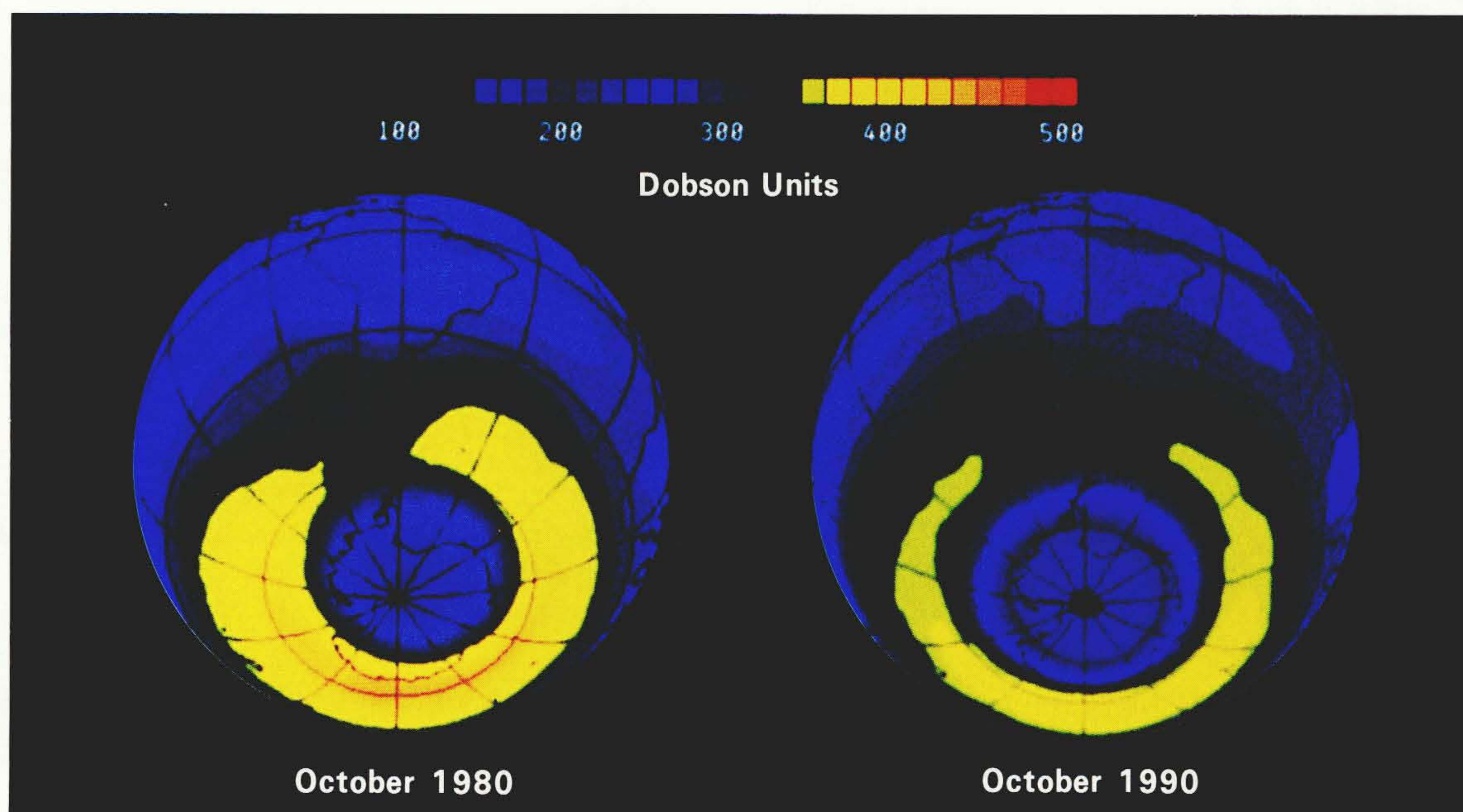


フロン問題に対応した空調機器の開発

Development of the Air Conditioning Equipment with an eye on CFC Issues

金子淳一* Jun'ichi Kaneko
畠山幹雄* Mikio Hatakeyama
沢田 満** Mitsuru Sawada
若土信彦*** Nobuhiko Wakatsuchi



南極上空オゾン層の推移 NASA(米国航空宇宙局)製作による南極上空のオゾン層分析図で、10年間でオゾン層の厚さが減少(黄色部分が減った。)したことがわかる。

地球環境を守るため、空調システム分野でもフロン問題が最優先課題となってきた。

1987年モントリオールでオゾン層を保護するための議定書が先進25か国で締結されて以来、オゾン層を破壊する物質としてフロンの規制が始まったが、オゾン層の破壊が予想以上に進展していることから、特定フロン生産の全廃時期を1995年末に早める方向にある。また、特定フロンであるCFC(Chloro-fluorocarbons)系の代替冷媒として期待されていたHCFC(Hydrochlorofluorocarbons)系も、微量ながらオゾン層破壊の可能性があることから、規制対象物質として全廃時期などの審議が始まった。

空調機器にはいろいろなフロンが冷媒として幅広

く採用されているが、日立製作所ではこれら規制の動きに対応して代替フロンの採用に関する研究を最優先課題として行っている。最も早い対応を要求されているターボ冷凍機(特定フロン CFC11, CFC12 使用)については業界で最も早くオゾンを破壊しないHFC(Hydrofluorocarbons)134aを採用したターボ冷凍機の開発を進めており、1993年4月から発売する。

パッケージ形エアコンディショナーなどHCFC22を採用している空調機器については、HFC系代替冷媒に切り替えやすいものから順次製品開発を行い、西暦2000～2010年にかけて全製品の切り替えを終える予定である。

* 日立製作所 空調システム事業部 ** 日立製作所 土浦工場 *** 日立ビル施設エンジニアリング株式会社 技術本部

1 はじめに

オゾン層が特定フロン〔CFC(Chlorofluorocarbons) 11, CFC12, CFC113, CFC114, CFC115〕などによって予想以上に大規模に破壊されつつあることが明確になり、国際的にフロンの規制は一段と強化されようとしている。地球環境を守るため、空調システムの分野でも冷凍機に用いる冷媒(フロン)を対象としてオゾン層を破壊しないフロンへの代替化研究開発が進められている。また、工業界全体の課題として、廃棄処分される空調機器からの特定フロンの回収、リサイクルや無害化処分のシステムを確立することが急務になっている。

日立製作所はこのフロン問題に対して早くから取り組み、空調機器に対する代替フロン化の開発計画を作成し、この計画に沿ってターボ冷凍機、パッケージ形エアコンディショナー(以下、パッケージエアコンと略す。)、チラーおよびルームエアコンディショナー(以下、ルームエアコンと略す。)など空調機器への代替フロン化を進めている。ここでは、特定フロン規制が早まってきたために対応が最も急がれているターボ冷凍機を中心に、日立製作所のフロン対応について述べる。

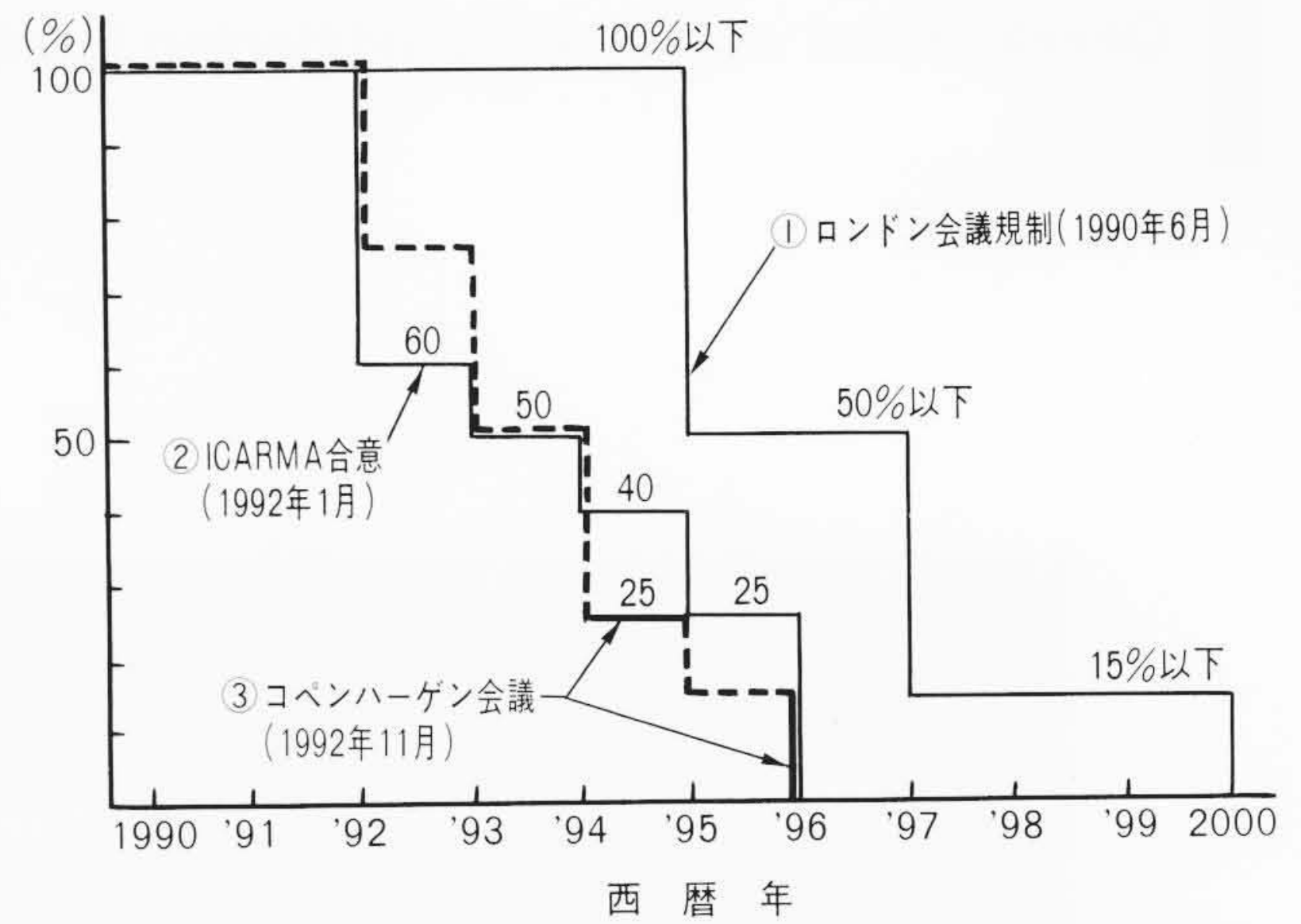
2 フロンに関する規制の動向

フロン規制については、過去多くの報道や文献によって報告されている。空調機器の関連を表1と図1にまとめて示す。

表1 フロン規制と空調機器 第4回モントリオール議定書締約国会議(1992年11月コペンハーゲンにおいて)での審議結果を参考に作成した表である。

対象フロン		規制の動き	関連する空調機器
CFC系	CFC11	特定フロンとして1995年末全廃	一般空調用ターボ冷凍機
	CFC12	特定フロンとして1995年末全廃	工業用ターボ冷凍機
HCFC系	HCFC22	1996年規制開始 2020年99.5%削減 2030年全廃 (大形空調設備だけ2030年まで使用可)	ルームエアコン パッケージエアコン チラー 特殊ターボ冷凍機
	HCFC123		一般空調用ターボ冷凍機
HFC系	HFC134a	規制なし。 (オゾン破壊係数 ゼロ)	—
	HFC125		
	HFC32		

注：略語説明 CFC(Chlorofluorocarbons)
HCFC(Hydrochlorofluorocarbons)
HFC(Hydrofluorocarbons)



注：略語説明 ICARMA (the International Council of Air-Conditioning and Refrigeration Manufacturer's Association)
ロンドン会議〔第2回モントリオール議定書締約国会議(開催場所ロンドン)のこと。〕

図1 特定フロン規制の動き 図中のパーセント(%)値は、1986年のフロン生産量を100%としている。コペンハーゲン会議で決定したのは1994年の中間削減25%、1995年末の全廃であり、グラフ③の点線部は推定値である。

1992年11月の第4回モントリオール議定書締約国会議(コペンハーゲン会議)で、特定フロンを1995年末に全廃(ただし、Essential Useは除く。)することと、従来のCFC系に加えて新たにHCFC(Hydrochlorofluorocarbons)系を規制対象物質とし、原則として2020年に全廃とすることが決まった(表1)。

HCFC系では、現在パッケージエアコンやルームエアコンに使われているHCFC22そしてCFC11の代替冷媒として暫定的に使用されているHCFC123などが代表的である。各種フロンの特性を表2に示す。HCFC系は、特定フロン(CFC11, CFC12)に比べてオゾン破壊係数(ODP: Ozone Depletion Potential)が小さいとはいえオゾン層を破壊するとされている。このため、HCFC系も西暦2020年には全廃される見通しである。日立製作所ではHCFC系は暫定物質であり、HCFC系に替わる冷媒としては塩素原子を含まないHFC(Hydrofluorocarbons)系が最も好ましいと考え、今後の空調機器の開発を行う計画である。

なお、HCFC123とHFC134aについては、PAFT I (長期毒性試験 I) が世界のフロンメーカー14社で実施されており、HFC134aは1992年9月安全性については問題なしとの中間発表があった。HCFC123については1993年3月ごろに最終報告される予定である。その他の新しい代替フロンについてもPAFT(Program for Alternative

表2 各種フロンの特性 表の中でHFC134aを採用したターボ冷凍機は、1993年4月から発売を開始する。

項 目	CFC系		HCFC系		HFC系		
名 称	CFC11	CFC12	HCFC22	HCFC123	HFC134a	HFC125	HFC32
化 学 式	CCl ₃ F	CCl ₂ F ₂	CHClF ₂	CHCl ₂ CF ₃	CH ₂ FCF ₃	CHF ₂ CF ₃	CH ₂ F ₂
沸点℃(1 atm)	23.8	-29.8	-40.8	27.5	-26.3	-48.5	-51.7
O D P	1.0	1.0	0.05	0.02	0	0	0
G W P	3,500	7,300	1,500	85	1,200	2,500	650
可 燃 性	なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり
高压ガス規制	×	○	○	×	○	○	○
採用している 空 調 機 器	ターボ冷凍機 (一般空調用)	ターボ冷凍機 (工業用)	ルームエアコン パッケージエアコン チラー 特殊ターボ冷凍機	ターボ冷凍機 (一般空調用)	ターボ冷凍機 (一般空調用) (工業用)	—	—
代 替 候 補	HCFC123	HFC134a	HFC134a HFC125 HFC32	—	—	—	—

注：略語説明 ODP(Ozone Depletion Potentialの略称で、CFC11のODPを1.0として表示。)
GWP(Global Warming Potentialの略称で、CO₂=1.0とした100年スパンの値)

Fluorocarbon Toxicity Testing)が行われている。

3 製品別のフロン対応

3.1 ターボ冷凍機

現在国内では約3,000台(図2)の日立製作所製ターボ冷凍機が稼動している。大半が低圧で運転できるCFC11を冷媒に採用している。納入後の経年では、法定償却年数である15年以上の経年機が全体の約60%を占めている。このような既納機に対するフロン対応と、新たに納入するターボ冷凍機のフロン対応についての考えを以下に述べる。

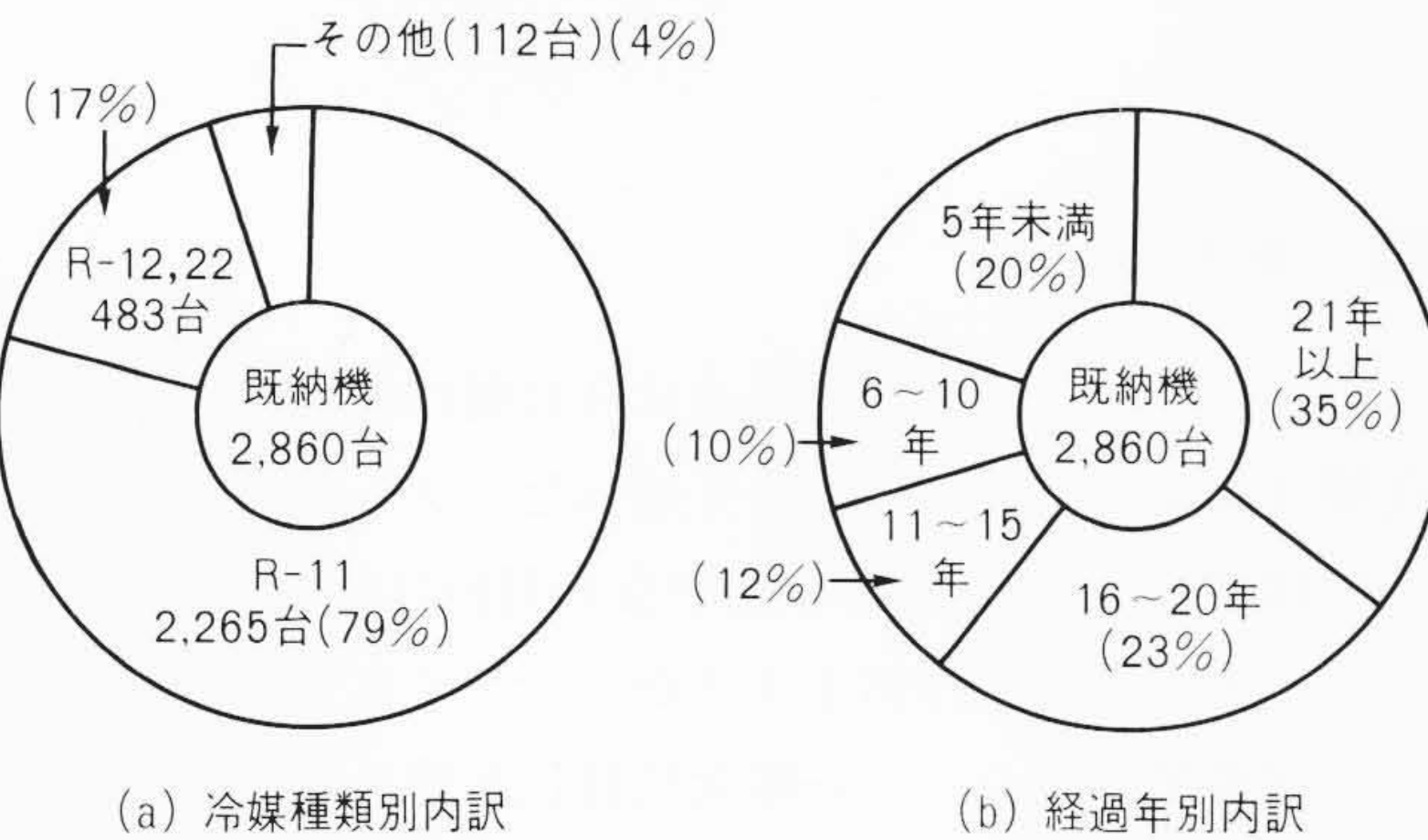
(1) 既納機の対応

現在特定フロンの生産量削減がすでに始まっており、サービス部門で購入できる特定フロン量は1992年実績で前年比約70%となっている。また、1995年末全廃を受け

て生産量削減の動きがさらに強まる可能性は高いと推定する。このようなフロンの供給状態にあって、冷媒供給不足が原因で運転が不可能となる事態を回避するため、日立製作所は顧客に既納機の経年数を参考として改造またはリプレースを行うことを要請している(図3)。

基本的には次の三つの対応を計画している。

- (a) フロン漏出削減装置の設置：高性能抽気装置などを設置し、大気へ逃げる量を減らす。
- (b) 代替フロンへの改造：15年未満機についてはHCFC123を暫定的に使用する。機械室の環境改善を同時に実施する。
- (c) リプレースの実施：15年以上経年機などについて用途、搬入・搬出の可能性などを調査し、顧客の条件



注：R-○○(Refrigerantの略)

図2 既納ターボ冷凍機の種類 日立製作所が、国内顧客へ納入(1992年3月末)したターボ冷凍機の種類を示す。

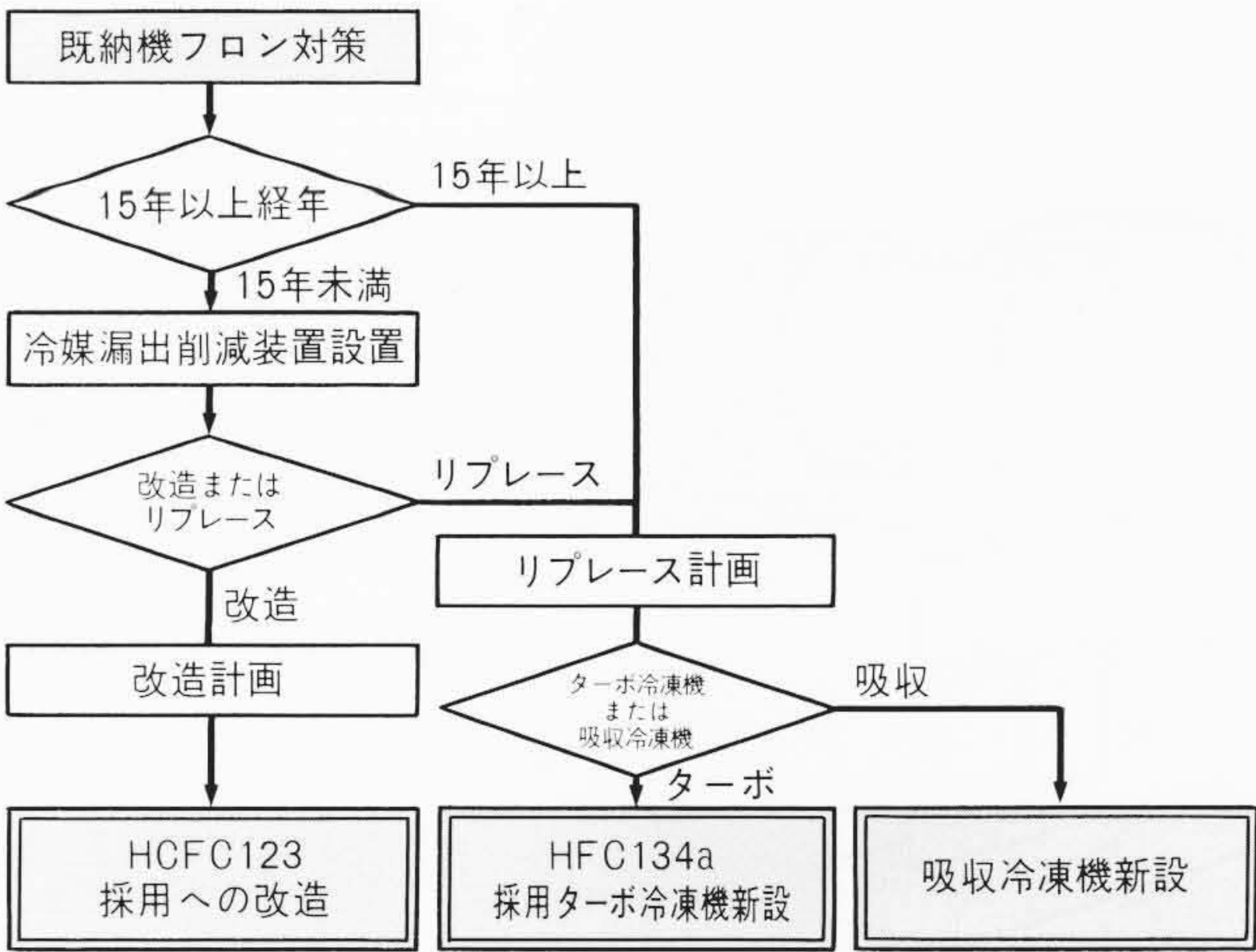


図3 既納ターボ冷凍機のフロン対応 一般にターボ冷凍機は25年以上使用される例が多い。法定償却年数15年を目安に、リプレースと改造のフロン対応を提案している。

に合った機種へリプレースする。

(2) 新製機への対応

日立製作所はオゾン層保護の観点から見て、現時点で最も好ましい代替フロンは塩素原子を含まない構造のHFC134aと判断している。現在このHFC134aを採用したターボ冷凍機の開発を行っており、新しいシリーズを1993年4月から発売する予定である(図4)。なお、このシリーズは1991年12月の高圧ガス取締法の改正に基づいて製作する予定である。従来のCFC11採用ターボ冷凍機とHFC134a採用ターボ冷凍機の仕様を比較して表3に示す。

3.2 パッケージエアコン

パッケージエアコンは年間約90万台が出荷され、中・小規模ビル向けの主流を占める空調機器である。それだけにHCFC22から他の冷媒への代替は重要な課題である。

現在、HCFC22に替わる冷媒としては表4に示す3種類が候補となっており、米国ARI(Air-conditioning and Refrigeration Institute)のメンバーと社団法人日本冷凍空調工業会のメンバーが共同で、これら3種類のHFC系について単独または組み合わせの評価試験を行っており、日立製作所はその一部を担当している。この成果を基にできるだけ早くHFC系を採用した地球にやさしいパッケージエアコンを商品化する計画である。

3.3 その他の空調機器

チラーやルームエアコンは、パッケージエアコンと同様にHCFC22を採用しているので、上記研究の結果を反映させた製品開発を行う計画である。

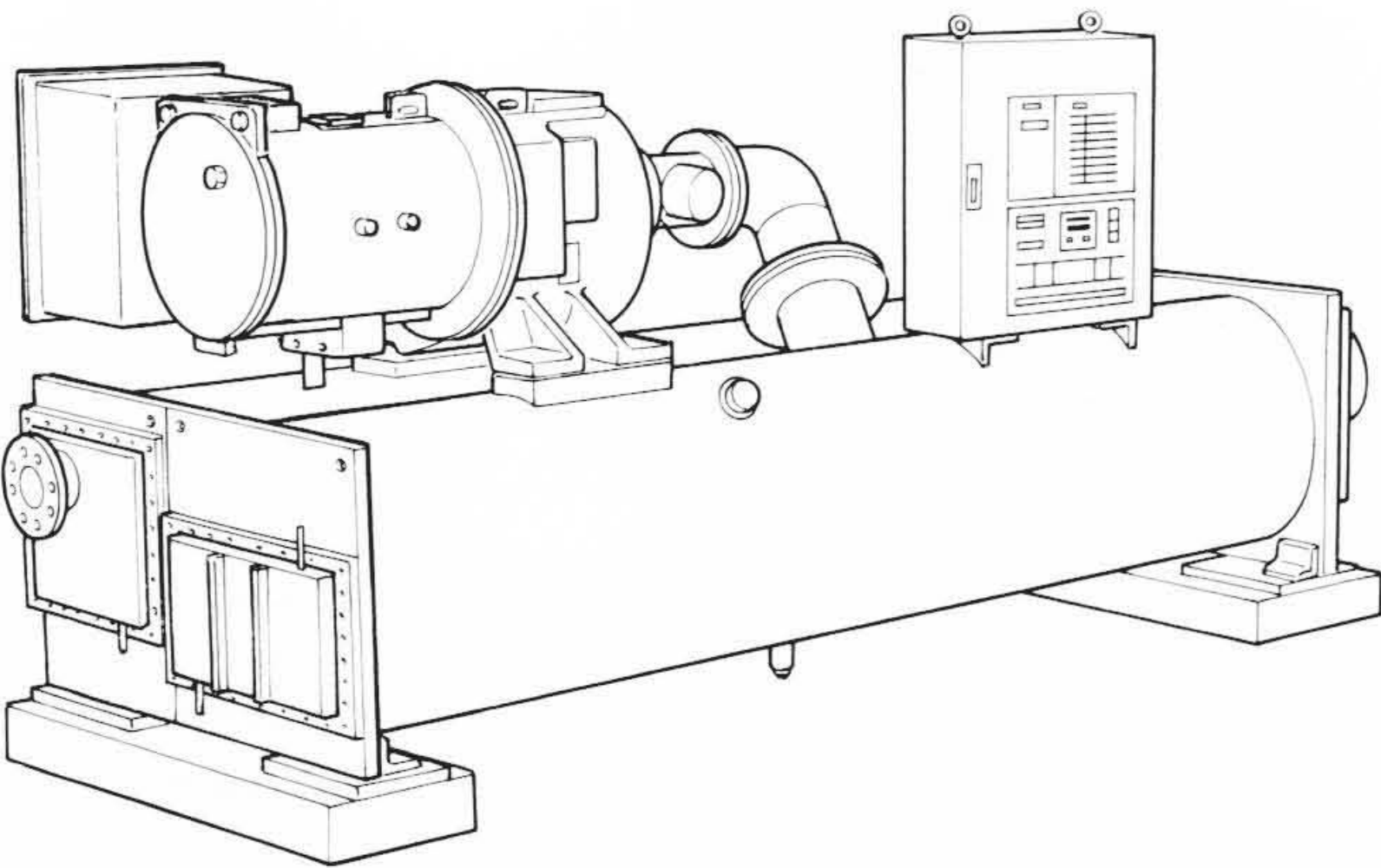


図4 HFC134a採用ターボ冷凍機 オゾン層を破壊しないHFC134aを採用したターボ冷凍機である。搬入、搬出がしやすいようにコンパクトな設計とした。

表3 従来機(CFC11)と新形機(HFC134a)の主要仕様の比較(300 RT機) 新形機は、従来機のリプレースに対応できる性能と寸法になっている。〔冷水仕様：12℃/7℃、冷却水仕様：32℃/37℃、汚れ係数：0.000086 m²℃/W、電源：3,000 V(50 Hz)〕

項目	従来機	新形機
冷媒	CFC11	HFC134a
能力 (RT) (kW)	300 (1,055)	300 (1,055)
電動機出力(kW)	190	190
性能 (kW/RT)	0.64	0.64
運転質量 (t)	6.0	5.5
寸法 (mm)	幅1,200×長さ4,000×高さ2,100	幅1,312×長さ3,360×高さ1,600
高圧ガス取締法	適用外	設置届要
運転資格	不要	不要

注：RT〔冷凍トンの略で、0℃1gの水を24時間かけて氷にするための熱量である。(1 RT=3,024 kcal)〕

表4 HCFC22代替冷媒候補 これら冷媒は、単独ではHCFC22と大幅に異なる特性を持つため、2種または3種を混合して使う方法が研究されている。

項目	HFC134a	HFC125	HFC32
冷媒とその特長	信頼性に関する実績あり。	熱物性がHCFC22に近い。	コンパクト化の可能性あり。
理論性能*	能力 0.61	0.95	1.62
	効率 0.99	0.85	0.96
問題点	●機器が大きくなる。	●冷凍機油の開発要	●冷凍機油開発 ●可燃性あり。 (グレード低い。)
開発課題	●代替冷媒対応設計 ●信頼性確認	●冷凍機油開発 ●信頼性確立	●冷凍機油開発 ●信頼性確立 ●可燃性対応 ●高圧高温対応機器
燃焼範囲	不燃	不燃	13.3~29.3 vol%**

注：* HCFC22比

** 現行一般高圧ガス保安規則では可燃性ガスの範囲外

4 おわりに

以上、ターボ冷凍機を中心に日立製作所の空調機器の代替フロン対応計画について述べた。ターボ冷凍機についてはオゾン層破壊の心配がないHFC134aを採用したシリーズの発売を1993年4月から行う予定であるが、ほかの空調機器についても順次代替化を進めて遅くとも西暦2010年までには製品化を完了する予定である。地球環境をできるだけ汚染せずに、次世代へバトンタッチすることがわれわれの課題である。