省エネルギーを追求した「カラッと除湿」ルームエアコン

Ecology-Conscious Trend of Room Air Conditioner Market

渡辺信也* Shin'ya Watanabe 長沢喜好* Kiyoshi Nagasawa 中村啓夫** Hiroo Nakamura 荒川道久* Michihisa Arakawa



平成7年度ルームエアコン(ルームエアコンディショナー)の主力 "RAS-259FX"

この製品は業界トップクラスの省エネルギーを達成し、独自のインバータサイクル再熱除湿方式の「カラッと除湿」を搭載したものである。 その優れた快適性と省エネルギーが認められ、平成7年2月に「省エネバンガード21」の省エネルギーセンター会長賞を受賞した。

ルームエアコンは、ここ数年コンパクト化や省エネルギーが急速に進んでいる。また業界では、環境アセスメントや、廃家電適正処理協力システムの整備などが進行中であり、業界の環境対応も進んでいる。しかし、エアコン本来の快適性や、住環境の変化を踏まえた省エネルギーへの取組みは少ない。

そこで、わが国の気候風土に合わせた快適性の提案として、業界初のインバータサイクル再熱除湿方式のルームエアコン "RAS-259FX"を開発し、「カラッと除湿」の愛称で発売した。わが国の気候特有

の湿気による不快感を解消し、除湿運転時の大幅な 省エネルギーを図り、高気密・高断熱化が進む最近 の住宅で増加中の湿害にも対応できるものである。 同時開発した全直流制御技術により、機器全体の大 幅な省エネルギーを実現し、安全性を向上させた。 また、将来の新エネルギー環境に備え、交流と直流 の両電源への対応を可能にした。このほか、リサイ クルのための材質表示、分解の容易な構造、梱(こん) 包材からの発泡スチロールの低減なども推進して いる。

^{*} 日立製作所 冷熱事業部 ** 日立製作所 機械研究所

1 はじめに

ルームエアコン "RAS-259FX"は、インバータサイクル再熱除湿方式を採用したことによって低消費電力で除湿ができ、全直流制御技術で年間を通して大幅な省エネルギーを達成している。このほか、廃棄時に分解の容易な構造とし、梱包材の発泡スチロールの低減なども図っている。ここでは、環境保全の観点から省エネルギーを図り、廃家電に対応したRAS-259FXの概要について述べる。

2 RAS-259FXにおける省エネルギー

2.1 高効率電源システム

ルームエアコンは家庭で使用される電気機器の中では 大きなエネルギーを消費する機器であるため、省エネル ギーは重要な課題である。そこでRAS-259FXでは、室 内、室外両ユニット内のすべての部品を直流化すること によって大幅な消費電力の低減を実現した。

また,室内ユニットを低電圧直流電源で駆動することにより,安全性を高めた。この直流化によって交直両電源に容易に対応が可能になり,バッテリによる夜間電力利用や,ソーラバッテリの高効率活用にも発展ができる(図1参照)。

2.2 快適性向上と省エネルギーの両立を実現

ルームエアコンは、昭和57年インバータが導入されて 以来、冷暖房兼用のヒートポンプタイプが順調に伸び、 販売構成比も80%を超えている。ルームエアコンには、 暖房、冷房、ドライ(除湿)の機能があるが、その中でも従 来のドライ機能は弱冷房と同等であり、運転によって肌 寒くなるなどの欠点があり、十分活用されていなかった。 この点に着目し、インバータ技術と冷凍サイクル技術に よって再熱ヒータを不要にしたインバータサイクル再熱除湿を開発し、RAS-259FXでは快適性向上と省エネルギーの双方を両立させ、オールシーズン使用できるものとした。

3 全直流制御技術

3.1 室内外全直流化による高効率化

RAS-259FXでは室内ファンモータから室外のファンモータに至るまですべてのアクチュエータを高効率な直流モータ駆動とし、スクロール圧縮機による効率向上、室内外熱交換器の効率向上を合わせ、年間電気代で従来機比約25%減の大幅な省エネルギーを達成した。

3.2 電源部の集約化によるコンパクト化

従来は室内、室外に分散していた電源を室外ユニットに集約し、室内は35 Vの低圧直流電源で作動させたので、室内電気品は体積比で¼、重さで⅓と小型化した(図2参照)。また、室内ユニットを高さ265 mmとコンパクト化したうえに除湿制御用電動弁を組み込むことを可能にして「カラッと除湿」を実現した。室内は低電圧直流35 Vだけで動かすので、安全性もさらに向上した。

このほか、電源部の統一による電気品の標準化により、 設計効率と部品の管理効率を向上させた。今後は後述の 「もう1台システム」やマルチエアコンなどにも標準化を 広げていく考えである。

4 インバータサイクル再熱除湿

4.1 サイクル再熱による省エネルギー除湿方式

開発したインバータサイクル再熱除湿方式「カラッと除湿」の基本サイクルを図3に示す。従来のサイクルに加え、室内ユニット側の熱交換器を上下方向に再熱器と 冷却器に分割し、その間に除湿制御用電動弁を接続する。

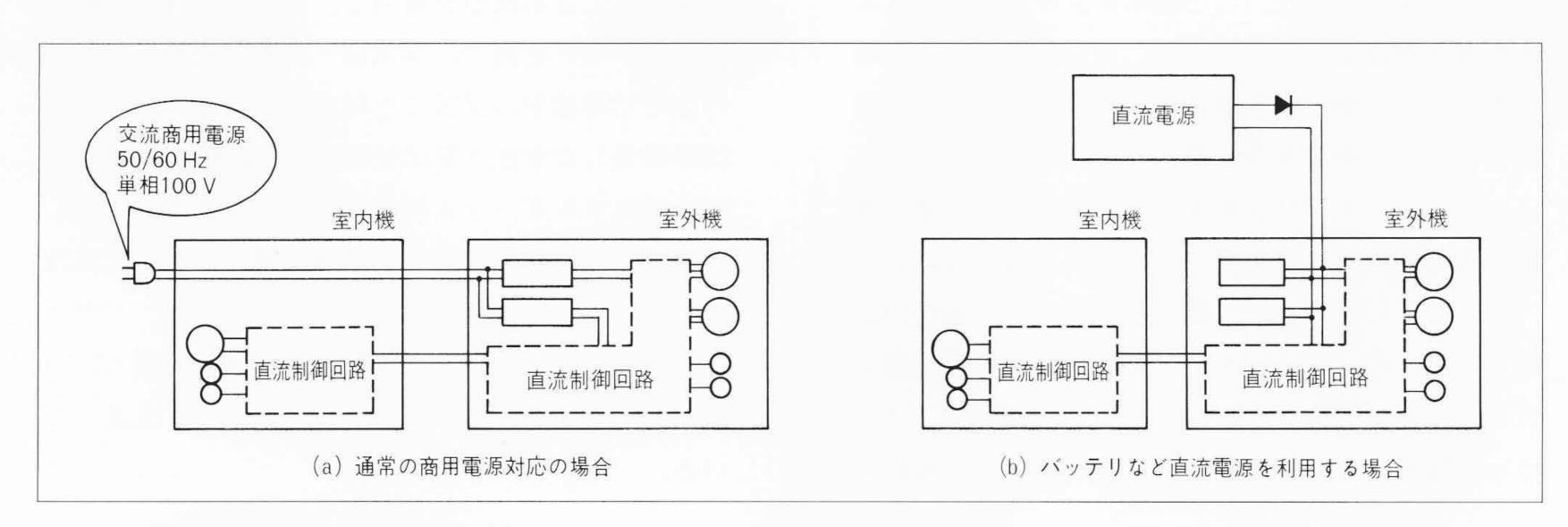
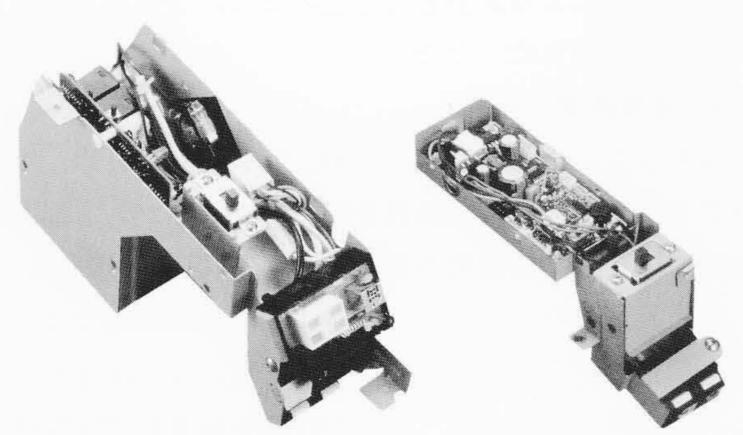


図 | 全直流電源部(オールDC電源)の構成

室外機।か所で集中的に電源処理するため、交流・直流電源の併用システムへの転用を容易としている。



(a) 従来の室内機電気品

(b) 開発した室内機の電気品

図2 室内電気品の比較

電源部を室外に集約したことにより、従来機比で体積が4,重さ が量と小型化した。

除湿運転時には, 圧縮機から送り出された冷媒が室外ユ ニットの凝縮器を通り、減圧装置をバイパスし、再熱器 を通り放熱し、さらに除湿制御用電動弁で減圧されたあ と,冷却器を通過する。このとき再熱器では,室外に捨 てていた熱の一部を冷凍サイクルを通して室内に導き, 冷却された空気を暖めることとなる。冷却器では空気を 露点温度以下に冷却して湿気を取り除く。室内ユニット に吸い込まれた空気は冷却器で冷却し除湿され、再熱器 で加熱後,混合されて吹き出される。したがって、従来 のように除湿時にエアコンから冷風が吹出すことがなく なった。

表」「カラッと除湿」の用途別専用モード 付属のリモートコントローラで4モードが選択できる。

名 称	目 的	運転内容
標 準 モード	年間通して使える快適除湿	肌寒いときは室温維持, 暑いときは温度を下げて 除湿運転
ランドリー モード	スピーディーな洗濯物乾燥	室温を下げずに 3 時間連 続除湿運転
おでかけ モード	室内のだに,かびの繁殖防止	湿度を常時50%に維持す る除湿運転
けつろ モード	暖房運転停止後の壁や窓 への結露を防止	2 時間だけ連続除湿運転

除湿制御用電動弁は、通常の冷・暖房時には圧力損失 の少ない全開状態となり、除湿運転時には減圧装置とし て働く。また、室内に設けられるため、冷媒音を低く抑 える構造とした。

以上により、除湿運転時の消費電力を従来のヒータ再 熱除湿方式の約量に低減し、また除湿量は除湿機の約4 倍とすることができた。

4.2 オールシーズン使用可能な快適除湿機能

RAS-259FXはインバータ圧縮機や直流ファンモータ の採用により、これらの回転数を容易に制御できる。ま た, 再熱器の加熱量は室外ファンや圧縮機の回転数によ って制御することができる。この再熱量制御方式により,

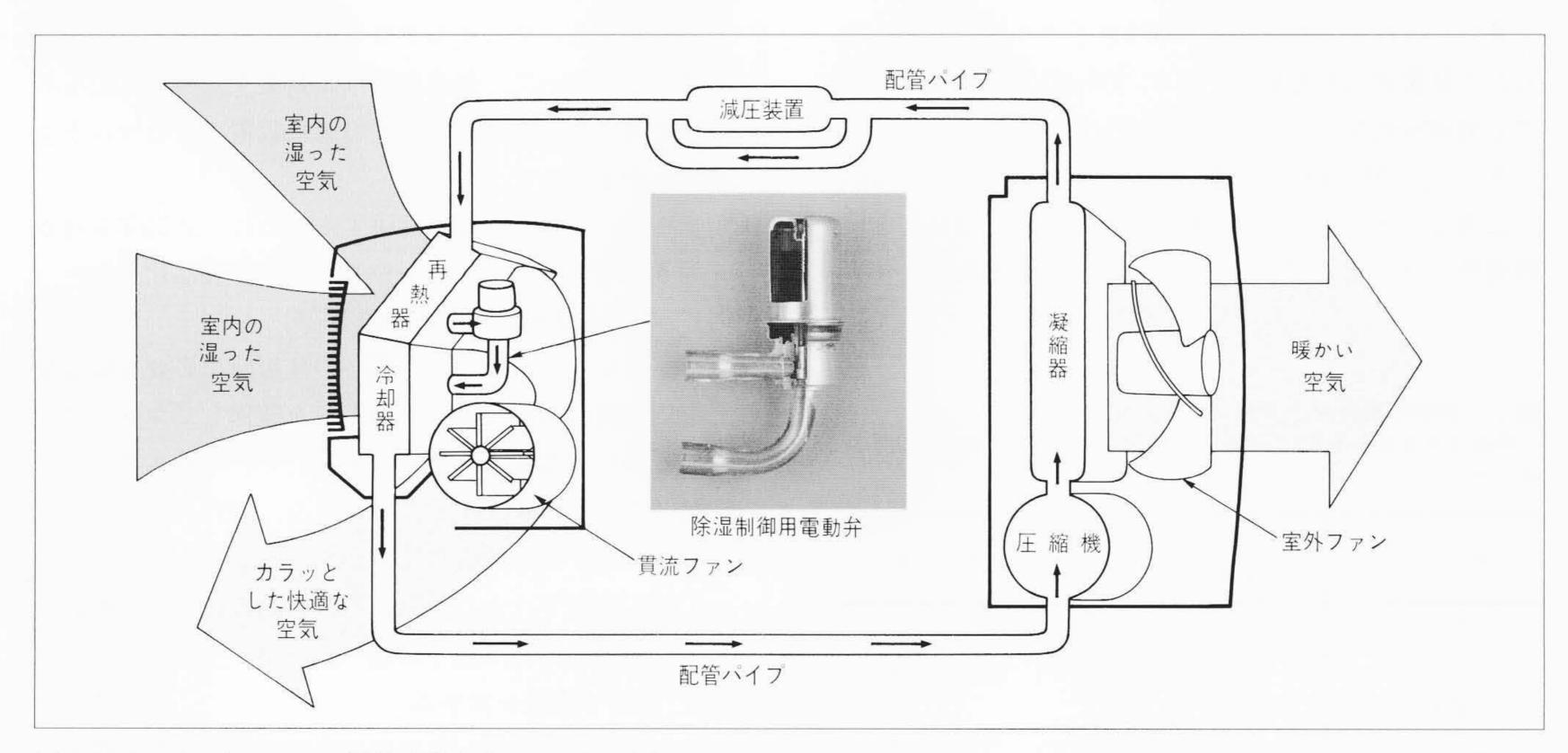


図3 インバータサイクル再熱除湿方式のサイクル図 室内ユニットの熱交換器を上下方向に再熱器と冷却器に分割し、新たに開発した除湿制御用電動弁を搭載している。

外気温 $1 \sim 30$ \mathbb{C} の広い範囲で,室内ユニットからの吹き出し空気温度を冷房気味から暖房気味まで変えられるようになり,さまざまな用途に対応した多彩な除湿機能を実現した。その例を**表 1** に示す。これにより,冷房,暖房期以外の端境期にも室内の快適維持や健康維持に使用できる,文字どおりのオールシーズンエアコンとすることができた。

5 廃家電対応の現状と今後の環境対応

資源の有効活用と廃棄物発生の抑制のため、平成7年度を達成の目標とする環境行動計画を掲げ、活動してきた。ルームエアコンの具体的な目標と平成7年度の製品の実績を表2に示す。この目標達成のため製品開発時当初からリサイクル可能率の向上、分解時間の短縮、発泡スチロールの低減などについて環境アセスメント管理を実施している。

5.1 リサイクル可能率の向上

資源リサイクル可能率の向上については、従来は化粧カバー表面の光沢確保やつや消しを塗装で行っていた。これを金型の表面加工によって二次加工せずに同等の仕上げ感を可能とし、樹脂の無塗装化を実現した。材質についても、ABS樹脂(アクリロニトリル、ブタジエン、スチレンの共重合体)からPS(Polystyrene)樹脂あるいはPP(Polypropylene)樹脂へ切り換えるなど「エアマテリアル」選定指針に基づき、再生しやすい材料を積極的に採用するようにしている。

また、これらの樹脂部品にはリサイクル法で義務づけられた材質表示を実施しており、100g以下の部品についても刻印可能なものには適用を拡大している。

さらに、冷房運転時に露が付きやすい樹脂部品については発泡スチロールなどの断熱材を除去し、空気層を同時成型できるガスインジェクション成型技術を取り入

表 2 環境行動計画と実績

平成4年度品を基準に,平成7年度品で環境行動計画目標値を達成した。

項	目	平成7年度目標値	実	績	基	準
リサイ 可能率		30%向上	30%向上 (24.2%→16.9%)		平成 4 年度	
分解時間		50%低減	50%低減 (60分→30分)		"RAS-258CX" ↓ 平成 7 年度	
梱包用 スチロ	C 0000000000	50%低減	51%低減 (365 g→180 g)		一成 7 平及 "RAS-259FX"	

れ、空気層による断熱を行うものとし、全体のリサイクル可能率を30%向上した。

5.2 分解時間の短縮

より少ない労力で解体,分解,回収を行うため,室外 ユニットの箱体構成部品数を従来の6部品から2部品に 低減するなど,部品数の低減を図った(図4(a)参照)。

また、振動の少ないスクロール圧縮機の採用により、 防振構造の簡素化、電動膨張弁の採用による冷凍サイク ルの簡素化などを実現し、分解時間を従来比で50%低減 した。

5.3 梱包用発泡スチロールの低減

梱包用発泡スチロールについては、まず室内ユニット 用緩衝材として使用していた発泡スチロールを段ボール 材とすることで全廃した。

また、室外ユニットについては、発泡スチロールの使用量を必要最低限に抑えたことにより、室内外トータルで51%の低減を図った(図 4 (b)参照)。現在、全廃を目指して検討中である。

6 総合システム空調への展開

ルームエアコンは、冷房、暖房に本格除湿を加えることで、さらに年間商品として位置づけることができるようになった。しかし、最近の住宅事情を考慮すると、さらに取り組むべき課題として、暖房運転中の加湿とエアコン運転中の換気の課題がある。また、今後も増える全室空調のニーズを満たすには、室外機の設置スペースなどの問題から、マルチエアコンの導入を推進する必要がある。したがって、従来のように新築を対象にしたものだけではなく、既築住宅にも容易に設置できるマルチシステムが求められている。

そこで、これら課題を解決するために、1995年9月から図5に示す「ファミリーシステム」を製品化した。

6.1 ファミリーシステムの概要

ファミリーシステムは、真冬の暖房時に必要な加湿量と、空調時に必要な室内の換気量を確保してコンパクトにまとめた「加湿・換気システム」と、室外ユニットに分岐ユニットを付加することにより、室内ユニットを1台追加して2部屋同時に空調ができる「もう1台システム」から構成される。商品の外観を図6に示す。両システムの概念について以下に述べる。

6.2 加湿・換気システム

加湿,換気機能は,エアコン本体に組み込む方式と,加湿,換気機能だけ別ユニットとし,オプションとする

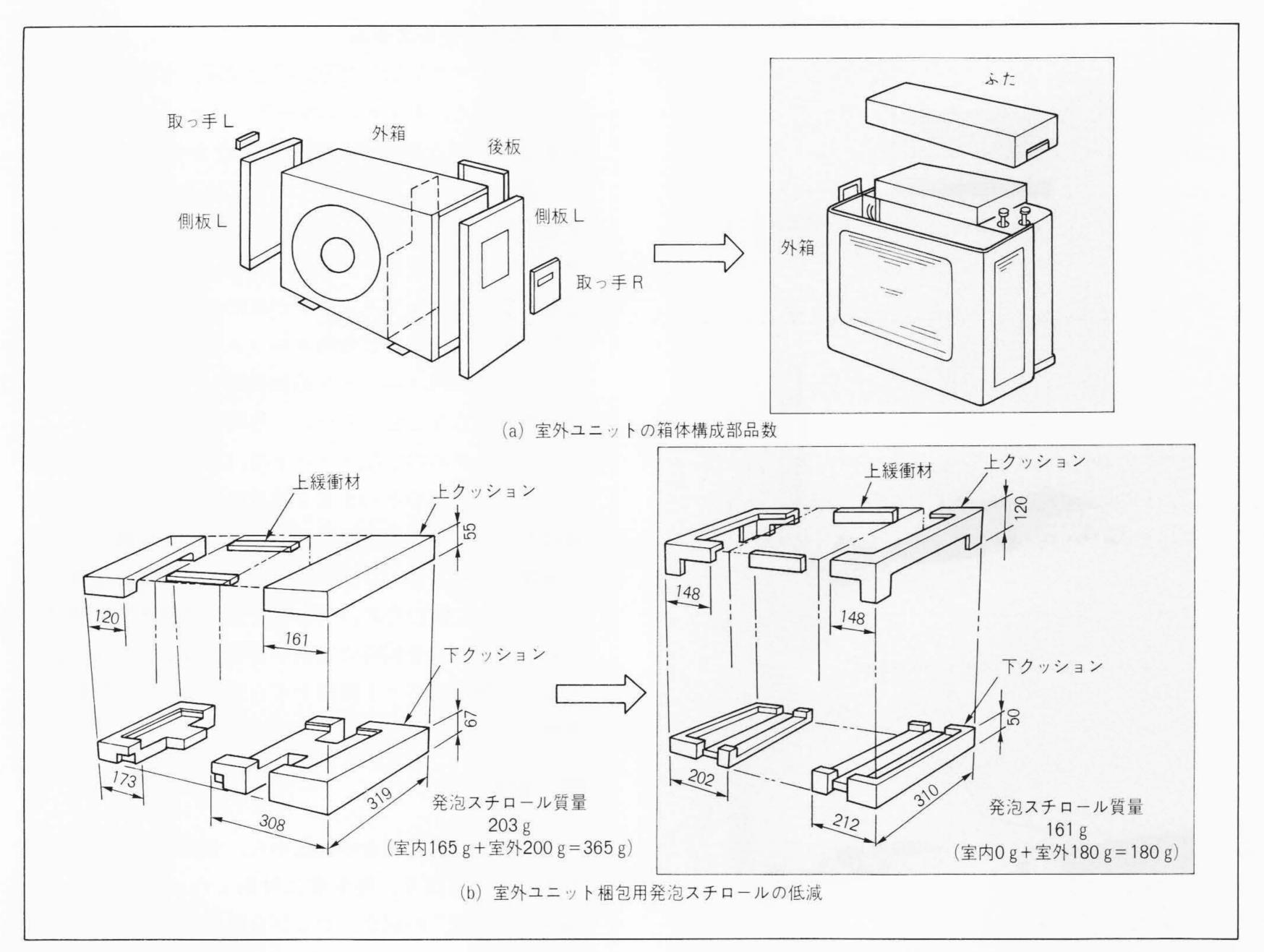


図4 廃家電対応の成果

室外ユニットの箱全体は6点から2点へ,発泡スチロールは365gから180gへと半減した。

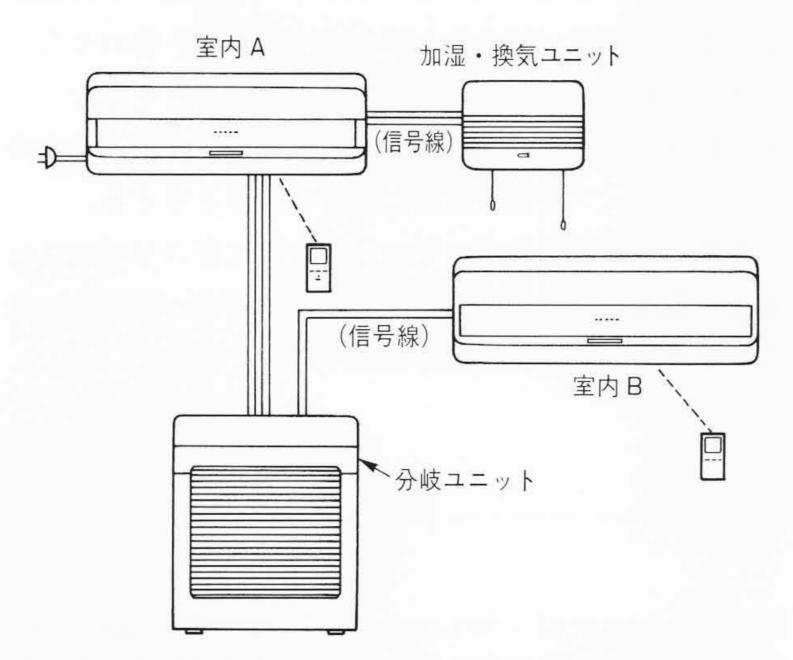


図 5 総合的なシステム空調を目指した「ファミリーシステム」 冷房,暖房,本格除湿機能を持つエアコン本体に,加湿,換気が できる加湿換気ユニットを付加し、さらに室内ユニットを付加する など、より質の高い空調へとシステムアップした。

方法とがある。

今回は,換気用の壁穴が必要となることから,既築の 場合必ずしもエアコン本体近くに換気用壁穴があるとは 限らないこと, エアコンと同じ高さに設置されると, 加 湿水の補給位置が高くて支障が生じることを考慮し、別 ユニットで「加湿・換気ユニット」を設定した。

加湿量については、暖房中の室内相対湿度30%の乾燥 状態を10~20%改善することを目標とし、180 cc/hとや や小さ目に抑え,暖房運転停止後の「カラッと除湿けつ ろモード」との併用で、室内結露を抑制するように配慮 した。

換気部については、換気用穴径を直径65 mmとエアコ ンの配管穴径と同一とし, 施工時に使用するホールソー などの工具類を共用できるように配慮した。換気量は 30 m³/hとやや小さいが、8畳の部屋で毎時1回の換気 量を確保した。



図6 加湿・換気ユニットと分岐ユニット 分岐ユニット 分岐ユニットは室外ユニットの上部に一体化して設置できるため、外観が損なわれず美しい据付けができる。

また、「加湿・換気ユニット」は、エアコン本体とリード線で接続することにより、エアコンのリモートコントローラからオン・オフができるようにした。

6.3 もう1台システム

今後のエアコンは、寝室、子供部屋、客間などのサブルームに加え、キッチン、ユーティリティ、洗面所など、従来はエアコン設置の対象にならなかったスペースにも、設置のニーズが顕在化してきている。これら急速な全室空調ニーズに対し、新築をターゲットとした従来のマルチエアコンだけでは対応できず、既築住宅にも簡単に設置できるマルチエアコンが求められている。そこで今回、室外ユニットに分岐ユニットを設置するだけで、もう1台の室内ユニットを追加接続し、2部屋同時空調ができる「もう1台システム」を開発した。

このシステムの主なメリットは,(1)通常店頭で展示販売している機種でそのまま2室設置ができる,(2)電源回路はエアコン1台分の単相100 V,20 A,1回路のままで2室設置ができる,(3)価格面では2室設置でも室外ユニットが1台で済むため,1.5セット分の価格となり経済的である,(4)2室を同時に空調する場合は能力が少し低下するが,運転スタート時間をずらすことでほぼ問題なく使用でき,設備の運転効率が高いなどである。

7 おわりに

ここでは、環境保全の観点から、全直流制御技術で省 エネルギーを図り、廃家電に対応したルームエアコン "RAS-259FX"の紹介、および今後の総合システム空調 への展開について述べた。

エアコンの省エネルギー技術は、コスト面も勘案すると、ハードウェアの分野では相当高い水準に達している。したがって、これ以上の省エネルギーを推進するには温度、湿度、気流、清浄化、輻(ふく)射を組み合わせたトータルな省エネルギー技術に加え、部屋ごとではなく住宅一軒分をシステム的に統合した、省エネルギーのためのソフトウェア技術が重要になってくると考える。

今後も再資源化技術の充実、新冷媒技術の早期確立と 導入の実現を合わせ、使いやすくかつ環境と調和のでき るエアコンの開発を目指してゆく考えである。

参考文献

- 1) 中村,外:サイクル加熱除湿方式ルームエアコンの性能, 日本冷凍協会学術講演会(平6-11)
- 2) K. Ogata, et al.: Structure and Dehumidifying Characteristics of Hitachi "Dry Type" Room Air Conditioner, Hitachi Review, Vol.17, No.11 (1968)