

インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機

Packaged Air Conditioners for Exclusive Use in an Inverter-driven Computer Room

近年、電子計算機は大容量化・高速化に伴って発熱量が大幅に増大しており、この発熱量に対応する空調方式にも省エネルギーの必要性が高まっている。日立製作所は、このニーズに対してスクロール圧縮機の回転数制御を行うインバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機を開発した。

本開発機は、従来機に比べ消費電力を大幅に節減してあるほか、顕熱比の向上、工事性の向上などの特長を合わせ持った製品であり、平成元年から販売を開始している。

多賀明義* Akiyoshi Taga
国分秀昭** Hideaki Kokubu

1 緒 言

近年、電子計算機は大容量化、高速化に伴ってその発熱量が大幅に増大しており^{1),2)}、この発熱量に対応する電子計算機専用パッケージ形空調機の省エネルギー性についての要求も高まってきている。

一方、情報化社会の進展³⁾に伴ってインテリジェントビルなどへ電子計算機専用パッケージ形空調機を設置するケースが増加すると予測される。このケースでは特に搬入、据付け性の向上、ビル内に据え付けるため室内ユニット～室外ユニット間の冷媒配管の長さ、さらには据付けスペースの節約などの機能が望まれている。

また、日立製作所では回転数制御に最適なスクロール圧縮機を昭和58年3月からパッケージ形空調機に適用し⁴⁾、さらに昭和59年5月からスクロール圧縮機をインバータで容量制御する一般空調用のパッケージ形空調機を発売している⁵⁾。

本稿ではこの技術を利用して、上記ニーズを実現した製品、インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機について述べる。

2 電子計算機室の空調および問題点

電子計算機の発熱に対する空調、つまり電子計算機室の空調は、表1⁶⁾に記すように一般空調に比べて精度が高く、低い温度の空調が要求され、しかも、電子計算機の発熱が主対象であるため年間を通して冷房運転が要求される。

特に、要求される温度精度には一般空調のように単なる圧縮機の発停制御や容量制御では対応できないため、従来次の方式が採用されている。

(1) 圧縮機による(冷凍サイクルによる)冷却運転は、全負荷

運転、または半負荷運転(圧縮機2台中1台停止)の一定運転を行う。

(2) 温度調整は精度よく、また温度変動にすばやく追従するために、圧縮機に比べて容量制御の容易な他の熱源により、加熱することによって実施する。

ここで容量制御の容易な他の熱源としては、下記が使用されている。

(3) 電気加熱器

(4) 冷凍サイクルの凝縮器を循環する高温の冷媒を分流させて熱源とする冷媒加熱器

かつては上記(3)の電気加熱器を使用するものが一般的であったが、現在は省エネルギーの面から上記(4)の冷媒加熱器を使用するものが一般的である。日立製作所でも昭和58年度からこの冷媒加熱器を使用した冷媒レヒート形の電子計算機専用パッケージ形空調機を発売している。

この電気加熱器と冷媒加熱器を使用する場合の省エネルギー性の比較を図1の(a)および(b)に示す。同図(a)の電気加熱器の場合には圧縮機による冷却能力は2段階に制御され、この冷却能力と負荷の差を電気加熱器で加熱することにより温度

表1 電子計算機室の空調の温湿度条件 電子計算機室と一般の空調の温湿度条件の比較を記す。

温 湿 度	電子計算機室の空調		一 般 の 空 調	
	夏季(冷房)	冬季(冷房)	夏季(冷房)	冬季(暖房)
温 度(℃)	24 $\pm$ 1	21 $\pm$ 1	26	20
湿 度(%)	50 $\pm$ 5	50 $\pm$ 5	50	50

注：一般空調の場合には精度は指定なし。

* 日立製作所 清水工場 ** 日立製作所 空調システム事業部

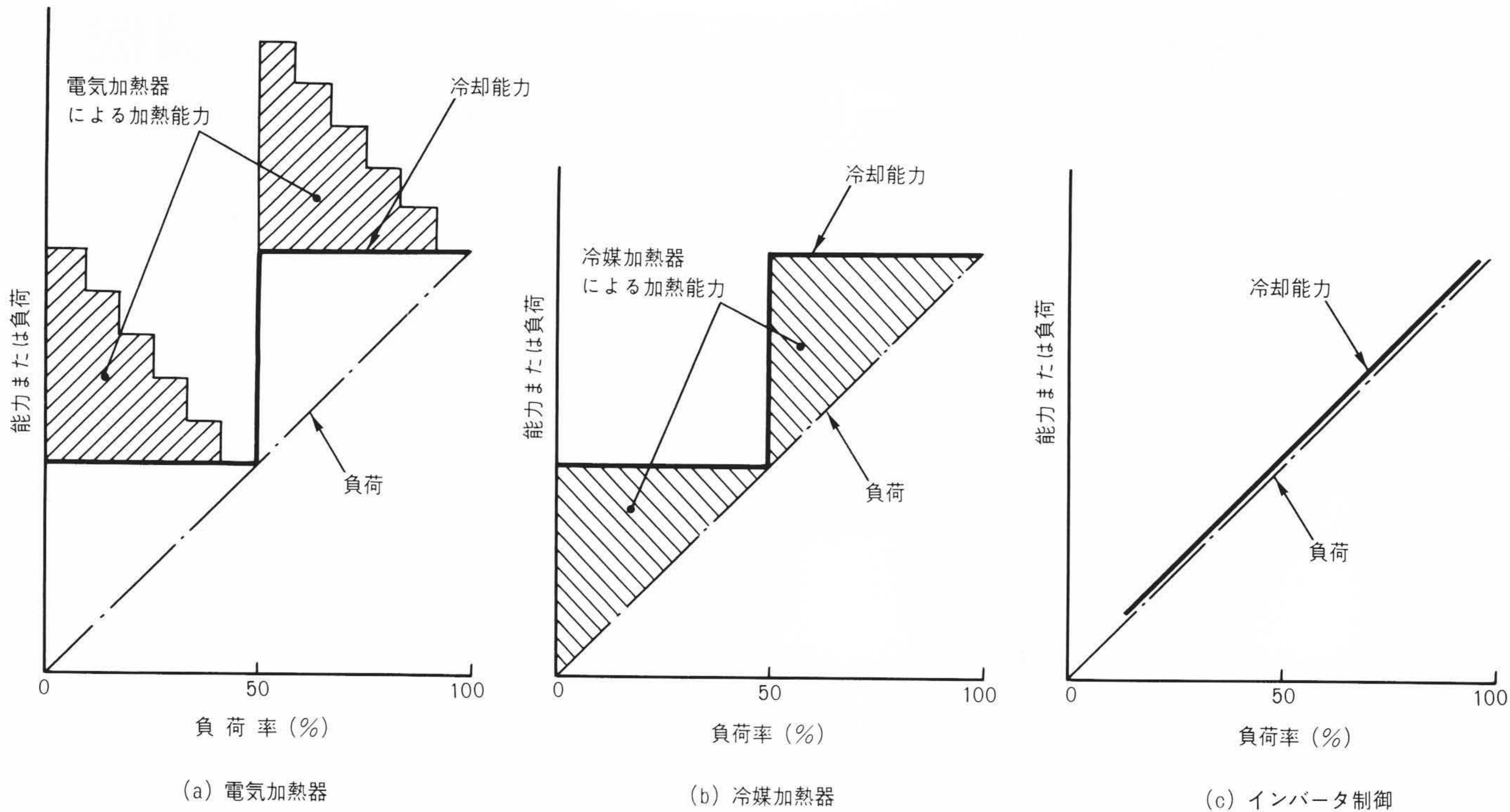
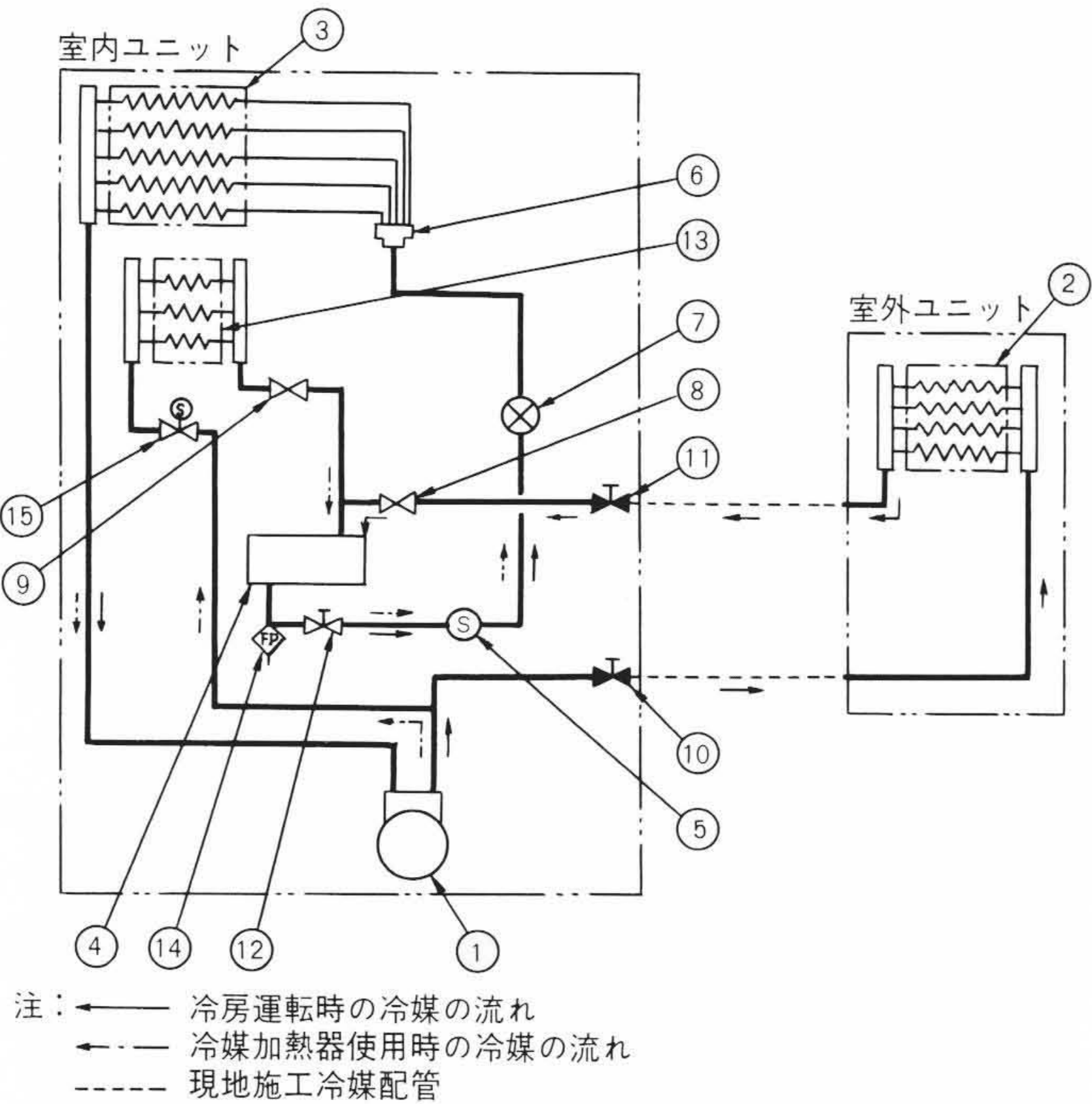


図1 省エネルギー性の比較 各負荷率での運転状態を能力で示すことにより、省エネルギー性を図で比較し示した。



No.	名 称	備 考	No.	名 称	備 考
①	圧 縮 機	—	⑨	電磁流量調整弁	—
②	凝 縮 器	—	⑩	阻 止 弁 (ガス)	—
③	蒸 発 器	—	⑪	阻 止 弁 (液)	—
④	受 液 器	—	⑫	阻 止 弁	受液器出口
⑤	ス ト レ ー ナ	—	⑬	冷 媒 加 熱 器	—
⑥	ディストリビュータ	—	⑭	溶 栓	—
⑦	膨 張 弁	—	⑮	電 磁 弁	—
⑧	凝縮圧力調整弁	—			

図2 冷媒加熱器を使用する場合の冷凍サイクル系統図 冷媒加熱器を使用する場合の冷凍サイクル系統を原理的に示す。

精度を確保する。一方、同図(b)の冷媒加熱器の場合には、圧縮機による冷却能力は同様に2段階に制御されるが、この冷却能力と負荷の差は冷却能力を得るときに凝縮器側で発生する熱量を利用する。このため、図2に示すように圧縮機①から凝縮器②への高温の冷媒を分流し、冷媒加熱器⑬へも流している。したがって、電気加熱器に必要であった電力が節減できる。

この省エネルギー性を表2の計算条件のもとに計算すると、表3に記す結果となり、この場合37%の省エネルギーとなる。

しかし、冷媒加熱器を使用した場合でも電気加熱器を使用した場合に比べて省エネルギーになっているとはいえ、基本的には負荷よりも大きな冷却能力を得る運転を行っており、むだな電力を消費する運転である。したがって、さらに省エネルギーを実現する必要がある。

3 インバータ制御スクロール圧縮機の適用

前述のむだな電力を消費する運転に対して、実際の負荷に応じて圧縮機の回転数を制御して連続容量制御を行えば、実際の負荷に必要な電力だけを消費する運転となる。さらに、圧縮機の回転数を制御して容量制御を行うことは、冷凍サイクルでの蒸発温度が上昇するため装置露点温度が上昇し、除湿能力が低下するので顕熱比を大きくすることができる。したがって、顕熱負荷の大きい電子計算機室の空調として最適なものとなる。

一方、前述のように日立製作所はスクロール圧縮機とイン

バータ制御を組み合わせた一般空調用のパッケージ形空調機⁵⁾を昭和59年5月から発売している。

そこで必要な機能を満足するため、スクロール圧縮機とイ

ンバータ制御を組み合わせたこの技術を適用すると同時に、前述のビルなどへ設置する場合に特に望まれるニーズにも対応して、インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機を開発した。

表2 省エネルギー計算条件 省エネルギー性の比較計算結果(表3)の条件を記す。

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
運転日数	日/月	25	25	28	28	28	28	28	28	28	28	25
運転時間	時間/日	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
運転率	%	50	50	65	70	75	80	80	80	75	65	50

注：1. 運転率は電気加熱器の場合を記す。
2. 外気温の発生率は、気象庁アメダス日報(1978～1982年)による。

表3 省エネルギー計算 表2の条件のもとに、省エネルギー計算を行った結果を記す。

項目	熱源 (製品形式)	電気加熱器 (RP-1500AC)	冷媒加熱器 (RP-15AC)	インバータ制御 (RP-15ACV)
電気料金(万円/年)		188	118	72
省エネルギー率(%)		37%↑		39%↑

注：1. 電気料金は東京電力株式会社、契約種別低圧電力の場合を記す。
2. インバータ制御は顕熱比が高いため、加湿器の運転はないものとする。

4 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機

4.1 概要と外観

インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機の仕様を表4に、その外観を図3に、冷凍サイクル系統図を図4にそれぞれ示す。

4.2 特長

インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機の特長を以下に述べる。

(1) 省エネルギー運転

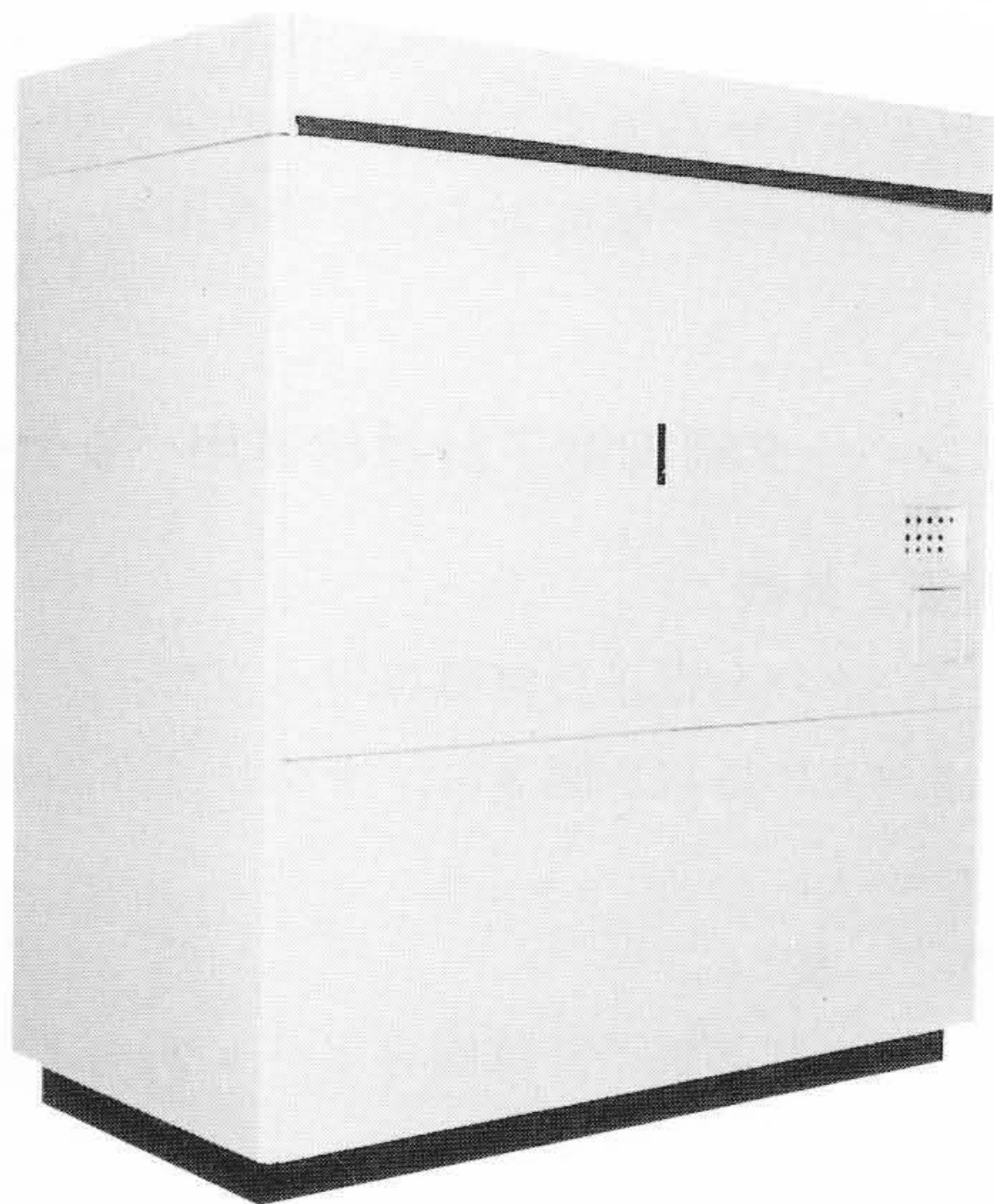
(a) インバータ制御

圧縮機運転周波数を30～90 s⁻¹(Hz)の間を変化させること、および2台中1台の圧縮機構を停止させることで容量制御を行っている。また、圧縮機としては回転数制御に最適なスクロール圧縮機を採用している。インバータ制御を適用した場合の省エネルギー性の比較を図1(c)に前述の同

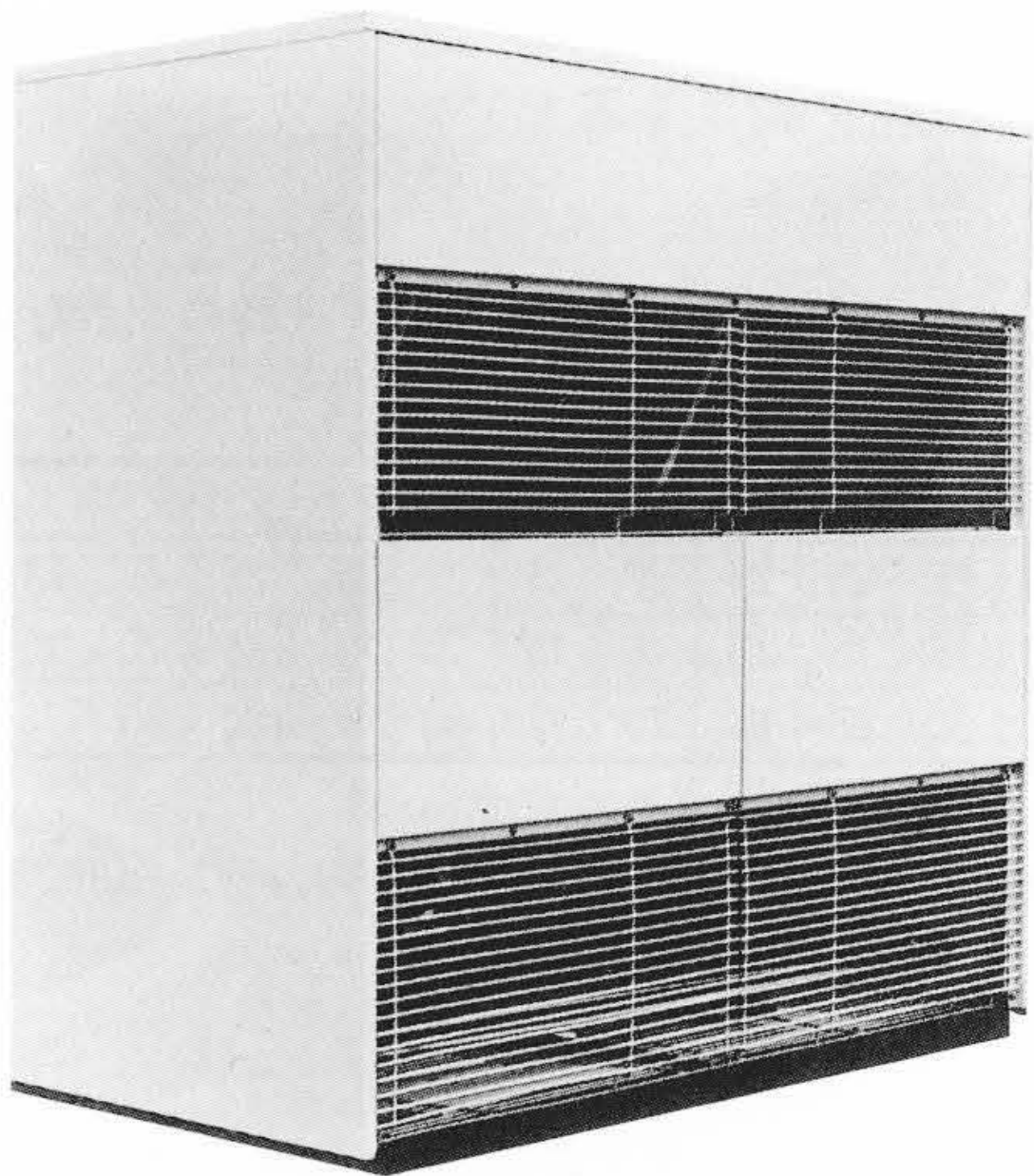
表4 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機標準仕様表 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機の標準仕様を記す。

項目(単位)			形式		RP-10ACV(室外ユニットRCR-10ACV)		RP-15ACV(室外ユニットRCR-15ACV)	
					室内ユニット	室外ユニット	室内ユニット	室外ユニット
冷房能力			kW{kcal/h}		23.5{20,200}		35.2{30,300}	
顕熱			kW{kcal/h}		23.3{20,000}		34.9{30,000}	
外形寸法	高さ	mm	1,970		1,600		1,970	
	幅	mm	1,795		1,595		1,795	
	奥行	mm	900		795		900	
分割できる高さ			mm		1,800+200		1,800+200	
製品質量			kg		680		720	
電気特性	消費電力	kW	9.8(12.8)		14.7(18.7)			
	運転電流	A	30.8(39.8)		46.1(58.1)			
	力率	%	92(93)		92(93)			
	始動電流(最大)	A	50/49(50/49)		113/103(113/103)			
電源			—		AC 3φ 200 V 50/60 Hz			
圧縮機	形式	—	800TLV		—		N1000TLV	
	圧縮機出力	kW	6.0(2)		—		7.5(2)	
	運転周波数	S ⁻¹ (Hz)	30～90		—		30～90	
	オイルヒータ出力	W	40×2		—		40×2	
送風機	モータ出力	kW	2.2(4)		0.15(8)+0.2(8)		3.7(4)	
	風量	m ³ /min	150		120/130		230	
	機外静圧	Pa{mmAq}	78 {8}		0		78 {8}	
冷媒			—		フロン22			
冷媒制御装置			—		電子制御膨張弁		電子制御膨張弁	
再熱切換装置			—		四方弁		四方弁	
配管寸法	冷媒	ガス配管	mm		φ22.2(フランジ)付属配管付き			
		液配管	mm		12.7(ロー付け)付属配管付き		15.88(ロー付け)付属配管付き	
	ドレン		—		PT 1/4めす		PT 1/4めす	
	エマージェンシードレン		—		PT 1/2めす		PT 1/2めす	

注：冷房能力、顕熱および電気特性は吸込空気乾球温度25℃、相対湿度55%および室外空気乾球温度35℃の条件で、再熱装置、加湿装置を運転しない場合の値を示す。ただし、()内の電気特性は再熱装置および加湿装置を合わせて運転(全運転)した場合の値を示します。



(a) 室内ユニット



(b) 室外ユニット

図3 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機の外観 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機(形式RP-15ACV)の室内ユニット，室外ユニットの外観を示す。

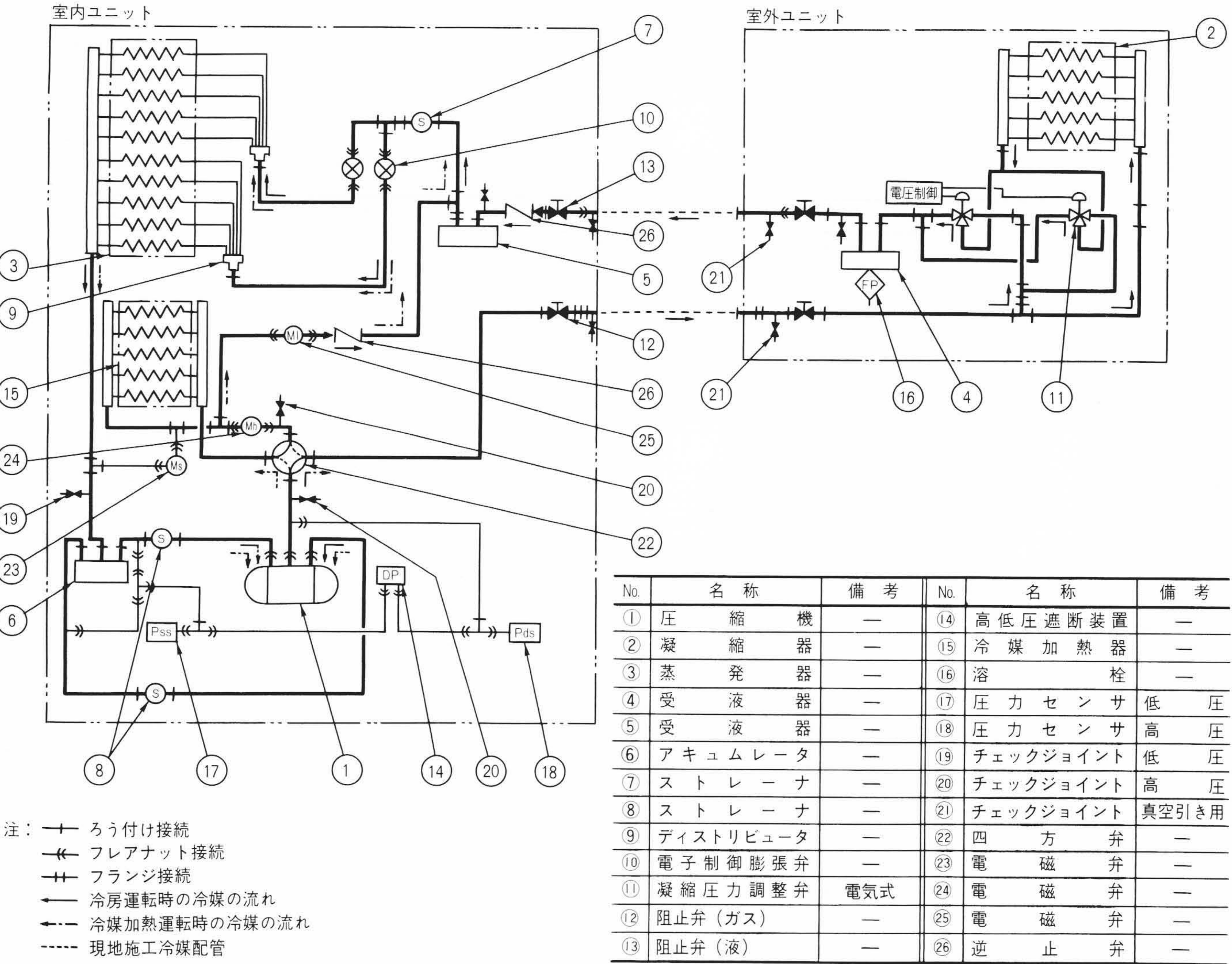


図4 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機冷凍サイクル系統図 インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機の冷凍サイクル系統図を示す。

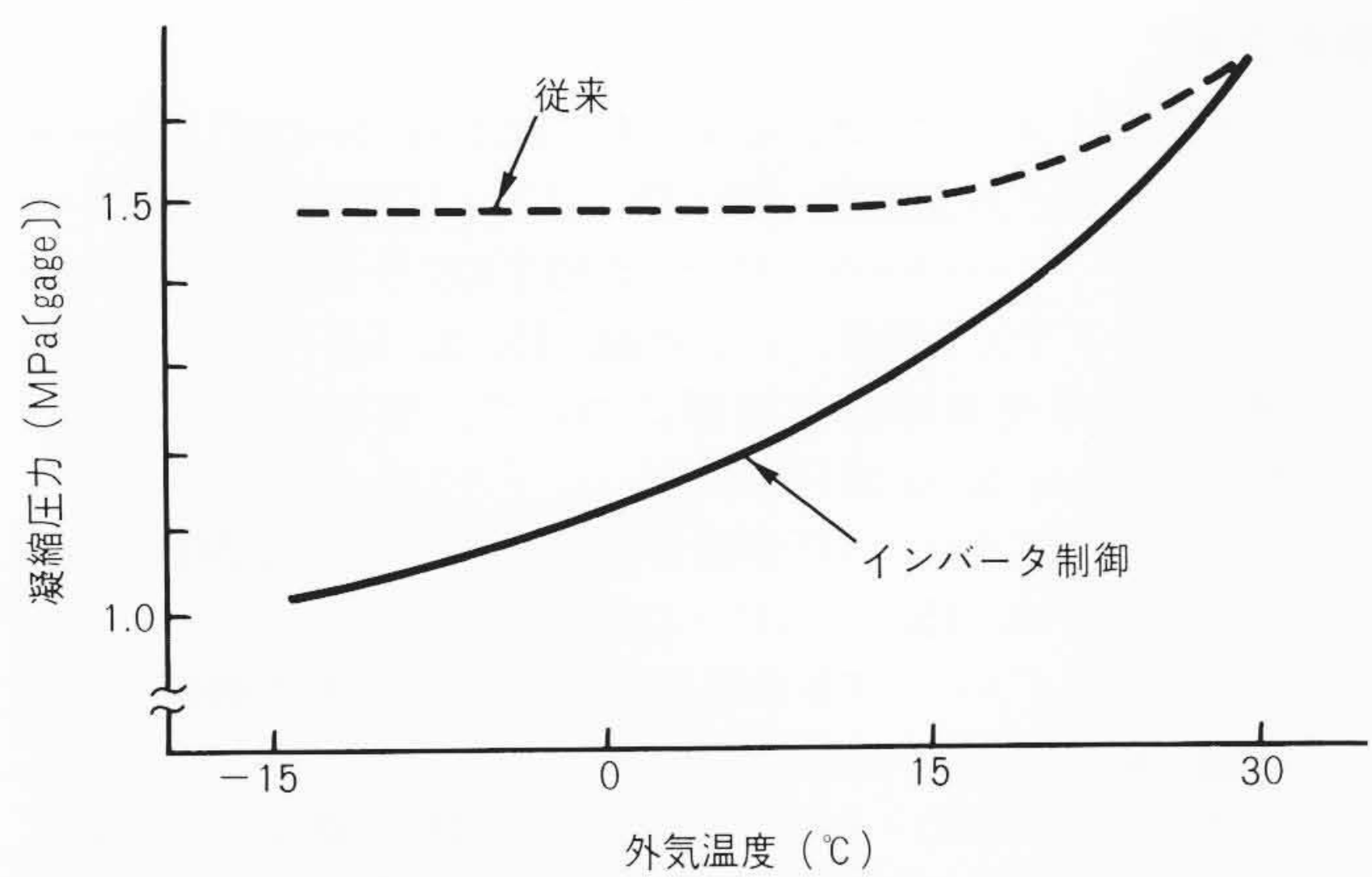


図5 外気温度、凝縮圧力特性 外気温度、凝縮圧力特性を室内条件一定で原理的に示す。

図の(a), (b)とともに示す。

図1(c)のように冷却能力は負荷とほぼ同一となり、余分な冷却能力を得るためむだな電力を消費する運転をなくしている。

(b) 低圧力比制御

一般に外気温度の低い冬季の冷房運転は、凝縮圧力調整弁などによって凝縮圧力を一定値以上に保つことで冷凍サイクルの信頼性を確保する。

これに対してインバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機では、圧力比を一定値以上に保つことによって冷凍サイクルの信頼性を確保しており、図5のように従来に比べて外気温度の低い場合に凝縮圧力を低下させ、圧縮機を効率の高い状態で運転可能としている。

(c) 省エネルギー計算

上記(a), (b)などを含めて表2の計算条件のもとに、省エネルギー性を計算すると表3の結果となり、前述よりもさらに39%も省エネルギーとしている。

(2) 顕熱比の向上

前述の圧縮機を回転数制御して容量制御を行うことに加え、蒸発器の大容量化などにより、顕熱比が従来の0.85から0.99

となる。このため、従来に比べ湿度が低下しにくく、加湿器の運転をほとんど不要としている。

(3) 工事性の向上

(a) 冷媒配管長さ

大容量のアクümüレータ、受液器を標準装備することにより、室内ユニットと室外ユニットの間の冷媒配管長さを表5のように大幅に延長し、9階建クラスのビルにも施工可能としている。

(b) 冷媒配管工事

従来の2冷凍サイクルに対して、圧縮機構を2個持つツインスクロール圧縮機の採用によって冷凍サイクルを一つとし、現地施工の冷媒配管(室内ユニット～室外ユニット間)は従来の半分の2本(液、ガス配管各1本)としている。

(c) 搬入

蒸発器にスーパースリットフィンを採用し、その配置をくふうすることで室内ユニットは幅1,795 mm、奥行き900 mmと小さくなり、エレベーター(JIS記号B-1000-2S⁷)相当)での搬入も可能としている。

(d) 室外ユニットの設置

室外ユニットは風の流れを前面吸込み、上吹出しの方式を採用し、製品寸法もモジュール化しているため、図6のように据付けレイアウトが自由に選択可能としている。

(4) 自己点検機能

運転スイッチの表示部に設定温度や吸込圧力などを表示したり、万一故障の場合はその原因をコード番号で表示する。したがって、故障の解析を容易としている。

表5 冷媒配管長さの比較 従来形との冷媒配管長さを比較して記す。

		インバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機	従来形
冷媒配管長さ	実 長(m)	100	35
	相 当 長(m)	120	50
高低差	室外ユニット上(m)	40	35
	室外ユニット下(m)	40	4

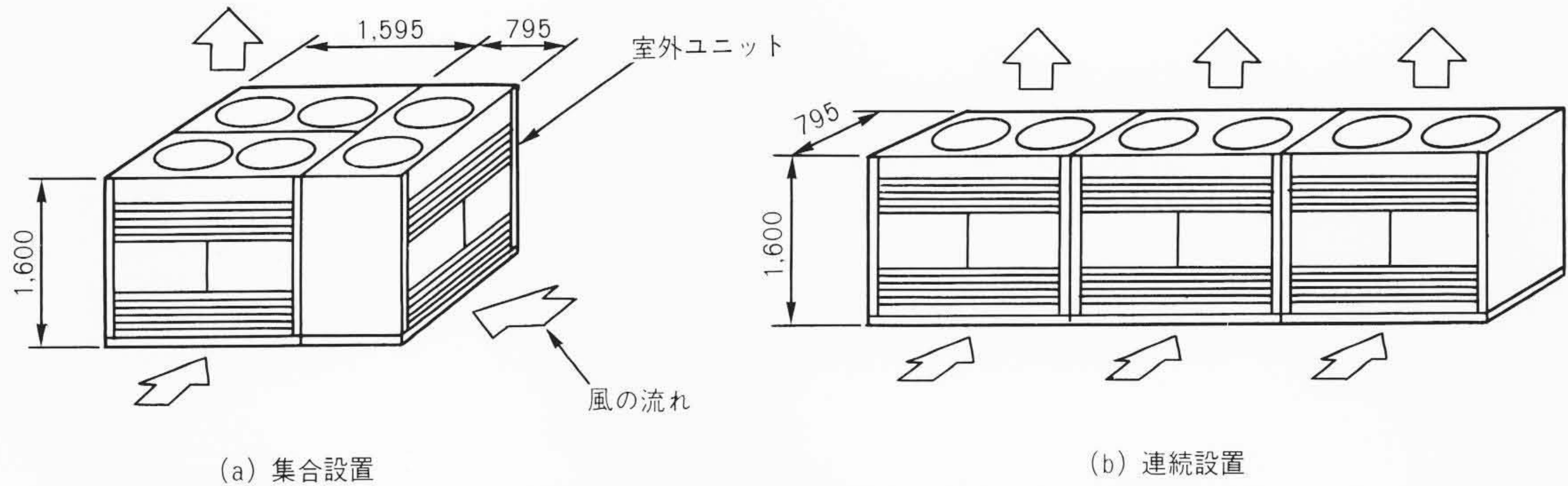


図6 室外ユニット据付けレイアウトの一例 室外ユニット据付けレイアウトの一例を示す。

(5) 外部発停端子，表示接点

全体システムの情報により，運転が行えるように外部信号によって発停の行える外部発停端子やその運転状態を示す表示接点を設置してある。

5 結 言

電子計算機室の空調に使用されるパッケージ形空調機の省エネルギー化を目的に，スクロール圧縮機をインバータ制御することによって容量制御を行うインバータ制御電子計算機専用パッケージ形空調機を開発した。

この結果，従来に比べて39%も電気料金を節減できたほかにも特長のある製品とすることができ，今後ますます大容量化，高速化していく電子計算機の発熱を処理するのにふさわしい製品である。

今後の課題としては，本製品の取扱い性の面でさらにインタフェースの設定や，その通信内容の充実などが必要と考える。

参考文献

- 1) 小林，外：スーパーコンピュータ“HITAC S-820”のハードウェア技術，日立評論，**69**，12，1109～1116(昭62-12)
- 2) 小林，外：スーパーコンピュータHITAC S-810アレイプロセッサハードウェア技術，日立評論，**65**，8，547～550(昭58-8)
- 3) 濱田：情報化未来都市構想について，空気調和と冷凍，Vol.28，No.3，p.39(昭63-3)
- 4) 荒井，外：スクロール圧縮機とそのパッケージ形空調機への適用，日立評論，**65**，6，415～420(昭58-6)
- 5) 小国，外：インバータ駆動容量制御パッケージ形空調機，日立評論，**67**，7，567～572(昭60-7)
- 6) 社団法人空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧，昭和42年度版，社団法人空気調和・衛生工学会
- 7) 財団法人日本規格協会：JIS A 4301，エレベータのかごおよび昇降路の寸法(1983)