

総論—各種規制，代替フロンの種類，実用化のプロセス

Regulation, Kinds of Alternative Fluorocarbon, Process of Practical Use

泉谷直昭*

Naoaki Izutani

1. はじめに

フロンは冷媒，洗浄剤，発泡剤として優れた特性を有しており長年使用されてきた。冷媒としてはまず冷凍分野で使用され，空調和へさらにヒートポンプ利用への拡大へと大きな役割を果たしてきた。しかしCFCsフロンが，オゾン層を破壊するといった地球環境への影響から1995年末で生産は全廃されることになり，オゾン層破壊の少ないHCFCや破壊しないHFCへの代替技術が開発された。さらにHCFCs規制も始まり，HCFC代替技術開発が推進されている。

そこで代替フロン冷媒の概要及び代替フロンの実用化にむけて推進されている技術開発の概要を紹介する。

2. フロンの分類とフロン規制の動向

2.1 フロンの分類

蒸気圧縮式冷凍装置において，冷凍サイクルを実現するために用いる作動流体を冷媒というが，冷媒としてフロンが使用されている。冷凍装置の凝縮器での発生熱を有効に利用する場合，ヒートポンプにもなり，フロンが作動流体として活用されている。フロンは，1930年米国のT. MidgleyとA. Henneにより発明された。

当時冷凍機用冷媒には，メチルクロライドやアンモニアが用いられていたが，腐食性や危険性の問題点があり，これらの物質に代る安全な物質として使用された。フロンは，メタンやエタン等の炭化水素類の水素原子の一部または全てが，フッ素を含むハロゲン元素に置換されたフルオロカーボン (Fluoro Carbon) の略称である。種類としては従来20種類以上生産されていたが，表1に示すように水素原子や塩素原子の有無によりCFC，HCFC，HFC，FCに分類される。

表1 フロンの分類

分類	物質の内容	オゾン層への影響
CFC	水素が無く，塩素，フッ素で完全にハロゲン化された炭化物 Chloro Fluoro Carbon	塩素を含みオゾン層破壊の可能性が高い化合物である
HCFC	水素，塩素，フッ素を含む炭化物 Hydro Chloro Fluoro Carbon	塩素を含んでいるが，水素も含むため分解しやすく，オゾン層破壊が低い化合物
HFC	塩素が無く，フッ素，水素を含む炭化物 Hydro Fluoro Carbon	オゾン層を破壊しない化合物
FC	フッ素のみでハロゲン化された炭化物 Fluoro Carbon	

表2 従来の主なフロン冷媒の適用製品

従来冷媒	主な適用製品
CFC11	遠心冷凍機
CFC12	カーエアコン，家庭用電気冷蔵庫，業務用冷蔵庫 コンデンシングユニット，冷凍冷蔵庫トラック用製氷機
CFC113	小形遠心冷凍機
CFC114	クレーン用キャブクーラ
R502 (HCFC22/ CFC115混合)	ショーケース，業務用冷凍庫 冷凍トラック，コンデンシングユニット
HCFC22	ルームエアコン，業務用パッケージエアコン チリングユニット，除湿機，スポットクーラ

フロンには構成元素である炭素，水素，フッ素原子の数や分子構造によって呼称番号がついている。百位の数は炭素原子の数から1引いた数で，メタン系は0となり二桁の呼称になり，1がエタン系，2がプロパン系になる。十位の数は水素の数に1加えた数であり，十位が1の物質が水素を含まないCFCsになる。一位の数はフッ素原子の数を示している。さらにエタン系は分子の対称性の高い順に添字無し，a，b，cと添字で表示する。プロパン系は小文字のアルファベット添字が二文字つき，第一添字は分子構造における中央の炭素につく元素の対称性順に，第二添字は左右の炭素

* ダイキン工業㈱機械技術研究所主任研究員
〒591 堺市金岡町1304

につく元素の対称性順にそれぞれa, b, cで示される。日本におけるフロンの使用量は、1986年基準でみると約17万トンであり、世界の使用量の約15%を占めていた。分類別比率をみるとCFCsが86%と多くHCFCsは13%、ハロンが1%であった。

また、用途別でみた冷媒の比率は27%であった。主なフロンの冷凍機器、空調機器への適用例を表2に示すが、フロン規制に伴いカークーラ、遠心冷凍機や冷蔵庫等での代替フロン技術開発がまず行われた。

2.2 CFCsフロン規制の動向

フロンによるオゾン層破壊の問題は、1974年米国のF. S. RowlandとM. J. Molinaによって、フロンが地球の対流圏に放出され分解しないまま成層圏まで上昇し、宇宙からの紫外線で光分解して発生する塩素がオゾンと反応しオゾン層の破壊を引き起こす、と言う学説が発表されたのが発端である。1970年代後半からオゾン層破壊への関心が高まり科学的な研究結果や南極におけるオゾンホール測定等から規制処置がとられるようになった。CFCsフロン規制の経緯の流れとしては、1985年国連環境計画機関（UNEP）の「オゾン層の保護に関するウィーン条約」の採択と1987年「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」の採択とにより開始され、フロンの中でもオゾン層破壊の可能性の高い5種類のCFC特定フロン（CFC11, 12, 113, 114, 115）が規制されることになった。議定書に基き、日本でも法律が制定され特定フロンの規制が1989年7月から開始された。1989年にはウィーン条約およびモントリオール議定書第一回締結国会議が開催された。1990年に開催された第二回締結国会議において規制物質が拡大され、特定フロン以外のCFCフロン10種類も規制対象になるとともに、2000年に生産を全廃とする内容に改定されたこと等により、CFCs代替フロンの技術開発は加速された。規制日程はさらに前倒しになり、1992年に開催された第四回締結国会議において、CFCsフロンの生産に関しては必要不可欠な分野における使用を除いて1995年末全廃とすることが決定された。現在、冷媒に関するCFCs代替技術はHCFCやHFCを用いた機器の開発が完了し製品も市販されているが、さらに機器効率の向上や改良をめざした開発が行われている。

2.3 HCFCsフロン規制の動向

モントリオール議定書第二回締結国会議以降、HCFCsについてもオゾン層破壊の影響度合を示すオゾン破壊係数（ODP：Ozone Depletion Potential）が

零でないことから国際的に規制に関する検討が行われ、1992年には冷凍空調工業会国際評議会（ICARMA）からHCFC22, 123等も規制すべきであるとの宣言がなされ、議定書第四回締結国会議において、HCFCsに関しても規制されることになった。規制の基準値には、（HCFCs1989年消費量）+（CFC特定フロン1989年消費量） \times 0.031で計算されるODPトンを用いるが、削減日程は1996年以降の消費量を1989年基準のODPトンに凍結し、2004年以降65%以下、2010年には35%以下に、2020年には0.5%以下にし、2030年全廃とする内容である。2020年以降0.5%認められるのは大形遠心冷凍機の補充用HCFC123であり実質的には2020年生産全廃といえる規制である。また、本年11月に開催予定の第七回締結国会議で実質的な生産全廃時期を2010年～2015年に前倒しすることが決議されると予想されている。日本におけるHCFCsの使用量は、1986年に約2.2万トンあり、CFCs代替技術の展開により使用量は増加している。種類はルームエアコンやパッケージエアコンの冷媒であるHCFC22が大部分であり、HCFCs代替技術開発はHCFC22代替技術開発といえる。現在、機器メーカー、冷媒メーカー等が協業し研究開発を推進している。

3. 代替フロンの種類

3.1 CFCs代替フロンの種類

特定フロンCFCs冷媒であるCFC11, 12, 115等を代替する場合、オゾン破壊係数（ODP）に加えて、地球温暖化への影響度合を表わす地球温暖化係数（GWP：Global Warming Potential）も考慮する必要がある。オゾン破壊係数の計算は複雑であるが、概ね大気中の分子の寿命と分子中の塩素量とで決まる。分子構造に水素原子が入ると分解しやすくなり寿命も短くなるためODP値も低くなる。一方、地球温暖化係数は大気中の分子の寿命や分子構造による赤外線吸収能から計算される指標値であるが、CFCsに比べてHCFCsやHFCsの値は小さくなる。主なフロンのオゾン破壊係数および地球温暖化係数の値を表3に示すが、CFCsをHCFCsまたはHFCsに代替することによる意義の大きさがわかる。

さらにCFCs代替フロンに要求される条件には、冷媒としての温度-圧力特性が類似していること、毒性が無いこと等があげられる。温度-圧力特性の類似性の選定指標から標準沸点に近い冷媒を選定する必要がある。空調、冷凍機器では蒸発温度の設定において、

表3 フロンのオゾン破壊係数と地球温暖化係数

分類	物質の名称	寿命(年)	ODP値	GWP値
CFC	CFC11	60	1.0	1.0
	CFC12	120	0.9	2.8~3.4
	CFC113	90	0.8~0.9	1.3~1.4
	CFC114	200	0.6~0.8	3.7~4.1
	CFC115	400	0.3~0.4	7.4~7.6
HCFC	HCFC22	15.3	0.05	0.32~0.37
	HCFC123	1.6	0.02	0.017~0.020
	HCFC124	6.6	0.02	0.092~0.12
	HCFC141b	7.8	0.1	0.084~0.097
	HCFC141b	19.1	0.06	0.34~0.39
HFC	HFC32	6.1	0	0.11~0.13
	HFC125	28.1	0	0.51~0.65
	HFC134a	15.5	0	0.24~0.29
	HFC143a	41.0	0	0.72~0.76
	HFC152a	1.7	0	0.026~0.033

沸点は重要である。沸点等が近い物質として、CFC11代替では、HCFC123, HCFC141b, HFC134aが候補となり開発が進められた。CFC12代替としては、開発当初HFC134a, HFC152a, HCFC22および混合冷媒(HCFC22/HFC152a/HFC124)が候補としてあげられたが、開発の進捗によりHFC134aに絞られ製品化されている。しかしながら、冷凍機油の技術課題もあり1995年末CFCs廃止時期からみて、一旦HCFC22で製品化されたものもある。CFC115代替ではHCFC125が候補になり、混合冷媒R502代替にはHCFC22, HFC125, 混合冷媒(HCFC22/HFC125/プロパン)が候補になり開発が進められた。また、高温雰囲気で使用されるCFC114代替としてはHCFC124等で開発が進められた。精力的な研究開発により、CFCs代替フロンの技術としてHCFCsやHFCsを用いた冷凍機器、空調機器製品の販売も開始されており、1995年末廃止に対応できている。

3.2 HCFCs代替フロンの種類

HCFCの代表的な冷媒はHCFC22であるが、代替候補としてGWP値も低く熱的特性が近い単一組成の物質は少ないため、候補冷媒を広く取り上げ評価する必要があり、評価方法においても新たに構築しなければならない課題もでてきた。そこで、日本では日本冷凍空調工業会(JRAIA)が中心となり、構成メンバーである空調機器、冷凍機器メーカーおよび日本フルオロカーボン協会等関連団体にも呼び掛け、HCFC22およびR502の有力な代替物質の評価試験を各社で分担することにより効率よく開発を進めるとともに、その結果を公表する目的で、HCFC22, R502代替冷媒

評価プログラム(JAREP)を1992年発足させた。JAREPの役割には研究開発の推進に加えて、冷凍空調工業会国際評議会(ICARMA)による代替冷媒評価プログラムの遂行への貢献も担っており、米国冷凍工業会(ARI)の同主旨の活動である評価プログラム(AREP)とも連携し国際協同研究で活動を推進している。AREP/JAREPの取組みで評価している候補冷媒を表4に示すが、HFC32, 125, 134a, 143a等の組合せによる混合冷媒22種類と、HFC134a, 143a, プロパン(R290), アンモニア(R717)の4種類の単一物質冷媒である。混合冷媒に関しては、成分比率の異なるものも一種類とみなしている。

研究開始当初、単一冷媒の利点やCFCs代替技術として実績のあるHFC134aが候補にあげられたが、空調機器へ適応する場合、運転圧力が低く、HCFC22に比べて能力は約40%、効率は約5%下がることが研究開発の進捗により明らかになった。効率、能力は、機器サイズを大きくすればHCFC22並になるが、価格は30%~40%以上高くなる。現在、空調機器に要求されている課題は機器の効率向上による省エネルギーと小型化による省資源であり、時代に逆行する機器になる。

一方、HFC32はHCFC22に比べて効率は良いが、運転圧力が高く微燃性である。HFC125は不燃性であるが、臨界圧力が低く効率も低くなり、GWP値も少し大きい欠点がある。そこで、HFC32, 134a, 125それぞれの欠点を補う、HFC32/134a, HFC32/125の二成分系およびHFC32/125/134aの三成分系の非共沸混合冷媒が候補になり研究開発が行われているが、HFC32混合系の微燃性の評価と効率からの評価との比較の検討段階であり、成分比率の異なる候補冷媒が各種あがっている。今後、研究の進捗により候補冷媒の絞り込まれると思われる。従来、R500, 502等の混合冷媒の利用も行われてきたが、いずれも共沸混合冷媒であり、共沸の利点を活かした利用であった。HFCs代替技術では、従来経験のなかった非共沸混合冷媒を取り扱う技術開発が必要で研究が進められている。また、地球環境産業技術研究機構(RITE)では、フッ化エーテル系の次世代冷媒の研究を行っている。

4. 代替フロンの実用化へのプロセス

4.1 代替フロンの実用化技術の概要

代替フロンの実用化にむけての技術開発には、冷媒メーカーにおける冷媒生産の工業化にむけての技術開

表4 AREP/JAREPの評価候補冷媒

対象	候補冷媒	組成 〔重量%〕	備考 〔※ ASHRAEコード〕
H C F C 22 代 替	HFC-134a	100	
	HFC-134a/125	50/50	※ R410A
		60/40	
	HFC-32/134a	20/80	
		25/75	JAREPでは30/70を優先
		30/70	
		40/60	
	HFC-23/32/134a	1.5/20/78.5	
		1.5/27/71.5	
		2/29.4/68.6	
	HFC-32/125/134a	10/70/20	
		20/40/40	※ R407A
		23/25/52	※ R407C
		24/16/60	
		25/20/55	
R 502 代 替	HFC-32/125/134a/R290	20/55/20/5	
	HFC-32/125/143a/134a	10/33/36/21	
	HFC-32/125/143a	10/45/45	
	プロパン (R290)	100	JAREPでは除外
	アンモニア (R717)	100	JAREPでは除外
R 502 代 替	HFC-125/143a	45/55	
		50/50	※ R507
	HFC-125/143a/134a	44/52/6	
	HFC-32/227ea	35/65	
HFC-143a	100	JAREPのみ実施	

発と空調機、冷凍機等の機器製造メーカーにおける代替フロンを用いた製品化にむけての技術開発がある。

また、空調機器等の主要構成要素である圧縮機に用いる冷凍機油等の機能部材の研究開発や機器に使用されている制御部品やモータ等の改良研究も重要である。従って、冷媒メーカーおよび機器メーカーに加えて、部材、部品メーカーを含めて三位一体となった開発が推進されている。

4.2 冷媒メーカーにおける実用化へのプロセス

空調機器メーカーにより選定された代替フロン冷媒が工業規模で生産されている場合は問題にならないが、工業化されていない冷媒の場合には、製造プロセスの検討および量産プラントの建設が必要になる。量産プラントの建設では設備投資額が膨大となるため、まずパイロットプラントを建設し、候補冷媒のサンプル供給をユーザーである機器メーカーに供給し、機器メーカーにおける性能評価、実機評価により候補冷媒がほぼ決定した段階で量産プラントでの製造技術の確立が行われる。冷媒が新規物質の場合には、通常評価に4～5年の期間を要する毒性評価や環境への影響評価も

行う必要がある。評価結果を得て、量産プラントの建設にむかうが、それぞれ並行して進めている。図-1に代替冷媒の実用化へのプロセスの概要を示す。

HFCs代替冷媒としてHCFC22, HCFC123, HFC C124, HCFC124b, HCFC142bおよびHFC125, HFC C134a, HFC152a, HFC32が本格的に必要になった。従来から、HCFC22, HCFC142b, HFC152a は工業化されていたが、その他の物質は新規物質であり製造プロセスの検討が必要になった。

図-2に代替フロン新規物質の合成ルートの一例として、HCFC123, 124, 141b, 142bおよびHFC125, 134aに関する合成方法を示す。

新規代替フロン物質に関しては、現在量産技術も確立され、HFC32を除いては量産プラントも稼働し市販も開始されている。HFC32もパイロットプラントは稼働しており量産化にむけての技術開発も進展している。また、新規物質に関する毒性や発癌性等の安全性評価や環境への影響評価は長期の時間を要するため世界の冷媒メーカーが協同で国際的な研究プログラムで安全性確認 (PAFT : Program for Alternative

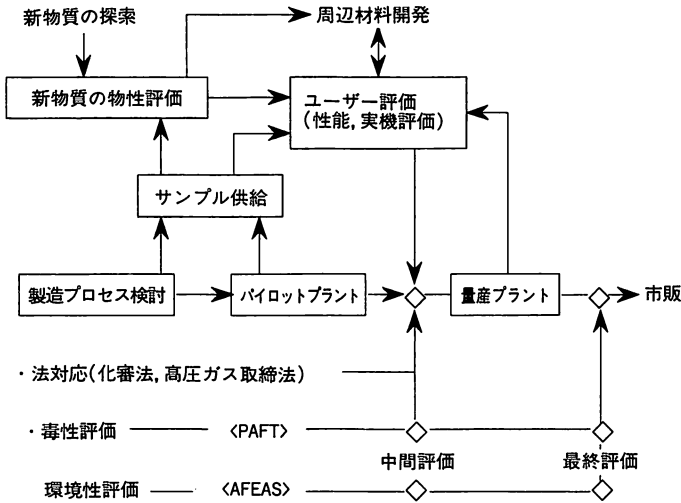


図-1 代替フロンの実用化プロセス

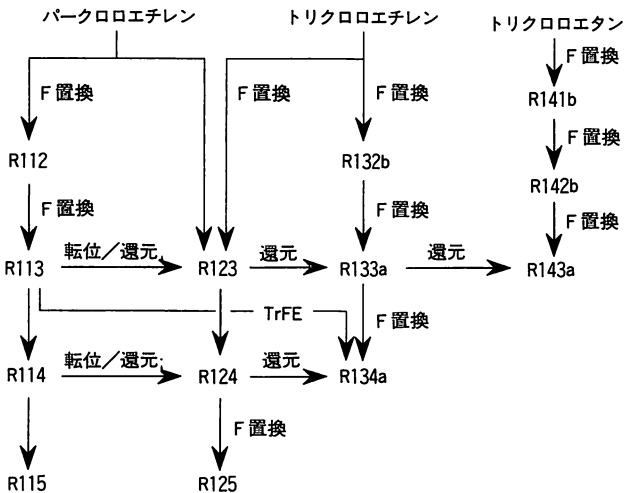


図-2 代替フロン新物質の合成ルート例

Fluorocarbon Toxicity Testing) と環境性評価 (AFEAS: Alternative Fluorocarbon Environmental Acceptability Study) が行われた。プログラムの概要を表5に示すが、継続中のPAFT4を除いて完了し、いずれの冷媒も低毒性で問題がなかった。AFEASでは、第一期の研究として冷媒のODP値、GWP値の算出と冷凍、空調機の総合的温暖化影響度 (TEWI: Total Equivalent Warming Impact) の提案と適用を行ない1992年に終了した。引き続き、米国エネルギー省 (DOE) と共同で各種新サイクルによるノンフロン空調関連技術の調査研究を行っている。

表5 安全性試験・環境への影響の国際研究

項目	対象化合物内容	期間	
国際共同 安全性確認 プログラム (PAFT)	PAFT1	HCFC123 HFC134a	1987~1993年 1987~1993年
	PAFT2	HFC141b	1988~1995年
	PAFT3	HCFC124 HFC125	1989~1995年 1989~1994年
	PAFT4	HCFC225ca HCFC225cb	1990~1996年 1990~1996年
	PAFT5	HFC32	1992~1993年
代替フロンの環境への 影響に関する共同調査 研究 (AFEAS)	・ODP, GWPの算出 ・TEWIの算出と提言	1990~1992年	
	・ノンフロン空調の調査研究 (DOEと共同)	1992年~	

また、単一冷媒に関する基本熱物性、輸送物性の測定および推算式も確立し詳細な熱物性データ集も刊行されており、冷蔵庫や低温機器分野で代替冷媒としてHFC134aを採用した機器開発の促進に繋がった。

一方、HCFC代替冷媒候補であるHFC32系混合冷媒の熱物性に関する推算式に関して推算精度の向上をめざした研究が現在継続中で、研究成果が逐次発表されている。冷媒メーカーにおいては、CFCs代替技術は完了し各種の冷媒が開発された。その中で開発されたHFC冷媒の成果を基にHCFCs代替技術に対応した研究開発を行っている。

4.3 空調、冷凍機器メーカーにおける研究開発

空調機器、冷凍機器メーカーでは、機器の効率化を考慮し代替フロン技術の開発を進めている。図-3に機器の製品化に関する技術開発項目の概要を示す。

主な開発項目として、装置の最適システム設計の他に、圧縮機や熱交換器等の主要構成要素の高性能化、冷凍機油選定や摺動材料選定等信頼性向上、冷媒漏洩時の燃焼性等の冷媒安全性評価技術および生産技術があげられる。

(1) 機器のシステム性能評価

CFCs代替においては、HFC134a単一冷媒に関す

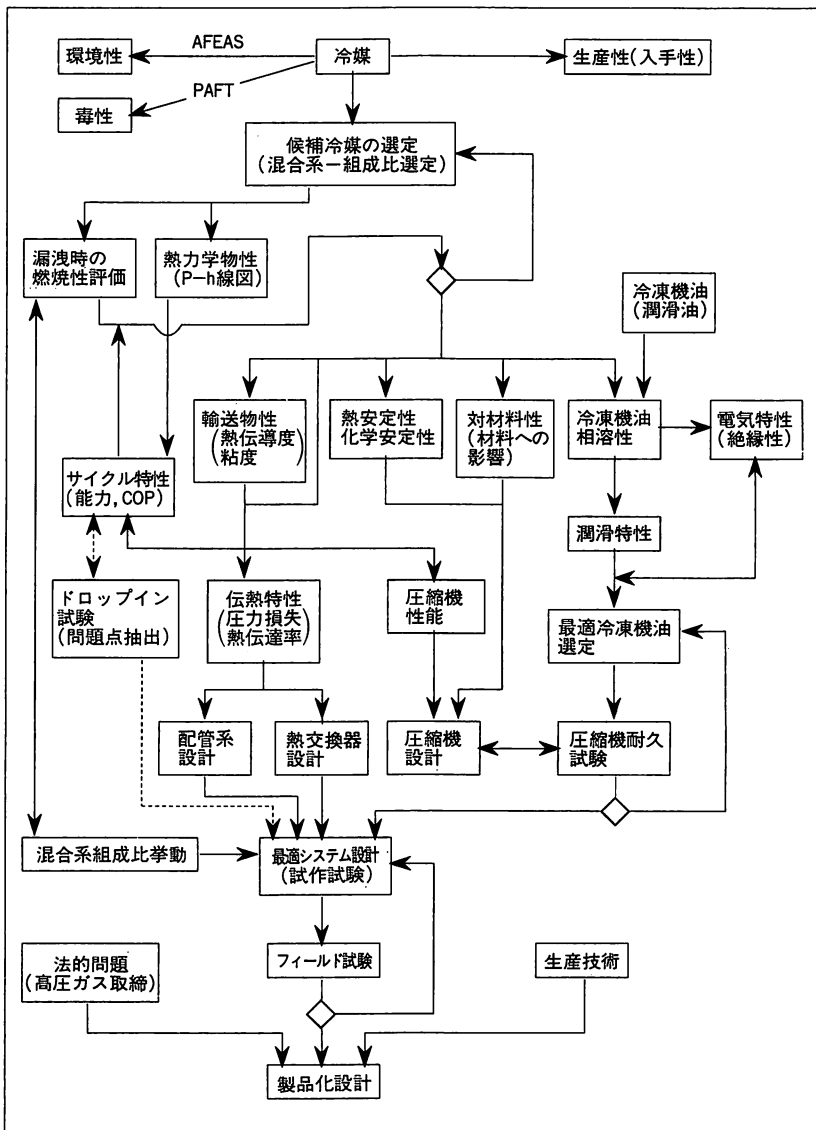


図-3 機器メーカーにおける技術開発項目

表6 各種システム性能評価方法

評価方法	長所	短所
1. 既存システムへのドロップイン	<ul style="list-style-type: none"> 直接的評価が可能 物性値が不明でも評価可能 	<ul style="list-style-type: none"> 従来冷媒に最適化されている試供機固有の特性の影響を受ける。
2. 圧縮機カロリメータテスト	<ul style="list-style-type: none"> テスト装置に普遍性をもたせた評価が可能 測定精度も高い 	<ul style="list-style-type: none"> テスト条件の設定に影響を受ける。特に非共沸冷媒の条件設定が難しい。 伝熱特性の評価が気に入らない。
3. 計算によるシミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 最適化の検討が可能 相対的な評価での精度は高い 	<ul style="list-style-type: none"> 冷媒物性の精度に依存する。 サイクル性能評価には、冷媒の熱力学物性に加えて、伝熱特性、圧縮機特性、圧損等のデータが必要。
4. 最適化評価(ソフト最適化)	<ul style="list-style-type: none"> 評価冷媒に適した条件で評価が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 最適化のレベル合わせが困難

る技術開発が主流で、サイクル特性、伝熱特性の評価を実施し製品化された。HCFCs代替技術では、候補冷媒も多く、しかも混合系であることから精度の高い冷媒物性を算出することは現状困難なため、冷媒の絞り込みにむけてのシステム評価は多大な作業量になる。そこで、AREP/JAREPによる国際協同研究で既存商品へのドロップインおよび圧縮機カロリメータによる性能評価を中心とした実験を多数の参加メーカーが分担実施し、候補冷媒の絞り込み作業を行っている。システム評価方法には、表6に示すように各種の方法が用いられているが、現状ではドロップインの評価結果の信頼性が高いと考えられている。

(2)圧縮機、熱交換器等要素機器の高性能化

冷媒のHFCs化に伴い、圧縮機や熱交換器等の主要構成要素の高性能化を図るのに、新たな技術課題がでてきており開発が行なわれている。圧縮機は高速回転機器であり、高性能化には摺動部での表面潤滑性の向上が重要である。従来の冷媒は塩素を含んでいたため、冷媒の塩素が摺動部材料の鉄と反応し塩化鉄被膜を形成し潤滑特性の信頼性に寄与してきた。HFC系冷媒では塩素がないため従来以上に摺動特性の優れた材料の選定が重要になり開発が進められている。

熱交換器の高性能化では、従来経験のなかった非共沸混合冷媒を対象とするため、複雑な挙動の定量化法の構築および混合冷媒に適した伝熱促進技術の開発が必要であり、最近研究発表も活発に行われている。

(3)冷凍機油の選定

従来CFC12やHCFC22を用いた空調機器、冷凍機器の冷凍機油としては、天然油の一種である鉱油が長年使用されてきた。しかしHFCs冷媒は極性があり鉱油と溶け合わないため、使用できなくなった。そこで、

HFCs冷媒と相溶性をもつ冷凍機油が必要になり、潤滑油メーカーにおいて合成油の研究開発が進められた。冷凍機油に要求される特性には、冷媒との相溶性、熱安定性、粘性、潤滑性等があり、更にモータ内臓型の圧縮機を用いる機器では、冷媒、油共存下での電気絶縁性等があげられる。HFC用として最初に製品に採用された油は、HFC134a使用カーエアコンに適用されているPAG（ポリアルキレングリコール）油である。PAG油は電気絶縁性が劣るため、次にエステル系油が開発され、現在カーエアコン以外のHFC134a使用機器である冷蔵庫や遠心冷凍機等で採用されている。エステル系油は吸湿性があり加水分解反応に起因する熱安定性の課題があり、製造工程で厳密な水分管理が必要である。HCFC22代替技術でもエステル系油で開発が進められているが、現地工事を伴うスプリット型が主流の空調機器には適用が危ぶまれている。

また既存機器へのレトロフィット対応にも問題がある。米国では、冷凍機油に関する課題に対して、DOEの基金によるMCLR計画（Material Copatibility and Lubricant Research）で研究を推進している。また、潤滑油メーカーではエステル系油の改良や新たな油としてエーテル系油が開発されており、冷凍機油の選定に関する研究促進が図られている。

(4)冷媒漏洩時の燃焼性評価

従来フロン冷媒では問題にならなかった燃焼性評価も、HCFC代替技術では微燃性であるHFC32、152aが含まれるため、研究課題になっている。HCFC代替冷媒候補であるHFC32混合系冷媒では、不燃性のHFC134a、125、23等の混合により不燃化する組成比が各種提案されている。非共沸系では、機器の停止時漏洩した場合の初期濃度が、気液平衡関係から低沸点

物質であるHFC32の濃度が高くなることから、可燃性に対する判断基準や安全性の見方について検討する必要性がでてきた。従来、ASHRAE34規格で冷媒の可燃性基準を定めて冷媒の可燃性等級格付を行ってきたが、非共沸混合冷媒における複雑な挙動の評価基準には不適切であり、規格の再検討が行われている。また、米国保険関連の研究期間であるULでも冷媒の燃焼性に関する規格化の取組みを行っており、ULの協力のもと日本の機器メーカー、冷媒メーカーが資金を持ち寄り、製品設計の安全基準を共同で検討している。また、米国でのMCLR計画でも検討されている。冷媒組成の選定には、機器の効率面と安全性からの選定が必要であり、新たな評価基準設定への取組みは重要である。

現状、HCFC22代替冷媒としては、HFC32/125/134aの三成分系で組成比が23/25/52であるR407Cが有力であるが、より最適な組成にかわる可能性もあり研究が促進されている。

(5)生産技術開発

HFC化する場合、現状冷凍機油としてエステル系油が使用されているが、水分管理が必要で水分除去や管理のための生産技術の開発が行われている。また、空調機器で使用されている高分子等の不純物を予め抽出除去するための洗浄技術や金属切削加工油の変更等の技術開発も行われている。

4.4 機能部材および部品メーカーにおける技術開発

冷媒のHFC化に伴い、冷凍機油も従来の鉱油から合成油へ変わり潤滑油メーカーでは機器メーカーと共同で、要求仕様への改良にむけて研究を行っている。

モーターメーカーや制御部品メーカーでも冷媒や油の

変更による部品を構成する高分子材料の耐久性改良等の取組みを行っている。また、HFC32/125混合冷媒も候補に上がっており、従来よりも高圧になるため、機能部品や安全部品等の高圧化対応の検討を行うなど空調機器メーカーと協業し開発に取り組んでいる。

5. おわりに

CFCsフロンの生産全廃時期である1995年末を迎えて、冷凍機器等における代替技術開発は確立しており、CFC12を用いていたカーエアコンではHFC134a化した製品が市販されている。大形遠心冷凍機では、HCFC123、HFC134a化が行われた。冷蔵庫やショーケース等の低温機器でもHFC134a化が行われたが、冷凍機油の問題もあり、一部はHCFC22で対応している。また、HCFC規制に関しては、非共沸混合冷媒の取扱いや冷凍機油の開発、燃焼性評価等新たな技術課題もでてきているが、冷媒メーカー、空調冷凍機器メーカーおよび機能部材、部品メーカーの協業による代替技術の研究開発は進展しており、実用化される日も近いと思われる。

参考文献

- 1) 山本博康, 上村茂弘; 代替フロン冷媒の開発, 日本機械工学会誌, Vol.94, No869, 59~63 (1991).
- 2) 三科正太郎, 泉谷直昭ほか3名; HFC系フロン雰囲気における潤滑特性, 平成4年度日本冷凍協会学術講演会講演論文集 9~12 (1992).
- 3) 稲垣定保, 泉谷直昭ほか3名; HFC134a/HFC32の漏洩冷媒の燃焼性, 第27回空調和・冷凍連合講演会講演論文集 181~184 (1993).
- 4) 森川喜之; HCFC22の生産全廃への動きと代替技術開発の現状, 冷凍 Vol. 70, No 808, 5~12 (1995).

海外ニュース

「第11回公害防止技術展

POLLUTEC 95」開催について

〈主催者〉 SEPFI-TECHNOEXPO

〈開催日〉 1995年10月3日(火)~6日(金)

〈会場〉 ポルト・ド・ヴェルサイユ見本市会場 (パリ)

〈出展分野〉 ・大気部門 ・水質部門 ・騒音部門
・廃棄物部門 ・エネルギー部門等

〈日本でのお問い合わせ先〉

東京都港区六本木5-5-1

フランス見本市協会日本事務所

Tel 03-3405-0171 Fax 03-3405-0418