

# MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.50 No.6

冷凍と空調特集

6  
1976



美容院(愛知県)納めパッケージエアコン(Pシリーズ)



# 三菱電機技報

Vol. 50 No. 6 JUNE 1976

## 冷凍と空調特集

### 目次

#### 特集論文

冷凍用クーリングユニット ACS-B 形	作野 勤・上田和弘・相良泰一・佐々木芳男	293
薄形オープンショーケース (R シリーズ)	半田文男・長谷川 厚	299
パッケージエアコン (P シリーズ)	三浦 隆・木ノ内達夫・柴田 実・小林靖夫	302
高温作業場用スポットエアコン《ライシクル》	貝瀬俊朗・知久通明・山崎起助・杉浦正一	308
マルチセントラルシステムの熱回収成立条件	中村勝雄・笠置 紘・飯島 等	314
セントラルヒーティングの運転シミュレーション	大畑晃一・山地 昇・酒井正博・野間口 有	320

#### 普通論文

半導体式発熱体の応用	後藤完二	327
走査形電子顕微鏡の半導体への応用	加藤忠雄・小山 浩・松川隆行	331
カラー画像分析装置 (EB-200)	酒巻裕三・中沢啓二	337
シールレス新形定期券発行装置	草川英昭・鳥居健太・今村恒浩・多田 豊・大倉忠廣	343

## FEATURING REFRIGERATORS & AIR-CONDITIONERS

### CONTENTS

#### FEATURED PAPERS

Type ACS-B Cooling Units for Refrigeration	by Tsutomu Sakuno et al.	293
Series R Slim-Line Open Showcases	by Fumio Handa & Atushi Hasegawa	299
Series P Packaged Air-Conditioners	by Takashi Miura et al.	302
Line-Cool Spot Air-Conditioning for High-Temperature Worksites	by Toshiro Kaise et al.	308
Conditions Conducive to Heat Recovery in Multi-Central Air-Conditioning Systems	by Katuo Nakamura et al.	314
Simulation of Central Heating Operation	by Koichi Ohata et al.	320

#### GENERAL PAPERS

The Applications of a Semiconductor Heating Element	by Kanji Goto	327
The Application of Scanning Electron Microscopy to Semiconductors	by Tadao Kato et al.	331
The Type EB-200 Color-Picture Analyzer	by Yuzo Sakamaki & Keiji Nakazawa	337
Plastic-Card-Type Commutation-Ticket-Issuing Equipment	by Hideaki Kusakawa et al.	343

### 表紙

#### 日善美容院（愛知県）納め P シリーズ形パッケージエアコン

ホテル・店舗・事務所・一般ビル・病院などの各方面から注目を浴びている当社製パッケージエアコンは、今回 P シリーズ形を発表して、従来よりさらに低騒音化・小形軽量化・アフターサービス性の向上及び斬新なデザインを図ったものとして脚光を浴びています。

写真は愛知県春日井市にある日善美容院に納入した PW-3 形（水冷式冷房用パッケージエアコン）で、清潔なムードにあふれた冷房機として、お客様とともに店主より好評を博しています。

### COVER

#### Series P Packaged Air-Conditioners

Since appearing on the market, Mitsubishi Electric's packaged air-conditioners have been well received at hotels, shops, offices, hospitals and other buildings. Just announced is the new Series P, which offers quieter performance, greater compactness, lighter weight, improved after-service and smart, functional styling.

Shown in the illustration is the interior of a beauty parlor in which a Type PW-3 air-cooled, packaged air-conditioner helps to create a mood of clean, cool, refreshing modernity. These highly reliable units are being welcomed by patrons, owners, and workers.

# アブストラクト

## 冷凍用クーリングユニットACS-B形

作野 勤・上田和弘・相良泰一・佐々木芳男

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P293～298

当社ではF級(－20℃以下)冷蔵庫の冷却設備として、現地工事、運転、保守が簡単に信頼性の高いパッケージタイプの冷凍クーリングユニットを生産販売してきたが、このたび新タイプを開発したので概要を報告する。

開発の要点は下記である。

- (1)据付スペースの縮小及び現地工事の省力・省資材化
- (2)運転及びサービス性の向上
- (3)除霜性能の向上

## セントラルヒーティングの運転シミュレーション

大畑晃一・山地 昇・酒井正博・野間口 有

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P320～324

セントラルヒーティング システムの運転特性をシミュレートするプログラムを開発し、種々の条件下での運転パターンを知ることができるようにした。このため、セントラルヒーティング システムの設計における注意すべき点、及び熱源の設計上考慮すべき点を明らかにした。特に本稿では、熱源のコンパクト化を計るうえで問題となるひん繁な運転・停止を防止するのに重要な因子を定量的にあきらかにした。

## 薄形オープンショーケース(Rシリーズ)

半田文男・長谷川 厚

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P299～301

コンビニエンス ストアに代表される小形でコンパクトなセルフサービス店は、少ない売場面積の有効な活用が必要である。また小規模店をとわず一般の食品スーパーでは、少量の商品でもボリューム感を出せるショーケースの必要性を望んでいる。これらの要望にこたえて、奥行を従来のスーパーマーケット用オープンショーケースよりせまくした薄形オープンショーケース(奥行900mm)を開発した。

## 半導体式発熱体の応用

後藤完二

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P327～330

電気製品に使用されている発熱体には、その製品機能にマッチするように作られた多種類の形態があるが、ここで紹介するのは腕時計程度の大きさの円盤にはち(蜂)の巣状の六角形の穴を多数形成した半導体式発熱体に関するものである。この半導体式発熱体は発熱量をセルフコントロールする特性を持っているので、この発熱体を通過する流体の流量及び流体の温度によって発熱量が十数ワットから数百ワットまで変化するとともに、発熱体自身はいかなる場合においても赤熱しない等の特徴を有している。この発熱体の諸特性、信頼性とその応用について述べる。

## パッケージエアコン(Pシリーズ)

三浦 隆・木ノ内達夫・柴田 実・小林靖夫

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P302～307

当社では好評だったGシリーズ パッケージエアコン10年の実績を踏まえ、更に近年の省エネルギー、省資材の指向に対処すべく、新形パッケージエアコン“Pシリーズ”を昨年から一部発売したが、今回2トン～20トンまでのシリーズが完成した。

Pシリーズ パッケージエアコンは、水冷式冷房機PW形、空冷式冷房機PA形、及び空気式ヒートポンプPAH形の3機種系列より成り、COPの向上、低騒音化、サービス性の向上等を計っている。Pシリーズ パッケージエアコンの特徴、構造、性能などについて紹介する。

## 走査形電子顕微鏡の半導体への応用

加藤忠雄・小山 浩・松川隆行

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P331～336

走査形電子顕微鏡は半導体研究に有効な装置である。特に、PN接合を有する半導体試料を観察する場合に得られる種々の信号モードの意味を明らかにし、起電流モードを用いて結晶欠陥の観察を行った。シリコンエピタキシャル層中の積層欠陥の観察を行い、そのコントラストのメカニズムを明らかにした。また、従来、欠点とされていた電荷蓄積効果を利用して、起電流モードで $n^-$ と $n^+$ 領域の境界を鮮明に分離した。

## 高温作業場用スポットエアコン《ラインクール》

貝瀬俊朗・知久通明・山崎起助・杉浦正一

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P308～313

近年、工場などの高熱作業場などにおける労働環境の改善に対する認識が高まり、冷房の積極的な導入が進められている。今後この分野におけるエアコンの需要は増加するものと思われるが工場全体の冷房ばかりでなく、作業者を主体とした局所冷房方式のスポットエアコンの需要も増加すると思われる。そこで局所冷房方式によるスポット エアコン《ラインクール》を開発したのでその特長、機能、構造について紹介し、さらに気流特性と体感、快適性、居住性などの局所冷房の評価を体感テストをとおして行い、一応の成果が得られた。

## カラー画像分析装置(EB-200)

酒巻裕三・中沢啓二

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P337～342

リモートセンシングにおいて、地質や植生、土地利用状況などの認識を行う一つの方法として、マルチスペクトル写真方式がある。これは対象の反射光を赤(R)・緑(G)・青(B)・赤外(IR)の各波長バンドに分解し、おのおのを白黒濃淡写真とし、必要に応じて各バンドを組合せてカラー情報を抽出することで判読、分析を行うものである。筆者らが開発した装置は、3台の白黒TVカメラを用い前述の各波長バンドの内、任意の3バンドを組合せる機能と、各バンドごとの白黒濃度を14段階に分割し、各段階にそれぞれ色彩を対応させる機能をもっている。

## マルチセントラルシステムの熱回収成立条件

中村勝雄・笠置 紘・飯島 等

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P314～319

近年、空調設備においても省エネルギーということが要求されてきている。省エネルギーの方法である熱回収方式をとりあげ、基本原理の「どのような熱を、どのような方法で、どこに」回収すればよいのかをマルチセントラルシステムについて説明する。また「この建物にマルチセントラルを採用することは是か否か」を判断する目安として「熱回収成立条件」をとりあげた。

各種条件で熱回収が成立するか否かを求めるため、設備の大きさ、消費電力を算出するプログラムの概要をのべ、その計算結果の一例を示す。

## シールレス新形定期券発行装置

草川英昭・鳥居健太・今村恒浩・多田 豊・大倉忠廣

三菱電機技報 Vol.50・No.6・P343～347

鉄道における出改札業務の機械化・自動化の一環としての定期券発行装置の導入は、初期の試使用的導入の段階を過ぎて本格的導入の段階に入りつつある。本格的な導入に当たっては、機械の信頼性・保守性の向上と中小駅に適合する低価格の装置が期待されていた。この期待に答えるべく、いわゆるシールレス(プラスチック保護カバー不要)化をはじめとして機械要素を極力省略又は電子化し、かつマイクロプロセッサの使用により中小駅に適した中小形機を製品系列に加えた新形機を開発・製品化した。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 320~24 (1976)

## Simulation of Central Heating Operation

by Koichi Ohata, Noboru Yamaji, Masahiro Sakai & Tamotsu Nomaguchi

A program has been developed for simulating the operating characteristics of central heating systems, providing information on operating patterns under a full variety of conditions, and thereby clarifying the points that must be considered in designing such a system and its heat source. The article deals in particular with a quantitative analysis of the main factors involved in preventing frequent starting and stopping, a major problem in achieving reductions in the size of the heat source.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 293~98 (1976)

## Type ACS-B Cooling Units for Refrigeration

by Tsutomu Sakuno, Kazuhiro Ueda, Taiichi Sagara & Yoshio Sasaki

Packaged cooling units for refrigerating products at  $-20^{\circ}\text{C}$  and less are being manufactured by Mitsubishi Electric; they feature simpler on-site erection, operation and maintenance, and higher reliability. The article introduces a newly developed series that is designed to 1) reduce installation space and the manpower and material used in on-site erection, 2) improve operation and serviceability, and 3) improve defrosting performance.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 327~30 (1976)

## The Applications of a Semiconductor Heating Element

by Kanji Goto

The heating elements used in electrical appliances come in a wide variety of configurations to match the requirements of the appliances. The semiconductor heating element treated in this article is circular, and about the size of a wristwatch, with numerous hexagonal holes like a honeycomb. This element has a self-controlling characteristic; that is, the heat emission can be controlled—from approximately ten watts to several hundred watts—by the flow rate or temperature of the fluid passing through it; moreover, the element itself never becomes red-hot.

The article discusses the features, reliability and applications of this semiconductor heating element.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 299~301 (1976)

## Series R Slim-Line Open Showcases

by Fumio Handa & Atsushi Hasegawa

In the typical small 'convenience' store, it is essential to make optimum use of the limited sales-floor area, and all foodmarts, of whatever size, require showcases that will present an appearance of abundance, even with a small stock.

To answer these demands, Mitsubishi Electric has developed a slim-line series of open showcases with a depth of only 900mm, significantly less than that of cases now used in supermarkets.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 331~36 (1976)

## The Application of Scanning Electron Microscopy to Semiconductors

by Tadao Kato, Hiroshi Koyama & Takayuki Matsukawa

Scanning electron microscopy is a highly effective tool in semiconductor research. This technique has now been applied specifically to clarifying the significance of the various signal modes obtained from PN-junction semiconductor samples, and in applying the electron-beam-induced current (EBIC) mode to the inspection of crystal defects.

Stacking faults in epitaxial silicon layers were inspected with this method, and their contrast mechanism analyzed. Further, the boundary between  $n^-$  and  $n^+$  zones in the EBIC mode has been clearly distinguished using the charge-accumulation effect of the electron beam, an effect that heretofore had been considered a disadvantage of electron microscopy.

Mitsubishi Giho Denki: Vol. 50, No. 6, pp. 302~7 (1976)

## Series P Packaged Air-Conditioners

by Takashi Miura, Tatsuo Kinouchi, Minoru Shibata & Yasuo Kobayashi

Following Mitsubishi Electric's popular Series G packaged air-conditioners, which have been on the market for 10 years, several models of the new Series P were marketed from 1975 in conformity with recent trends toward energy-saving, material-efficient designs. This new series has now been completed with units in the 2~20-ton range.

All three series—PW water-cooled air-conditioners, PA air-cooled air-conditioners, and PAH reverse-cycle, or 'heat-pump', units—are designed for increased coefficient of performance, reduced noise and improved serviceability. The article discusses the features, construction and performance of Series P packaged air-conditioners.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 337~42 (1976)

## The Type EB-200 Color-Picture Analyzer

by Yuzo Sakamaki & Keiji Nakazawa

Multispectrum photography is one method of remote determination of the geology, crop cover and land use of an area. It operates by dividing the light reflected from an object into four frequency bands—red, green, blue and infrared—to form monochrome photographs, which can then be recombined to produce color information.

The article describes a newly developed color-picture analyzer. Equipped with three monochrome TV cameras, 14 levels of contrast can be discriminated for each band, and color equivalents are assigned for each such level. The analyzer can then reassemble a color image by combining the three monochrome images.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 308~13 (1976)

## Line-Cool Spot Air-Conditioning for High-Temperature Worksites

by Toshiro Kaise, Michiaki Chikyu, Kiske Yamazaki & Masaichi Sugiura

Recently, interest in improving the work environment in high-temperature factories and other worksites has increased, and relief is being found through air-conditioning measures. The demand for air-conditioners is expected to grow further, not only for whole factories, but also for spot-locations, for the benefit of workers. For this reason, Mitsubishi Electric has developed Line-Cool spot air-conditioning equipment.

The article discusses the features, functions and construction of the equipment, and also presents tentative results of 'experience evaluations' of air-current characteristics, comfort and 'livability.'

Mitsubishi, Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 337~42 (1976)

## Plastic-Card-Type Commutation-Ticket-Issuing Equipment

by Hideaki Kusakawa, Kenta Torii, Tsunehiro Imamura, Yutaka Tada & Tadahiro Okura

In a program of automating its ticketing operations, the Japanese National Railways has completed initial test-use of commutation-ticket-issuing equipment, and is proceeding to full-scale implementation, a step which requires increased equipment reliability, easier maintenance, and a cost sufficiently low to permit installation in smaller stations. To meet this requirement, Mitsubishi Electric has developed a series of new equipment which uses plastic cards that require no protective sealing. These units use electronic components to minimize the number of mechanical parts used. Through the use of a micro-processor, a small unit suitable for smaller stations has been added to the series.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 50, No. 6, pp. 314~19 (1976)

## Conditions Conducive to Heat Recovery in Multi-Central Air-Conditioning Systems

by Katsuo Nakamura, Hiroshi Kasagi & Hitoshi Iijima

Air-conditioning installations are faced with demands for energy efficiency, and heat recovery is one method of improving this. The article discusses this in terms of basic theory—what kind of heat, how recovered, and where—as applied to multi-central systems. It also takes up the conditions favoring heat recovery so as to facilitate decisions on whether a multi-central system can be effectively applied in a given building. Programs are presented for calculating the size of the equipment and its power consumption, to see whether heat recovery is feasible under a variety of conditions. An example of the results obtained is given.

# 冷凍用クーリングユニットACS-B形

作野 勤\*・上田 和弘\*・相良 泰一\*\*・佐々木芳男\*\*

## 1. ま え が き

当社ではF級（-20℃以下）冷蔵庫の冷却設備として、現地工事、運転、保守が簡単で信頼性の高いパッケージタイプの冷凍用クーリングユニットを生産販売してきたが、次に挙げる特長が広く市場の要求に適合し、ようやく定着しつつある。

- (1) 機械室不要のパッケージ方式冷凍装置
- (2) 冷凍保安責任者（作業主任者）を必要としない自動制御装置をもったユニット形冷凍装置
- (3) 現地工事の少ない省力、省資材冷凍装置
- (4) 工場における組立試運転を完了した高信頼性冷凍装置
- (5) 運転保守が簡単でトータルメンテナンス費用の少ない冷凍装置
- (6) 冷媒 R22 を充てん済みの冷凍装置

このたび、これらの特長を更に向上した B シリーズを開発したので紹

介する。

## 2. 仕様及び構造

### 2.1 仕様の概要

(1) 小形ユニット（ACS-8 B, 10 B, 15 B 形）の主要仕様を表 1. に示す。圧縮機はコンパクトな半密閉形 2 段式、凝縮器は 2 重管式、空気冷却器はプレートフィンチューブ式を用いている。ACS-15 B 形の外観を図 1 に示す。

(2) 大形ユニット（ACS-25 B, 40 B, 50 B, 80 B, 100 B, 160 B）の主要仕様を表 2. に示す。圧縮機は中間冷却器をモータ室にオーバーハングした半密閉形 2 段式、凝縮器はシェルアンドチューブ式を用いている。また B シリーズから自力式吹出ダンパが標準付属されている。ACS-40 B 形の外観を図 2. に示す。

### 2.2 構造の概要

#### (1) 小形ユニット

全体の構造は図 3. に示すように断熱材によって縦方向に区画された機械室部と冷却器室部とから成っており、これを冷蔵庫と組合せる場合、冷蔵庫に角穴を明け冷却器室を庫内へそう入するだけでよく、現地工事の大幅な省力化を促進した。

#### (2) 大形ユニット

全体の構造を図 4. に示す。側面をほぼ対角線に仕切る断熱材をはきんで前面側の機械室部と後面側の冷却器室部及び箱体上部の送風機から構成されている。最も後面に取付けられた冷風吸入口ダンパは吸入ダクトを兼用しており冷蔵庫の壁にそう入する。分割送送される送風機は建屋高さに応じて垂直に箱体上部に取付ける（標準）が、庫内側に水平にす

表 1. 冷凍クーリングユニット仕様 (ACS-B 形)

形 名		ACS-8 B		ACS-10 B		ACS-15 B	
電 源		三相 200 V, 50/60 Hz					
外 形 寸 法	高 さ (mm)	1,692		1,792		1,792	
	幅 (mm)	1,232		1,442		1,442	
	奥 行 (mm)	1,250		1,350		1,470	
庫 内 温 度 範 囲 (°C)		-45~-20					
冷 却 能 力 ※1 (kcal/h)		4,600/5,500		7,500/8,800		8,900/10,700	
圧 縮 機	形 式×台 数	密閉形×1					
	軸 動 力 ※2 (kw)	3.5/4.1		6.0/7.0		6.7/8.0	
	始 動 方 式	直入始動					
	容 量 制 御 (%)	0~100%					
凝 縮 器	形 式×台 数	シェルアンドチューブ式×1					
	標 準 冷 却 水 量 (l/min)	40		50		60	
	水 頭 損 失 (mAq)	2.6		2.6		1.2	
空 気 冷 却 器		プレートフィンチューブ式					
送 風 機	形 式×台 数	プロペラファン×2					
	風 量 (m³/min)	80/94	64/86	115/140	98/114	133/160	110/143
	機 外 静 圧 (mmAq)	0	5	0	5	0	5
	電 動 機 入 力 (kW)	0.19×2/0.21×2		0.31×2/0.34×2			
除 霜		ホットガスバイパス式					
庫 内 温 度 調 節 器		機械式温度調節器（入切温度差可変）					
保 護 装 置		高低圧開閉器、油圧開閉器（※3）、温度開閉器（圧縮機）、 温度開閉器（吐出ガス）、過電流継電器、可溶栓、異常ブザー					
冷 媒		R 22（充てん済）					
法 定 冷 凍 ト ン		1.7/2.0		2.1/2.6		3.4/4.1	
冷 凍 機 油		スニソ 3 GS（充てん済）					
水 配 管 寸 法	凝 縮 器 入 口 (×2)	PT1 B (25 A)		PT1 1/4 B (32 A)		PT1 1/2 B (40 A)	
	〃 出 口 (×2)						
	ド レ ン 排 水 口 (×2)	PT1B (25 A)					
製 品 重 量 (kg)		580		730		800	

※1 冷却能力は庫内温度 -25℃ DB, 湿度 70% RH, 冷却水入口温度 32℃ のときの値を示し、冷却負荷となる送風機入力は差し引いておりません  
 ※2 圧縮機軸動力は庫内温度 -20℃ DB, 湿度 70% RH, 冷却水入口温度 32℃ の時の電動機定格出力を示します  
 ※3 ACS-10 B, ACS-15 B 形のみ付属

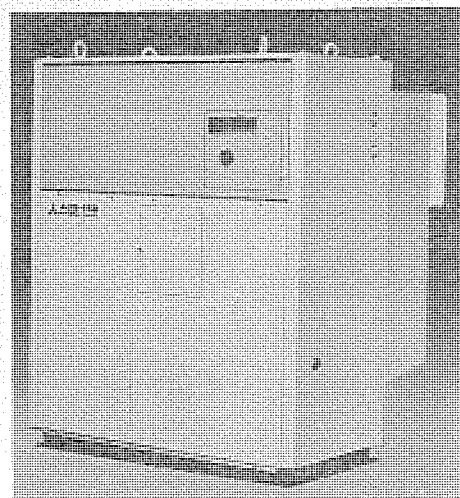


図1. 外観 (ACS-15 B 形)



表 2. 冷凍クーリングユニット仕様 (ACS-B形)

形 名		ACS-25 B	ACS-40 B	ACS-50 B	ACS-80 B	ACS-100 B	ACS-160 B
項 目		標準 200 V 50/60 Hz (圧縮機は 400 V も製作可)					
外形寸法 (mm)	高 さ	2,890	2,940	2,940	3,340	2,940	3,340
	幅	2,630	2,630	2,630	3,230	5,230	6,430
	奥 行	1,885	2,010	2,160	2,360	2,160	2,360
	外壁までの奥行	1,460	1,685	1,735	1,935	1,735	1,935
庫内温度範囲 (°C)		-55~-20					
冷 却 能 力 ※1 (kcal/h)		16,300/19,900	24,200/28,900	32,900/39,800	49,200/59,000	65,800/79,600	98,400/118,000
圧 縮 機	形 式 × 台 数	密閉 2 段 × 2				密閉 2 段 × 2	
	軸 動 力 ※2 (kW)	10.9/12.2	16.6/19.9	21.9/27.8	34.5/42.3	43.8/55.6	69.0/84.6
	始 動 方 式	スターデルタ始動					
	容 量 制 御 (%)	0~100				0~50~100	0~50~100
凝 縮 器	形 式 × 台 数	シェルアンドチューブ × 1				シェルアンドチューブ × 2	
	冷却水量 (32°C) (m³/h)	7/8.5	10/12	14/17	20/24	28/33	40/48
	水 頭 損 失 (mAq)	0.5/0.6	0.5/0.6	0.5/0.6	0.7/0.9	0.5/0.6	0.7/0.6
空 気 冷 却 器		プレートフィン					
送 風 機	形 式 × 台 数	プロペラファン × 2				プロペラファン × 4	
	風 量 (m³/min)	180/280	230/320	320/470	480/700	660/940	960/1,400
	機 外 静 圧	10	13	14	15	14	15
	電 動 機 入 力	0.55×2/0.8×2	0.8×2/1.4×2	1.5×2/2.2×2	2.2×2/3.3×2	1.5×4/2.2×4	2.2×4/3.3×4
除 霜		ホットガスバイパス方式、ドレン板ヒータ、吸入口ダンパ、吹出口ダンパ					
温 度 調 節 器		電子式サーモ (ディファレンシャル 1.5~6°C 可変)					
保 護 装 置		高低圧開閉器、油圧開閉器、吐出温サーモ、巻線保護サーモ、過電流リレー、溶接、ドレン板過熱防止サーモ					
冷 媒		R-22 (充てん済)					
法 定 ト ン 数		4.55/5.49	8.5/10.3	9.09/11.0	13.6/16.5	9.09×2/11.0×2	13.6×2/16.5×2
冷 凍 機 油		スズノ 3GS (充てん済)					
水配管寸法	凝 縮 器 出 入 口	2 1/2 B × 2	2 1/2 B × 2	2 1/2 B × 2	3 B × 2	2 1/2 B × 4	3 B × 4
	ド レ ン	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B × 2	1 B × 2
製 品 重 量 (kg)		1,800	2,500	3,100	4,700	6,000	9,400

※ 1 冷却能力は、庫内温度 -25°C DB, 湿度 70% RH, 冷却水温 32°C の時の値を示し、冷却負荷となる送風機入力は差し引いておりません

※ 2 圧縮機軸動力は庫内温度 -20°C DB, 湿度 70% RH, 冷却水温 32°C の時の電動機出力を示しております

る。ACS-160 B 形まで箱体部分の現地再組立は不要になった。

### 3. 開発の要点

#### 3.1 据付スペースの縮小及び現地工事の省力・省資材化

パッケージタイプのクーリングユニットは図 5. 及び図 6. に示すとおり荷役スペースの一部を設置場所に選ぶことにより、特別な機械室が不要となり、全体の建築スペースファクタを向上できるメリットがある。

このために装置の据付スペースを小さくすること及び冷蔵庫の外壁にできるだけ近接して配置できることが有利になる。

また主要冷却設備を庫外に設置することにより、高価な庫内スペースを最大限有効に利用できるようになることがパッケージタイプでは望ましい。

更に最近次第に普及されてきたプレハブ冷蔵庫にもマッチするように、建屋強度に問題の生じない 1 か所当たりの開口寸法及びユニットの最大高さの制限も考慮しなければならない。

一方現地工事の設計施工部分についても省力・省資材を一層徹底する方針で、(1) 分割搬入部分の廃止又は縮減、及び(2) 冷風の吸入・吹出ダクトとその防熱の廃止又は縮減、そして(3) 水配管の簡素化を検討した。これらを総合的に検討して完成した ACS-B シリーズの対旧タイプとの比較を表 3. に示し、標準施工例の比較を図 5.

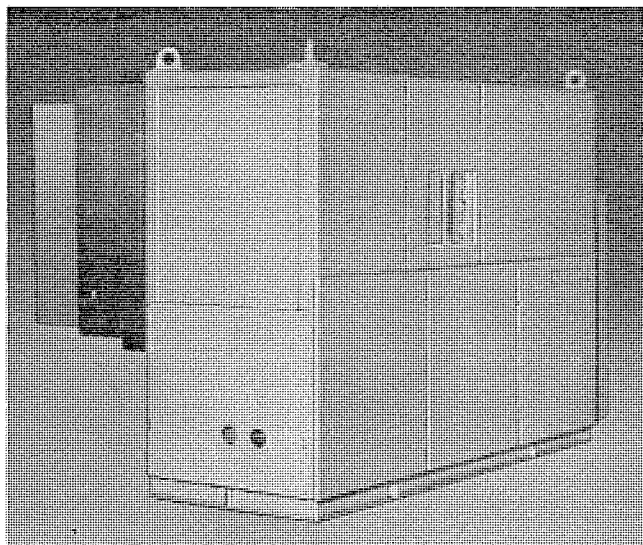


図 2. 外観 (ACS-40B 形)

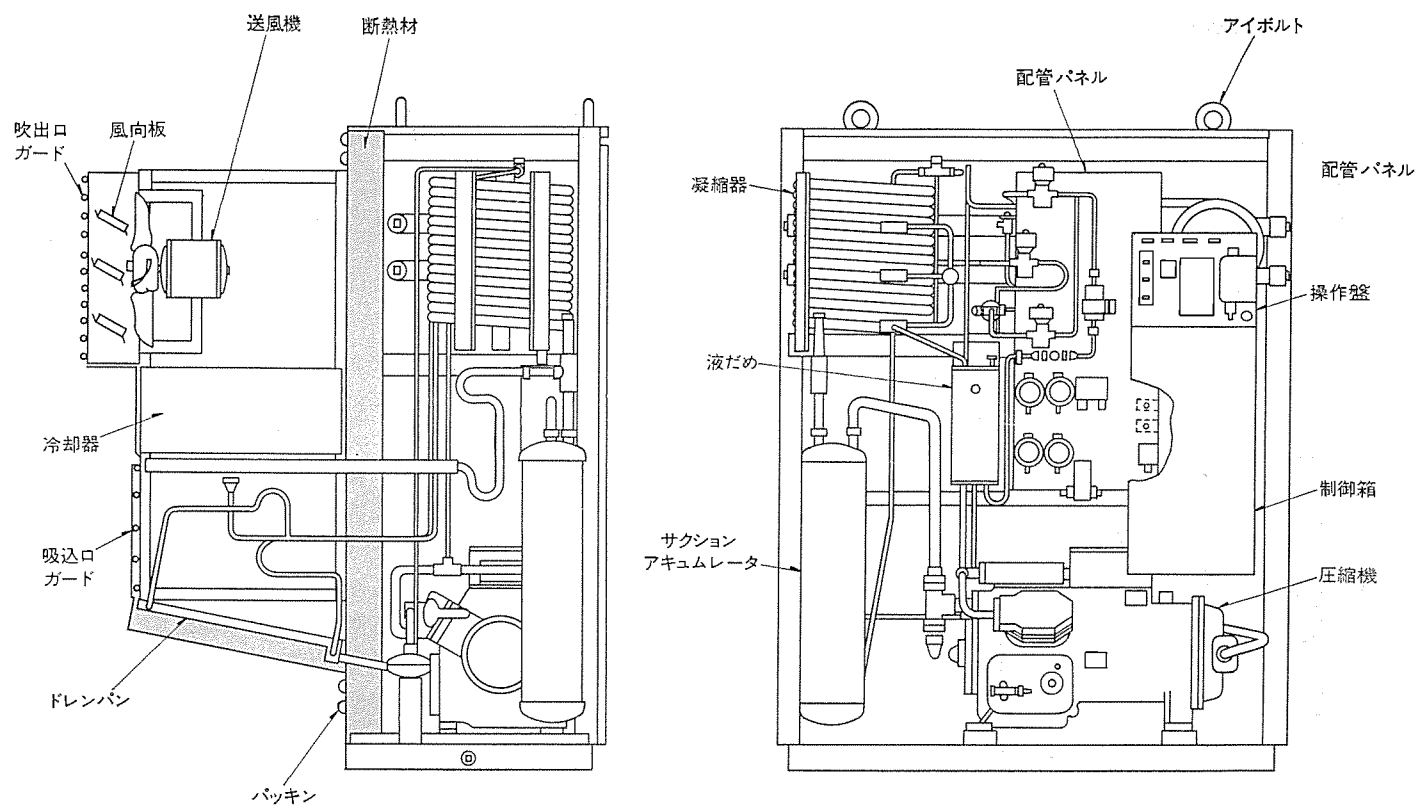


図 3. 内部構造図 (ACS-15 B形)

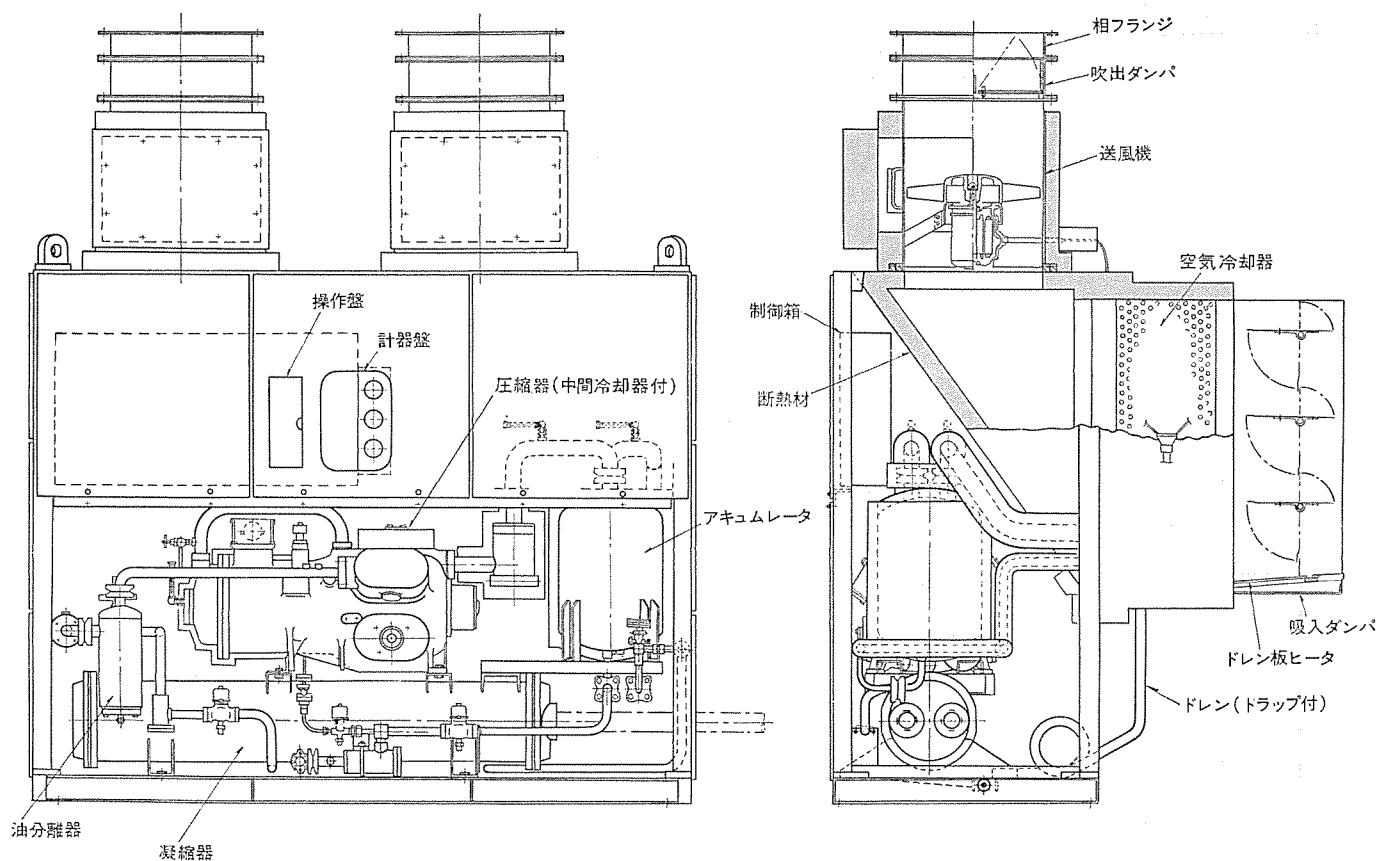


図 4. 内部構造図 (ACS-40 B形)

及び図 6. に示す。

### 3. 2 運転及びサービス性の向上

運転は従来通りユニット前面に付属された操作盤面の押しボタンにより運転・停止を行う。運転始動後は付属の制御器により冷凍・除霜

の切換えや庫内温度調整サーモによる自動発停を行うが、これまでの実績から運転制御方式に二、三の改良を加えた。またサービス性についても、現地試運転・保守点検及び万一の故障に対しサービスの容易化を計った。

### 3. 2. 1 運転制御の向上

(1) これまで大形ユニットでは低負荷時には50%容量制御運転をしていたが、これをやめ、停止か、100%運転のON、OFF制御にした。庫内を十分冷やし込んで冷凍機を自動停止し、許容上限まで昇温してから再び100%運転する制御をとることにより停止時間が長くなり、ランニングコストが低減される。ON、OFFの温度差は貯蔵

品により変わるため、このデファレンシャルは1.5~6℃まで可変の電子式サーモを採用した。

(2) プレハブ式の小形冷蔵庫に使用されるケースが多い小形ユニットでは、停電しても通電が再開されると、自動で運転が開始される「停電後自動復帰回路」を設けている。大形ユニットの場合、冷蔵庫の熱容量が大きいためこの点で問題になることが少ないためオプションとして設ける。

(3) 年間を通じて運転されるこのユニットでは、冬季の高圧保持対策が必要である。このため小形ユニットでは凝縮器の入口水温を検知してクーリングタワーのファン制御を行う温度調節器を標準付属しており、冬季における高圧圧力を適正に保ち性能を向上している。大形ユニットでは複数台設置されるケースも多いためユニットごとの装備は行わず、設置条件により現地施工とする。

(4) 大形ユニットでは、Y-Δ始動を標準としているが始動負荷低減を計る目的で、始動直前にホットガス用電磁弁を使用した高低圧均圧を実施した。これにより電圧の低いところでも一層確実な始動が行われるよう配慮した。

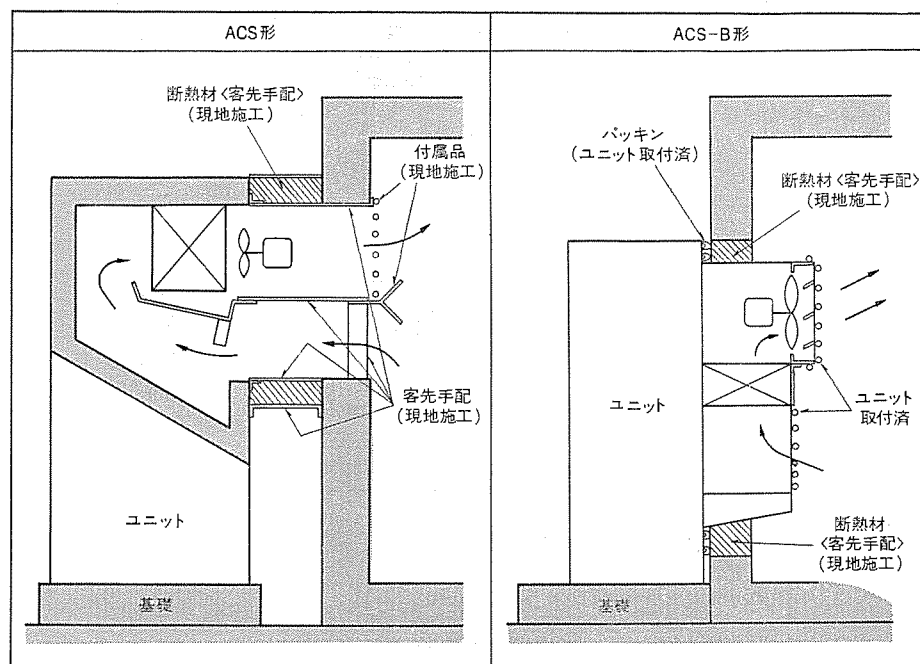


図 5. 冷蔵庫と小形クーリングユニットの接続例

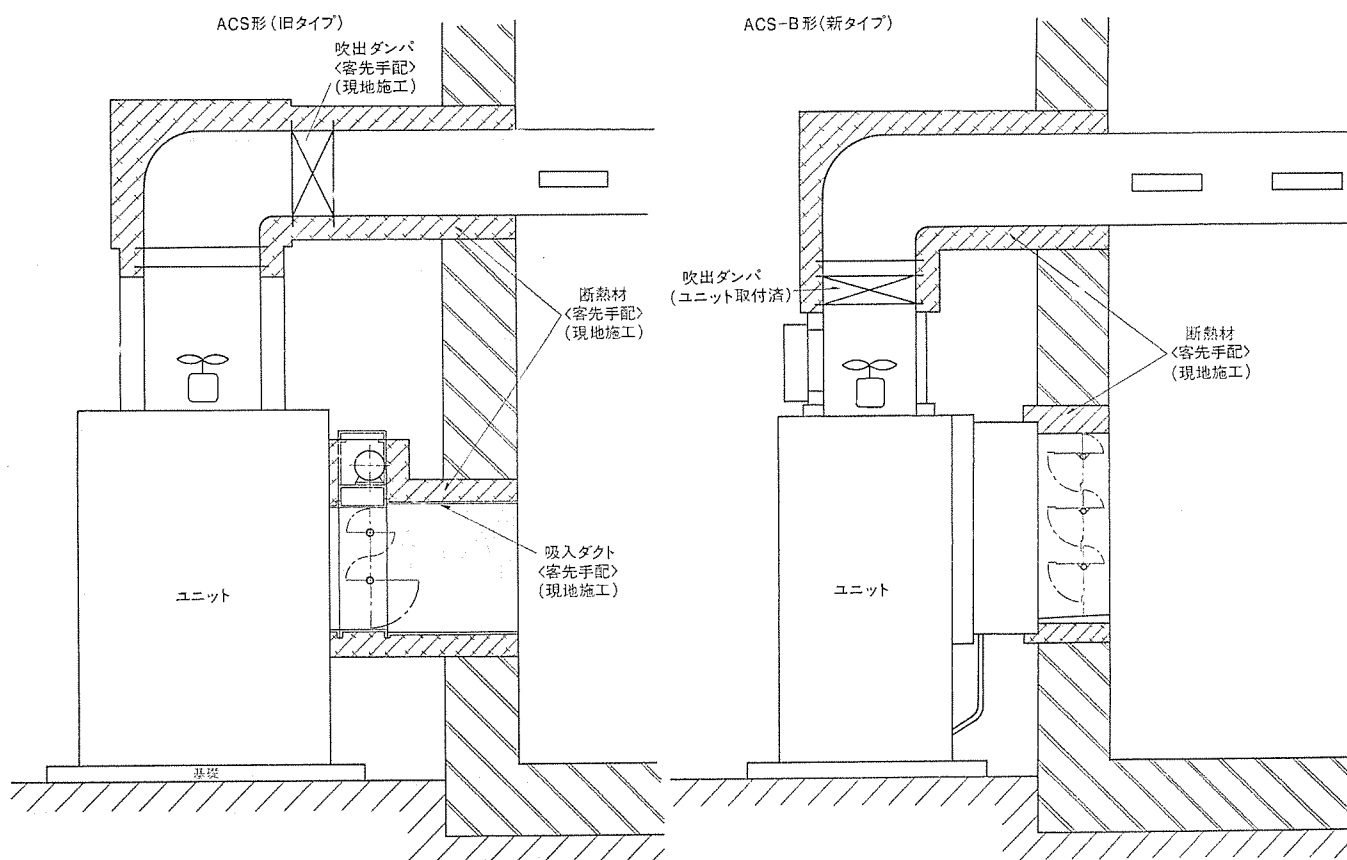


図 6. 冷蔵庫と大形クーリングユニットの接続例



表 3. 据付スペース及び現地工事の省力・省資材化

項 目	小 形	内 容
	大 形	
据付スペース及び外形の小形化	小 形	・2重管式凝縮の採用により、運転及びサービススペースは前面のみとすることにより、据付スペースは旧モデルの約40%になった ・庫外側箱体は奥行で約70%幅で約65%になった
	大 形	・中間冷却器をモータ室にオーバーハングした2段圧縮機の採用で庫内側に機器を設置することなく小形化できた ・奥行は70~85%になりACS-50B形以下では幅を小さく、ACS-80B形以上では高さを低くすることにより全体として、旧モデルの55~85%にすることができた
冷風の吸入・吹出ダクト	小 形	・図5に示すように接続ダクトや仕切板の製作や取付が不要でガードや風向板の取付も不要になった ・吹出口には、風向板を設け冷蔵庫に適した吹出角度が自由に選べるようにしてある。またもし必要なら、ガードと風向板を外すと吹出口に庫内ダクトを接続することも可能である
	大 形	・図6に示すように吸入ダクトは不要である 吸入口ダンパの風胴を長くしてダクトを兼用している。ダンパコントロールモータもダクト内に収納されており防熱の必要がなくなった ・吐出口には、吹出ダンパを付属している。また送風機にはサービス用の断熱蓋をとりつけているので、吹出ダクト及び防熱の施工法が自由になった 後吹出しの場合はユニット箱体に吹出ダンパをとりつけ送風機は庫内設置する
現 地 搬 入	小 形	・小形（旧モデルの65%）、軽量化し（旧モデルの67%）つりボルトを設け搬入を容易にした
	大 形	・送風機の単体発送以外は、現地再組立不要になった。したがってつりボルトもユニット全体をつり上げる1組だけになった
ド レ ン 配 管	小 形	・ドレン板には、ホットガスパイプが水受け面側に取付けられておりドレン板の加熱をするとともに冷却器から落下した霜や氷を直接融解する。また底部には断熱材を施し除霜時の熱の有効利用を計ってある ドレン管はドレンパンの冷却器室と機械室とを区画する断熱材と接する面に設けてあるので、ドレン管が冷気に触れることがなくドレン管内でドレンが再凍結する心配はない ドレン管には機械室内に冷気封じトラップを設けてありドレンを機械室に落してあるので、ユニットのドレン配管は機械室ドレンのみでよい
	大 形	・ドレンパンはホットガスで過熱される空気冷却器と庫内冷気をしゃ断する吸入口ダンパにかこまれた下部にありパネル形式のヒータで霜や氷を融解する。この除霜ドレンは小形と同様下部の断熱材を貫通して機械室へ落ちる トラップも内蔵されており、配管も機械室ドレンのみでよい

### 3. 2. 2 サービス性の向上と機器配置

(1) Bシリーズでは、冷却器室部をユニット後面側（冷蔵庫の断熱壁付近）に配置し、機械室部を前面側にして機械室部の上部スペースを広くした。このため機械室部のサービスが容易になり、機械室不要のパッケージ形冷凍装置の特長が一層向上した。

小形ユニットでは凝縮器を2重管にし軽量化し据付場所の制限をなくし、液だめとオイルクーを一体化（高圧液冷媒で潤滑油を冷却する）する形式で上部配置を可能にした。下部には圧縮機とアキュムレータを配置するだけにし小形化した。また運転及びサービススペースを前面だけで済むように小物部品を配置した。

一方大形ユニットでは中間冷却器をシェルアンドチューブ式から半密閉2段圧縮機モータ室にオーバーハングして一層小形化した。またシェルアンドチューブ式凝縮器はシェルの剛性を利用して、圧縮機とアキュムレータ及び配管支持の架台とした。その他の小物部品も前面サービスを配慮して取付けた。

(2) 小形ユニットでは運転スイッチの外に冷却水ポンプやクーリングタワーフンの運転スイッチも同一の操作板に設け運転の簡略化を計ってある。また冷媒回路の制御機器は配管パネルに、電気部品はリレーボックスに集中し、かつリレーボックスは可動式にするなど保守及び万一の場合のサービスの容易化を計ってある。

(3) 大形ユニットでは運転操作部品（スイッチ、サーモ、タイマ）は制御箱の表面に取付け、パネルの開閉とびら内に収納している。正面パネル取付わく（枠）は組立形式にし万一に備えている。また断熱材の施

してある低圧配管には温度計を装備し、詳細な運転状況確認がいつでもできるようになっている。更に運転状況を示す計器類は計器板に集中し、かつ透明アクリル板を通してすぐに確認することができる。  
(4) 大形ユニットに使用されるプロペラファンのケーシングには断熱した点検ふたを装備しており、内部の駆動モータの保守を容易にしている。すなわちベアリング交換などに際してもケーシングを動かさず、防熱を壊すことなくモータを取り出せる構造になっている。また断熱ふたはユニットの上面にも設けてあり空気冷却器の裏側も万一の時は確認できるように工夫している。ここからは人も入ることができる。

### 3. 3 性能向上

#### 3. 3. 1 冷却性能

(1) 小形ユニットでは従来標準庫内温度範囲は $-20\sim-40^{\circ}\text{C}$ で、 $-40\sim-50^{\circ}\text{C}$ は特殊仕様であったが、Bシリーズから標準で $-20\sim-45^{\circ}\text{C}$ まで使えるようにした。また許容機外静圧は10mmAqである。

ユニット形冷凍機の特長のひとつである最小冷媒チャージ量についても凝縮器を2重管式にすることで旧タイプに比較して50%に減少できた。

(2) 大形ユニットでは中間冷却器を圧縮機モータ室にオーバーハングし冷媒配管系統内の体積を減少することにより旧タイプの60%に減少した。また、空気冷却器の伝熱面積を大きくし、送風機入力をおさえる最適風量を選定したため正味冷却能力〔空気冷却器の冷却能

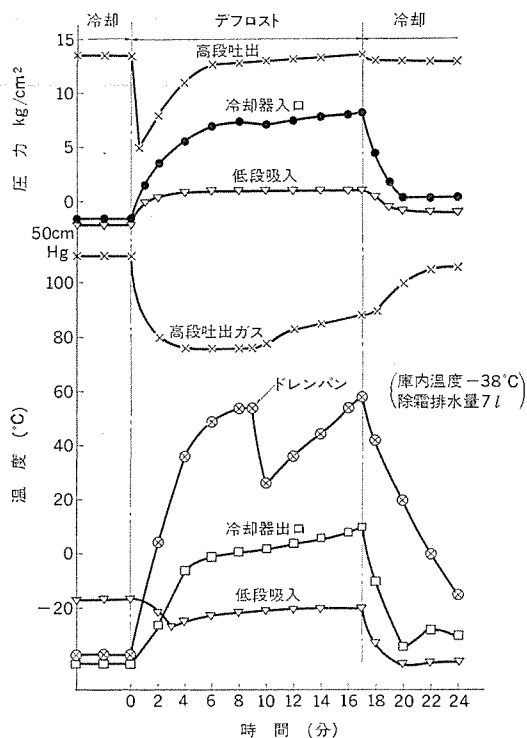


図 7. デフロスト時の運転データ (ACS-B形)

力) - (送風機入力) が約 10% アップした (庫内温度  $-30^{\circ}\text{C}$  における旧タイプとの比較値)

### 3. 3. 2 除霜性能

除霜は短時間に処理できることが望ましいのは当然だが、このユニットのようにホットガス方式で行う場合には、特に加熱効率と最大所要動力を考慮した総合評価をしなければならない。すなわち加熱能力を大きくしても加熱効率が悪ければ、除霜所要時間は短縮されないばかりでなく、動力の浪費になり、かつ除霜中の温度上昇が大きくなる。またこの方式のように加熱源である圧縮機入力には上限があるのでその範囲内で有効に使用されるべきであり、かつ入力ピーク (最大所要動力) の低いことが望ましい。

そして除霜所要時間はドレンパンに落下する霜又は水が完全に融解し排出を完了するまでの時間として評価しなければならない。

特にF級冷蔵庫では絶対湿度が小さいため霜の密度が大きく氷に近い状態で空気冷却器に着霜し、氷の塊としてドレンパンに落下するためこれを融解するための時間を配慮しなければならない。以上を検討してこのユニットでは次のような手段により除霜性能を向上した。

#### (1) 小形ユニットの場合

(a) クーラー及びドレンパンと霜の熱交換を考慮し、温度差を大きくすることに努めた。このためホットガスラインの減圧弁を廃止して除霜時の冷却器内圧力を高くした。この結果冷却器内での冷媒の凝縮量が増加するがこれに対してはアキュムレータの容積を十分大きくし、かつ気液分離板を設けるなどの方法により圧縮機への液バックが生じないようにしている。

(b) 加熱源である圧縮熱を多くするため除霜時には高圧圧力を検出して作動する圧力スイッチによって冷却水ポンプを制御し高圧側圧力を高く保つとともに低圧側の圧力吸入調整弁で最大所要動力を抑えた。この方式の採用により圧縮熱が高い水準に維持され、原則として冷却水の循環が停止されるので圧縮熱が凝縮器で放熱されることなくすべて冷却器サイドに加えられるようになった。

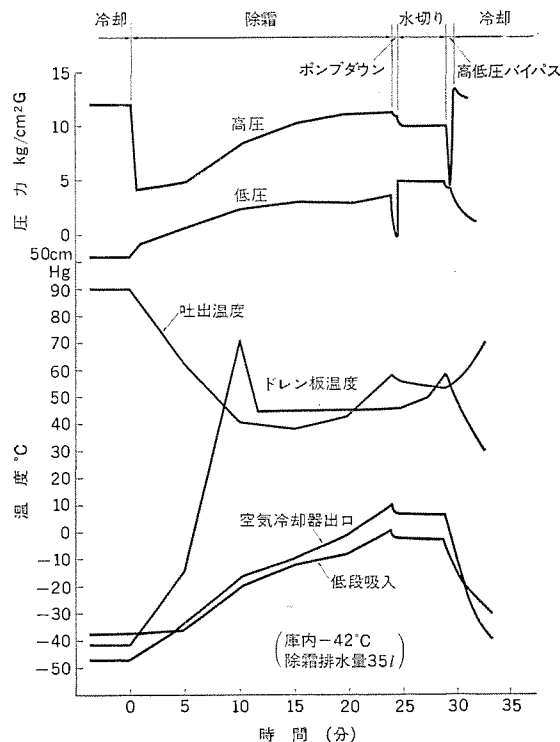


図 8. デフロスト時の運転データ (ACS-B形)

このことで三方弁式温度調整弁を不要とした。

(c) 除霜時に加熱に要する部分が少ない構造とし、かつドレンパンを断熱するなど熱損失を抑えて加熱効率を向上した。

この結果旧タイプと比較して除霜所要時間を 30% 短縮し、所要動力を 50% 減少させ庫内温度上昇を軽減した。また補助ヒータを全廃することができた。

#### (2) 大形ユニットの場合

(a) 除霜加熱熱量の冷蔵庫内への放散を完全に防止するため、除霜時にユニットと冷蔵庫を分離する冷風吸入ダンプの外に B シリウスから吹出ダンプも標準として付属した。またユニット内の風胴の体積を小さくして加熱する部分を最小にした。更に空気冷却器は補強材をできるだけ廃止し、取付部分など加熱しにくい部分は断熱材の中に埋込んだ。これにより吸入ダンプと吹出ダンプを境にユニット内部は確実にプラス温度にし、かつ除霜中の庫内温度上昇をほぼ零にすることができた。

(b) 加熱効率の向上により除霜時には圧縮機を容量制御運転するだけで済むため所要最大動力を約 30% 低減することができた。

(c) ホットガスラインの減圧弁を廃止し、除霜時の冷却器内圧を高くして空気冷却器の除霜時間を短縮するとともに、ユニット内がプラス温度のためドレンパンでの霜の融解・排水処理時間が短縮された。この外吹出ダンプの取付けにより送風機部分もプラス温度に昇温されるため羽根が氷結する懸念も解決された。

小形ユニットのデフロスト時のデータを図 7、大形ユニットのデータを図 8 に示す。

## 4. む す び

ようやく定着化した冷凍クーリングユニットは、明日の主力冷凍装置として更に飛躍することが期待されている。今後とも省力化・省資材化・省エネルギー化、信頼性向上に努め需要家各位のご期待に答えたい。

# 薄形オープンショーケース(Rシリーズ)

半田 文男\*・長谷川 厚\*\*

## 1. スーパーマーケットの今後の動向と薄形ショーケース

昭和40年代を通じ年率30%の高い伸びを維持し、小売業界の第一人者になったスーパーマーケット業界も、48年の石油ショックによる消費需要の低迷と49年の大規模小売店舗法の制定以来、49年の後半より厳しい情勢になってきた。

しかし、今後を展望した場合、スーパーマーケットの成長の原動力である出店意欲はおう盛で、(1)フルライン化した大形店と、(2)コンビニエンスストアに代表される中小規模店によるきめ細かな「面作戦」という2極化した出店政策を維持すると考えられる。

このたび開発したショーケース奥行900mmの薄形ショーケース(Rシリーズ)は、出店政策の一方の極であるコンビニエンスストアに代表される中小規模店を目標とした。

コンビニエンスストア自体を分類すると

- (1) 本格的コンビニエンスストア
- (2) 日本的コンビニエンスストア
- (3) コンビニエンスストアスタイル

となり現在の店舗数は、(1)100店、(2)900店、(3)1,000店の合計2,000店といわれている。今後10年後の1985年には、(1)10,000店、(2)20,000店、(3)20,000店の合計50,000店になると推察される。このように今後急速に多店舗展開されるといわれるコンビニエンスストアに代表される中小規模店は売場面積が少ないことが一つの特長となっているが、一方、品ぞろえの面では多くの品目を扱う必要がある。これらを背景としてより狭い据付面積で、しかも

商品陳列量が確保できることを目的に奥行900mmのシリーズが開発された。従来のショーケースは奥行1,080mmのものが一般的でありショーケース幅2,440mmの製品と比較してみても据付面積で17%少なくすむ。すなわち奥行を従来のショーケースより180mm狭くしたことを特長としている。

## 2. コンビニエンスストアのレイアウト

図1.に売場面積141m<sup>2</sup>のモデルレイアウトを図示しているが、このようなレイアウトにおいて薄形ショーケースを設置すれば、入口から通じる野菜売場とそれに対向しているくだもの、練物、塩干売場の間のメイン通路が、より広く取れるメリットがある。従来のショーケースを設置した場合と比較すれば(1,080mm-900mm)×2=360mmだけ広がる。またつけ物・そう菜、乳製品、冷凍食品売場の通路幅は180mm従来のショーケースを設置した場合より広がる計算になる。このように限られた小さな売場面積をより有効に使えという利点がある。

## 3. 製品系列と用途

一般のコンビニエンスストアでは全高1,850mmの系列で十分であるが、約30坪以下のより小規模店は少ない売場面積の中でより多くの商品陳列量を確保する必要がある。このため全高1,850mmのショーケースよりたなを1段増加して効率のアップをねらった全高2,000mmの2系列を開発した。また本体幅は2,440mmと1,830mmの2系列がある。おのおの用途別に詳述する。

### (1) 青果売場

図3.は製品系列の一覧表であるが、冷蔵オープンショーケースとしてACD-SHR2形、ACDV-SHR3形、非冷蔵オープンショーケースとしてACD-SR2形、ACDV-SR3形を青果売場のショーケースとして開発した。このシリーズの大きな目標が少ない売場面積の店舗としていたため青果部門のショーケースも多段形で考えた。当然青果特有のボリューム感を出すことが必要だが、このため水平、10度、15度(20度)に変可可能なたなと鏡によりボリューム感の出る陳列が可能である。青果の鮮度管理は、青果物の生理作用の一つである呼吸作用を抑制することがポイントであるが、このため5~15℃の低温管理によって鮮度維持を行える。一方蒸発によって水分を失う恐れがあるため鮮度を保持するため散水装置(オプション)により水分の供給を行うことが有効である。

### (2) 生鮮売場

この売場では、いわゆる食品スーパーで扱う精肉・鮮魚の外に加工肉・塩干物が扱い品目と

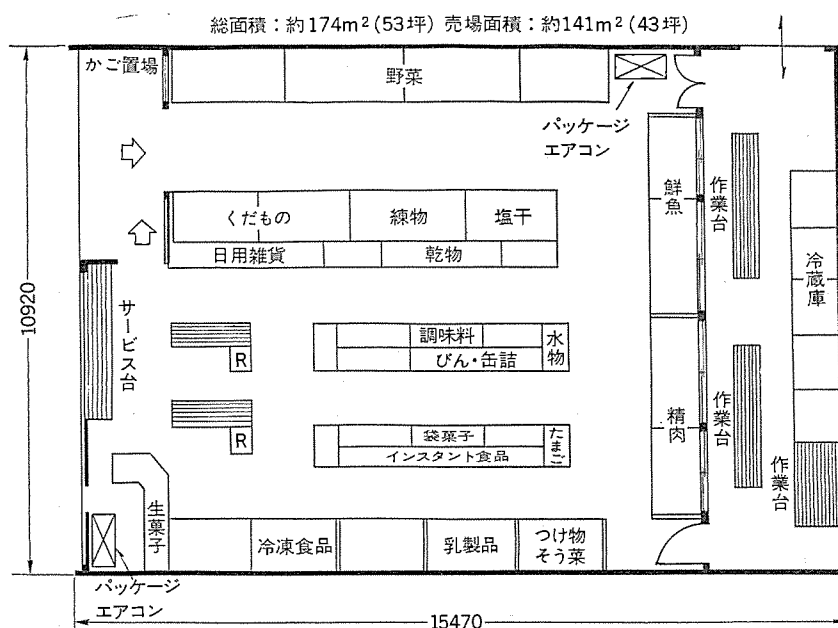


図1. コンビニエンスストアのモデルレイアウト



なる。AM-SHR 2 形、AM-SHR 3 形、AMV-SHR 3 形の製品を陳列量、店舗規模を考えたうえで配置し売場作りが行える。精肉部門の鮮度管理は酵素作用、細菌作用を抑制することと、精肉特有の熟成を均一に行うために  $-2 \sim 2^{\circ}\text{C}$  の低温管理が必要である。また鮮魚部門の鮮度管理は  $-2 \sim 2^{\circ}\text{C}$  の低温管理により精肉同様酵素作用、細菌作用を抑制することによって行っている。商品陳列効果をあげるため傾斜たなと鏡の組合せを行っており、演色性の優れた白色ハイデラックスけい光灯を付属させている。

### (3) 乳製品、その他の売場

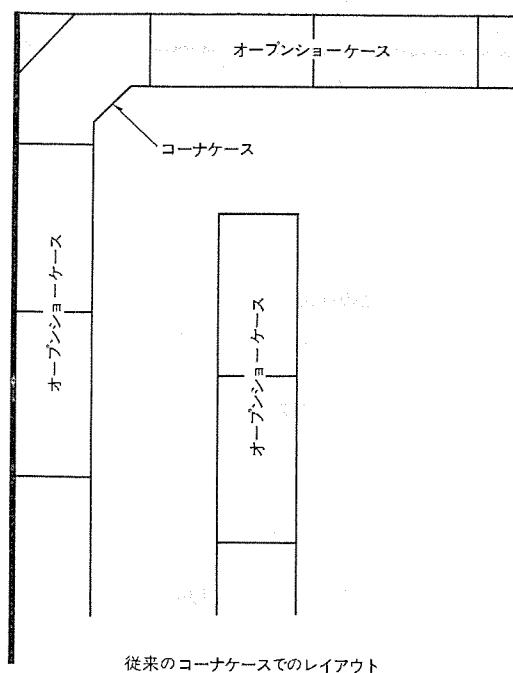
乳製品ほかの売場は AD-HR 3 形、ADV-SHR 4 形のはん(汎)用多段形をもって構成する。特に全高 2,000 mm の製品はたなを 4 段にし商品の陳列量を確保できる。

### (4) 冷凍食品売場

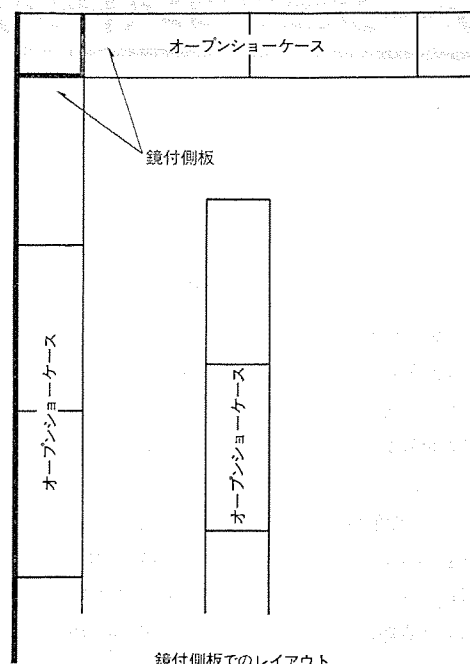
大形食品スーパーでは冷凍食品の扱い量が多いこともあって 3 重エアカーテンの多段形で売場作りを行うことが多いが、このシリーズでは扱い量がそれ程多くはならないものと考えられるので、片面平形の KC-LR 形にて対応していく。当然他の売場の多段形とモジュールディスプレイが行えるように奥行は 900 mm にそろえた。また売場効率から非

	全 高 1850 mm				全 高 2000 mm	
	ACD-SHR2	ACD-SR2			ACDV-SHR3	ACDV-SR3
青 果						
	AD-HR3				ADV-SHR4	
乳加工品					AMV-SHR3	
	AM-SHR2	AM-SHR3				
生鮮食品						
	KC-HR	KC-THR				
生鮮・冷蔵 平形						
			KC-LR	KC-TLR		

図 2. R シリーズ製品系列一覽

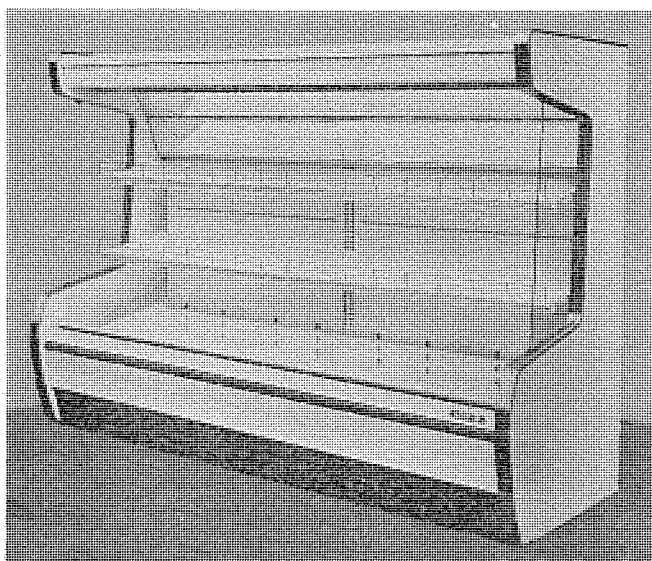


従来のコーナケースでのレイアウト

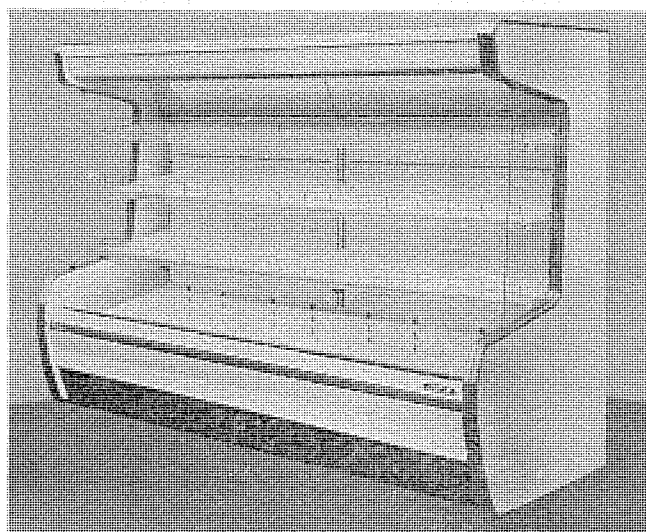


鏡付側板でのレイアウト

図 3. コーナ部のレイアウト



(a) AU-24 MHT



(b) AU-24 SHT

図 4. 薄形多段式オープンショーケース

冷たな（オプション）をつけた KC-TLR 形により関連商品を陳列するのもひとつの工夫と考えられる。冷凍食品の売場はこのようなオープンケースによるのではなくガラスドアの付いたリーチンショーケースで売場を作ることは、一つには冷凍能力が小さくて済むという利点と店舗のイメージアップがはかれるということより意義のあることと考えられる。当社でも RIC-LT 形のリーチンショーケースを品ぞろえしている。

#### 4. コーナ部の演出

一般の食品スーパーのコーナ部は特製のコーナケースを設置し客動線を連続させているが、価格的に割高になる傾向がある。特に中小規模店のコーナ部のおさめ方として鏡付側板を図 4. のように付属させることによりコーナケースと同等の効果があげられる。

#### 5. む す び

小規模食品店の代表としてのコンビニエンスストアは、大手スーパーチェーンの多店舗展開や、フランチャイズ、ボランタリによるチェーン組織化による展開、更には一般食品店の店舗改装や多角化などによるコンビニエンスストア化など今後急速に増加するといわれている。この少売場面積の店舗の効率を考え省スペースを一大特長にして薄形ショーケースを開発した。ただ一般食品スーパーでもこの薄形ショーケースは従来のショーケースでは困難であった少ない商品量でも量感を出せることにより、十分導入が可能である。

今後の店舗展開は今まで以上にローコスト、省エネルギーを目標として行われると考えられるので、店舗設備機器としてウエートの高いオープンショーケースの開発もこの線に添い本質をよくつかんで開発を行うものとしたい。

# パッケージエアコン(Pシリーズ)

三浦 隆\*・木ノ内達夫\*・柴田 実\*・小林靖夫\*

## 1. ま え が き

生活労働環境の改善要求は近年ますます強まってきた社会的要請で、空気調和装置がこの分野で果たす役割は非常に大きくなっている。資源不足、エネルギー高価格時代に入って空調方式も種々検討されているが、個別分散方式で空調を行い、公害の発生がなく、信頼性の高いパッケージエアコンに対する期待は一層大きくなっている。そしてパッケージエアコン運転時の高効率化による節電効果はもちろんのこと、製品製造プロセスにおけるエネルギーの消費量や使用材料が省エネルギー、省資材形になっているかどうか問われる時代になってきた。当社ではこれらの情勢に対処すべく発売以来10年間好評を博してきたGシリーズパッケージエアコンの実績を踏まえて、更に改善し徹底した標準化設計による新製品Pシリーズパッケージエアコンを開発した。

Pシリーズパッケージエアコンは、水冷・空冷式冷房専用機種と空気式ヒートポンプ機種の2トン形～20トン形まで30機種にわたっている。この論文ではその特徴と標準化設計による構造、仕様、性能等について紹介する。

## 2. 特 徴

Pシリーズパッケージエアコンは製品の基調を

- (1) 近代的な感覚と機能的なデザイン
- (2) 信頼性の向上と性能アップ
- (3) 使いやすさとサービス性の向上

の3点において開発されたもので、次の特徴を有している。

### 2.1 デザインの一新

パールホワイトの前パネルとダークグレーの吸込グリルそしてオリブグレーの側面パネルのすっきりした色調、さん新なデザインにより、各種インテリアへ柔軟に調和する。

図1. は代表機種PW-5A形の外観写真である。

### 2.2 低騒音

ファンモータ直結駆動方式の採用、圧縮機の防音、防振構造の強化を計り、従来のGシリーズに比較し最高8ホシ(Aスケール)騒音が低下した。

2.3 小形・軽量、省資材化  
構造部材の組立方式、機器の形状、配置の見直しを行い、従来のGシリーズに比較し大幅な床面積の縮小、重量の軽減を計った。

### 2.4 小形機種の成績係数向上

熱交換器及び風路の改良により2～3トンの小形機種の成

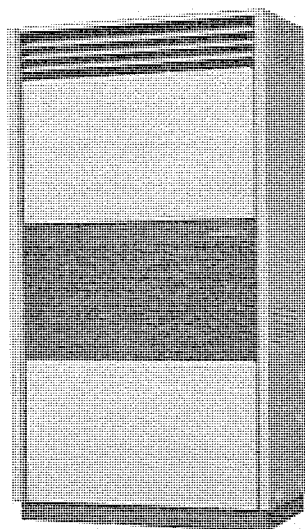


図1. PW-5A形外観

績係数が大幅に向上した。

### 2.5 信頼性の向上

毛细管・分配器方式による冷媒制御、ファンモータ直結駆動方式、配線の印刷回路化、などの採用により従来以上に信頼性が向上した。

### 2.6 空冷機種の充実

空冷小形機種にセパレート式(圧縮機を室外ユニットに内蔵)を採用、室内ユニットの多様化に対処し、据付性能も大幅に改善された。また新たに20トンの冷房専用機種とヒートポンプ機種を開発し空冷機種の拡充を計った。

### 2.7 空冷・ヒートポンプ機種の据付自由度の拡大

吸入アキュムレータの採用により、室内・外ユニット据付の高低差の制限を15～20mまで緩和し、制限値を越える場合も相談に応じる体制を整えた。

### 2.8 据付・サービス性の向上

前面からの点検・サービスできる構造、配管・配線作業の左右接続可能、小形軽量等により据付性・サービス性が大幅に向上した。

### 2.9 標準化の推進

機種系列のシリーズ化、製品寸法及び部品のモジュール化を行うとともに、部品の共通化、標準化を計り生産性の向上、サービス部品の縮減を計った。表1. は水冷式形の製品仕様である。

## 3. 機種系列と構造の標準化展開

### 3.1 機種のシリーズ化

系列内機種のシリーズ化を行い、各種の据付使用条件に幅広く対処できるようにした。水冷式は冷房専用一体形とし、2トン形から20トン形までを同一形態とした。空冷式はすべて分離形とし、冷房専用形とヒートポンプ形の2種類を同一形態でシリーズ化した。空冷式2、3トン形はセパレート式とし、1種類の室外ユニットに対し、室外ユニットは床置形、天ぶり形のいずれでも組合せ可能な形態とした。今後更に室内ユニットの多様化が考えられるが、これらに対処し得る形式とした。5トン形は容量的に中間的存在となるので、セパレート式の天ぶり形(室内ユニットは3トン形2台)と、リモート式(圧縮機は室内ユニットに内蔵)の床置形の2方式とした。8トン形以上は能力も大きく、現在のところ室内ユニットは床置形に限られるのでリモート式床置形1種類とした。

現在は表2. に示す範囲がPシリーズ製品であるが、将来は異種仕様機種へ多様化、拡大される。

### 3.2 デザインと製品寸法モジュール

Pシリーズの室内ユニット床置形の製品はすべて両側面に側面パネル兼用のトリムを配し、前面の要所はアルミサッシで引きしめ、白と黒色を基調とした機能的デザインに統一した。外観は図2. に示す寸法にモジュール化し、標準化を計った。

(1) 同一容量の製品は仕様機能に関係なく同一外形寸法とした。

(2) 空気吸込口は単位グリルを成形し、容量別に使用枚数のみ変化させ共通化を計った。



表 1. 水 冷 式 仕 様

項目	形名	PW-2A	PW-3A	PW-5A	PW-8A	PW-10A	PW-10AH	PW-15A	PW-S20A
定格冷房能力	kcal/h	5,000/5,600	8,000/9,000	14,000/15,000	20,500/22,500	27,000/30,000		41,500/45,000	55,000/60,000
定格電圧	V	200	200	200	200	200	200	200	200
定格消費電力	kW	1.9/2.4	2.6/3.2	4.1/5.2	6.7/8.0	9.0/10.5	9.7/11.2	14.7/17.8	18.1/21.9
運転電流	A	7.0/8.0	9.3/10.2	14.8/16.7	24.2/25.7	34/36	36.6/38.7	55/56	67.9/73.8
運転電力率	%	78/87	82/91	82/90	80/90	77/85	77/84	77/92	77/86
始動電流	A	42/38	60/55	115/105	150/140	175/155		150/140	175/155
外形寸法		アクリル銅板・パールホワイト(前面), 銅板メラミン塗装オリブグレー(側面)							
高	mm	1,650		1,850		2,150	1,850		2,150
幅	mm	720		980	1,200	1,200		1,640	1,860
奥行	mm	400		500		650			
分割可能寸法	mm					1,850+300			
形名		C-475T	D-030	D-048	D-072	D-090		D-072×2	D-090×2
形×台数			全密閉×1			全密閉×1		全密閉×2	
始動方式					直入				
電動機出力	kW	1.5	2.2	3.75	5.5	7.5		5.5×2	7.5×2
容量制御	%							100, 50, 0	
冷凍能力	法定トン	0.8/0.9	1.3/1.5	2.1/2.4	3.1/3.6	3.8/4.5		3.1×2/3.6×2	3.8×2/4.5×2
電熱器(クランクケース)	W			50		60		50×2	60×2
冷凍機油	l	スニソ3GS 1.0	スニソ3GS 1.9	スニソ3GS 2.2	スニソ3GS 2.75	スニソ3GS 3.5		スニソ3GS2.75×2	スニソ3GS3.5×2
冷凍機油	kg	R22×0.75	R22×1.7	R22×2.3	R22×3.0	R22×4.5		R22×3.0×2	R22×4.5×2
制御方式				2重管×1	毛細管			2重管×2	
形式×個数									
冷却水回路		1	2	3	4			3×2	4×2
冷却器形式				クロスフィン					
形式×個数		シロッコファン×1	シロッコファン×2	シロッコファン×2	シロッコファン×1	シロッコファン×2		シロッコファン×2	
標準送風量	m³/min	20	25	45	70	90		140	180
標準機外静圧	mmAq	0(分ダクト, 全ダクト可)	0(分ダクト, 全ダクト可)	0(10/15)	0(12/20)	0(20/27)	20/30	10/20	10/25
標準電動機出力	kW	0.05(0.15)	0.06(0.2)	0.13(0.38)	0.3(0.75)	0.6(1.5)	2.2	2.2	3.7
防音断熱材(機械・送風機室)				グラスウール					
エアフィルター				サランハニカム織					
温度調節器・圧力計				温度調節器のみ付					
操作スイッチ・表示灯									
冷却水入口	m³/h	1.3/1.5	2.0/2.3	3.5/3.8	5.2/6.0	7.2/8.0		11.0/12.0	15.0/16.0
32℃入口	mAq	8.4/10.5	8.0/10.0	6.1/7.0	6.3/8.0	8.9/11.1		5.9/7.0	9.1/9.7
18℃入口	m³/h	0.4/0.5	0.7/0.8	1.0/1.1	1.5/1.8	2.1/2.3		3.5/4.0	4.5/5.0
水頭損失	mAq	1.3/1.8	1.1/1.4	0.6/0.7	0.6/0.8	0.8/1.1		0.6/0.7	0.9/1.1
冷却水出入口	B(A)	1/2B	1/2B	1/2B	1/2B	1/2B		1/2B	2B
機械室ドレン管	B(A)								
冷却器ドレン管	B(A)								
保護装置	kg/cm²			高圧側22Gカットアウト		高圧側22Gカットアウト, 低圧側1.7Gカットアウト			
圧力開閉器(高圧側/低圧側)						4.8φ(72)			
溶接口径(溶融温度)	mm(°C)								
圧縮機保護		熱動過電流継電器		熱動過電流継電器		熱動過電流継電器, 過電流継電器		熱動過電流継電器	
送風機保護									
製品重量	kg	128	148	212	270	335+20	345	540+25	750+30

(3) 前面パネルは樹脂化粧鋼板を使用しソフトな感じとした。2トン形から8トン形までは上・下2枚のパネルは全く同一の寸法で構成し互換性をもたせた。

### 3.3 構造

代表的な水冷式 PW-5A 形、及び PW-15A 形の構造をそれぞれ図 3., 4. に示す。製品構造は大きく分類して冷媒回路送風機部分、電気品、構造材及び外装部分に分かれる。構造体としては台板と骨枠による組上げ方式で、外装パネルに包まれた構成となっている。構造部材の合理化と樹脂成形品の使用拡大により軽量化が計られ、また前面パネル、吸込グリルは容易に脱着ができ、保守サービスは前面から作業ができるようにした。

### 3.4 冷媒系統

冷媒回路はガス洩れを防ぐために高信頼性の冷媒回路部品を使用して密閉化を徹底し、冷房専用形の水冷・空冷全機種冷媒絞り機構として毛細管分配器方式を採用した。5トン形の各仕様機種について冷媒配管系統図を図 5., 6., 7. に示す。空冷式(PA形)は圧縮機の吸入回路にアキュムレータを取付け、液バックから圧縮機を保護す

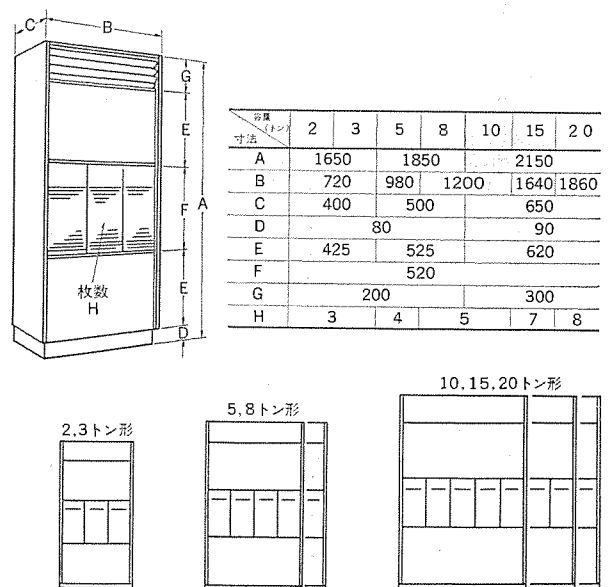


図 2. Pシリーズ製品寸法 (室内ユニット床置形)

表 2. Pシリーズ機種形名一覧

仕 様				容量(トン)							
水 冷 冷 房 専 用 一 体 形				2	3	5		8	10	15	20
空 冷 分 離 形	冷房専用	室 内 ユニット	床 置 形	PW-2	PW-3	PW-5		PW-8	PW-10	PW-15	PW-S-20
			天 づ り 形	PF-2	PF-3	—	PA-5	PA-8	PA-10	PA-15	PA-S-20
		室 外 ユ ニ ッ ト		—	PC-3	PCX-5	—	—	—	—	—
	ヒートポンプ	室 外 ユ ニ ッ ト		PU-2	PU-3	PU-5	PV-5	PV-8	PV-10	PV-8×2	PV-10×2
		室 内 ユニット	床 置 形	—	PFH-3	—	PAH-5	PAH-8	PAH-10	PAH-15	PAH-S-20
			天 づ り 形	—	PCH-3	PCHX-5	—	—	—	—	—
		室 外 ユ ニ ッ ト		—	PUH-3	PUH-5	PVH-5	PVH-8	PVH-10	PVH-8×2	PVH-10×2
		空 冷 形 製 品 形 式			セ バ レ ー ト 形				リ モ ー ト 形		

(1) 圧縮機  
次に主要構成部品について紹介する。  
を得ている。  
冷却制御弁を使用した Hi/Re/Li 方式とし、より安定した運転特性  
は冷媒絞り機構として、冷房時は毛細管方式、暖房時は過  
Hi/Re/Li エキスパンションバルブを継続し、10 トン形から 20 トン形について  
(PAH 形) は既に GAH 形で市場から高い評価を得ている  
し、冷媒充てん量の許容幅を広くした。空気式ヒートポンプ  
とともに、室内・外ユニット据付時の高低差の制限を緩和  
するとともに、室内・外ユニット据付時の高低差の制限を緩和

長年の実績で高い信頼性、低騒音、高効率を誇る三菱全密閉 2 極圧  
縮機、C 形及び D 形シリウスがとう (塔) 載されている。広い運転域を  
有し、また内蔵熱動温度開閉器及び外部過電流継電器などの保護装

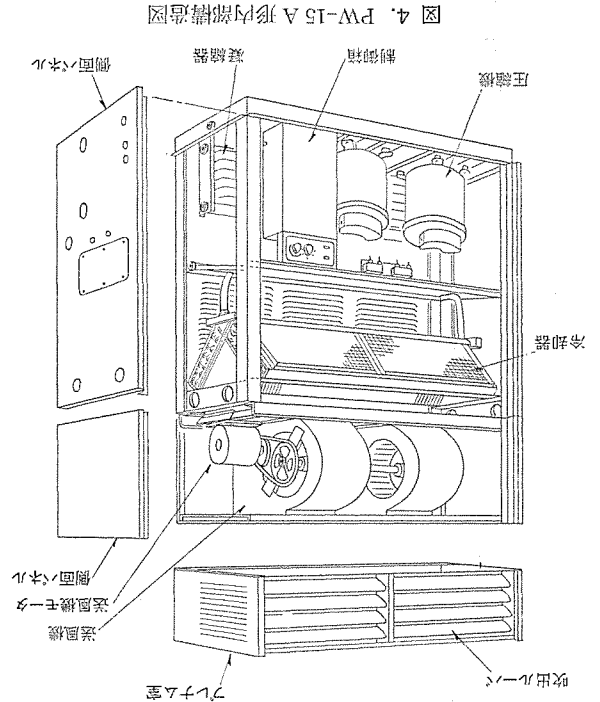


図 3. PW-5A 形内部構造図

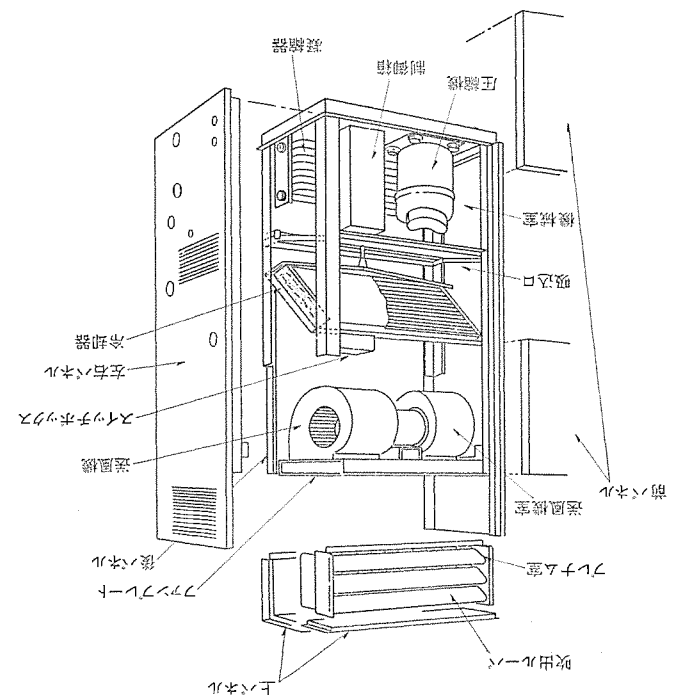


図 4. PW-15A 形内部構造図

(2) 凝縮器  
置により異常運転時は確実に保護される。

図 7. PAH-5A 形配管系統図

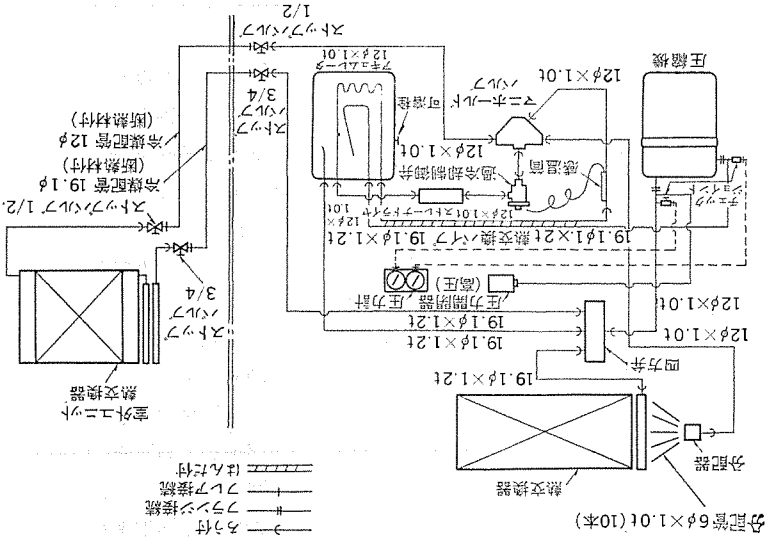


図 6. PA-5A 形配管系統図

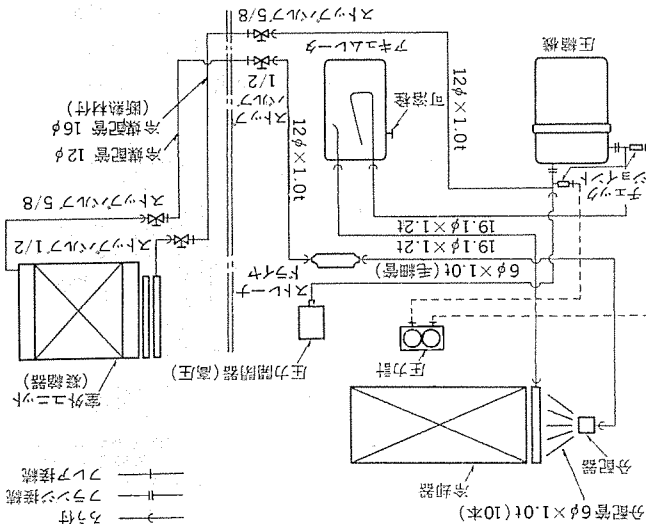
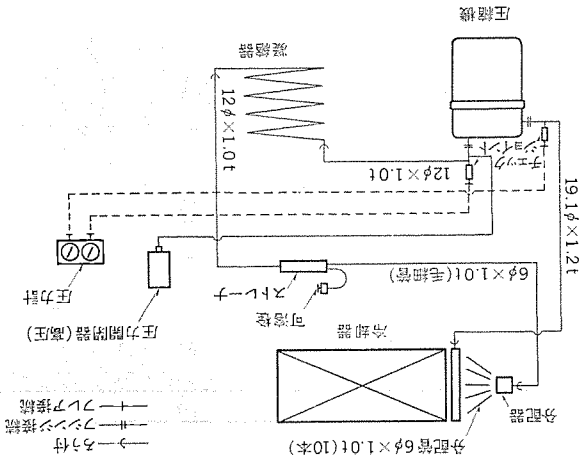


図 5. PW-5A 形配管系統図



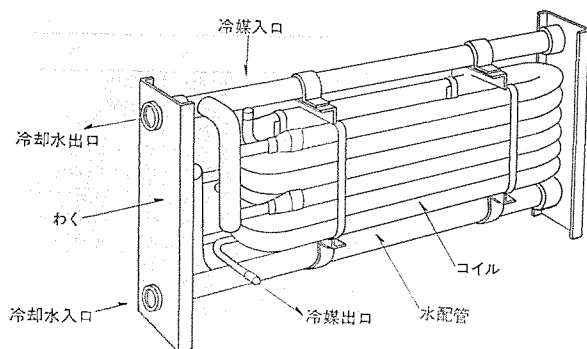


図 8. PW-5 A 形用凝縮器 (基準 コイル 2 個使用)

る。また曲げ回数を減少させ直線部を増やし、水側の水路抵抗を従来品に比して大幅に減少させた。水路にはトラップ形状となる部分をなくして異物の滞留しない形状とし、水路洗浄時などに完全排水ができるように構成されている。

### (3) 蒸発器

冷媒-空気熱交換器は放熱管をチドリ配列としたクロスフィン形熱交換器で、純アルミ材のプレートフィンに円ボス加工を施し表面積を増加させるとともに空気流が最適熱交換状態となるように設計され、冷媒流路配列と合わせて高い熱交換効率となっている。

### (4) 毛細管分配器方式絞り装置

冷房専用機種の水冷式 (PW 形) と空冷式 (PA 形) に前記系統図に示したように、毛細管と分配器の組合せによる新絞り方式を採用した。この方式は内径 2.4φ から 4φ と比較的径の大きな 1 本の毛細管で絞り作用を行い、減圧後分配器により冷媒を蒸発器の各流路に均一分流するようにしたものである。小径の毛細管を並列に数本使用した従来の方法と比較して、蒸発器中の各流路への不均衡や細径のため懸念された製作誤差が改善され広い範囲で安定した運転ができるようになり、中・大形機種への採用が可能となった。分配器は分配室の形状が機能的に配慮されており、均衡された分流が行われる。

## 3. 5 送風機

ユニット内の風路抵抗を最小限になるように内装機器の設計及び風路構成を行い、送風機負荷を減少させている。

送風機の構造は、2～10トン形までのユニットと 10トン形の一部～20トン形までのユニットに大きく 2 分類される。まず 2～10トン形までは全機種モータ直結駆動のシロッコファンを採用した。標準化された 2 種類のシロッコファンが床置型室内ユニット 16 機種に使用され、使用個数及び回転数の設定により各機種の機能を満たし、低騒音化を達成した。据付状態はプレナム室の吹出ルーバから直接室内に冷温風を吹出す方式が圧倒的に多いので、プレナム室はユニット本体と一体としたが、ダクト接続で機外静圧を必要とする場合は、標準モータの人 (スター) 結線から Δ (デルタ) 結線に結線変更することにより、約 10～30 mm-Aq まで可能である。更に高静圧が必要な場合は、5, 8 トン形には高静圧用 4 極モータを用いるように準備した。いずれの場合も中間静圧に対しては、ダンパ付ダクトフランジを準備したので、ダンパ角度により無段階に機外静圧の設定が可能である。

最大機外静圧は 2 トン形 10/14 mm-Aq, 3 トン形 8/13 mm-Aq, 5 トン形 20 mm-Aq, 8 トン形 30 mm-Aq, 10 トン形 20/27 mm-Aq である。図 9. に 5 トン形の送風機特性線図を示す。下図はダンパ角度に対する機外静圧調整範囲を示している。

一方大形機種になるとダクト接続で使用するひん度が高くなるの

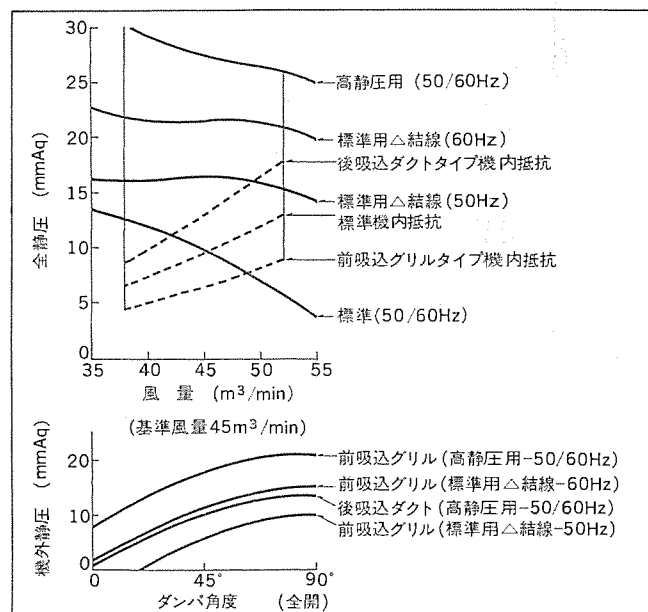


図 9. PW-5 A 形送風機特性線図

で、10トン形には上記仕様の外にダクト専用形を準備した。10トンダクト専用形、15, 20トン形はユニット本体とプレナム室は分離形とし、また使用する機外静圧の範囲が大きいため、送風機はベルト駆動方式とし、V車、ベルト、モータの組合せにより段階的な機外静圧の調整を可能とした。最大機外静圧は 10トンダクト専用形は 40 mm-Aq, 15, 20トン形は 50 mm-Aq である。

## 3. 6 電気回路

図 10. に PW-5 A 形の電気回路を示すが、この中で統一されたスイッチ操作回路と主制御回路に印刷回路を採用した。また各機器間の接続にはコネクタを用い誤配線ミスの可能性を減少させた。停電時及び保護装置作動後の再始動防止の自己保持回路、運転表示の緑ランプ、異常停止表示の赤ランプを備え、安全性と信頼性の向上が計られている。運転スイッチ、温度調節つまみ、表示ランプは見やすく操作しやすいよう製品前面に配置し、2～8トン形は吸込グリルの上部右端に、10～20トン形は前パネル下側の右上部に取付けた。主制御部品は機械室内の制御器格納箱に納め保守点検が、前面から容易に実施できるように配置した。安全用保護装置として、ファンモータには内蔵熱動温度開閉器又は外部熱動過電流継電器、圧縮機モータの保護に内蔵熱動温度開閉器、外部過電流継電器、冷媒系統の保護として圧力開閉器 (高圧又は高低圧)、溶栓、電気回路保護にヒューズ、また機種によりクランクケースヒータなどが装備され、電氣的又は機械的保護装置により 2 重 3 重に安全性が確保されている。

## 4. 性 能

Pシリーズパッケージエアコンは、前記の構造、冷媒系統の特徴により性能面でも従来品に比して大幅な改善がなされている。

### 4. 1 能力線図

図 11., 12. は代表機種の能力線図である。冷房専用機種の水冷式 (PW 形) と空冷式 (PA 形) は冷媒制御機構として、毛細管分配器方式を採用しているが、一般に毛細管方式を使用した場合、環境の負荷変動に対して冷媒制御機構の追従範囲が狭いと言われている。しかしパッケージエアコンを生活労働環境用として通常使用する場合、その負荷変動は限定された範囲にあるので、毛細管の選定を適正に行えば非常に安定した制御特性を示し、また可動機構がなく密閉回





ている。

## (2) 圧縮機の防振・防音

圧縮機は図 3、4. に示したように機械室に配置し、機械室は防音、吸音効果の優れたグラスウールを内張りした鋼板パネルでしゃ音する構造となっている。更に圧縮機の防振機構に改良が加えられ、台板への振動伝播を最小限におさえている。

## (3) 空気回路

まずユニット内の風路抵抗を減少するため、風路構成部品の見直しを行い、蒸発器の列数減少、前面面積の増大、取付角度の変更、吸込グリルの開口面積増加、吹出グリルの形状、配置の検討・改良を行った。

次に送風機の発生騒音を減少するため、ラネム室を使用し吹出ルーバから直接室内に冷温風を吹出すひん度の多い 2～10 トン形はモータ直結駆動シロッコ形送風機を採用し、ベルト音、ベアリング音等の発生を皆無にし、またモータはユニットの構造体から防振ゴムで完全に浮いた形状とし、磁気音の伝播も防止している。

上記対策により P シリーズ パッケージエアコンは、従来品に比して最高 8 ホン (A スケール) の騒音低下を可能にした。図 13. は PW-5 A 形の騒音分析 (NC 曲線) 結果で、ユニットを防音室に設置し、前面 1 m、高さ 1 m の点で測定したもので使用計器は、Brüel & Kjoer 社製である。

## 4. 3 COP の向上

低入力で従来と同一の能力を発揮する。あるいは同一入力で従来以上の能力を発揮するパッケージエアコンを開発することが時代のすう勢となっている中で、P シリーズ パッケージエアコンは、特に小形機種で大幅な運転効率の向上が達成された。

表 3. は PW-3 A 形と従来品 GW-40 形の比較である。運転効率の表現として一般に COP で表される。

$$COP = \frac{\text{冷房 (暖房) 能力 (kcal/h)}}{\text{消費電力を熱量換算 (kcal/h)}}$$

これはパッケージエアコンの全入力 (消費電力) に対して何倍の出力 (冷・暖房能力) が取り出されるかを表す値で、COP 値が大きいほど節電効果が大きくなる。

PW-3 A 形は従来品に対して 12.4% (60 Hz) ほど COP が改善された。これは蒸発器の性能向上として、円ボス付クロスフィン熱交換器を用い、蒸発器の風速分布を考慮して蒸発器全体を最も効率良く作用させるために、分配器と蒸発器各パス入口を連結する分配管の長さを変化させ各パスとも最適な冷媒量が流入するように工夫した。

## 4. 4 空冷式ユニットの据付自由度拡大

空冷式ユニットは室内・外ユニットの冷媒回路を連結する延長配管の長さ、及び室内・外ユニットの据付高低距離により据付自由度が制限される。表 4. は PA 形及び PAH 形の据付制限距離を表す。PA 形は冷媒制御機構の毛細管分配器方式採用と吸入アキュムレータの設置の組合せにより、室内・外ユニットの高低差制限が緩和され、また適正冷媒充てん量に幅をもたせることが可能となった。

PAH 形は従来の GAH 形の実績をベースに延長配管長さ及び据付高低差の限界が緩和され、5 階建のビルまでは十分使用できるようになった。PAH 形の場合、適正冷媒量の管理は十分注意しなければならない。また延長配管及び高低差の距離が大きくなれば、特に暖房運転性能の低下が起り、設備費の高騰も招くので据付位置の

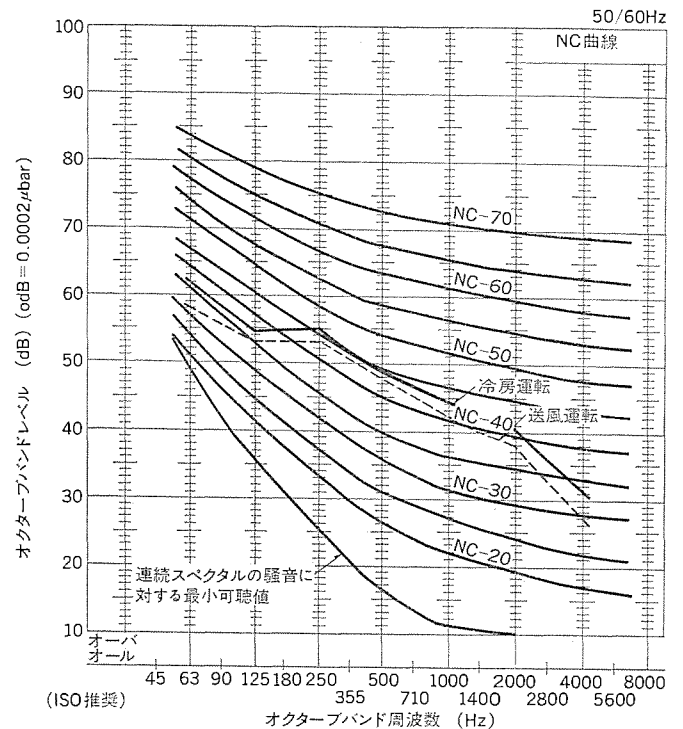


図 13. PW-5 A 形騒音分析表

表 3. COP (成績係数) 比較 (60 Hz)

機 種	項目	冷房能力 (kcal/h)	全 入 力 (kW)	圧縮機出力 (kW)	送風機出力 (kW)	COP	運転効率向上 (%)
PW-3 A		9,000	3.2	2.2	0.06	3.27	12.4
GW-40		9,000	3.6	2.5	0.20	2.91	—

表 4. 室内・外ユニット延長配管許容値

機 種	項 目	延長配管許容長さ (m)	許 容 高 低 差 (m)	
			室外ユニット上	室外ユニット下
PA-5 A PA-8 A PA-10 A PA-15 A PA-S 20 A		30	20	15
PAH-5 A PAH-8 A PAH-10 A PAH-15 A PAH-S20 A		25	20	15

選定にあたっては、室内・外ユニットをできるだけ近接するように配慮することが望ましい。

今後、パッケージエアコンの空冷化の傾向が高まる中で、更に据付自由度を拡大すべく検討中である。

## 5. む す び

パッケージエアコンの普及は目覚ましいものがあり、時代の要請により今後ますます省資材・省エネルギー化の促進を計る必要がある。またパッケージエアコンの保守・サービスを容易にし、更に減少させるためにユニットの信頼性を向上することも重要な課題で、最近のサービス人員不足、費用の高騰により、その推進が更に望まれている。

P シリーズ パッケージエアコンは、この時代の要請に答える製品として今回 2 トン形から 20 トン形までシリーズとして完成した。これを機会に P シリーズ 製品の理解を深めていただければ幸いである。

# 高温作業場用スポットエアコン《ラインクール》

貝瀬俊朗\*・知久通明\*・山崎起助\*\*・杉浦正一\*\*

## 1. ま え が き

一般に工場の冷房を行う場合、設備費及び維持費を安価にする必要があり、特に作業者を対象とする労働環境改善のための冷房では、工場全体を冷房することは不経済と考えられ、作業者だけを冷房するスポット冷房によりその目的は果たせるものと思われる。そのために、作業者が常時一定の場所にいる場合や、熱負荷が偏在している工場にはスポット冷房することが効果的である。

また、高温の人体に対する影響は労働科学研究所の資料によれば一般的に作業強度と湿熱条件及び人体の疲労とは密接な関係があり、高温の作業場ほどきつい作業ができなくなる。そして、高温環境で作業する場合には身体は、体温の上昇、呼吸数の増加、血圧の低下などの悪影響があらわれ、集中力が不足し、作業が緩慢となり作業能率が低下するといえる。この高温に対する対策として(1)技術的方法、(2)労務的方法、(3)医学的方法があげられるが、(2)、(3)項についてはあくまで補助的手段として考えるべきであり、基本的には作業場の気温を下げる技術的方法を考えるべきである。この技術的方法についてもいろいろあるが換気や扇風機などによる高温対策では、もはや満足できる時代ではなくなってきており、今後の手段としてはエアコンによる冷房が必要となってきている。当社ではこれら要求に答えるため、局所冷房方式による冷房機であるスポットエアコン《ラインクール》を開発したのでこのエアコンの特長、機能、構造などを紹介する。そして更に局所冷房方式による風速、風温と体感及び快適性、居住性などについては、まだ未知の分野も多いためこのスポットエアコン《ラインクール》を使用し、労働科学研究所のご指導、ご協力を得て当社商品研究所にて気流特性並びに体感テストを実施し局所冷房の評価のための一実験を行ったのでそれについても報告する。

## 2. 天井振りスポットエアコン《ラインクール》

### 2.1 特 長

このスポットエアコン《ラインクール》を用いたスポット冷房方式の特長として次のようなことがあげられる。

#### (1) 個別運転による効果的な省エネルギー冷房

作業箇所だけを確実に冷房することにより、むだなスペースは冷房する必要がなくなり効率の良い経済冷房ができる。

また、冷房を必要とする場所を必要な時間だけ冷房すればよいから、1人のために大容量のパッケージエアコンを運転する必要がなく省エネルギー冷房ができる。

#### (2) 冷房負荷計算の必要がない

エアコン単体で1～2人用として快適な冷房状態が得られるような設計であるので、複雑な負荷計算、機種選定の必要がない。

#### (3) 大空間を有する建物、職場で冷房ができる

スポット冷房なので、間仕切りをして室を作ったりする必要がなく、従来、冷房することが不可能だった大空間を有する建物での冷房を

可能にした。

#### (4) 予算に合わせ段階的に増設が可能

将来の増設を考えて大形のパッケージエアコンを設置するというようなむだがなく、まず一番高熱で冷房を必要としている作業場に設置して、あとは予算に合わせ増設するというような据付方法がとれる。

#### (5) ダクト工事をする必要がない

従来のスポット冷房は、パッケージエアコンにダクトを取付けてその先端にパナカルバを付けたものが一般的であったが、《ラインクール》は個別スポット方式であるのでダクト工事の必要がない。

#### (6) 据付工事が簡単、扇風機並みの手軽さで快適冷房

《ラインクール》は空冷一体形であり、クーリングタワー、水配管あるいは室外ユニットの設置、ドレン配管などの工事が不要で、簡単な据付工事と電気配線をするだけで冷房運転が可能。

#### (7) 移動、移設が簡単

工場内のレイアウトの変更、作業場の変更に伴い、簡単に設置場所を移動させることができる。

#### (8) 広い運転温度範囲

25℃DB, 50%RH から40℃DB, 60%RH までの広範囲の温湿度で運転が可能である。

#### (9) フロアスペースが有効利用できる

天井つり下げ方式であるのでフロアスペースが有効利用でき、通路や作業の邪魔にならない。

### 2.2 仕 様

天井振り形スポットエアコン《ラインクール》MD-40 TA-U 形の仕様を表1.に示す。図1.は外観である。

### 2.3 構 造

工場内の1～2名の作業者をスポット冷房する目的で開発した《ラインクール》MD-40 TA-U 形は、天井つり下げ方式を採用し、コンパクト化をはかるために空冷一体形とし、形状も縦形構造となっている。デザインは明るい職場イメージのアップがはかれどんな工場にも調和するすっきりしたものとし、グレー系統の吸込パネルと黒の吹出口でま

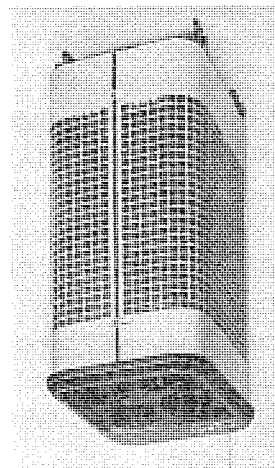


図 1. MD-40 TA-U 形外観



表 1. MD-40 TA-U 形 スポットエアコン 仕様

項 目		形 名	MD-40 TA-U
周 波 数	Hz		50/60
冷 房 能 力	kcal/h		3,700/4,200
外 形 寸 法 mm	高 さ		895
	幅		440
	奥 行		550
外 装	パ ネ ル		マンセル 5Y 7/1
	吹 出 口		φ N 2 (黒)
電 気 特 性	電 源 V		三相 200 V
	全 入 力 KW		2.1/2.6
	全 電 流 A		7.1/8.2
	始 動 電 流 A		34/31
	力 率		85.4/91
冷 媒 回 路	圧縮機形式×個数		全密閉×1
	電動機出力 kW		1.2
	冷 却 器		クロスフィン式
	凝 縮 器		クロスフィン式
	冷媒制御器		毛 細 管
送風装置	冷 媒 kg		0.85
	電 動 機 出 力×個数 KW		0.4×1
	冷却器側	送風機形式×個数	プロペラファン×1
		風 量 m³/min	13/15
		機外静圧 mmAq	0
	凝縮器側	送風機形式×個数	プロペラファン×1
		風 量 m³/min	33/39
保 護 装 置	熱動過電流継電器(圧) 熱動温度閉閉器(送) ドレン滴水スイッチ		
製 品 重 量	kg		91
除 じ ん 装 置	サランハニカム機エアフィルタ		
付 属 部 品	つりボルト (φ8) シーズンカバー		
騒 音	音 ホン(A)		67/68 (吹出口下面 0.5m)

とめてある。内部構造は、ユニット本体を中央で仕切り上側へ凝縮器と圧縮機、送風機 モータを設置してあり、下側へ冷却器、ドレンポンプを設置してある。風路器は両軸の電動機へプロペラファンを取付けて、側方3面より吸込み、凝縮器通過空気を上部へ、冷却器通過空気を下部へ吹き出すようになっている。上部より凝縮器の熱風を天井空間へ吹き出しているが、人間のいる居住空間への熱風の影響はほとんどない。冷却器側吹出口は、4個の独立した円形ルーバからなり適宜ルーバの向きを変えることにより吹出気流の変更が可能である。運転操作は、プルスイッチの採用によりひもを引くだけで操作でき、その運転表示は冷却器側吹出口横の運転表示板へ色表示され非常に確認しやすいものである。また冷却器より発生したドレンは、ユニット本体内で処理する構造であるのでドレン配管をする必要がなく工事の簡素化をはかっている。圧縮機、ドレンポンプ、電気品などを一面にまとめ、片開きとびら方式でサービスパネルをあければ、保守点検が簡単にできるようになっている。エアフィルタも吸込パネルを両側に開くことにより簡単に脱着でき清掃が容易である。

以上のように天井つり形《ラインクール》は、(1) 製品のコンパクト化、(2) 操作、サービスの容易性、(3) 工事の簡素化の3点を基本構造に取り入れ開発したものである。図 2. はこの製品の内部構造である。

#### (1) 吹出口形状

作業者の作業能率を上げ、快適な労働環境を作り出し冷房効果を高

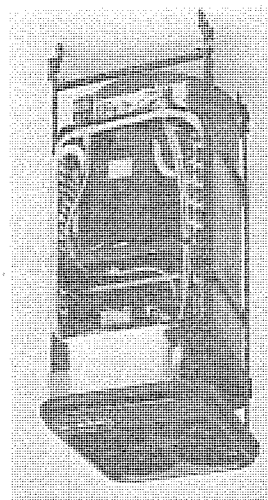


図 2. MD-40 TA-U 形内部構造

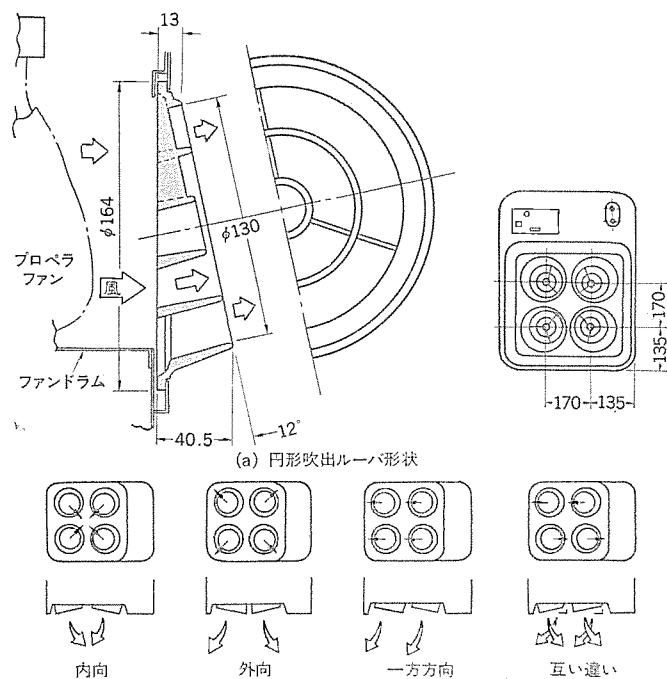


図 3. MD-40 TA-U 形吹出口

めるために、《ラインクール》は冷風の吹出方向を4個の独立した円形ルーバにより変更できるようにしてある。この円形吹出ルーバは図 3. のように傾斜を設けた断面形状であり、この傾斜面に沿って風向きが変更でき、更に 360° 自由に回転できるようになっている。いま図 3. の例のように4個の円形ルーバの向きを適宜組合せることにより吹出気流が変更でき、使用条件に合った風向、風速がとれ快適な環境が作り出せるようになっている。

#### (2) ドレン処理

この製品はドレン配管がいらないことを特長としており、そのドレン処理機構は次のようになっている。

冷却器より発生したドレンはドレンパンに集まり、冷却器下部にあるドレンポンプにより凝縮器上部へ揚水して、凝縮器上部へ設置した、多孔管に植毛を施してある散水パイプにより凝縮器へ散布され、冷媒の凝縮熱により蒸発させるとともに、ドレンの一部を凝縮器ファンによる熱風中へ噴霧し、ユニット外へドレンを飛散させる排出処理方法である。

### (3) 据付強度、構造

この製品の据付は天井面、あるいは柱上部よりつり下げ据付となるため、地震などによる本体の落下及び本体内部への影響が懸念される。そこで耐震強度を確認する目的で次のような試験を行っている。

試験条件：据付はつりボルトによる据付とし、本体へ加える衝撃加速度は上下・水平方向とも2G以上とした。

試験方法：(A) 据付状態にてトラックに積載して悪路を走行し上下、水平方向に2G以上の衝撃を連続的に加える。(時速30km/hで2km以上走行)

(B) 据付状態の金わくの片面を7～10cm持ち上げて落下させることを5回繰り返す。

(衝撃加速度：平均5～7G)

試験結果：据付部及び内部構造とも異常は認められなかった。なお、衝撃加速度2G以上の設定は電電公社耐震対策資料(空調編)案

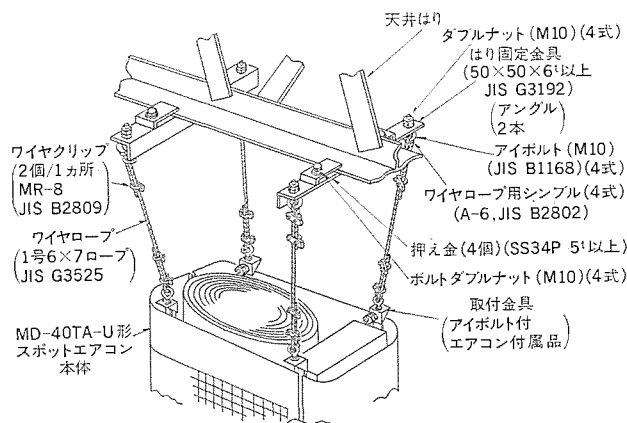
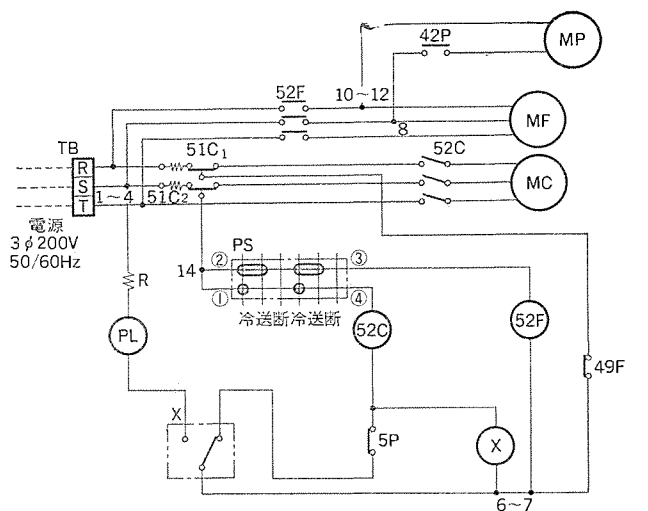


図4. ワイヤロープ利用による据付例



記号	名称	記号	名称
MC	圧縮機用電動機	5P	満水スイッチ〈ドレン〉
MF	送風機用電動機	TB	電源端子盤
MP	ドレンポンプ用電動機	R	抵抗〈ランプ〉
52C	電磁接触器〈圧縮機〉		
52F	電磁接触器〈送風機〉		
PS	フルスイッチ		
51C <sub>1,2</sub>	熱動過電流継電器〈圧縮機〉		
49F	熱動温度開閉器〈送風機〉		
X	補助継電器		
PL	表示灯〈満水〉		
42P	フロートスイッチ〈ドレン〉		

図5. MD-40 TA-U 形電気結線図

により通常想定できる地震の衝撃加速度は最大値で1.4G程度であり、2G以上の衝撃に耐えれば十分な耐震強度があると判断できる。

またこの製品はつり下げ用ピラーを利用したフレームレス構造であり据付方法として、作業性や工事コストを考慮して図4.のようなワイヤロープによるつり下げ据付を推奨している。

### 2.4 電気回路

図5.に電気結線図を示す。運転操作の簡単なプルスイッチを採用し、ひもを引くだけですべての運転操作ができるようにした。また、保護装置としては送風機電動機、圧縮機には巻線の焼損を防ぐために熱動温度開閉器を設け、冷却器ドレンがドレンタンクへ満杯になったとき、ドレンがオーバーフローして水滴の落下のないよう圧縮機の運転を停止する満水スイッチと満水表示ランプを設けている。

### 2.5 能力及び吹出空気温度特性

#### (1) 冷房能力

スポットエアコンの標準条件は吸込空気温度が35°C DB、60% RHであり、その時の冷房能力値を表示してあるが、吸込空気温度、相対湿度を変化させることにより冷房能力値も変わってくる。図6.は吸込空気温度と相対湿度を変化させたときの60 Hzにおける性能曲線である。この製品の運転可能温湿度は前述のように25°C DB、50% RHから40°C DB、60% RHと規定されているが40°C DBより高温の場合、図に示すように相対湿度が50% RHならば42°C DBまで、40% RHならば45°C DBまで運転が可能となる。

#### (2) 吹出温度変化特性

図7.にスポットエアコンの吸込空気温度と吹出空気温度の関係を示す。この線図から同じ吸込空気温度でも相対湿度の変化により吹出空気温度はかなり変化することがわかる。

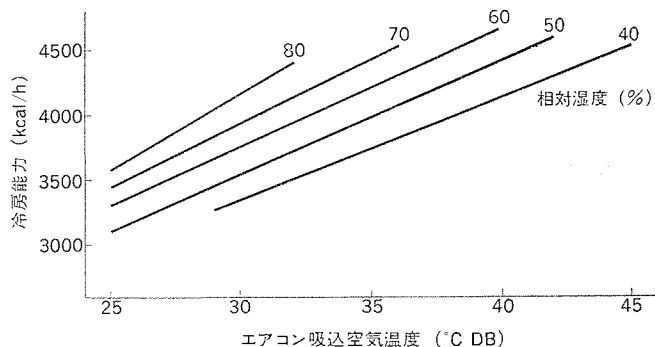


図6. MD-40 TA-U 形冷房能力線図 (60 Hz)

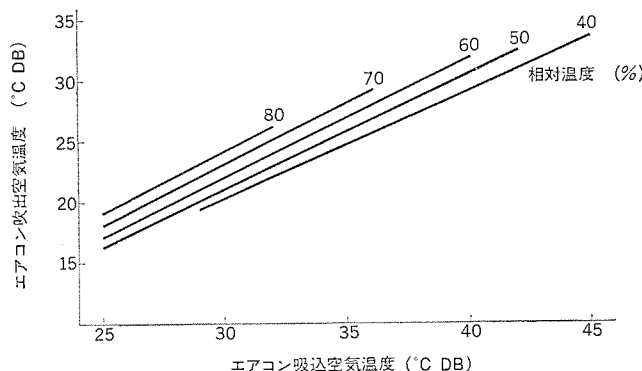


図7. MD-40 TA-U 形吹出空気温度変化特性 (50, 60 Hz)

### 3. 風速・風温分布

測定は室内温度を  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度を  $45 \sim 50\%$  RH に設定して行った。風速については測定ポイントにおける約 30 秒間の平均値をその点の風速とし、風温については十分飽和状態に達したときの温度を測定値とした。室内は温湿度を制御するために一様の風を循環させているが、その風速は  $0.15 \text{ m/s}$  以下であり、スポットエアコンの風速分布にはほとんど影響を及ぼしていない。

スポットエアコン MD-40 TA-U 形を天井からワイローラでつり下げ、典型的な例として風向変更用の 4 個の円形ルーバを中心に付けて冷風を 1 カ所に集めたときの風速及び風温分布の測定を行った。

図 8. 及び図 9. にこのときの風速及び風温の垂直分布を示す。スポットエアコンのつり上げ推奨高さは「作業者の頭上 40 cm」で、図中のシルエットはスポットエアコンを作業者の頭上 40 cm の高さにつけたときの作業者と風速分布及び風温分布との位置関係を示す。

冷風を中心に集めて冷房した場合、作業者がスポットエアコンの真下にいるときは、頭部の冷風速は約  $4 \text{ m/s}$ 、胸部では約  $3.5 \text{ m/s}$ 、腰のあたりで約  $3 \text{ m/s}$  である。

作業者の肩の高さ（スポットエアコンの吹出口からの距離が約  $0.7 \text{ m}$ ）

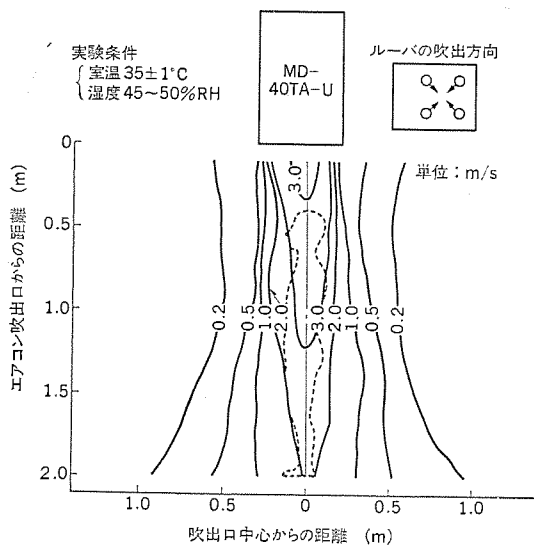


図 8. MD-40 TA-U 形の風速垂直分布

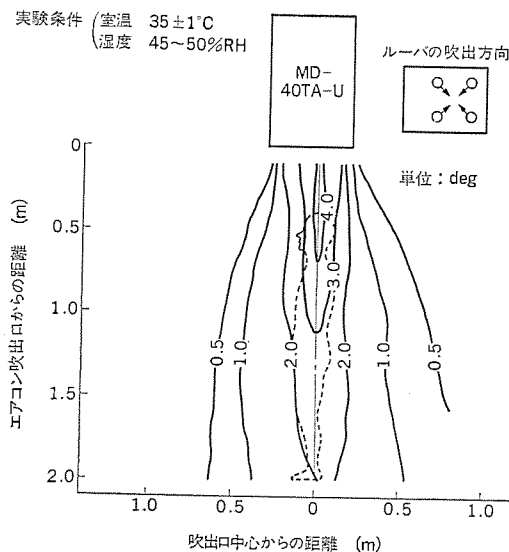


図 9. MD-40 TA-U 形の風温垂直分布

における水平面では、風速  $0.5 \text{ m/s}$  以上の範囲は約  $0.7 \text{ m}$ 、風速  $2 \text{ m/s}$  以上の範囲は約  $0.4 \text{ m}$  の円内である。

風温分布は周囲温度との温度差で表わしているの、数値が大きいほどその部分の温度が低いことを示し、作業者がスポットエアコンの真下にいるときには頭部の風温は周囲温度より  $4 \sim 4.5^\circ\text{C}$ 、胸のあたりで  $3 \sim 3.5^\circ\text{C}$ 、腰のあたりで  $2 \sim 2.5^\circ\text{C}$  低くなっている。

図 1. 及び図 2. を比較すれば明らかなように、風速と風温はほぼ同じ形の分布をし、風速が大きいほど風温は低くなっている。このような局所冷房範囲は、作業者が定位置作業をする場合、ほぼ全身を冷風で包むことができる。

### 4. 局所冷房環境の評価実験例

#### 4.1 実験方法

スポットエアコン MD-40 TA-U 形によって作られる局所冷房環境を評価するために、連続冷房運転及び断続冷房運転の二つの場合について体感実験を行った。連続冷房運転実験は、作業者がい(椅)座軽作業のように連続してスポットエアコンの下で作業する場合を想定し、断続冷房運転実験は、監視作業などのように作業者が断続的にスポットエアコンの下に入る場合を想定している。この実験は、前記の風速及び風温分布の測定と同様に、室温を  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度を  $45 \sim 50\%$  RH に設定し、スポットエアコンの作り出す局所冷房環境内に被験者が椅座したときの体重減少量の測定とアンケート調査によって環境の評価を行った。被験者には 20 歳代の健康な青年男子 5 名を選び、被験者の着衣状態は、夏季における工場作業者の一般的な服装と考えられる半袖シャツ、作業ズボンとした。

なお、体感実験を進めるにあたっては、労働科学研究所のご指導を得て行った。

#### 4.2 連続冷房運転の実験例

##### 4.2.1 実験条件

スポットエアコンの円形吹出ルーバの設定及び運転条件は次の 4 通りである。

- (1) 円形吹出ルーバを中心に向け、被験者の頭部での風速が  $2 \text{ m/s}$  の場合
- (2) " 一方向 "  $2 \text{ m/s}$  "
- (3) " 一方向 "  $3 \text{ m/s}$  "
- (4) スポットエアコンを使わない場合

体重減少量の測定は、発汗によって体外に排出される水分量を求めるために行うものであり、高温環境内にいる場合には、発汗量が疲労の度合を表す一つの目安となる。したがって、体重減少量を正確に求めるために実験中の水分の補給及び排尿をしないように注意して測定した。

アンケート調査は、運転開始直前、運転開始直後、30 分後、60 分後、90 分後及び 120 分後の計 5 回、それぞれ次の項目について行い、該当するものを一つ選択させた。調査項目は、

- (1) 暑さ寒さについては①非常に暑い、②暑い、③暖かい、④何ともない、⑤涼しい、⑥寒い、⑦非常に寒い、の 7 段階。
- (2) 気流については①かなり感じる、②感じる、③やや感じる、④感じない、の 4 段階。
- (3) 仕事をするのに適した温度であるか否かについては①適した温度であると思う、②適した温度であるとは思えない、の 2 段階。
- (4) 室内の環境条件を全体としてどう感じるかについては①非常に快適、②快適、③やや快適、④何ともない、⑤やや不快、⑥不快、

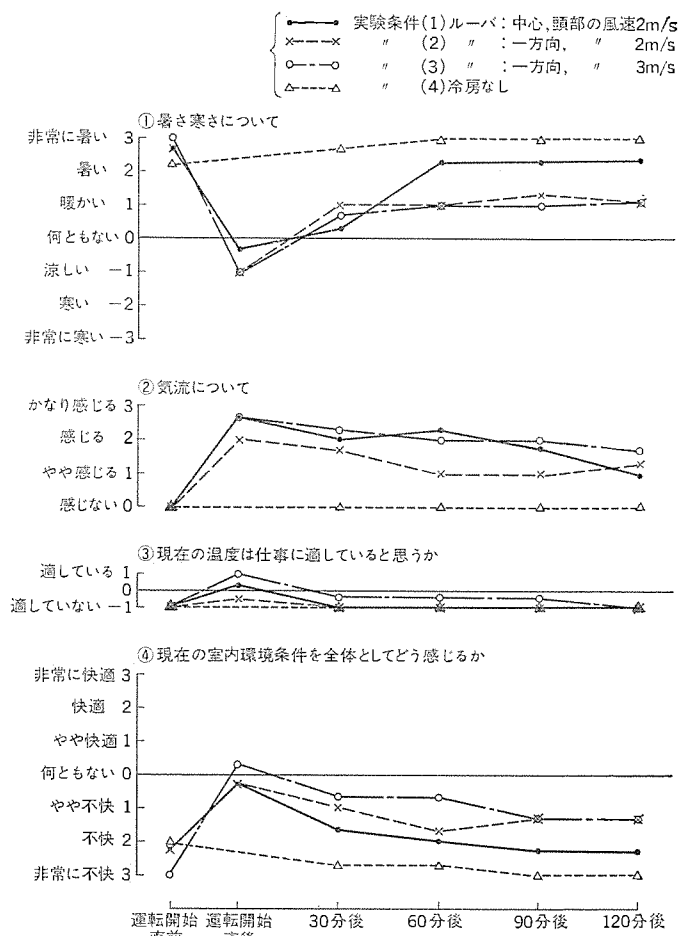


図 10. 連続冷房運転時のアンケート調査

④非常に不快、の7段階とした。

#### 4.2.2 実験結果

図 10. は、スポットエアコンを連続運転したときの5人の被験者によるアンケート調査の結果である。

運転開始前は室温  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 45~50% RH の高温環境内にいるため、(1) かなり暑く感じられ、(2) 気流は感じられず、(3) 仕事には不適で、(4) 総合的な評価では不快であった。

スポットエアコンの運転開始と同時に、スポットエアコンの下にいる被験者は冷風に当たるため、その評価は、(1) 涼しく、(2) 気流をかなり感じ、(3) 仕事に対しては不適から適している、(4) 総合的には不快から快適の方向へ向かって変化している。

時間が経過するにしたがって被験者はその環境に慣れ、同じ冷房状態に対しても「涼しい」から「暖かい」という方向に変わっており、気流に関しても「かなり感じる」から次第に気流を意識しなくなる方向に変化している。

また、スポットエアコンによって作られる局所冷房環境が仕事に適しているか否かという点でも、運転開始直後の評価が最もよく、時間の経過とともにその傾向は弱まっていく。

図 3. から、吹出口の設定、風速などの実験条件の違いによる影響をみると、(2)、(3)には有意差はみられず、(1)はこれよりもやや劣る。また、被験者の感想によれば、冷風を体に当てる場合、ルーバを体の方向に向けてるようにセットして、冷風を「後斜め上方」から後頭部、首筋、肩のあたりに当てるようにしたほうがより快適なようである。

「適当な風速」については、個人差、作業強度、作業内容、作業

表 2. 各運転条件における被験者5人の体重減少量の平均値 (単位: kg)

冷房しないとき	連続冷房したとき	実験条件
0.54	ルーバを中心に向け、風速を 2 m/s としたとき	0.33
	ルーバを一方向に向け、風速を 2 m/s としたとき	0.36
	ルーバを一方向に向け、風速を 3 m/s としたとき	0.37

室温  $35 \pm 1^\circ\text{C}$   
 湿度 45~50% RH

環境条件などにより一既には言えないが、軽作業、定位置作業の場合には冷風の吹出風速は比較的遅くてもよく (体に当たる風速は 1~2 m/s 程度)、このスポットエアコンのように体全体を冷風でつつむ感じが望ましい。更に、冷風を斜め後方より体に当てるようにルーバを調整すればより効果的である。

表 2. は、冷房しない場合及び冷房した場合の体重減少量を示す。表の値は、被験者5人について、2時間あたりの体重減少量を平均したものである。表から明らかなように、(1)、(2)、(3)については、連続冷房したときの平均体重減少量からの偏差は  $\pm 6\%$  以下であり、顕著な有意差はなくほぼ同程度と考えられる。冷房したときとしないときを比較すれば、冷房したほうが約 40% 体重減少量が少なく、スポットエアコンによる局所冷房の効果が表れている。

#### 4.3 断続冷房運転の実験例

##### 4.3.1 実験条件

実験は、室温  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 45~50% RH の高温環境内に 30 分間、続いてスポットエアコンによる局所冷房環境内に 10 分間入るというサイクルを 3 回繰り返した。このサイクル中、高温環境内にいる 30 分間に実験開始直後、10 分後、20 分後及び 30 分後の計 4 回、スポットエアコンの下にいる 10 分間に、入った直後、5 分後及び 10 分後の計 3 回アンケート調査を行った。アンケート調査の項目は 4.2.1 項と同じである。

ルーバの吹出方向はすべて一方向に向け、冷風が被験者の後斜め上方から当たるようにし、被験者の頭部の風速が 4 m/s になるようにスポットエアコンをセットしている。

なお、断続冷房運転の実験は3人の被験者を選んで行った。

##### 4.3.2 実験結果

図 11. は、断続冷房運転の実験によって得られたアンケート調査の結果である。

「暑さ寒さについて」は、いずれも冷房をしていない 30 分間は「暑い」ないし「非常に暑い」、冷房している 10 分間は「涼しい」から「何ともない」と感じており、スポットエアコンによる冷却効果ははっきり出ている。

「気流について」は、冷房していないときは当然のことながら気流を感じることはなく、冷房しているときは「感じる」ないし「かなり感じる」と判断している。

「仕事をするのに適した温度であるか否かについて」は、冷房していないときは「適していない」、冷房しているときは「適している」と評価している。

「室内の環境条件をどう感じるかという快適性の総合評価について」は、冷房していないときは「やや不快」ないし「非常に不快」の間にあり、時間の経過にしたがって次第に不快感が増している。一方、冷房しているときは「何ともない」から「やや快適」と評価しており、わずかであるが時間とともに快適度は増大している。

いずれの項目も、冷房しないときと冷房したときの差がはっきり



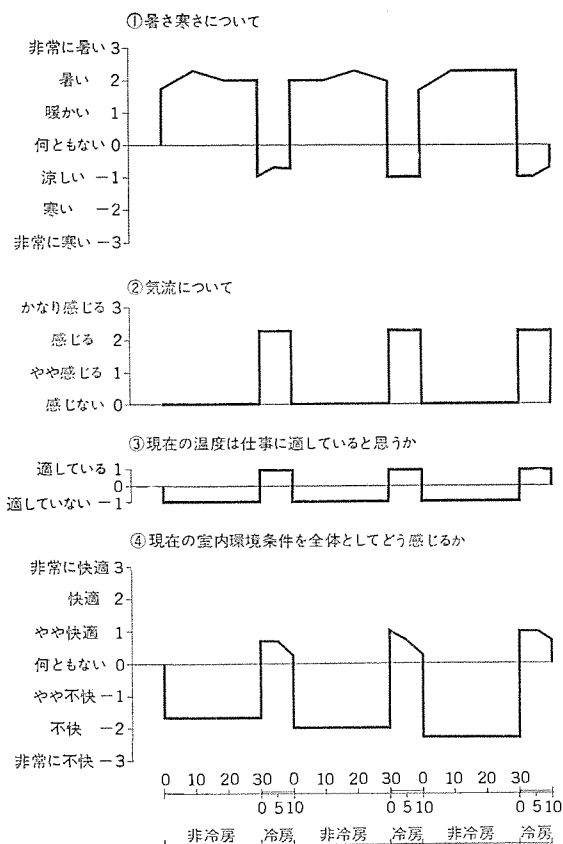


図 11. 断続冷房運転時のアンケート調査 (被験者 3 人の平均)

と表れていて、断続冷房運転の場合もスポットエアコンの冷房効果が明らかである。

#### 4. 4 作業環境の至適温度

至適温度とは、体温調節が順正に行われかつ、心身機能が作業に対して最も好適な状態にあるような温度をいい、その条件として、至適温度の上下の温度にわたって順正な体温調節のための広い許容範囲をもたなければならない。したがって作業をする場合の至適温度は、作業強度、作業内容、着衣状態、年齢、性別、時刻、季節、作業者の健康状態などによってかなり異なるため一概には言えない。労働科学研究所の資料によれば、夏季、椅座軽作業を行う場合の至適温度範囲は有効温度で 22.8~25°C である。

有効温度は乾球温度、湿球温度及び風速から定まるもので、これらの値から有効温度を求めるには図 12. の有効温度図が用いられる。いま、乾球温度が 30°C、湿球温度が 24°C、風速が 3 m/s とすれば、図 12. より有効温度は 24°C となり、夏季、椅座軽作業の至適温度範囲内にあることがわかる。

図 13. は、図 12. の有効温度図からスポットエアコン MD-40 TA-U 形を運転したときの 23°C 及び 25°C の有効温度曲線を求め、図示したものである。図 13. から明らかなように、椅子にすわって作業をするときには体全体がほぼ実効温度 25°C 以下の範囲内に入り、夏季、椅座軽作業を対象とする場合には十分な局所冷房環境が得られる。

実験は室温 35±1°C、湿度 45~50% RH の過酷な条件のもとで行っているにもかかわらず、座って作業する場合はほぼ全身、立って作業する場合でもかなりの部分が有効温度 25°C 以下の範囲に入っている。更に、作業強度、作業内容などを考えてスポットエアコンのつり方やルーバの向きなどを調節することによって、より効果的な

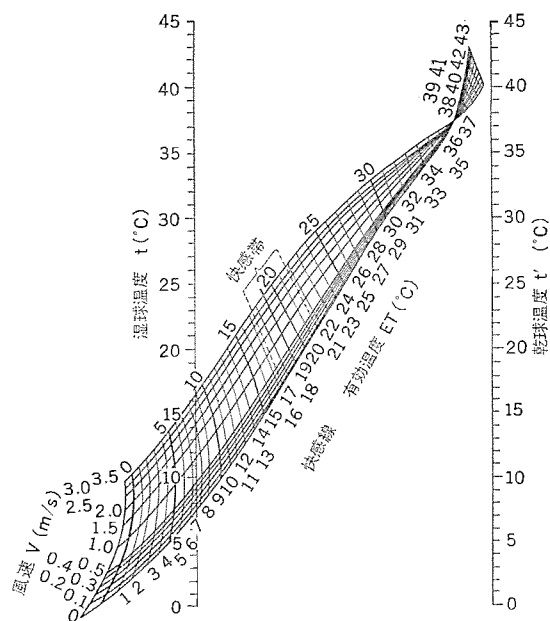


図 12. 通常室内用着衣の場合の有効温度図 (Yaglou のネクタイ図表)  
作業条件：座業又は軽い筋肉作業

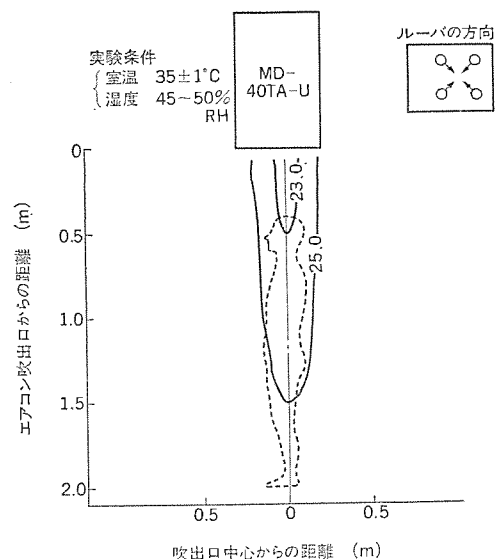


図 13. MD-40 TA-U 形を運転したときの有効温度曲線

使い方をすることができる。

## 5. む す び

《ラインクール》の概略の紹介並びに体感テストについて述べたが、特に体感テストによる局所冷房の評価については実験例も少なくまた当社の MD-40 TA-U 形を使用したものなので局所冷房一般にあてはまるものではないが参考例として局所冷房を考えている方々のお役に立てれば幸いである。

今後更に研究しデータの積重ねとしていきたいと考えている。なお、実験、評価の際ご協力並びにご指導、ご意見を賜った労働科学研究所の三浦博士、木村博士ほか関係諸氏に深謝いたします。

## 参 考 文 献

新労働衛生ハンドブック、第 2 版、労働科学研究所

# マルチセントラルシステムの熱回収成立条件

中村勝雄\*・笠置 紘\*\*・飯島 等\*\*

## 1. ま え が き

近年、ビル空調はもちろん工場空調においても省エネルギーの観点から熱回収空調方式の研究が盛んに行われている。当社においてもこれについての研究を種々行っている。ビル空調の熱回収方式の基本原則を「どのような熱を、どのような方法で、どこに」回収すればよいのかをマルチセントラルシステムについて説明する。また「この建物にマルチセントラルを採用する効果」を判断する目安として「熱回収成立条件」を採りあげた。

各種条件で熱回収が成立する可否かを求めるため、設備の大きさ、消費電力を算出するプログラムの概要をのべ、その計算結果の一例を示す。

## 2. 空調和における熱回収

### 2.1 熱回収の目的

熱回収の目的は、建物で消費されるエネルギーの空調和における節約すなわち省エネルギーである。

空調の省エネルギーを計るには次の二つの方法がある。

(1) 負荷を減少させる

(2) 省エネルギーの空調方式を採用する

(1)は主に建物自体に関するものが多く、例えば壁、屋根の断熱性を良くするとか気密性を向上しすき間風による負荷を減少させる方法があるが、これは建築を担当する人々に依存する部分である。また室内の温湿度条件を必要最小限なものとし、従来冷房26℃暖房22℃としていたものを冷房27℃以上、暖房20℃以下とする。これは空調を担当する人々に依存するものであるが、環境条件を悪化させる方法なので本質的な省エネルギーと言えるか否か疑問である。

(2)は空調を担当する人々が取組まなければならないテーマであるが、これには

(a) 効率の良い機器を選定しエネルギーの消費を少なくする。

(b) 例えば太陽熱のように今まで使われていなかったエネルギーを利用する。

(c) 今まで建物から捨てられていたエネルギーを利用する。

この(3)項を具体化したものが熱回収方式である。次にどのような熱をどのような方法でどこに回収するのかを考えてみる。

### 2.2 どのような熱をどこに

空調の熱負荷には外部の影響によるものと内部での発生熱との2種類がある。

前者には (1) 室温と外気温との温度差による伝熱

(2) 日 射

(3) すき間風

後者には (1) 人員の発生熱

(2) 照明による発生熱

(3) 機器あるいは特別な場合では電算機等による発生熱

外部の影響によるものは条件により冷房負荷になったり、暖房負荷になったりするが、内部発生熱は必ず熱の発生となり、すなわち冷房負荷となる。内部発生熱が外部の影響による熱に比べて非常に大きいような場合は冬期でも冷房運転をしなければならないような場合が出てくる電算室の空調はそのよい例である。冬でも冷房を行い熱を外部に捨てなければならないのであれば、この熱を暖房の必要ところに回してやれば新たに暖房のためにボイラ等で熱を作る必要がなくなる。冬でも冷房をするということは、電算室とか何か特別の条件がなければあり得ないと思えるが、一般的な建物でも十分起こり得ることなのである。

建物の空調負荷はどの場所でも一様ではなく北側に面しているか、南側に面しているかなどの方位、あるいは窓際か中央部か最上階か中間階か、あるいは地下階か等により、負荷の性質、変化等が異なってくる。これを一つの空調器でまとめて行うと場所によっては室温が高すぎたり低すぎたりすることになる。これを避けるため各ゾーンごとに空調器を分割する方法が取られる。ゾーンの分け方には種々あるが、一つの方法として図3.のように窓際(ペリメータ)と中央部(インテリア)に分け、窓際は更に各方位ごとに分ける方法がある。

このようにゾーンに分けた場合(ゾーニング)ペリメータ部分には外部の影響の負荷と内部発生熱との両方があり、条件によって冷房にも暖房にもなったりするが、インテリアは外部と接するところがないので、内部発生熱だけとなり冬期でも冷房が必要となる。どのような建物でもゾーニングが必要というわけでもないし、またゾーニングをしても冬期に冷房が必要となる

ゾーンがあるとは限らないので熱回収ができる建物は次のようになる。

(1) コンピュータ等、特別の発生熱のある建物。

(2) ゾーニングを必

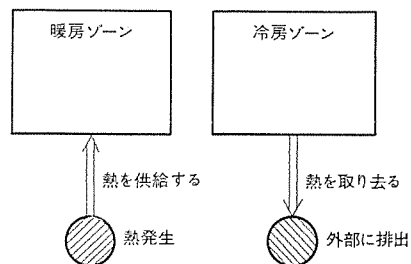


図1. 従来の空調

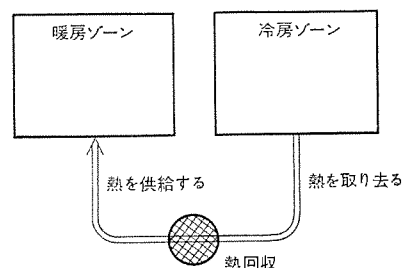


図2. 熱回収方式の空調

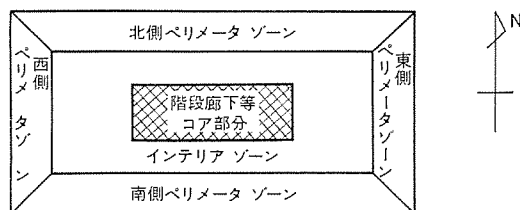


図3. ゾーニングの例

要とする建物で冬期でも冷房が必要なゾーンがある。

(3) 何らかの理由(例えば会議室などで多数の人間が入り、使い初めは暖房であったがやがて冷房が必要となるような場合)で冬期でも冷房が必要なゾーンがある建物。

このように条件さえ整えば建物は熱回収を採用できる要素は存在するのである。

### 3. マルチセントラル システム

#### 3.1 どのような方法で

各種の方法で熱回収ができるが、マルチセントラルシステムはその一つの方法である。図4.のように比較的小容量のヒートポンプユニットを分散配置し、水配管はこれにクーリングタワーと補助ヒータを接続し、各ユニットに分岐接続された非常にシンプルなシステムである。

ヒートポンプユニットは一般に水対空ヒートポンプと呼ばれるもので、室内側は空気熱交換器、室外側は水熱交換器になっている。

各ユニットはそれが置かれた環境に応じて冷房、暖房運転を行う。冷房運転をしているときの熱の移動は室内の熱を取り去り、水側に「室内から取り去った熱量+圧縮機入力熱量」が放出される。また暖房時は室内に熱を放出するが、その熱量は「水から得た熱量+圧縮機入力熱量」となる。

ユニットの冷房運転と暖房運転とが適当にバランスしていて、水側への放熱と水側からの吸熱が等しければ水温は一定に保たれる。ユニットの冷房運転が多くなって水側への放熱量が多くなると水温は上昇し、ある温度以上になるとクーリングタワー等で建物の外に熱を放出する。暖房運転が多くなると水からの給熱が多くなり水温は低下するので、ある温度以下になると補助ヒータ等で加熱を行う。

この限界の温度をマルチセントラルユニットでは上限45°C、下限10°Cとしているが、このように温度幅を大きく取ればそれだけ水配管中に蓄えておくことのできる熱量が増すことになり冷房運転と暖房運転の時間がずれたとしても、冷房側から放出された熱量をできるだけ多く蓄熱し次の時間の暖房への給熱を水の蓄熱だけで賄うことができるようになる。

以上水側への放熱、吸熱からもわかるように、マルチユニットが冷房運転と暖房運転をしているということは、冷房ゾーンで排出された熱は冷房運転のユニットと暖房運転のユニットの2台によって暖房ゾーンに回収されたことになる。

ユニットの運転だけをみると、従来の井水を用いた水対空ヒ-

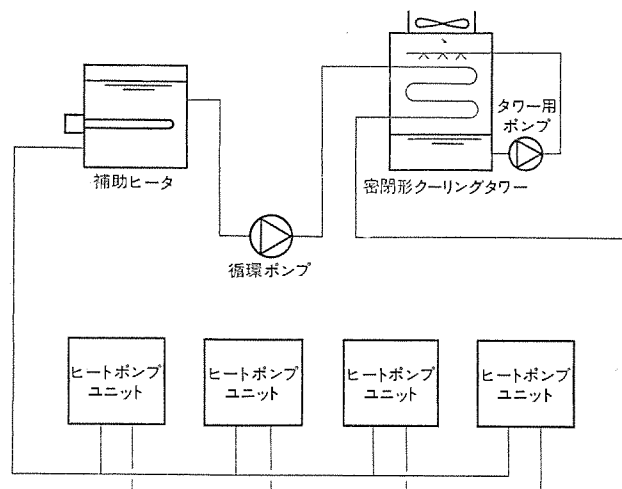


図4. マルチセントラル システム

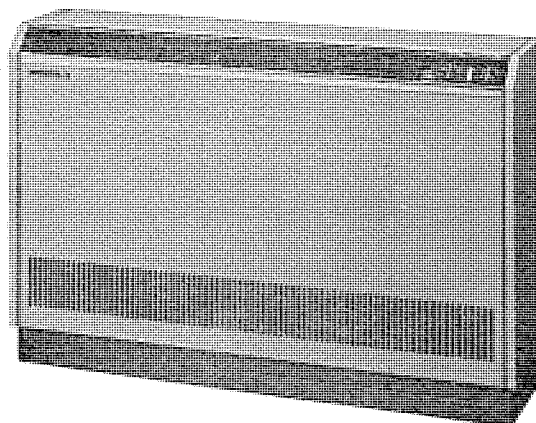


図5. 床置形 (MGHシリーズ)

トポンプと何ら異なったところはないが、システムとして熱回収をするためには、ユニットに対しては幅広い水温に対して冷房、暖房運転が可能であることが要求され、それらを満足するユニットが「マルチセントラルユニット」としてシリーズ化されている。

据付場所によって天井埋込形 (MBH-Lシリーズ) と、小形の床置形 (MGHシリーズ)、大形の床置形 (GTHシリーズ) がある。小形の床置形の外観を図5.に、その仕様を表1.に示す。

#### 3.2 マルチセントラル システムによる熱回収の特徴

- (1) 個別分散方式であり、個別制御ができる。
- (2) 常時冷房、暖房の選択が可能である(水配管系はシーズンの切換えということが不用で、ユニットで冷房暖房を選択すればよい)
- (3) 同時期に冷房暖房の運転が可能なシステムでありながら水配管は2管式でよい。

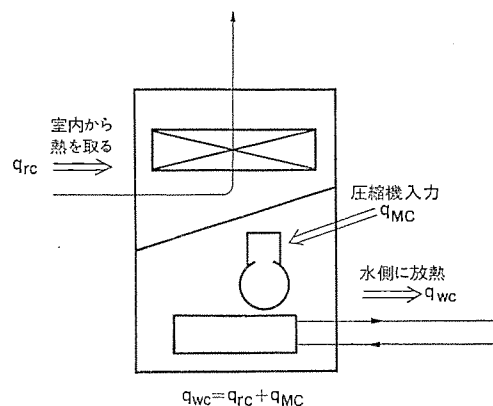


図6. ユニットの冷房運転

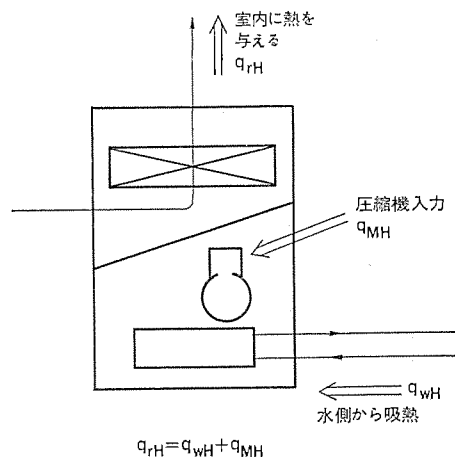


図7. ユニットの暖房運転

表 1. 床置形 (MGHシリーズ) の仕様

形 名			MGH-25 S	MGH-25 T	MGH-40 S	MGH-40 T	MGH-50 S	MGH-50 T
外形寸法	高	さ (mm)	745		810			
	幅	(mm)	790		1,210			
	奥	行 (mm)	281		281 + 59			
外 装			マンセル 5 Y 7/I (上・前パネルつや消し)					
性 能	冷房能力 (入口水温 30°C) (kcal/h)		2,100/2,350		3,350/3,750		4,200/4,700	
	暖房能力 (入口水温 20°C) (kcal/h)		2,500/2,800		4,000/4,500		5,000/5,600	
電 気 特 性	電 源		単相 200V 50/60Hz	三相 200V 50/60Hz	単相 200V 50/60Hz	三相 200V 50/60Hz	単相 200V 50/60Hz	三相 200V 50/60Hz
	冷 房	全 入 力 (kW)	1.0/1.2	0.95/1.1	1.8/2.15	1.7/2.1	2.3/2.8	2.25/2.75
		全 電 流 (A)	5.9/6.4	3.2/3.5	10.5/11	5.7/6.6	13/14.5	7.5/8.7
		力 率 (%)	85/94	86/91	86/98	86/92	88/97	87/91
	暖 房	全 入 力 (kW)	1.05/1.25	1.0/1.2	1.86/2.3	1.8/2.2	2.45/2.95	2.4/2.9
		全 電 流 (A)	6.1/6.6	3.4/3.85	11/12	6.0/7.0	14/15	8.1/9.2
		力 率 (%)	86/95	85/90	85/96	86/91	88/98	85/91
	始 動 電 流 (A)		26/24	21/19	45/42	36/32	51/46	49/45
冷 媒 回 路	圧 縮 機 形 式 × 個 数		全密閉 × 1					
	圧 縮 機 電 動 機 × 個 数 (kW)		0.75 × 1		1.2 × 1		1.5 × 1	
	空 気 側 熱 交 換 器		クロスフィン					
	水 側 熱 交 換 器		乾式二重管					
	冷 媒 制 御 機 器		温度式自動膨脹弁					
	冷 媒 (kg)		R 22 0.65		R 22 0.85		R 22 1.1	
送 風 機	送 風 機 形 式 × 個 数		ラインフローファン × 1		シロッコファン × 2			
	風 量 Hi, Me, Lo (m³/min)		10, 9, 8/10, 9, 8		15.5, 14, 12/16, 14, 12		20, 18, 15/20, 17, 15	
	機 外 静 風 圧 (mmAq)		0					
	電 動 機 出 力 (kW)		0.02		0.05		0.07	
循 環 水	接 続 管 径		3/4 B					
	水 量 (m³/h)		0.47/0.53		0.74/0.85		0.95/1.08	
	運 転 可 能 入 口 水 温 (°C)		10~45					
	水 頭 損 失 (mAq)		0.7/0.9		1.5/1.9		2.3/3.0	
保 護 装 置			圧力開閉器 (高低圧), 熱動過電流継電器 (IE) (MGH-40 T, 50 T を除く) 温度開閉器 (凍結防止), ヒューズ, 過電流継電器 (IE) (MGH-40 T, 50 T のみ)					
重 量 (kg)			76		113		118	
除 塵 装 置			サランハニカム織					

(注) 本仕様書は改良のためことわりなく変更することがあります。

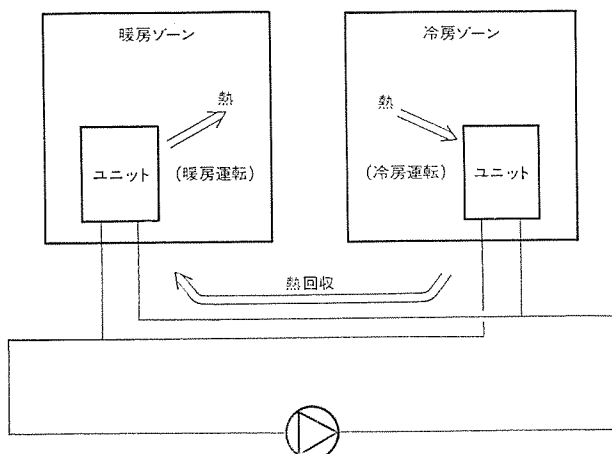


図 8. ユニットの熱回収

調方式としては非常に良いものであるが、どのような建物でもこの方式を採用すれば良い結果が得られるのか、あるいはこの方式が最も有効に特徴を発揮できる建物があるとしたらどのような建物であるか、また、最も現実的な問題として、この建物に対してマルチセントラルシステムが有効であるか否か、というような空調設計者の疑問に対してシステムがどのように評価されるかを考えながら検討をする。

システムの評価には次の二つがある。

- (1) マルチセントラルでありながら熱回収を行わない場合の評価。
- (2) 熱回収を行った場合の評価。

(1) に対しては一般のヒートポンプと同様な定性的な評価が与えられる。例えば、個別制御ができる、全電式なので火気がない、取扱いが容易である等である。

(2) に対する評価を「熱回収成立条件」という言葉で表す。もちろん良い評価を得るためには「熱回収が成立するような条件でマルチセントラル方式を採用する」ということになる。

成立条件は次の二つに分けて考えられる。

- (1) 設備の成立条件
- (2) 運転の成立条件

設備の成立条件とは静的な成立条件であり、暖房ゾーンへの供給熱がすべて回収熱で賄われ、補助ヒータを運転する必要のない条件、すなわち、補助ヒータ・ボイラ等の加熱設備が不用となる条件を言う。

運転の成立条件とは動的な成立条件であり、熱回収をしない空調方式と比較して、冬期あるいは年間の消費電力 (消費エネルギー) がより少なくなる条件を言う。

この条件の要素としては設備の運転、制御はもちろん、建物規模・構造、内部の熱的条件、外乱条件等を踏まえ、精密な負荷計算にもとづく適正なシステムの設計、スランニングコスト計算による経済性の検討を計算図表や手計算によることは不可能に近い、このことから計算図表のごとく簡易に、しかもだれにでもこれらの検討を行うこ

(4) ユニットの室温、クーリングタワー及び補助ボイラは水温によって運転すればよいので制御は非常に簡単になる。

(5) システムの増設、変更の自由度が大きい。

(6) 既設建物あるいは既設電算室との組合せによる熱回収が簡単にできる。

(7) 取扱い者は従来のヒートポンプパッケージと同じ感覚で扱える。

(8) 蓄熱そう (槽) を設ける場合、利用温度差が大きくとれるので小容積のもので済む (従来の方式での利用温度差を 5~8 deg とすると、マルチセントラルでは 25~30 deg となり 1/4 以下になる)

(9) 水温の制御範囲を適当に選定すれば (例えば下限を 20°C 程度) 配管の断熱が不用となる。

#### 4. システムの評価

マルチセントラルシステムは数々の特徴をそなえた熱回収方式であり、空



とのできるデータが得られるプログラムの開発を行った。

これを利用してマルチセントラルシステムの採用が有効であるか否かを決定することができ、否と出た場合は熱回収方式とはせず、空気熱源ヒートポンプ、あるいはチラーボイラ方式、パッケージ方式等の採用を検討することになる。

## 5. シミュレーションプログラム

### 5.1 プログラム使用目的

このプログラムの直接の目的は次の3項目を検討することにある。

- (1) 熱回収が成立するかどうか。
- (2) 熱回収のための設備の大きさはどの程度となるのか。
- (3) 年間及び季間の使用エネルギーはどの程度となるのか。

プログラムの使用目的は上述の3項であるが、年間の負荷、機種選定及びランニングコストが計算されることから商談用に、また営業部門への技術援助、設備設計の省力化、高速化が計れるなど幅広く利用できる。

### 5.2 プログラムの概要

以下プログラムの概要を述べる。

- (1) 建物を図9.に示すように各ゾーンに分割し、このゾーンを図10.に示す標準ブロック(10 m<sup>2</sup>)の集合体として熱負荷を計算する。計算される熱負荷は空調時間を8時～18時とした非定常負荷である。
- (2) 各設備の設計をする(ヒートポンプ・ファン・冷却塔・ポンプ・補助熱源など)なおヒートポンプ及びファンの設備設計は図9.に示す各ゾーンごとについて行われる。
- (3) 建物内の熱源をコンピュータールームという名称で任意に与えることができる。

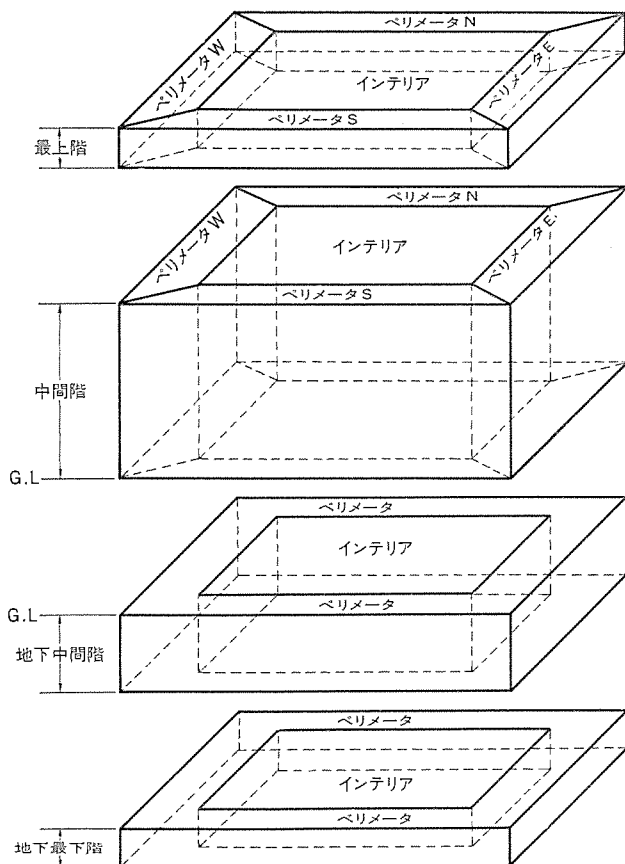


図9. ゾーンニング

(4) 0 A取り入れの場合、全熱交換器(ロスナイ)熱交換率を任意に与え全熱交換器の効果を計算できる。

(5) システムを閉回路とする場合、蓄熱方式とする場合の双方について計算できる。

(6) 各設備の消費電力量が冬期(1月～3月・12月)、中間期(4・5月・10・11月)、夏期(6月～9月)及び年間について計算できる。

図11.に蓄熱方式のシステムと熱流を示す。閉回路方式におけるシステム・熱流は図11.において蓄熱槽のないものを考えればよい。なおこのプログラム作成、基本理念は本図に基づいている。

### 5.3 フローチャート

このプログラムのゼネラルフローチャートを図12.に示す。図から分かるようにプログラムは14個のサブプログラムにより構成されている。各サブプログラムの機能の概略を図12.に示した。

### 5.4 インプット・マスタ条件

インプットデータは計算しようとする建物形態、負荷計算条件、システムの各種条件を与えるものであり、プログラム計算を行う者が必ず与えねばならないデータである。このため計算者の省力化を計るため、データの数を極力減らし、大体カード4枚程度のデータを入力すれば計算が可能のようにしてあり、他の必要なデータはマスタデータ等でプログラムに内蔵させている。マスタデータは各計算で比較的共通なデータとしてプログラムに内蔵させたデータであり、気象データ、建物構造体のデータ、機器パフォーマンス等がその主なものである。したがって特殊な計算を行うときだけこのデータを修正すればよいようになっている。

以下これらを列挙する。

- (1) インプットデータ
  - (a) 建物の形態・構造
  - (b) 設備設計外気温度・絶対湿度
  - (c) 内部発熱体(照明・人間・機器)

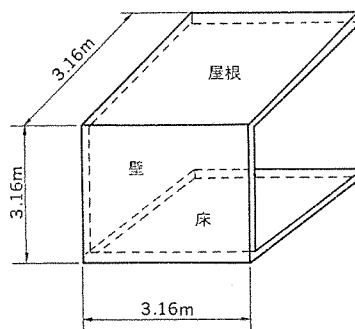


図10. 標準ブロック

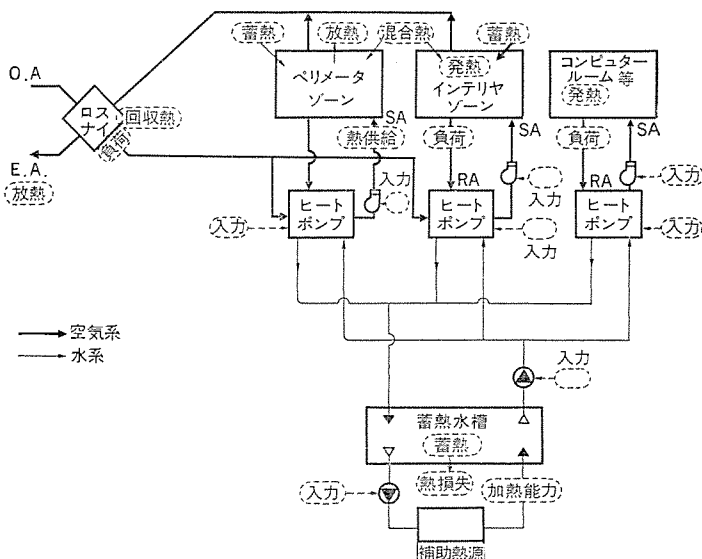


図11. マルチセントラルシステム図(蓄熱方式)

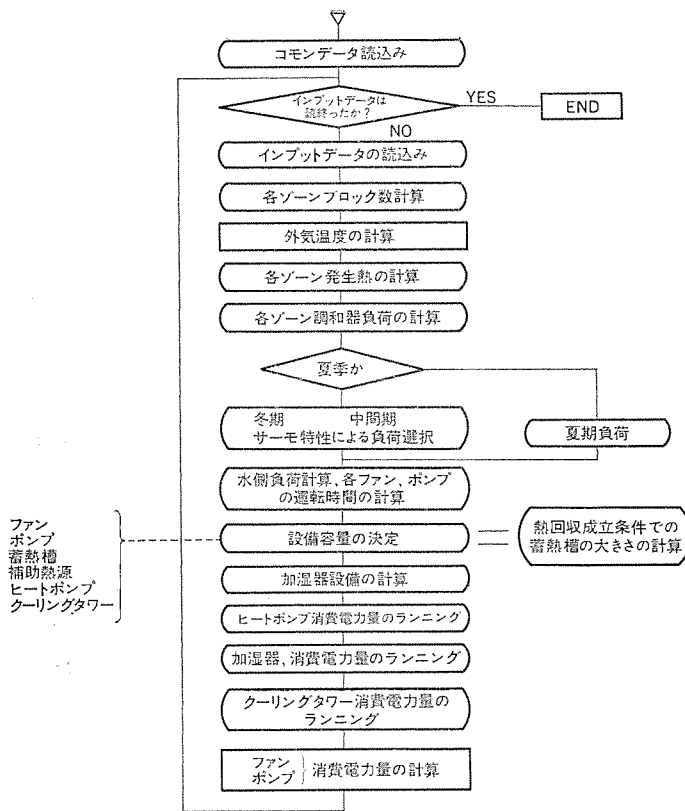


図 12. ゼネラルフローチャート

- (d) 建物内熱源 (コンピュータールーム 発熱)
  - (e) システム 方式 (閉回路方式・蓄熱方式)
  - (f) 外気負荷処理率
  - (g) 全熱交換器熱交換率 (ロスナイ)
  - (h) アウトプット 形式 (設備・消費電力量をプリントアウト するほか、熱負荷をプリントアウト するかな)
  - (i) 室内設定温度 (冷房・暖房)
- (2) マスタデータ
- (a) 屋根・床・壁の構造
  - (b) 外気取入量
  - (c) 気象データ (各月各天候ごとの温度・湿度・日数が年間)
  - (d) 窓ガラスからの日射熱取得量 (各期ごとと各面について時刻ごとのデータ)
  - (e) ポンプ効率の式化係数
  - (f) 配管摩擦損失、相当長
  - (g) 熱源 パフォーマンス
  - (h) 蓄熱槽構造

## 5.5 アウトプット例

アウトプットデータは計算結果を示すものであり、各ゾーンの負荷、選定された機器、設備の大きさ、各期の消費電力量が示されているが、アウトプット用紙だけで計算条件などすべてが分かるようにインプットしたデータをそのままプリントした部分もある。各ゾーン熱負荷は、各月各天候 (晴・曇り・雨)、各時刻ごとに計算されているので膨大なデータとなり、この熱負荷をプリントアウトさせるか否かはインプットで指定できるよう工夫をこらした。表 2. ～表 4. にアウトプット例を示す。

## 6. 計算結果

前述したプログラムは建物の計画の初期段階においてマルチセントラルシス

表 2. アウトプット例

ZONE	AREA	PERIMETER	VOLUME	CEILING AREA	FLOOR AREA	WALL AREA	GLASS AREA
1000	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
2000	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
3000	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
4000	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00
5000	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00
6000	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
7000	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00
8000	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00
9000	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00
10000	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00

表 3. アウトプット例

SYSTEM	TYPE	MODEL	PARAMETER	VALUE	UNIT
HEATING	1	1	1	1	1
Cooling	2	2	2	2	2
Humidifier	3	3	3	3	3
Dehumidifier	4	4	4	4	4
Water Pump	5	5	5	5	5
Electricity	6	6	6	6	6
Gas	7	7	7	7	7
Oil	8	8	8	8	8
Coal	9	9	9	9	9
Wood	10	10	10	10	10
Solar	11	11	11	11	11
Geothermal	12	12	12	12	12
Wind	13	13	13	13	13
Hydro	14	14	14	14	14
Biomass	15	15	15	15	15
Waste Heat	16	16	16	16	16
Heat Recovery	17	17	17	17	17
Thermal Storage	18	18	18	18	18
Electricity Storage	19	19	19	19	19
Gas Storage	20	20	20	20	20
Oil Storage	21	21	21	21	21
Coal Storage	22	22	22	22	22
Wood Storage	23	23	23	23	23
Solar Storage	24	24	24	24	24
Geothermal Storage	25	25	25	25	25
Wind Storage	26	26	26	26	26
Hydro Storage	27	27	27	27	27
Biomass Storage	28	28	28	28	28
Waste Heat Storage	29	29	29	29	29
Heat Recovery Storage	30	30	30	30	30
Thermal Storage Storage	31	31	31	31	31
Electricity Storage Storage	32	32	32	32	32
Gas Storage Storage	33	33	33	33	33
Oil Storage Storage	34	34	34	34	34
Coal Storage Storage	35	35	35	35	35
Wood Storage Storage	36	36	36	36	36
Solar Storage Storage	37	37	37	37	37
Geothermal Storage Storage	38	38	38	38	38
Wind Storage Storage	39	39	39	39	39
Hydro Storage Storage	40	40	40	40	40
Biomass Storage Storage	41	41	41	41	41
Waste Heat Storage Storage	42	42	42	42	42
Heat Recovery Storage Storage	43	43	43	43	43
Thermal Storage Storage Storage	44	44	44	44	44
Electricity Storage Storage Storage	45	45	45	45	45
Gas Storage Storage Storage	46	46	46	46	46
Oil Storage Storage Storage	47	47	47	47	47
Coal Storage Storage Storage	48	48	48	48	48
Wood Storage Storage Storage	49	49	49	49	49
Solar Storage Storage Storage	50	50	50	50	50
Geothermal Storage Storage Storage	51	51	51	51	51
Wind Storage Storage Storage	52	52	52	52	52
Hydro Storage Storage Storage	53	53	53	53	53
Biomass Storage Storage Storage	54	54	54	54	54
Waste Heat Storage Storage Storage	55	55	55	55	55
Heat Recovery Storage Storage Storage	56	56	56	56	56
Thermal Storage Storage Storage Storage	57	57	57	57	57
Electricity Storage Storage Storage Storage	58	58	58	58	58
Gas Storage Storage Storage Storage	59	59	59	59	59
Oil Storage Storage Storage Storage	60	60	60	60	60
Coal Storage Storage Storage Storage	61	61	61	61	61
Wood Storage Storage Storage Storage	62	62	62	62	62
Solar Storage Storage Storage Storage	63	63	63	63	63
Geothermal Storage Storage Storage Storage	64	64	64	64	64
Wind Storage Storage Storage Storage	65	65	65	65	65
Hydro Storage Storage Storage Storage	66	66	66	66	66
Biomass Storage Storage Storage Storage	67	67	67	67	67
Waste Heat Storage Storage Storage Storage	68	68	68	68	68
Heat Recovery Storage Storage Storage Storage	69	69	69	69	69
Thermal Storage Storage Storage Storage Storage	70	70	70	70	70

表 4. アウトプット例

SYSTEM	TYPE	MODEL	PARAMETER	VALUE	UNIT
HEATING	1	1	1	1	1
Cooling	2	2	2	2	2
Humidifier	3	3	3	3	3
Dehumidifier	4	4	4	4	4
Water Pump	5	5	5	5	5
Electricity	6	6	6	6	6
Gas	7	7	7	7	7
Oil	8	8	8	8	8
Coal	9	9	9	9	9
Wood	10	10	10	10	10
Solar	11	11	11	11	11
Geothermal	12	12	12	12	12
Wind	13	13	13	13	13
Hydro	14	14	14	14	14
Biomass	15	15	15	15	15
Waste Heat	16	16	16	16	16
Heat Recovery	17	17	17	17	17
Thermal Storage	18	18	18	18	18
Electricity Storage	19	19	19	19	19
Gas Storage	20	20	20	20	20
Oil Storage	21	21	21	21	21
Coal Storage	22	22	22	22	22
Wood Storage	23	23	23	23	23
Solar Storage	24	24	24	24	24
Geothermal Storage	25	25	25	25	25
Wind Storage	26	26	26	26	26
Hydro Storage	27	27	27	27	27
Biomass Storage	28	28	28	28	28
Waste Heat Storage	29	29	29	29	29
Heat Recovery Storage	30	30	30	30	30
Thermal Storage Storage	31	31	31	31	31
Electricity Storage Storage	32	32	32	32	32
Gas Storage Storage	33	33	33	33	33
Oil Storage Storage	34	34	34	34	34
Coal Storage Storage	35	35	35	35	35
Wood Storage Storage	36	36	36	36	36
Solar Storage Storage	37	37	37	37	37
Geothermal Storage Storage	38	38	38	38	38
Wind Storage Storage	39	39	39	39	39
Hydro Storage Storage	40	40	40	40	40
Biomass Storage Storage	41	41	41	41	41
Waste Heat Storage Storage	42	42	42	42	42
Heat Recovery Storage Storage	43	43	43	43	43
Thermal Storage Storage Storage	44	44	44	44	44
Electricity Storage Storage Storage	45	45	45	45	45
Gas Storage Storage Storage	46	46	46	46	46
Oil Storage Storage Storage	47	47	47	47	47
Coal Storage Storage Storage	48	48	48	48	48
Wood Storage Storage Storage	49	49	49	49	49
Solar Storage Storage Storage	50	50	50	50	50
Geothermal Storage Storage Storage	51	51	51	51	51
Wind Storage Storage Storage	52	52	52	52	52
Hydro Storage Storage Storage	53	53	53	53	53
Biomass Storage Storage Storage	54	54	54	54	54
Waste Heat Storage Storage Storage	55	55	55	55	55
Heat Recovery Storage Storage Storage	56	56	56	56	56
Thermal Storage Storage Storage Storage	57	57	57	57	57
Electricity Storage Storage Storage Storage	58	58	58	58	58
Gas Storage Storage Storage Storage	59	59	59	59	59
Oil Storage Storage Storage Storage	60	60	60	60	60
Coal Storage Storage Storage Storage	61	61	61	61	61
Wood Storage Storage Storage Storage	62	62	62	62	62
Solar Storage Storage Storage Storage	63	63	63	63	63
Geothermal Storage Storage Storage Storage	64	64	64	64	64
Wind Storage Storage Storage Storage	65	65	65	65	65
Hydro Storage Storage Storage Storage	66	66	66	66	66
Biomass Storage Storage Storage Storage	67	67	67	67	67
Waste Heat Storage Storage Storage Storage	68	68	68	68	68
Heat Recovery Storage Storage Storage Storage	69	69	69	69	69
Thermal Storage Storage Storage Storage Storage	70	70	70	70	70

テムの設計が迅速、簡単に行えるため営業活動・システム設計に利用できるが、この報告のごとき多くの設計条件について計算を行い、システム解析を行う場合には特に有用である。このシステム解析の一つとしてマルチセントラルの熱回収を論ずるとき、種々な方法、考え方があると思われるが、最も一般的な考え方としてシステム中に補助熱源が不要となる条件すなわち、設備の成立条件を求めるいくつかの計算を行ってみた。この計算条件のうち基本的に固定した条件を表 5. に示す。また熱回収成立条件を求めるために変化させたパラメータ変数の条件を表 6. に示す。これらの条件によりシミュレーション計算を行ない各天候条件でのシステムの動作解析を行ったデータの中から補助熱源の使用量を取り出し必要設備について分析を行った結果を図 13. に示す。同図により表 6. のパラメータ変数を変化させた場合の必要補助熱源の大きさが分かるし、またこの補助熱源の大きさが

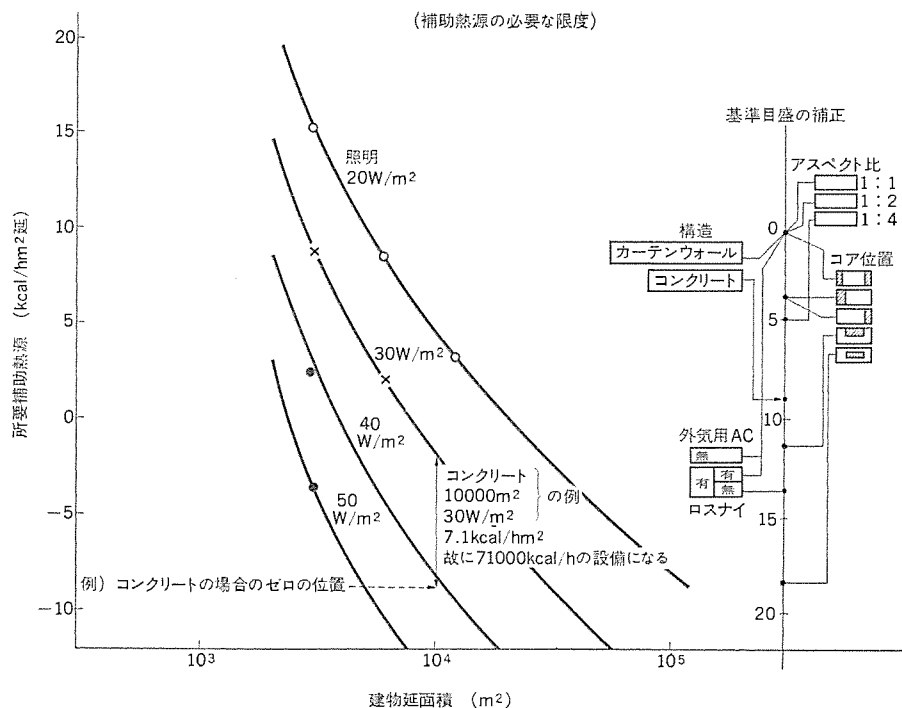


図 13. 熱回収成立条件 (補助熱源の必要な限度)

表 5. 計算条件 (固定した条件)

空調条件	室内	夏	冬
	室外	27°C DB, 50% RH	20°C DB, 50% RH
空調方式	マルチセントラル蓄熱方式		
地 域	大阪 (8年間の気象観測技術資料より)		
建 物 条 件	階 高	3.16 m	天 井 高 2.5 m
	窓面積率	0.4	空調面積率 0.7
	人 員	0.2 人/m²	外気取入量 25 m³/h・人

表 6. 計算条件 (パラメータ変数)

項 目	変 化 設 定 値
照 明	20, 30, 40, 50 W/m²
建物規模	3000m² 7F, 6000m² 9F, 12000m² 11F, 24000m² 14F
外壁構造	カーテンウォール構造, コンクリート構造
アスペクト比	1:1, 1:2, 1:4
建物コア位置	
外気専用AC	使用する, 使用しない,
全熱交換器	使用する, 使用しない,

0 kcal/h・延 m² となる条件を求めればシステム内での熱回収が完全に成立する点となる。図 13. には非常に多くのデータを含んでおり、

それぞれのデータを引出すことができるが、この一例として次のようなことが言える。すなわちマルチセントラルシステムでの熱回収によって補助熱源が不要となるのは断熱層付カーテンウォール、両端コア、アスペクト比 1:2、全熱交換器使用のような熱回収に有利な条件の場合

#### 照 明

20 W/m² で 20,000 m² 以上の建物

30 W/m² で 8,000 m² 以上の建物

これがセントコアの建物では

40 W/m² で 30,000 m² 以上の建物

コンクリート構造となると

30 W/m² で 30,000 m² 以上の建物

40 W/m² で 11,000 m² 以上の建物

のような結果となり、コアの位置も含めた建物の断熱性が重要なファクタとなることが分かる。

以上の結果及び図 13. は一般事務所ビルについての解析例であるが、マルチセントラルシステムが更に熱回収の威力を発揮

するのは建物が複合ビルであったり、コンピュータールーム、食堂、電話交換室などの内部発熱を持っている場合である。このような場合には熱回収が図 13. に示された値よりも更に有利な条件で成立する。この時の成立条件を求めるにも図 13. が使用でき、内部発熱相当分だけ図中の照明 W/m² を増大させればよい。

## 7. む す び

マルチセントラルシステムの熱回収意義、熱回収成立条件及びこの解析に使用したシミュレーションプログラムについて述べてきた。熱回収を含めたエネルギー・セービングは今後ますます重要な課題となってきたのでマルチセントラルや他の熱回収方式の検討、及びこれらの熱回収方式間や、一般の空調方式との比較も行ってきた。これらの検討・解析は関西電力(株)との共同研究に負うところ大であり、いち早く時代の流れを察知され、ご提言・ご支援下さった営業部の方々に深く感謝する次第です。

## 参 考 文 献

- (1) 笠置ほか：電子計算機による冷暖房熱負荷計算，三菱電機技報，45，No. 9 (昭 46)
- (2) 貝瀬ほか：マルチセントラル空調システム，三菱電機技報，46，No. 3 (昭 47)
- (3) 小原ほか：ヒートポンプとビル排熱利用，三菱電機技報，47，No. 5 (昭 48)
- (4) 笠置ほか：冷凍・空調設計用ソフトウェア，三菱電機技報，49，No. 11 (昭 50)

# セントラルヒーティングの運転シミュレーション

大畑 晃一\*・山地 昇\*\*・酒井正博\*\*・野間口 有\*\*\*

## 1. ま え が き

石油 ショック 以降 メカ にとって省資源、省 エネルギ 機器の開発が急務となり、この観点にたつて小形高効率のセントラルヒーティング用熱源機器としてクリーンボイラが開発されている。このクリーンボイラは灯油を燃料とする強制予混合燃焼方式の燃焼機を用いた温水機であり、ガンタイプバーナなどを用いた従来の温水機に比較して、燃焼空間が極めて小さくなり、装置全体の小型化が可能になった<sup>(1)(2)</sup>。また、空燃比が小さくてよく、簡単な熱交換器で、90%前後の高い熱効率を容易に得ることもできるようになった。

このクリーンボイラの特長を十分生かすには、セントラルヒーティング（以下CHと略す）システムをどのように構成したらよいか、また、従来のシステムにクリーンボイラをそのまま適用した場合、どのような運転パターンになるか、等々の問題を検討することがこの研究の目的である。

周知のように、CHシステムは、熱負荷としての放熱器、間接加熱器などが温水機と配管によって結ばれ、その中を温水が循環し、温水機は機内の湯温を検出して、燃焼のON・OFFを自動的に行う。一般に、燃焼のON・OFF時には、騒音、臭気がつよまる傾向にあるので、CHシステムの構成にあたっては、燃焼のON・OFFがひんぱんになりすぎないように配慮する必要がある。また、ON・OFFのひんぱんを繰り返すは、機器の耐久性の向上といった見地からも、可能なかぎり避けなければならない。ON・OFFの時間の比は、熱入力と熱負荷との比によって決まるが、更に循環流量、温水機の容量（貯湯量）、湯温検出器の感度などが関係するため、実際のシステムにおいては、その評価を行うことは簡単な問題ではない。このほか、運転開始後、放熱器、給湯器などの機能がどのような時間的変化をするかを知ることも、CHシステムの合理的な設計を行ううえで重要な問題である。

この報告は、上記のような問題を、できるだけ一般的に検討できるように作成したプログラムで、クリーンボイラのようなコンパクトで高効率な熱源を使用したCHシステムに特に焦点をあわせて解析を行った結果に関するもので

あるが、同じ手法を、通常のCHシステム、冷水循環システム等に応用することは、問題の性質上、極めて容易である。

## 2. シミュレーションの方法

### 2.1 シミュレーションのモデル

CHシステムに使用される機器の選定及び配置については、家屋の構造、あるいは用途（営業用、自家用）などによって、それぞれ異なってくる。図1.はCHシステムの一般的な構成を示したもので、温水機は、暖房負荷用の温水と給湯の供給能力を持ち、温水は循環ポンプによってヘッダに送られ、このヘッダから各放熱器に分流される。放熱器を通った温水はもう一度ヘッダに集められ温水機にもどる。放熱器は、二つのヘッダ間に並列、又は直列に配置されている。放熱器の数とその配置は任意である。またバイパス回路を形成するためのバイパスバルブを持っている場合もある。

温水機の運転は温水機出口（あるいは入口）での湯温を湯温検出器で検出して設定温度にて燃焼をON・OFFさせ、湯温制御するものとした。

### 2.2 シミュレーションの方法

図1.のシステムをシミュレートするには、(1)温水機部、(2)放熱器部、(3)配管部、及び(4)湯温検出器部の熱収支の時間的変化を知ればよいこととなる。以下各部分についてそれぞれ考察してみる。

なお、具体的な検討においては次の単純化を行った。

- (a) 各部における温水には、温度分布はないものとする。
- (b) 各部分（そこに含まれる温水及び構成材を含む）の温度変

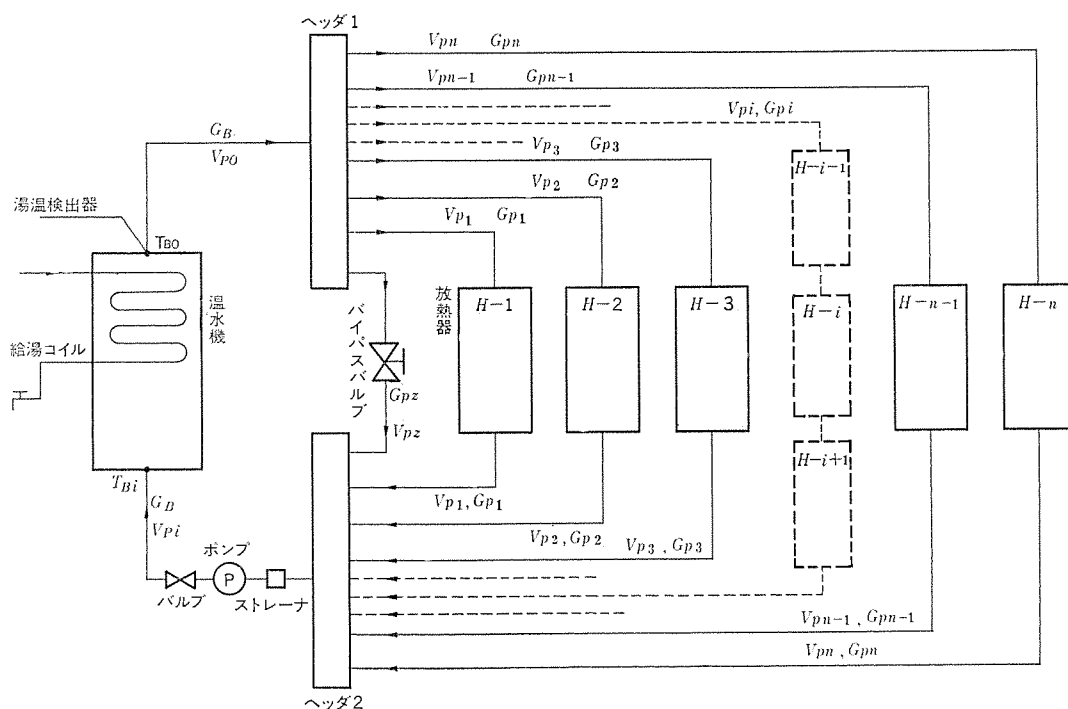


図1. CHシステムのモデル



表 1. 記号表

$Q_{Ba}$ : 燃焼によって与えられる熱量 (kcal/h)	$K$ : 湯温検出器の熱伝達率 (kcal/m <sup>2</sup> h°C)
$Q_{Bb}$ : 循環温水によって出入する熱量 (kcal/h)	$B$ : 温水機を示すサフィックス
$Q_{Bc}$ : 温水機自身 (水, 構成材) の温度変化に寄与する熱量 (kcal/h)	$H$ : 放熱器を示すサフィックス
$T$ : 温度 (°C)	$P$ : 配管部を示すサフィックス
$E$ : 水当量 (kg)	$D$ : 湯温検出器部を示すサフィックス
$C$ : 比熱 (kcal/kg°C)	$O$ : 流出側を示すサフィックス
$G$ : 循環流量 (kg/h)	$i$ : 流入側を示すサフィックス
$V$ : 容量 (l)	$R$ : 暖房する室内を示すサフィックス
$\theta$ : 規格化された温度	$W$ : 水を示すサフィックス
$t$ : 時間 (s)	$Z$ : バイパスバルブを示すサフィックス
$s$ : 規格化された時間	$Y$ : 熱入力 (kcal/h)
$h$ : 熱交換係数 (kcal/h°C)	$\eta$ : 燃焼効率
$A$ : 湯温検出器の表面積 (m <sup>2</sup> )	$\xi$ : 熱交換効率
$M$ : 湯温検出器の重量 (kg)	1~4: 図 1. 参照

化は出口部の温水の温度変化で代表する。

(c) 温水機表面, 配管表面からの熱損失は無視できるものとする。

以下に述べる式に使用した記号は, 表 1. にまとめて示した。

#### (1) 温水機部

この部分における熱収支は, 燃焼によって与えられる熱量と, 循環温水によって出入する熱量, 及び温水機自身 (水, 構成材) の温度変化に寄与する熱量とのヒートバランスを考えると,

$$Q_{Ba} = Q_{Bb} + Q_{Bc} \quad (1)$$

温水機表面から外気への熱損失は無視した。

$$\text{ここで } Q_{Ba} = \eta \xi Y \quad (2)$$

$$Q_{Bb} = G_B C_W (T_{BO} - T_{Bi}) \quad (3)$$

$$Q_{Bc} = E_B C_W (\Delta T_{BO} / \Delta t) \quad (4)$$

式(2)~(4)を式(1)に代入し,  $C_W = 1.0$  として, 更に  $\Delta T_{BO} / \Delta t = dT_{BO} / dt$  と書き変えると

$$Q_{Ba} = E_B (dT_{BO} / dt) + G_B (T_{BO} - T_{Bi}) \quad (5)$$

上式において

$$T_{BO} = T_0 \theta_{BO} \quad T_{Bi} = T_0 \theta_{Bi} \quad (6)$$

$$t = (E_B / G_B) S \quad (7)$$

と無次元化操作を行って整理すると

$$d\theta_{BO} / ds = -(\theta_{BO} - \theta_{Bi}) + Q_{Ba} / G_B T_0 \quad (8)$$

となる。

#### (2) 放熱器部

図 1. に示したシステムでは, 複数個の放熱器が使用されているが, ここでは, その中の一つを取り出して考える。循環温水によって運ばれてくる熱量と, 放熱器から室内への放熱量, 及び放熱器自身 (水, 構成材) の温度変化に寄与する熱量とのバランスを考えると, 上と同じようにして,

$$d\theta_{HO} / ds = -\alpha (\theta_{HO} - \theta_{Hi}) - \beta (\theta_{Hi} - \theta_R) \quad (9)$$

$$\text{ここで } \alpha = (G_H / E_H) / (G_B / E_B) \quad (10)$$

$$\beta = (h / E_H) / (G_B / E_B) \quad (11)$$

である。

#### (3) 配管部

配管部では, 表面からの熱損失と配管部自身の温度変化に基づく熱量, 及び循環温水によって運ばれる熱量とのバランスを考えると, 上

と同じように

$$d\theta_{PO} / ds = -\gamma (\theta_{PO} - \theta_{Pi}) \quad (12)$$

$$\text{ここで } \gamma = (G_P / E_P) / (G_B / E_B) \quad (13)$$

である。

#### (4) 湯温検出器部

湯温検出器は, 温水機出口部の温水の中にそう入されているので, その温度変化は次のように表せる。

$$dT_D / dt = (KA / MC_D) (T_{BO} - T_D) \quad (14)$$

上式を以前と同じように無次元化すると

$$d\theta_D / ds = -\delta (\theta_D - \theta_{BO}) \quad (15)$$

$$\text{ここで } \delta = (KA / MC_D) / (G_B / E_B) \quad (16)$$

である。

上の各式を図 1. のそれぞれ対応する部分にあてはめ計算する。

### 3. 計算条件と結果

#### 3.1 計算条件

上記の式を用いて実際に計算した例について述べる。この例では図 1. に示したなかで, 温水機は給湯を行わず, 放熱器はヘッダ間に並列に 4 台を備えたものとした。外に次のような単純化を行った。

- (1) 放熱器は燃焼が開始された時点より運転する。
- (2) 放熱器の設置されている部屋の温度は 20°C で変化しない。
- (3) 燃焼機が燃焼を開始する時はプリパージを行い, 停止した時はポストパージを行う。しかし, パージ時の冷却効果は考えない。
- (4) 湯温検出器の設定温度にはディファレンシャル (ON-OFF の温度差) がある。(  $T_{DH}$  で OFF,  $T_{DL}$  で ON )

このような条件のもとに, 循環流量, 貯湯量, 負荷量, 湯温検出器の感度などをかえて計算した。計算に使用した実際の数値は表 2. に示す。このシミュレーションプログラムの概略のフローを図 2. に示す。このプログラムの構成は, シミュレーション間隔 (1 秒) ごとに, CH システム内の各部の水温を算出するとともに, 燃焼が ON 状態にあるかを判別することができる。

なお, 計算は, 簡単のために, 2 章に示した無次元化した式で行ったが, 以下に示す計算結果は, 理解を助けるために次元を付した形にした。

#### 3.2 計算結果と考察

計算結果の一例を示したものが図 3. である。図中に示した条件のもとでの, 温水機入口, 出口水温, 及び燃焼機の ON・OFF 時間の変化を表している。図より運転開始後 50 分くらいのところで出口水温はほぼ一定振幅, 一定周期の変化を行うことがわかる。他の

表 2. 計算に使用した数値

$V_{PO}$ 4.4 l	$h_{H1}$ 15 kcal/kg°C	初期水温	5°C
$V_{Pi}$ 8.0 l	$h_{H2}$ 38 kcal/kg°C	プレパージ時間	25 s
$V_{Ps}$ 0.2 l	$h_{H3}$ 38 kcal/kg°C	ポストパージ時間	10 s
$V_{P1}$ 0.3 l	$h_{H4}$ 58 kcal/kg°C		
$V_{P2}$ 0.4 l		配管系に取付けられた部品 (例えば循環ポンプ, ストレーナ等) を	
$V_{P3}$ 0.5 l	$A$ 33 cm <sup>2</sup>	まとめて水当量で 15kg とした。	
$V_{P4}$ 0.5 l	$M$ 7.04 g		
$V_{H1}$ 0.4 l	$C_D$ 0.238 kcal/kg°C		
$V_{H2}$ 1.0 l	$T_{DH}$ 80°C		
$V_{H3}$ 0.9 l	$T_{DL}$ 73°C		
$V_{H4}$ 0.3 l	$C_W$ 1.0 kcal/kg°C		
	$Q_{Ba}$ 27,000 kcal/h		

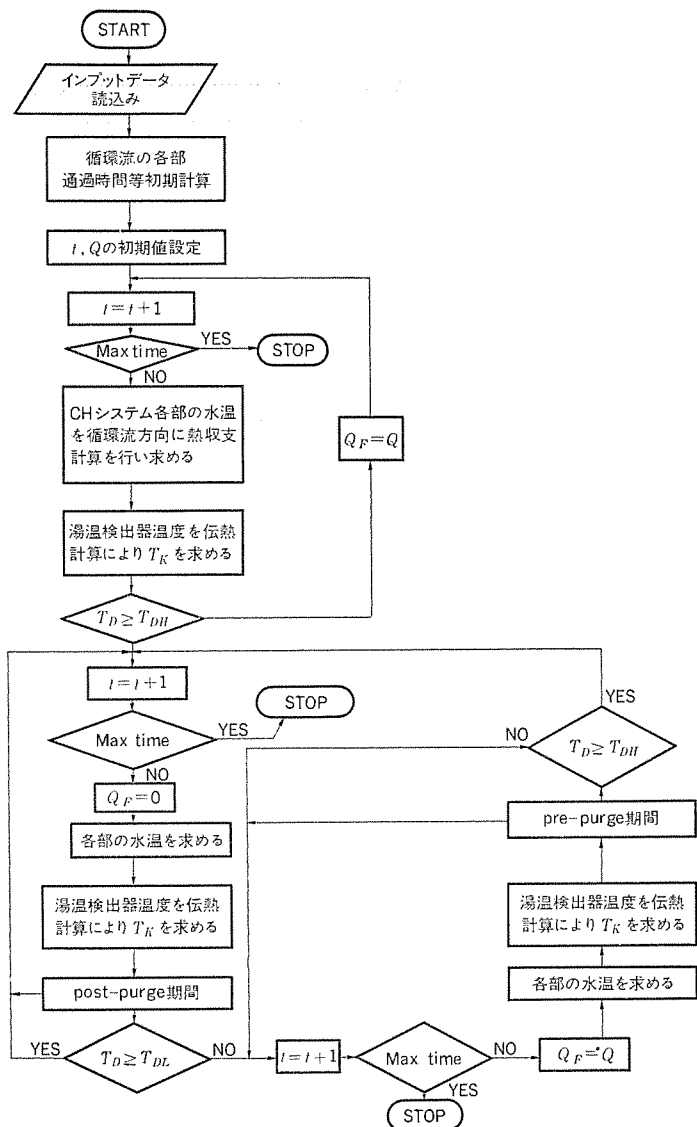


図 2. CH システム 解析 プログラム の概略 フローチャート

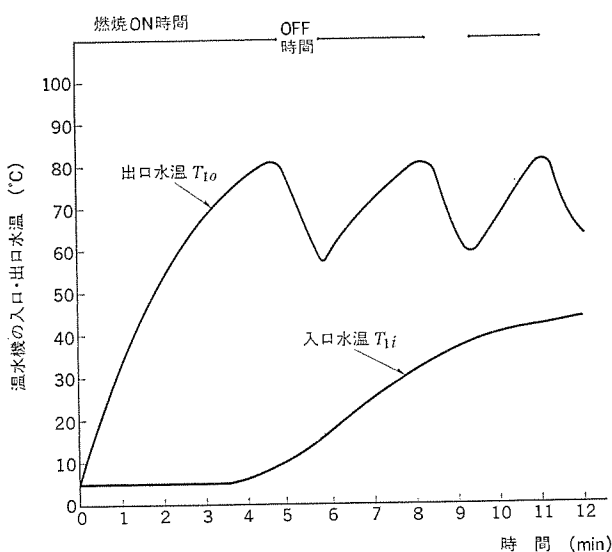
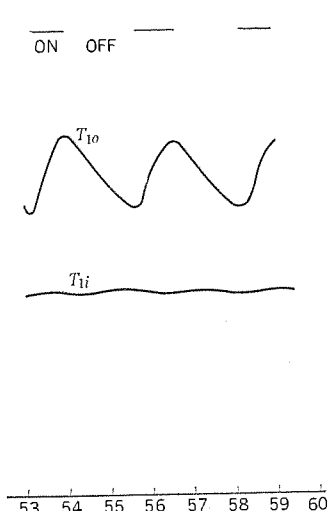


図 3. 結果 (例) 計算条件

$V_B=32\text{ l}$ ,  $G_B=10\text{ kg/min}$ ,  $K=100\text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ,  $T_{DH}=80^\circ\text{C}$ ,  $T_{DL}=73^\circ\text{C}$   
 負荷量  $8,400\text{ kcal/h}$  バイパスバルブ閉



条件においても同様な変化がみられるので、今回、計算結果を整理するうえで温水機運転開始後 40～60 分くらいの時間帯の燃焼機 ON 時間、OFF 時間を読みとった。表 3. にその結果を示す。

表 3. では、循環流量、温水機の貯湯量、熱負荷量、湯温検出器の感度、ディファレンシャル、及び取付位置、バイパスバルブの開閉について、それぞれの値を変えたときの ON・OFF 時間を表している。

また、それぞれの要因の ON、OFF 時間に与える影響について、図 4., 5., 6., 8., 9. に図示したので、以下各図について考察してみよう。なお、これらの図に示したのは、湯温検出器は温水機出口側にある場合だけである。

図 4. は、循環流量の変化に対する燃焼の ON・OFF 時間への影響をみたものである。貯湯量  $10\text{ l}$ ,  $32\text{ l}$  の場合である。いずれの場合も、両時間とも下にとつ(凸)の形をもっており、貯湯量  $10\text{ l}$  のとき循環流量が約  $20\text{ l/min}$ , 貯湯量  $32\text{ l}$  のとき約  $10\text{ l/min}$  のところに極小値があることがわかる。極小値の位置からずれるにしたがって、循環流量の変化に基づく ON、OFF 時間の変化の割合は小さくなっていく。したがってこの極小値をさけるような循環水量の選定が必要となる。

図 5. は、貯湯量を種々かえたときの ON・OFF 時間の変化をみたもので、循環流量  $10\text{ l/min}$  の場合と  $50\text{ l/min}$  の場合について示す。図より、貯湯量が増えるに従ってほぼ一定の割合で、両時間は増加していくことがわかる。したがって貯湯量が多いほうがよい。

図 6. は、図 4. と同様の関係を負荷をかけて調べたものである。当然のことながら、負荷を減少させると ON 時間は減少し、OFF 時間は増大する。この計算条件に比較的近い条件での実験データがあるので、両者を比較してみよう。実験のセット及び結果の一部を図 7., 図 8. に示す。条件の若干の違いを考慮するならば、この解析の手法が、実測結果の説明を与え得るものと考えてよいことがわかる。また、図 4., 図 6. にみられる下に凸の特性、循環流量が大きいところでは ON・OFF 時間がそれ程流量に依存しなくなる特性などが、実測においても観測されている。

湯温検出器の感度の影響を調べたのが図 8. である。横

軸に、検出器の感度 ( $KA/MC_D$ ) をとった。循環流量が  $5\text{ l/min}$ ,  $20\text{ l/min}$ ,  $60\text{ l/min}$  のいずれの場合も、 $KA/MC_D$  が増大するにつれて ON・OFF 時間が減少することがわかる。そして、いずれの場合も、 $KA/MC_D \approx 400\text{ (h}^{-1}\text{)}$  以上では飽和する傾向にある。湯温検出器が制御の良さに及ぼす影響を調べたのが図 9. である。縦軸には、ゆきすぎ温度及びゆきすぎ時間を取り、横軸には、循環流量を取り、パラメータとして  $KA/MC_D$  をとった。ゆきすぎ温度、ゆきすぎ時間とは、湯温の設定温度  $T_{DL}$  あるいは  $T_{DH}$  より外側に最も大きくえた温度、

表 3. 計算結果

循環流量	温水機貯湯量 (l)		10	32	45	64	32	32	32	32	10	10	10
	熱 負 荷 量 (kcal/h)		8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	4,200	16,000	8,400	8,400	8,400
	湯温検出器熱伝達率 (kcal/m <sup>2</sup> h°C)		100	100	100	100	50	200	100	100	100	100	100
	同上 ディファレンシャル (°C)		7	7	7	7	7	7	7	7	10	7	7
	同上 取 付 位 置		出 口	出 口	出 口	出 口	出 口	出 口	出 口	出 口	出 口	入 口	出 口
	ショートバルブの開閉		閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	30 l/min
l/min	燃焼 ON OFF TOTAL	時間 (s) 時間 (s) 時間 (s)											
				76 257 333									
5	ON OFF TOTAL			85 190 275			107 235 342	72 162 234	65 341 406	154 113 267			
			52 118 170										
10	ON OFF TOTAL			97 217 314	127 282 415		99 218 317	69 155 224	64 351 415	148 108 256	51 118 169	246 426 672	
			50 116 166										
20	ON OFF TOTAL			91 205 296			117 260 377	77 175 252	72 397 469	116 118 234			
			43 98 141										
30	ON OFF TOTAL			104 234 338	134 297 431	162 358 520	130 287 417	91 206 297	81 443 524	188 133 321	74 176 250		
			61 140 201										
50	ON OFF TOTAL			114 254 368			139 306 445	101 229 330	89 483 572	204 145 349	117 271 388		99 219 318
			78 178 256										
60	ON OFF TOTAL						142 314 456	104 234 338	92 499 591	209 149 358			
			82 185 267										

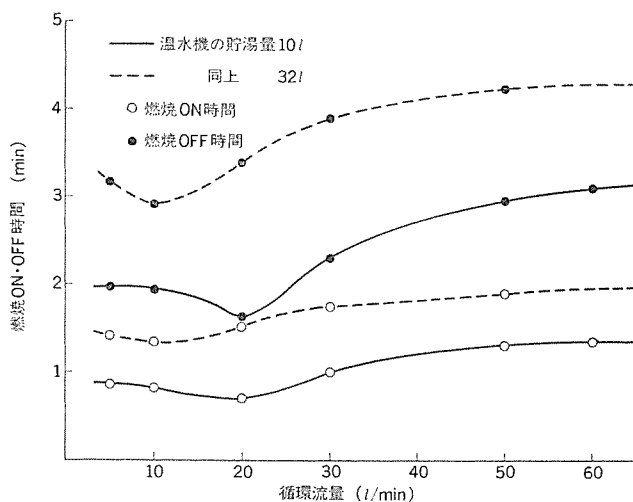
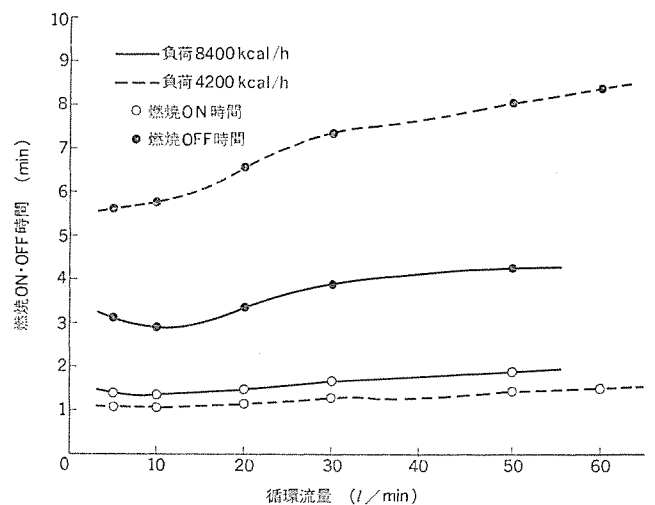


図 4. 燃焼 ON・OFF 時間と循環流量の関係

計算条件  $T_{DH}$  80°C,  $T_{DL}$  73°C,  $K$  100 kcal/m<sup>2</sup>h°C  
負荷量 8,400 kcal/h, バイパスバルブ閉

図 6. 燃焼 ON・OFF 時間と循環流量の関係  
— 負荷による影響 —

計算条件  $V_B$  32 l,  $T_{DH}$  80°C,  $T_{DL}$  73°C,  $K$  100 kcal/m<sup>2</sup>h°C,  
バイパスバルブ閉

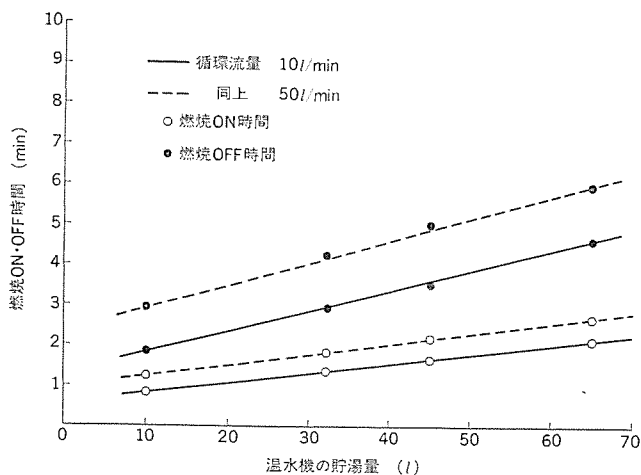


図 5. 燃焼 ON・OFF 時間と温水機の貯湯量の関係

計算条件  $T_{DH}$  80°C,  $T_{DL}$  73°C,  $K$  100 kcal/m<sup>2</sup>h°C  
負荷量 8,400 kcal/h, バイパスバルブ閉

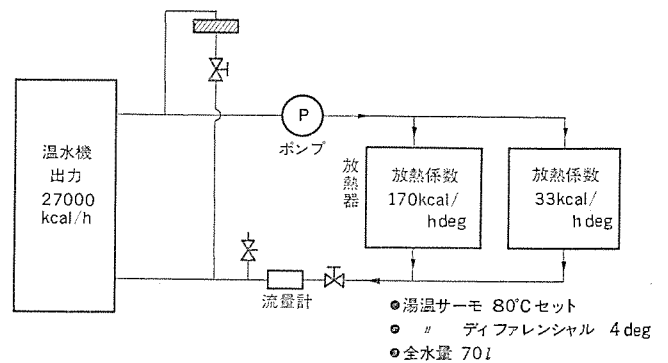


図 7. 実測のシステム

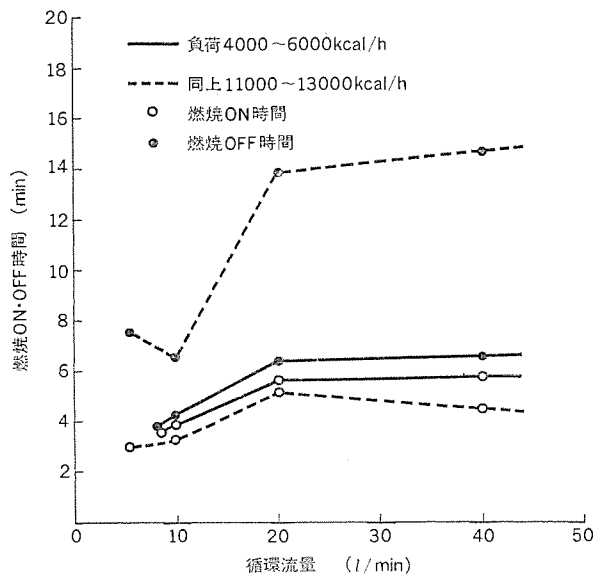


図 8. 燃焼 ON・OFF 時間と循環流量の関係 (実測値)

及び湯温が  $T_{DL}$  と  $T_{DH}$  の範囲外にある時間のことである。図 9., 図 10. より, ON・OFF 時間の長さと制御の良さとの間の関係が明らかになった。このほか, 湯温検出器を温水機の入口側に取付けた場合, 出口側に取付けた場合の差を調べてみると, 入口側に取付けたほうが, ゆきすぎ温度, 時間が増大し, ON・OFF 時間も増大することがわかった。

以上, 3. 1 節に示した計算条件について計算した結果を簡単に述べた。ここで, これらの結果が, CH システム 構成にどのように役立てられるか考えてみよう。一般に貯湯量が少ない温水機において図 5. から明らかに, 燃焼の ON・OFF のはげしい運転特性になることが予想される。これを防ぐには, 循環流量を十分大きくする。バイパス回路を設け, 循環流量の一部をショートサーキットさせる。また, 許される範囲で, 湯温検出器のデッドタイムを大きくする, 等の対策が考えられる。

#### 4. む す び

以上述べたように, この解析によって, CH システム の運転のシミュレーションを行うことが可能になったので, 循環流量, 負荷量, 温水機の貯湯量, 湯温検出器の感度等々の要因がシステム の運転特性に及ぼす影響の大きさを, 定性的だけでなく定量的に評価できるようになった。

この解析によって得られる結果には特に目新しいものはないが, 従来ややもすると粗雑に各要素を連結するだけであったシステム の設計を, 機器の長寿命化, 各要素 (機器) 組合せの最適化等を考慮した, より高度な設計へと変えるには, 極めて有用なものがある。

著者らは既にこの解析の結果からクリーンボイラを使った CH システム に関する知見を得たが, 更に一般の各種 CH システム においても合理的設計施工を行うための技術資料を容易に入手できるようになった。また空調用冷水機においても冷却器の貯水量は一般に少なく条件によってはひん繁な ON・OFF 運転を行う可能性をもっており, また凍結防止という観点からも解析する価値は十分にあり, また容易

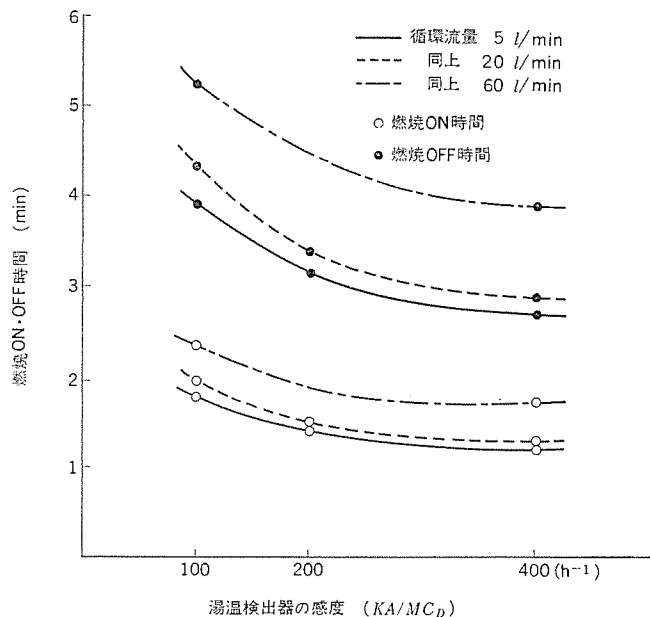


図 9. 燃焼 ON・OFF 時間と湯温検出器の感度の関係

計算条件  $V_B$  32 l, 負荷量 8,400 kcal/h  
 $T_{DH}$  80°C,  $T_{DL}$  73°C, バイパスバルブ閉

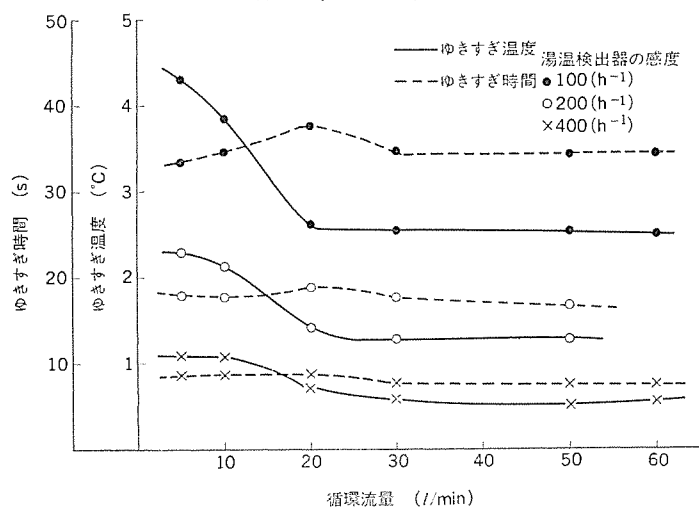


図 10. ゆきすぎ温度, ゆきすぎ時間と循環流量の関係

計算条件  $V_B$  32 l, 負荷量 8,400 kcal/h  
 $T_{DH}$  80°C,  $T_{DL}$  73°C, バイパスバルブ閉

に実施しうるものである。

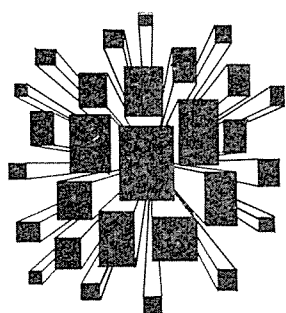
なお, この報告で行った種々の単純化はほとんど, 解析遂行上の必要性というよりは, 時間の節約を目的としてなされた。解析が必要とする精度に応じて, 単純化のしかたをかえる必要があることは言うまでもない。

この研究を行うにあたって種々ご討論いただいた本社・内山技師長をはじめとする関係者の方々に謝意を表します。

#### 参 考 文 献

- (1) 野間口, 伊藤: 超高温研究 10, 1 (昭 48)
- (2) 伊藤, 野間口, 大畑, 原: クリーンボイラ, 三菱電機技報, 47, No. 5, 455 (昭 48)

# 特許と新案



## 画像表示装置 (特許 第674799号)

発明者 倉橋浩一郎・池端重樹

この発明は、画像表示板にエレクトロルミネセンス蛍光板 (EL 板) を使用し、この EL 板に電圧パルスを印加することにより発光を励起し、この印加電圧パルスの数を映像信号の大きさに応じて増減することにより輝度変調を行うようにした画像表示装置に関するものである。

以下この発明を図により説明する。

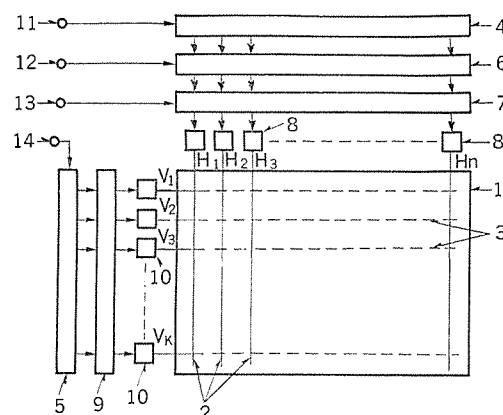
$n$  本の帯状透明電極 (2) に対応する  $n$  ビットシフトレジスタ (4) へは、端子 (11) から 1 水平走査時間内に  $n$  個のクロックパルスが到来する。一方端子 (12) には映像信号が印加され、シフトレジスタ (4) が出力パルスを出すごとに、その箇所のサンプルホールド回路 (6) で、その時の映像信号電圧を順次記憶してゆく。1 水平走査時間の後にはサンプルホールド回路 (6) はすべて記憶を完了し、その時点で端子 (13) に入るトリガパルスにより記憶内容をパルス発生器 (7) に移す。

パルス発生器 (7) は  $n$  個の出力を持ち、各出力は上記トリガパルスと同時にパルス発生を開始し、対応するサンプルホールド回路 (6) の記憶内容に応じた複数個のパルスを発生して終止する。パルス発生器 (7) の出力はさらに対応するスイッチ回路 (8) を駆動し LE 板を励起するに必要な電圧パルスとなり、 $H_1, H_2, \dots, H_n$  で示した  $n$  本の帯状透明電極 (2) に接続される。

他方、シフトレジスタ (5) の入力端子 (14) には 1 水平走査時間  $t$  ごと

に 1 個のパルスが到来し、シフトレジスタ (5) 内の 1 ビットの内容は一カ所に  $t$  時間の出力を発生しながら順次図示の下方に移行する。パルス発生器 (9) は対応するシフトレジスタ (5) に出力がある  $t$  時間パルスを発生し、スイッチ回路 (10) を駆動する。このようにして  $K$  個の帯状電極 (3) は一カ所ずつ  $t$  時間のパルス印加を受けることになり、映像信号に応じた画像を LE 板上に得ることになる。

このようにこの発明によれば、低い駆動電圧で容易に深い輝度変調を得ることができる。



## 周波数自動同調装置 (特許 第692009号)

発明者 藤田彪太・入江浩一

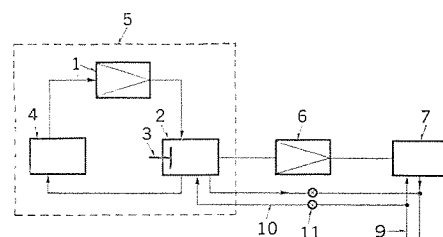
この発明は、特に線形電子加速装置に用いられる周波数自動同調装置に関するものである。一般に線形電子加速装置用周波数同調装置においては、負荷にはその温度で定まる一定周波数のマイクロ波電力を供給する必要がある、このため従来は負荷にその温度を一定に制御する冷却装置を設け、他方、発振器もその周波数を決定する標準空洞の温度を一定に保つか、温度係数の小さな材料で空洞を作るかして必要な一定の周波数を発振させていた。

図において、増幅器 (1)、標準空洞 (2) 及び移相器 (4) からなり、標準空洞 (2) の共振周波数を発振周波数とする発振器 (5) の出力は、電力増幅器 (6) を介して負荷 (7) に印加される。

このとき、負荷 (7) 及び標準空洞 (2) はおのおの配管 (9) 及びこの配管 (9) から分岐された配管 (10) を流れる冷却水によって同時に冷却されるので、負荷 (7) の温度に応じて発振器 (5) の発振周波数が自動的に制御される。また負荷 (7) と標準空洞 (2) の温度係数が異なる場合は、冷

却水調節弁 (11) を設けて標準空洞 (2) と負荷 (7) の冷却水量を調節し、温度係数を等しくすることができる。

この発明によれば、従来装置のような温度制御つき冷却装置が不要となり、単に冷却水の水源があれば発振器 (5) の発振周波数を負荷 (7) の必要とする値に自動的に制御することができ、装置の簡略化を図ることができる。





# 直 流 電 力 制 御 装 置 (特許 第 683412 号)

発 明 者 赤 松 昌 彦

この発明はスイッチング動作又はリニア動作による直流電力制御装置の改良に関し、その目的とするところは、二つに分圧する手段を備えた直流電源と、この分圧された二つの電圧間におおの接続された二つの直流電力制御ユニットを備え、この二つのユニットの出力端子間またはおおの出力端子と電源端子間に負荷を接続し、これによって出力電圧を  $0 \sim 1/2$  と  $1/2 \sim 1$  との二つの範囲で区分的に制御すると共に、所要直流電力制御ユニット容量の半減を図ることにある。

図 1. の第 1 の回路接続図及び図 2. の第 2 の回路接続図において、(1a) 及び (1b) はおおの第 1 及び第 2 の直流電源であって分圧手段を備えた直流電源(1)を構成し、(2a) 及び (2b) はおおの第 1 及び第 2 の直流電力制御ユニット、(3a) 及び (3b) はおおの第 1 及び第 2 の負荷である。直流電力制御ユニット(2)は、例えば図 3. のごとくサイリスタ(21)とダイオード(22)とから構成され、少なくとも二つの正負入力端子 x, y と少なくとも一つの出力端子 z とを備え、出力端子 z の電位を入力端子 x, y の電位間で瞬時もしくは平均的に制御する。

図 1. において、電源(1a) 及び (1b) をおおの等しく分圧しておき合計電圧を E とすると、各負荷の電圧は

$0 \sim E/2$  の範囲で制御できる。

一方図 2. においては、第 1 の負荷(3a) は第 2 の電源(1b) の電圧だけ基底分を生じ、第 2 の負荷(3b) は第 1 の電源(1a) の電圧だけ基底分を生じ、おおの各電源(1a), (1b) の電圧の範囲だけ積み上げて制御できる。すなわち、電源電圧を等分しておけば、各負荷電圧を  $E/2 \sim E$  の範囲で制御できる。従って図 1. と図 2. の回路を組合せ、切り換えて使用すれば合計電源電圧の全範囲で制御できる。

この発明によれば、各直流電力制御ユニットの所要電圧容量が  $E/2$  でよく、従来装置の  $1/2$  の容量で負荷に対して直並列接続切換えをしたのと同じ効果が得られる。

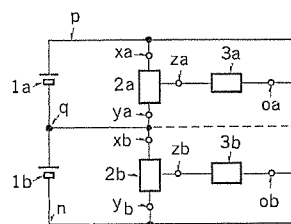


図 1

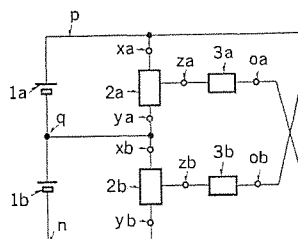


図 2

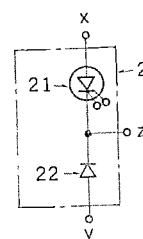


図 3

## 変 流 器 (実用新案登録 第 974250 号)

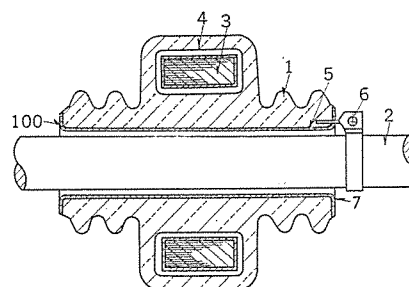
考 案 者 横 山 栄 一

この考案はモールド形の変流器に関するもので、コロナ放電による損食及び絶縁劣化が少なく、導電性薄膜と一次導体との接続手段が極めて簡単になると共に、径方向寸法を小さくすることが可能な変流器を得ることを目的とするものである。

図において、1 は樹脂モールド外被、2 は一次導体、3 は鉄心、4 は二次コイル、5 は外被 1 の貫通孔 100 の内側表面にメッキされた導電性薄膜、6 は接続金具、7 は貫通孔 100 の内側表面である。そして上記接続金具 6 はその一端が、モールド外被 1 の端面に施された導電性薄膜 5 を接触して貫通しモールド外被 1 の端面に埋設され、他端は一次導体 2 に電気的に接続されている。

この考案の要旨は、モールド外被 1 の貫通孔内壁表面 7 及びモールド外被 1 の両端面にわたって金属メッキを施して導電性薄膜 5 を形成すると共に、接続金具 6 の一端を、モールド外被 1 の端面に施された導電性薄膜 5 を接触して貫通しモールド外被 1 の端部に埋設し、他端を一次導体 2 に電気的に接続した点にある、このような構成であるが故に、鉄心 3、二次コイル 4、及び接続金具 6 の一端を一体にモールド成形した後、貫通孔内壁表面 7 及び接続金具 6 の一端に金属メッキを施し、その後、一次導体 2 を貫通孔 100 内にそう(挿)入し、一次導体 2 と接続金具 6 とを電気的に接続すれば、高電圧は導電性薄膜

5 と二次コイル 4 間にかかるが、両者間には空げき(隙)がないのでコロナ放電は起こさない。また導電性薄膜 5 はメッキされたものであるためモールド外被 1 への密着が確実であり、一次導体 2 の挿入時にこすり取られることもないと共に、導電性塗料を塗布する手段に比して導電性薄膜 5 を施す作業が簡単となり、しかも厚さを  $0.01 \sim 0.02$  mm 程度と極めて薄くできるので径方向寸法を小さくすることが可能であり、更にモールド外被 1 端面にメッキを施した時点で導電性薄膜 5 と接続金具 6 とが電気的に接続されるので導電性薄膜 5 と一次導体 2 との電気的接続が極めて簡単に行われる。



## 1. ま え が き

発熱体は使用形態に適合するように数多くの種類のものが製造されているが、ここで紹介する発熱体は正特性サーミスタ (Positive Temperature Coefficient Thermistor 以下 PTC サーミスタと呼ぶ) の素子にはち (蜂) の巣状の貫通孔を設け、特殊形状にした、発熱体に関するものである。この PTC サーミスタの素材が  $\text{BaTiO}_3$  系のものは 1953 年オランダの Haayman らによって発表された、比較的新しいものであり、この PTC サーミスタの特徴は特定の温度から電気抵抗が急激に増大し、その温度係数が旧来の負特性サーミスタよりはるかに大きいことで、この特徴を生かし、温度センサや限流抵抗体、あるいは発熱体として実用に供されている。この PTC サーミスタが発熱体として利用されるのは、電気抵抗の温度係数が正のため、負特性サーミスタのように形状や放熱特性を吟味しなくてもブレークダウンの心配がないこと、すなわち過熱の恐れがないことによるもので、電子ジャー、電子パネルヒータ、電気足温器などに利用されている。しかしながらこの PTC サーミスタの実用温度がただか 200°C 前後のために、その発熱量は小さく、電子ジャー等に使用されているペレット状の発熱素子 1 個当たりの発熱は数ワットであり、暖房器、乾燥機などの大容量の発熱体としては不十分であった。この 1 素子の発熱量を増大すべく、数年来、日本碍子 (株) において研究開発が進められ、冒頭にふれたように、円盤状の素子に蜂の巣状の貫通孔を設け、素子の表面積を増大し、この貫通孔の壁面において直接熱交換することにより、従来のペレット状素子を放熱板に取付けたものに比べ、数十倍の発熱量を期待できる大容量の発熱素子が完成された。この大容量の PTC サーミスタ式発熱体は各種の流体加熱用として今後大いに利用されるものと判断し、当社においてもこの試験、研究を進め、応用化への確信を得たので、ここではこの PTC サーミスタの諸特性と、応用化の概要について述べる。以下この蜂の巣状の PTC サーミスタ式発熱体を《ハニカムヒータ》と呼ぶこととする。

## 2. ハニカムヒータの諸特性

### 2.1 構造と風路損失

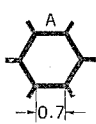
現在量産化されているハニカムヒータの種類は表 1. に記したように、3 タイプ (大きさ) 6 種類で、その代表的なものを図 1. に示す。図に示したものの大きさは、外径 38 mmφ、厚さ 10 mm のもので、貫通孔は一辺が 0.7 mm の正六角形、格子の厚さ 0.2 mm である。ハニカムヒータの大きな特徴である単位体積当たりの表面積 (以下比表面積と呼ぶ) が大きいという点について触れると、この比表面積を増すために種々の孔形状が考えられたが、比表面積と機械的強度、あるいは風路損失等とは相反する関係等を考慮して表 1. に示した孔形状となり、図 1. のものの風路損失を図 2. に示す。

### 2.2 発熱特性の基本原

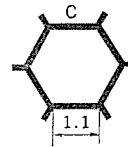
PTC サーミスタは図 3. に示すように、特定の温度 ( $T_0$ ) で急激に抵抗を増加する抵抗-温度特性 ( $R-T$  特性) を有する。このため電

表 1. 《ハニカムヒータ》の種類

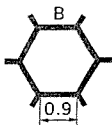
穴の 大きさ	外径 φmm	30	38	42
A		○	○	○
B		○		
C		○		○



A



C



B

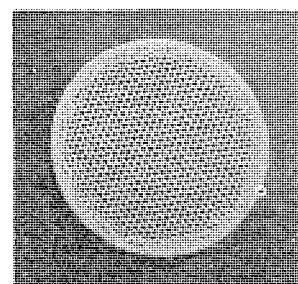


図 1. 《ハニカムヒータ》

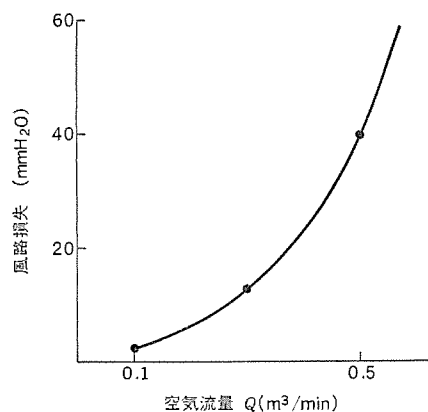


図 2. 風路損失

圧-電流特性 ( $V-I$  特性) は図 4. に示すようにある電圧で電流が最大となる。

いま、ハニカムヒータの貫通孔内に流体を貫流させない場合の  $V-I$  特性を (a) とする。貫通孔内に流体を貫流させると、すべての格子壁面で良好な熱交換が行われるから、 $V-I$  特性は流体の量によって (b) (c) のように大きく変化する。したがって定格電圧を  $V_0$  とし流体 (この場合空気) の流量と発熱量、吹出空気温度の関係をみると、図 5. に示すように発熱量が流量によって変化するが、吹出空気温度がある流量域ではほぼ一定の値となり、従来のニコム線式ヒータ等において、得ることができない特性を示す。図 5. に示す発熱特性は図 1. に示したものの 1 個におけるもので、小さな体積で大きな発熱をしていることがわかる。流体としては、気体、液体、又はこれらの混合体などが考えられるが、ここでは空気の場合につい

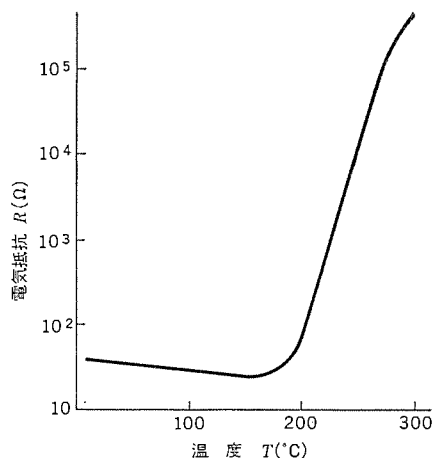


図 3. 抵抗—温度特性 ( $R$ - $T$  特性)

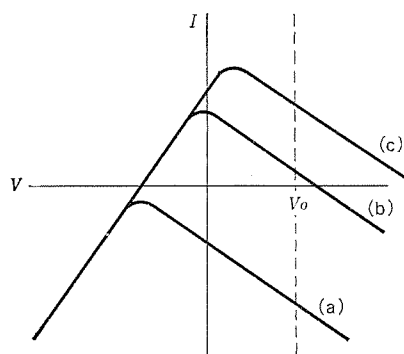


図 4. 電圧—電流特性 ( $V$ - $I$  特性)

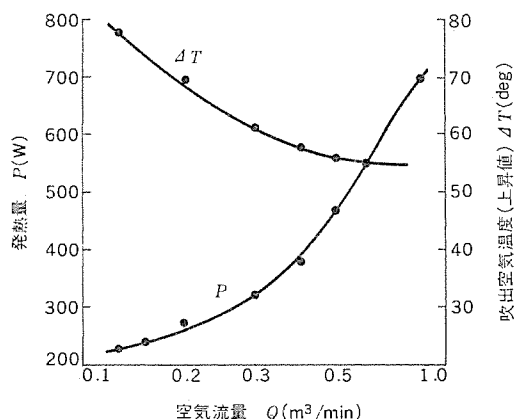


図 5. 空気流量—発熱量—吹出空気温度の関係

て述べる。

### 2.3 発熱特性に及ぼす要因

#### (1) キュリー温度 ( $T_c$ )\*

同一寸法 (外形寸法, 穴の大きさ, 格子の厚さ) で同一風量に対するハニカムヒータの発熱量はキュリー温度の高いものほど発熱量が大きい。図 6. は図 1. に示した大きさの《ハニカムヒータ》の  $T_c$  がそれぞれ  $190^\circ\text{C}$  と  $150^\circ\text{C}$  の場合の風量—発熱量特性 ( $Q$ - $P$  特性) で, この特性からある風量に対する発熱量の比は, おおのこの  $T_c$  と室温 ( $20^\circ\text{C}$ ) との差, すなわち  $170^\circ\text{C}$  と  $130^\circ\text{C}$  の比にほぼ等しいことがわかる。この点から同一形状のものにおいて, ある  $T_c$  における  $Q$ - $P$  特性から異なる  $T_c$  素子の発熱量が推測可能である。

#### (2) 比表面積\*

比表面積を大きくすれば単位体積当たりの発熱量が大きくなることが推測される。図 7. は  $T_c$  が同一で, 比表面積の比が 3:2 の素子

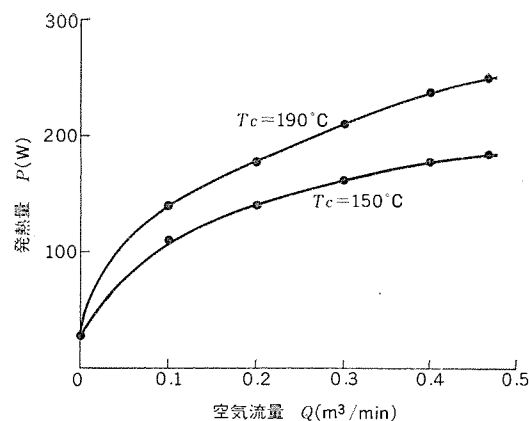


図 6. キュリー温度の異なる素子の空気流量と発熱量の関係 ( $Q$ - $P$  特性)

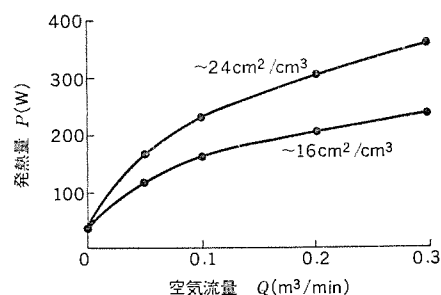


図 7. 比表面積の異なる素子の空気流量と発熱量の関係 ( $Q$ - $P$  特性)

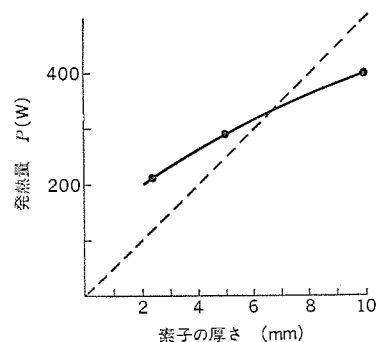


図 8. 素子の厚さと発熱量の関係

の  $Q$ - $P$  特性である。図 7. より両者の各風量に対する発熱量の比は, 比表面積の比に近似していることがわかる。したがって所定の風量で必要な発熱量を得るには図 2. に示した風路損失に留意し, 図 6., 図 7. の関係から形状を定めれば良い。

#### (3) 貫通孔の長さ\*

風量を一定にし, 貫通孔の長さ, すなわち素子の厚みを変えた場合の発熱量の関係を図 8. に示す。この特性より, 素子の厚みと発熱量の関係は 1 次比例とはならない。このことは図 3. に示した  $R$ - $T$  特性を有するためによるものである。この特性より必要以上の厚さは風路損失の増大となるばかりでなく, 製造面においても不利であり, 電氣的規制値や機械的強度が許される範囲内で適正な厚みにすることが望ましい。

#### (4) 流入空気温度

ハニカムヒータへ流入する前の空気温度と発熱量, 吹出空気温度の関係を図 9. に示す。送風空気量は一定とする。吹出空気温度は流入空気温度が上昇すると, これに比例して高くなるが, この上昇率は流入空気温度の上昇率より小さい。これはハニカムヒータが  $R$ - $T$  特性を

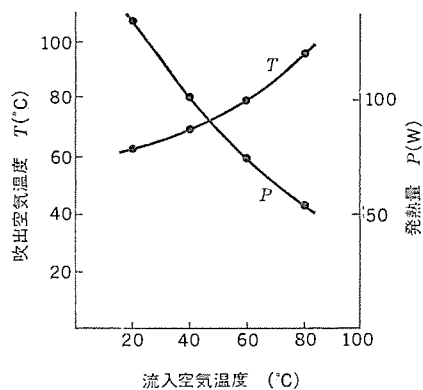


図 9. 流入空気温度—発熱量—吹出空気温度の関係

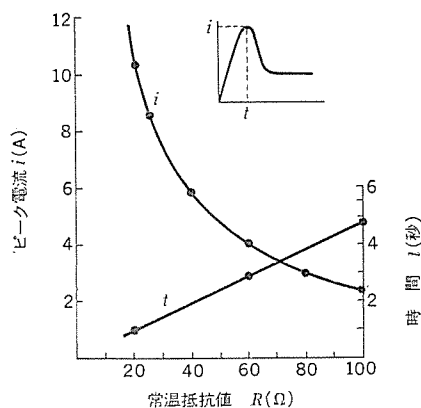


図 10. 突入電流特性

有することにより、図 9. に示したように発熱量が流入空気温度上昇とともに減少することによるものである。このことは流入空気温度によるハニカムヒータ自身の過熱の危険性がないことを示している。

#### 2.4 ラッシュ電流

ハニカムヒータは図 3. に示したように、常温から  $T_c$  に至るまでの  $R$ - $T$  特性が負であるために、通電初期において  $T_c$  付近の最小抵抗値によるピーク電流と、素子及び素子の取付装置などの熱容量によって定まる時間のラッシュ電流が発生する。これを図 10. に示す。この特性は PTC サーミスタを使用しているものすべてに共通するが、ハニカムヒータの場合は特に大容量の発熱体であるために初期抵抗が小さくその現象が顕著となり、製品化に当たっては、安全ブレーカ、電流ヒューズ等の動作特性を考慮しなければならない。一例として図 11. に当社の家庭用安全ブレーカの動作特性曲線を示す。

#### 2.5 その他

##### (1) 重列設置特性

ハニカムヒータ 1 個の発熱特性は 2.2 節で述べたとおりであるが、このものを 2 個重列（電気的には並列）に風路内に設置した場合の発熱特性を図 12. に示す。1 個の場合において風量を一定とし、所定の発熱量を得るために抵抗値の上限が規制されるとともに、2.4 節で述べたラッシュ電流防止のために抵抗値の下限が規制される。特に 1 個当たりの発熱量を大とした場合に抵抗値の範囲が狭くなり、《ハニカムヒータ》の生産特性（抵抗値の分布）との関係から好ましくない。2 個重列に設置することにより図 12. に示すように抵抗値の組合せにより広範囲の抵抗値の素子が使用可能となる。

##### (2) 電力振動

ハニカムヒータに流入する空気量、あるいは風量一定の状態で印加電圧、又は流入空気温度を変化させた場合において、消費電力（発熱量）が

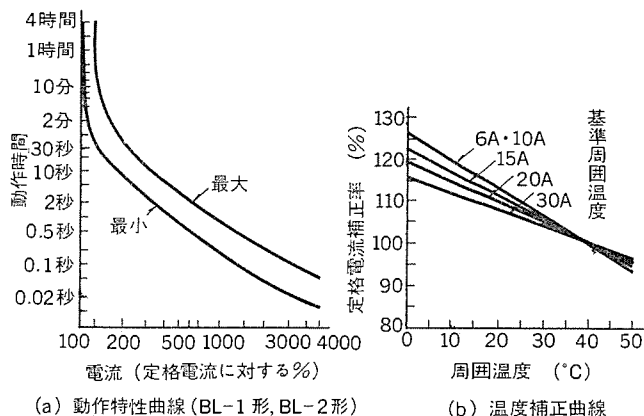


図 11. 家庭用安全ブレーカ

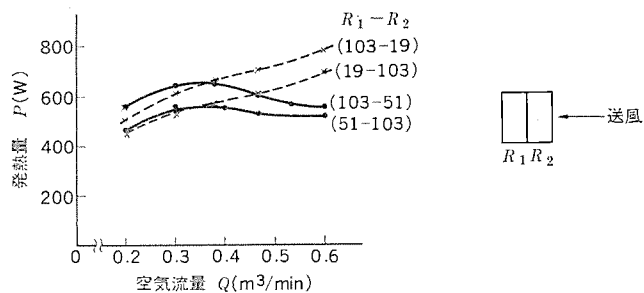


図 12. 重列設置の空気流量—発熱量特性

振動する現象が見られる。これらは前記図 4. に示した  $V$ - $I$  特性のピーク点付近、すなわち素子温度が  $T_c$  付近において熱バランスを失い振動することが推測される。この現象は常温抵抗値が大きくなるほど発生しやすく、またその振動の振幅も大きくなる。

### 3. ハニカムヒータの応用

#### 3.1 応用概念

ハニカムヒータは記述のように、PTC サーミスタをハニカム構造としたもので、電気的、機械的、熱的には既存の PTC サーミスタの特性に類似したものである。しかしながら従来のペレット状の PTC サーミスタに比べ、単位体積当たりの発熱量が大きく、またその特徴は表 2. に記載したように、流体加熱用としてその特徴が生かされることが推測できる。流体の種類としては 2.2 節で述べたように、気体、液体、及びこれらの混合体などが考えられるが、《ハニカムヒータ》の電気的充電部を通過することを考慮すると、非電気導伝性を備えたものでなければならず、気体、特に空気の加熱が比較的簡単な構造のものでできる。この空気加熱装置としてヘアドライヤー、乾燥機、温風機等が考えられる。また図 5. に示した発熱特性を利用した流量計、あるいは 2.3 節(4)で述べた流入空気温度による発熱量の変化を利用した流体の温度測定装置等も考えられ、この《ハニカムヒータ》の貫通孔を電気的に絶縁することにより、電気導伝性を有する各種流体の加熱用としても利用でき、その応用範囲はさらに拡大されるものと思われる。

#### 3.2 応用製品

当社において、現在まで図 13. に示すヘアドレスサー及び図 14. に示す電子ファンヒータの 2 機種が製品化されており、これらの製品について概略述べる。まずヘアドレスサーであるが、本体から延びているホース先端のハンドル部内にハニカムヒータが 1 個装着されている。温風、冷風に加えそれぞれ強弱の切換えが可能である。従来のこの種のヘ

表 2. 《ハニカムヒータ》の特徴

長 所	短 所
過熱の危険性がない 流量により発熱量が変化する 単位体積当たりの発熱量が大きい 電圧変動により発熱量が変化しない コンパクトである 温度の立ち上がりが早い	圧力損失が大きい ラッシュ電流が避けられない 目づまりを考慮した構造が必要

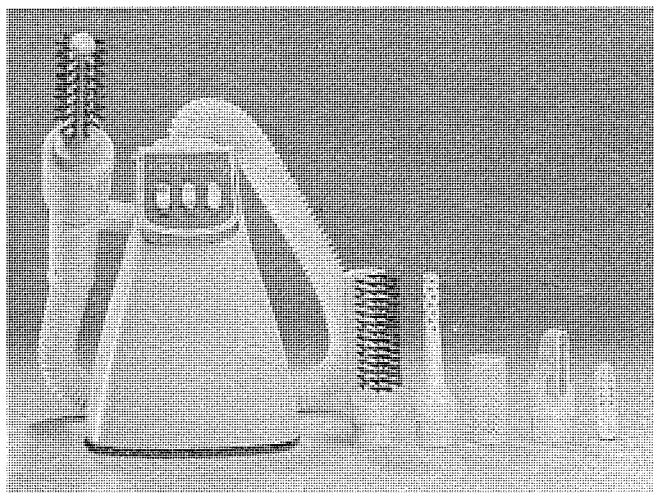


図 13. HD-360 形 ヘアドレッサー

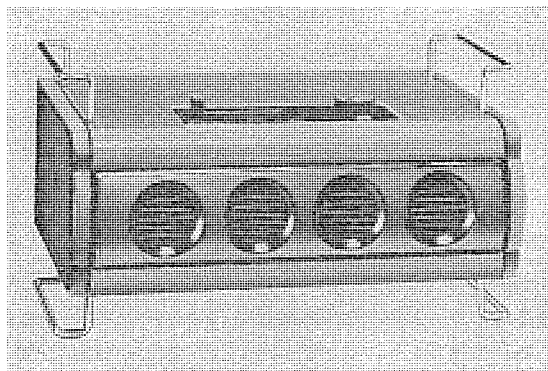


図 14. FH-6500 形電子 ファンヒータ

アドライヤーにおいて、ノズル先端部に特殊形状のアタッチメント等を取付けた場合に、流量が低下するために、ヒータが赤熱し、安全装置が動作したり、必要以上に吹出空気温度が上昇するために髪を傷めるなどの欠点を有していたが、流量により発熱量が変化する《ハニカムヒータ》を用いたヘアドレッサーはこのような欠点を除くことができ、その効用は大きい。

表 3. 仕 様

機 種		ヘ ア ド レ ッ サ ー (HD-360)	電 子 フ ァ ン ヒ ー タ (FH-6500)
電 圧 (V)		100	100
消 費 電 力 (W)		305	1,130
風 量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	強	0.25	0.6
	弱	0.19	0.4
風 温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) (風量「強」の場合)		90 (室温 $30^{\circ}\text{C}$ , 吹出口から 3 cm の点)	75~85 (室温 $20^{\circ}\text{C}$ , 吹出口から 10 cm の点)
送 風 機		遠心形 巻流子モータ	ターボ形 くま取りモータ
ハニカムヒータ	大 き さ (mm)	$38\phi \times 10\text{t}$	$38\phi \times 10\text{t}$
	穴 形 状	A type	A type
	$T_c$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	190	190
	使 用 数	1	4

次に温風機について述べると、従来の温風機において、周囲温度、すなわち流入空気温度変化がそのまま吹出空気温度に影響を与え、特に周囲温度が低下した場合に吹出空気温度が低下するために、不快感を与える可能性があったが、《ハニカムヒータ》を使用することによって、周囲温度変化による吹出空気温度の変化を小さくすることが可能となった。また逆の場合においては必要以上の電力を消費しないなどの特徴を有するものとなっている。表 3. に 2 機種の仕様を示す。

#### 4. む す び

以上、ハニカムヒータの諸特性、応用化への概要について述べたが、このハニカムヒータが備えている特徴を生かす応用範囲は広く、また、製品安全性のより向上をめざす見地においてもこのヒータはこれらの要求に十分答える特徴をもっており、その効用が大きく、今後このヒータが発展することを期待するものである。

最後に、本文作成にあたり、日本碍子(株)のご好意にたいし、この紙面を借りて深く感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- (1) 山本, 和田: エレクトロニクスセラミクス, 6・7号(昭49)  
(本文中\*, 図6, 図7, 図8, 表1, 表2)
- (2) 二木: 感温半導体の実際, 産報
- (3) 日本碍子(株): ミラセラムハニカムヒータ

# 走査形電子顕微鏡の半導体への応用

加藤 忠雄\*・小山 浩\*\*・松川 隆行\*

## 1. ま え が き

近年、走査形電子顕微鏡 (SEM) は、半導体研究になくはならない装置となってきた。そこで本文では、SEM を半導体研究に応用する時に得られる、半導体特有の信号モードの解釈と、半導体結晶欠陥 (積層欠陥 [Stacking Fault]) の観察例及び、若干の考察について述べる。また、SEM で半導体観察を行う場合に一つの欠点とされていた電荷蓄積効果 (Charging effect) を利用して測定困難な  $n^+n^-$  領域の境界を起電流モードで検知する方法と、同じく電荷蓄積効果を用いて、半導体表面近傍の結晶欠陥を観察する方法について述べる。

## 2. 走査形電子顕微鏡

SEM はそのブロックダイアグラムを図 1. に示すように、電子銃から発射された電子ビームは、2 段ないし 3 段の磁気レンズとアパーチャによって細く絞られ、試料上に照射される。電子ビームが試料固体表面に衝突した時に発生する信号 (2 次電子、反射電子、カソードルミネッセンス、内部起電力等) を検知し、増幅して、ディスプレイ用のブラウン管の輝度変調入力とする。この時、スキャンコイルによって試料上に電子ビームをラスタ状に走査させ、同時にこれと同期してブラウン管のビームを走査すれば、テレビの結像原理と同様、試料面上の信号の 2 次元走査像が得られる。

### 2.1 半導体試料における信号モード

5~50 keV に加速された電子ビームが、固体にぶつかると、一部は固体表面で反射され、反射電子となる。固体内に侵入した電子<sup>(1)</sup>は、大部分試料固体原子のイオン化により初期のエネルギーを失いながら 2 次電子を放出したり、特性 X 線を放射する。

特に、試料が半導体の場合は、2 次電子や特性 X 線などの励起の外に、電子-正孔対の生成という特有の現象があり、電気伝導度を大きく変化させたり、試料内部に、PN 接合が存在する場合は、生成された電子、あるいは、正孔が PN 接合に到達し、起電圧を生じ

せしめ外部回路に起電流として取り出すことができる。例えば、電子-正孔対の生成エネルギーを 5 eV とし、入射電子を 20 keV で加速したとすると、1 コの入射電子により、 $4 \times 10^8$  対もの電子-正孔対が生成されることになる。図 2. に半導体試料において使用される諸信号の取り出し方を示す。また、これら信号モードの種類とその信号により得られる情報をまとめて表 1. に示す。

次に半導体の観察に特に有効な信号モードであり、特に半導体結晶欠陥の観察に重要な意味を持つ起電流モードと試料電流モードについて簡単に説明する。

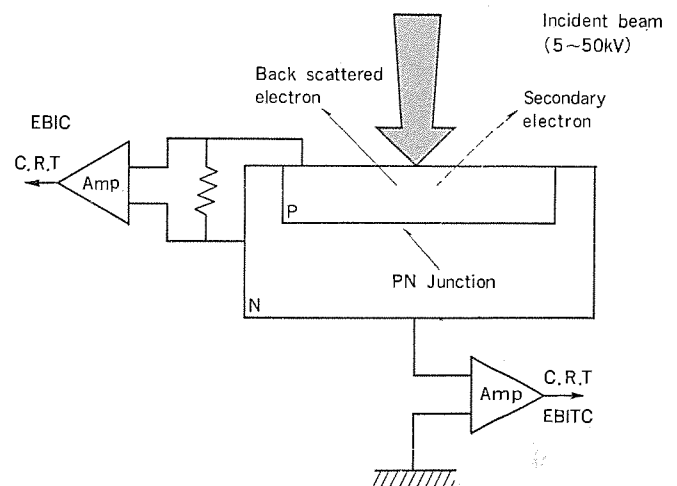


図 2. 半導体試料に用いられる信号モード

表 1. 信号モードの種類と得られる情報 (加藤, 学位論文より)

モードの分類	得られる像の意味	得られる情報とその応用
2 次 電 子 SE (Secondary Electron)	1 次入射電子により、試料表面より飛び出した電子、この電子のもつエネルギーは、1 次入射電子のもつエネルギーより小さい (50 eV 以下 5~6 eV)	① 表面の形状: IC の Al 電極配線の線子、SiO <sub>2</sub> のエッチングの形状 ② 試料表面の電位: IC の不良解析、Channel の線子、空乏層の測定、IC、Tr の動作状態
反 射 電 子 RE (Reflected Electron)	1 次入射電子の内、試料表面で反射されたり再び試料表面より出た電子。この電子のもつエネルギーは、試料表面の物質により異なる	① 表面の形状: IC、Tr 等の表面構造の測定 ② 構成物質: IC、Tr 等の表面構成物質の検出
起 電 流 EBIC (Electron Beam Induced Current)	1 次入射電子により、半導体試料内部に生成された電子-正孔対により誘起された電流	① 試料内部の状態: 結晶欠陥、PN 接合の線子、少数キャリアのライフタイム ② 異状部分の表面からの深さ: PN 接合の異状、結晶欠陥
試 料 電 流 EBITC (Electron Beam Induced Target Current)	1 次入射電子の内、半導体試料に吸収されてしまう電子 (試料内部に PN 接合がある場合は、浮遊容量のため EBIC の微分成分も含む)	上記のモード SE、RE、EBIC により得られる情報のすべてを同時に得られる

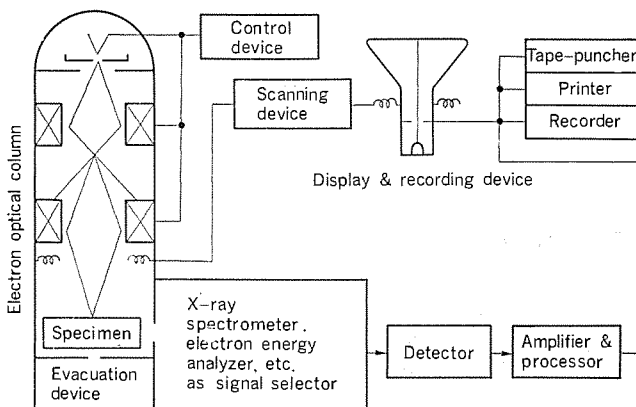


図 1. 標準形 SEM のブロックダイアグラム

\* 中央研究所 (工博) \*\* 中央研究所



## 2.2 起電流モード

起電流モードはPN接合をもつ半導体試料に観察されるモードで、半導体素子の観察や不良解析には最も有効な信号モードである。特にPN接合の異常や再結合中心となるような結晶欠陥の観察に有効である。次にプレーナ形パワートランジスタの観察例を図3.に示す。(a)は起電流像で、最も黒い部分がベース領域でその他の部分はエミッタ領域である。エミッタ領域の下にはPN接合が存在するため、電子ビームで発生したキャリアがPN接合に到達し、起電流信号となるが、この観察例のように表面に酸化膜( $\text{SiO}_2$ )があると信号がいく分弱くなり灰色となっている。矢印の“ウロコ”状の部分が結晶欠陥であり、発生したキャリアの再結合の増加がみられる。この信号が真に内部からの信号であることを確かめるため、対応する反射電子像を(b)に示す。反射電子は主として表面おうとつ(凹凸)の情報であり表面にはこの“ウロコ”の位置に何も無いことを示している。このように起電流を用いると半導体試料内部の結晶欠陥の観察が可能となる。

## 2.3 試料電流モード

試料電流は2次電子、反射電子、起電流のすべての情報を含みかつ起電流のようにPN各領域からの特別な信号の取り出し端子を必要としない便利さをもつモードである(図2.参照)。図4.に2次降伏により破壊したパワートランジスタの試料電流像(a)と起電流像(b)を比較して示す。矢印の部分が“噴火口”状に2次降伏破壊した部分であるが、試料電流像では表面電極、内部PN接合のすべての情報を含むため全体の様子は一度にわかる利点はあるが、破壊部分に関する詳しい情報は得がたいという欠点を持っている。(b)の起電流(エミッタ・ベース間)像によりエミッタ・ベースのPN接合が円形に破壊されていることがわかる。このようにより詳しい情報が必要な場合は、2次電子、起電流モード等と組合せて解析する必要がある。

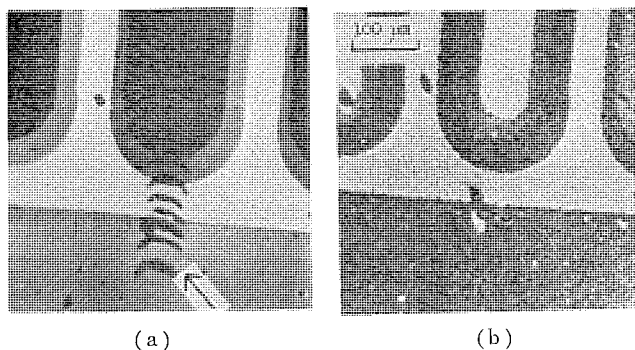


図3. 結晶欠陥を含むプレーナトランジスタの起電流像と反射電子像

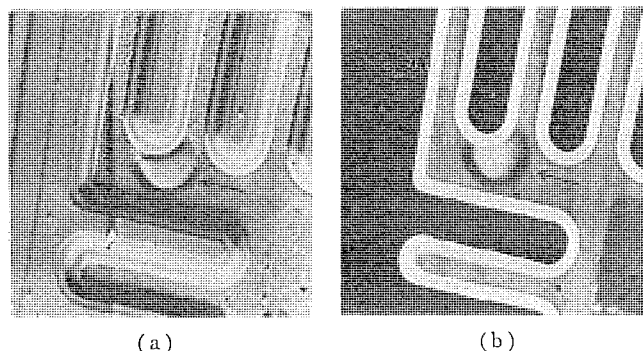


図4. 2次破壊により破壊したパワートランジスタの試料電流像(a)と起電流像(b)

## 3. 半導体結晶欠陥の観察

半導体装置の高集積化、高周波化、大電力化が進むに従って、材料基板であるSi単結晶に完全性が要求され、結晶欠陥の観察の必要性が増加してきた。ところが、SEMで半導体中の空間電荷の動きや、キャリアの生成、移動、再結合の様子が観察されるので、非破壊で結晶欠陥の観察が可能となる。一般に generation-center や recombination-center となるような結晶欠陥は起電流で捕えることができるわけであるが、紙面の都合上、Siエピタキシャル層内に発生した積層欠陥(Stacking Fault)の観察例とそのコントラストメカニズムの解析例について述べる<sup>(2)</sup>。

### 3.1 実験試料と積層欠陥

この実験に用いた試料は、高耐圧パワートランジスタ用Siウエハで、比抵抗  $30\Omega\cdot\text{cm}$  N形サバーストレート(111)上にボロン(B)をドーピングしながらエピタキシャル層を  $\text{SiCl}_4$  の熱分解により成長させたものである。エピタキシャル層はP形で厚みは約  $25\mu$  であり、基板との間にエピタキシャル成長によりPN接合が形成されている。試料表面が(111)であるため、積層欠陥は表面では図5.に示すような正三角形に見える。(a)はSirtl イッチ後の試料電流像、(b)は起電流像で観察条件は  $25\text{kV}$ ,  $3\times 10^{-12}\text{A}$  である。試料表面に何ら化学エッチを施さずに起電流で観察した像の信号を反転して図6.に示す。この図においては、信号が反転されているので起電流の小さな領域ほど明るく見えており、recombination-center であることを示している。この起電流像より積層欠陥領域内で起電流が減少していることがわかる。しかもエ

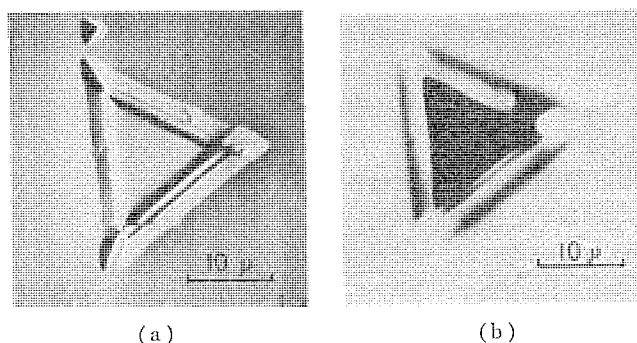


図5. Sirtl イッチ後の積層欠陥の試料電流像(a)と起電流像(b)

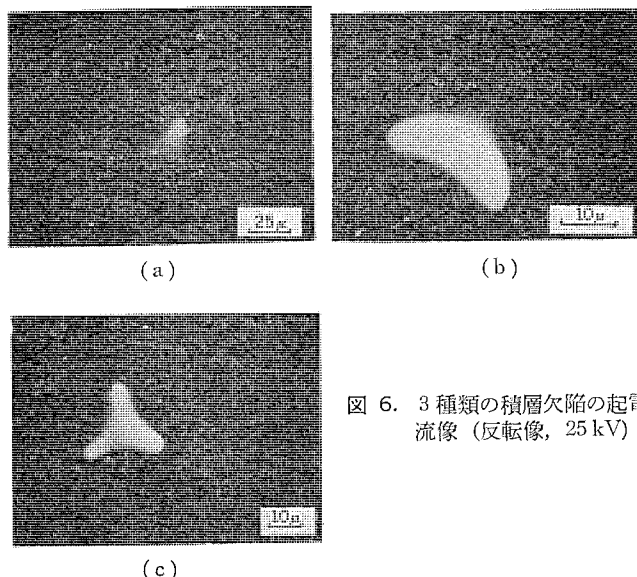


図6. 3種類の積層欠陥の起電流像(反転像,  $25\text{kV}$ )

タキシャル層内にある積層欠陥正四面体の3本のりょう(稜)線に位置する部分で特に起電流の減少がはげしい。これは注目値する現象である。しかしながら、図 6. (a), (b), (c) にみられるようにすべての積層欠陥に観察されるわけではなく、(a)では1本の稜線に、(b)では2本の稜線に位置する部分に recombination-center が観察されている。

積層欠陥正四面体のバルク内の各稜線は、Stair-rod Partial Dislocation で成り立ち、この部分には、不純物原子や Vacancy が偏析しやすく、recombination-center となりやすい。このことは、試料に電圧が印加されると積層欠陥の三角形の頂点か辺上に Micro Plasma が観察されることから容易に推測される<sup>(3)</sup>。これらの Plasma Spot は、透過形電子顕微鏡で観察される数個の接近した転位とよく対応している。しかし、この Micro Plasma は Stairrod Partial Dislocation の部分に必ず観察されるわけではない。このことから積層欠陥が Micro Plasma の直接原因でないことがわかる。結局 Stair-rod Partial Dislocation は不純物原子などの偏析の核として働き、偏析した不純物原子などが直接原因となつて、Micro Plasma が引き起こされるものと考えられる。

### 3.2 積層欠陥の起電流像とそのコントラストメカニズム

起電流後にみられるコントラストに関して、そのメカニズムに簡単なモデルを用いて考察を加える。起電流像でコントラストが生じる理由は、次の三つの過程が考えられる。すなわち、キャリアの生成、拡散、捕獲である。これらの過程に対して次のような仮定をする。

(1) 入射電子のエネルギー損失の最も多い点ですべてのキャリアが生成されると仮定する。Si 中での生成キャリアの拡散長は入射電子の Range より十分長いので、この仮定は妥当であろう。エネルギー損失の最も多い点までの深さ  $Z_m$  は Kanaya-Okayama<sup>(4)</sup> による次式を用いる。

$$Z_m = \frac{R(1+2r-0.21r^2)}{2(1+r)^2}$$

$$R = \frac{2.76 \times 10^{-17} A \cdot E_0^{3/2}}{\rho Z^{8/9}}$$

$$r = 0.187 Z^{2/3}$$

ここに  $Z$  は原子番号、 $E_0$  は加速エネルギー (eV)、 $A$  は原子量、 $R$  は電子の飛程 ( $\mu$ )、 $\rho$  は密度 ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) である。

(2) 生成されたキャリアは、生成された点からすべての方向に均一に拡散長だけ拡散するものと仮定する。

(3) 図 7. に示すように積層欠陥の三つの稜線の囲りに半径  $r$  の円筒を仮定し、キャリアがこの領域内を通過すればすべて捕獲されるものと仮定する。捕獲されずに PN 接合に達したキャリアだけが起

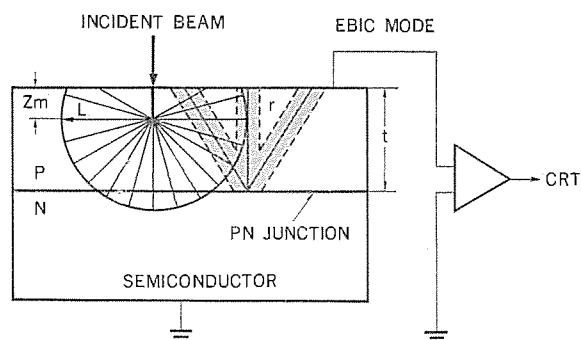


図 7. コントラストメカニズム考察のための簡単なモデル

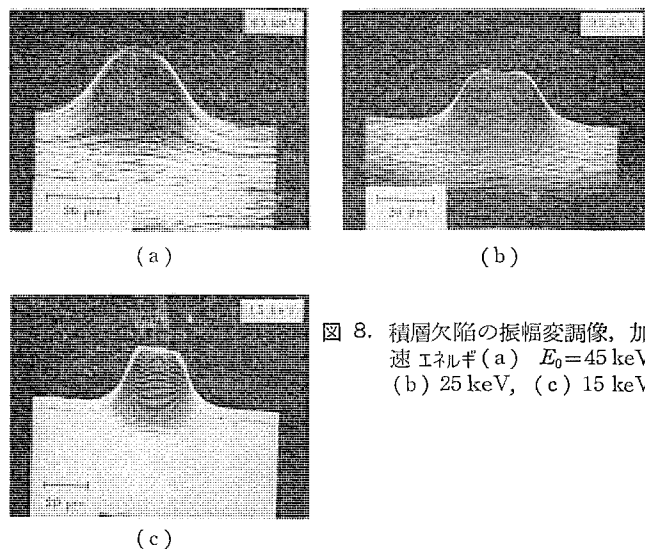


図 8. 積層欠陥の振幅変調像, 加速エネルギー (a)  $E_0=45 \text{ keV}$ , (b)  $25 \text{ keV}$ , (c)  $15 \text{ keV}$

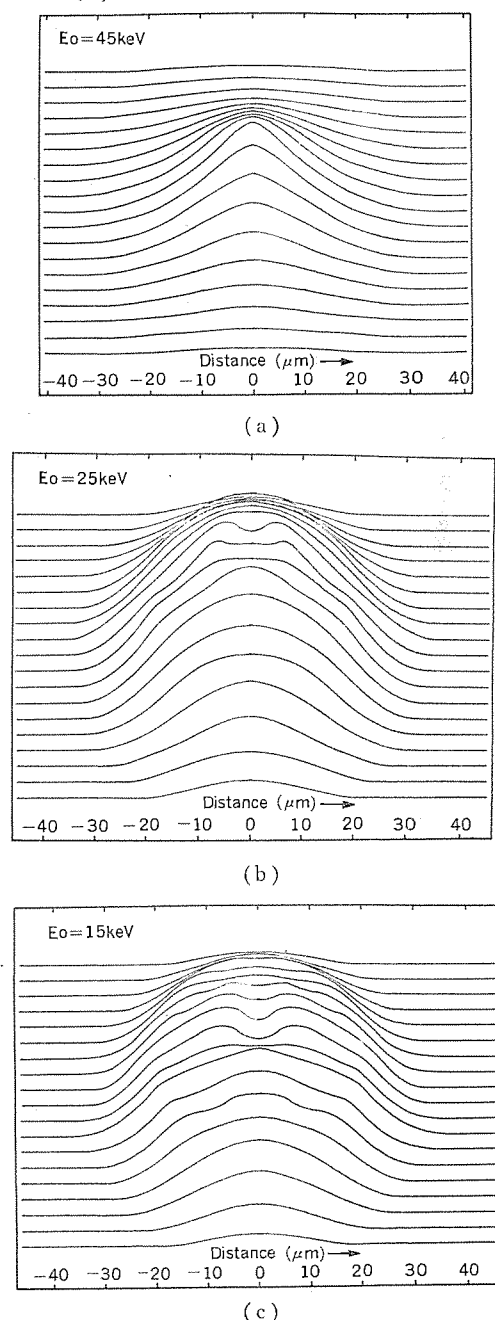


図 9. 計算による振幅変調プロファイル, 加速エネルギー (a)  $E_0=45 \text{ keV}$ , (b)  $25 \text{ keV}$ , (c)  $15 \text{ keV}$

EBIC IMAGE OF A STACKING FAULT

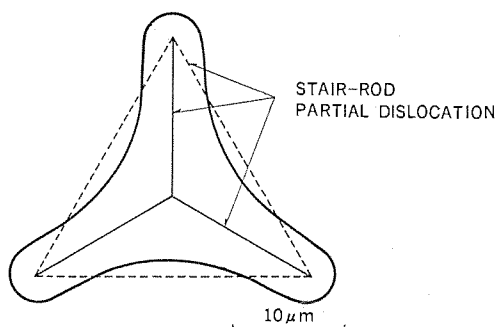


図 10. 積層欠陥の起電流像の説明図

電流信号に寄与するものとする。

これらの仮定のもとに積層欠陥にみられる起電流像のコントラストの相対的な変化を理論的に計算した。計算に際しエピタキシャル層の厚み  $t$  とキャリアの拡散長  $L$  は実測した。捕獲領域の半径  $r$  は、今のところ理論的にも実験的にも知られていないので  $r$  をパラメータとして扱い計算を実行した。実測結果と計算結果をそれぞれ図 8., 9. に示す。図 8. (a), (b), (c) は、ブラウン管の垂直偏向コイルに起電流信号に応じた振幅変調をかけたものである。多数の線は、Y 方向に位置をずらせたものである。試料は  $t=20\ \mu$ ,  $L=30\ \mu$ ,  $E_0$  はそれぞれ 45, 25, 15 keV である。図 9. (a), (b), (c) は試料と同一条件での計算結果である。 $r=5\ \mu$  の計算結果が最も実測に近かった。この計算に用いたモデルが非常に単純化されたものであるにもかかわらず、実測値と計算値が定性的にはかなり良く一致している。特に実測値にみられる入射電子の加速電圧変化に対応した起電流像の形状変化と同じ傾向が計算値にもみられる。

### 3.3 コントラストメカニズムの考察

実測値と計算値とがよく一致していることから、このモデルは 1 次近似的には、積層欠陥の起電流コントラストメカニズムをかなり正確に描写し得ているものと考えられる。すなわち図 10. に示すように、積層欠陥の三つの Stair-rod Partial Dislocation に析出した不純物原子が、ある大きさ ( $r$ ) をもったキャリアの捕獲領域として働き、その領域でのキャリアの再結合が強められることにより起電流にコントラストが与えられると考えられる。

以上の考察から、入射電子により生成された起電流は、積層欠陥正四面体の Stair-rod Partial Dislocation の部分で減少すること、起電流の減少はこの転位部分に偏析した不純物原子に起因することがわかった。

## 4. 電子ビーム照射による半導体表面の Charging Up 効果

起電流像を観察している時、その像のコントラストが時間的に変化する現象はしばしば経験される。この現象は、起電流像の解釈、とりわけライフタイムの測定やトラップレベルの密度計算のような定量的な議論にあいまいさをもたらす一般には有害である。しかしながら、電子ビーム照射によって半導体表面が Charging Up することによって起こると思われるそのような現象をうまく利用すれば、起電流モードの応用範囲を広くすることができる。特に半導体試料表面近傍の観察範囲を広げることが可能となる。そのような観点から次のような実験結果を導いた。

### 4.1 不純物濃度差の検出

従来から起電流像によって PN 接合位置が簡単に測定できることは

よく知られていたが、 $n^-$  と  $n^+$  のような単に不純物濃度の異なるだけの 2 領域は識別できなかった。しかしながら、Charging Up 現象を利用すればその識別が可能になることを見出した。

図 11. に測定方法の概略を示す。すなわち、測定しようとする試料をへき(劈)開して p 面と  $n^+$  面にそれぞれ電極をつけ、劈開面を SEM の電子線で走査してその時々々の起電流強度を位置の関数としてブラウン管上に表示する。ここまでは、SEM によって PN 接合位置を求める場合と同一であって、そのままでは  $n^-$  と  $n^+$  の境界は

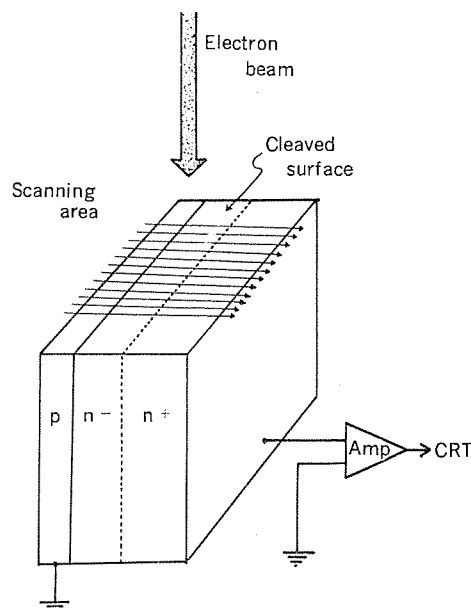


図 11. 測定方法概略図

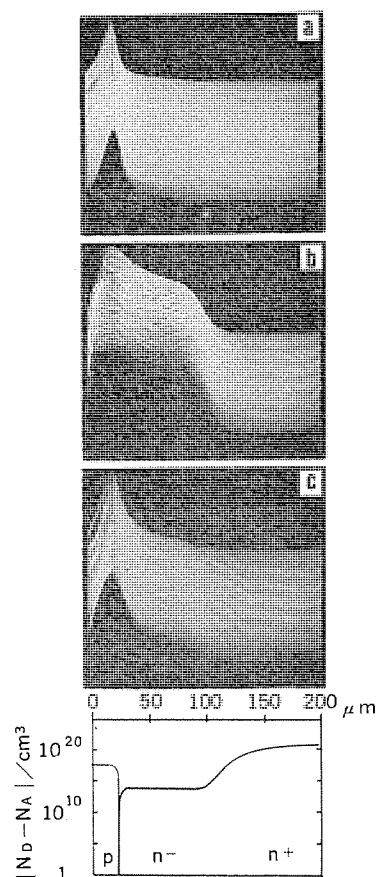


図 12. p-n<sup>-</sup>-n<sup>+</sup> Si における起電流の Y 軸変調プロファイル (a) 電子線照射前, (b) 照射直後 (10<sup>-8</sup>A), (c) 照射 1 分後

識別されない。しかしながら、観測すべき劈開面に電子線照射によって反転層を形成させるような条件を与えてやれば、反転層の形成されやすい  $n^-$  層の表面は反転し、 $n^+$  領域に比べて起電流強度が増加する。その結果  $n^-$  と  $n^+$  の両領域の識別が可能になる。それらの過程がどのようなものであるか、更に反転層を形成させるための条件は何かについて考察する。

図 12. は  $p-n^-n^+$  構造の試料を用いて得た結果である。写真の下に示したグラフは、試料を斜め研磨して不純物プロファイラで測定したこの試料の不純物濃度分布の概略で、 $p$  層 (エピタキシャル成長層)、 $n^-$  層、 $n^+$  層 (拡散層) の不純物濃度はそれぞれ  $10^{17}$ ,  $10^{14}$ ,  $10^{21}$  atoms $\cdot$ cm $^{-3}$  (表面濃度) である。この試料を図 11. のようにセットして、25 kV,  $10^{-11}$  A という SEM の標準的な条件で観測すると、図 12. (a) のような起電流強度分布 (振幅変調表示) が得られる。このような、接合位置にピークを持つ分布は電子線によって励起されたキャリアの PN 接合への拡散によって決まるものであり、この限りにおいては  $n^-$  と  $n^+$  の境界は識別されない。しかし、この同じ領域を  $10^{-8}$  A 程度の電子線で 1 分間程度照射し、表面を Charging Up させた後に再び (a) と同じ条件で観測すると分布は図 12. (b) のように変化し  $n^-$  領域と  $n^+$  領域が歴然と区別が可能となる。この現象は電子線照射に伴うこうした変化ではなく、 $10^{-11}$  A 程度の弱い電子線での観測をそのまま続けていると、図 12. (c) のように再び徐々に減少を始め、数分後には元の状態にもどる。

以上のような現象を起こす原因は何であるかを調べるため、続いて次の実験を行った。まず  $p-n^-n^+$  構造をもつ Si ウエハを二つの部分に劈開し、一方はすぐさま SEM 試料室にそう入、他方は 1,200

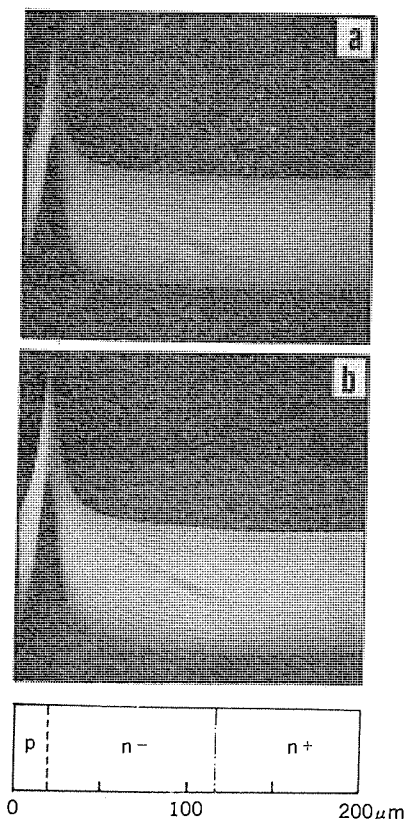


図 13. 劈開直後の  $p-n^-n^+$  Si ウエハの起電流の Y 軸変調プロフィール (a) 電子線照射前, (b) 照射直後 ( $10^{-8}$  A)

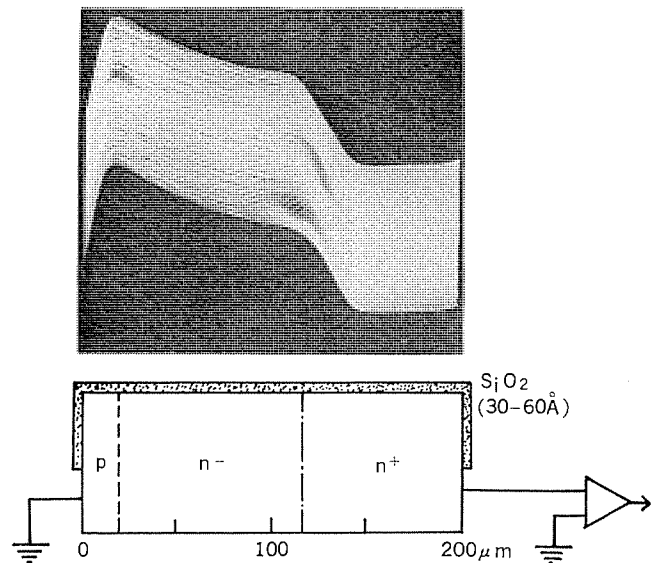


図 14. 薄い酸化膜でおおわれた  $p-n^-n^+$  Si ウエハの起電流の Y 軸変調プロフィール

$^{\circ}$ C, dry  $O_2$  中で 1 分間熱処理をし、50 Å の酸化膜を形成した。前者の試料の場合、強い電子線照射の前後で、先に見られたような  $n^-$  層の変化は図 13. に示すように、ほとんど認められなかった。ところが、後者の場合図 14. に示すように、 $10^{-11}$  A という標準的な SEM 観察条件で、すでに  $n^-n^+$  領域の境界は十分に識別し得る状態になった。前者の場合、劈開面にはほとんど酸化膜がないことを考え合わせ、先に述べた現象には、薄い酸化膜が大きく関与していることが判明した。

一般的には電子ビーム照射によって、酸化膜中にはホールの捕獲中心が形成され、したがって Si-SiO $_2$  界面近くの酸化膜は正に帯電するといわれている。しかし、今までの測定法は、いずれも MOS (Metal-Oxide-Silicon) 構造を用い、C-V 測定法により評価されたものである。今回の場合は O-S 構造であり、酸化膜は薄く、しかも、測定は、ビーム照射とほぼ同時に行われているものであり、観察状況は大きく異なる。SiO $_2$  は一般に正に帯電するといわれているが、Si ウエハにアンモニア処理を施した後、気相成長で SiO $_2$  を成長させた場合、SiO $_2$  は負に帯電することが知られている。

以上のことから、今回観察された現象の原因は、ビーム照射により、薄い酸化膜と Si の界面に空間電荷領域ができ、それがために  $n^-$ -Si 表面に反転層が形成されたものであると思われる。

#### 4. 2 結晶欠陥の観察

前節で述べた  $n^-$ -Si 表面での反転層は  $p$  層として働くため、薄い酸化膜をもった  $n^-$ -Si に電子ビームをあてた状態は、丁度表面近くに PN 接合がある形になる。そこで、この新たな接合により生じる起電流像を利用すれば、表面近傍にある結晶欠陥が、容易に観察できるのではないかと期待された。図 15. (b) はそのようにして見られた結晶欠陥であり、続いて Sirtl イッチされた表面、図 15. (a) とよく一致している。このように表面近傍の結晶欠陥は通常の起電流像よりもより鮮明に観察されることがわかった。

なお表面の Charging に関連した、おもしろい現象として、通常の起電流像の一連の写真を図 16. (a) ~ (d) 示す。観察されたのは、 $p-n-p$  パワートランジスタのベース領域である。ビーム条件 25 kV,

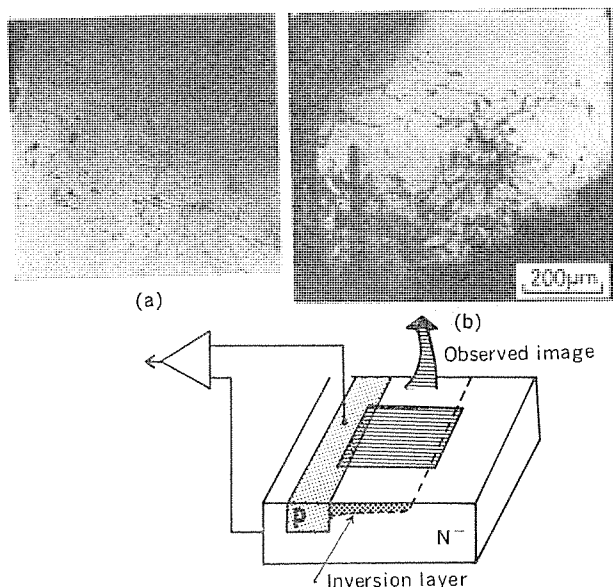


図 15. 表面反転層による表面欠陥像 (a) Sirtl エッチ後の光学顕微鏡像, (b) 起電流像

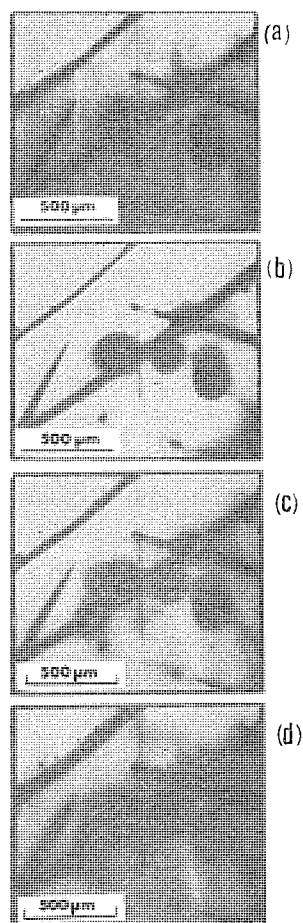


図 16. p-n-p トランジスタのベース領域に観察された結晶欠陥の起電流の時間的变化 (a)~(d) は各 1 分ずつ後の起電流像

$10^{-10}$  A で数分のうちに、円状の欠陥が次々に視野に浮かびあがってきた。おそらくこれは、エミッタ拡散中に生じた欠陥が次々と電子ビームにより帯電していったものである。

結局電子ビームによる Charging は、高比抵抗試料の場合特に、定量的解釈をするうえで妨げになるものであるが、逆にそれを利用する事により、次のような、新たな起電流モードの応用面が開けた。

- (1) Si 中の  $n^-$ - $n^+$  領域境界が明りょうに識別できる。
  - (2) Si 表面近傍の結晶欠陥が非常に鮮明に観察される。
- 半導体表面の Charging 現象はまだ説明されていない部分が多く、今後さらに新たな研究成果が期待される。

## 5. む す び

以上、SEM を半導体研究に応用する場合に得られる信号モードの解釈、起電流モードによる結晶欠陥の観察例及び電荷蓄積効果をうまく利用した結晶欠陥の観察例について述べた。SEM の半導体への応用面としては、半導体素子 (LSI, トランジスタ等) の製造工程での不良解析、あるいは故障解析がある。また、カソードルミネセンスによる半導体研究も今後進められるであろう。

最近では、サブミクロンのパターンニングに、SEM を電子計算機で制御した、電子ビーム露光装置として SEM が応用されている。このように SEM の半導体への応用面は非常に広い。

この研究に関し懇切に指導いただいた京都大学教授大谷泰之博士、終始有益な助言と討論をいただいた大阪大学助教授志水隆一博士に感謝申し上げる。SEM の使用にあたっては当所材料計測グループ諸氏の協力を感謝する。

## 参 考 文 献

- (1) T. Matsukawa, et al. : Investigation of Kilovolt Electron Energy Dissipation in Solids. J.A.P. 45, 733 (1974)
- (2) T. Kato, et al. : SEM observation and contrast mechanism of stacking faults in an epitaxial silicon layer J.A.P. 45, No. 9, 3,732 (1974)
- (3) H. J. Queisser, et al. : Phil. Mag, 8, 1,063 (1963)
- (4) K. Kanaya and S. Okayama : J. Phys. D 5, 43 (1972)
- (5) T. Kato, et al. : Scanning electron microscopy of charging effect on Silicon, J.A.P. 46, No. 5, 2,288 (1975)

# カラー画像分析装置(EB-200)

酒 卷 裕 三\*・中 沢 啓 二\*\*

## 1. ま え が き

資源開発や土地の有効利用、公害問題が深刻化し、リモートセンシングによる探査、調査の重要性が増した。これら探査、調査で扱うデータは多量かつ多様なものであり、かつ短時間に収集し、処理、解読する必要がある。その手法として、非映像方式及び映像方式の二つの観測方法がある。前者には、マルチスペクトルカメラとか、マイクロエプ、ラジオメータ、レーザスペクトロメータ等が、後者には、赤外カラー(フォールスカラー)、赤外モノクロ、マルチバンド等、各種航空写真があり、中でもマルチバンド写真が新しい技術である。

マルチバンド写真は、地球表面に存在するいろいろな物質の電磁波、特に光に対する特性を解析して、物理的計測を広域的に行おうとするものである。すなわち、物質から反射、発散される光の波長は物質ごとに固有のもので、この情報を有効に利用し、その発射、あるいは反射光の分光分布及び強度を測定量とし、それらを分析することで地質や植生、土地利用状況その他の広範囲な認識をしようとするものである。

具体的には、物体から反射、発散されてきた光を赤 (RED)、緑 (GREEN)、青 (BLUE)、赤外 (INFRA-RED) の4バンドに、光学フィルタで分解し、それぞれの白黒濃淡写真を求め、必要に応じて分解されたそれぞれの画像を組合せて、カラー情報を抽出するものである。それらの解読方法としてはアナログ的に行う方法と、デジタル的に行う方法があり、前者は、目的とする対象物を光学的な方法で強調表示し、判読者の知識、経験を生かして肉眼判読する方法である。後者は、写真を微小なユニットに分割し、その個々のユニットの光の強度を数値変換しコンピュータにて対象を数値的、統計的に判読する方法である。

ここで紹介するカラー画像分析装置は、前述の二つの解読方法の

中間的なものとして、コンピュータ処理への可能性を配慮し、オプトエレクトロニクス技術を応用して対象物を強調表示しやすくするとともに、濃度領域パターン等が表示できるようにしたものである。

## 2. 画像の情報とその表示

太陽からの光をうけた物体は、その物体の物理的、化学的性質によって固有波長の光を固有量だけ反射、吸収、透過する。この物体から反射する400~1,000 nmの反射光を赤・緑・青・近赤外の波長帯に光学フィルタで分割し、それぞれの光エネルギー量に比例した白黒濃淡量としてフィルム上に記録したものがマルチバンド写真である。赤・緑・青・近赤外の各バンドごとに記録されたフィルム上の物体像の白黒濃度、及び各バンド成分を合成し、カラー表示した場合の色相、彩度、明度を解析することで物体の物理的、化学的性質を判読することができる。この判読は、テレビカメラを用い、テレビ受像機画面にカラー表示することによって極めて容易にできる。この場合白黒濃度をおのおのに対応したテレビカメラで撮像して忠実な色再現を行うにはテレビカメラの分光感度をフィルタ系の刺激値特性と等しくすればよい。またこのようにして撮像した画像を受像機画面に表示する場合、赤・緑・青の各バンドから得た情報についてはそのまま受像機に加えて3原色表示をすればよいが近赤外バンドについては赤・緑・青のいずれかに置換しフォールスカラー表示とする。

ところで、画像のもつ情報は大別して、色相、彩度、明度に分類できるが、事実、これらはさまざまな状態で分布、結合しあって情報を形成している。したがって、この中からできるだけ多くの情報を単純化して抽出し、表示することが画像解析にとって重要なことである。

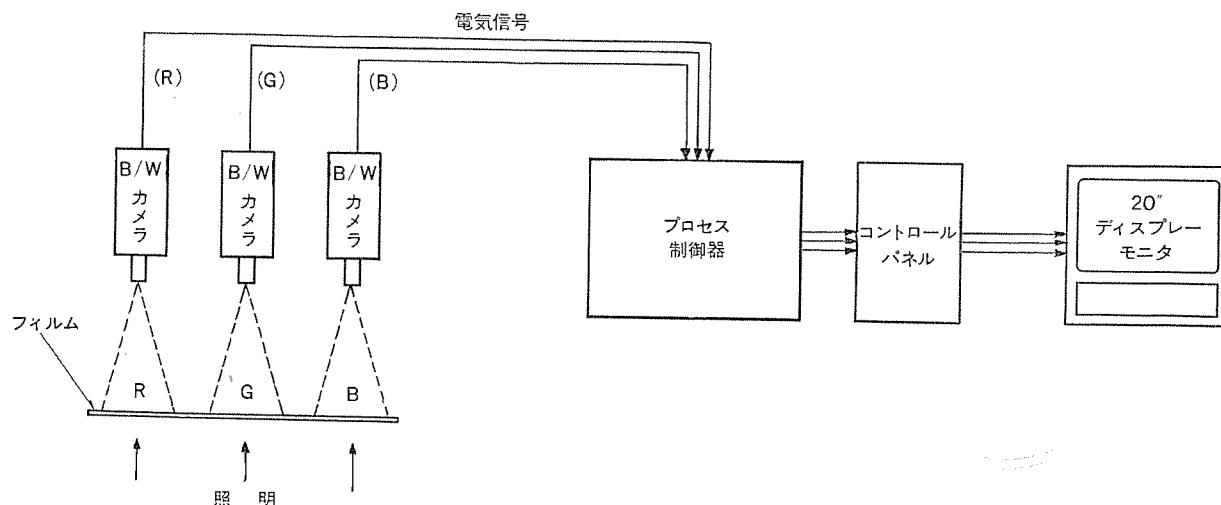


図 2. カラー画像分析装置の構成図



### 3. カラー画像分析装置

### 3.1 装置の概要

今回開発した カラー 画像分析装置においては必要とする情報がいったん電気信号に変換されているため、信号処理が非常に簡単で、かつ種々の機能が容易に付与できる。

図 1. (カラーページ 参照), 図 2. は、この装置の外観、及びその構成を示し、図 3. は、この装置に後で述べる各種機能を結合、拡張させる場合の処理システムを示したものである。

### 3.2 装置の機能

この装置は、図 2. に示すように画像入力装置と画像表示装置をプロセス制御器を介して結合して構成したもので、この装置だけで、次のような機能をもっている。

- (1) 4バンドに分割されたマルチバンド写真から、任意の3バンドを合成し、物体の反射分光分布特性によるカラー画像として表示することができる。
- (2) マルチバンド写真の任意の1バンド、あるいは55×55mm～180×180mmの大きさのフィルムから、その白黒濃度を14段階にデジタル化し、各区分にそれぞれ色彩を対応させ、濃度を色彩表示することができる。
- (3) マルチバンド写真の任意の3バンド、あるいは2バンドを合成した場合の白黒濃度についても、(2)同様に色彩表示することができる。
- その他、白黒表示など、全部で5種類の観測モードを選択できるようにしている。

### 3.3 装置の特長

この装置には、次のような特長がある。

- (1) 分解能が優れている

テレビジョン 技術を用いて、航空写真を カラー 表示する場合、自然色に近いことと、テレビ 画面の分解能が良いこと、が要求される。しかし、従来の ディスプレー 装置では、 分解能に難点があり、十分鮮明な画像を得ることができなかった。

この装置では、当社が新しく開発した高性能・高解像度ブラウン管を採用することで、従来の問題点を解決した。このブラウン管はファインピッチ形・シャドーマスクと精密3電子銃との組合せにより、従来の2倍以上の分解能をもつ画期的なもので、自然な良質の画像を得ることができる。図4.は、従来のものと比較した場合の1例を示す。

- (2) 操作性に優れている

カメラ上下機構、X-Y 移動機構などにより、資料のトリミング操作が簡単に行えるほか、観測モードの選択の簡易化、コントロールパネルのコンパクト化等により操作性が優れている。

- (3) 14段階のデジタル化が可能である

- (4) 合成混合比が可変である

マルチバンド写真から、任意のバンドを合成しカラー表示する場合、その合成混合比が自由に調整でき、情報を強調表示しやすい。

- (5) 機能の拡張性が高い

装置とその周辺機器を接続することで多くの機能を付与することができる。

### 3.4 判 别

- ### (1) 分光分布表示による判別

マルチバンド写真の白黒濃淡フィルムから、物体の分光分布特性を1枚の画像として表示することは、前にも述べたように、物体を判読する上で重要な手法の一つである。

図 5. は CIE 色度図で、図中●印の  $W$  は、標準照明の色度座標で白色点を示す。この白色点から、おのおの色度点を通る直線を引くと、その延長とスペクトル軌跡との交点  $S$  がえられる。この交点

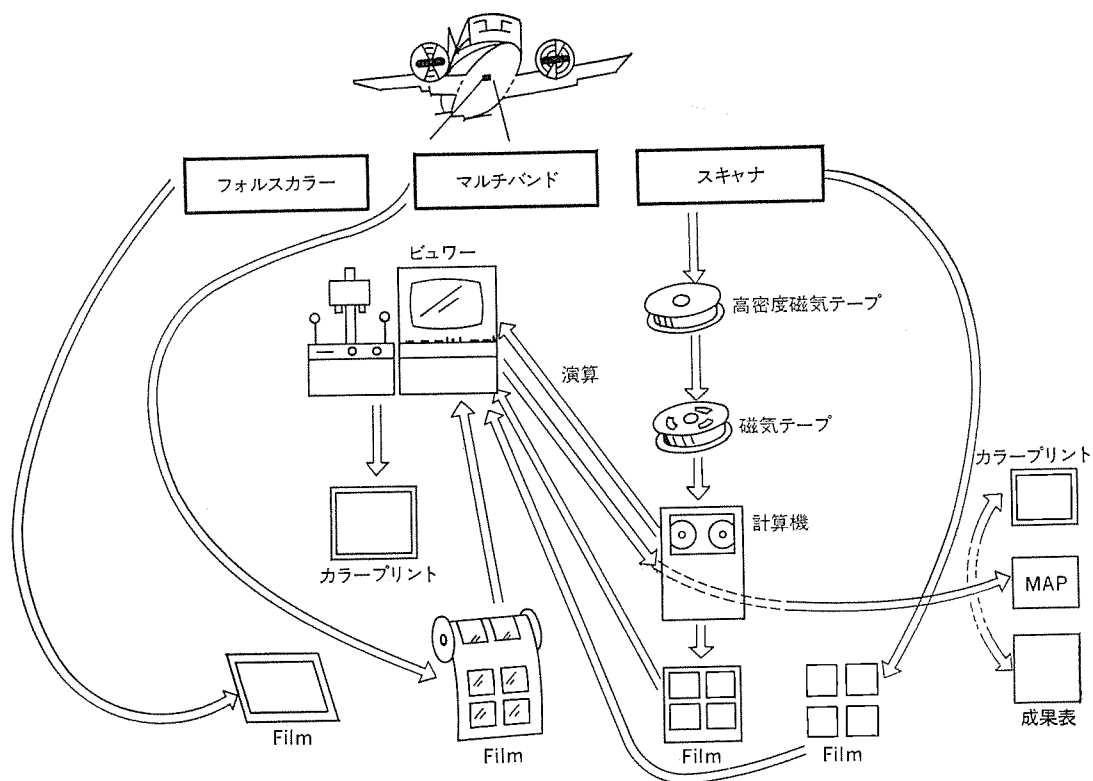


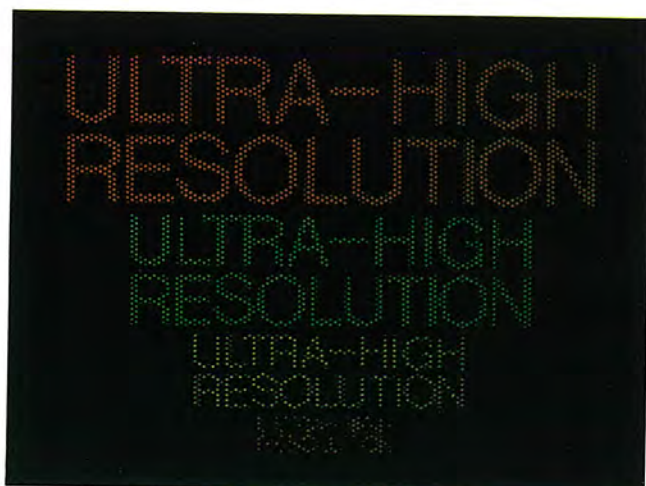
図 3. 「カラー 画像分析装置を中心とした処理システム



図 1. カラー画像分析装置 (EB-200)



(a) C-345 のカラー表示



(b) 従来のカラー表示

図 4. 受像管分解能の比較

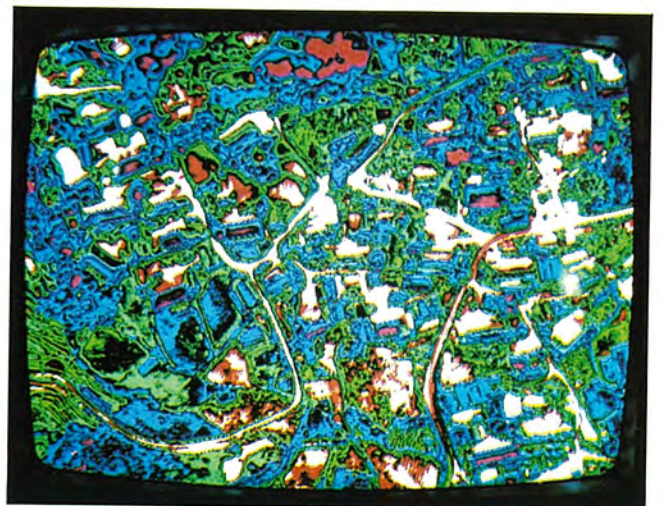


図 6. 濃度表示例



図 8. 諏訪湖のプランクトン群





図 9. 諏訪湖・流入河川の汚染状況

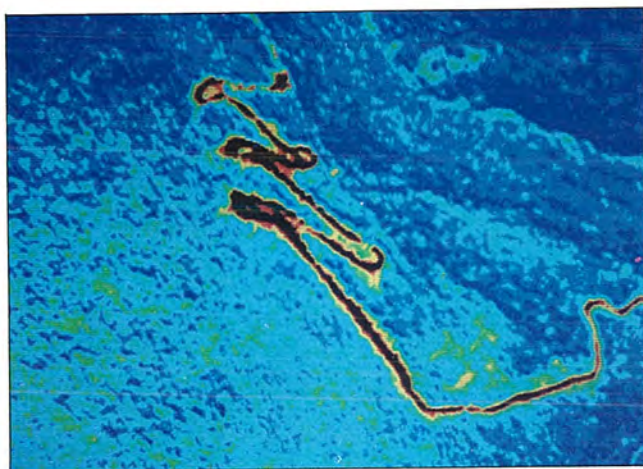


図 12. 乗鞍岳の道路及び道路際の荒廃状況



図 10. 乗鞍岳の観光道路周辺の自然破壊状況

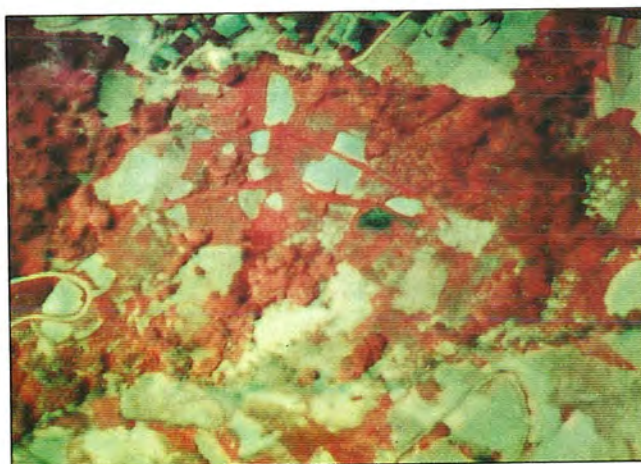


図 13. フォールス・カラー表示による植物群



図 11. 乗鞍岳の観光道路周辺の自然破壊状況

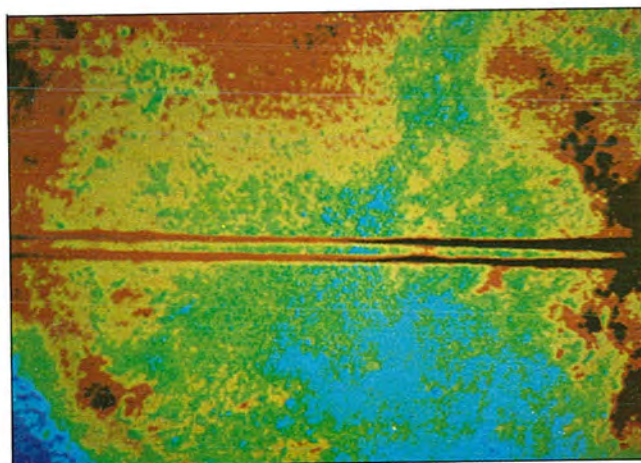
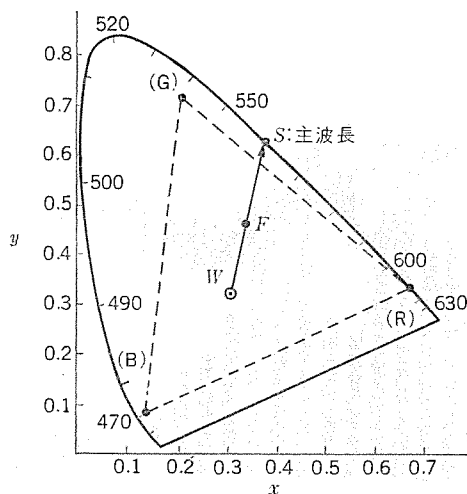


図 14. 水田の赤外写真濃度



(R)(G)(B) : NTSC 受像三原色

図 5. CIE 色度図

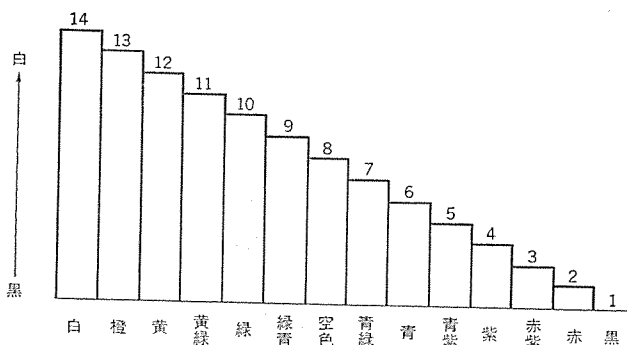


図 7. フィルム 濃度 - 対応色の関係

をおおのの主波長という。例えば、図 5. に示すように、色度点  $F$  の主波長は  $S$  となる。更に白色点  $W$  から  $F$  までの距離と  $S$  までの距離の比は、色 ( $F$ ) と等色する場合に混合すべきスペクトル色の割合に関する量であって、刺激純度といい、色度点の位置がスペクトル軌跡に近くなるほど刺激純度は高くなり、白色点に近づくほど純度の低いものとなることを示している。

主波長と刺激純度を用いた色の表示を単色表示といい、主波長と刺激純度は心理的な色の属性である色相と彩度に対応するため、単色表示は 3 色表示に比べ色の見え方をかなり具体的に表せるという利点がある。また、白色点の刺激値は座標  $W$  の紙面と直交する方向にあり、これが明度に対応する。

カラーディスプレイ装置によって、色相、彩度、明度を表示する場合、その再現性は 2 章で述べたように NTSC 受像 3 原色によってある程度の制約をうけ、図 5. の色度図における受像 3 原色三角形の範囲に圧縮されることは避けられない。しかし、画像処理の内容にもよるが、ほとんどの場合相対的取扱いで十分で実用上不適合のものではない。この装置では、4 バンドに分割されたマルチバンド写真から、任意のバンドを合成し、物体の分光分布特性を色相、彩度、明度の形で表示することができ、各バンドの刺激値を調整できるようにしている。

## (2) 濃度情報による判別

マルチバンド写真によってえられる白黒濃度は通常、白から黒まで連続的に分布しており視覚による判読は非常にむずかしい。

この装置では各バンドごとに、濃度が容易に判別できるように、フィルム濃度の高い部分 (黒) から低い部分 (白) を 14 階調に分割し、

各階調に色彩を対応させ、等濃度パターンを各濃度について表示できるようにしている。

図 6. は、その一例を示すもので、図 7. は各階調に対応する色を示す。

## 4. 機能の多様化

写真の画像から、物体を判読するためには、できるだけ多くの角度から情報を抽出し、総合的な判断によって、より精度あるものとする必要がある。そういう意味でこの装置には、次のような機能の増設が計れるように考えている。

### (1) 色 (色相) 別抽出

リアルカラーあるいは、フォールスカラー表示された画像からある色相、例えば、黄色を示す部分だけを抽出表示するもので、これは物体の分光特性、物体の分布状態を判読する場合などに有効な手段である。

### (2) 色相別濃度表示

図 5. の色度図で示した白色点  $W$  と主波長  $S$  を結んだ線上の刺激純度は、連続的に無限に存在しており、この刺激純度を視覚で判別することは困難なのでこれを単純化し、表示するものである。

### (3) 濃度別・色相別面積比率の演算

前述の (1), (2) によって表示されたものを肉眼判読するだけでなく、ある濃度、あるいは、ある色相を示す部分が、資料全体に対して、どの程度のウェイトを占めるか数値化するための一手段であって、この手段を用いてデータを記録し、あるいは、総合的、統計的処理を行う場合に有効である。

### (4) 明度差・色相差による輪郭の抽出

画像中の輪郭部には、多くの情報量が占められていることが知られており、この輪郭の抽出は重要なものとされている。輪郭には大別して二つあげられる。その一つは明度差による輪郭で、物体の光に対する反射特性に依存し、他の一つは色相差による輪郭で、物体の分光分布特性に依存するもので、これらを抽出表示することで、画像情報を収集する。

### (5) 近赤外バンドの追加

今回開発した装置では、マルチバンド写真のうち、任意の 3 バンドまでについては選択、合成表示することができる。4 バンドについて同時合成表示したい場合を考慮して、残る 1 バンドのスペースも確保しており、簡単に追加することができる。この場合の合成表示法は次のとおりである。

(a) 4 バンドのうち、いずれか 1 バンドを輪郭表示する。

(b) 1/60 秒ごとに、任意の 3 バンドと 1 バンドを交互に表示し、視覚的に合成表示する。

(c) 4 バンドのうち、いずれか 1 バンドを白黒表示し、残る 3 バンドをカラー表示する。あるいは、いずれか 1 バンドを単色カラー表示し、残る 3 バンドを合成白黒表示する。

### (6) ネガ・ポジ反転

マルチバンド・カメラで撮影されたフィルムはネガで、これをポジ化して使用する場合には反転工数があるばかりでなく、情報量の消失も考えられる。この装置ではこのネガフィルムから情報を直接読みとり、これをポジ画像として表示することも可能である。

### (7) コンピュータ処理への応用

この装置を画像入力装置とし、画像のユニット化、デジタル化装置、メモリ装置等、コンピュータとのインタフェース装置と結合することで、前述の各種データをコンピュータで処理することも可能である。



三菱電機では、既にテレビカメラを用い画素数  $256 \times 256$ 、量子化レベル 4 ビット/画素数、32 キロバイトの MOS メモリを使った実験システムも完成している。

## 5. カラー画像分析装置による調査例

最近、環境問題がクローズアップされるようになり、国や各地方自治体などの諸事業に先立って、将来予測のためのデータ作成や、環境調査事業が各所で行われつつある。以下に(株)協同測量社において、この装置によって調査した一部を紹介する。

### 5.1 水質調査

図 8. は、諏訪湖東南部、有賀付近のマルチ合成画像である。マルチバンド・カメラで撮影した R・G・B・IR バンドのフィルムのうち、R のフィルムを G カメラで、G を B で、IR を R で撮像したフォールスカラーである。陸上の赤色部分は緑色植物で、湖水上の赤色部は、諏訪湖の汚染(富栄養化)によって繁茂した植物性プランクトン群である。

図 9. は、諏訪湖の調査で撮影した同様のマルチ合成画像をモノクロ表示したものである。諏訪湖には 26 もの流入河川があるが流出河川は天竜川だけで、湖水は天竜川に流出してすぐ、周辺地域に引き込まれ、伊那谷地域の重要な灌漑用水となるほか、地域の貴重な水資源である。しかし、現在、その汚染が問題となっており主たる汚染地である諏訪湖での対策が検討されているが、この写真では、湖に流入してくる河川や地域排水と湖水との混合、拡散状況がよくわかる。

### 5.2 森林調査

図 10. は、乗鞍岳に開発された観光道路の、高山植生(特に森林)に与える影響を調べるために撮影されたマルチバンド写真を、フォールスカラー表示した画像である。

図 11. は、同じ地域の合成画像であるが、マルチ写真の R フィルムを G カメラで、IR のフィルムを R カメラで撮影したもので、G のフィルムはカットした画像である。

どちらも赤い部分は、ハイマツの群生で、観光道路の開設のために、下方に流された土砂の面的な様子と、道路周辺の枯死、あるいは、活力の低下した部分がよくわかる。

図 12. は、同じく乗鞍岳で撮影したマルチバンド写真を合成し、更に、濃度分解したもので、道路(黒い帯状となっている部分)の部分が明りょうに出ており、道路際の荒廃部がよくわかる。

### 5.3 緑の調査

緑は環境の指標であり、都市がもつ自然度の調査、あるいは環境監視の方法として、緑の調査が重視される。

クロロフィルを持つ植物は、光エネルギーを吸収して、光合成を行い、このクロロフィルは特に、波長が 450 と 670 nm 付近で強く光を吸収し、740~1,300 nm 付近では逆に吸収が少ないといった吸収特性がある。したがって、逆に言えば、740~1,300 nm 付近での反射率が大きいことになる。

こうした植物の分光特性と、マルチバンド写真の赤外バンドを生かして、植物群を赤色に強調し、フォールスカラー表示したものが図 13. である。もちろん、自然色では緑色であっても、無機構造物などは、フォールスカラーでは植物と同じ赤色に発色しないので、容易に判別できる。この特性を利用し、緑比率、環境変化、植物の活性など、緑の調査を行うことが可能で、4 章で述べた面積比率、色相別抽出な

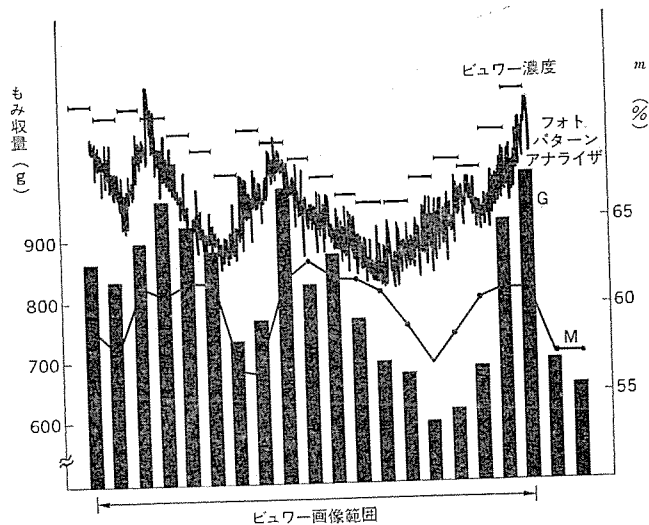


図 15. もみ収量と赤外写真濃度 (cf,  $m=100$ -含水率)

どの機能が有効に活用できる。

### 5.4 収量予想

5.3 節で述べた分光特性は、植物の種類によってもさまざまに変化するし、植物以外の物質にも依存する。

図 14. は、信州大学付属農場の実験水田を、赤外モノクロで撮影した写真を濃度分解表示したものである。2 本線で囲まれた部分を後で線状に坪刈りし、この部分のもみ収量と、土壌含水量と写真濃度をグラフにしたものが図 15. である。このグラフからも分かるように収量と赤外写真濃度に深い相関が認められる。

## 6. む す び

各種航空写真によるリモートセンシングの技術は、まだ体系的に確立されているとはいえず、その確立が急がれている段階で、各方面で研究が進められている。

ここでは、マルチバンド写真の画像処理に関し、できるだけ簡単に、かつ、手軽に扱えるシステムとして、必要最小限の機能を備えたカラー画像分析装置と、その基礎的な調査例を紹介した。この装置の目的は、画像処理の第一歩として、画像の情報を概略的に肉眼判読し、収集、処理、解析、トレーニングを行い、その過程で、必要な機能を結合することで、技術の確立を一步一步進めようとするところであり、画像処理の実用化、応用分野の開拓の一助になれば幸いである。

終わりに、貴重なデータを提供いただいた信州大学に厚くお礼を申しあげる。

### 参 考 文 献

- (1) Information Processing of Remotely Send Agricultural Data, PROCEEDING OF THE IEEE 57, No. 4, APRIL (1969)
- (2) 伊藤・福島・秋田：色彩図形解析表示システムとその応用、エレクトロニクス(昭 49-10)
- (3) 飯坂：医学、航空写真への応用を中心に見た画像処理、日経エレクトロニクス(昭 50-1)
- (4) 淵本・山本・木口：マルチバンド写真の数値処理システム、写真測量, 12, No. 2 (昭 48)

# シールレス新形定期券発行装置

草川 英昭\*\*・鳥居 健太\*\*・今村 恒浩\*\*・多田 豊\*\*・大倉 忠廣\*\*

## 1. ま え が き

出札業務を機械化する目的で開発されてきた定期券発行装置は、第1世代のシール定期券(券面印刷したものを透明のプラスチックシートと磁性膜付きのプラスチックシートでシールした定期券)の方式から、第2世代のシールレス定期券(片面に磁性材料を塗付したプラスチックシートに直接券面印刷した1枚ものの定期券)の方式への技術革新が関係者の間で待ち望まれていた。

《MELPAS》新形定期券発行装置は、電子光学式印刷によって完全シールレス定期券(発行装置内で券用紙に樹脂コーティングのような2次加工を施さずに券面印刷及び自動改札用コードの書込みを行った定期券)を発行可能にした定期券発行装置である。

このシールレス化によってプレス・シール機構を省略できた外、印刷

券面発生全電子式化による光学機械要素の省略も加わって機械部分が全面的に簡素化され、信頼性並びに保守性が飛躍的に向上した。この装置の特長は次のとおりである。

### (1) 完全なシールレス方式

発行装置内にプレス・シール又はコーティング・シールなどのシール機構がなく、かつ券用紙にプレス・シールを行う必要もない。

### (2) 全電子式印刷

券面発生・露光を電子化することにより、券用紙の搬送系以外の機械要素を極力なくした。

### (3) 文字品質が高い

電子式文字ながら1ミリ10ドットの高品質の文字印刷ができる。

### (4) 取扱駅数に制限がない

電子式文字・券面発生方式により文字の組合せで任意に駅名を作ることができる。

### (5) 製品系列が豊富

ミニコンピュータを擁する大形機の外、中小駅に適する中、小形機を製品系列に加えた。

## 2. 主 要 原 理

### 2.1 1枚ものの定期券の原理

自動改札機用定期券は、耐摩耗性の材料に耐摩耗性のある印写像を形成する必要がある。このような定期券を作る方法として次の二つの技術的アプローチの仕方が考えられる。その一つは耐摩耗性のあるプラスチック面に耐摩耗性の印写像を形成する方法であり、いま一つは印写した紙の表面に耐摩耗性を付加させる方法である。後者の方法は樹脂加工(表面コーティング又は含浸)を行うのが普通で、換言すれば印写の後にプラスチック化することである。しかしこの方法は発行機内にプラスチック化機構を必要とし、シール機構省略の効果が半減するので、我々は前者の方法を追求することとした。

我々が選んだ方法は、現像された画像を市販の複写機のように熱定着を行えばトナー(電子印刷用の現像剤で荷電微粉である)は溶融してプラスチック面に付着するが、その付着力は樹脂どうしの凝集力だけであるため耐摩耗性に弱く実用に適さない。この点を次の方法により解決することができた。

最近、乾式なつ(捺)染の方法の進歩が著しく<sup>(1)</sup>、染料の熱拡散・浸透性を利用してポリエステル繊維に染色する昇華転写法がある。この方法を応用し、トナーに昇華性染料を混入して現像・熱定着を行うと、昇華性染料がプラスチックの表面近くに吸着凝縮され、以降濃度拡散によって印写像が得られる。この印写像は、プラスチックの内部に浸透しているため耐摩耗性があり、十分自動改札機用定期券の目視記録面として使用できる。

図3に普通のトナー(市販の複写機用トナー)と昇華性トナー(昇華性染料を含んだトナー)によって作られた記録像の耐摩耗性の比較を示した。

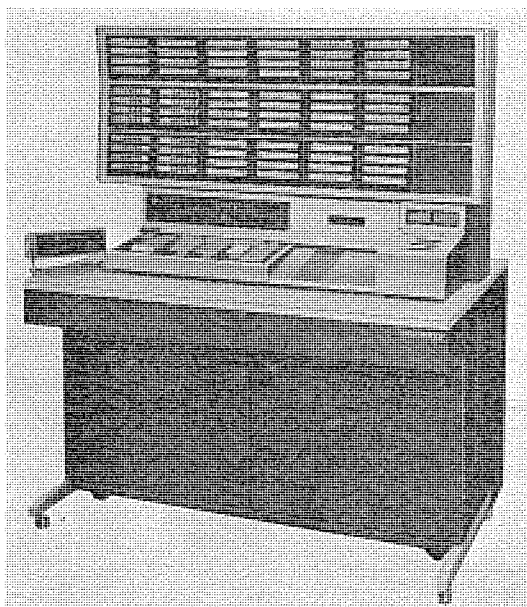


図1. 定期券発行装置(《MELPAS》5形)窓口機

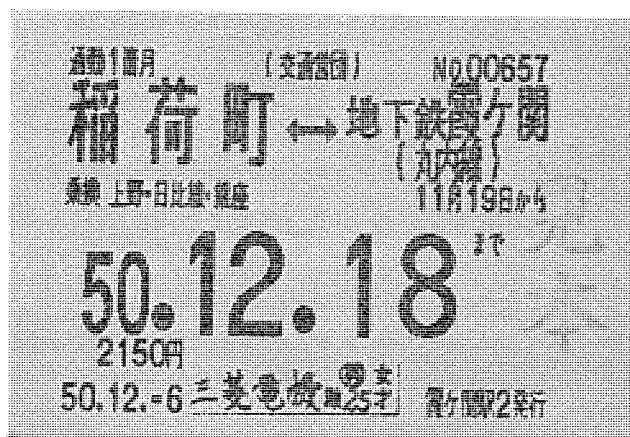
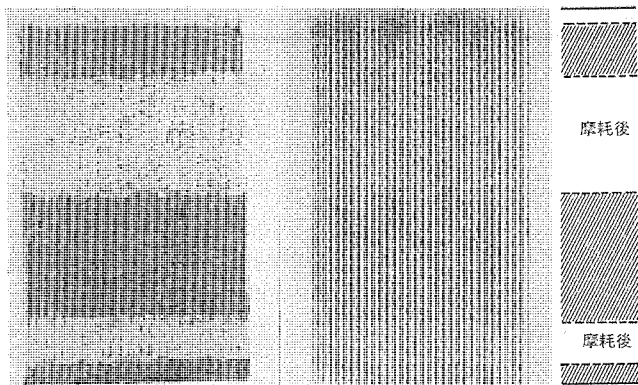


図2. 定期券





(a) 従来の現像剤 (b) 昇華性染料を含む現像剤  
図 3. 記録像の耐摩耗性の比較

## 2.2 券面印刷の原理

### 2.2.1 露光の原理

量子化パターンで記憶した内容を印刷するには、ドットごとの情報を与える必要がある。ドットごとの情報の与え方に表 1. のような方法がある。この装置では、定期券の目視改札という瞬間的に文字を判読する特殊な用途のため文字品質を重視し、10 ドット/mm という高分解能が可能である電子光学式を採用した。

電子光学式には、F. S. S. 管 (フライングスポットスキャナ管) を使用した非接触方式と、O. F. T. (オプティカルファイバチューブ) を使用した (半) 接触方式があり、それぞれ一長一短がある。信頼性・保守性を考慮し、非接触のため最も信頼性の高い画像印加方式である F. S. S. 管を採用した。走査方式は画像 (ビデオ) 回路及び感光板動作の簡単さから線走査方式とした。

露光の原理図を図 4. に示す。

券面用バッファメモリに作成された券面データは、制御盤の DMA (Direct Memory Access) チャンネルを介して F. S. S. 管の制御回路に送られ、F. S. S. 管のビデオ信号と同期して F. S. S. 管にデータとして与えられる。F. S. S. 管面では同一線上を線走査しながら文字になるところに輝点が生ずる。管面の輝点をレンズ及びミラーを介して線走査に同期して回転しているマスタシート (感光板) に露光を行う。この露光によって 1 次画像がマスタシート上に形成され露光が完了する。

表 1. 量子化データの印刷方式

記録媒体	印刷方式	供給源
光	電子光学式	F. S. S. 管 O. F. T
電圧	静電式 放電式	電極針
粒子	インクジェット式	ノズル
熱	感熱式	サーマルヘッド
直接	ワイヤドット式	ワイヤヘッド、ピンヘッド

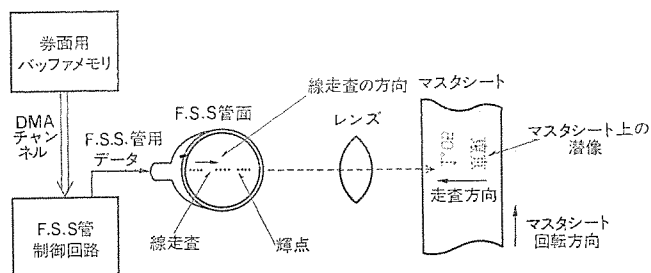


図 4. 露光の原理図

### 2.2.2 画像形成の原理

画像形成には静電気を利用して光により感光板に静電潜像を作り、乾式現像したのち被印刷体に画像を転写する電子光学転写方式を採用している。この方式では被印刷体が高絶縁性であれば印刷可能であり、一般の上質紙やポリエステルシートなどにも十分な印刷品質の印刷ができる。

電子光学転写方式印写は電子写真技術の応用で、電子写真の静電潜像を作る感光板の光導電性絶縁体材料には、無定形セレンを使用したものと、酸化亜鉛・樹脂混合物を使用したものがあるが後者を採用している。

画像形成の原理を図 5. に示す。以下その番号に従って説明する。

- (1) 感光板に暗中でコロナ放電によって一様に負の電荷を与える。
- (2) 帯電した感光板に光を照射 (露光) すると、照射された部分が電荷を失い、感光板上には電荷の残存する部分と残存しない部分とができ静電潜像が形成される。
- (3) 静電潜像が形成された感光板上に表面電荷と同符号のトナーを振り掛けると、電荷のある部分は反発してトナーが付かず、電荷のない部分にはトナーが付く、1 次画像を形成する。
- (4) 1 次画像を転写紙に重ね電場を掛けると転写紙の上に 1 次画像が転写される。
- (5) 1 次画像を転写した転写紙を加熱してトナーを熱溶融し、トナーを転写紙に拡散・定着させて永久画像を作る。
- (6) 1 次画像を転写した感光板にけい光灯の光を照射して、残存電荷を除去する。
- (7) 感光板に残ったトナーをクリーナブラシで清掃する。

図 6. に券面印写の工程図を示す。

### 2.3 文字記憶の原理

定期券発行装置の文字記憶 (文字データの記憶を以下“文字メモリ”

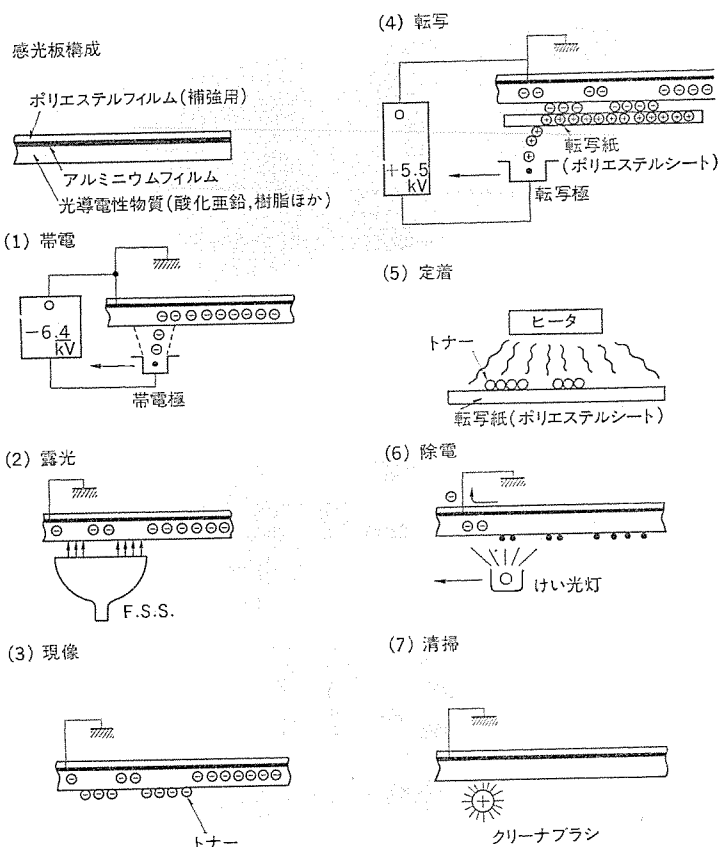


図 5. 画像形成の原理図

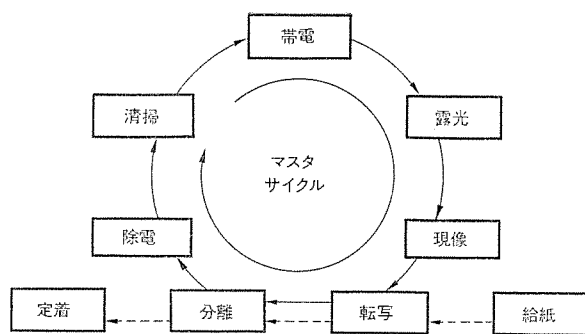


図 6. 印写工程図

と呼ぶ) について、文字メモリの設計、文字メモリの作成、文字メモリの管理の観点から述べる。

### 2. 3. 1 文字メモリの設計

定期券面のソフトウェア化を実現するに当たり次の点を設計方針とした。

#### (1) 文字品位の維持

現状の改札業務では目視改札が大勢を占めている以上、定期券の文字品位の高さは必須の条件である。

文字品位の優れていることがマイクロフィルム方式定期券発行装置の大きな特長であったが、マイクロフィルム方式に比べそん色のない文字品位の定期券をつくることを目標とした。

#### (2) メモリ使用効率の向上

文字メモリの記憶装置として固定ヘッド磁気ディスク装置(定期券発行システムの補助記憶装置)を使用するが、通常1,000以上の文字を記憶するためメモリ使用効率の向上が要請される。

文字品位の高さと文字メモリのメモリ使用効率の向上(メモリの節約)は相反する要請であり、1文字を何ビットで表現するかは重要なポイントである。

#### (3) 処理の単純化

1枚の定期券を発行するために使用する文字数は500以上になり、システム上処理時間も無視できない。したがって処理がなるべく単純化できるような文字メモリの構成が要請される。

以上の設計方針のもとに文字メモリの構成を次のようにした。

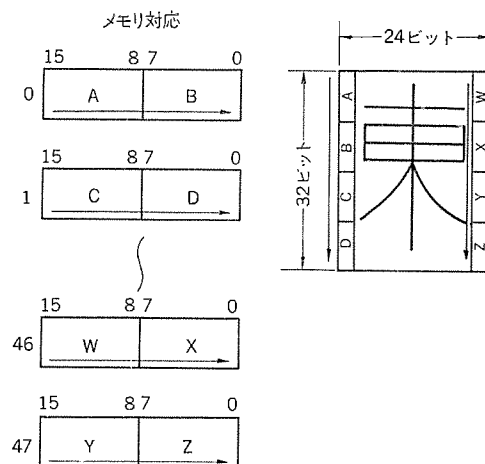


図 7. 文字パターンと文字メモリの対応

原文字パターン

ゴシック体活字

文字メモリ・ビット構成

32ビット×24ビット

文字メモリの構成を図7.に示す。

1文字を32ビット×24ビットで表現することにより“鵬”のような複雑な字画の文字であっても表現でき、またワード(16ビット)単位で処理することができる。

### 2. 3. 2 文字メモリの作成

文字メモリは、(1)文字のディジタル化、(2)データの圧縮、(3)データの修正、の三つの過程を経て作成される。

### 2. 3. 3 文字メモリの管理

文字メモリは読み方をアルファベット表記し、その頭文字と連続番号によって分類されている。アルファベット表記できない特殊文字・記号などは頭文字の代わりに\*を割りつけ分類されている。

定期券発行装置における文字メモリは磁気ディスク装置に格納され、この分類番号によって管理されている。

## 2. 4 券面編集の原理

### 2. 4. 1 《MELPAS》6形、7形(中、小形機)

《MELPAS》6形、7形では、装置に記憶させる文字の種類を減らすために図8.に示す入力カードに定期券面の固定項目(乗車経路、発売所名など)及び半固定項目(割引印章、特殊印章など)を券面

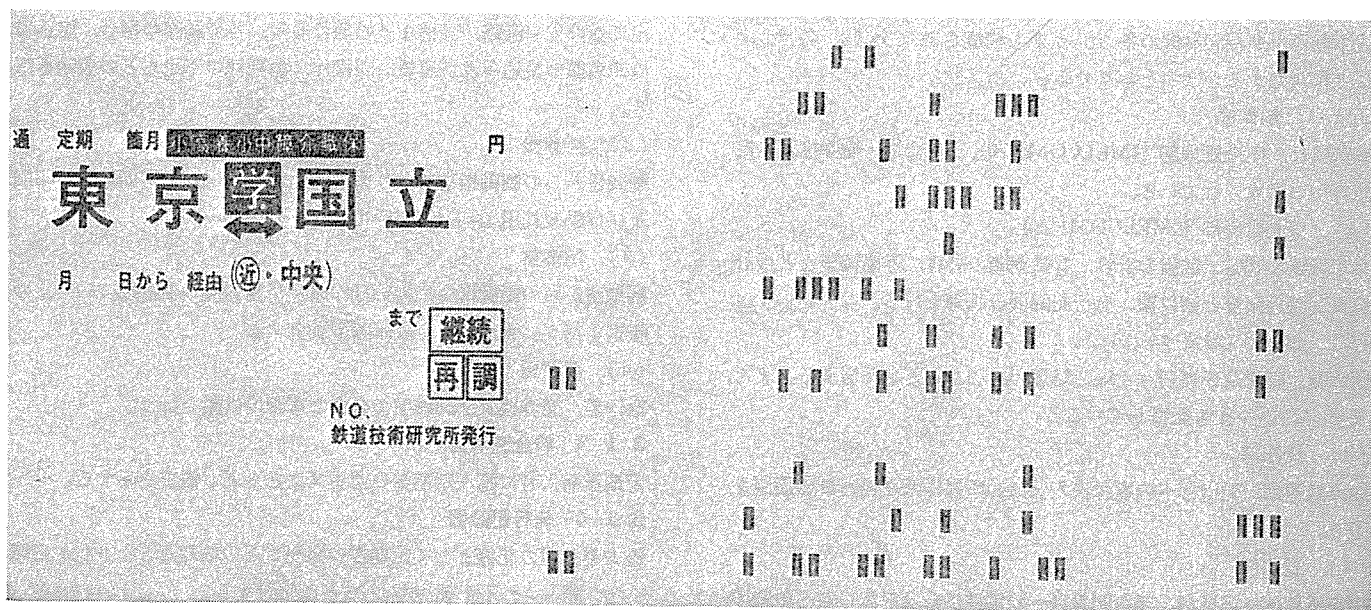


図 8. 入力カード

フォーマットで支障のでない限り印刷しておき、OCR形読取器の入力カードユニット券面読取機構で10ドット/mmで量子化して、制御盤の券面用バッファメモリに記憶させる。

入力カードより券面用バッファメモリに記憶した半固定項目のうち発行する定期券に不必要な印章などは、プログラム処理によって記憶より消去される。

可変項目(有効終了年月日、運賃などの数字)は、プログラム処理によって、文字メモリより必要な文字をピックアップし、券面用バッファメモリの必要な箇所に補充される。

氏名・年令・性別は、申込書に記載されたものをOCR形読取器の申込書ユニットで量子化し、券面用バッファメモリの必要な箇所に補充される。

## 2. 4. 2 《MELPAS》5形(大形機)

《MELPAS》5形では、氏名・年令・性別を除いた項目については制御機で券面編集を行い、窓口機の券面用バッファメモリに転送する。また、申込書に記載された氏名・年令・性別を窓口機の申込書ユニットで量子化し、券面用バッファメモリの必要な箇所に補充する。制御機(ミニコンピュータ)での券面編集は、プログラム制御機により文字メモリから文字パターンを1字1字読み出してきて必要な拡大を行い、メモリ上の所定位置にそ入していくことにより行われる。

## 3. 定期券発行装置の概要

《MELPAS》新形定期券発行装置は、乗車経路の設定方法及び制御機の有無によって《MELPAS》5形(大形機)及び《MELPAS》6、7形(中、小形機)に分類され、取扱規模(発売枚数、発売範囲、乗車経路など)に応じて選択できるようになっている。また、基本機能の発券機は全機種に共通なうえ、窓口機の各機器はそれぞれ個別に製作され窓口機として組立が任意にできるビルドアップ方式としてあるので、小形機から中形機へ、更には大形機へと規模・性能の向上は必要な機器を増設することで容易に対処できる。表2.に各機種の概略仕様を示す。

### 3. 1 《MELPAS》5形(大形機)

大形機は、図9.に示すブロック図のように、制御機、窓口機、料金表示器及び発行記録機の各ブロックから構成されている。各ブロックごとに説明すると次のとおりである。

#### 3. 1. 1 制御機

制御機は、中央処理部(《MELCOM》70)、記憶部、操作部及び電源部から構成されている。

##### (1) 中央処理部(《MELCOM》70)

乗車経路の判定、運賃の計算、有効期間の計算、券面編集などの計算及び論理演算と窓口機、発行記録機の制御を行う。

##### (2) 記憶部(磁気ディスク)

駅情報、距離及び運賃テーブル、処理プログラムなどを記憶する。また、文字パターンデータも記憶している。

##### (3) 操作部

中央処理部、記憶部への電源投入又は切断操作及び発行日の設定を行う。

##### (4) 電源部

中央処理部、記憶部、発行記録機への電源供給及び窓口機への電源投入、切断制御を行う。

表2. 定期券発行装置仕様

仕 様	MELPAS-5	MELPAS-6	MELPAS-7
印刷方式	乾式電子光学転写方式		
基本文字構成	(タテ)32×(ヨコ)24ドット		
券面印刷精度	10ドット/mm		
券面発生方式	全電子式(印刷券面、磁気コード面)		
給紙方式	カセット・ホッパ方式		
券用紙	ポリエステルシート(1枚板)(非自動改札用定期券用として普通上質紙も可)		
取扱範囲	200~2,000駅	200駅程度	200ルート程度
乗車区間設定方法	押ボタン方式	入力カード/押ボタン併用	入力カード方式
主演算機構	ミニコンピュータ (《MELCOM》70)	マイクロプロセッサ (ML 58710 S)	マイクロプロセッサ (M 58710 S)
運賃計算方法	自動計算	入力カードより計算	入力カードより選択
券面作成	自動編集	入力カードにより編集	入力カードにより編集
発券速度	約13秒	約15秒	約15秒

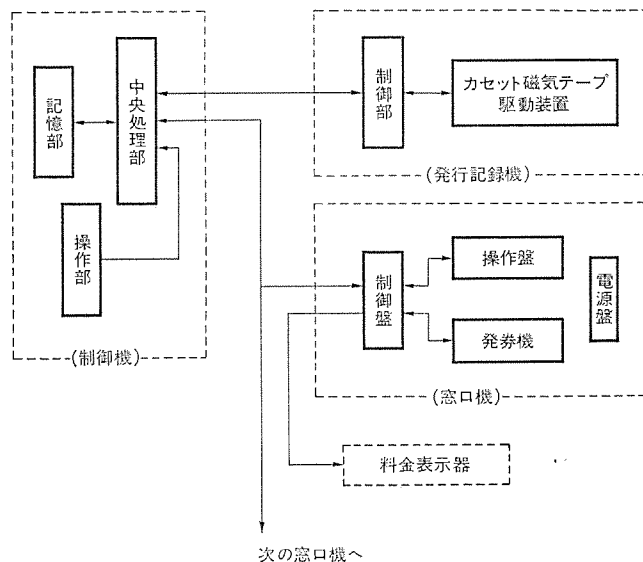


図9. 定期券発行装置(《MELPAS》5形)ブロック図

#### 3. 1. 2 窓口機

窓口機は、操作盤、発券機、制御盤、電源盤より構成されビルドアップ式に組立てられる。

##### (1) 操作盤

定期券の乗車経路、券種などの項目設定、各種動作の指令、申込書の氏名欄の読み込み及び運賃、誤操作、消耗材の不足などの表示を行う。

##### (2) 発券機

制御盤からの制御指令により電子光学式でシールレス定期券面の印刷及び自動改札用コードの磁気印加を行う。

##### (3) 制御盤

制御機からの制御指令に従い操作盤及び発券機の制御及びデータの転送を行う。また、料金表示器も制御する。

##### (4) 電源盤

操作盤、発券機及び制御盤に必要な電源の供給を行う。

#### 3. 1. 3 料金表示器

定期券購入者に購入定期券の運賃又は払もどし額を表示する。

#### 3. 1. 4 発行記録機

後方業務用の記録として定期券の発売ごとの情報などをカセット磁気テープ、紙テープ又はディスクなどに記録する。

なお、計算センターなどの計算機に直接伝送するための通信制御機

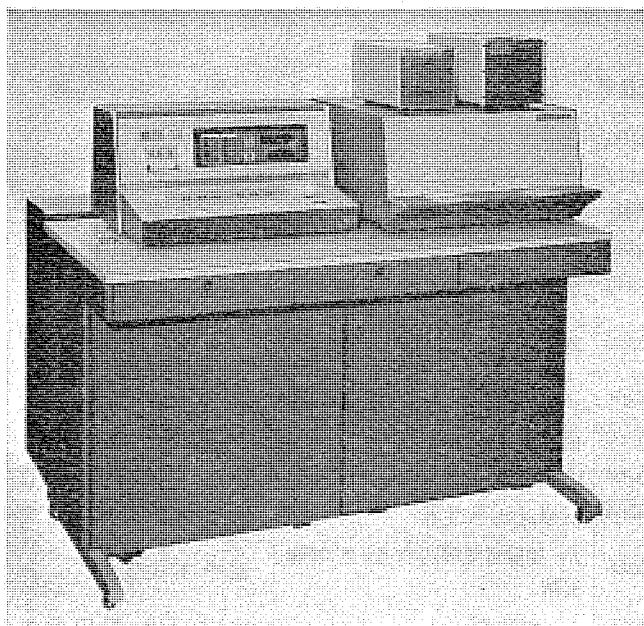


図 10. 定期券発行装置 (《MELPAS》7 形)

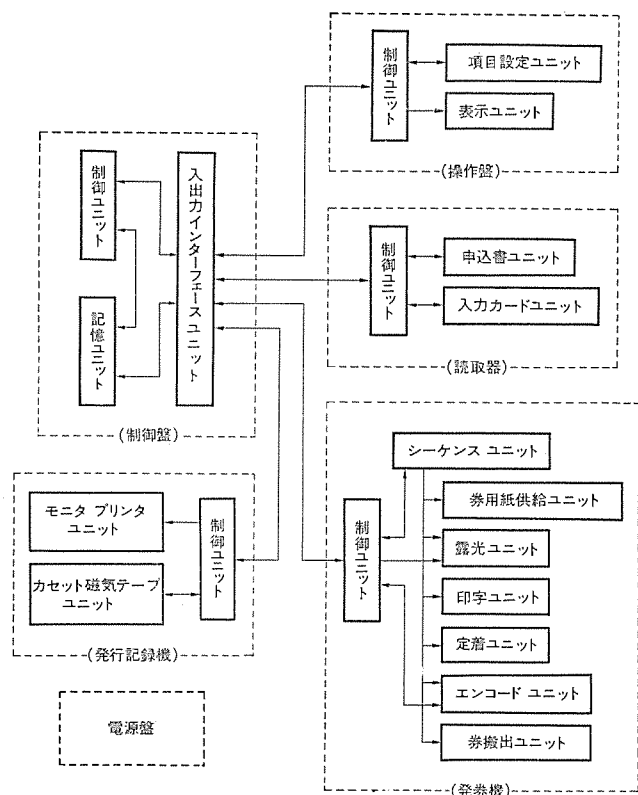


図 11. 定期券発行装置 (《MELPAS》7 形) ブロック図

構を制御機に付加することもできる。

### 3.2 《MELPAS》6, 7 形 (中, 小形機)

中, 小形機は, 図 11. に示すブロック図のように, 制御盤, 操作盤, 読取器, 発行記録機及び電源盤の各ブロックから構成されている。発

券機と電源盤は大形機と同一で, その他の各ブロックごとに説明すると次のとおりである。

#### 3.2.1 制御盤

操作盤, 読取器からの入力情報により印刷券面の編集, 運賃の算出, 有効終了日の算出などの計算及び論理演算と操作盤, 読取器, 発券機, 発行記録機の制御を行う。

#### 3.2.2 操作盤

定期券の有効開始日, 通用期間, 券種などの項目設定, 消耗材の不足, 運賃, 誤操作などの表示を行う。

#### 3.2.3 読取器

券面印刷に必要な申込書の氏名欄及び入力カードの券面表示画像を光電変換方式で読取り, 運賃データ・自動改札用コードのデータを読取って制御盤に送る。

#### 3.2.4 発行記録機

後方業務用の記録として発売ごとの情報などをカセット磁気テープ, 紙テープ又はディスクなどに記録し, 係員用目視記録を印字する。なお, 計算センターなどの電算機にオンライン伝送するための通信制御機構を付加することもできる。

## 4. む す び

以上我々が開発した シールレス 新形定期券発行装置についてのあらましを述べたが, これら原理・設計思想にもとづく装置を既に日本国有鉄道 (技術研究所) 及び帝都高速度交通営団 (霞ヶ関, 高田馬場両駅) へ納入し実績を積んでおり, 機械要素の省略及び電子化による信頼性向上の効果が確認されつつあり, また券面品位も従来のマイクロフィルム 光学式に比して遜色ないことも評価されつつある。

終わりにこの装置の開発に当たって種々指導を賜った日本国有鉄道の関係者各位, シールレス 化・電子化の設計思想に温かいご理解をいただいた帝都高速度交通営団の関係者各位に深甚なる感謝の意を表するとともに, 併せてこの装置の開発から製品化に至るまで, 凸版印刷 (株) 及び小西六写真工業 (株) の関係者のご協力によるところ大であることを付記させていただく。

## 参 考 文 献

- (1) 水野: 化学と工業, 27, No. 6, 418 (昭 49)
- (2) 安西: 印刷雑誌, 58, No. 7, 11 (昭 50)
- (3) 竹原ほか: シールレス 定期券および簡易形定期券印刷発行機の開発, 第 12 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 218 (昭 50)
- (4) 鳥居ほか: 定期券発行機, 電子材料, No. 9, 38 (昭 50)
- (5) 柳沢ほか: 定期券発行装置, 三菱電機技報, 48, No. 6, 696 (昭 49)
- (6) 山口ほか: 定期券発行機, 第 11 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 217, 97 (昭 49)
- (7) 鳥居ほか: ミニコンピュータを用いた定期券発行装置, 第 11 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 220, 111 (昭 49)

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
763127	放電灯用電極	{土井貞春・加茂部透 正田 勲	764100	機関用点火時期調整装置	才田敏和
763128	電気接続用可撓導体の製造方法	佐久真熙	764112	電気弁制御装置	細野 勇
763129	半導体装置	蒲生 浩・山上偉三	764391	移動機械の制御装置	佐竹幸雄・山崎宣典
763130	高圧水銀 ランプ	{土井貞春・加茂部透 正田 勲	765358	電磁 クラッチ	小林良治
763131	管 ビーディング 装置	鷺谷明宏	765359	しゃ断器の消弧装置	紀井正美
763132	放電灯装置	赤松昌彦	765360	鉄道車両の加減速装置	{近藤博通・岸本 浩 小倉新三
763133	速度検出装置	加来政博	765361	デジタル 式信号受信器	今出昭彦・鳥井健太
763134	$\Delta F$ 検出器	須本一雄	765362	直流線形信号伝送装置	岩井 優
763135	気相成長用半導体基板	西岡 直・中島当記	765363	直流線形信号伝送装置	岩井 優・仲森誼貢
763930	弁操作機構	中野大典・森 哲郎	765364	減速 パターン 発生器	鳥居健太・河合敏夫
763931	半導体装置	藤川恭一郎・高宮三郎	765365	ガス 絶縁電気機器のガス圧制御装置	左中英夫
764092	電力制御装置	川畑隆夫	765366	しゃ断装置	宮本紀男・飛田敏夫
764093	タッパ 切換器の駆動制御装置	堤 長之	765367	測距装置	中原昭次郎・長能宗彦
764094	多孔式 メモリ 装置	{村山 昇・中村信弘 馬瀬和男	765368	指向性 スピーカ 装置	鈴木英男・仁田昭博
764095	多孔式 メモリ 装置	{村山 昇・中村信弘 馬瀬和男	765369	半導体直接発振器	白幡 潔
764096	機関制御装置	浅山嘉明	765370	保護継電装置の点検回路	鈴木健治
764097	内燃機関点火装置	高橋一智	765371	半導体直接発振器	白幡 潔
764098	内燃機関点火装置	{日野利之・高橋一智 小西寛示	765372	発光体とその製造方法	岩田 浩
764099	機関用点火時期調整装置	才田敏和	765373	レーダアンテナ 方式	渡部 優・篠原英男
			765374	陰極線管	上羽保雄
			765375	半導体結晶の製造方法	三木秀二郎
			765376	方向探知装置	田原清一

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 50 No. 7 ノーヒューズしゃ断器特集

特集論文

- ノーヒューズしゃ断器の新製品
- 電子式 NFB による低圧電路の保護協調
- 低圧気中しゃ断器のアーク電圧と限流特性
- 漏電しゃ断器検出回路の IC 化
- 時延形漏電リレー

普通論文

- 高周波 PWM インバータ用サイリスタの開発とその応用
- 液体ヘリウム用連続形液面計
- ビル防災システム
- 大容量タービン発電機固定子コイルエンド支持系の信頼度と強度
- 長大軸系の横振動解析プログラム“MARS”の概要

三菱電機技報編集委員

委員長	小原敬助	常任委員	茶谷三郎
副委員長	松岡 治	“	平林庄司
“	後藤正之	委 員	村上卓弥
常任委員	武藤 正	“	神谷友清
“	佐々木二郎	“	熊本 永
“	葛野信一	“	橋爪 基
“	伊原総三郎	“	吉田太郎
“	北川和人	“	久保幸正
“	三矢周夫	“	戸田哲雄
“	清田 浩	“	藤永 敦
“	阿部 修	幹 事	本間吉夫
“	武田克己	“	三田村和夫
“	福家 章		

6号特集担当 清田 浩

三菱電機技報 50 巻 6 号

昭和 51 年 6 月 22 日 印刷  
昭和 51 年 6 月 25 日 発行

定価 1 部 300 円 (送料別) 無断転載を禁ず

編集兼発行人 松岡 治  
印刷者 高橋 武夫  
印刷所 東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地  
大日本印刷株式会社  
発行所 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒100)  
三菱電エンジニアリング株式会社内  
「三菱電機技報社」Tel. (03) 243 局 1785  
発売元 東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒100)  
株式会社 オーム社書店  
Tel. (03) 291 局 0912, 振替口座 東京 20018



# ニュースフラッシュ

## 三菱1200形歩道橋用エスカレータ完成。



「お年寄りやお子さんなどが利用しやすい歩道橋を」という考えかたから、動く階段〈エスカレータ〉が歩道橋に取付けられました。これは、建設省関東地方建設局が国鉄錦糸町駅前の横断歩道橋に設置したもので、ここに採用されたのが三菱の1200形歩道橋エスカレータです。すでに、今年の4月3日より運転を開始しており、好評を博しています。もちろん、屋外の歩道橋にエスカレータが取付けられたのは全国初めてのことで、運転状況や維持管理方法など、今後の計画に役立てるため継続調査が行われています。

### 〈特長〉

- エスカレータの移動手摺の外側に落下防止ガードを採用しています。
- 乗降口の水平移動部分の踏板が長いので、お年寄りや子ども、また体の不自由な方でも楽に乗降できます。
- 運転方向や状態がひと目で分かるトラベルマークを移動ゴム手摺に取付けています。
- 運転休止中には、乗降口に取付けたしゃ断機を降ろすことができますので、点検中および休止中の事故を未然に防げます。
- 各種の安全スイッチを採用しています。またエスカレータ機器は屋外使用に耐える防水形です。
- スカートガードの表面をテフロン加工してすべりをよくしましたので、ゴム靴などはさみ込まれを防止できます。
- 操作は遠方監視・制御で行います。  
エスカレータの起動、停止および運転についてはテレビカメラと集音マイクで監視・制御します。また利用者には、常時、乗降注意放送を流しており、いたずらなどに対する注意放送も随時できるようになっています。



監視制御内容	
デジタル	状態監視 50項目(各種異状、上昇/下降等) 制 御 30 " (エスカレータ発停、しゃ断機開閉等) 非常停止 1 "
音 声	音声モニタ 4カ所(機械内部・外部に上下各1カ所) 音声通報 2カ所(上下照明ポールにスピーカ取付) 非常電話
映 像	ITVモニタ 1カ所

### ■エスカレータの仕様概要

設置場所 東京都墨田区江東橋3丁目  
 設置台数 1基  
 基本仕様 形式 1200形屋外式  
 全長 16.64m  
 揚程 5.18m  
 勾配 30°  
 速度 標準30m/分(低速22.5m/分に切換え可能)  
 運転方向 上り方向  
 運転方法 遠隔制御方式  
 (東京国道工事事務所情報管理室)  
 運転予定時間 午前7時30分～午後8時(平日)  
 午前8時30分～午後6時(休日)

