき、室内機ごとに個別運転が可能なパッケージエアコンとして1980年代以来、オフィスビルを中心に需要を獲得し、市場を拡大している。

日本冷凍冷蔵空調工業会の統計ではパッケージエアコンの内数として扱われていて台数が不明だが、富士経済の資料「2015 業務・産業施設向け HVAC 国内市場の全貌」では年間出荷台数は20年で倍増し、2014年には過去最高の13万台に達したとされている。延床面積10,000 m<sup>2</sup>クラスの新築オフィスビルでは9割以上の採用率となっているとされる。日本市場でのメーカーは、ダイキン工業、三菱電機、日立アプライアンス、三菱重工冷熱、東芝キャリア、パナソニックがあり、使用されている冷媒はR-410Aがほぼ100%となっている。高圧ガス保安法令の規則改正を受け、ビル用マルチエアコンディショナーなどのパッケージエアコンにR32導入が進められようとしている。

日本だけでなく近年は中国をはじめとしてアジア、欧州にも普及し始めている。米国ではダクト式の空調市場が9割といわれる中で、AHRExpoでもVRFの空調機は展示紹介されており、日系メーカーによると市場も拡大中とのことであった。

しかし、VRFは多室ビルの各室に冷媒が分配されるので、システムの冷媒充てん量が多い。米国では、環境保護庁（EPA）のSNAPリストに微燃性（A2L）のR-32が、「一体型」エアコンに代替冷媒として記載されるようになったが、スプリット型エアコン以上はその用途として認めていない。理由はUL規格（米国保険業者安全試験所の作成規格）と関係し、冷媒配管を必要とするスプリットACには使えないとなっているからとJARN（株式会社ジアン）の記事（2016年12月22日）は指摘している。

このため、温暖化対策に適応したビル空調システムの選択としては、VRFの採用（R32が認可されたとしてもまだGWPは675である）が良いか、米国のこれまでのダクト式のユニットaryエアコンが良いのかの検証が必要になると思われる。

## ○ターボ冷凍機の状況

ターボ冷凍機は遠心式圧縮機を利用した冷凍機で、遠心式冷凍機とも呼ばれる。回転する羽根車で冷媒を外周部へ吐き出すことで圧縮を行う蒸気圧縮式冷凍機の一つであり、大容量の冷却負荷を賄う効率の高い冷凍機で環境負荷低減製品としても定着しつつある。大容量の減源機器として重要なターボ冷凍機はオフィスビル、地域冷暖房、病院、工場のプロセス用途、空調・冷却用途に用いられている。

日本冷凍冷蔵空調工業会の統計では、ターボ冷凍機の国内出荷実績データは以下のようである。台数は少ないが、冷却能力が大きく、その分冷媒投入量も大きい。富士経済の資料「2015 業務・産業施設向け HVAC 国内市場の全貌」では、メーカーは三菱重工業、日立アプライアンス、荏原冷熱システム、ダイキン工業、川崎重工業、Trane Japan、Johnson Controls などとなっている。高圧用機器の冷媒には R134a、低圧用の冷媒には R245fa が採用されている。

表 2.18 ターボ冷凍機の国内市場推移

	2012 年		2013 年		2014 年		2015 年	
	台数	前年比	台数	前年比	台数	前年比	台数	前年比
ターボ冷凍機	367	92.7	295	80.4	256	86.8	288	112.5

(出典：富士経済「2015 業務・産業施設向け HVAC 国内市場の全貌」)

なお、2016 年 6 月の冷凍空調学会の論文誌「最近の冷媒問題への対応と展望 2016」には“R1233zd 冷媒次世代ターボ冷凍機の開発”三菱重工業が掲載されている。R1233zd (E) 冷媒の熱特性に適した設計により、R134a のターボ冷凍機の COP 性能を 3%向上させ、コンパクトな設計を行ったと報告されている。既に販売を開始 (2015 年 9 月) したことも付記されている。三菱重工業 HP ではターボ冷凍機の国内トップメーカーであり、高効率ターボ冷凍機の受注実績は 2000 年以降の累計で 3,000 台以上に達しており、国内外から「高効率」と「信頼性」で高い評価を得ていると記される。



図 2.1 冷媒 HFO-1233zd(E) を使用する 2 段ターボ冷凍機

(出所：三菱重工業 HP ETI-Z シリーズ)

ターボ冷凍機用の冷媒に GWP が 1 の R-1233zd (E) が適用されるようになってくると、指定製品への適用することが見込まれる。

欧米のターボ冷凍機の製品化・開発状況については、国際動向調査にて報告する。

## 第3章 国際動向調査

### 3.1 国際動向調査のまとめ

2016年10月にドイツで開催された Chillventa 2016 と 2017年1月米国での AHR Expo2017 から欧米を中心とした冷媒転換状況を調査した。各論は本章の2, 3, 4節にて詳細に述べる。まず、それら全般の状況についてまとめた。

#### (1) 国際動向調査の全般

欧米での HFC 冷媒について、欧州、米国の転換状況の概要を以下の表にまとめた。

表 3.1.1 欧米の HFC 冷媒転換状況のまとめ

調査テーマ	欧州	米国
冷媒転換の対応	F-ガス規制により、転換への活動は活発で、特に冷凍冷蔵空調の部品メーカーはさまざまな冷媒の評価を熱心に進めている。	転換ムードは感じられない。
微燃性冷媒に対する規制の状況	スペイン、イタリア、フランスで公共施設等に規制有。	SNAP で規制有。
転換に際し、気候的差異はあるか	転換の差異(困難さ)はない。転換はメーカーの動きから南欧から北欧へと進むと思われる。北欧は自然冷媒志向が強い。	転換の差異(困難さ)はない。技術的には、超臨界 CO <sub>2</sub> は、気温の関係で米国南部での展開は難しい。カスケードで使用する。
自然冷媒に関し、政策的なインセンティブはあるか	なしとの意見が多かった。(オランダで一例あり)	特になし
規制の状況 (対 CO <sub>2</sub> )	なし	なし
規制の状況 (対アンモニア)	イタリア、フランスで設備上の規制有り。	カリフォルニア州とニューヨーク州で量規制有り。

(梶旭リサーチセンターまとめ)

#### (2) 冷凍冷蔵空調器用途別の冷媒転換状況

##### ① 家庭用エアコンの HFC-32 への転換

ヨーロッパでは、日本のメーカー3社(ダイキン工業、パナソニック、富士通ゼネラル)が販売している(三菱電機は2017年から販売)。また、展示会ではドイツの企業1社、Hisense (中国海信)と Gree (中国格力)社の HFC-32 使用のエアコンが展示されていた。

米国の規制 SNAP では、ウィンド形エアコンで使用できるが、現在ダイキン工業系

列の 1 社のみでの販売となっている。

② 業務用エアコンの転換

ダイキン工業は小型の業務用エアコンに HFC-32 を使用しており、パナソニックも 2017 年から展開することを計画している。

スペインの企業 2 社が R-449A と R-407F の機器を展示していた。

③ コンデensingユニット

ドイツを中心に既存の冷媒の機器の展示が目立ったが、イタリアの企業が R-448A と R-449A、イタリアの企業が R-449A、そしてフランスの企業が R-449A の新冷媒を使用した機器を展示していた。大手部品メーカーのエメルソンも低 GWP 使用と表示していた。

④ ターボ型冷凍機の 134a からの転換

大手冷凍機器メーカーが新冷媒を使用したチラーを欧州と米国の展示会で PR していた。今後 HFC-134a から、HFO-1234ze, HFO-1233zd へ転換が進むものと思われる。

表 3.1.2 欧米展示会等での主な大型チラーと使用冷媒のまとめ

メーカー	コンプレッサータイプ	使用冷媒
Stulz (ドイツ)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
Climaveneta(イタリア)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
RC Group Spa (イタリア)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
Sinop (チェコ)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
	スクリー型	HFO-1234ze(E)
MTA (イタリア)	スクリー型	HFO-1234ze(E)
Trane (米国)	ターボ型	HFO-1233zd(E)
	スクリー型	HFO-1234ze(E)
Carrier (米国)	ターボ型	HFO-1233zd(E)
三菱重工業(日本)	ターボ型	HFO-1233zd(E)
	スクリー型	HFO-1234ze(E)

(㈱旭リサーチセンター まとめ)

(3) 自然冷媒の実用機器への市場投入実績

① アンモニア冷媒の市場展開

ドイツとスペインの企業が スクリュー型チラーで実績を持つ。

イタリアの企業----- 化学工場(イタリア)、製氷機

前川製作所(日本)----- 食品工場、冷凍倉庫、船舶用冷凍機器、食肉倉庫

フランスの企業----- 業務用冷凍機

② CO<sub>2</sub> 冷媒の市場展開

フランス、イタリア、スペインと南欧の企業が製品化に積極的である。

コンデンシングユニット----- フランス、イタリア、チェコ  
スーパーマーケット----- イタリア、フランス、デンマーク、スペイン  
工業用冷凍機 ----- イタリア、デンマーク、チェコ、ドイツ  
製氷機 ----- イタリア、ドイツ、スペイン

③ R-290（プロパン）冷媒の市場展開

小型の機器で商品例がある。

ドイツ ----- ショーケース（充填量 100～148g）、小型製氷機  
イタリア----- 小型冷凍機  
チェコ----- 飲料クーラー

(c)R-290（プロパン）を使用したエアコン

中国とインドで R-290(プロパン)を使用した家庭用エアコンを開発している。その実態は次のようである。

① 中国

中国では多くのエアコンメーカーが、開発に参入している。その中で、トップ企業の Gree, Media, Haier, Hisense が販売体制を数年前から整えているようだが、試験販売的な要素が強いと推定する。最大の問題は安全性にあり、国内法が完全に整備されないと本格的な販売とはならないようだ。

② インド

財閥の中核企業である Godrej & Boyce（ゴドレジ）が、7機種で累計 25 万台販売していることが報告されている。冷媒充填量は 300～400gr と中国品よりも多い。今のところ、製造時、使用時の双方でアクシデントとなる事故は報告されていないと、メーカーは発表している。

## 3. 2 欧州における動向調査

### 3. 2. 1 欧州における冷凍空調機の市場最新動向

2016年10月11～13日ドイツ・ニュルンベルグに於いて開催された Chillventa2016 に参加し、欧州での冷凍空調機に使用される冷媒の転換状況を中心に調査を行った。

(出展ブースは982。延べ面積8,850平米。主催者発表によると来場者は32,206人で過去最高の来場者数を記録、2年前の前回より5%増。来場者の56%がドイツ外。)



図 3.2.1 Chillventa2016 の様子

#### (1) 欧州市場での HFC 転換の対応の見通し

##### (a) 家庭用エアコン

##### ① 日本企業の HFC-32 の導入状況

欧州の家庭用エアコンで低 GWP の HFC 転換を図っているのは日本企業が中心であった。よって、日本企業の HFC-32 エアコンの欧州への導入状況を以下の表にまとめた。

表 3.2.1 日本企業の HFC-32 エアコンの欧州への導入状況

日本企業	導入状況
A 社	南欧を中心に幅広く展開している。 チェコの工場で生産し、チェコでも採用された。
B 社	A 社とタッグを組んで展開している。 一番売れているのは、暖房用として使用する北欧である。 スペインは微燃性の問題で使用できない。
C 社	2017 年から展開する。 エアコンの市場は南欧中心から北欧へと広がっている。
D 社	2016 年 11 月から市場展開していく。 市場は南欧(スペイン・イタリア)が中心で、北に行くほどシェアは低く、ドイツでも低い。

(㈱旭リサーチセンターまとめ)

#### < 日本企業からの情報 >

各社ともに家庭用エアコンの市場は南欧が中心にあるとしている。

B 社は A 社と協力関係を結び HFC-32 エアコンをグローバルに展開中である。スペインでは国内法で微燃性冷媒が使用できないことの情報 A 社から事前にもたらされず、困惑

したこともあったようだ。他方、北欧では暖房用にもエアコンのニーズがあることが分かり、今では欧州全土での展開に注力している。

D社では、A社がHFC-32で展開しているのを、HFC-32家庭用エアコンを同社も展開せざる得ないと説明していた。

### ②日本企業以外でのHFC-32の使用エアコンの例

日本企業以外では、次の企業がHFC-32使用エアコンを展示していた。

- Frigotechnik Handel (ドイツ)
- CP Kaut (ドイツ) -----中国海信(Hisense)社のエアコンを展示
- Zhongshan Amitime Electric-----中国格力(Gree)社のエアコンを展示



図 3.2.2 HFC-32 エアコンの Chillventa2016 での展示例

### ③その他の企業の使用冷媒

出品企業の大部分がR-410Aを使用していた。

#### (b) 業務用エアコン

欧州では空調機と言えば、家庭用よりは業務用エアコンの方が主流となっている。

A社は小型の業務用エアコンにR-32を使用している。C社も業務用を来年から展開することを計画している。

その他の企業は、R-404A及びR-410Aが中心冷媒となっているが、スペインの企業はR-449A,R-407Fの機器を展示していた。

#### (展示企業)

- ヤンマー(日本) -----業務用室外機 R-410A
- Cool tec system(ドイツ) ----- データーセンター用空調機 R-410A
- Kide Koop(スペイン)----- R-449A, R- 407F
- Intarcon(スペイン)----- R-449A



図 3.2.3 HFC 代替冷媒の業務用エアコンの Chillventa2016 での展示例  
 (Kide Koop(スペイン) ; R-449A (GWP=1397) , R-407F (GWP=1825) 使用)

(c) 自動車用エアコン

ドイツの自動車メーカー 3 社が、HFO-1234yf の使用を発表したので、欧州の自動車メーカーのすべてが、2017 年からの新車に HFO-1234yf を使用するものと思われる。

ダイムラーはオプション(800 ユーロ程度) で CO<sub>2</sub>冷媒のカーエアコンを入れることも考えている。

(d) コンデンシングユニット

コンデンシングユニットには次の HFC 冷媒がこれまで検討されてきた。

表 3.2.2 欧州でコンデンシングユニットに使用されてきた HFC 冷媒

2010 年	2012 年	2014 年	2016 年
HFC-404A	HFC-404A HFC-134a	HFC-404A HFC-134a HFC-407A HFC-407C HFC-407F	HFC-404A HFC-134a HFC-407A HFC-407C HFC-407F HFC-448A HFC-449A HFC-450A HFC-513A

(Emerson 会場内フォーラム 発表資料から)

会場では次の企業が新冷媒を使用した機器を展示していた。

○Zanotti (イタリア) ----- R-448A と R-449A

○Sicaf srl(イタリア)----- R-449A

○Emerson climate tech(ドイツ)----- 低 GWP 使用と表示

○Profroid (フランス) ----- R-449A

※R-448A は、R-22 や R-404A のレトロフィット冷媒で GWP=1,273

ハネウエルの商品名 Solstice<sup>®</sup>N40 ; R-32/R-125/R134a/R-1234fy が 26/26/21/7/20

※R-449A は、R-22 や R-404A のレトロフィット冷媒で GWP=1,282

ケマーズの商品名 OpteonXP<sup>™</sup>40 ; R-32/R-125/R-134a/R-1234yf が 24.3/24.7/25.7/25.3

※R-407F は、R-22 や R-404A のレトロフィット冷媒で GWP=1,824

R-32/R-125/R-134a が 30/30/40

※いずれも ASHRAE safety classification は A1

## (2) HFC 転換の気候的な差異、北欧と南欧の差異

北欧と南欧での転換に気候的な差異(困難さ)を聞いたが、その差異を感じることはなかった。ただし、今回の展示参加企業は、地元のドイツを中心にスペイン、イタリアそしてフランスの企業で、北欧国の企業の参加は少なかったことにもよるが、経済的な理由もあり転換は南欧から徐々に北欧に進んでいくように思われる。

また、出展したドイツの企業は HFC 系の機器を展示し、スペイン、イタリアそしてフランスの企業ではむしろ自然冷媒を使用した機器の展示をしていた。

参考に 2016 年 10 月 10 日「ASERCOM(欧州冷凍圧縮機製造者協会)+EPEE(エネルギーと環境に関する欧州協力体)シンポジウム」で北欧と南欧など地域による冷媒転換への取り組みが紹介されたので記載する。

### (a) HFC 冷媒転換の取組が進んでいる国

- ・ スカンディナヴィアの国々は自然冷媒へ強制的に志向している。
- ・ 温暖化問題が転換に好ましく作用している。
- ・ 英国とオランダは冷媒回収で進んでいる。
- ・ 英国のスーパーマーケットチェーンは早期に冷媒転換を実施している。

### Advanced in Marketing



- Scandinavian countries force to natural refrigerants
- Northern climate is more favorable
- UK and Netherlands advanced in recovery of refrigerant.
- UK supermarket chains have already made early moves in refrigerant choices.

ASERCOM  
ASSOCIATION OF EUROPEAN REFRIGERATION  
COMPONENT MANUFACTURERS

ASERCOM-EPEE symposium Chillventa 2016 Nuremberg final, October 10-2016, Regis Leporrier, 5

(b) HFC 冷媒転換が控え目ながら動き出している国

(ドイツ、フランス、イタリア、スペイン)

- ・ドイツは自然冷媒の経験があり、環境対応の動きも強力なものがある。
- ・フランスの大型スーパーマーケットが冷媒選択を決めた。

**Conservative but move on countries**



- Germany has experience in natural refrigerants through very strong environmental forces.
- Large supermarket chains in France have made their decision on refrigerant choice

ASERCOM-EPEE symposium Chillventa 2016 Nuremberg final, October 10-2016, Regis Lepoertier, 6



(c) HFC 冷媒転換について追従する国(ポーランド、チェコ、ギリシャなど)

- ・企業が限定される。
- ・企業本社の決定に従う。

**Followers**



- Limited local industry
- Follow head quarter company decisions.

ASERCOM-EPEE symposium Chillventa 2016 Nuremberg final, October 10-2016, Regis Lepoertier, 7



図 3.2.4 欧州の地域による冷媒転換への取り組み状況

(出典：「Proliferation of Refrigerants delays market adaptation」、ASERCOM,2016.10)

(3) 自然冷媒、微燃性冷媒(HFC-32を含む)の実用機器への市場投入実績

(a) 微燃性冷媒

表 3.2.3 欧州での微燃性冷媒の市場投入状況

微燃性冷媒	用途	市場投入状況
HFC-32	家庭用エアコン	日系企業は既に投入、または来年投入 ドイツ及び中国企業にも採用されている。
	業務用エアコン	小型はダイキン工業が投入 パナソニックも来年から
HFC-1234ze	チラー	ターボ型、スクリュウ型コンプレッサーで使用されている。
HFC-448A HFC-449A	コンデンシング ユニット	イタリア、スペイン、フランスの企業が実施している。

(㈱旭リサーチセンターまとめ)

※HFC-448A はハネウェルが提供する混合冷媒

ソルスティス N40 (R-448A) は成分：HFC-32/ HFC-125/ HFC-134a/ HFO-1234yf/HFO-1234ze

HFC-449A はケマーズが提供する混合冷媒

OpteonXP40 (R-449A) は成分：HFC-32/ HFC-125/ HFC-134a/ HFO-1234yf)

(b) アンモニア冷媒

- GEA (ドイツ)-----スクリュウ型チラー \*ドイツ最大シェアで日本熱源システムが提携
- Zanotti (イタリア) ----- 化学工場(イタリア)、製氷機
- 前川製作所(日本)----- 食品工場、冷凍倉庫、船舶用冷凍機器、食肉倉庫
- Friga-bohn (フランス)----- 業務用冷凍機
- RV cooling tech (スペイン) -----スクリュウ型チラー



図 3.2.5 アンモニア冷媒使用のチラー (Zanotti ,Chillventa2016 での紹介展示)

- Buco (ドイツ) ----- 製氷機
- Maja(ドイツ)----- 製氷機
- ITV ice maker(スペイン)----- 小型製氷機

(c)CO<sub>2</sub> 冷媒

展示されていた別置型ショーケースには全ての企業が CO<sub>2</sub> 冷媒を使用していた。

(展示企業)

- Profroid (フランス)----- コンデンシングユニット、カスケード  
ノルウェーのキャリアに納入
- Zanotti (イタリア)----- 工業用冷凍機、コンデンシングユニット、製氷機  
スーパーマーケット CO<sub>2</sub>/R-134a カスケード(スペイン)
- Epta (イタリア) ----- 小型直膨式冷凍機器
- Advansor (デンマーク)--- 工業用冷凍機、ショーケース
- bicold Eng. (イタリア)---- 工業用冷凍機、コンデンシングユニット
- Lenox Emea (フランス)-- CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub> ユニットクーラー
- Friga-bohn (フランス)---- 冷凍機
- Sinop(チェコ) ----- コンデンシングユニット、工業用冷凍機
- Guntner (ドイツ)----- 冷凍機
- Intercon (スペイン) ----- スーパーマーケットケース
- Maja(ドイツ) ----- 製氷機
- ITV ice maker(スペイン) --製氷機



図 3.2.6 CO<sub>2</sub>/R-134a カスケードのコンデンシングユニット (スーパー用)

(Zanotti 展示 ; Chillventa2016 での紹介展示)

#### (d)R-290 冷媒

中国 Gree のエアコンの展示はなかったが、次の企業が展示していた。何れも小型の製品であった。

- Viessmann (ドイツ)----- ショーケース (充填量 100~148g)
- Hitema (イタリア)----- 小型冷凍機
- Sinop (チェコ)----- 飲料クーラー
- Ziegra(ドイツ)----- 小型製氷機



図 3.2.7 R-290 冷媒使用の冷凍冷蔵小型ショーケース  
(Viessmann, Chillventa2016 での展示)

#### (4)自然冷媒・微燃性冷媒への遵守・準拠が必要な法令、基準、規格等の有無

欧州の冷凍空調機メーカーは、現在次の3つの規則への対応に追われている。

①F-ガス規制	EU517/2014	
②エコデザイン	2809/125/EC	
③省エネ	EU2015/1095	(コンデンシングユニット、 業務用冷凍冷蔵機器、 プロセス冷凍機器)
	EU2012/206	(エアコン)

これ以外に新たに EU として制定、採用されたものはない。

現時点では、各方面の関係者の情報では③省エネに注力しているようで、冷媒の転換は期限が迫ってきたならば、との構えのようであった。

また、フランスとイタリアには、日本と同じように設備上の規制があり、スペインには微燃性に対する規制が存在する。

(5) フロン排出抑制法(日本)の指定製品外製品の転換、規制動向

(a) ビルマルチエアコン

展示情報はなかった。

(b) ターボ冷凍機：HFC-134a 使用高圧型ターボ冷凍機(Centrifugal Chiller)の代替動向  
次のメーカーが大型チラーを展示していた。ダイキン工業以外は HFO-1234ze(E)を使用したものであった。

表 3.2.4 欧州展示会 (Chillventa2016) での大型チラーと使用冷媒の状況

メーカー	コンプレッサタイプ	使用冷媒
ダイキン工業	スクリー型	HFC-134a
Stulz (ドイツ)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
Climaveneta (ドイツ法人、本社イタリア)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
Sinop (チェコ)	ターボ型	HFO-1234ze(E)
	スクリー型	HFO-1234ze(E)
MTA(イタリア)	スクリー型	HFO-1234ze(E)
RC Group Spa (イタリア)	ターボ型	HFO-1234ze(E)

(㈱旭リサーチセンターまとめ)

なお、会期中の企業によるプレゼンテーションの中で、ハネウエルは、低 GWP 冷媒採用チラーの発売状況として次の企業を挙げていた。

R-1233zd(E) チラー

Trane <米>

MHI<日本>

R-1234ze(E) チラー

Carrier<米>

Danfoss<ドイツ>

MHI<日本>

Friotherm<スイス>

Geoclimal<伊>

Smardt <米>

Airedale<イギリス>

Star Refrigeration <イギリス>

Multistack<米>

Cooltherm<イギリス>

Blue Box<伊>

Cofely<ドイツ>

図 3.2.8 低 GWP 冷媒採用チラーの欧州での発売状況

(ハネウエル Chillventa2016 での発表を㈱旭リサーチセンターまとめ)



図 3.2.9 Climaveneta 社の HFO-1234ze(E)使用チラー実機の展示

(c) 各種機器

① ウィンド形エアコン

D 社によると、ウィンド形エアコンは衰退気味とのことであった。会場でもどこにも出品は無かった。

② スポットエアコン

スポットエアコンについては、次の製品の展示があった。

○Krone kalte & klima vertriebs (ドイツ) --- R-410A 使用

○Hot mobil (ドイツ) ----- 韓国製の R-407C を使用したホットクーラーを展示

○Fral srl (イタリア)

○NEPA(チェコ)-----R-410A 使用



図 3.2.10 スポットエアコンの Chillventa2016 での展示例

(出所：Hot mobil の“ホットクーラー”、Chillventa2016)

③ 製氷機

- Buco (ドイツ) ----- R-22, R-134a, R-404A, NH<sub>3</sub>
  - Maja(ドイツ) ----- CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, R-449A, R-404A
  - Ziegra Ice machine(ドイツ) ----- 小型 R-290, 中型 R-449A, 大型 R-404A
  - ITV ice maker(スペイン) ----- 小型 NH<sub>3</sub> と CO<sub>2</sub>
- ※アイスクリーム関係の機器展示はなかった。



図 3.2.11 製氷機の Chillventa2016 での展示例

(出所：ITV ice maker)

(6) 自然冷媒に関する政策的インセンティブ、各社ポリシー、社会的合意の有無等

今回 HFC 製造事業者、NH<sub>3</sub> 及び CO<sub>2</sub> 使用機器メーカーにヒアリングしたが、各社ともに「政策的なインセンティブはない。」との回答であった。各社のポリシーによるところが大きいと思われる。

(a) HFC 税導入と関連情報

北欧は自然冷媒志向が強いことが EPEE 主催のシンポジウム(10月10日開催)でも報告されていた。HFC 税を導入していることから“逆インセンティブ”が働いて、自然冷媒に向かっているものと推測する。

また、HFC の使用を禁止している国も存在する。

さらに、オランダには、自然冷媒に対する課税控除の制度があり、この制度が欧州で唯一の政策的なインセンティブと考えられる。

表 3.2.5 欧州各国での HFC 税導入等の関連情報

HFC 税導入	デンマーク
	ノルウェー
	スロベニア
HFC 税導入検討	フランス
	スペイン
HFC 禁止	スイス
自然冷媒課税控除	オランダ

(梶旭リサーチセンターまとめ)

(b) Chillventa2016 展示会で得られた事実及び印象

以下に Chillventa2016 展示会で得られた事実、印象を列記する。

- ・ 欧州には日本と比較すると、除湿の需要はほとんどない。
- ・ 欧州には外気を暖めながら新鮮な空気として建物に取り込む空気交換機の需要がある。
- ・ チルベントは名前のとおり、冷凍冷蔵分野を中心とした欧州の大展示会であり、空調よりは業務用、工場用の冷凍冷蔵機器関係が中心である。空調ではデータセンター向けの高効率の空調システムを展示しているブースが目立った。
- ・ 家庭用冷房の需要の中心は南欧（イタリア、スペイン、ギリシャなど）にある。しかし業務用の冷暖房として最近ではドイツや北欧でもビル用や店舗用に需要が増えている。
- ・ 製氷機の機器展示が多い印象があった。
- ・ イタリア企業が環境面に適用した製品を数多く展示するなど、意欲的に見えた。
- ・ 日系メーカーの欧州戦略には、各社の温度差が色濃い。
  - \* A 社の現地法人は現地人に販売促進をまかせる意向が強い。

特に今回の展示はエアコンの展示もあったが、冷凍冷蔵関連機器がメインであり、雰囲気もかなりサロンのであった。
  - \* B 社のエアコン部門は、全世界展開の中の一つという位置付ながら、欧州各国の規制に対応して、欧州各国へのスプリット型のエアコン販売に力を入れている。

（CO<sub>2</sub>冷媒の別置型ショーケースの展示は無く、販売も今はないようだ。）

なお、B 社は 2016 年 5 月 A 社と空調事業で包括提携交渉を進めていることを明らかにした。アジアや欧州などでの業務用大型空調市場に向けて、冷暖房に使う代替フロン  
の新技术を共同開発するほか、部材や製品の相互供給なども検討する、と記者発表し、積極的な展開を見せている。
  - \* C 社は様々なメニューを揃えるが、新冷媒 R-32 のエアコンについて積極的な印象はなかった。
  - \* D 社は欧州市場に力を入れている感じがした。

日本人技術者を 4 名導入し、空調（スプリット型のエアコン）に力を入れていた。
  - \* E 社は現地人のみでブースを担当しており、この展示会では集客も悪いようであった。
- ・ 冷凍冷蔵機器はコンプレッサーや熱交換器や冷却室、インバーターなどの制御装置、計測機器などから構成され、その目的によって多くの形状やサイズ、冷凍能力、などがあるため、出展者には、コンプレッサーやチラーのみの会社、最終製品の会社、関連部品、関連制御機器、関連計測器などがあり、最終製品の会社あるいは心臓部品となるコンプレッサーについては、すでに顧客が固定化しているように見受けられた。
- ・ Emerson ら大手の冷凍冷蔵空調の部品メーカーは、HFO, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> と R-290 と全ての冷媒に対応できることを PR する展示を行っていた。
- ・ F 社は NH<sub>3</sub> と CO<sub>2</sub> コンプレッサーやチラーの部品販売という位置づけで展示を行ってお

り、すでに顧客であるユーザー企業への対応が第一という印象であった。アンモニア系のチラーでドイツ第3位の地位にあるが、2位や1位は強力な欧州の地場企業であって、そこに割り込むのは大変のようであった。

・ Chillventa2016 展示会に出展した日本企業

- (a)ダイキン工業ヨーロッパ
- (b)パナソニック・アプライアンス
- (c)三菱電機ヨーロッパ
- (d)東芝
- (e)日立
- (f)富士通ゼネラルヨーロッパ
- (g)前川ヨーロッパ（前川製作所）
- (h)ヤンマーヨーロッパ
- (i)鷺宮製作所----部品
- (j)アメフレックス-----除湿機の日本販売支援
- (k)ユーキャン-----除湿機の日本販売支援

### 3. 2. 2 欧州での対応動向(ASERCOM+EPEE シンポジウムより)

同シンポジウム（日時：2016年10月10日13:00～17:00、場所：ニュルンブルク市・ニュルンブルク・メッセ内 Hall St.Petersburg）において、冷凍・空調機に関係する各団体の代表者から F-ガス規制に対する取組と見通しについて報告があった。



図 3.2.12 ASERCOM +EPEE シンポジウムの案内

- 主な発表団体；① EU committee---環境・エネルギー関係担当
- ② EPEE (European Partnership for Energy and the Environment : エネルギーと環境に関する欧州協力体)  
---欧州-欧州の日本冷凍空調工業会に相当する団体で 43 の企業・団体が参加している。日本の大手家電メーカー各社と旭硝子がメンバーとなっている。
- ③ ASERCOM (Association of European Refrigeration Component Manufacturers : 欧州冷凍圧縮機製造者協会)  
---欧州の冷凍空調機器部品メーカーの協会、Emerson, Danfoss, GEA 等がメンバーとなっている。
- ④ AREA (The Voice of European Air-Conditioning, Refregiration and fluorinated greenhouse gases : 欧州冷凍空調工事業者団体)  
---欧州の冷凍空調機器設置及び保守をする企業の団体
- ⑤ AHRI (Air-Conditioning, Heating and Refregiration Institute : 米国冷凍空調暖房工業会)  
---北米の冷凍空調機製造企業の団体で日本の大手家電メーカーも参加（米国における動向で紹介）。

(1)ASERCOM+EPEE シンポジウム:はじめに

----Claude Blanc 氏 (ASERCOM)

EU での冷凍空調機に関する最優先課題は以下の図のとおり。



図 3.2.13 EU での冷凍空調機に関する最優先課題

(出典：ASERCOM(欧州冷凍圧縮機製造者協会),2016.10)

実際には、次の4つの項目がキーポイントになる。



図 3.2.14 EU での冷凍空調機に関するキーポイント

(出典：ASERCOM(欧州冷凍圧縮機製造者協会),2016.10)

<政策面では>

EU のより優れた規制 + 政策的・経済的局面 = 規制より政策面重視で

→ 冷凍空調機業界は政策面で直接影響を受ける

- ・モントリオール議定書の今年のルワンダ・キガリでの会議では、HFC 削減に合意することを専門家たちは期待している。

<5つの項目>

- (1) 供給の安全性
- (2) 地域のエネルギー市場
- (3) エネルギー効率-----特に建築分野での効率の向上、省エネの促進と輸送分野での省エネ車輛の促進と CO<sub>2</sub> 削減が望まれる。
- (4) 排出削減
- (5) 開発と革新-----エネルギー消費量の削減、消費の拡大、巨大産業分野の創設、成長と仕事の増大などが考えられる。

## (2) EU 委員会の冷凍空調戦略

Recognizing the role of the HVACR sector: The EU Commission's heating and cooling strategy-----Eva Hocs (European Commission Director-General for Energy)

### <加熱と冷却に対する EU の戦略>

- ・ 2012 年の EU の最終エネルギー消費量の 50%が加熱と冷却のために使用された。
- ・ 2050 年には加熱と冷却は最大の消費分野となるだろう。

そのための対策上の重要分野として次のものがあげられる。

- ①建築分野；脱炭素化した建築物が望まれる。そのためには、エネルギー効率の刷新と展開、継続する供給が求められる。
- ②工業分野；エネルギー効率の追求と再生エネルギーの利用、排熱気と冷気の回収が考えられる。

### <なぜこれらの分野に対策が必要となるのか>

- ・ これらの分野は、化石燃料に大きく依存している(再生可能エネルギーの使用は 16.6%に過ぎない)ことが大きい。また、建築物の 75%は熱損失が大きいなど効率が悪い。特にボイラーで 43%が寿命にきている。新技術の情報が伝わっていない。

### <では重要な問題は>

- ・ どうしたら加熱・冷却の用途で、需要量の削減、脱炭素化、再生エネルギー利用に対して貢献できるのかである。
- ・ これはエネルギー供給の安全性、市民や企業のコスト削減そして EU 技術の優越性に関係してくる。
- ・ そのためどうしたら新技術の展開を促進できるのかということである。

### <対策を進めていくうえで>

- ・ エネルギー効率を進める上での EU の規制を吟味する。
  - ①エネルギー効率指針、②建物のエネルギー性能に関する指針、③エコデザインとエネルギーラベル、④再生可能エネルギー指針⑤new electricity market design (2016)
- ・ 現在の規制の実行を強化する(例えば、エネルギー効率指令 EED の 19 条)
- ・ 規制外の新しいアクション(例えば、エネルギー業界のラウンドテーブル)

### <2つの規制に対する提案>

EED ; Energy Efficiency Directive(エネルギー効率指令)

EPBD ; Energy Performance of Buildings Directive(省エネ建築物指令)

「ゼロ・エネルギー建物」という概念の導入で、2020 年末に新規の建物がゼロ・エネルギー建物になることが求められている。

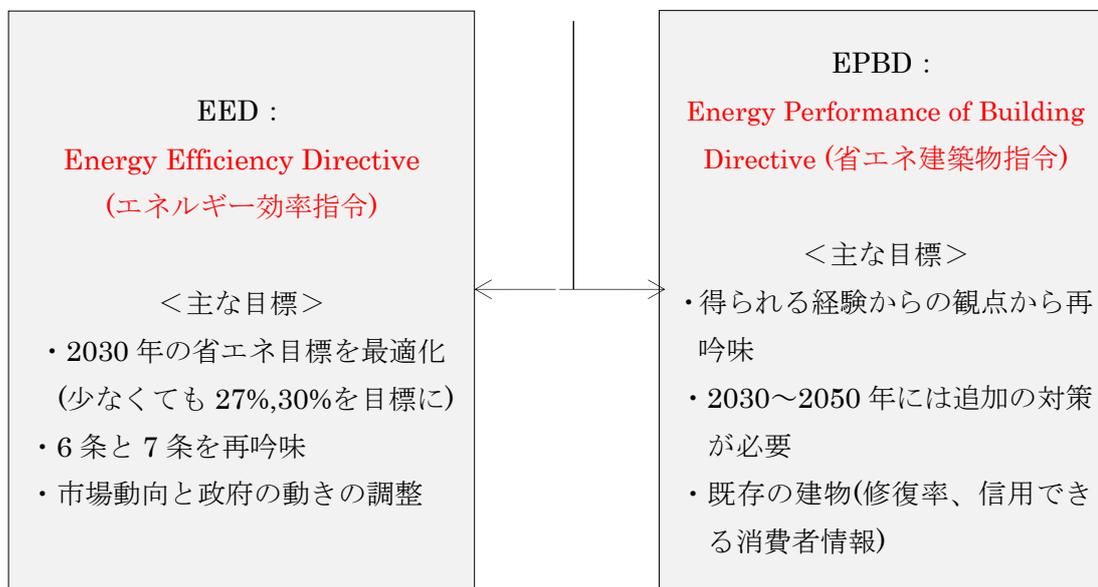


図 3.2.15 EU での 2 つの規制に対する提案

(出典：欧州委員会,2016.10)

○エネルギー効率指令 EED の 14 条では、加熱と冷却の効率化を促進することをうたっている。

- ・2015 年から 5 年毎に包括的な評価を行うことになっている。

#### ＜エネルギーラベル指針に対するレビュー＞

- ・確実に目的にフィットしたものにする。(ラベルの有効性の改善、順守の強化)
- ・エコデザインを広く普及させる。(2016 年秋に出される新作業計画)

#### ＜欧州委員会の省エネ 2030 年の目標達成するためには＞

- ①製品構成の再吟味
- ②EED(エネルギー効率指令)、及び EPBD(省エネ建築物指令)の条項の再吟味
- ③再生可能エネルギー使用の指針+バイオ燃料の持続可能性
- ④新エネルギー
- ⑤新しい管理構成
- ⑥Junker's 300bn ユーロの投資
- ⑦産業界の対話

### (3) Fガス規制に対する欧州業界の戦略

Meeting the ambitions of F-Gas Regulation: The EPEE Gaspometer

-----Ray Gluckman (EPEE European Partnership for Energy and the Environment)

#### <EPEE の Gapometer プロジェクトとは>

- EU の HFC 削減計画を理解し、監視するための二段階のプロジェクト
  - 第一段階--- 削減計画の工程表(2015 年作成)
  - 第二段階--- モニタリング(2016 年と 2017 年)
    - \*アクション事項を評価するための市場調査
    - \*目標値と実際の値とのギャップの検証

#### <EPEE による EU の HFC 削減計画>

2015 年を基準年にして、2030 年を最終ターゲットとする。

基準年の 79%を削減することを最終目標とする。

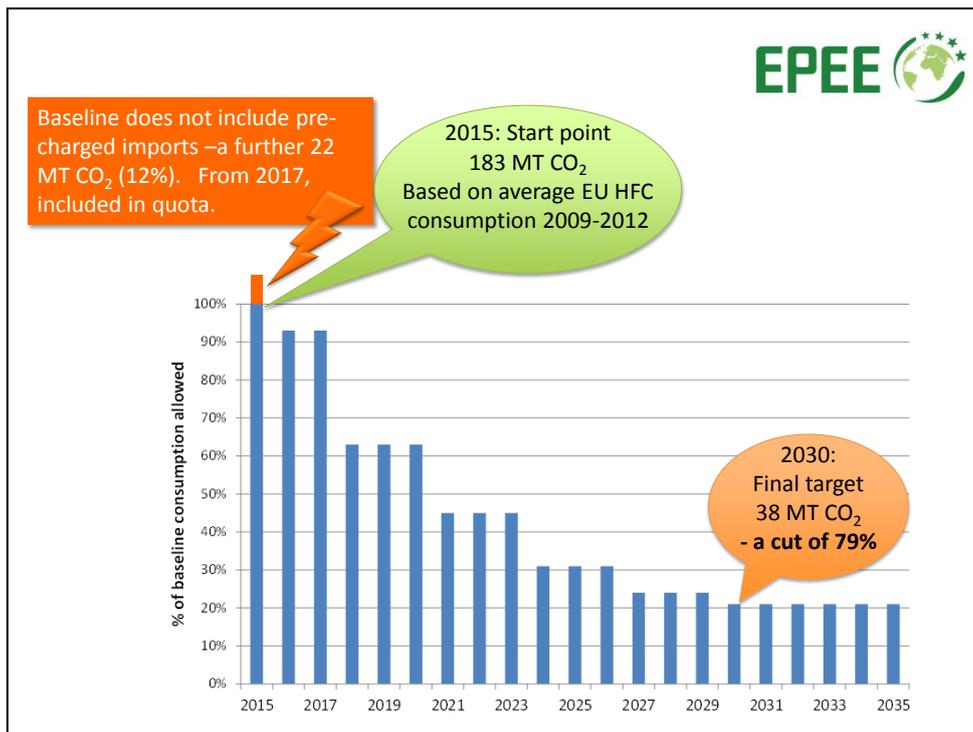


図 3.2.16 EU の HFC ガスのフェイズダウン目標設定

(出典：EPEE (エネルギーと環境に関する欧州協力体)、Chillventa2016)

○2030年までの削減目標に対し、2018年～2021年は非常に挑戦的な年になる。

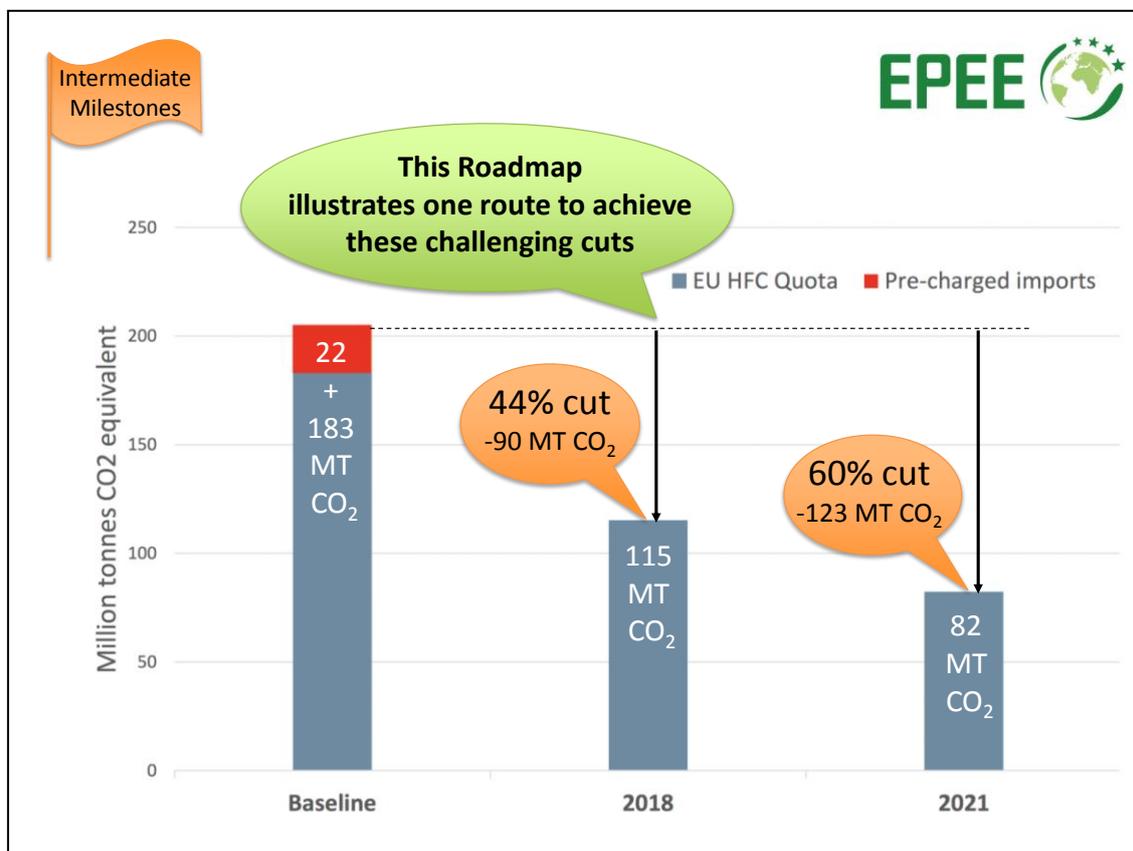


図 3.2.17 EU の HFC ガスのフェイズダウン挑戦の 2018～2021 年

(出典：EPEE (エネルギーと環境に関する欧州協力体)、Chillventa2016)

#### <EPEE の HFC 削減の工程表を達成するための中心となるアクション事項>

##### (1)新機種に対する事項

- ・低 GWP 代替品の使用
- ・冷媒の充填量をより少なく、そして漏洩量を小さくする設計

##### (2)既存の機器に対する事項

- ・漏洩防止
- ・低 GWP を使用するレトロフィット

##### (3)再生冷媒の使用

- ・廃棄機器からの冷媒の回収
- ・既存機器のレトロフィット品からの回収

<EPEE の HFC 削減アクションの具体的な見通し>

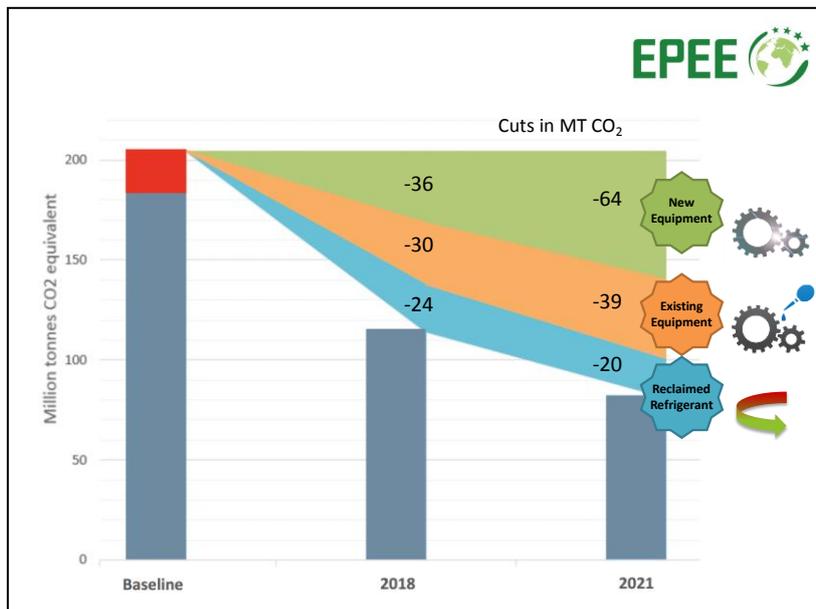


図 3.2.18 EU の HFC ガスのフェイズダウン 2018～2021 年の削減見通し  
(出典：EPEE (エネルギーと環境に関する欧州協力体)、Chillventa2016)

<EPEE の HFC 削減アクション (マーケット別) >

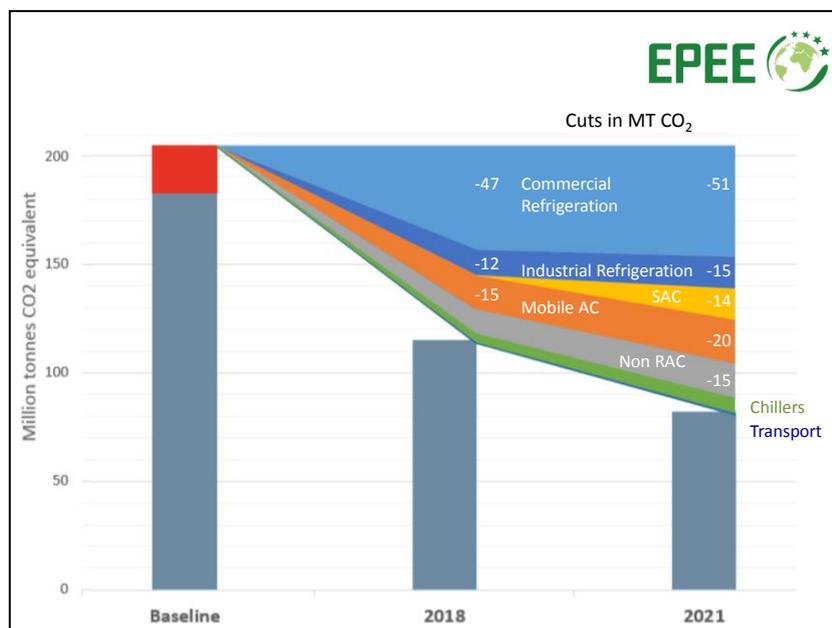


図 3.2.19 EU の HFC ガスのフェイズダウン 2018～2021 年の削減見通し (市場別)  
(出典：EPEE (エネルギーと環境に関する欧州協力体)、Chillventa2016)

これらは挑戦的な見通しのようだが、可能性はある。しかし、多くの分野の多数の関係者(冷媒製造者、機器製造者、設置業者、回収業者等)の協調的な努力を必要とする。禁止期限があり、冷媒価格も上昇することも考えられるので早期のアクションが必要である。

<EPEE の HFC 削減アクション（具体的な推進例）>

- (1)新装置では-----
  - ・ R-404 からの早期の転換
  - ・ 小型エアコンでの R-410A から R-32 と HFC/HFO 品への転換
- (2)既存設備では----
  - ・ R-404A システムのレトロフィット
  - ・ 大型業務用冷凍システムでの漏洩の防止への多大な努力
- (3)再生品の利用----
  - ・ 2017~2025 年に冷媒再生品の大幅な利用

<小～中型のエアコンにおける低 GWP への推移とその構成の見通し>

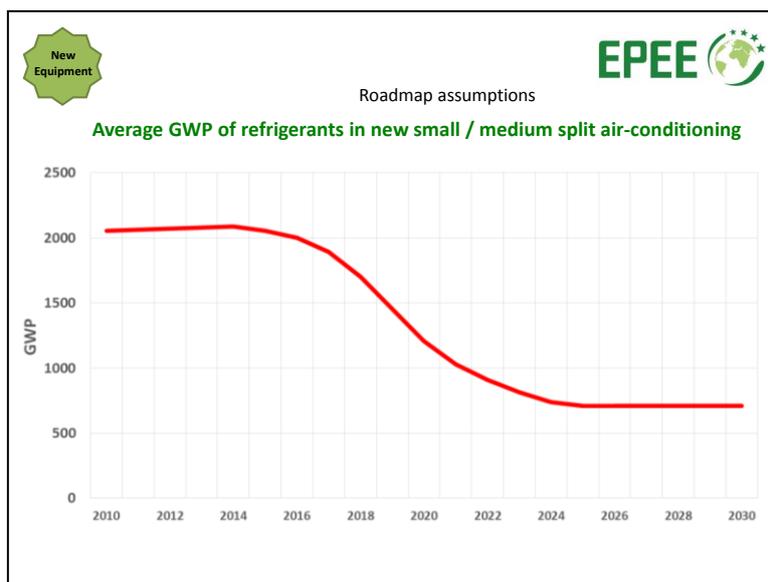


図 3.2.20 EU の HFC ガスのフェイズダウン（小～中型のエアコン）  
 (出典：EPEE（エネルギーと環境に関する欧州協力体）、Chillventa2016)

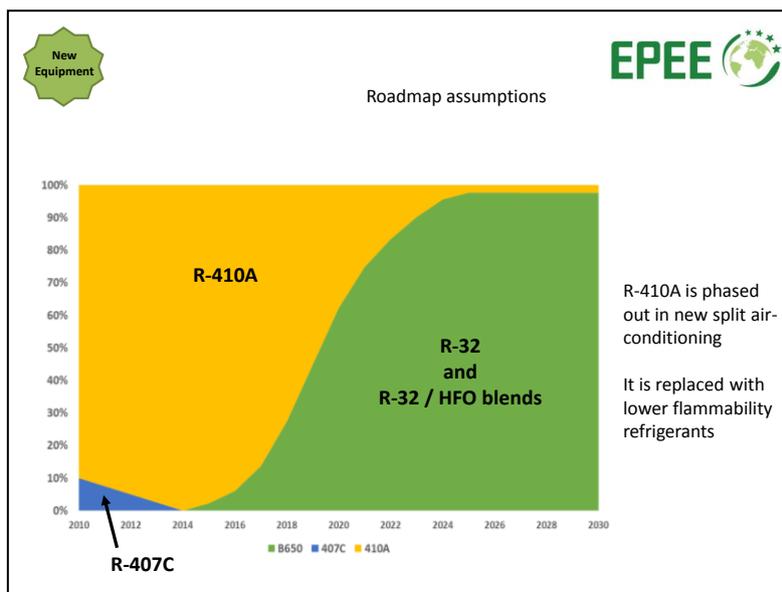


図 3.2.21 EU の HFC ガスのフェイズダウン（小～中型のエアコンの冷媒）  
 (出典：EPEE（エネルギーと環境に関する欧州協力体）、Chillventa2016)

＜業務用冷凍機における低 GWP への推移とその構成の見通し＞

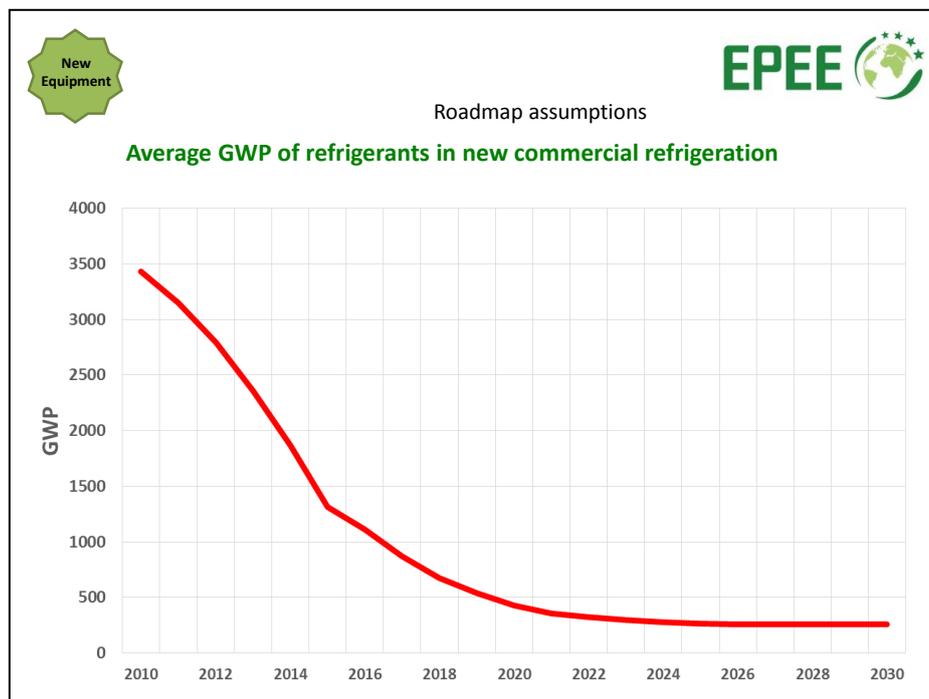


図 3.2.22 EU の HFC ガスのフェイズダウン（業務用冷凍機）  
 （出典：EPEE（エネルギーと環境に関する欧州協力体）、Chillventa2016）

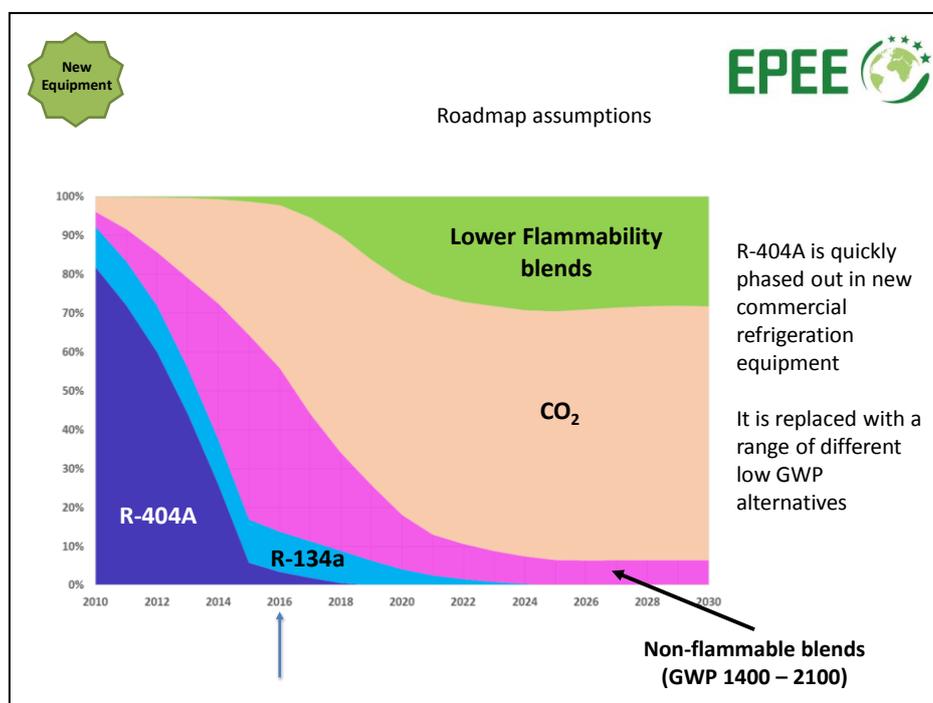


図 3.2.23 EU の HFC ガスのフェイズダウン（業務用冷凍機の冷媒）  
 （出典：EPEE（エネルギーと環境に関する欧州協力体）、Chillventa2016）

<EPEE の HFC 削減アクションによる冷媒漏洩の見通し>

2018 年までに業務用冷凍機の漏えい率を 10%以下にする目標。

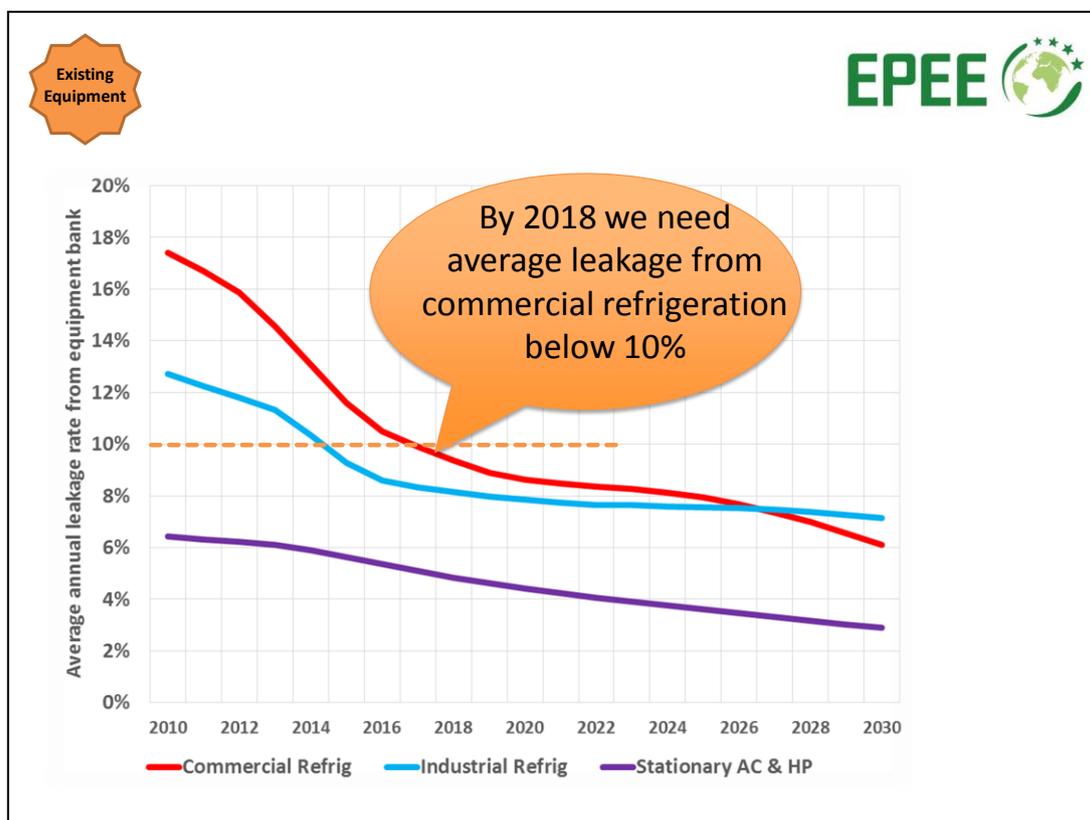


図 3.2.24 EU の業務用冷凍機の冷媒漏えい率の改善

(出典：EPEE (エネルギーと環境に関する欧州協力体)、Chillventa2016)

<2018 年～2021 年の目標達成を目指す時に立ちはだかる課題>

- (1)新装置では-----
  - ・ R-404A を使い続けてしまう
  - ・ 微燃性(A2L)冷媒を使用することの不安
  - ・ 主要マーケットでの製品や部品の不足
- (2)既存設備では----
  - ・ 業務用機器での R-404A レトロフィットの転換が鈍い
  - ・ 現在の漏洩率に対し不適切な改善
- (3)再生品の使用では・ 冷媒回収と冷媒精製のインフラ不足
- (4)その他として----
  - ・ 可燃性冷媒に関する限定的な安全基準と規制
  - ・ 適切に訓練された設置及び補修に従事する技術者の不足

#### (4) 代替冷媒の急増と F ガス規制への適応

##### Proliferation of Refrigerants Delays Market Adaptation

-----Regis Leportier (ASERCOM Refrigerant Steering Committee Chairman)

##### <HFC 代替冷媒の市場投入遅延が急増>

- ASERCOM (欧州冷凍圧縮機製造者協会) とそのメンバーは F-ガス規制をコミットしている。
- 持続性のある代替冷媒を見極めるために多大な探索と評価を実施している。
- CO<sub>2</sub> 排出削減目標と一体となった高効率製品を設計することによるエネルギー消費量の削減が切迫した課題である。
- 削減計画シナリオは冷媒業界が時系列で努力すべき方策と分野を示している。
- 市場での HFC 冷媒の急増が F-ガス規制への適用を遅らせている。

##### <Low GWP 冷媒の評価と時系列；急増が市場適応性を遅らせている>

- 多くの時間はない／時間を必要としている。
- 技術は準備されつつある。
- 基準と規制は EU としては存在するが、しかし全体としてのものである。
- 可燃性又は高圧の冷媒を扱う教育・訓練が必要である。

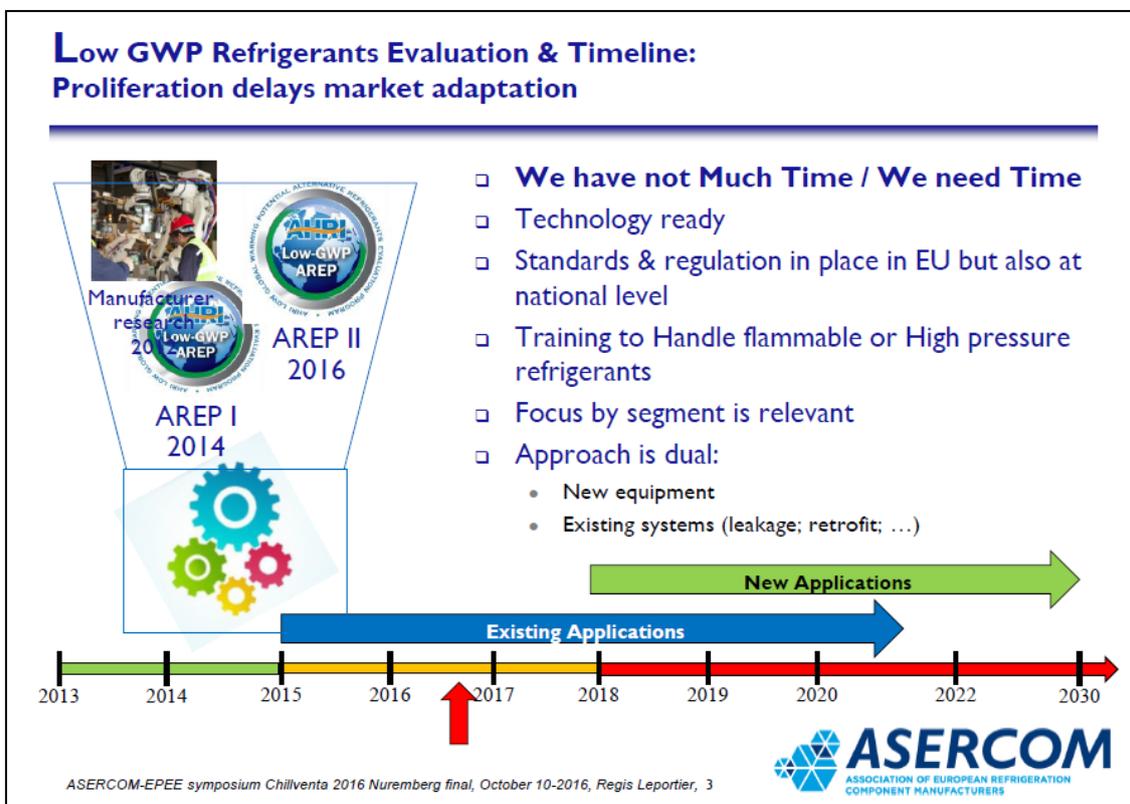


図 3.2.25 EU の Low GWP 冷媒の評価とタイムライン

(出典：ASERCOM (欧州冷凍圧縮機製造者協会)、Chillventa2016)

<欧州の冷媒関連市場の状況>

- ・ 北欧は自然冷媒を押し進めている。
- ・ 英国とオランダは冷媒回収を推進している。
- ・ 英国のスーパーマーケットチェーンは既に冷媒選択を行った。
- ・ ドイツは非常に強い環境団体の動きにより自然冷媒を経験している。
- ・ フランスの大型スーパーマーケットチェーンも冷媒選択を終えている。

<欧州の HFC 冷媒の削減目標を達成するための技術的課題>

- ・ 性能評価結果
- ・ すべての部品を再設計する努力
- ・ 潤滑剤の選択
- ・ 可燃性； A2L, A3 ； 限界充填量

<欧州の HFC 冷媒の削減目標を達成するための技術的課題（具体的には）>

- ・ 今後の R-404A、 R-507 に対する低 GWP 冷媒は、非共沸混合物である。
- ・ 一定の圧力の下で大きな温度変化を達成する。
- ・ ASERCOM のガイドラインは Glide 効果を上手に示している。
- ・ ASERCOM のガイドラインは次のことを記載している。
  - \* 共沸混合物の露点と中温の関係----性能の違い
  - \* 圧縮機の露点での性能を中温での性能に転換する理論

○ASERCOM は冷媒ライブラリを持っている。

<ASERCOM の低 GWP に関する考え方>

- ・ すべての冷凍冷蔵空調分野で平均 GWP400 を達成したならば、使用削減と排出量削減が達成可能となる。
- ・ 業務用冷凍冷蔵分野が主要な優先分野となる。
- ・ ASERCOM は次のグループ I と II の持続可能な代替品に注目している。

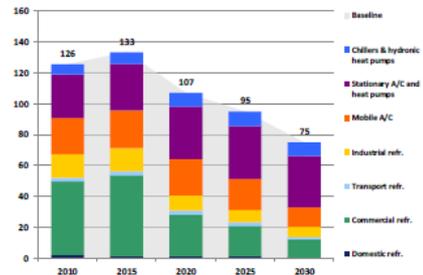
表 3.2.6 ASERCOM による冷媒のグループ分けと GWP 範囲

ASERCOM による冷媒のグループ分け	GWP の範囲
Group I	0~150
Group II	150~750
Group III	750~1500
Group IV	1500~2500

(ASERCOM (欧州冷凍圧縮機製造者協会) 発表資料,2016.10)

## ASERCOM harmonization on Low GWP classification

ASERCOM Group	GWP Range
Group I	0 to 150
Group II	150 to 750
Group III	750 to 1500
Group IV	1500 to 2500



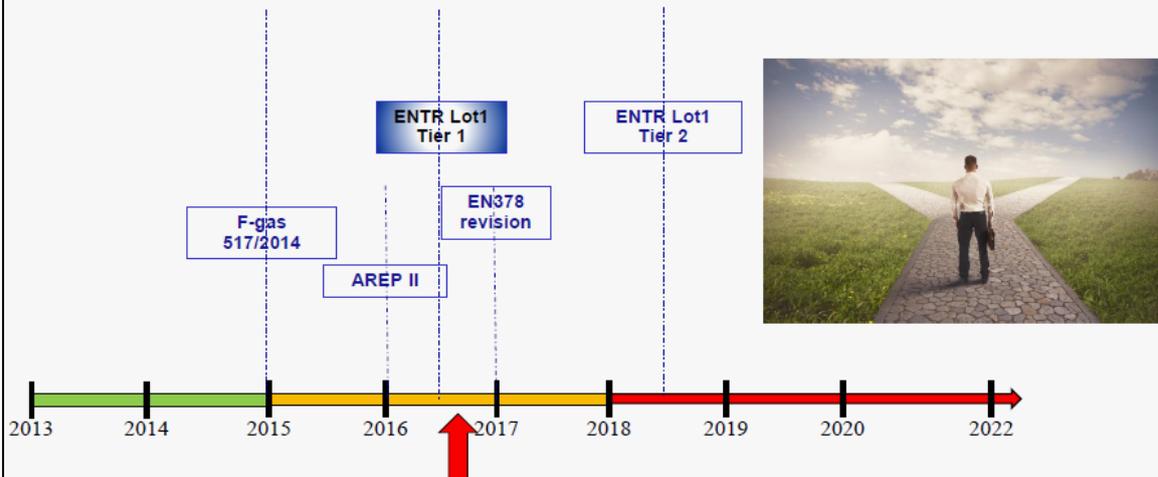
- Phase down and emission reduction reachable if all segments combined match average GWP of 400
- Commercial Refrigeration remains key priority sector.
- ASERCOM focus on sustainable alternatives in group I & II.

図 3.2.26 EU の Low GWP 冷媒に関する考え方

(出典：ASERCOM (欧州冷凍圧縮機製造者協会)、Chillventa2016)

<EU の新システムに関する ASERCOM のシナリオ>

## ASERCOM scenario for new systems



2018 will be a key first step of the scenario on the F-gas implementation in conjunction with High efficiency design products to cope with MEPS required by eco design regulation.

ASERCOM-EPEE symposium Chillventa 2016 Nuremberg, October 10-2016, Regis Leportier, 14



図 3.2.27 EU の Low GWP 冷媒の導入工程

(出典：ASERCOM (欧州冷凍圧縮機製造者協会)、Chillventa2016)

2018 年が F-ガス規制の重要な最初のステップだと考えている。

これにはエコデザイン規制により要求されている MEPS と協力して高効率設計の製品を作る必要がある。

- GWP 0～150 の範囲の代替品は、技術的にも道理を得たものとして認識し、評価を行っている。
- 業界は持続可能な冷媒の出現に注目している。
- 低～中圧の用途同様全ての圧縮機に適用可能な代替品を望んでいる。
- 業界としてこれらの持続可能な冷媒を適用可能にするためにも HFC 冷媒の削減メカニズムが重要である。
  - \* 技術が準備されているか
  - \* 基準や規則があるか；EU 及び加盟各国レベルで
  - \* 可燃性や高圧冷媒の取り扱いに関する教育訓練
- 制限；漏洩コントロール；既存のレトロフィティング・システムが新しい F-ガス規制 517/2014 の新しい手段となるであろう。

### ASERCOM scenario for new systems

- Alternatives in the range of 0 to 150 GWP have been identified and evaluated to be reasonable compromise on technical criterion,
- Allow our industry to focus on the coming months on sustainable synthetic refrigerants,
- Alternatives fits with all technologies of compressors as well as for low and medium back pressure applications,
- Phase down Mechanism is key for our industry to allow adaptation to these sustainable alternatives in regards to
  - Technology being ready
  - Standards & regulation in place: EU & national level
  - Training to Handle flammable or High pressure refrigerants
- Confinement; leakage control; retrofitting existing systems will be additional measures to fit with the new F-gas regulation 517/2014

ASERCOM-EPEE symposium Chillventa 2016 Nuremberg, October 10-2016, Regis Leportier, 15



図 3.2.28 EU の Low GWP 冷媒導入シナリオのための新システム

(出典：ASERCOM (欧州冷凍圧縮機製造者協会)、Chillventa2016)

(5) EUでの地球温暖化負荷低減への新トレーニングの必要性

New training needs in the EU

Marco Buroni (AREA Air Conditioning and Refrigeration Europe Association)

○low-GWP 冷媒の技能者教育訓練

< EUには約 50 万人の認定を受けた技能者がいる >

表 3.2.6 欧州での low-GWP 冷媒の技能者教育訓練状況例

	英国	ドイツ	イタリア
low-GWP 冷媒の技能認定企業	7,123	3,500	23,500
low-GWP 冷媒の技能認定技能者	40,021	45,000	56,300

(出典：AREA (欧州冷凍空調工事業者団体)、Chillventa2016 シンポジウム)

< EUには代替冷媒の教育訓練センターが存在する >

アンモニア 27 箇所      炭化水素 22 箇所  
CO<sub>2</sub>            29 箇所      HFO          数箇所

< これらの代替冷媒の教育訓練センターは >

- ・東欧は少ない。(アンモニアはポーランド)
- ・西欧は多いが、設備的に不十分で、座学中心となっている。デンマーク、オランダは比較的設備が整っている。
- ・通常は、民間セクターが行っており、時には製造者や流通業者が行っている。
- ・訓練センターを創設するにはお金がかかる。  
オランダのアンモニアのセンターには 300,000 ユーロ掛かった。

< UNEP と共同で地球規模の教育訓練と認証制度を行っている >

英国---40,021 人が認定を受けている。

7,123 の企業が登録している。

ドイツ---45,000 人が認定を受けている。

### 3. 2. 3 HFC 製造事業者による低 GWP 品の開発状況

欧州の冷凍冷蔵空調分野展示会・Chillventa2016（2016年10月開催）のフォーラム&展示で紹介された冷媒開発会社による低 GWP 冷媒の開発状況をまとめた。

#### （1）旭硝子「AMOLEA™」の状況

<代替品開発の流れ>

R-410A → HFC-32 → AMOLEA™ X,Y シリーズ

HCFC-123 → HFC-245fa → AMOLEA™ yd シリーズ

#### ①開発品の基本情報

表 3.2.8 旭硝子の開発冷媒

	yd シリーズ	X,Y シリーズ
	HCFO-1224yd(Z)	HFO-1123
化学式	CF <sub>3</sub> CF=CHCl	CF <sub>2</sub> =CFH
GWP	1 以下	1 以下
燃焼性	不燃性	微燃性(A2L)

◎yd シリーズは、ターボ型チラーとランキンサイクルシステムに適している。

（出典：旭硝子、Chillventa2016 セミナー）

表 3.2.9 旭硝子の開発冷媒 AMOLEA yd と他冷媒の特徴比較

		HCFC-123	HFC-245fa	AMOLEA yd	HFO-1233zd(E)
化学式		CHCl <sub>2</sub> CF <sub>2</sub>	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	CF <sub>3</sub> CF=CHCl	CF <sub>3</sub> CH=CHCl
沸点	℃	28	15	14	18
臨界温度	℃	183.7	153.9	156.0	156.6
臨海圧力	MPa	3.66	3.65	3.33	3.62
蒸気圧(25℃)	KPa	91.4	149	149	130
GWP	CO <sub>2</sub> =1	79	858	< 1	< 1
燃焼範囲	Vol%	None	None	None	None
ASHRAE		B1	B1	(A1)	A1

（出典：旭硝子、Chillventa2016 セミナー）

#### ② X,Y シリーズ（400X, 500Y）---HFO-1123 の混合物

表 3.2.10 旭硝子の開発冷媒 AMOLEA X,Y シリーズと他冷媒の特徴比較

	R-410A	HFC-32	400X	300X
GWP	2,090	675	405	298
蒸発圧 (kPa)	768.1	813.1	940.9	865.2
凝縮圧 (kPa)	2,422	2,478	2,820	2,649
排出ガス温度(℃)	62.4	76.4	68.6	64.6
Glid.温度 (℃)	0.1	0	0.9	2.0
COP (R-410=1)	1	1.02	0.97	0.95
Performance (R-410=1)	1	1.09	1.15	1.05
ASHRAE	A1	A2L	(A2L)	(A2L)

◎ X,Y シリーズは HFC-32 を代替することが可能である。

（出典：旭硝子、Chillventa2016 セミナー）

(旭硝子「AMOLEA™」のまとめ)

- AMOLEA™は低 GWP 冷媒である。
- AMOLEA™はターボ型チラー、ランキンサイクルシステム、ルームエアコン、パッケージエアコン と VRC に適している。
- AMOLEA™は優れた性能を持つ。
- AMOLEA™は地球環境問題に貢献する。

(2)ケマーズの「Opteon™」;F-ガス規則の履行

<F-ガス規則に対し>

- ・2018年(CO<sub>2</sub> 44%カット)~2021年(CO<sub>2</sub> 60%カット)が厳しい。
- ・2017年末までにスーパーマーケット機器の半分をレトロフィットする必要がある。  
5万以上のスーパーマーケットがレトロフィットする必要がある。

<R-404Aの転換の可能性>

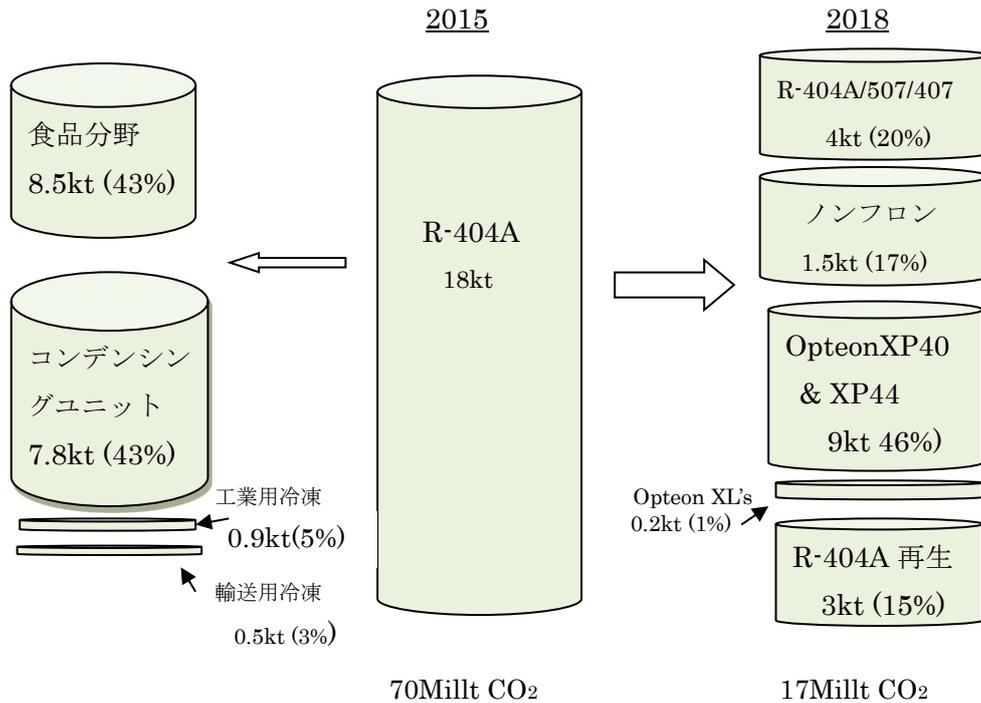


図 3.2.29 新冷媒 Opteon による R-404A の転換の可能性

(出典：ケマーズ、Chillventa2016 セミナー)

○低 GWP Opteon™ による対応 <業務用冷凍機器>

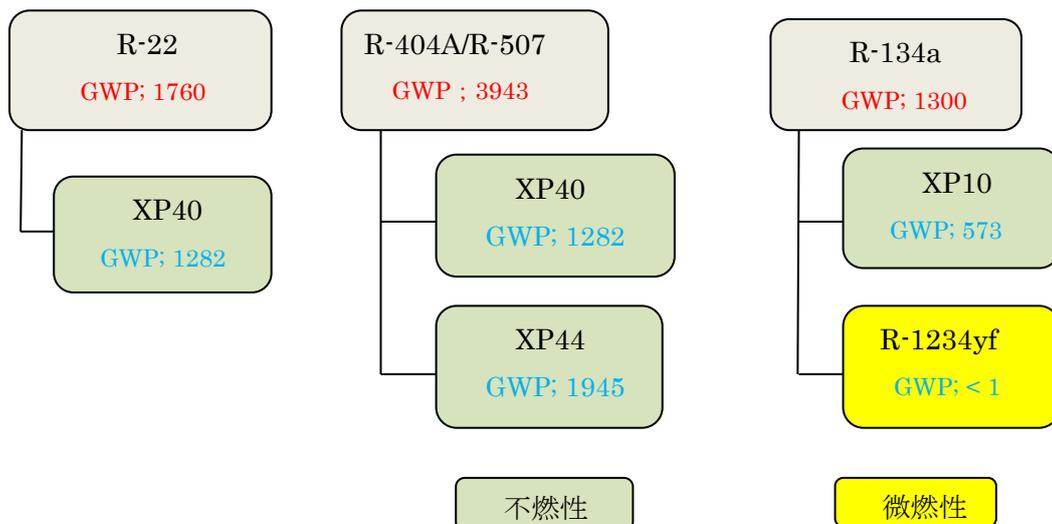


図 3.2.30 低 GWP Opteon による対応

(出典：ケマーズ、Chillventa2016 セミナー)

< 転換例（進展中も含む） >

- ヨーロッパのスーパーマーケットでの **Opteon™XP10 (R-513A)**
  - \* 中温度における R-134a、及び低温度における CO<sub>2</sub> からのレトロフィット
  - \* 3 年以上の実績がある。
- **Opteon™XP44(R-452A)** 冷凍車
- **Opten™XP40(R-449A)** ----省エネで採用例が出ている。(2016 年 2,000 以上)  
多くの国で使用されている。(ドイツ、スペイン、イタリア、  
フランス、スカンジナビア、ポーランド等)

(3)ハネウエルの新冷媒 R-455A

<ハネウエルの Solstice® HFO>

表 3.2.11 ハネウエルの新冷媒（単体）準備・販売状況

代替対象冷媒	Solstice® HFO (低～中圧力用途)		
	不燃性	微燃性	用途例
R-134a (GWP;1430)		Solstice®yf (GWP<1)	カーエアコン、自販機
		Solstice®ze (GWP<1)	カスケード、中温冷蔵 中圧チラー
R-123 (GWP;77)	Solstice®zd (GWP;1)		ターボ型チラー(定圧)

(出典：ハネウエル、Chillventa2016 セミナー)

○ブレンド品

表 3.2.12 ハネウエルの新冷媒（混合冷媒）準備・販売状況

代替対象冷媒	不燃性	微燃性	用途例
R-134a (GWP;1430)	N13(R-450A) (GWP;547)		チラー、中温冷蔵
R-404A (GWP;3922)	N40(R-448A) (GWP;1273)	L40X(R-455A) (GWP;<150)	冷凍冷蔵、コンテナ
R-22 (GWP;1810)		L20(R-444B) (GWP; 295)	空調、冷凍冷蔵
R-410A (GWP;2088)		L41y(R-452B) (GWP;676)	空調

(出典：ハネウエル、Chillventa2016 セミナー)

○L40X の燃焼領域範囲(Vol%空気)は狭い。

○R-1234ze は R-134a を置き換えている。

◎R-1234ze チラーを採用しているところは、キャリア、ダンフォス、三菱重工など 11 社にもなる。

(ハネウエルの Solstice® HFO のまとめ)

- ・数種類の HFO を使用した冷媒が、低 GWP 品への転換要求に対して対応できる。しかし一方で燃焼性が微燃性となる可能性が増加している。
- ・L40X(R-455A)は、R-22/R-407C/R-404A/R-290 の代替のみならず、R-410A/R-32 の代替も可能である。
- ・同じ能力の機器で使用される時では、L40X は他の A2L 又は A3 冷媒と比較して、燃焼範囲(1.1%)と高い燃焼限界(11.8%)のため安全性のレベルが高い。

(4)アルケマの「FORANE®」

○アルケマの低 GWP 冷媒

表 3.2.13 アルケマ社の低 GWP 冷媒

	GWP	対象となる冷媒	主な用途
Forane®457A (ARM-20A)	139	R-404A, R-22	定置式冷凍、スーパー
Forane®ARM-25	<150	R-404A	定置式冷凍、スーパー
Forane®459A (ARM-71)	461	R-410A	空調機、水冷チラー
Forane®ARM42	<150	R-134a	カスケード
Forane®20b	250	R-22	業務用空調機

(出典：アルケマ、Chillventa2016 セミナー)

<市場での GWP に対する見通し>

表 3.2.14 アルケマ社による GWP に対する見通し

	現在	将来
冷凍機器	1,300~3,900	<150~2,100
空調機	1,300~2,100	<150~1,300
チラー	75~1,300	1~150
ポリスチレンフォーム	700~1,300	1
ポリウレタンフォーム	~ 800	1

(出典：アルケマ、Chillventa2016 セミナー)

<冷媒の用途別の動き>

表 3.2.15 アルケマ社による将来の冷媒見通し

用途	現在の冷媒	将来の冷媒
食品加工、食品冷凍	R-404A	レトロフィット R-407
		R-452C
		R-457A/ARM-25 (GWP;<150)
	R-22	レトロフィット R-427A
		R-457A (GWP;139)
カスケード	R-134a	ARM-42 (GWP;131)
DX システム	R-404A	レトロフィット R-407
		R-452C
		GWP150, R-457A/ARM-25
	R-134a	ARM-42 (GWP;131)
R-22	レトロフィット R-427A	
	R-457A (GWP;139)	
冷凍輸送	R-404A	R-452C

(出典：アルケマ、Chillventa2016 セミナー)

○チラーでの動き

表 3.2.16 アルケマ社によるチラー転換冷媒の見通し

コンプレッサー	現在の冷媒	転換冷媒
スクロール型	R-410A	R-459A (GWP;461)
	R-22	レトロフィット R-427A
スクリー型	R-134a	ARM42 (GWP;<150)
	R-22	レトロフィット R-427A
ターボ型	R-134a	ARM42 (GWP;<150)
	R-123	R-1233zd

(出典：アルケマ、Chillventa2016 セミナー)

○業務用空調機の動き

表 3.2.17 アルケマ社による業務用空調機の転換冷媒の見通し

代替対象冷媒	冷媒転換
R-410A	R-459A (GWP;461)
R-22	レトロフィット R-427A
	ARM20b (GWP;250)

(出典：アルケマ、Chillventa2016 セミナー)

(5) メキシケムの「Klea®」

○現在持つ代替冷媒は Klea®407A で、R-404A を代替する。

- ・ F-ガス規制の<2,500 を満足する冷媒である。
- ・ オーストリアのスーパーマーケットやスペイン、英国、フィンランド、米国などで使用されている。
- ・ R-22 の代替としても使用されている。
  - ・ 今後 R-507,R-404A と R-407B の代替としても可能性がある。

○開発品

(1)R-134a 代替

表 3.2.18 メキシケム社の R-134a 代替冷媒

冷媒	GWP	燃焼性	臨界温度 (°C)	臨界圧力(kPa)
R-134a	1,430	A1	101	4,059
R-1234ze(E)	<5	A2L(12~20%)	110	3,657
R-1234yf	<5	A2L(6~12%)	95	3,296
AC5	90	A2L(14~29%)	103	4,278
AC5X	600	A1	~102	~4,200
BRB36	~500	A1	~106	~3,900

(出典：メキシケム、Chillventa2016 セミナー)

(2)R-404A/R-407A 代替

表 3.2.19 メキシケム社の R-404A/R-407A 代替冷媒

R-404A 代替(低温用途)	GWP	燃焼性
LTR4X	~1,350	不燃
LTR10	~2,100	不燃
LTR11	<150	A2L

(出典：メキシケム、Chillventa2016 セミナー)

(3)空調・ヒートポンプ(R-410A 代替)

表 3.2.20 メキシケム社の R-410A 代替冷媒

R-410 代替	GWP	燃焼性
HPR1D	~400	A2L
HPR2A	~600	A2L
R-32	675	A2L

(出典：メキシケム、Chillventa2016 セミナー)

### 3.3 米国における動向調査

#### 3.3.1 米国の空調機市場の状況

2017年1月30日(月)～2月1日(水)まで米国・ラスベガスでAHR・EXPO(国際冷凍空調展)が開催されたので、米国の冷凍空調機の最近の状況を調査した。

##### (1) AHR・Expoの位置付け

米国で毎年開催されるAHR・Expoは、エアコンとヒートポンプを中心とした展示会の意味合いが強いものであった。従って、調査もエアコンを中心としたものとなった。

米国以外の出展企業は、欧州からはほとんどなく、日本、中国、韓国とカナダであった。日本、中国、韓国のエアコンメーカーは、各種のエアコンの展示にスペースを取って、見た目にきれいに展示していたのに対し、米国企業の展示は地味であった。また中国、韓国の中小部品メーカーが多く出展していた。

##### (2) AHR・Expo2017での調査結果

1)調査の主テーマは、米国の冷媒転換の状況を把握することにあつたが、冷媒転換を旗印に商品をPRする展示は、米国大手メーカーであるトレインとキャリアのチラー以外はなかった。昨年のドイツでの展示会Chillventa2016では、EU F-ガス規制の影響もあり、積極的に冷媒転換を表に出してPRしていたのとは対照的であった。冷媒転換のムードには無いとの印象であった。また、日本企業担当者へのヒアリングでも、「米国の冷媒転換は進んでいない。」と言っていた。

2)HFC-32の転換は、米国EPAのSNAPに登録されているのが、ウィンド形エアコンのみのため、ダイキン工業系列のGoodman 1社のみの展示であった。ウィンド形エアコンを多く出展していた中国のメーカーも、HFC-32への転換機種種の展示はなかった。

3)アンモニアを使用した機器の展示は、前川製作所のみであった。アンモニアの使用はカリフォルニア州とニューヨーク州で使用量制限がある。スーパーマーケットでの使用も、周辺への影響等を含めて問題ないとのことであった。

4)米国ではスーパーマーケット等のショーケースの製造・販売量が多いが、展示ではCO<sub>2</sub>を冷媒とする展示は全くなかった(ショーケースもコンビニ用の1社のみであった)。米国南部に大型スーパーマーケットが多いが、気温の関係で超臨界CO<sub>2</sub>は使用できず、カスケード使用のみとのことである。

5)米国の冷凍機の市場状況、ショーケースでの冷媒転換状況の調査は、毎年開催されるAHR・Expo以外の展示会で調査する必要があるとの印象を受けた。

(例えば、2016.6 シカゴでGlobal Cold Chain Expoが開催されている。)

(3) 世界のエアコン市場における米国の位置付け

表 3.3.1 世界のエアコン市場規模 (単位 ; Million units)

国及び地域	2016年	2017年予想
米国	14.8	16.40
中国	44.3	49.15
日本	8.8	9.43
欧州	5.7	6.38
東南アジア	8.7	11.70
インド	5.1	6.63
合計	114	118.93

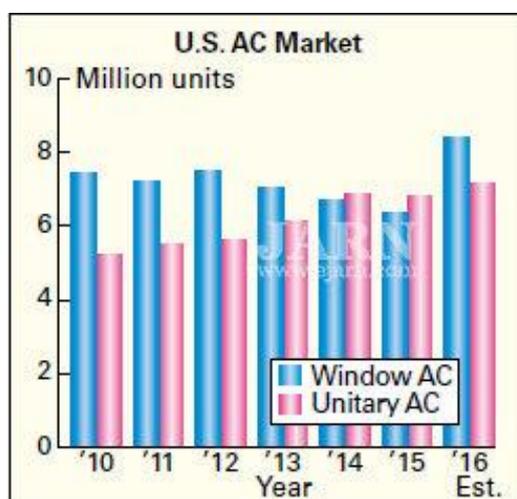
(出典 : JARN ニュース 2017.1)

中国が圧倒的に多いが、米国は中国に次ぐ市場となっている。

(4) 米国の家庭用エアコンの市況現状

表 3.3.2 米国の家庭用エアコンの状況 (単位 ; units)

家庭用エアコンのタイプ	2016年	年伸び率
Unitary(ダクト式エアコン)	7.1 Million	6.9%
Window (ウィンド形エアコン)	7.0 Million	11.8%
Mini-split (ノンダクトエアコン)	843,000	18.2%



Source: AHRI (Unitary AC)

図 3.3.1 米国のエアコン市場状況

(出展 : JARN ニュース 2017.1)

- ・日本とは異なりウィンド形エアコンのタイプが多い。
- ・ダクト方式エアコンが圧倒的に多い。  
(ダクト方式エアコンの割合が 9 対 1 とも言われている)

(5) AHR・Expo2017 に展示していた主なエアコンメーカー

①日本---ダイキン工業、パナソニック、三菱電機、富士通ゼネラル、シャープ

②中国---グリー、メディア、ハイアール、ハイセンス、TCL

③韓国---サムソン、LG 電子

④米国---大手のうちヨークは出展していたが、トレイン、キャリアのエアコン出展はなかった。

日本、韓国の各メーカーは、「ダクトフリー」、「インバーター」のエアコンをキャッチフレーズに PR していた。また、室内機の斬新なデザインも強調していた。中国と韓国のメーカーは、ウィンド形エアコン、スポットエアコンを含め、幅広い機種の実機展示が目立った。

(6) エアコンの使用冷媒

ARH・Expo2017 で展示していたエアコンのほとんどが R-410A 使用であった。

(7) HFC-32 使用のエアコン

- ・米国では EPA の SNAP に登録された冷媒しか使用できない。
- ・現在 HFC-32 はウィンドタイプと窓下置きタイプのみが登録されている。
- ・このような状況下、ダイキン工業の系列会社である Goodman のみが唯一 HFC-32 を使用したウィンドエアコンを展示していた（日中韓のエアコンメーカーも HFC-32 使用エアコンの展示はなかった）。

※Goodman の昨年の HFC-32 のウィンド形エアコンの出荷台数は 5,000 台との説明であった。



図 3.3.2 Goodman 社の HFC-32 使用ウィンド形エアコン

(出典：Goodman 社ブース、AHRExpo2017)

(参考)展示会内で開催されたセミナーでダイキン工業が発表した世界の HFC-32 エアコン地図

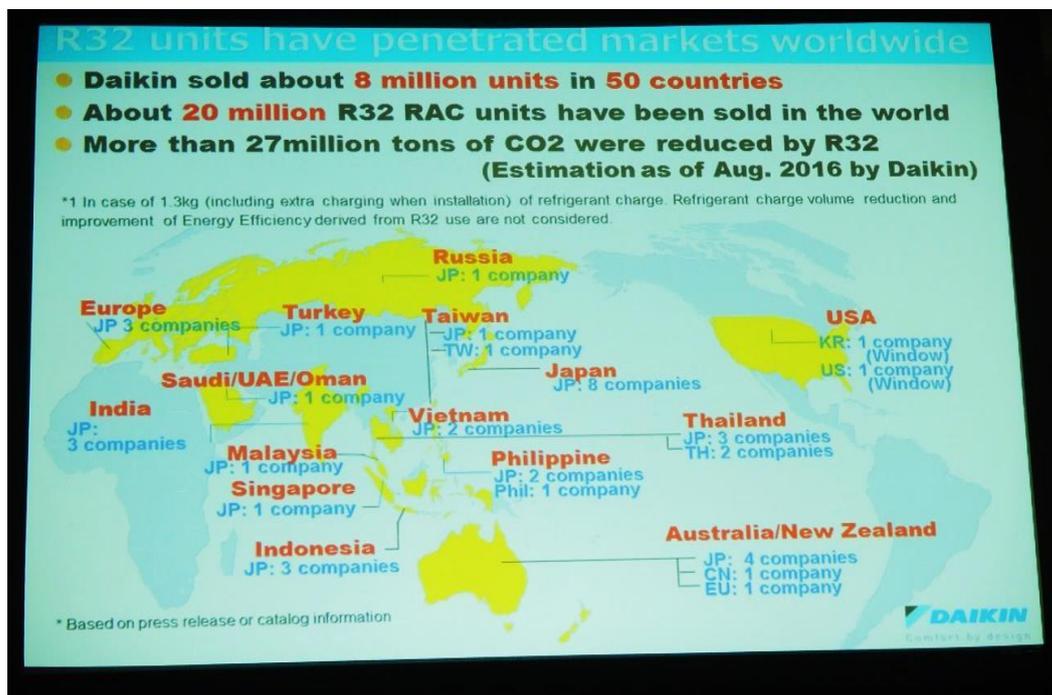


図 3.3.3 世界の HFC-32 エアコンの導入地図 (2016.8 ダイキン工業資料)

(出典 : Sustainable Technologies for Stationary Air Conditioning Workshop, 2017.2.1

Session II A ; Low GWP Alternatives for Residential and Light Commercial Applications)

<SNAP に登録されるには>

SNAP に登録されるためには、先ず UL (Underwriters Laboratories) Standard をパスする必要がある。UL 認証書類を付けて EPA に申請する手続きが必要となる。

(2012 年 3 月発行の UL484, for Room Air Conditioners, 補足 B~F)



図 3.3.4 現在 SNAP に登録されているウィンド形エアコンの様々な種類

(出典 : Gree 社ブース、AHRExpo2017)

### 3.3.2 米国の冷蔵冷凍機市場の状況

#### (1) 世界のチラー市場と米国のチラー市場

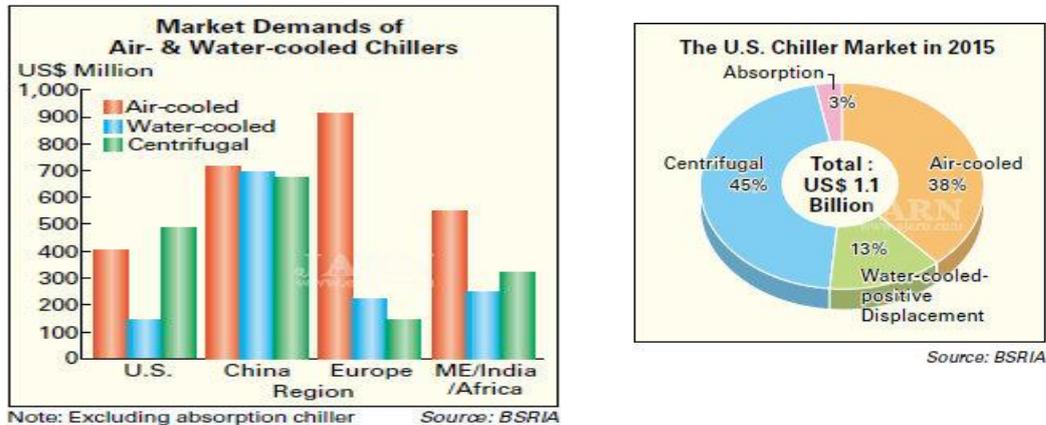


図 3.3.5 世界のチラー市場と米国のチラー市場

(出典：JARN ニュース 2011.11)

米国のチラー市場は世界で 2 番目に大きく、製造されたチラーのうち 30～35%が海外に出荷される。特に大型冷凍機の半数は、アジアおよび中東市場での大型プロジェクト向けに出荷される。米国の遠心式冷凍機(Centrifugal, ターボ冷凍機)の需要は、2015 年には前年比 17.1%増の 4 億 7,680 万ドルとなった。世界の遠心式冷凍機生産の約 30%は米国に拠点を置き、この生産の 35%が輸出される。また、米国の大手メーカーは、世界に製造施設を持っていることから、すべての地域の生産を含めれば米国主要メーカーの世界シェアは 80%以上を占めている。(出典：JARN ニュース 2016.9)

#### (2) チラーの展覧会での展示状況

米国の大手冷凍機メーカーである Trane、Carrier、York がチラーを展示していた。

##### ① Trane

Eco-Wise：チラー用冷媒の選択

表 3.3.3 Trane のチラーの冷媒選択

低 圧	中 圧
R-134a	R134a
R-514A	R-513A
HFO-1233zd(E)	HFO-1234ze(E)

(出典：Trane 社ブース、AHRExpo2017)



Trane CenTraVac centrifugal chiller with R1233zd (E)

図 3.3.6 Trane の HFO-1233zd(E)冷媒のターボ冷凍機

(出典：JARN ニュース 2011.11)

② Carrier

○AquaEdge Centrifugal Chiller \*使用冷媒---HFO-1233zd(E)



図 3.3.7 Carrier の HFO-1233zd(E)冷媒の冷凍ターボ機

(出典：Carrier 社ブース、AHRExpo2017)

○スリキュータイプチラー \*使用冷媒---R-134a

③ York

小型の模型で展示していた。

チラーの冷媒転換 R-134a → R-513A

(3) アンモニア系チラー

前川 USA が唯一、NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> チラーを展示していた。

同社の新製品チラーBoReas（3機種）は米国の大型スーパーマーケット向けで、アンモニアを冷媒とし、CO<sub>2</sub>を二次冷媒としている。-5~-10℃をターゲットに、パッケージ型でコンパクト（最大長が1.6m~1m程度）にして設計している。建屋の屋上にも設置できるようにしている。冷凍冷蔵ショーケースに利用できる。

アンモニア冷媒量は17kg（38lbs）~34.5kg(76lbs)程度に抑えており、従来型のアンモニア冷凍機の10~20tの使用量を大幅に減少させているという大きな特長がある。

米国では、Jonson Controls、GEA、Emersonが3大アンモニアメーカーであるが、今回AHR・Expo2017ではアンモニア系チラーの展示はなかった。

#### （4）CO<sub>2</sub>系チラー

2015年の世界の冷凍ショーケースの市場は次のようであった。

表 3.3.4 冷凍冷蔵ショーケースの2015年の出荷台数

国	出荷台数
米国	770,000
欧州	700,000
中国	351,000
日本	308,125

(JARN社 推定)

米国がトップであることから、AHR・Expo2017での各社による展示が期待されたが、展示はコンビニ用ショーケース1社あるのみで、しかもCO<sub>2</sub>使用ではなかった。大手のトレインも展示していなかった。

なお、日本のサンデンがCO<sub>2</sub>温水器を出展していた。

CO<sub>2</sub>ショーケースはSandenVendro America(本社：ダラス)で製造販売しているが、今回の出展はなかった。

昨年10月のドイツのChillventa2016ではEmersonをはじめとする部品メーカーがCO<sub>2</sub>コンプレッサーを出展していたが、Jonson Controlsを含めて今回のAHR・Expo2017では出展していなかった。

### 3.3.3 地球温暖化負荷低減への取り組み(米国空調暖房冷凍工業会)

Working towards a new lower environmental impact

-----Steve Yurek (AHRI Air-Conditioning Heating and Refrigeration Institute)

<現在しなければならない多くのことがある>

- (1) モントリオール議定書の下での削減計画に対する交渉
- (2) 新技術と冷媒の継続した探索と開発

これに対しての、

- (a) 法律を受け入れ、規制上の障害を取除くこと
- (b) 技術者に対する適切な教育と訓練が必要とする

<大きな変化が雇用につながる>

- ・ 高 GWP 冷媒に対する削減計画が地球規模で実施されようとしている。
- ・ 促進材となるのが、
  - \* モントリオール議定書改定
  - \* US EPA の SNAP 計画 / 温暖化アクション計画
  - \* カナダの規制と EU の F-ガス規制
  - \* カリフォルニア州の HFC 提案

→これらに対し、我々米国空調暖房冷凍工業会は対応できるだろう。



図 3.3.7 地球温暖化負荷低減への取り組み (米国空調暖房冷凍工業会)

(出典 : AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

#### ○モントリオール議定書関係

(2016.10 ウガンダ / キガリの会合で HFC 削減計画が合意されたので、内容は省略)

#### (a) HFC に関する米国の規制状況 --- EPA SNAP >

- ・ オバマ大統領の温暖化対策計画に対し、EPA は SNAP 計画により温暖化対策となる冷媒の使用を促進している。
- ・ 新低 GWP 冷媒の使用を許可している(可燃性に対しては条件を付けている)。

表 3.3.5 米国での新しい低 GWP 冷媒の使用許可状況

新冷媒 (GWP)	用途 (by EPA)				
	定置型業務用冷凍機器	自動販売機	超低温冷凍機器	熱媒体	家庭用エアコン
エタン (R170) (6)			○	○	
イソブタン (3)	○	○			
プロパン (3)		○			○
R-441A (5.6)	○	○			○
R-32(675)					○

(出典：EPA/SNAP)

※R-32 は家庭用セントラル、マルチタイプエアコンでは認められていない。

### U.S. Regulatory Activities on HFCs – EPA SNAP

- **President Obama’s Climate Action Plan**
  - EPA to use SNAP program to encourage use of climate friendly alternatives
- **New low GWP refrigerants (subject to use conditions because of flammability) allowed**

Refrigerants	End Use and Application Considered by EPA				
	Retail Refrigerator Stand-alone	Vending Machines	Very Low Temperature Refrigeration	Heat Transfer	Home AC – Self-Contained
Ethane			✓	✓	
Isobutane	✓	✓			
Propane		✓			✓
R-441A	✓	✓			✓
R-32					✓

- R-32 not approved in residential central AC, mini-splits and multi-splits



図 3.3.8 米国 EPA SNAP での冷媒選択状況

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

<業務用冷凍機器に関する HFC 規制>

表 3.3.6 米国での業務用冷凍機器に関する HFC 規制 (年月日は開始時)

冷媒(GWP)	スーパーマーケット	スーパーマーケット	コンデショングユニット	コンデショングユニット	固定式			
	新	Retrofit	新	Retrofit	条件1新	条件2新	低温新	条件3新
R-404A/R-507A (3780/2210)	2017.1.1	2016.7.20	2018.1.1	2016.7.20	2019.1.1	2020.1.1	2020.1.1	2016.7.20
R-410A (2100)	OK	---	OK	---	2019.1.1	2020.1.1	2020.1.1	---
R-407A/C/F (1730/1650/1825)	OK	OK	OK	OK	2019.1.1	2020.1.1	2020.1.1	OK
HFC-134a (1360)	OK	OK	OK	OK	2019.1.1	2020.1.1	2020.1.1	OK

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

※条件1 -----蒸発器を所有しない、条件2 -----MT >2,200BTU/hr で蒸発器を所有しない、  
条件3 -----低温～中温、レトロフィット

<HFC 規制の提案(最終ではない)>

表 3.3.7 米国での HFC 規制の提案 (最終ではない) (年月日は開始時)

削減対象冷媒(GWP)	チラー(新)	冷凍倉庫(新)	食品関係冷凍庫機器(新)
R-134a(1360)	2024.1.1	OK	OK
R-404A(3780)		2023.1.1	2021.1.1
R-407A&B(1730/2700)	2024.1.1	2023.1.1	2021.1.1
R-407C(1650)	2024.1.1		2021.1.1
R-410A(2100)	2024.1.1	2023.1.1	2021.1.1
R-507A(2210)	2024.1.1	2023.1.1	2021.1.1

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

<EPA が追加で承認した冷媒>

表 3.3.8 米国で EPA が追加で承認した冷媒

用途	冷媒
業務用氷製機(新)	プロパン(R-290(GWP=3))
ウォータークーラー(新)	プロパン(R-290(GWP=3))
超低温冷凍機(新)	プロパン(R-290(GWP=3))

<https://www.epa.gov/snap/snap-regulations>

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

<EPA の冷媒規制>

表 3.3.9 米国 EPA の冷媒規制

分類	具体的な用途	認められていない冷媒
冷凍機器	冷凍倉庫(新)	プロピレン、R-443A
空調機器	居住用と小型の業務用(レトロフィット)	燃焼性がクラス 3 のすべての冷媒
	居住用と小型の業務用(新)	プロピレン
	チラー(新)	プロピレン

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

(b) カリフォルニア州の短寿命物質による削減戦略

- ・ 2030 年までに 40% HFC 排出量を削減する提案で次のものを含む
  - \* 低 GWP 冷媒の価格に対するインセンティブを有する
  - \* 2016 年にモントリオール議定書会議で合意されなければ、カリフォルニアが HFC 削減を実施する
  - \* 2,500 以上の高 GWP 冷媒の販売禁止と次の項目

表 3.3.10 米国 EPA の冷媒規制

据え置き型の空調・冷凍機器	新型装置で禁止する GWP	開始時
業務用冷凍機器	150 以上	2020.1.1
空調機器	750 以上	2021.1.1

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

※最終決定は 2017 年以降

(c) 燃焼性 A2 と A3 冷媒使用に関する現在の規制

- ・一般的に、米国の基準は非常に厳しい。
- ・A2 又は A2L 冷媒は、建物の位置にもよるが、3kg(居住用)又は 10kg(業務用)以下の場合独立式建物において認められている。
- ・A3 冷媒は監督権を有する当局による許可以外は使用することができない。  
\*例外は、一人当たり 9.3m<sup>2</sup>以上の面積を持つ実験室、企業の占有物  
150g 以下の冷媒を含有する可動式のシステム

<新冷媒の米国での採用プロセス>

次のものによる

- ・適切な安全分類(ASHRAE 34)
- ・EPA SNAP の承認
- ・関連する安全基準に適合 ← 2L 及び 3 の冷媒の使用には安全基準を緩めることが必要となる。



図 3.3.9 米国での新冷媒採用プロセス

(出典：AHRI, Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)



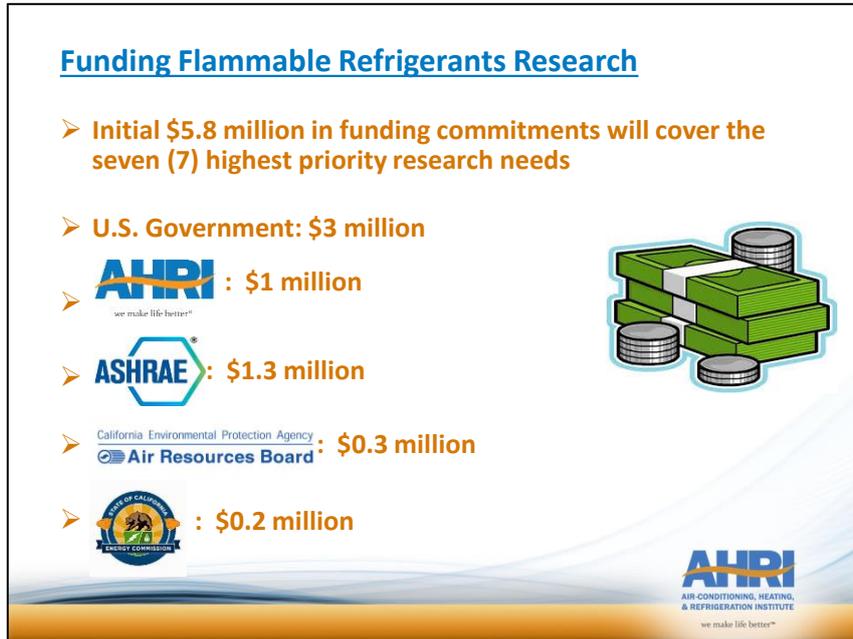


図 3.3.11 米国での可燃性冷媒調査の基金

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

(d) 産業界の動き

- 製造業者(OEMs)は代替品の選択を開始した。
  - 業務用冷凍機器 : HCs, CO<sub>2</sub>, カスケードシステム
  - チラー : HFO-1233zd(E), HFO-1234ze(E)
  - 空調機 : R-32, DR55
- 製造業者(OEMs)は部品と装置の開発を進めている。

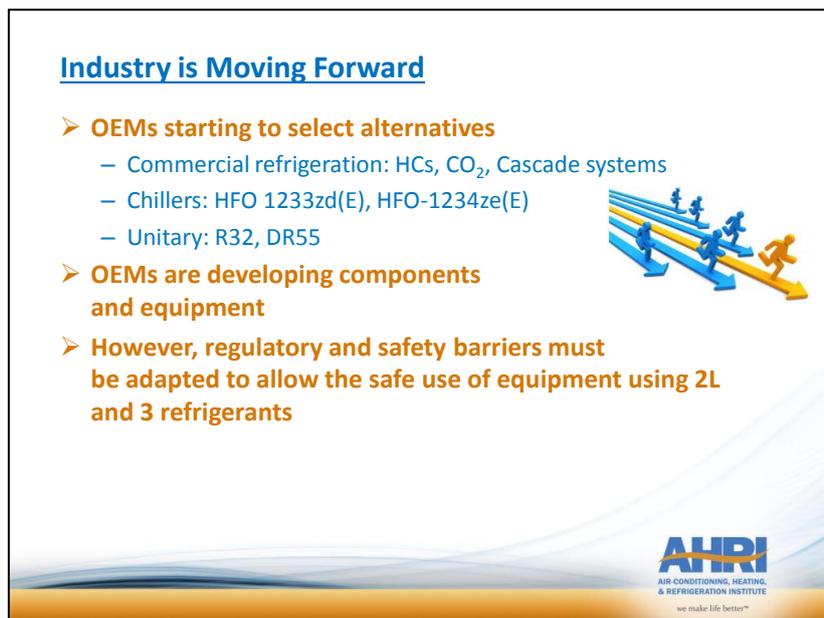


図 3.3.12 米国での産業界の動き

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

＜教育と訓練がまた重要である＞

- ・多くの低 GWP 冷媒は可燃性であり、毒性もあることから、安全に使用するための適切な取扱いを必要とする。

(e)米国空調暖房冷凍工業会では低 GWP 冷媒のためにやるべきことがたくさんある。



図 3.3.13 AHRI（米国空調暖房冷凍工業会）の課題

(出典：AHRI Chillventa2016 シンポジウム、2016.10)

### 3.4 アジアにおける動向調査

アジアにおける HFC 冷媒の代替に関する市場動向調査として、中国とインドにおける炭化水素プロパン(R-290)を冷媒としたエアコンの動向を、各種文献調査や欧米での展示会の現地情報により調査を実施した。

#### 【経緯】

2010 年 MOP22 (モントリオール議定書第 22 回締約国会議) でのセミナーで、GIZ (ドイツ国際協力公社 : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) が中国の Gree (珠海格力電器) と開発を進めていた R-290 を冷媒としたエアコンの開発状況を発表した。その後、中国の他のエアコンメーカーおよびインドでも、GIZ および MLF (モントリオール議定書のための多数国間基金; Multilateral Fund) の支援の下での開発および生産が行われてきた。

中国およびインドでの開発と生産および市場状況(特に既に販売されているのか等)についての調査結果を記す。

#### 3.4.1 中国の R-290 エアコンの状況

##### (1) Gree(珠海格力電器)での開発の経緯

###### (a)GIZ の取組み

GIZ は、前身である GTZ (ドイツ技術協力公社 : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) の時代、2008 年から途上国支援を開始し、2010 年までに年間 120 百万ユーロの予算で、181 のプロジェクトを支援してきた。(GTZ は、2011 年 1 月 1 日に、ドイツの海外技術協力を実施する他の二機関と統合され、GIZ となった。) 支援プロジェクトのテーマの一つが冷媒分野で、炭化水素などの自然冷媒と省エネを対象案件としていた。R-290 を冷媒に使用するエアコンについては、ガイドラインを策定して支援を行ない、そのエアコンの普及活動を行ってきた。

この支援を中国の Gree、その後インドの Godrej & Boyce 社が受け、さらに MLF が支援する形で、開発が進められてきた。

###### (b) MOP22 でのセミナーで行った GIZ の説明 (2010 年 11 月、バンコク)

###### (i)開発状況

中国 Gree と 200 万ユーロのプロジェクトを開始した。パイロット生産は 2010 年末に終了し、2011 年から生産を開始する。現在のところ技術的には完成し、安全対策の詰めを行っている。安全対策の配慮、安全教育が大事だと認識している。安全対策としては、充填量を少なくし、漏洩警報システムの装備を検討している。

GIZ は、Gree が CHEAA (中国家電協会 : China Household Electrical Appliance Association) 等の協力を得て、最初に毎年 10 万台の生産能力を持つ R-290 エアコンの生産ラインを設計し、建設するための資金として 105 万ユーロを提供した。

## (ii)市場展開の計画

- ・2010 年末に 10 万台／年のラインを完成させる。(プロジェクト全体は 20 万台の計画)
- ・タイプは冷房能力 2.7kW と 3.5kW の二機種で冷媒量は 280g とする。
- ・市場展開は 2011 年から開始し、次の手順で行う。

第一段階----モルディブ、フィリピン、マレーシア

第二段階----中国の一部(2 地域)

第三段階----ヨーロッパ、オーストラリア

第四段階----中国



## (c)Gree での開発状況

### ①開発の背景

開発当時、中国のエアコン用冷媒は HCFC-22(R-22)を使用しており、モントリオール議定書の規制から冷媒転換が必須の状況にあった。中国の室内エアコン業界は、2015 年までに 10,430 トンの HCFC を段階的に廃止しなければならなかった。従って、R-290 エアコンの開発には、R-22 の段階的廃止のスピードを加速することが期待された。

### ②開発状況

開発された R-290 エアコンは、CHEAA の専門家パネルの検査に合格した。その後、2010 年 9 月、VDE(ドイツ電気電子協会)は R-290 エアコンの最初の証明書を Gree に発行した。これは、Gree によって生産された R-290 エアコンがドイツと EU のすべての国で販売可能であることを意味する。

2011 年のモデル生産ラインは Gree で完成し、中国とドイツの共同専門家グループが実施した現場検査に合格したが、この段階はまだ「プロジェクト」であった。

2011 年 9 月に中国湖南省で Gree 社のエアコンの屋外機を修理したところ、爆発が起こったことが報じられている。

## (2) MLF による「デモンストレーションプロジェクト」

GIZ 以外の支援体制として、MLF によるプロジェクトが、途上国の冷媒転換事業を推し進める立場から、R-290 エアコンの開発支援を開始した。

### (a) Meizhi (広東美芝冷凍設備有限公司)

2010 年 Meizhi の「美芝ルームエアコンコンプレッサー生産 R-22 から R-290 への転換モデルプロジェクト」が多国間基金委員会で承認された。2012 年コンプレッサー生産ラインは正式に契約を結んだ。これによりモントリオール基金モデル生産ラインが国連の認可した初めての R-290 圧縮機生産ラインとなった。Meizhi の「R-290 高効率コンプレッサー研究開発プロジェクト」は 2012 年度国家トーチ計画産業化モデルプロジェクトにも盛り込

まれている。

2013年8月に転換が完了し、2種類のR-290コンプレッサーを持つことになった。

#### (b) Midea (美的集団)

一方、中国エアコン大手のMideaもMeizhiと協力し、モントリオール基金に対し2010年に「R-290エアコンモデルプロジェクト」を申請し、認可を得た。

2014年のモントリオール基金委員会で、UNIDO（国連工業開発機関）が両社の状況を以下のように報告している。

○Midea-----200,000台のラインのR-290への転換事業。

- ・2013年7月までに完成した。
- ・主要ポイントは冷媒漏洩で、①防爆対策、②漏洩センサー、③温度と圧力センサーの対策の実施
- ・可燃性冷媒のための中国で義務となっている認証を得た。

○Meizhi----1,830,000台のコンプレッサーラインの転換

#### (c) Chunlan (春蘭冷凍設備有限公司)

Chunlan(春蘭冷凍装置有限公司)は、2012年からエアコン生産ラインを構築し始め、2014年初頭には、最初のR-290エアコン生産ラインが完成し、試運転が行われた。中国政府の3C安全認証、環境保護と火災等の対策で2014年4月同社は合格した。

さらに2014年5月環境保護省のHCFC-22をR-290に転換する技術転換プロジェクトの補助金制度を受けている。

2015年には、オーストラリアや他の国に輸出している。

Chunlanは、UNIDOやUNDP（国連開発機構）などの国連機関や国内外の有名な研究機関と協力して、画期的な技術のボトルネックを克服したことにより、重要な成果を上げたとしている。これにより同業他社より先駆けて、技術スキームの完全な構築を行っている。その中で、ノズル絞り技術の最初のアプリケーションでR-290空調、冷凍システムの2つの特許（特許番号201320341714、特許番号201310235930）を取得している。

Chunlanは、R-290家庭用エアコンの生産技術をベースに、他の分野のR-290エアコンの開発に注力している。

#### (d) その他

2013年CHEAAは、Haier（海爾）、Hisense（海信）等のエアコンメーカーの18ヶ所の生産ラインで改造が行われており、同基金の支援を受ける計画だと述べた。

### (3) 中国政府の支援

中国の環境保護省は、「室内用エアコンでのHCFCフェーズ・アウト・マネジメント行動

計画」の一環として、IOC (Incremental Operating Cost) 補助金を受け取る資格のあるエアコンメーカー9社のリストを発表した。補助金により、企業がエアコン生産ラインをR-290に転換するコストと、生産開始後数年間の生産コストの増加分をカバーすることができる。

この補助金は、下記の9社18の生産ラインが対象となり、これによりR-290の商業化が促進された。

- (a) 珠海 Gree(格力)、(b) Midea(美的集団)、(c) Hisense(海信)、(d) 重慶 Haier(海爾)  
(e) TCL 中山、(f) 広東 Kelon(科龍)、(g) 四川 Changhong(長虹)、  
(h) 江蘇 Chunlan(春蘭)、(i) 膠州 Haier(海爾)

#### <補助金の詳細>

##### ① ポータブルユニット

2015年12月31日以前に製造された最初の10,000台には、360元(43ユーロ)。

1万台後の補助金は300元(36ユーロ)に引き下げられる。2016年1月1日以降、補助金は150元(18ユーロ)に、その後2018年1月1日には0となる。

##### ② ウィンドユニット

2015年12月31日以前に製造された最初の10,000台は155元(19ユーロ)。

1万台後は補助金が125元(15ユーロ)に引き下げられる。2016年1月1日以降、補助金は63元(7ユーロ)となり、その後、2018年1月1日には0に引き下げられる。

##### ③ 除湿ユニット

2015年12月31日以前に生産された最初の10,000台は150元(18ユーロ)。

1万台後には補助金が120元(14ユーロ)に引き下げられる。2016年1月1日以降、補助金は60元(7ユーロ)に、その後、2018年1月1日には0になる。

現在までに、環境保護省の対外経済協力局(MEP-FECO)は14の企業とR-22の生産ラインの転換契約を完了している。同省は、R-290エアコンへの生産ライン転換契約12件、3社とR-290エアコン用コンプレッサー生産ライン転換契約を結んでいる。また、6社と7つのR-410Aエアコン生産ライン転換契約を締結している。

これらの合意された生産ラインの転換は、HCFC-22排出量を7,300トン削減し、目標の70%以上を達成することになる。このうち、R-290エアコンへの転換は、HCFCの排出量を4,600トン削減することになる。

2014年の段階で、少なくとも6種類のR-290ルームエアコンが承認され、認証されている。これによりこれらは中国市場で販売することができる。

#### (4) 中国政府によるR-290を許可するエアコン規制の改正

エアコン冷媒にR-290を使用することを可能にする国家安全基準は、既に2013年5月

に発効している。2014年3月、政府は、設置および保守、生産ラインの安全性、輸送に関する追加規制など規制の改定を行った。これらの規制は、R-290などの可燃性冷媒の使用をカバーするために、さらに変更される予定となっている(2015年の段階ではまだ進行中となっている)。環境保護省はまた、炭化水素の安全な使用に関する技術者を訓練するための活動を企業と協力して実施している。国家プロフェッショナルアセスメントマネジメント協会は、HCFCの回収、可燃性冷媒の安全な取り扱い、代替冷媒に関する知識を提供している。

#### (5) 中国での R-290 エアコンの離陸

2015年3月、中国の R-290 エアコンの商業化を促進するためのイニシアチブである「グリーン・カーボン・ラベル」が発表された。これは、国連、CHEAA、中国環境保護省対外経済協力局 (FECO)、GIZ が提携して、共同でメーカーとサプライヤーに R-290 エアコンユニットの商品化を加速するよう促している。

当初 GIZ と Gree が計画したモルディブでの販売は実施され、現在も続いているとの情報がある。

しかし、最初に開発に着手した Gree は Haier とともに、最初の R-290 エアコンを国内市場で販売することには間に合わなかったようである。

Haier が 2015年4月3日供給開始し、2015年4月30日 Gree が上市している。

現在、年間 180 万台の家庭用 R-290 エアコンの生産能力を目指して下記の企業が市場に参入することを目指している。

- \* Gree Electric Appliances, Inc. of Zhuhai, (珠海格力電器)
- \* Midea Group Co. Ltd. (美的集団)
- \* Haier Electronics Group Co. Ltd, (海尔電器集団)
- \* TCL Corporation,
- \* China Yangzi Group 、 Chuzhou Yangzi Air Conditioner Co., Ltd.
- \* Sichuan Changhong Air Conditioner Co. Ltd. (四川長虹エアコン株式会社)
- \* Chunlan (春蘭冷凍設備有限公司)
- \* Hisense Group (海信集団)

#### (6) R-290 エアコンは本当に中国市場に出ているのか

Chunlan の R-290 エアコンは、アリババのサイトで掲載販売されている。

また次の情報もある。

「2016年6月15日から、北京市梁前路2番地にある国連ビルでは、20年近く使用されていた日本のブランドのロゴが付いた室外ユニットからハイアール R-290 空調設備に変更された。これには環境保全省と中国家電協会の対外経済協力室が推進した。」

「2015年に Gree は深圳大学と R-290 エアコン調達契約調印式を行なった。環境保護省関係者が参加している。」

では本当に中国市場に出ているのかを確認するために、2017年1月に米国で開催されたAHR・Expoに出展していた中国企業に販売、開発状況を聴取した。

GreeとMideaでは担当者不在などの理由で回答は得られなかったが、Hisenseから中国での状況について回答が得られた。まとめを次の表に示す。

表 3.4.1 中国内での R-290 エアコンの状況

メーカー	販売しているか	いつから販売を	開発中か
Gree	○	3～4年前	○
Midea	○	3～4年前	○
Haier	?		○
Hisense	○	1.5年前	○
TCL	?		?

(出典：AHRexpo2017 ヒアリング、2017.2)

◎安全性が最大の問題とのこと（そのために開発が終わらない）。

日本のエアコン販売企業および業界関係者はいずれも、「中国の法整備が整わないので、市場には出ていない。」との見方であった。

以上から、販売体制は数年前から整っているようだが、まだ試験販売的な要素が強いと推定する。最大の問題は安全性にあり、国内法が完全に整備されないと本格的な販売とはならないようである。

(参考)

表 3.4.2 中国のエアコン市場

年	中国(百万台)	(参照)日本(百万台)
2010	95	8.9
2011	109	9.1
2012	104	9.3
2013	111	9.8
2014	117	9.3
2015	107	8.9

表 3.4.3 2015 年の中国エアコンシェア

企業	市場シェア (%)
Gree	34
Midea	25
Haier	7
Chigo	4
TCL	4
Hisense	3
Changlong	2

(出典：中国国家统计局、経済産業省)

### 3. 4. 2 インドの R-290 エアコンの状況

#### (1) インドのルームエアコン産業

インドのルームエアコンの普及率は、IMF（国際通貨基金）資料によると 2014 年で 13% と推定される（4%程度という報告もある）。その市場規模（年間販売台数）については 2015 年で 384.7 万台（うちウィンド形 70.5 万台含む）と推定されている（日本冷凍冷蔵空調工業会調べ）。

ルームエアコンの 2014 年の年間販売台数は前年比 8~10%増の 300~350 万台とみられている。市場の 75~80%をスプリットタイプで、20~25%をウィンドタイプが占めている。ウィンドタイプのシェアは年々低下しており、サムスンなどのいくつかのメーカーは撤退しているが、スプリットタイプよりも安いため、エアコンの新規購入者やインド北部などでは依然として需要があるという。

ルームエアコン販売の企業別シェアは、2012 年では右のように、Voltas、LG、Samsung の順であるが、2014 年では、1 位は LG で 22%、2 位が Voltas で 20%、3 位はサムスンで 12%、日立 7%、ダイキン工業 4%となっている。ダイキン工業は、2000 年にインドに進出、2009 年まではタイからの輸入販売だったが、工場を新設し、現在は年間生産台数 40 万台のラインを稼働し、更に

表 3.4.4 インドのルームエアコンの上位 5 社（2012 年）

Table 1: Top Five in Sales of Room Air Conditioners in India		
COMPANY NAME	OWNERSHIP	MARKET SHARE
Voltas	India	~18.3%
LG	Republic of Korea	~17.7%
Samsung	Republic of Korea	~10.0%
Panasonic/National	Japan	~9.9%
Hitachi	Japan	~7.3%
Other <sup>a</sup>	Various	~36.8%

Source: GfK-Nielsen India; Market share data is based on multi-brand retail outlet sales figures and excludes single-brand outlet sales; Writankar Mukherjee, "Voltas leads air-conditioner market; LG slips to number 2 position," *The Economic Times*, July 4, 2012.

<sup>a</sup> Includes Blue Star, Carrier, Daikin, General Electric, Godrej, Haier, Onida, Swegon/Blue Box, and Whirlpool.

100 万台の増設を発表している。市場の変動が大きく、今後シェアの変動が予想される。

（参考）注目されている今後の焦点の一つはインバーターエアコンで、日本の普及率は 100%、中国が 50%なのに対し、インドではわずか 3%で、各社は 2 年前から商品の投入を開始している。<infobridge asia 記事>

#### (2) インドのルームエアコンの冷媒

米国環境 NGO、NRDC（Natural Resources Defense Council：自然資源保護協議会）の 2013 年 6 月に報告「Cooling India with Less Warming」（The Business Case for Phasing

Down HFCs in Room and Vehicle Air Conditioners) でインドの HFC フェイズダウンのプロジェクト内容が報告された。

<https://www.nrdc.org/sites/default/files/air-conditioner-efficiency-IP.pdf>

表 3.4.5 インドのルームエアコンの HFC 代替とその可能性

Table 2: Hydrofluorocarbons and Replacements in Room Air Conditioners and Their Availability in India					
REFRIGERANT	GWP	ENERGY EFFICIENCY	ASHRAE & ISO FLAMMABILITY	MARKET STATUS	REGULATORY STATUS
Current High-GWP Refrigerant Used in Room Air Conditioner					
HCFC-22	High (1810)	High	Class 1: Not flammable	Scheduled for phase-out under the Montreal Protocol, with a reduction scheduled over time in India.	No longer allowed in new appliances sold in the E.U., the U.S., or other developed countries
Replacements for HCFC-22 in Room Air Conditioner					
HFC-410a	High (2088)	Low	Class 1: Not flammable	Has been licensed to a number of global chemical producers and its patents are expiring.	
HFC-32	Medium (675)	High	Class 2L: Mildly flammable	There will be multiple suppliers of HFC-32, since the chemical is already manufactured as a component of HFC-410a; patents for manufacturing HFC-32 have long expired, guaranteeing competitive pricing; and construction of new production is under way in India by Daikin. Daikin has announced that it will allow companies in developing countries to use basic HFC-32 air-conditioning patents at no charge through "non-assertion contracts."	
HC-290 (Propane)	Low (<5)	High	Class 3: Highly flammable, but is approved by respected national and international safety authorities for refrigeration and air-conditioning applications with relatively small charges and explosion-proof electrical connections and components such as switches.	Godrej in India produces room air conditioners using HC-290; Gree in China and more than half of the manufacturers in China have chosen HC-290. Two air-conditioner production lines and a compressor production line have already been converted. China adopted IEC 60335-2-40, which will enter into effect in July 2013, allowing air conditioners to be charged with up to 350 grams of HC-290.	Companies have yet to apply to the U.S. EPA for SNAP approval
HFO/HFC blends (DR7, L41, L20)	Medium (~350 to ~700)	Neutral to Positive	Class 1: (not flammable) or Class 2L: (mildly flammable)	DuPont, Honeywell, Arkema, and other companies announced plans to commercialize low-GWP blends suitable for room air conditioners; they are not yet available in commercial room air-conditioner products.	

(参考) ダイキン工業は、2013年にR-32を導入、インドで累計15万台販売した。(2014年11月時点)

### (3) インドでの R-290 エアコン

インドでは、ゴドレジ財閥の中核企業である家電メーカーの Godrej & Boyce (ゴドレジ&ボイス) 社 (本社ムンバイ市) が、2013年に R-290 エアコンを発売した。以来、累計で 25 万台が販売されている (GIZ の 2016 年 10 月ニュースより)。

開発にインド政府の支援があったが、販売に対する補助金はなく、市場の競争原理の中で、達成されたものである。これはインドの電力省・省エネルギー効率局 (BEE) が定めた省エネ最高ランクの 5 つ星 AC (エアコン) のセグメントで、11%以上の市場シェアに相

当する。

冷房能力は1冷却トン（冷房能力 3.52 kW）と 1.5 冷却トン（冷房能力 5.2kW）の2機種で1台当たりの冷媒充填量は 300～400 g 程度である。ほとんどの家庭用のルームエアコンに対応できる。インバーター対応製品も 2015 年から投入されている。

機種は GSC 12 FG 6 BNG、GSC 18 FGW 5 WOG などの7機種がある（2017年1月の同社 Web カタログ）。



図 3.4.1 Godrej & Boyce 社の R-290 ルームエアコン例（GSC 12 FG 8 MOG）

（同社 Web より）

Godrej & Boyce 社は R-290 エアコンの省エネ効果を販売のポイントとしており、同社のホームページでは、R-22（HCFC-22）との性能比較、省エネの向上推移を PR している。

表 3.4.6 Godrej & Boyce 社によるルームエアコン性能比較表

Tested R22 and R290 split ACs		
Characteristic	HCFC-22 air conditioner	HC-290 air conditioner
Nominal capacity	5.19 kW	4.83 kW
Nominal COP (cooling)	3.08	3.60
Evaporator type	Finned tube	Finned tube
Evaporator block volume	5.45 litres	5.45 litres
Evap no. tubes, circuits	32, 3	32, 3
Evaporator airflow rate	850 m <sup>3</sup> /h	850 m <sup>3</sup> /h
Condenser type	PFC	PFC
Condenser block volume	6.06 litres	6.03 litres
Condenser no. tubes	52	52
Compr swept volume	5.27 m <sup>3</sup> /h	5.39 m <sup>3</sup> /h
Compressor rated COP	3.10	3.38
Cap tube length, OD	0.8 m, 3.0 mm	0.65 m, 3.2 mm
Refrigerant charge	0.75 kg	0.36 kg

（出典： [http://www.atmo.org/presentations/files/222\\_2\\_GIZ\\_Colbourne.pdf](http://www.atmo.org/presentations/files/222_2_GIZ_Colbourne.pdf)）

Godrej & Boyce 社は R-290 エアコンの省エネ性が評価され、2016 年 12 月 14 日、インド政府による国家エネルギー保護賞を受賞した。

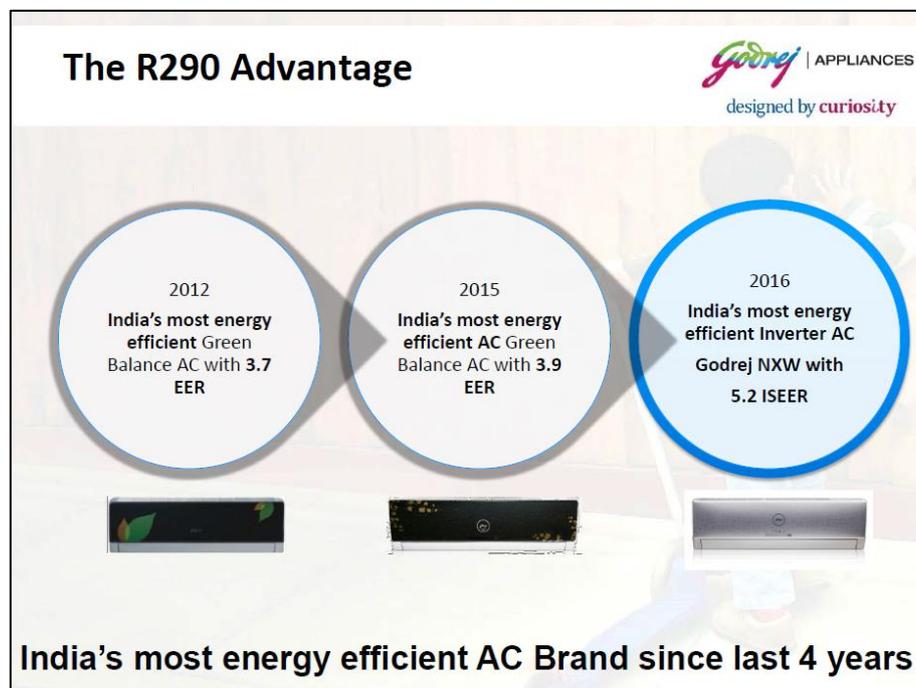


図 3.4.2 Godrej & Boyce 社の R-290 ルームエアコンの省エネ効果の推移

(出典：UNEP の可燃性エアコンワークショップ 2016.2 の資料)

(注； Green Balance は、Godrej & Boyce 社の商品名)

R-290 の製品安全性に関しては、サービス技術者の訓練を行い、製品販売後の安全性と信頼性確保のために、アフターサービスでの苦情や不具合が体系的に記録できる品質保持に関するデータベースを運用し、今までのところ、アクシデントとなる事故は報告されていない、と同社ではいう。

## Highlights

- Sales of 250 thousand ACs since launch in 2012
- Achieved market share of over 11% in 5 star AC segment making Godrej the no.3 brand in this segment Pan India
- Sold at a premium of 8% over R22 models
- Highly efficient service network resulting in zero accidents across vast Indian geography

図 3.4.3 Godrej & Boyce 社の R-290 ルームエアコンのハイライト

(出典：UNEP の可燃性エアコンワークショップ 2016.2 の資料)

なお、現行モデルでは 18000BTU の大きさまでに限定されるので、他社との技術交流により、大型エアコンにも R-290 を展開したい考えのようである。

## Main Challenges for R290

- Familiarity of R22 AC among Sales and Service providers makes it a preferred option among Trade
  - Phasing out of R22 usage will accelerate the adoption of alternate refrigerants
- Current Model range for R 290 AC is restricted to 12000 & 18000 BTU levels
  - We seek technological cooperation with other Manufacturers for achieving higher capacities like 24000 BTU.

図 3.4.4 Godrej & Boyce 社の R-290 ルームエアコンの今後のチャレンジ

(出典：UNEP の可燃性エアコンワークショップ 2016.2 の資料)

### <Godrej&Boyce 社の R-290 エアコン製品化の経緯>

Godrej&Boyce 社は、2002 年頃より冷凍機に炭化水素冷媒の導入などをしており、モントリオール議定書で 2010 年から製造・販売が禁止となったクロロフルオロカーボン (CFC) の冷媒と発泡剤の代替を行っていた。

2012 年 4 月、R-22 冷媒の代替として、GIZ、インドの環境森林省オゾンセル (Ozone Cell) と共同で開発した Godrej R-290 という Ozone Depletion Potential (ODP) がゼロで GWP が 4 の R-290 を採用した室内用エアコンを、インド中部のマハーラーシュトラ州プネ Pune 近郊で生産ラインを立ち上げた。この工場の年間製造能力は約 18 万台で、2013 年にはフル稼働している。

R-290 エアコンは、国際的な安全基準に基づいて設計されており、1.5 冷却トン未満の AC 容量で安全に使用でき、気温が高い所での空調の適している。

製品の安全性確保について、インドの環境森林省オゾンセル (Ozone Cell) は、R-290 の可燃性に対応した 4 つの対策を要求した。

- 1) リスクを最小限に抑える専用の製造施設で作る。
- 2) 国際安全基準に従ってエアコンの冷媒充填量を制限する。
- 3) 訓練を受けた技術者が設置する。
- 4) 安全手順を学んだ保守要員をつける。

安全確保のために、Godrej&Boyce は、製造設備に、可燃性冷媒を扱うための安全アラームと手順を組み込んだ。R-290 エアコンの設計に、防爆コンポーネント・システムを使用し、また、充填量を非常に少なくして、冷媒漏れの場合にも可燃性の危険を引き起こさない保証を行っている。

なお、R-290 のエアコンは、特許によって保護されているので、他のエアコンメーカーも、R-290 エアコンを製造する道はある。

(参照) R-290 エアコンの途上国への支援プロモーション

ドイツ政府が出資して設立された GIZ による Proklima プログラムは、自然冷媒等に関する助言や能力開発・技術支援などを提供する支援プログラムである。ProklimaR290 は、R-290 エアコンについて、中国、インドに次いでコロンビアやガーナなどの途上国での普及を目指していることを、“green cooling initiative”として、2016 年 10 月のモントリオール議定書第 28 回締約国会合 (MOP28) のキガリで発表している。

### Promotion of R290 AC by PROKLIMA

Introduced R290 AC to the following countries so far:

- India, conversion of Godrej production line (200.000 units sold)
- China, conversion of GREE production line
- Colombia
- Ghana
- Kenya
- Mauritius
- Namibia
- Seychelles

Introduction will follow in these countries:

- Mexico
- Indonesia
- Thailand
- Grenada, etc.

page 7

### Summary of Proklima R290 AC Approach

Step 1: Increase technical capacities of technicians (e.g. Cool Training)

Step 2: Import ACs and tools for vocational training centres, adjust curricula, introduce certification schemes

Step 3: Training of trainers (ToT) and technicians of AC companies

Step 4: Installation of ACs in controlled environment (demonstration project) by trained/certified technicians and monitoring of performance, energy, emissions

Step 5: Set up supply structures and incentive upscaling schemes

Step 6: Adjust national regulatory framework (standards) and policy (incentive schemes)

Step 7: Promote market driven upscaling. Only certified technicians are allowed to install and maintain R290 ACs

page 9

図 3.4.5 ドイツ国際協力公社（GIZ）による Proklima プログラム

(出典 : <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2016-en-mop28-r290-proklima.pdf>)

なお、GIZでは、2016年1月に「Guidelines for the safe use of hydrocarbon refrigerants」という約300ページの安全ガイドのハンドブックを発表している。

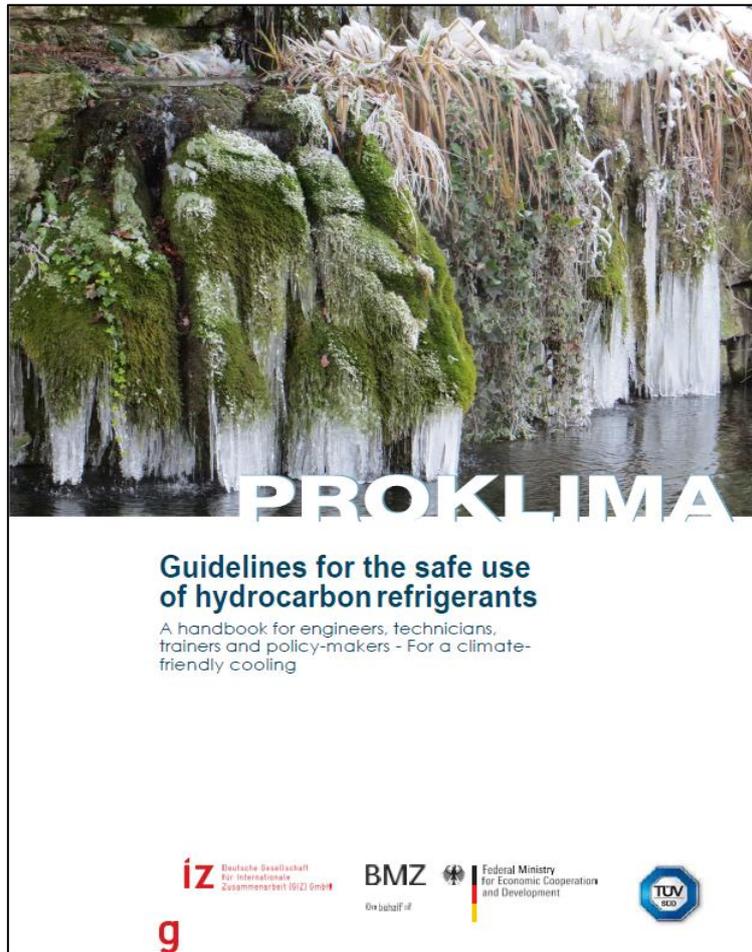


図 3.4.6 Proklima の炭化水素冷媒使用に関する安全ガイドブック（表紙）  
（出典： <http://www.irhace.org.nz/Proklima-doc.pdf>）

### 3.5 欧米の HFC ガス等の規制の状況

欧州および米国での主として冷媒の転換を促進する最近の規制の内容をまとめた。対象としたのは次の規制である。

表 3.5.1 欧米の冷媒を中心とした規制の状況のまとめ

<b>&lt;対象となる規制&gt;</b>	
・ 欧州-----新 F-ガス規制(EU Regulation No.517/2014)、 カーエアコン指令[MAC Directive] (2006)	
・ 米国-----EPA(米国環境保護局)の SNAP 2016年4月～2017年2月までに出了された次の3規制を対象にした。	
① 代替品の新規登録；登録記載状況の変更；SNAP プログラムで独立気泡発泡 体製品での不許可であることの再説明；および大気浄化法 608 項の改訂 (RIN 2060-AS80)	<2016.4 提案, 2017.01.03 発効>
② 決議 3 1 (RIN 2060-AG12)	<2016.05.23 発効>
③ 決議 3 2 (RIN 2060-AG12)	<2016.10.11 発効>
<b>&lt;内容&gt;</b>	
(1). 欧米と日本の冷媒規制状況の比較	p.113～p.114
(2). SNAP の最新冷媒情報まとめ	
(a)代替品の新規登録；登録記載状況の変更；SNAP プログラムで独立気泡発泡体製品で の不許可であることの再説明；および大気浄化法 608 項の改訂 (RIN 2060-AS80) のまとめた表①～⑨	p.116～p.118
(b)決議 31&32 のまとめた表⑩	p.119
(3). 代替品の新規登録；登録記載状況の変更；SNAP プログラムで独立気泡発泡体製品 での不許可であることの再説明；および大気浄化法 608 項の改訂 (RIN 2060-AS80) の内容	p.120～p.140
(4). 決議 31 の内容	p.141～p.144
(5). 決議 32 の内容	p.145～p.147

### 3.5.1 欧米と日本の冷媒規制状況の比較

国際会議の取り決めに従い、各国は冷媒規制を推進している。その進捗状況を横断的に比較するのは、各国のおかれた状況によって、規制の方針（ロードマップ）や規制の方法（手段）などに違いがあり、極めて難しいが、UNEP（国連環境計画）の技術経済評価パネル（TEAP）が2016年に、日、米、欧の比較を試みた表がある。

表 3.5.2 欧米と日本の冷媒規制状況の比較まとめ表

オゾン層を破壊しない物質群	欧州(F-gas, MAC Directive)			米国(EPA SNAP Program)			日本（フロン排出抑制法）		
	用途・製品	F-gas 規制 GWP 上限値	規制年	用途・製品	規制対象物質例 (GWP)	規制年	対象製品	目標 GWP 値	目標年
カーエアコン									
R-134a	カーエアコン	150	2017	軽自動車用カーエアコン		MY2021 (※MY: Model Year)	カーエアコン		2023
定置式空調機と冷凍冷蔵機器									
R-134a、R-600a(イソブタン)	家庭用冷蔵庫・フリーザー	150	2015	家庭用冷蔵庫・フリーザー (提案)		2021			
R-134a R-404A	業務用冷凍機・フリーザー	2500	2020	定置式 (低温)	R-404A (3922)	2020			
R-134a R-404A				冷凍食品加工 (提案)		2021			
R-134a				定置式 (中温)	R-134a (1430)	2019(<0.64kw) 2020(その他)			
R-134a				自動販売機	R-134a (1430)	2019			

R-404A R-407A R-507A	小売食品スーパー (>40kW 冷凍機)	150	2022	小売食品スーパー	R-404A (3922) R-507A (3985)	2017	コンデンシングユニット (別置型ショーケース用など)	1500	2025
R-404A	小売食品スーパー (カスケード)	1500	2022						
R-717 (アンモニア)	冷凍貯蔵			冷凍倉庫 (提案)	<i>R-404A (3922) R-407A (2107) R-410A (2088) R-507A (3985)</i>	<i>2023</i>	冷凍倉庫 (>5 万 m <sup>3</sup> )	100	2019
R-134a	チラー			ターボ冷凍機 (提案)	<i>R-134a</i>	<i>2024</i>	業務用 エアコン (チラー含む)	750	2020
R-134a R-407C R-410A				容積式 チラー (提案)	<i>R-134a (1430) R-407C (1744) R-410A (2088)</i>	<i>2024</i>			
R-410A	屋上ユニット								
R-410A	可動式エアコン (スポット、 ウィンド)	150	2025				ルーム エアコン	750	2018
R-410A	スプリットエ アコン(冷媒量 3kg 以下)	750	2016						

※1 : GWP は AR4 のものを使用、※2 : 斜体字は SNAP での提案段階のもの

(出典 ; June 2016 TEAP XXVII/4 Task Force Report

[http://conf.montreal-protocol.org/meeting/owg/owg-38/presession/Background%20Documents%20%20TEAP%20Reports/TEAP\\_TFXXVII-4\\_Report\\_June2016.pdf](http://conf.montreal-protocol.org/meeting/owg/owg-38/presession/Background%20Documents%20%20TEAP%20Reports/TEAP_TFXXVII-4_Report_June2016.pdf))

(出典に基づき(株)旭リサーチセンターまとめ)

### 3. 5. 2 米国 SNAP の最新冷媒情報まとめ

米国 SNAP の最新冷媒情報を以下の項目別にまとめた。

- ①新規業務用製氷機、冷水器、極低温冷凍設備用途における状況
- ②家庭用および業務用空調やヒートポンプ、冷蔵倉庫、遠心式および容積式チラーの  
新規設備用途における状況
- ③新規遠心式チラー用途に対する状況変更の決議
- ④新規遠心式チラーにおける冷媒の状況
- ⑤新規容積式チラー用途における冷媒の状況
- ⑥新規冷蔵倉庫用途に対する状況変更の決議
- ⑦新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）用途に対する状況変更の決議
- ⑧新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）用途における冷媒の状況
- ⑨新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫用途における冷媒の状況
- ⑩決議 31&32

① 新規業務用製氷機、冷水器、極低温冷凍設備用途における状況

冷 媒	登録記載状況
プロパン	使用条件に依拠
<b>業務用製氷機</b>	
アンモニア、HFC-134a,R-404A,R-407A~C,R-407F,R-410A,R-410B,R-421A,R-426A,R-437A, R-448A,R-449A, R-450A,R-507A,R-513A.	許可
R-125 / 290/134a/600a(55.0 1.0/42.5/1.5), R-417A,R-422A~D,R-428A, R-434A,R-438A.	許可
<b>冷水器</b>	
HFC-134a,R-404A,R-407A,R-407C,R-410A,A-410B,R-417A,R-421A,R-426A,R-437A,R-450A,R-507A ,R-513A.	許可
R-125/ 290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5), R-422B,R-422C, R-422D, R-438A	許可
<b>極低温冷蔵冷凍設備</b>	
CO <sub>2</sub> ,HFC-23,HFC-245fa,HFE-7000, FE-7100,HFE-7200, R-404A,R-170(エタン),R-407C, R-410A,R-410B,R-507A,R508A, R-508B.	許可
R-125/ 290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5),R-422B,R-422C, PFC-1102HC,PFC-662HC, PFC-552HC	許可

② 家庭用および業務用空調やヒートポンプ、冷蔵倉庫、遠心式および容積式チラーの新規設備用途における状況

冷 媒	記載状況
プロピレン、R-443A	不許可
<b>新規家庭用および業務用空調およびヒートポンプ</b>	
HFC-32, HFC-134a, R-404A, R-407A,R-407C, R-407F,R-410A, R-410B,R-417A, R-421A, R-507A.	許可
R-290,R-441A,THR-03,R-125/134a/600a(28.1/70.0/1.9), R-422B,R-422C, R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-422D,R-424A,R-437A,R-438A.	許可
<b>新規冷蔵冷凍倉庫</b>	
HFC-134a, R-407C, R-407F, R- 450A, R-513A, R-717, R744, R-437A.	許可
<b>新規遠心式チラー</b>	
HFO-1234ze(E), R-1233zd(E), R-450A,R-513A, R-717,R-744.	許可
HFO-1336mzz(Z), R-514A.	許可
<b>新規容積式チラー</b>	
HFO-1234ze(E), R-450A,R-513A,R-717,R-744	許可
HFO-1336mzz(Z), R-514A.	許可

③ 新規遠心式チラー用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷媒	記載状況
遠心式チラー (新規のみ)	HFC-134a,HFC-227ea,HFC-236fa,HFC-245fa, R-125/134a/600a(28.1/70/1.9),R-125/290/134a /600a(55.0/1.0/42.5/1.5),R-404A R-407C,R-410A, R-410B,R-417A,R-421A,R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A,R434A,R-438A,R-507A .	2024年1月1日以降禁止、縮小した使用範囲で許可されたものは除く
	HFC-134a	許可；2024年1月1日以降縮小 使用範囲,軍艦
	HFC-134a, R-404A	許可；2024年1月1日以降 縮小使用範囲,有人宇宙船および関連設備

④ 新規遠心式チラーにおける冷媒の状況

冷媒	記載状況
HFO-1234ze(E),R-1233zd(E),R-450A,R-513A,R-717,R-744	許可
HFO-1336mzz(Z),R-514A	許可
HFC-134a,HFC-245fa	不許可
R-407C,R-410A,R-410B,R-421A,R-423A, HFC-227ea.	不許可
R-125/134a/600a(28.1/70/1.9),R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5),R-417A,R-422B,R-422C, R-422D, R-424A, R-434A,R-438A.	不許可
HFC-234fa, R-404A, R-507A.	不許可

⑤ 新規容積式チラー用途における冷媒の状況

冷媒	記載状況
HFO-1234ze(E), R-450A, R-513A,R-717,R-744.	許可
HFO-1336mzz(Z), R-514A.	許可
HFC-134a.	不許可
R-407C,R-410A,R-410B,R-421A,HFC-227ea.	不許可
R-125/134a/600a(28.1/70/1.9),R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5),R-417A,R-422B,R-422C, R-422D, R-424A, R-434A,R-438A.	不許可
R-404A, R-507A.	不許可

⑥ 新規冷蔵倉庫用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷 媒	記載状況
冷蔵倉庫 (新規)	HFC-227ea,R-125/290/134a /600a(55.0/ 1.01.0/42.5/1.5), R-404A R-407A, R-407B,R-410A, R-410B,R-417A,R-421A, R-421B , R-422A,R-422A,R-422B, R-422C, R-422D, R-423A,R-424A, R-428A,R-434A,R-438A, R-507A .	2023年1月1日以降禁止.

⑦ 新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷 媒	記載状況
小売食品冷蔵冷凍食 品加工設備 (新規のみ)	HFC-227ea, R-125/290/134a/600a(55.0/ 1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407B, R-407C, R-407F,R-410A, R-410B,R-417A,R-421A, R-421B,R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-428A,R434A, R-437A,R-438A, R-507A.	2021年1月1日以降禁止.

⑧ 新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）用途における冷媒の状況

冷 媒	記載状況
HFC-134a,R-448A,R-449A,R-449B,R-450A,R-513A,R-744	許可
R-426A	許可
R-407A, R-407B,R-407C,R-407F,R-410A,R-410B,R-421A.	不許可
R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/ 1.5), R-417A,R-422B, R-422D, R-424A,R-437A,R-438A.	不許可
HFC-227ea, R-421B, R-404A, R-507A.	不許可
R-422A, R-422C,R-428A,R-434A.	不許可

⑨ 新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫用途における冷媒の状況

冷 媒	記載状況
R-290, R-441, R-600a.	許可
HFC-152a.	許可
R-450A, R-513A.	許可
HFC-134a.	不許可
R-426A	許可
R-407C,R-407F,R-410A,R-410B,R-421A.	不許可
R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-417A,R-422B, R-422D, R-424A,R-437A,R-438A	不許可
R-421B,R-404A, R-507A	不許可
R-422A, R-422C, R-428A, R-434A.	不許可

⑩ 決議 31&32

SNAP	許可物質	混合品(比率)	対象商品	許可された用途
決議 31	HFO-1336mzz(Z)		Opteon® MZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠心チラー（新規設備）</li> <li>・容積式チラー（新規設備）</li> <li>・プロセス空調（新規設備）</li> <li>・非-機械的熱移送（新規および改造設備）</li> </ul>
	CO <sub>2</sub>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・アイススケートリンク（新規設備）</li> <li>・遠心式チラー（新規設備）</li> <li>・容積式チラー（新規設備）</li> <li>・工業プロセス空調（新規設備）</li> </ul>
	R-513A	HFC-134a+HFO-1234yf	Opteon® XP10	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小売食品冷蔵冷凍-冷却食品加工・調理設備（新規および改造設備）</li> </ul>
	R-514A	HFO-1336mzz(Z)+ジクロロエチレン	Opteon® XP30	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠心式チラー（新規および改造設備）</li> <li>・容積式チラー（新規および改造設備）</li> </ul>
決議 32	R-448A	HFC-32+HFC-125+HFC-134a+HFO-1234yf+HFO-1234ze(E)	Solstice® N40	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小売り用食品冷凍（食品加工および調理用新規生産および改造機器）</li> </ul>
	R-449A	HFC-32+HFC-125+HFC-134a+HFO-1234yf(24.3/24.7/25.7/25.3)	Opteon® XP40	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小売り用食品冷凍（食品加工および調理用新規生産および改造機器）</li> </ul>
	R-449B	HFC-32+HFC-125+HFC-134a+HFO-1234yf(25.2/24.3/27.3/23.2)	Forane® 449B	<ul style="list-style-type: none"> <li>・業務用製氷機（新規生産および改造品）</li> <li>・冷凍輸送（新規生産および改造品）</li> <li>・小売り用食品冷凍（食品加工および調理用新規生産および改造機器）</li> <li>・小売り用食品冷凍（スーパーマーケット用システム、リモート冷却装置、低温単独機器での新規生産および改造）</li> </ul>

### 3. 5. 3 SNAP 文書-1

代替品の新規登録；登録記載状況の変更；  
SNAP プログラムで独立気泡発泡体製品での不許可であることの再説明；  
および大気浄化法 608 項の改訂（RIN 2060-AS80）

規則の提案：2016 年 4 月 18 日

規則の最終文書の署名日：2016 年 9 月 26 日

(1) 法的措置：最終規定

**【概要】** 今回の法的措置は、EPA の SNAP プログラムに従い、いくつかの物質を、使用条件下で許可する；不許可とする；許可から縮小した使用範囲に限定して許可する、若しくは不許可に変更するものである。この法的措置には、また、プロパンをいくつかの冷蔵冷凍末端用途において漏洩、放出、廃棄の禁止に関する大気浄化法 608 項から除外するものも含まれる。さらに、本法的措置は、独立気泡発泡体製品に使用される発泡剤およびこれらの発泡剤を用いて製造若しくは輸入された独立気泡発泡体製品に対する不許可決議を適用するものである。

**【発効期日】** 2017 年 1 月 03 日に効力を発効する。2017 年 1 月 03 日は米国官報発表後 30 日の期日である。

#### I. 全般情報（HFC 部分のみ抜粋）

##### A. 要約

##### 1. 末端用途ごとに使用条件が付けられた許可物質

1) 冷凍冷蔵に対し、EPA は 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、使用条件に合わせた許可物質として登録記載する。

- ・新規業務用製氷機、冷水器、超低温冷凍設備でのプロパンの使用

2) 自動車の空調システムに対し、EPA は 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、使用条件に合わせた許可物質として登録記載する。

- ・新規に製造される中型乗用車、大型ピックアップトラックおよび大型バンでの HFO-1234yf の使用

3) 防火および防爆を最終用途とするシステムに対し、EPA は 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、使用条件に合わせた許可物質として登録記載する。

- ・航空機のエンジン収納筒および補助動力装置での使用に対し、全室注入（total flooding）システム消火剤としての 2-BTP（2-ブromo-3,3,3-トリフルオロ-1-プロペン）の使用
- ・航空機内の可搬式消火器に使用する消火剤としての 2-BTP の使用

2. 登録記載物質の末端用途ごとに不許可となった物質
- 1) 住宅向けおよび業務用空調、ヒートポンプ（単独分離型空調システムとヒートポンプ）の改造に対し、EPA は 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、不許可物質として登録記載する。
    - ・ ANSI/ASHRAE 標準 34-2013 において燃燃性クラス 3 と同定された全ての冷媒
    - ・ ANSI/ASHRAE 標準 34-2013 での燃燃性クラス 3 の基準に適合する全ての冷媒
  - 2) 新規住宅向けおよび業務用空調、ヒートポンプ、冷凍倉庫および遠心式、容積式チラーに対し、EPA は 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、不許可物質として登録する。
    - ・ プロピレンと R-443A(R-1270/290/600a)
3. 末端用途ごとに不許可となった物質（登録記載状況の変更）
- 1) 新規遠心式チラーに対し、別途縮小した使用範囲で許可されたものを除き、EPA は 2024 年 1 月 1 日以降、不許可物質として登録記載する。
    - ・ HFC-134a, HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-245fa, R-125/134a/600a(28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0 /1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407C, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-434A, R-438A, R-507A
  - 2) 新規容積式チラーに対し、別途縮小した使用範囲で許可されたものを除き、EPA は 2024 年 1 月 1 日以降、不許可物質として登録記載する。
    - ・ HFC-134a, HFC-227ea, R-125/134a/600a(28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407C, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A
  - 3) 新規遠心式チラーに対し、2024 年 1 月 1 日以降、EPA は縮小した使用範囲で、許可物質として登録記載する。
    - ・ HFC-134a を軍艦での使用、HFC-134a と R-404A を有人宇宙船およびその支援機器での使用
  - 4) 新規容積式チラーに対し、2024 年 1 月 1 日以降、EPA は縮小した使用範囲で、許可物質として登録記載する。
    - ・ HFC-134a を軍艦での使用、HFC-134a と R-404A を有人宇宙船およびその支援機器での使用
  - 5) 新規冷蔵冷凍倉庫に対し、EPA は 2023 年 1 月 1 日以降、不許可物質として登録記載する。
    - ・ HFC-227ea, R-125/290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407B, R-407B, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-428A, R-434A, R-438A, R-507A
  - 6) 新規小売食品冷蔵冷凍庫（食品加工・調理設備）に対し、EPA は 2021 年 1 月 1 日

以降、不許可物質として登録記載する。

- HFC-227ea,R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A

7) 新規家庭用冷蔵冷凍庫に対し、EPA は 2021 年 1 月 1 日以降、不許可物質として登録記載する。

- HFC-134a,R-125/290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5), R-404A,R-407C,R-407F, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-421B,R-422A,R-422B,R-422C, R-422D, R-424A, R-426A, R-428A, R434A, R-437A, R-438A,R-507A.

8) 硬質ポリウレタン高圧 2 液スプレー発泡に対し、EPA は軍事および宇宙航空関連用途を除き、

\* 全ての用途で、2020 年 1 月 1 日以降不許可として登録記載する。

\* 軍事および宇宙航空関連用途に対して、2020 年 1 月 1 日以降縮小した使用範囲で許可物質として登録記載する。

\* 2025 年 1 月 1 日以降は軍事および宇宙航空関連用途に対しても、EPA は不許可物質として登録記載する。

- HFC-134a、HFC-245fa、それら混合物；HFC-365mfc の少なくとも 4%の HFC-245fa との混合物、HFC-365mfc と 7～13%の HFC-227ea の市販混合物、HFC-365mfc.

9) 硬質ポリウレタン低圧 2 液スプレー発泡に対し、EPA は軍事および宇宙航空関連用途を除き、

\* 全ての用途で、2021 年 1 月 1 日以降不許可物質として登録記載する。

\* 軍事および宇宙航空関連用途に対して、2021 年 1 月 1 日以降縮小した使用範囲で許可物質として登録記載する。

\* 2025 年 1 月 1 日以降は軍事および宇宙航空関連用途に対しても、EPA は不許可物質として登録記載する。

- HFC-134a、HFC-245fa、それら混合物；HFC-365mfc の少なくとも 4%の HFC-245fa との混合物、HFC-365mfc と 7～13%の HFC-227ea の市販混合物、HFC-365mfc.

10) 硬質ポリウレタン 1 液発泡剤に対し、EPA は 2020 年 1 月 1 日以降、不許可として登録記載する。

- HFC-134a、HFC-245fa、それから混合物；HFC-365mfc の少なくとも 4%の HFC-245fa との混合物、HFC-365mfc と 7～13%の HFC-227ea の市販混合物、HFC-365mfc.

11) 硬質 PU スプレー発泡を除く全ての発泡体の末端用途で、EPA は 2025 年 1 月 1 日以降、不許可として登録記載する。

- ・以前に宇宙航空関連用途に対し、2022年1月1日以降、不許可として登録記載された HFC とその混合物

12) 軟質 PU 発泡用途に対し、EPA は 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、不許可物質として登録記載する。

- ・塩化メチレン

※EPA は一定の PFC 類を全室消火剤注入 (total flooding) 消火システムにおいて不許可とするよう提案し、意見を求めたが、EPA は今回の規則改正では変更を最終決定しなかった。

#### 4. その他の変更点

全ての発泡体用途について、EPA は独立気泡発泡製品および不許可となった発泡剤で製造された独立発泡体を含む製品を、A) 2017 年 1 月 03 日（米国官報発表後 30 日の期日）以降、若しくは B) 不許可として登録記載の期日以後、禁止としている。

#### IV. 今回の法的措置をすることにより、気候変動計画や HFC に対する登録記載状況の変更要求申請とどのように関連するのか（HFC 部分のみ抜粋）

(1) EPA は次の項目につき、許可から不許可に、登録記載を変更している。

- ・新規遠心式チラー、新規容積式チラー、新規家庭用冷蔵冷凍庫、硬質 PU スプレー発泡用途での HFC-134a の使用
- ・新規遠心式チラー、新規容積式チラー、新規家庭用冷凍庫、新規製造倉庫用途における R-404A,R-410A,R-410B,R-507A の使用
- ・新規冷蔵冷凍倉庫用途における R-407A の使用
- ・新規遠心式チラーおよび容積式チラー用途における R-421A,R-422B,R-422C,R-422D, R-424A,R-434A の使用
- ・新規冷蔵倉庫、新規遠心チラーおよび新規容積式チラー用途における HFC-227ea の使用
- ・硬質 PU スプレー発泡用途における HFC-245fa,HFC-365mfc,HFC-227ea の使用
- ・新規遠心式チラー、新規容積式チラー用途における HFC-245fa,HFC-227ea の使用
- ・いくつかの新規冷凍冷蔵および空調設備における多くの高 GWP 冷媒混合物

#### VI. 今回の法的措置における EPA の最終決定（HFC 部分のみ抜粋）

##### A. 冷蔵冷凍機器と定置式空調機器

1. 新規業務用製氷機、冷水器、極低温冷凍設備でのプロパンの許可と登録記載

表 2. 新規業務用製氷機、冷水器、極低温冷凍設備用途における状況

冷 媒	登録記載状況
プロパン	許可は使用条件に依拠
<b>業務用製氷機</b>	
アンモニア, HFC-134a, R-404A, R-407A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A, R-410B, R-421A, R-426A, R-437A, R-448A, R-449A, R-450A, R-507A, R-513A.	許可
R-125 /290/134a/600a(55.0 1.0/42.5/1.5), R-417A, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-428A, R-434A, R-438A.	許可
<b>冷水器</b>	
HFC-134a, R-404A, R-407A, R-407C, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-426A, R-437A, R-450A, R-507A, R-513A.	許可
R-125/290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5), R-422B, R-422C, R-422D, R-438A	許可
<b>極低温冷蔵冷凍設備</b>	
CO <sub>2</sub> , HFC-23, HFC-245fa, HFE-7000, FE-7100, HFE-7200, R-404A, R-170(エタン), R-407C, R-410A, R-410B, R-507A, R-508A, R-508B.	許可
R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-422B, R-422C, PFC-1102HC, PFC-662HC, PFC-552HC	許可

プロパンの燃焼リスクは、業務用製氷機、冷水器、極低温冷凍設備にこれまで伝統的に使用されて来た冷媒が不燃性であったので、大きな懸念となる。適切な使用条件でなければ、燃焼リスクは大きなものになる。ASHRAE34 の将来改訂においても可燃性 3 にリンク付けされた冷媒は不許可となるであろう。

EPA は多くの物質を空調システムやヒートポンプ用途における改造について許可品としてリストに記載して来た。登録記載された全ての物質は HFC の混合品でそのうちのいくつかは少量（大体 5%以下）の HC を含有している。具体的な混合物には、R-125/134a/600a (28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0 /1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407C, R-407F, R-417A, R-417C, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-427A, R-434A, R-438A, R-507A が含まれる。

表 3. 家庭用および業務用空調（空調システムやヒートポンプ）の既存設備における改造に対して許可として記載された他の冷媒と比較した燃焼性 3 若しくは燃焼性 3 の基準に合致するとしてリストに記載された冷媒の状況

冷 媒	記載状況
ANSI/ASHRAE 標準 34-2013 で燃焼性 3 と同定された全ての冷媒	不許可
ANSI/ASHRAE 標準 34-2013 で燃焼性 3 の基準に合致する全ての冷媒、全てではないが以下の製品を含む ; R-22a.	不許可
R-404A, R-407A, R-407C, R-407F, R-421A, R-427A, R-507A.	許可
R-125/134a/600a(28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5), R-417A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-427A, R-434A, R-437A, R-438A.	許可

4. 新規住宅向けおよび業務用空調、ヒートポンプ、冷蔵冷凍倉庫および遠心式、容積式チラーにおいてプロピレンと R-443A の不許可の登録記載

提案されているように、EPA はプロピレンと R-443A を、新規住宅向けおよび業務用空調、ヒートポンプ、冷蔵冷凍倉庫および遠心式、容積式チラー用途において不許可として登録記載している。EPA の懸念はこれらの物質の可燃性と毒性であり、同じ最終用途においては、よりリスクの低い許可された物質が市場で入手可能となっている。

表 4. 家庭用および業務用空調やヒートポンプ、冷蔵倉庫、遠心式および容積式チラーの新規設備用途における状況

冷 媒	記載状況
プロピレン、R-443A	不許可
<b>新規家庭用および業務用空調およびヒートポンプ</b>	
HFC-32, HFC-134a, R-404A, R-407A, R-407C, R-407F, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-507A.	許可
R-290, R-441A, THR-03, R-125/134a/600a(28.1/70.0/1.9), R-422B, R-422C, R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-422D, R-424A, R-437A, R-438A.	許可
<b>新規冷蔵冷凍倉庫</b>	
HFC-134a, R-407C, R-407F, R-450A, R-513A, R-717, R744.	許可
R-437A.	許可
<b>新規遠心式チラー</b>	
HFO-1234ze (E), R-1233zd (E), R-450A, R-513A, R-717, R-744.	許可
HFO-1336mzz (Z), R-514A.	許可
<b>新規容積式チラー</b>	
HFO-1234ze(E), R-450A, R-513A, R-717, R-744	許可
HFO-1336mzz (Z), R-514A.	許可

5. 新規の遠心式チラーおよび容積式チラーに対し、HFC 冷媒の登録記載状況の変更  
新規の遠心式チラー用途に対し、EPA は次の冷媒を 2024 年 1 月 1 日以降、(登録記載の) 状況を、許可から不許可に変更することを提案した：

- HFC-134a, HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-245fa, R-125/134a/600a(28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407C, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-434A, R-438A, R-507A .

EPA はまた、HFC-134a と R-404A に対して遠心式チラー用途に対し縮小した使用範囲を提案した。今回の法措置で、上記の提案が変更なしで状況変更と縮小使用範囲を最終決定される。新規遠心式チラー用途に対する状況変更の決議は表 5 に要約される。

表 5. 新規遠心式チラー用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷 媒	記載状況
遠心式チラー (新規のみ)	HFC-134a,HFC-227ea,HFC-236fa, HFC-245fa, R-125/134a/600a(28.1 /70/1.9), R-125/290/ 134a /600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A R-407C,R-410A, R-410B,R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-434A, R-438A, R-507A .	2024年1月1日以降禁止、 縮小した使用範囲で許可 されたものは除く
	HFC-134a	許可 ; 2024年1月1日以 降縮小使用範囲,軍艦
	HFC-134a, R-404A	許可 ; 2024年1月1日以 降 縮小使用範囲,有人宇宙船 および関連設備

新規の容積式チラー用途に対し、EPA は次の冷媒を 2024 年 1 月 1 日以降、(登録記載の  
状況を許可から不許可に変更することを提案した :

- ・ HFC-134a,HFC-227ea,R-125/134a/600a(28.1 /70/1.9),R-125/290/134a/600a (55.0  
1.0/42.5/1.5),R-404A, R-407C, R-410A,R-410B,R-417A, R-421A, R-422B, R-422C,  
R-422D, R-424A, R434A,R-437A,R-438A,R-507A.

EPA はまた、HFC-134a と R-404A に対していくつかの容積式チラー用途に対し縮小し  
た使用範囲を提案した。今回の法措置で、上記の提案が変更なしで状況変更と縮小使用範  
囲を最終決定される。

容積式チラー用途に対する状況変更の決議は表 6 に要約される。

表 6. 新規容積式チラー用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷 媒	記載状況
容積式チラー (新規のみ)	HFC-134a,HFC-227ea, R-125/134a/600a (28.1 /70/1.9),R-125/290/134a /600a(55.0/1.0/ 42.5/1.5), R-404A R-407C,R-410A, R-410B R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A,R434A,R-437A,R-438A, R-507A.	2024年1月1日以降禁止、 縮小した使用範囲で許可さ れたものは除く
	HFC-134a	許可 ; 2024年1月1日以 降縮小使用範囲,軍艦
	HFC-134a, R404A	許可 ; 2024年1月1日以 降 縮小使用範囲,有人宇宙船 および関連設備

表 7. 新規遠心式チラーにおける冷媒の状況

冷媒	記載状況
HFO-1234ze (E), R-1233zd(E),R-450A,R-513A,R-717,R-744.	許可
HFO-1336mzz (Z), R-514A.	許可
HFC-134a、HFC-245fa.	不許可
R-407C,R-410A,R-410B,R-421A,R-423A, HFC-227ea.	不許可
R-125/134a/600a (28.1 /70/1.9),R-125/290/134a/600a(55.0/1.0/42.5/1.5), R-417A,R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R434A,R-438A.	不許可
HFC-234fa, R-404A, R-507A.	不許可

表 8. 新規容積式チラー用途における冷媒の状況

冷 媒	記載状況
HFO-1234ze (E), R-450A, R-513A,R-717,R-744.	許可
HFO-1336mzz (Z), R-514A.	許可
HFC-134a.	不許可
R-407C,R-410A,R-410B,R-421A, HFC-227ea.	不許可
R-125/134a/600a (28.1 /70/1.9), R-125/290/134a /600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-417A,R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R434A, R-438A.	不許可
R-404A, R-507A.	不許可

6. 新規冷蔵冷凍倉庫に対し、HFC 冷媒の登録記載状況の変更

新規の冷蔵冷凍倉庫用途に対し、EPA は次の冷媒を 2023 年 1 月 1 日以降、(登録記載の) 状況を、許可から不許可に変更することを提案した：

- ・ HFC-134a,HFC-227ea, R-125/134a/600a(28.1 /70/1.9), R-125/290/134a/600a(55.0 /1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407C, R-410A,R-410B,R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R434A, R-437A,R-438A,R-507A.

今回の法措置で、上記の提案が変更なしで状況変更を最終決定する。新規冷蔵冷凍倉庫用途に対する状況変更の決議は表 9 に要約される。

表 9. 新規冷蔵倉庫用途に対する状況変更の決議

最終用途	代替品	記載状況
冷蔵倉庫 (新規)	HFC-227ea,R-125/290/134a /600a (55.0/ 1.01/42.5/1.5), R-404A R-407A, R-407B, R-410A, R-407B,R-410A,R-407B,R-410A, R-410B,R-417A,R-421A, R-421B , R-422A, R-422A,R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-428A, R434A, R-438A, R-507A .	2023 年 1 月 1 日以降禁止.

表 10. 新規冷蔵倉庫用途における冷媒の GWP、ODP、VOC の状況

冷 媒	記載状況
R-450A, R-513A,R-717,R-744.	許可
HFC-134a, R-407C,R-407F.	許可
R-437A	許可
R-407A, R-407B,R-410A,R-410B,R-421A,R-423A.	不許可
R-125/290/134a/600a(55.0/ 1.0/42.5/1.5), R-417A,R-422B, R-422D, R-424A,R-438A.	不許可
HFC-227ea, R-421B, R-404A, R-507A.	不許可
R-422A, R-422C,R-428A,R-434A.	不許可

7. 新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）に対し、HFC 冷媒の登録記載状況の変更

新規の新規小売食品冷蔵冷凍食品加工・調理設備用途に対し、EPA は次の冷媒を 2021 年 1 月 1 日以降、（登録記載の）状況を、許可から不許可に変更することを提案した：

- ・ HFC-227ea,R-125/290/134a/600a (55.0 /1.0/42.5/1.5),R-404A, R-407A, R-407B, R-407C, R-407F,R-410A,R-410B,R-417A, R-421A,R-421B,R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A,R-428A,R-424A,R-428A,R434A,R-437A,R-438A,R-507A.

今回の法措置で、EPA は上記の状況変更をそのまま最終決定する。新規小売食品冷蔵冷凍食品加工・調理設備用途に対する状況変更の決議は表 11 に要約される。

表 11. 新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷 媒	記載状況
小売食品冷蔵冷凍食品加工設備（新規のみ）	HFC-227ea, R-125/290/134a /600a(55.0/ 1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A, R-410B,R-417A,R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-428A,R-434A, R-437A, R-438A, R-507A.	2021 年 1 月 1 日以降禁止.

表 12. 新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備）用途における冷媒の状況

冷 媒	記載状況
HFC-134a, R-448A, R-449A,R-449B,R-450A, R-513A,R-744.	許可
R-426A.	許可
R-407A, R-407B, R-407C,R-407F,R-410A,R-410B,R-421A.	不許可
R-125/290/134a/600a(55.0/ 1.0/42.5/ 1.5), R-417A,R-422B, R-422D, R-424A,R-437A,R-438A.	不許可
HFC-227ea, R-421B, R-404A, R-507A.	不許可
R-422A, R-422C, R-428A,R-434A.	不許可

8. 新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫に対し、一定の HFC 冷媒の登録記載状況の変更

新規の新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫用途に対し、EPA は次の冷媒を 2021 年 1 月 1 日

降、(登録記載の) 状況を、許可から不許可に変更することを提案した：

- ・ HFC-134a,R-125/290/134a/600a (55.0 /1.0/42.5/1.5),R-404A, R-407C,  
R-407F ,R-410A,R-410B,R-417A, R-421A,R-421B,R-422A, R-422B, R-422C,  
R-422D, R-424A,R-426A,R-428A, R-434A,R-437A,R-438A,R-507A.

今回の法措置で、EPA は上記の提案通り登録記載状況の変更を最終決定する。新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫用途に対する状況変更の決議は：

表 13. 新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫用途に対する状況変更の決議

最終用途	冷 媒	記載状況
新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫 (新規のみ)	HFC-134a,R-125/290/134a/600a(55.0/ 1.0/42.5/1.5), R-404A ,R-407C,R-407F, 410A, R-410B,R-417A,R-421A, R-421B,R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-426A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A.	2021年1月1日以降 禁止.

表 14. 新規家庭用冷蔵庫・冷凍庫用途における冷媒の状況

冷 媒	記載状況
R-290, R-441, R-600a	許可
HFC-152a	許可
R-450A, R-513A.	許可
HFC-134a	不許可
R-426A	許可
R-407C, R-407F, R-410A,R-410B,R-421A.	不許可
R-125/290/134a/600a (55.0/ 1.0/42.5/ 1.5), R-417A, R-422B, R-422D, R-424A, R-437A, R-438A.	不許可
R-421B, R-404A, R-507A	不許可
R-422A, R-422C, R-428A, R-434A.	不許可

## B. 自動車用空調

提案されたように、EPA は HFO-1234yf を、新規に製造される中型乗用車、大型ピックアップトラックおよび大型バンにおける自動車用空調での使用、という使用条件付き許可としてリストに掲載している。

新規に製造される中型乗用車、大型ピックアップトラックおよび大型バン高荷重ピックアップトラックに対する市販冷媒には、HFC-134a、HFC-152a および CO<sub>2</sub> が含まれる。

表 16. 新規に製造される中型乗用車、大型ピックアップトラックおよび大型バンの空調システムにおける他の冷媒と比較した状況

冷 媒	記載状況
HFO-1234yf	許可.使用条件
CO <sub>2</sub> , HFC-152a, HFC-134a.	許可
R-416A, R-426A.	許可

HFO-1234yfの潜在的な環境影響は、トリフルオロ酢酸（TFA）への成層圏分解である。TFAは強酸で土壌に残留し、時が経つにつれ動植物やエコシステムに害を及ぼす潜在能力を持っている。

HFO-1234yfはASHRAE34-2013でA2Lとして分類される微燃性の冷媒である。

HFC-134a、CO<sub>2</sub>は不燃性冷媒である一方、HFC-152aはHFO-1234yfよりも燃焼性が大きくASHRAEで2Aに分類される。許可として登録記載されている混合物は不燃である。HFO1234yfの8時間曝露の許容限界は250ppm、30分では3,270ppmであるが、発散に気を付けた車両空調システムに携わる作業現場ではそれぞれ4～8.5ppmおよび122ppmの曝露に留まると、EPAでは予想している。

### C. 発泡剤

#### 1. 硬質 PU スプレー発泡に対し、いくつかの HFC 冷媒の登録記載状況の変更

EPAはこれまでスプレー発泡のために使用される許可発泡剤として登録記載されて来た次のHFC類やHFC混合物の状況変更を提案した：

- ・ HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物
- ・ 少なくとも4%のHFC-245faを含むHFC-365mfc
- ・ 7～13%のHFC-227eaとHFC-365mfcの市販混合物

今回の法的措置でEPAは上記の目録記載の変更をそのまま最終決定とした。硬質PUスプレー発泡に対する登録記載状況の変更は表17に要約される。

表 17. 硬質 PU スプレー発泡における発泡剤に対する状況変更の決議

最終用途	発泡剤	記載状況
硬質 PU : スプレー発泡 高压 2 液	①HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ②少なくとも4%のHFC-245faを含む HFC-365mfc ③7～13%のHFC-227eaとHFC-365mfcの市販混合物	2020年1月1日以降は 軍事、宇宙航空関連に用途 縮小して許可
		2020年1月1日以降は 軍事、宇宙航空関連以外の 用途は全て不許可
		2025年1月1日以降は 全ての用途で不許可
硬質 PU : スプレー発泡 低压 2 液	①HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ②少なくとも4%のHFC-245faを含む HFC-365mfc ③7～13%のHFC-227eaとHFC-365mfcの市販混合物	2021年1月1日以降は 軍事、宇宙航空関連に用途 縮小して許可
		2021年1月1日以降は 軍事、宇宙航空関連以外の 用途は全て不許可
		2025年1月1日以降は 全ての用途で不許可
硬質 PU : スプレー発泡 1 液発泡剤	①HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ②少なくとも4%のHFC-245faを含む HFC-365mfc ③7～13%のHFC-227eaとHFC-365mfcの市販混合物	2020年1月1日以降は 不許可

3 つ全てのスプレー発泡用途に対応する許可物質には CO<sub>2</sub>、水、HFC-152a、HFO-1234ze(E)、R-1233zd(E)が含まれる。

表 18. 硬質 PU 高圧 2 液スプレー発泡、低圧 2 液スプレー発泡および硬質 PU 1 液発泡剤用途における発泡剤の状況

発泡剤	記載状況
<b>硬質 PU 高圧 2 液スプレー発泡</b>	
HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物； ①少なくとも 4%の HFC-245fa を含む HFC-365mfc ②7～13%の HFC-227ea と HFC-365mfc の市販混合物	縮小された使用範囲に依拠する許可、若しくは不許可
CO <sub>2</sub> 、HFC-152a、HFO-1234ze、R-1233zd (E)	許可
HFO-1336mzz (Z)	許可
<b>硬質 PU 低圧 2 液スプレー発泡</b>	
HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも 4%の HFC-245fa を含む HFC-365mfc ②7～13%の HFC-227ea と HFC-365mfc の市販混合物	縮小された使用範囲に依拠する許可、若しくは不許可
CO <sub>2</sub> 、HFC-152a、HFO-1234ze、R-1233zd(E)、水	許可
HFO- 1336mzz (Z)	許可
<b>硬質 PU1 液発泡充填剤</b>	
HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも 4%の HFC-245fa を含む HFC-365mfc ②7～13%の HFC-227ea と HFC-365mfc の市販混合物	縮小された使用範囲に依拠する許可、若しくは不許可
CO <sub>2</sub> 、HFC-152a、HFO-1234ze、R-1233zd(E)、水	許可
HFO- 1336mzz (Z)	許可

※R-1233zd(E)は塩素を含有し、ODP が 0.00024～0.00034 であるが、ほとんどオゾン層に影響することはないと見做されている。

2. 宇宙、航空関連発泡適用に対して縮小した使用範囲の状況変更期日の改訂

提案されたように、EPA は宇宙航空関連用途に対し、HFC 類と HFC 混合物の発泡剤を縮小された使用範囲で許可から不許可に登録記載状況の変更をする期日を改訂した。EPA は、宇宙航空関連用途については 2025 年 1 月 1 日、軍事用途については 2022 年 1 月 1 日に登録記載状況を変更すると改訂した。

表 19. 発泡剤に対する登録記載状況の変更期日改訂

<対象代替品> HFC-134a、HFC-245fa、HFC-365mfc とその混合物

最終用途	記載状況
硬質 PU： 家電製品	2020 年 1 月 1 日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022 年に軍事、2025 年に宇宙航空関連も不許可
硬質 PU： 業務用冷蔵冷凍および サンドイッチパネル	
硬質 PU： 海上浮遊発泡体	2020 年 1 月 1 日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022 年に軍事、2025 年に宇宙航空関連も不許可

硬質 PU : スラブ材その他	2019年1月1日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022年に軍事、2025年に宇宙航空関連も不許可
硬質 PU と ポリイソシアネート積層板材	2020年1月1日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022年に軍事、2025年に宇宙航空関連も不許可
軟質 PU 表層付ポリウレタン	2017年1月1日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022年に軍事、2025年に宇宙航空関連も不許可
ポリスチレン : 押出シート	
ポリスチレン : 押出板材、棒材 (XPS)	
ポリオレフィン	2020年1月1日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022年に軍事、2025年に宇宙航空関連も不許可
フェノール樹脂 断熱材	2017年1月1日以降軍事、宇宙航空関連に用途縮小して許可、その他の用途は不許可。2022年に軍事、2025年に宇宙航空関連も不許可

#### D. 防火と防爆

1. 全室消火剤注入システム (total flooding) 消火剤、液体流動 (streaming) 消火剤に対する 2-BTP の許可, 目録記載

表 22. 他の全室消火剤注入システム (total flooding) 消火剤、液体流動 (streaming) 消火剤と比較される 2-BTP の状況

消火剤	記載状況
2-BTP	許可, 使用条件依拠
<b>全室消火剤注入システム (total flooding)</b>	
FK-5-1-12 mmy2(C6FK)	許可
CF <sub>3</sub> I	
CO <sub>2</sub>	
HCFC Blend A	
HFC-227ea	
HFC-125	
水, 不活性ガス	
<b>液体流動 (streaming) 消火剤</b>	
FK-5-1-12 mmy2(C6FK)	許可
CF <sub>3</sub> I	
CO <sub>2</sub>	
HCFC Blend B	
HFC-227ea	
HFC-236fa	
HFC-125	
水	
HFPEs	

補遺（HFC 部分のみ抜粋）：

成層圏オゾン保護：代替品の新規登録記載；登録記載状況の変更；SNAP の下での独立気泡発泡体製品の不許可の再説明；プロパンの放散を禁止する大気浄化法 608 項の改訂

◎冷媒-----<決議>使用条件に依拠して許可する物質

用途	冷媒	条 件	意見
自動車空調 (新規に製造された中型乗用車)	HFO-1234yf	2017年1月3日(最終規則発表後30日の期日)以降： (1)HFO-1234yf自動車空調システムは、可燃性冷媒警告ラベル、高圧圧縮機のカットオフスイッチ、圧逃し部品および独特の付属品の要求を含むSAE J639(2011)の全ての安全要件を保持しなければならない。作業的従事での使用に対し冷媒容器と接続するために使用付属品はSAE J2844(2011改訂)に準拠していなければならない。 (2)製造者はSAE J1739(2009)で提示されたようにFMEA(故障モードとその影響の解析)を実施しなければならない。製造者はFMEAをファイル化し最低3年保存しなければならない。	作業従事技術者に付加的な訓練が勧められる。  HFO-1234yfは2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンとしても知られる。
自動車空調 (新規に製造された大型ピックアップトラック)	HFO-1234yf	2017年1月3日(最終規則発表後30日の期日)以降： (1)HFO-1234yf自動車空調システムは、可燃性冷媒警告ラベル、高圧圧縮機のカットオフスイッチ、圧逃し部品および独特の付属品の要求を含むSAE J639(2011)の全ての安全要件を保持しなければならない。作業従事での使用に対し冷媒容器と接続するために使用付属品はSAE J2844(2011改訂)に準拠していなければならない。 (2)製造者はSAE J1739(2009)で提示されたようにFMEA(故障モードとその影響の解析)を実施しなければならない。製造者はFMEAをファイル化し最低3年保存しなければならない。	作業従事技術者に付加的な訓練が勧められる。  HFO-1234yfは2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンとしても知られる。
自動車空調 (新規に製造された大型バン)	HFO-1234yf	2017年1月3日(最終規則発表後30日の期日)以降： (1)HFO-1234yf自動車空調システムは、可燃性冷媒警告ラベル、高圧圧縮機のカットオフスイッチ、圧逃し部品および独特の付属品の要求を含むSAE J639(2011)の全ての安全要件を保持しなければならない。作業従事での使用に対し冷媒容器と接続するために使用付属品はSAE J2844(2011改訂)に準拠していなければならない。 (2)製造者はSAE J1739(2009)で提示されたようにFMEA(故障モードとその影響の解析)を実施しなければならない。製造者はFMEAをファイル化し最低3年保存しなければならない。	作業従事技術者に付加的な訓練が勧められる。  HFO-1234yfは2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンとしても知られる。  HFO-1234yfは大型バンに対して許可。大型バンは二次、三次製造者によって変更されない。

◎発泡剤-----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
硬質 PU : 家電製品	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物.	2020年1月1日から2022年1月1日まで 軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙 航空関連用途で許可。これらの分野では 他の代替品は機能や安全要求に技術的に 不可能ということを確認する合理的な努 力がなされている。  これらの代替品で2022年1月1日若し くはそれ以前に軍事用途で、2025年1月 1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用 途で製造された独立気泡発泡製品および 独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も 使用可能である。	使用者は順法を示す 必要から代替品の 技術的な研究結果 を記録し残すこと が要求される。情報 は次の記載を含む べきである： ・代替品が必要とされ たプロセス若しく は製品 ・試験し不合格の代替 品；
PU : 業務用冷蔵冷 凍庫およびサ ンドイッチパ ネル	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物	2020年1月1日から2022年1月1日ま で軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙 航空関連用途で許可。これらの分野では 他の代替品は機能や安全要求に技術的に 不可能ということを確認する合理的な努 力がなされている。  これらの代替品で2022年1月1日若し くはそれ以前に軍事用途で、2025年1月 1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用 途で製造された独立気泡発泡製品および 独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も 使用可能である。	・他の代替品が不合格 となった理由(機 能、技術的あるいは 安全性標準など) ・他の代替品が入手可 能となる予想期日 や代替の計画

◎発泡剤-----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
軟質 PU	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物	2020年1月1日から2022年1月1日ま で軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙 航空関連用途で許可。これらの分野では 他の代替品は機能や安全要求に技術的に 不可能ということを確認する合理的な努 力がなされている。	使用者は順法を示 す目的に代替品の 技術的な研究の結 果を記録し残すこ とが要求される。情 報は次の記載を含 むべきである。 ・代替品が必要とされ たプロセス若しく は製品 ・試験し拒否された代 替品； ・他の代替品が拒否さ れた理由(機能、技 術的あるいは安全 性標準など) ・他の代替品が入手可 能となる予想期日 や交代の計画時間
硬質 PU : スラブ材 その他		2020年1月1日から2022年1月1日ま で軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙 航空関連用途で許可。これらの分野では 他の代替品は機能や安全要求に技術的に 不可能ということを確認する合理的な努 力がなされている。  これらの代替品で2022年1月1日若し くはそれ以前に軍事用途で、2025年1月 1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用 途で製造された独立気泡発泡製品および 独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も 使用可能である。	

◎発泡剤-----<決議>縮小された使用範囲で許可の物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
硬質 PU およびポリイソシアネート積層板材	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物	2020年1月1日から2022年1月1日まで軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙航空関連用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。	使用者は順法を示す目的に代替品の技術的な研究の結果を記録し残すように要求される。情報は次の記載を含むべきである： ・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品 ・試験し拒否された代替品； ・他の代替品が拒否された理由(機能、技術的あるいは安全性標準など) ・他の代替品が入手可能となる予想期日や交代の計画時間
硬質 PU： 海上浮遊発泡体		これらの代替品で2022年1月1日若しくはそれ以前に軍事用途で、2025年1月1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用途で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。	

◎発泡剤-----<決議>縮小された使用範囲で許可の物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
ポリスチレン： 押出シート 押出板材と棒材	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物	2020年1月1日から2022年1月1日まで軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙航空関連用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。  これらの代替品で2022年1月1日若しくはそれ以前に軍事用途で、2025年1月1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用途で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。	使用者は順法を示す必要性から代替品の技術的な研究結果を記録し残すことが要求される。情報は次の記載を含むべきである： ・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品 ・試験し不合格となった代替品； ・他の代替品が拒否された理由(機能、技術的あるいは安全性標準など) ・他の代替品が入手可能となる予想期日や代替化計画

◎発泡剤----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
表層付ポリウレタン	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物	2020年1月1日から2022年1月1日まで軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙航空関連用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。	使用者は順法を示す必要性から代替品の技術的な研究結果を記録し残すことが要求される。情報は次の記載を含むべきである：

ポリオレフィン		<p>2020年1月1日から2022年1月1日まで軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙航空関連用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。</p> <p>これらの代替品で2022年1月1日若しくはそれ以前に軍事用途で、2025年1月1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用途で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品</li> <li>・試験し拒否された代替品；</li> <li>・他の代替品が拒否された理由(機能、技術的あるいは安全性標準など)</li> <li>・他の代替品が入手可能となる予想期日や交代の計画時間</li> </ul>
---------	--	--	---

◎発泡剤-----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
フェノール樹脂断熱板、部材	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc とその混合物	<p>2020年1月1日から2022年1月1日まで軍事用途で、2025年1月1日まで宇宙航空関連用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。</p> <p>これらの代替品で2022年1月1日若しくはそれ以前に軍事用途で、2025年1月1日若しくはそれ以前に宇宙航空関連用途で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。</p>	<p>使用者は順法を示す必要性から代替品の技術的な研究結果を記録し残すことが要求される。情報は次の記載を含むべきである：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品</li> <li>・試験し拒否された代替品；</li> <li>・他の代替品が拒否された理由(機能、技術的あるいは安全性標準など)</li> <li>・他の代替品が入手可能となる予想期日や代替計画</li> </ul>

◎不許可物質

最終用途	発泡剤	決議	更なる情報
軟質ポリウレタン	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2017年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。	この最終用途においては、健康や環境へのリスクが低い他の代替品が登録記載状況の変更日までに市場で入手可能となるであろう。
ポリスチレン： 押出シート	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2017年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2017年12月1日(最終規則の公表日の1年後の期日)若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。	

最終用途	発泡剤	決議	更なる情報
フェノール樹脂 断熱板材部材	HFC-143a, HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2017年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2017年12月1日(最終規則の公表日の1年後の期日)若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降使用可能。	この最終用途においては、健康や環境へのリスクが低い他の代替品が登録記載状況の変更日まで市場で入手可能となるであろう。
表層付ポリウレタン	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2017年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。	
硬質 PU : スラブ材 その他	HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2019年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2019年1月1日若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	
硬質 PU とポリイソシアネート 積層板材	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物,	2017年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2017年12月1日(最終規則の公表日の1年後の期日)若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	

最終用途	発泡剤	決議	更なる情報
硬質 PU : 海上浮遊発泡体	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2020年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2020年1月1日若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	この最終用途においては、健康や環境へのリスクが低い他の代替品が登録記載状況の変更日まで市場で入手可能となるであろう。
硬質 PU : 業務用冷蔵冷凍 サンドイッチパネル	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2020年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2020年1月1日若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	
硬質 PU : 家電製品	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2020年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2020年1月1日若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	
ポリスチレン : 押出板材,棒材	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2021年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2021年1月1日若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	
ポリオレフィン	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, およびその混合物	2020年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 2019年1月1日若しくはそれ以前にこれらの代替品で製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能。	

◎冷媒-----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	冷媒	縮小された使用範囲	更なる情報
遠心チラー (新規のみ)	HFC-134a.	2024年1月1日以降、軍艦用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。	使用者は順法を示す必要から代替品の技術的な研究結果を記録し残すことが要求される。情報は次の記載を含むべきである ・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品 ・試験し不合格となった代替品； ・他の代替品が拒否された理由(機能、技術的あるいは安全性標準など) ・他の代替品が入手可能となる予想期日や代替計画
	HFC-134a R-404A	2024年1月1日以降、宇宙船及び関連支援設備においてのみ許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。	

◎冷媒-----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	冷媒	縮小された使用範囲	更なる情報
容積式チラー (新規のみ)	HFC-134a.	2024年1月1日以降、海軍艦船用途で許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。	使用者は順法を示す必要性から代替品の技術的な研究結果を記録し残すことが要求される。情報は次の記載を含むべきである： ・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品 ・試験し不採用となった代替品； ・他の代替品が拒否された理由(機能、技術的あるいは安全性標準など) ・他の代替品が入手可能となる予想期日や代替計画
	HFC-134a と R-404A	2024年1月1日以降、有人宇宙船及び関連支援設備においてのみ許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。	

◎冷媒-----不許可物質

最終用途	冷媒	決議	更なる情報
遠心チラー (新規のみ)	HFC-134a, HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-245fa, R-125/134a/600a (28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A R-407C, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R434A, R438A, R-507A.	2024年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。	この最終用途においては、健康や環境へのリスクが低い他の代替品が登録記載状況の変更日までに市場で入手可能となるであろう。
冷蔵倉庫 (新規のみ)	HFC-227ea, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5) R-404A, R-407A, R-407B, R-410A, R-410B R-417A, R-421A, R-421B, R-422B, R-422C R-422D, R-423A, R-424A, R-428A, R-434A R-438A, R-507A.	2023年1月1日以降不許可。	

家庭用冷蔵・冷凍庫 (新規のみ)	HFC-134a, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407C, R-407F, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-426A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A.	2021年1月1日以降不許可。
容積式チラー (新規のみ)	HFC-134a, HFC-227ea, R-125/134a/600a (28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A.	2024年1月1日以降不許可。 ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。
新規小売食品冷蔵冷凍（食品加工・調理設備） (新規のみ)	HFC-227ea, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A, R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A.	2021年1月1日以降不許可。

◎発泡剤-----<決議>縮小された使用範囲で許可物質

用途	発泡剤	縮小された使用範囲	更なる情報
硬質 PU : スプレー発泡 高圧 2 液	HFC-134a、 HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも 4%の HFC-245fa を含む HFC-365mfc ②7～13%の HFC-227ea と HFC-365mfc の市販混合物	2020年1月1日から2025年1月1日まで軍事用途若しくは宇宙航空関連用途でのみ許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。  これらの代替品で2025年1月1日若しくはそれ以前に製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。	使用者は順法を示す必要から代替品の技術的な研究結果を記録し残すことが要求される。情報は次の記載を含むべきである： ・代替品が必要とされたプロセス若しくは製品 ・試験し不採用となった代替品； ・他の代替品が拒否された理由（機能、技術的あるいは安全性標準など） ・他の代替品が入手可能となる予想期日や代替計画
硬質 PU : スプレー発泡 低圧 2 液	HFC-134a、 HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも 4%の HFC-245fa を含む HFC-365mf ②7～13%の HFC-227ea と HFC-365mfc の市販混合物	2020年1月1日から2025年1月1日まで軍事用途若しくは宇宙航空関連用途でのみ許可。これらの分野では他の代替品は機能や安全要求に技術的に不可能ということを確認する合理的な努力がなされている。  これらの代替品で2025年1月1日若しくはそれ以前に軍事用途若しくは宇宙航空関連用途で製造された低圧 2 液スプレー発泡キットはそれ以降も使用可能である。	

◎発泡剤－不許可物質

最終用途	発泡剤	決議	更なる情報
硬質 PU： スプレー発泡 1液発泡剤	HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも4%の HFC-245faを含む HFC-365mfc ②7～13%のHFC-227eaと HFC-365mfcの市販混合物	2020年1月1日以降不許可。 これらの代替品で2020年1月1日若しくはそれ以前に製造された1液発泡剤はそれ以降も使用可能である。	この最終用途においては、健康や環境へのリスクが低い他の代替品が登録記載状況の変更日までに市場で入手可能となるであろう。
硬質 PU： スプレー発泡 高圧2液	HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも4%の HFC-245faを含む HFC-365mfc ②7～13%のHFC-227eaと HFC-365mfcの市販混合物	2020年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 これらの代替品で2020年1月1日若しくはそれ以前に製造された独立気泡発泡製品および独立気泡発泡体を含む製品はそれ以降も使用可能である。	
硬質 PU： スプレー発泡 低圧2液	HFC-134a、HFC-245fa およびその混合物 ①少なくとも4%の HFC-245faを含む HFC-365mfc ②7～13%のHFC-227eaと HFC-365mfcの市販混合物	2021年1月1日以降不許可。ただし、縮小された使用範囲で許されたものは除外。 これらの代替品で2025年1月1日若しくはそれ以前に製造された低圧2液スプレー発泡キットはそれ以降も使用可能である。	

### 3. 5. 4 SNAP 文書-2

#### SNAP に対する第 31 決議 (RIN 2060-AG12)

##### 【法的措置】 許可の決議

【概要】 本許可の決議は、EPA の SNAP プログラムに従い、許可代替品の目録を拡大するものである。この法的措置は、冷凍冷蔵及び空調分野での使用に対して、許可出来る追加の代替品を目録に記載するものである。

【発効期日】 本決議は 2016 年 5 月 23 日に発効する。

【同定コード】 EPA-HQ-OAR-2003-0118

#### A. 新規許可物質の決議の概要

##### I. 新規許可代替品の登録記載

この法的措置は、冷凍冷蔵および空調分野における幾つかの許可出来る物質をリストに記載するための EPA の最新決議を提示する。新しく許可された物質とその末端用途は、

- ・ CO<sub>2</sub> について、いくつかの冷凍冷蔵機器および空調機器末端用途において許可する。
- ・ HFO-1336mzz(Z) について、いくつかの冷凍冷蔵機器および空調機器末端用途において許可する。
- ・ HFO-1336mzz(Z) / t-1,2-ジクロロエチレン(74.7 / 25.3) 混合品(R-514A と提案中) について、2 つの冷凍冷蔵機器および空調機器末端用途で許可する。
- ・ R-513A (HFC-134a / HFO-1234yf 混合品 : 44/56 について、小売食品冷凍冷蔵—食品加工・調理機器における用途において許可する。

全ての工業分野における ODS 許可物質の全リストの写しは、EPA の WEB サイトの SNAP 部分に詳細な記載がある [WWW.epa.gov/snap/substitutes-sector](http://www.epa.gov/snap/substitutes-sector)。

以下に今回リストに記載される各物質についての詳細を記述する。

#### B. 冷凍冷蔵および空調機器 (要旨)

##### 1. 二酸化炭素 (R-744)

EPA の決議 : EPA は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が次の用途で代替品として許可出来ると認める :

- ・ アイススケートリンク (新規設備)
- ・ 遠心式チラー (新規設備)
- ・ 容積式チラー (新規設備)
- ・ 工業プロセス空調 (新規設備)

二酸化炭素は既に多くの冷蔵冷凍および空調分野で許可物質としてリストに記載されている。今回上記の用途における使用リスクの評価を行なった。

EPA は CO<sub>2</sub> が上記の最終用途において、CO<sub>2</sub> によってもたらされる全般的な環境および健

康リスクは同じ用途で使用可能な他の物質よりも低いことから、許可出来るとして認める。

## 2. HFO-1336mzz(Z) (オプテオン MZ)

EPA の決議：EPA は HFO-1336mzz(Z)が次の用途で代替品として許可出来ると認めた：

- ・遠心チラー (新規設備)
- ・容積式チラー (新規設備)
- ・プロセス空調 (新規設備)
- ・非-機械的熱移送 (新規および改造設備)

EPA は以前に HFO-1336mzz(Z)を発泡用途の多くにおいて、許可出来る発泡剤としてリストに記載した。

EPA は HFO-1336mzz(Z)が上記の最終用途において、HFO-1336mzz(Z)によってもたらされる全般的な環境および健康リスクは同じ用途で使用可能な他の代替品よりも低いことから、許可出来ると認めた。

## 3. HFO-1336mzz(Z)/ジクロロエチレン混合物 (74.7/25.3) (R-514A で提案、オプテオン XP30)

EPA の決議：EPA は HFO-1336mzz(Z)/ジクロロエチレン混合物 (74.7/25.3) が次の用途で代替品として許可出来ると認める

- ・遠心式チラー (新規および改造設備)
- ・容積式チラー (新規および改造設備)

本冷媒は重量比 HFO-1336mzz(Z)74.7%とトランス-1,2-ジクロロエチレン 25.3%の混合物で、ASHRAE は名称 R-514A を提案している。商品名 OpteonXP30 として販売されている。

(可燃性情報)

t-1,2-ジクロロエチレンは可燃性だが、HFO-1336mzz(Z)は可燃性ではなく、本混合物は混合比が多少ずれても可燃性ではない。

EPA は HFO-1336mzz(Z)/ジクロロエチレン混合物 (74.7/25.3) が上記の最終用途において、HFO-1336mzz(Z)/ジクロロエチレン混合物 (74.7/25.3) によってもたらされる全般的な環境および健康リスクは同じ用途で使用可能な他の代替品よりも低いことから、許可出来ると認めた。

## 4. R-513A

EPA の決議：EPA は R-513A が次の用途で代替品として許可出来ると認める：

- ・小売食品冷蔵冷凍-冷却食品加工・調理設備 (新規および改造設備)

R-513A は、重量比 HFC-134a 44%、HFO-1234yf 56%の混合品で、商品名オプテオン XP10 として販売されている。

EPA は R-513A が上記の最終用途において、R-513A によってもたらされる全般的な環境およびヒトの健康リスクは同じ用途で使用可能な他の代替品よりも低いことから、許可出来ると認めた。

次の補遺 A の表はこれら新代替物質の概要を示す。

【補遺 A：新規許可物質の決議概要】

末端用途	物質	決議	補足情報
遠心チラー (新規のみ)	二酸化炭素 CO <sub>2</sub> (R-744)	許可	CO <sub>2</sub> は ODP=0、GWP= 1、不燃性。毒性：OSHA による被曝許容濃度は 5,000ppm (8hr、経時平均)。NIOSH の短時間(15 分)推奨被曝限度 30,000ppm。EPA は使用者が ASHRAE 基準 15 で決められた要求や推奨に従うことを推奨。
	HFO-1336mzz(Z)	許可	HFO-1336mzz(Z)は ODP=0、100 年 GWP は約 9。不燃性。毒性：OARS 推奨の作業環境被曝限度(WEEL)は 500ppm(8hr)。
遠心チラー (新規、改造設備)	HFO-1336mzz(Z) / t-1,2-ジクロロエチレン (74.7/25.3) 混合物 (R-514A 提案)	許可	本混合物の ODP は約 0.00006。不燃性。毒性：t-1,2-ジクロロエチレンの OSHA 被曝許容限度は 200ppm(8hr)。推奨される本混合物の作業場での許容被曝限界(AEL)は 323ppm(8hr)。
熱媒 (新規、改造設備)	HFO-1336mzz(Z)	許可	HFO-1336mzz は ODP=0、100 年 GWP は約 9。不燃性。毒性：OARS による推奨被曝限度 500ppm(8hr)
アイススケートリンク (新規のみ)	二酸化炭素 CO <sub>2</sub> (R-744)	許可	CO <sub>2</sub> は ODP=0、GWP= 1、不燃性。毒性：OSHA 被曝許容濃度 5,000ppm (8hr)。NIOSH 推奨被曝限度 30,000ppm(15 分)。EPA 推奨 ASHRAE 基準 15。
工業プロセス空調 (新規のみ)	二酸化炭素 CO <sub>2</sub> (R-744)	許可	CO <sub>2</sub> は ODP=0、GWP= 1、不燃性。毒性：OSHA 被曝許容濃度 5,000ppm (8hr)。NIOSH 推奨被曝限度 30,000ppm(15 分)。EPA 推奨 ASHRAE 基準 15。
	HFO-1336mzz(Z)	許可	HFO-1336mzz は ODP=0、100 年 GWP は約 9。不燃性。毒性：OARS による推奨被曝限度 500ppm(8hr)

末端用途	物質	決議	補足情報
容積式チラー (新規のみ)	二酸化炭素 CO <sub>2</sub> (R-744)	許可	CO <sub>2</sub> は ODP=0、GWP= 1、不燃性。毒性：OSHA 被曝許容濃度 5,000ppm (8hr)。NIOSH 推奨被曝限度 30,000ppm(15 分)。EPA 推奨 ASHRAE 基準 15
	HFO-1336mzz(Z)	許可	HFO-1336mzz(Z)は ODP=0、100 年 GWP は約 9。不燃性。毒性：OARS による推奨被曝限度 500ppm(8hr)
	HFO-1336mzz(Z) / t-1,2-ジクロロエチレン (74.7/25.3) 混合物 (R-514A 提案)	許可	本混合物の ODP は約 0.00006。不燃性。毒性：t-1,2-ジクロロエチレンの OSHA 被曝許容限度は 200ppm(8hr)。本混合物の作業環境での許容被曝限界は 323ppm(8hr)

末端用途	物質	決議	補足情報
小売食品冷蔵冷凍 (新規、改造の冷却 食品加工・調理設 備)	R-513A	許可	R-513A は HFC-134a/HFO-1234yf 混合品 (44/56)。 ODP=0、100 年 GWP は約 630。不燃性。 毒性：AIHA の WEEL(8hr)は HFC-134a が 1,000ppm HFO-1234yf が 500ppm。推奨される R-513A の 作業場での許容被曝限界(AEL)は 653ppm(8hr)。

### 3. 5. 5 SNAP 文書-3

#### SNAP 決議 32

この文書は、2016年9月28日に大気政策部（Office of Atmospheric Programs）の長官によって署名され、2016年10月11日に公布され、同日発効した。

【要旨】米国環境保全局（EPA；Environmental Protection Agency）の重要新規代替政策（SNAP；Significant New Alternatives Policy）に従って、“認可”物質のリストを拡張したものである。冷凍・空調用途および防火・防爆用途において、使用可能となった新たな物質のリストである。

#### 【今回認可された物質】

##### 1. R-448A

- ・ R-448A の GWP は約 1390 であり、この混合品は不燃性である。
- ・ R-448A は、HFC-32+HFC-125+HFC-134a+HFO-1234yf+HFO-1234ze(E)の混合品である。  
\* 配合比率は 26/26/21/20/7
- ・ 商品名； Solstice® N-40
- ・ 認可された用途；小売り用食品冷凍（食品加工および調理用新規および改造機器）

##### 2. R-449A

- ・ R-449A の GWP は約 1400 であり、この混合品は不燃性である。
- ・ R-449A は、HFC-32+HFC-125+HFC-134a+HFO-1234yf の混合品である。  
\* 混合比率は 24.3/24.7/25.7/25.3
- ・ 商品名； Opteon® XP 40
- ・ 認可された用途；小売り用食品冷凍（食品加工および調理用新規および改造機器）

##### 3. R-449B

- ・ R-449B の GWP は約 1410 であり、この混合品は不燃性である。
- ・ R-449B は、HFC-32+HFC-125+HFC-134a+HFO-1234yf の混合品である。  
\* 混合比率 25.2/24.3/27.3/23.2
- ・ 商品名； Forane® 449B
- ・ 認可された用途；業務用製氷機、冷凍車、  
小売り用食品冷凍(固定式-0℃以下)  
スーパーマーケットと遠隔操作冷凍コンデンシングユニット

##### 4. トランス 1 クロロ-3,3,3 トリフルオロプロペン

- ・ 商品名； Solstice® FS

【承認された用途分野】

1. 冷凍空調分野

物質	用途	備考
R-448A	小売り用食品冷凍 (食品加工および調理用 新規生産および改造機 器)	米国産業衛生局 (AIHA; American Industrial Hygiene Association) は、職場における被曝限度 (WEEL; workplace environmental exposure limits) を、混合品の 8 時間時間平均 (8-hr TWA; time weighted average) を用いることにした。HFC-32, HFC-125, HFC-134a の WEEL は 1000ppm、HFO-1234yf の WEEL は 500ppm、HFO-1234ze(E) の WEEL は 800ppm である。製造者は、許容被曝限度 (AEL; acceptable exposure level) を 890ppm (8-hr TWA) とすることを推奨している。
R-449A	小売り用食品冷凍 (食品加工および調理用 新規生産および改造機 器)	HFC-32, HFC-125, HFC-134a の WEEL は 1000ppm、HFO-1234yf の WEEL は 500ppm である。製造者は、許容被曝限度 (AEL; acceptable exposure level) を 830ppm (8-hr TWA) とすることを推奨している。
R-449B	業務用製氷機 (新規生産および改造 品)	HFC-32, HFC-125, HFC-134a の WEEL は 1000ppm、HFO-1234yf の WEEL は 500ppm である。製造者は、許容被曝限度 (AEL; acceptable exposure level) を 865ppm (8-hr TWA) とすることを推奨している。
	冷凍輸送 (新規生産および改造品)	
	小売り用食品冷凍 (食品加工および調理用新 規生産および改造機器)	
	小売り用食品冷凍 (スーパーマーケット用シ ステム、リモート冷却装置、 低温単独機器での新規生産 および改造)	

2. 消火剤用充填剤

【認可物質】 トランス 1 クロロ-3,3,3 トリフルオロプロペン

【使用条件】

この薬剤の使用に際しては、全国防火協会 (NFPA; National Fire Protection Association) の定める最新の安全基準、「2001 年クリーンな薬剤による消火システムに関する基準」に従わねばならない。安全機能とは、その機器に適用されるべき OSHA 規制および NFPA 基準が規定するような、例えば放出警告装置、遅延装置、装着放棄スイッチなどが装備されていなければならないなどである。

【安全上の注意】

当該薬剤を使用した装置の製造工程の確立、装置の設営、装置の保全に際し、EPA は以

下を推奨する。

- \*Solstice® FS を吸引した時は、作業員はただちに現場を離れ、新鮮な空気のある場所に行くこと。もし、呼吸が困難な時は、医療措置を受けること。
- \*洗眼もしくは浸眼装置が利用可能な状態にあること。目が被爆した場合、作業員は直ちに、瞼の下を含めて目を水で 15 分間洗い流すこと。凍傷が起こった時は、その炎症部位をぬるま湯で洗浄し、炎症が拡大する、もしくは継続している場合は、医療措置を受けること。
- \*皮膚が被爆した場合、SDS はその部位を洗い、炎症を防ぐため被爆した衣服を総て脱ぎすててことを推奨している。凍傷が生じた時は、ぬるま湯（熱湯は不可）の中に浸す（こすことは不可）こと。水がない時は部位を清潔で柔らかな布で覆うこと。炎症が拡大する、もしくは継続している場合は、医療措置を受けること。
- \*あまり起こることではないが、Solstice® FS を飲み込んだ場合は、意識がしっかりしている場合、水を 1 杯飲ませ、ただちに医師の診断を受けること。
- \*生産現場は、職務上の被爆の可能性を緩和するため、機械による看視装置を備えていなければならない。とりわけ、適切な排気の換気装置は必須である。
- \*化学工程を担当する作業員は、防護手袋、保護眼鏡、防護作業服、放出事象や換気不全に備えての呼吸保護機器（マスク）など、個人用の防護装置（PPE ; personal protective equipment）を装着していなければならない。
- \*総ての排出物は、職場の衛生慣習に則り、ただちに掃除すること。
- \*薬剤を貯めた容器、薬剤を充填した消火装置を取り扱う総ての従業員に対し、安全手続きに関する研修を行うこと。

また、次の注意が記載されている。

- (1)EPA は掲載した消火薬剤について、それぞれに適切な個人用の防護装置（PPE）を選択する上で、OSHA（Occupational Safety and Health Administration：米国労働安全衛生局）の技術手引書を参照することを推奨している。EPA は、個人用の防護装置（例えば防護マスク）の使用、防火、危険時の通信、作業員研修、その他ハロン物質についての職場の安全基準など、OSHA が管轄する事項を、重複して記載する、もしくは削除する意思はない。
- (2)総ての消火薬剤の使用に際しては、29 CFR part 1910, subpart L, sections 1910.160 and 1910.162.を含む、それぞれに対応した OSHA の要求事項を充たさなければならない。
- (3)OSHA の要求事項のうち、職員が現場に再入場する時には、保護服(SCBA)が完備されていなければならない。
- (4)試験放出は、安全基準や性能基準を充たすために必須である場合に限られる。
- (5)薬剤は、試験放出した時、実際に稼働した時、再使用や廃棄のために引き抜かれた時に補充されなければならない。

### 3.5.6 冷媒等リスト一覧

以下に冷媒等のリスト一覧を示す。数値等は TEAP XXVII/4 TEAP Task Force Report (June 2016) に基づく。

#### (1) 炭化水素他の冷媒等

※燃焼性とは ASHRAE34 (冷媒安全性分類規格) のこと  
: A 低毒性、B 毒性、1 不燃性、2L 微燃性、2 弱燃性、3 強燃性

冷媒番号	化学名	燃焼性	GWP
R-290	プロパン	3	3
R-600	ブタン	3	3
R-600a	イソブタン	3	3
R-717	アンモニア	2L	0
R-718	水	1	0
R-744	二酸化炭素	1	1
R-1270	プロピレン	3	2

#### (2) HFO 系と HFC (単体) 冷媒等

冷媒	燃焼性	GWP
HFO-1234yf	2L	4
HFO-1234ze(E)	2L	7
HFO-1233zd(E)	1	5
HFO-1336mzz(Z)	1	9
HFO-1123 *	(1)	<1
HCFO-1124yd(Z) *	(1)	<1
HFC-32	2L	675
HFC-125	1	3450
HFC-134a	1	1360
HFC-143a	2L	5080
HFC-152a	2	148
HFC-227ea	1	3140
HFC-236fa	1	8060
HFC-245fa	B1	882

\*産業総合研究所 (日本) での測定値

#### (3) HFC 系混合冷媒等 (HFO 系含む)

冷媒番号	成分	比率	燃焼性	GWP
R-401A	R-22/152a/124	53/23/34	1	1130
R-401B	R-22/152a/124	61/11/28	1	1220
R-401C	R-22/152a/124	33/15/52	1	880
R-402A	R-125/290/22	60/2/38	1	2690
R-402B	R-125/290/22	38/2/60	1	2310
R-403A	R-290/22/218	5/75/20	1	3000
R-403B	R-290/22/218	5/56/39	1	4310
<b>R-404A</b>	R-143a/125/134a	52/44/4	1	3780
R-406A	R-22/600a/142b	55/4/41	2	1800
R-407A	R-32/125/134a	20/40/20	1	1730

R-407B	R-32/125/134a	10/70/20	1	2700
<b>R-407C</b>	R-32/125/134a	23/25/52	1	1650
R-407D	R-32/125/134a	15/15/70	1	1500
R-407E	R-32/125/134a	25/15/60	1	1300
R-407F	R-32/125/134a	30/30/40	1	1825
R-407H	R-32/125/134a	32.5/15/52.5	1	1495
R-408A	R-125/143a/22	7/46/47	1	3400
R-409A	R-22/124/142b	60/25/15	1	1500
R-409B	R-22/124/142b	65/25/10	1	1500
<b>R-410A</b>	R-32/125	50/50	1	2100
R-410B	R-32/125	45/55	1	2200
R-411A	R-1270/22/152a	1.5/87.5/11	2	1600
R-411B	R-1270/22/152a	3/94/3	2	1700
R-412A	R-22/218/142b	70/5/25	2	2220
R-413A	R-218/134a/600a	9/88/3	2	1920
R-414A	R-22/124/600a/142b	51/28.5/4/16.5	1	1400
R-414B	R-22/124/600a/142b	50/39/1.5/9.5	1	1300
R-415A	R-22/152a	82/18	2	1500
R-415B	R-22/152a	25/75	2	560
R-416A	R-134a/124/600	59/39.5/1.5	1	1000
R-417A	R-125/134a/600	46.6/50.0/3.4	1	2230
R-417B	R-125/134a/600	79/18.3/2.7	1	3000
R-417C	R-125/134a/600	19.5/78.8/1.7	1	1700
R-418A	R-290/22/152a	1.5/96/2.5	2	1700
R-419A	R-125/134a/E170(DME:ジメチルエーテル)	77/19/4	2	2900
R-419B	R-125/134a/E170(DME)	48.5/48/3.5	2	2300
R-420A	R-134a/142b	88/12	1	1400
R-421A	R-125/134a	58/42	1	2600
R-421B	R-125/134a	85/15	1	3100
R-422A	R-125/134a/600a	85.1/11.5/3.4	1	3100
R-422B	R-125/134a/600a	55/42/3	1	2500
R-422C	R-125/134a/600a	82/15/3	1	3000
R-422D	R-125/134a/600a	65.1/31.5/3.4	1	2700
R-422E	R-125/134a/600a	58/39.3/2.7	1	2500
R-423A	R-134a/227ea	52.5/47.5	1	2200
R-424A	R-125/134a/600a/600/601a	50.5/47/0.9/1/0.6	1	2400
R-425A	R-32/134a/227ea	18.5/69.5/12	1	1500
R-426A	R-125/134a/600/601a	5.1/93.0/1.3/0.6	1	1400
R-427A	R-32/125/143a/134a	15/25/10/50	1	2200
R-428A	R-125/143a/290/600a	77.5/20/0.6/1.9	1	3700
R-429A	R-E170(DME)/152a/600a	60/10/30	3	21
R-430A	R-152a/600a	76/24	3	120
R-431A	R-290/152a	71/29	3	46
R-432A	R-1270/E170(DME)	80/20	3	1.6
R-432B	R-1270/E170(DME)		3	1~5
R-432C	R-1270/E170(DME)		3	1~5
R-433A	R-1270/290	30/70	3	4
R-433B	R-1270/290	5/95	3	4.8
R-433C	R-1270/290	25/75	3	4.2
R-434A	R-125/143a/134a/600a	63.2/18/16/2.8	1	3300
R-435A	R-E170(DME)/152a	80/20	3	30
R-436A	R-290/600a	56/44	3	12

R-436B	R-290/600a	52/48	3	12
R-437A	R-125/134a/600/601	19.5/78.5/1.4/0.6	1	1700
R-438A	R-32/125/134a/600/600a	8.5/45/44.2/1.7/0.6	1	2200
R-439A	R-32/125/600/	50/47/3	2	2000
R-440A	R-290/134a/152a	0.6/1.6/97.8	2	170
R-441A	R-170/290/600a/600	3.1/54.8/6.0/36.1	3	5.6
R-442A	R-32/125/134a/152a/227ea	31/31/30/3/5	1	1888
R-443A	R-1270/290/600a	55/40/5	3	4
R-444A	R-32/152a/1234ze(E)	12/5/83	2L	93
R-444B	R-32/152a/1234ze(E)	41.5/48.5/10	2L	310
R-445A	R-744/134a/1234ze(E)	6/9/85	2L	120
R-446A	R-32/1234ze/600	68/29/3	2L	480
R-447A	R-32/125/1234ze	68/3.5/28.5	2L	600
R-447B	R-32/125/1234ze	68/8/24	2L	750
R-448A	R-32/125/1234yf/134a/1234ze(E)	26/26/20/21/7	1	1387
R-449A	R-134a/125/1234yf/32	26/25/25/24	1	1397
R-449B	R-134a/125/1234yf/32	25.2/24.3/27.3/23.2	1	1412
R-449C	R-134a/125/1234yf/32	29/20/31/20	1	1200
R-450A	R-1234ze/134a	58/42	1	601
R-451A	R-1234yf/134a	89.8/10.2	2L	140
R-451B	R-1234yf/134a	88.8/11.2	2L	150
R-452A	R-1234yf/32/125	30/11/59	1	2141
R-452B	R-1234yf/32/125	26/67/7	2	710
R-453A	R-32/125/134a/227ea/600/601a	20/20/53.8/5/0.6/0.6	1	1700
R-454A	R-1234yf/32	65/35	2L	239
R-454B	R-1234yf/32	31.1/68.9	2L	466
R-454C	R-1234yf/32	78.5/21.5	2L	148
R-455A	R-32/1234yf/744	21.5/75.5/3	2L	145
R-456A	R-32/134a/1234ze(E)	6/45/49	1	650
R-457A	R-32/1234yf/152a	18/70/12	2L	150
R-500	R-12/152a	73.8/26.2	1	7600
R-501	R-22/12	75/25	1	3900
R-502	R-22/115	48.8/51.2	1	4600
R-503	R-23/13	40.1/59.9	1	13000
R-504	R-32/115	48.2/51.8	1	4100
R-507A	R-143a/125	50/50	1	2210
R-508A	R-23/116	39/61	1	11940
R-508B	R-23/116	46/54	1	11950
R-509A	R-22/218	44/56	1	5560
R-510A	R-E170/600a	88/12	3	3.3
R-511A	R-290/152a	95/5	3	12
R-512A	R-134a/152	5/95	2	210
R-513A	R-1234yf/134a	56/44	1	631
R-513B	R-1234yf/134a	58.5/41.5	1	596
<b>R-514A</b>	R-1336mmz(Z)のジクロロエチレン	74.7/25.3	B1	1.7
R-515A	R-1234yf/227ea	88/12	1	380

(主な出典：TEAP XXVII/4 TEAP Task Force Report (June 2016) )