

ビル, 店舗での個別空調を実現する マルチ空調システム

Individually Distributed Multi-Split-Type Air Conditioners for
Commercial Use

国分秀昭* *Hideaki Kokubu*
加藤 喬** *Takashi Katô*
小国研作*** *Kensaku Oguni*
相沢道彦**** *Michihiko Aizawa*



マルチエアコンディショナーの納入事例 複数の天井埋め込みカセット形エアコンディショナーを室内に設置した事例を示す。

最近、ビルや店舗の空調方式として個別空調方式が主流になってきた。中でもマルチタイプのパッケージエアコンディショナー(以下、パッケージエアコンと略す。)は、省エネルギー・省スペースのニーズにこたえてここ数年急伸している。日立製作所では静音化・快適性・省工事化などをパッケージエアコンの開発コンセプトとし、ビル用パッケージエアコンではセットフリーシリーズを、店舗用ではファミリーマルチなどを製品化してきた。発売当初の1988年ごろは、1,000 m²程度までの建物への納入が大半で

あったが、最近では5,000 m²以上の大形ビルにも納入し、適用範囲を広げている。

さらに、新しい個別空調の流れとして、カーテンウォールと一体化したスルーザウォールタイプの「アキュレ」や吸収式マルチタイプなども開発している。

このマルチタイプのパッケージエアコンの進展によって不可欠となるのが、空調管理システムの充実である。現在、大・中・小それぞれの規模に合わせたシステムを製品化し、用途に合った最適な制御が構築できるように配慮している。

* 日立製作所 空調システム事業部 ** 日立製作所 清水工場 *** 日立製作所 機械研究所 **** 日立製作所 土浦工場

1 はじめに

最近のビル、店舗での空調設備では、個別空調方式の需要拡大が顕著である。これは国際化・情報化の進展による24時間稼働オフィスの増加や、深夜でも開店している店舗の拡大などによって空調形態が変化してきたことによる。個別空調方式は、必要なときに必要な場所だけを快適かつ経済的に空調したいとの市場ニーズにこたえた空調方式である。

個別空調の主なタイプとして、パッケージエアコンディショナー(以下、パッケージエアコンと略す。)のマルチタイプ(1台の室外機で複数の室内機に対応するもの)とスルーザウォールタイプがあげられる。一方、空調機器に対する最近のニーズとして、快適性・省エネルギー・省スペースなどのユーザーメリットに加えて、人手不足を反映した省工事性や省メンテナンス性が重要となってきた。また、複数のユニットが分散設置となるため、集中管理システムのニーズも拡大してきている。

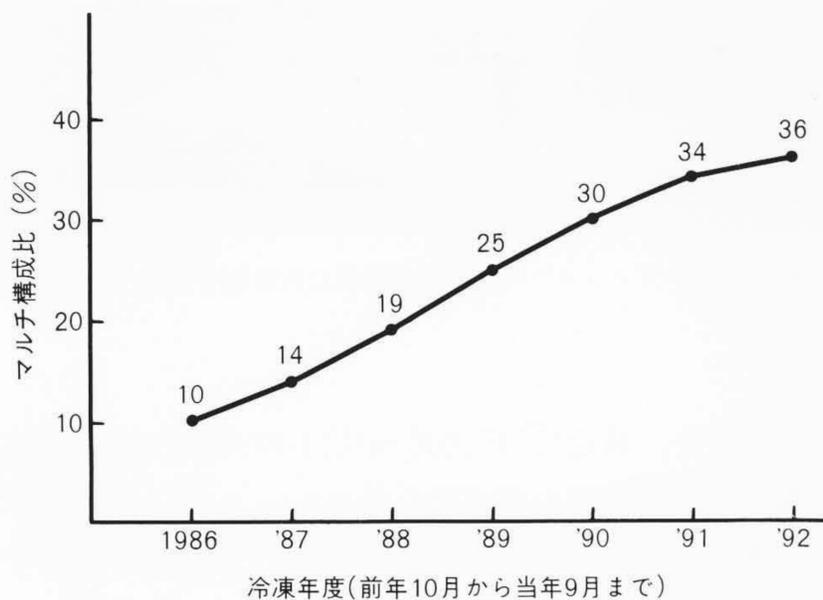


図1 マルチタイプパッケージエアコンの推移(日立製作所推定) パッケージエアコン出荷台数(室内機ベース、1992年で約120万台)に占めるマルチタイプの構成比を示す。

ここでは、マルチタイプを主体にこれらのニーズに対応した最新のシステムについて述べる。

2 ビル、店舗における個別空調の市場と製品動向

ビルや店舗で使われるパッケージエアコンは、盛んなリニューアル需要や環境改善需要などによって大きく伸長している。中でも個別空調に対応するマルチタイプは急増しており、1991冷凍年度(1990年10月~1991年9月)では、図1に示すようにパッケージ全体の1/3以上を占めるようになった。

ビルや店舗用のマルチシリーズは、1983年ごろから製品化し始めた。当初は1台の室外機に対して2~4台の室内機を接続するもので、容量制御が50%しかないシステムであった。しかし、1988年ごろから日立製作所が他メーカーに先駆けて開発したスクロール圧縮機(従来のレシプロ式に比べて回転数制御が容易でマルチに最適な圧縮機)とインバータによる制御方式を搭載したマルチシリーズは、室内機の接続可能台数を6~12台に拡大して飛躍的な需要拡大をもたらした。当初、納入先は300~1,000 m²程度の小規模テナントビルが主体であったが、現在では5,000 m²以上の大形ビルにも採用されるようになった。これは個別空調方式の持つ使い勝手のよさ・省エネルギー性に加えて、配管・配線の省工事性、設計の容易さおよび経済性がユーザーに評価されたものである。

日立製作所の主な個別空調機器を表1に示す。最も需要の多い中・小ビル用のパッケージエアコンには、セットフリーシリーズを主体に対応している。店舗や小形ビル向けパッケージエアコンには小容量のファミリーマルチを、大形ビル向けにはハイマルチGTなどを製品化している。また、新しいコンセプトとして吸収冷温水機を室外機とする新しい個別空調システムも開発している。セットフリーシリーズの納入事例を前ページの写真に示す。

表1 主要な個別空調機器 ビル、店舗で使われる主な個別空調機器のシリーズを示す。

種類	区分	シリーズ名	基本室外機容量	圧縮機または熱源方式	
マルチシリーズ	同冷時暖	ビル用マルチセットフリー-FX	5, 8, 10馬力	スクロール圧縮機 (インバータ制御)	
		ビル用マルチセットフリー-FS	5, 6, 8, 10, 13, 16, 20馬力		
	冷暖切換	ファミリーマルチ	3, 4馬力	スクリーン圧縮機 吸収冷温水機 スクロール圧縮機	
		冷媒分岐+空気分配	ハイマルチGT		40馬力
		冷・温水+空気分配	吸収マルチ		30~100冷凍トン
		スルーザウォールタイプ	アキュレ		1.5馬力

一方、ビル需要の伸展に伴ってスルーザウォールタイプも増加しており、1991年冷凍年度では業界で3万台以上が出荷されたと推定する。日立製作所では三協アルミニウム工業株式会社と共同で、カーテンウォールと一体化した「アキュレ」を開発した。現場での据付け工事をほとんど不要化した製品であり、新しいペリメータゾーン(窓際の部分)対応の個別空調ユニットである。

3 最新の個別空調システム

マルチタイプパッケージエアコンを主体として最新の個別空調システムと開発中のシステムのコンセプトについて述べる。

3.1 セットフリー-FXシリーズとFSシリーズ

ビル用マルチタイプパッケージエアコンの主力製品がセットフリー-FXシリーズ(冷暖同時形)とFSシリーズ(冷暖切換形)である。両シリーズのそれぞれの構成を図2に示す。主な特徴は次のとおりである。

(1) 室内機40 dB(63形天埋カセット形：急風時)、室外機50 dB(125形)の低騒音設計である。

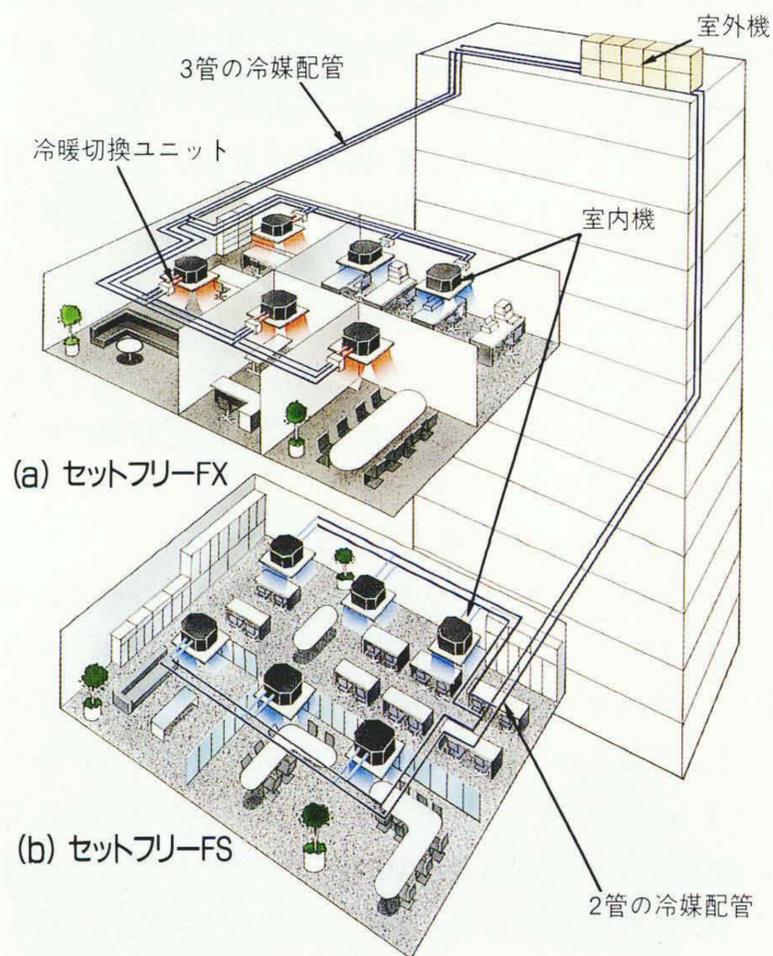


図2 ビル用マルチセットフリー-FXシリーズとFSシリーズのシステム構成 セットフリー-FXシリーズは、室外機と室内機の間冷暖切換ユニットを設けて3本の冷媒配管で接続し、FSシリーズは室外機と室内機を2本の配管で接続する。

(2) ファジィ制御による体感温度制御に基づいて快適性を向上した。

(3) 自己診断機能によって省メンテナンスを図った。

また、最近重視される省エネルギー、省工事性を配慮した。省工事性としては、

(1) ユニット間のガス側、液側配管をおのおの1本で接続できるユニパイプシステムの採用と配管工事性の向上を図った。

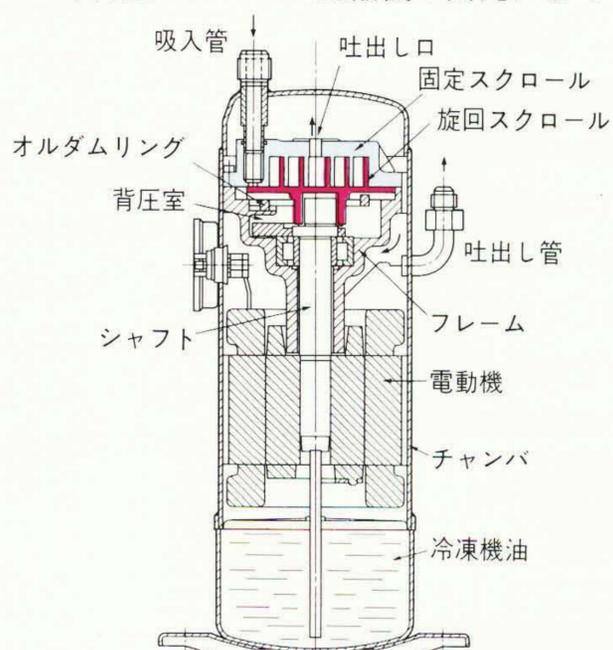
(2) 室内機の制御配線を渡り配線、パラレル配線混合を可能とし、配線工事の簡易化を図った。

(3) 室内機のアドレス設定を自動化した。

省エネルギー性としては、

(1) スクロール圧縮機の回転数幅の拡大により、低負荷時の圧縮機の起動、停止によるエネルギー損失の低減を図った。

(2) IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)インバータと電流最小化制御法の採用により、高・低速域でのインバータ、電動機の総合効率の向上を図った。両シリーズとも1台の室外機に複数台の室内機を接続でき、しかも、自由に個々の室内機の運転や温度・風量の設定ができる個別空調システムである。この個別運転化はワイドレンジ可変速スクロール圧縮機の開発によって実現で



項目	単位	開発機	従来機(401RHV)
定格回転数	Hz	100	75
回転数幅	Hz	20~130	30~115
吐出し量	cm ³ /回転	47	64.2
寸法	外径	mm	φ157
	高さ	mm	460
重さ	kg	29	39

図3 ワイドレンジ可変速スクロール圧縮機の構造と仕様 固定スクロールと回転スクロールの部分で冷媒を圧縮するもので、開発機の変駆動周波数は20~130 Hzである。重さは、従来機に対して約26%低減している。

きた。

スクロール圧縮機は、インバータ駆動の回転数制御に適した圧縮機である。マルチの機能向上に重要な役割を果たしており、これまで可変速幅の拡大を図ってきた。この技術によって接続可能な室内機の数拡大し、個別制御化、快適制御性を向上させた。開発したスクロール圧縮機の構造を図3に示す。開発機の可変周波数幅は20~130 Hzである。高速化することによって理論風量、電動機体格を低減できるが、さらに可動部の軽量化が必要であり、開発機では旋回スクロールを薄肉リブ構造化としている。その結果、全体として約25%軽量化(当社比)している。

また、インバータにIGBT素子を用いることで、インバータ出力波形を正弦波に近づけることができた。これに加えて、電流最小化制御法を開発して、高速域、低速域でのインバータ、電動機の総合効率を向上し、可変速幅を拡大することができた。なお、IGBTインバータは室外機の大幅な低騒音化〔5馬力機：50 dB(夜間45 dB, 従来機58 dB)〕に大きな効果をあげた。

(1) セットフリーFXシリーズ

FXシリーズは同一の室外機に接続された複数の室内機間で、冷房と暖房が同時にできる熱回収可能なシステムである。室外機から高压ガス、低压ガスおよび液の3本の冷媒配管を導き、途中で冷暖切換ユニットと呼ばれる冷媒流れの切換装置を設けている。このFXシリーズは春や秋のいわゆる夏、冬の間半季での冷暖房負荷混在時に、従来の運転制約を大幅に削減して理想の個別空調に一步前進した空調システムである。室外機は5馬力、8馬力および10馬力相当の3機種を発売しており、ビルの役員室や応接室などのきめ細かなコントロールが必要な

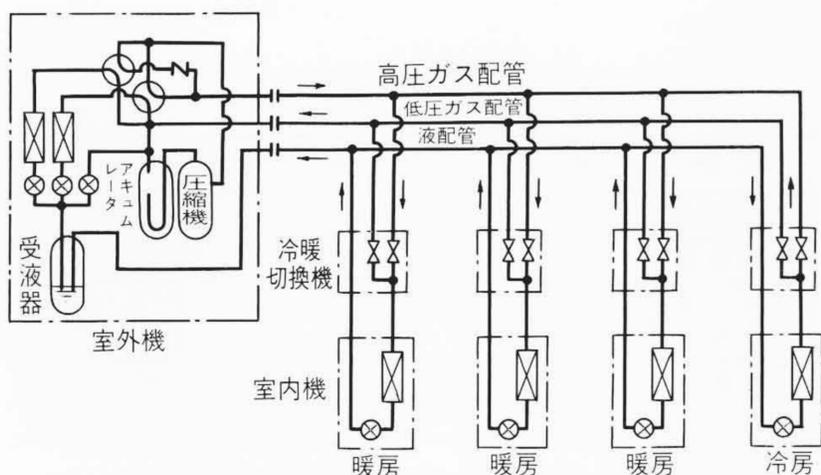


図4 セットフリーFXシリーズの冷暖房同時運転サイクル
各種運転モードのうち、暖房が選択される室内機が多い場合を表し、冷媒は矢印方向に循環する。

スペースの空調や負荷変動の激しいペリメータゾーンの空調に適している。

この冷暖同時運転のシステムを図4に示す。マルチタイプパッケージエアコンでは各室内機の能力安定化が重要なので、これに対して、冷凍サイクルの高压側と低压側の圧力を一定にする制御法を開発した。低压側圧力(吸入圧力)、高压側圧力(吐出し圧力)はそれぞれ圧縮機の回転数、室外冷媒制御弁によって制御する。その他、室内機能力は室内制御弁によって制御する。この制御法によって、各室内機の能力が独立に制御されるとともに、室外機では各室内機に圧力が一定の必要冷媒流量を供給することができた。

(2) セットフリーFSシリーズ

FSシリーズは室外機ごとに冷房、暖房いずれかの運転モードとなる通常のシステムであり、マルチタイプの中では最も需要の多いものである。室外機は従来機の5馬力、6馬力、8馬力および10馬力に加えて、大・中形ビル向けとしてさらに省工事・省コスト化を図った13馬力、16馬力および20馬力を開発し、現在発売中である。

FSシリーズ、FXシリーズとともに、室外機1台当たりでは室内機を最大8台(13馬力機種以上は12台)まで、室内機の合計容量では室外機容量の50~130%の範囲まで接続できる。室内機は11シリーズ73機種をそろえ、ますます多様化するユーザーニーズに対応している。

このシリーズを取り巻く社会環境の変化に伴って、新しいニーズが生まれてきている。その一つは地球温暖化に伴う省電力、電力使用の平準化であり、もう一つはOA機器・コンピュータの増加に伴う年間冷房機能である。現在このニーズに対応して、25%以上のピークシフトを可能とする蓄熱式のシリーズと冬季でも冷房運転が可能なシリーズを開発中である。

3.2 ビル・店舗・住宅用ファミリーマルチ

ビル、店舗およびマンションの高級化が進む中で、多数の部屋の個別空調運転と各個人に合わせた空調、すなわちパーソナル化運転に対する要求がさらに高まってきている。これらのニーズにこたえる個別空調システムが「ファミリーマルチ」であり、一つの建物内の4部屋までを空調できる。部屋の広さや用途、インテリアに合わせてタイプ、機種数とも8タイプ、28機種と豊富にそろえている。

電源は、ビルやマンション用として普及している単相200Vとし、単相インバータの採用によってパワフルで経済的な運転を可能とした。マルチタイプでめんどうな

配管作業も、ビル用マルチで好評のユニパイピングシステム(ガス側、液側各1本で接続できる。)を採用し、配管工事性を向上させた。配管総実長も75mまででき、据付け場所の選択の自由度を向上した。

室外機は連続設置可能タイプとして据付けスペースの省スペース化を図っている。また、室外機の寸法は出窓下に収まるように高さ885mmとし、狭いベランダなどへの設置ができるようにした。ファミリーマルチのシステム例を図5に示す。室内機は各部屋に合わせた最適なバリエーションを構築できる。

3.3 吸収式マルチシステム

フロンをまったく使用しない吸収冷温水機は、大形ビルばかりでなくテナントビルなどの中・小ビル向けとして広く採用されているが、従来の吸収式はセントラル空調用熱源機器として開発されたもので、各階または室ごとの要求に応じて個々にオン・オフするような個別空調方式には適していなかった。

現在開発中の吸収マルチシステムは、個別空調の要求を満足したシステムである。システム例を図6に示す。主な特長は次のとおりである。

- (1) 各ゾーンごとの個別空調ができる。
- (2) 部屋の用途、グレードに応じて室内機を選択できる。
- (3) テナントごとの空調料金の計算ができる。
- (4) 熱源機、室内機の各種運転情報の表示ができる。
- (5) 冷暖の一括切替が容易である。

吸収冷温水機を個別空調に採用するための技術課題として、(1) 機器停止時の臭化リチウム水溶液結晶防止、(2) 残留冷凍能力による冷水の冷え過ぎ防止、(3) 中間期の冷暖一括切替などがある。新しく開発したマルチ対応の吸収冷温水機はこれらの課題を解決している。

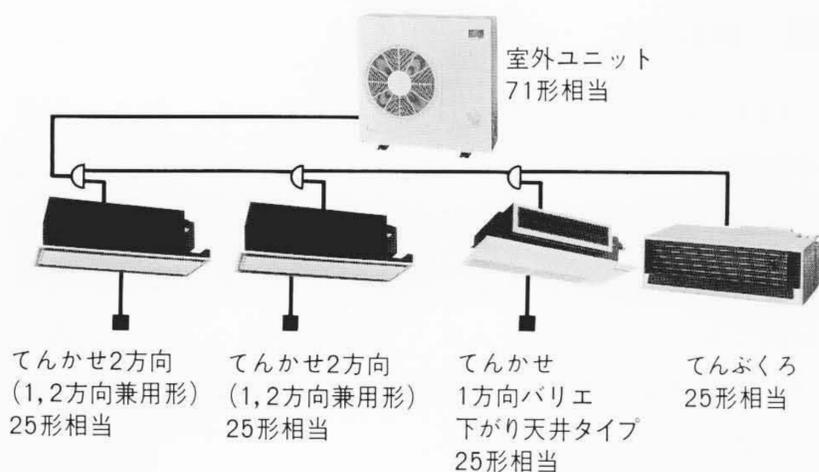


図5 ファミリーマルチシステムの例 1台の室外機に4台の室内機を接続した事例を示す。

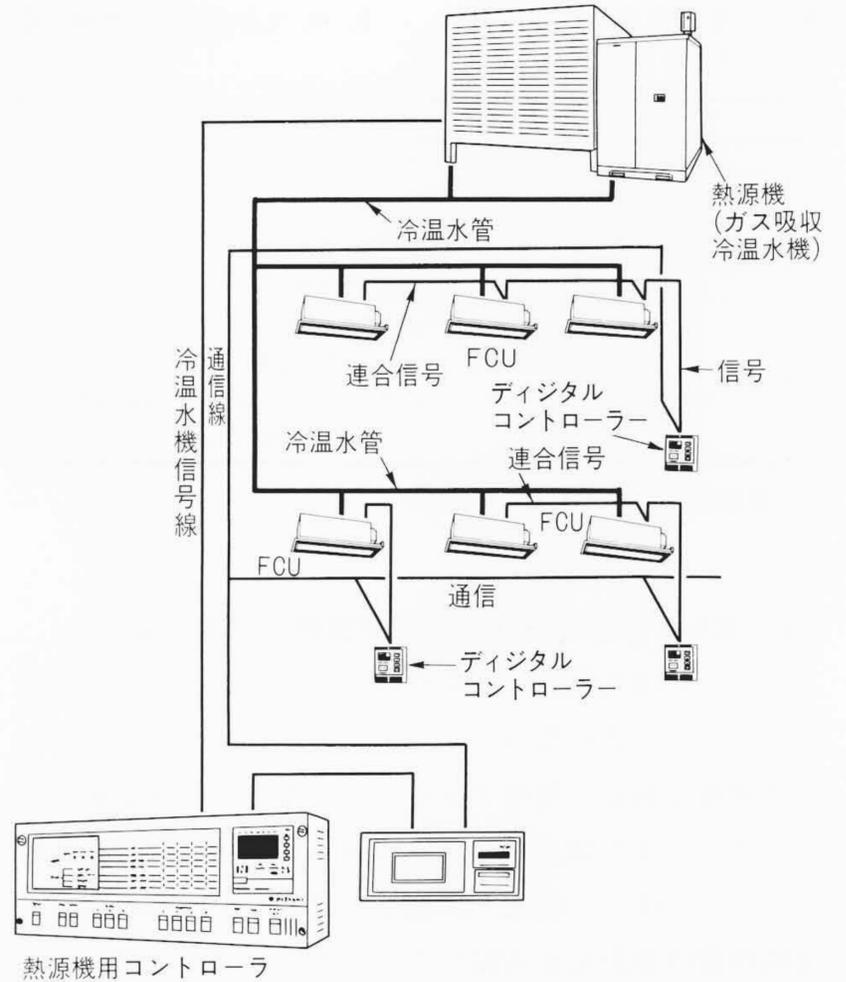


図6 吸収マルチシステム系統図 熱源機1台に複数のFCU(ファンコイルユニット)を組み合わせ、冷温水の配管で接続してコントローラによって集中制御するとともに、FCU1台ごとの個別運転を行うシステムを示す。

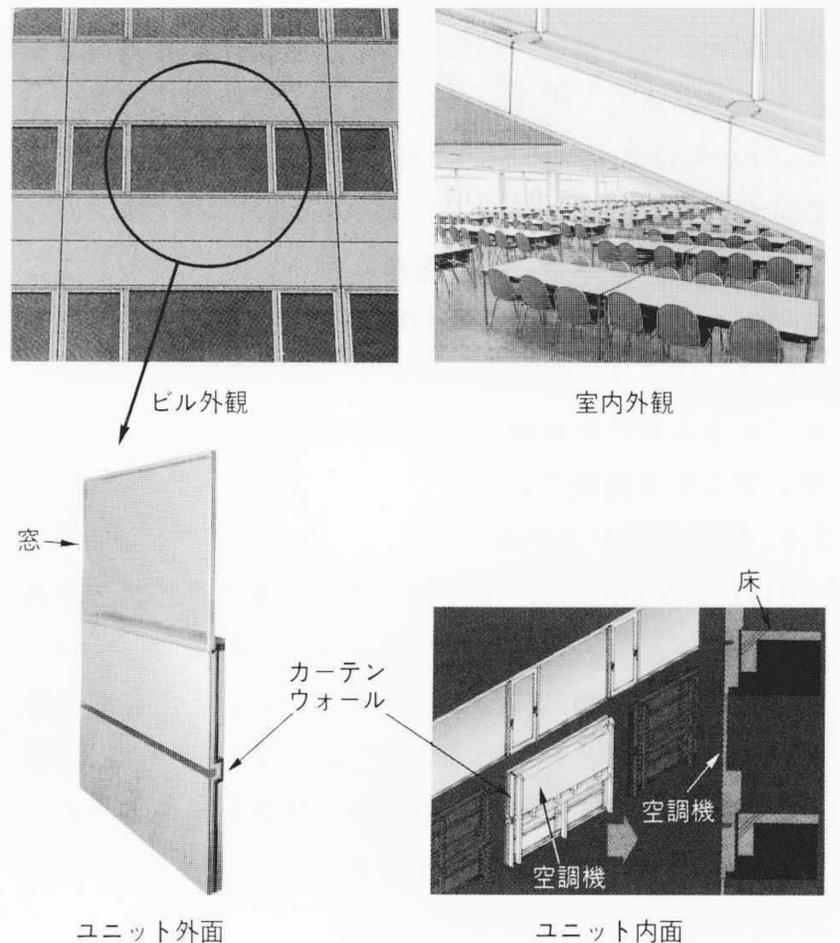


図7 アキュレのシステムイメージ カーテンウォールと一体化したスルーウォールエアコンアキュレの外観などを示す。

表2 空調管理システム仕様 小, 中, 大のおおのの規模に応じたシステムを示す。

	空調機制御台数	機 器 名
小規模	室内機16台	セントラルステーション+ コントロールタイマ
中規模	室外機16グループ (室内機160台)	セントラルステーションII+ ハンドヘルドコンピュータ
大規模	室外機64グループ (室内機396台)	シリアルI/O+セントラルステーションII(情報多) パラレルI/O+セントラルステーションII(情報少)

注：略語説明 I/O(入出力装置)

3.4 スルーザウォール形個別空調機「アキュレ」

アキュレは三協アルミニウム工業株式会社との共同開発によって生まれたペリメータ用スルーザウォール形個別空調機である。基本コンセプトは次のとおりである。

- (1) サッシまたはカーテンウォールと個別空調機を工場ユニット化し、現地一体施工を実現した。このため、現場作業の省力化と大幅な工期短縮を可能とした。
- (2) 奥行き97mmの薄形空調機を開発し、カーテンウォールと床とのむだなスペースの有効化によって、外装パネルからカウンターパネルまで380mmという薄形化を実現した。ワークスペースを大幅に拡大してビルのレンタル比アップに貢献できる。
- (3) 室内・外一体空調機であるため、冷媒配管工事が不要で配管からの熱ロスがないので、信頼性が高く省エネルギーである。アキュレのシステムイメージを図7に示す。外からはサッシの間の7cmのスリットが見えるだけで、意匠面も配慮している。アキュレは、各ゾーンごとの個別空調ができるため、方位などによる状況の異なるスペースにも常に快適な室内環境設定が可能である。また外気冷房、外気導入も行うことができ、さらにオプションによる全熱交換機能や冷暖房自動運転もできるフレキシブルな空調機である。

3.5 空調管理システム

個別空調の伸展は、結果的には空調機の管理システムの発達を促した。これは一つのビルに空調機が何十台、何百台も入るため、各部屋ごとやゾーンごとの個別の管理ではビル全体としての効率的なエネルギー管理に限界があるということ、および故障時の早急な対応のため、運転状態の自動的な監視が要求されることによるものである。

日立製作所ではこれらのニーズにこたえるため、表2に示すような規模に応じた空調管理システムを開発し、

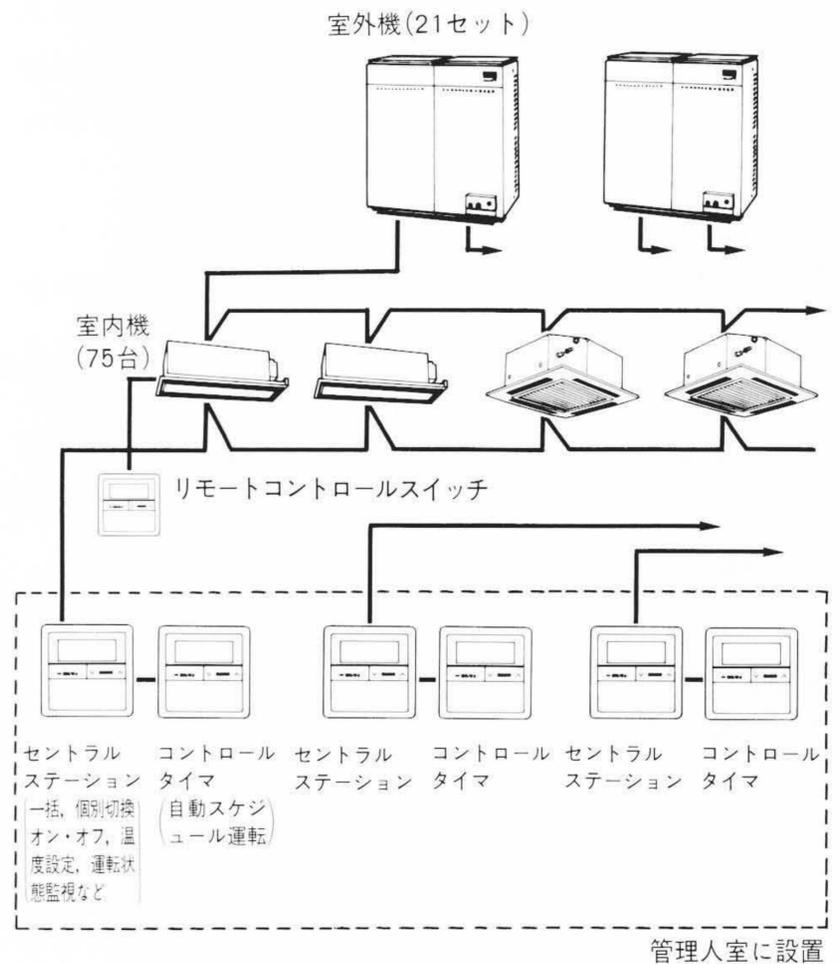


図8 小規模空調管理システムでの制御システム例 3基のセントラルステーションとコントロールタイマによって、室内ユニット75台を個別に管理している納入事例システムを示す。

製品化した。小規模システム(延床面積約2,000m²)の事例を図8に示す。各階ごとにコントロールするセントラルステーションとタイマを管理人室に設け、24時間スケジュール運転をするとともに、各リモコンスイッチによって個別でも制御できるフレキシブルなシステムを構築している。その他、中・大規模システムやビル全体の管理システムについては、この号の別論文「快適空間を実現する空調制御システム」で述べているので、ここでは省略する。

4 おわりに

以上、個別空調システムについて述べた。個人の価値や快適性の意識が強まるに従って、個別空調のニーズは今後ますます広がっていくと思われる。マルチタイプやスルーザウォールおよび空調管理システムなどは、今後も新しいニーズを取り入れて製品化を図っていく。省フロン化や省資源化に寄与する技術開発・製品開発も継続的に進めていく考えである。