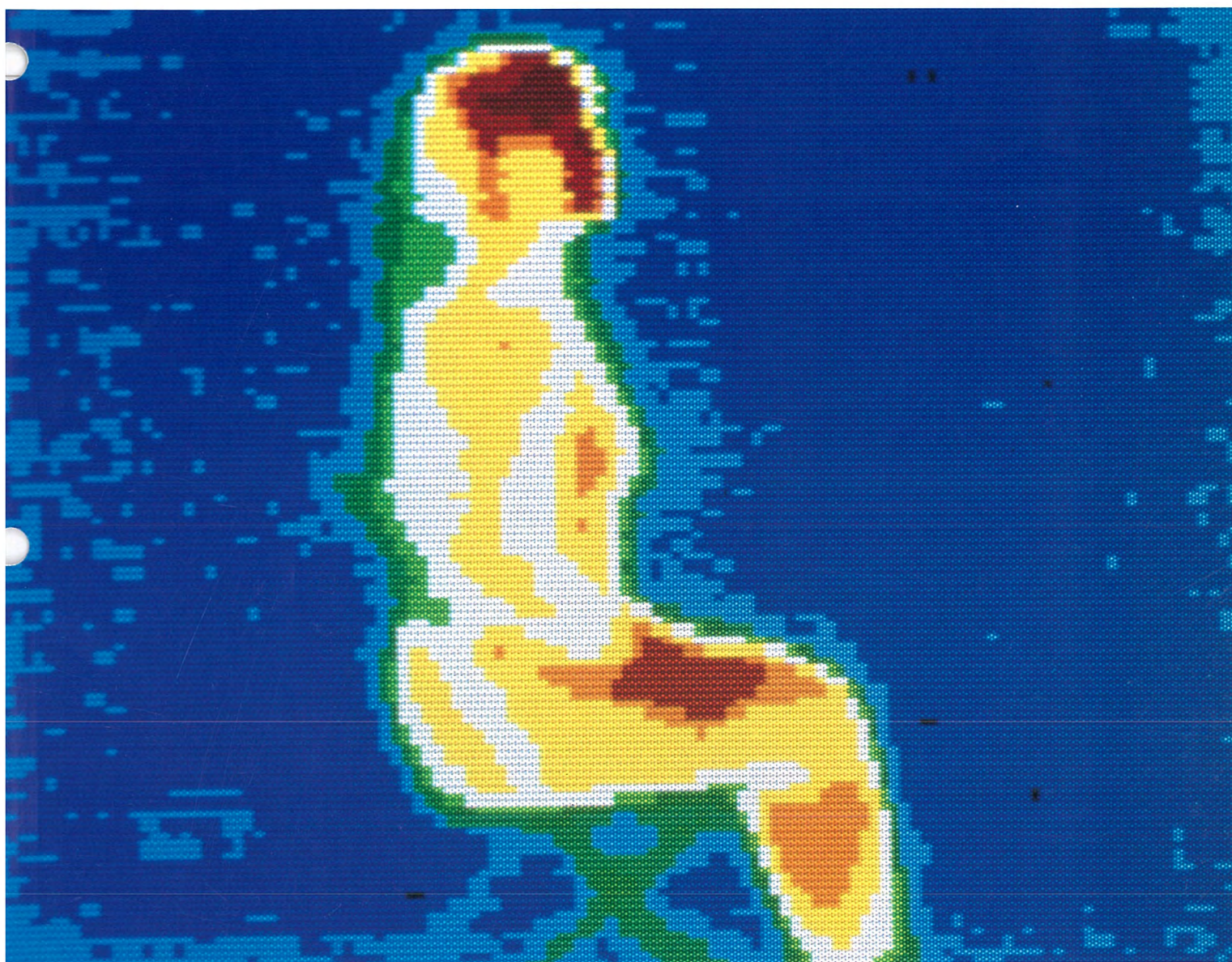


MITSUBISHI 三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.64 No.4

4
1990

空調と快適性特集



空調と快適性特集

目次

特集論文

快適性を考える	1
木村建一	
空調環境技術の展望	2
荒野詰也	
空調機における冷房時の涼感コントロール	4
菅原作雄・大西茂樹・永友秀明・石岡秀哲	
石油ファンヒーターの快適制御	8
原 正規・菅原作雄・藤田喜助・関口孝志	
室内空間における騒音計算プログラム	12
松本 徹・田中英晴	
室内環境と空気清浄	16
野田富士夫・児玉晴之	
オフィス空間における快適空調システム	20
小川剛保・五十嵐好信	
《フリーコンポマルチ》システムの構築	26
宮崎信之・隅田嘉裕	
住宅用《ロスナイ換気暖房システム》	31
川淵 勇・中村四雄・佐々木 誠	
列車内空調システムとその制御	36
浜崎信義	
安眠マットの快適制御	40
菅原作雄・前田由佳・高梨靖士・須田 洋	

普通論文

加工分野向けCAD/CAM統合システム	44
田中 豊・長谷川貞彦・藤野大助・中山喜敬・渡辺尚紀・大山年郎	
EXオンライン端末分散処理機能《CIMS II/DS》	49
小出 真・吉田 学・渡辺 靖・木谷 徹・山崎史江	
部品化による生産性向上を目的とした高生産性言語AII	53
逢坂 仁・稲生紀和	
M6269 OA日本語プリンタ装置	57
品田幹夫・坂井克由・廣野哲郎・岩井浩一	
超高速16ビット ワンチップ マイクロコンピュータ	61
伊藤 栄・神崎照明・宮田和明・中村充善・脇本昭彦	
2線式テレビドアホン	66
塚越定之・近藤泰弘・松本 涉	
“表面-界面切削法”による塗膜物性評価システム	69
西山逸雄・高橋健造	

特許と新案

酸素富化空気の製造装置、ミシンの布送り量調節装置	77
間欠伝動装置	78

スポットライト

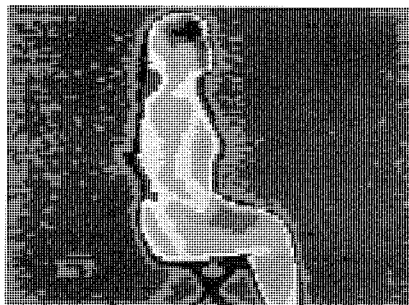
デジタルオーディオ インタフェース受信IC M65810FP	73
IQ復調ビデオクロマ ジャングルIC M52023SP	74
BSチューナ用音声復調用LSIキット M51696FP	75
家庭用システムマルチエアコン	76
14テスラ高磁界スプリットコイル	(表3)

表紙

人の体表面温度

空調されている室内で、通常の服装をして椅子に座っている人の体の表面温度を赤外線撮像装置で写した写真である。

人の体温は常にほぼ一定に保たれているが、着衣や体の表面温度はそのときの環境温度によって変化する。それがプラス側に変化していくと暑い感じが強くなり、マイナス側に変化していくと寒い感じが強くなる。このように全身の温度変化状態を詳細に観測することによって、人の快適性の評価や冷暖房機器の人に及ぼす効果を定量的に行うことができるので、人に優しい空調機器の開発に利用していきたい。



アブストラクト

空調環境技術の展望

荒野 詰也

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P2～3

80年代に入って、所得水準の全般的向上、余暇時間など社会的、経済的条件が成熟してきたことを背景に、より質の高い快適な生活環境を求める意識が年々高まっている。この快適環境、すなわちアメニティが90年代以降の時代を決定する重要な視点であると言えよう。ここでは、空調環境・制御技術に関する現在までの変遷について世代的な考察を行い、今後の空調の快適性向上に向けて必要な技術の視点について言及する。

オフィス空間における快適空調システム

小川剛保・五十嵐好信

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P20～25

クリーンで高信頼性、保守の容易な透湿膜式加湿器搭載の外気処理ユニットと高性能フィルタ組み込み冷暖房機との併用により、室外機の総馬力数を増やすことなく、ビル管理法レベルの空気の質向上が図れ、容量制御形冷凍サイクルの開発により、個別運転制御が可能で、ビルのインテリジェント化に対応するためのビル管理システムともデジタル通信回線で接続できる制御を搭載したビル用マルチエアコンにより、オフィスの快適空調システムを構築した。

空調機における冷房時の涼感コントロール

菅原作雄・大西茂樹・永友秀明・石岡秀哲

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P4～7

現在の空調機が目的とする環境は、何も感じない環境である。この環境の快適感是不快にならない程度である。そこで、二つの感覚実験を実施し、冷房時に室温を変動させる、又は変化する気流を居住者にあてることにより、温冷感が涼しい方向へ移動し、また快適感が向上することを確認した。“涼感コントロール”は、この感覚に与える時間要素の効果を利用したもので、快適感の向上だけでなく、省エネルギー効果を持っている。

《フリーコンポマルチ》システムの構築

宮崎信之・隅田嘉裕

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P26～30

店舗、事務所用パッケージエアコン《Mr.SLIM》は、'90年度から《フリーコンポマルチ》システムの導入を行う。このシステムは、1対1組合せ、同時運転マルチ用ユニットの区別をなくし、冷媒回路の標準化“チャージレス”を図るとともに、高性能気液二相流分配器の開発により、市場で標準機を用いて、同時運転マルチを組むことができる画期的システムである。これにより機種削減効果に加え、対応可能市場が増え、《Mr.SLIM》の商品力の向上が図れた。

石油ファンヒーターの快適制御

原 正規・菅原作雄・藤田喜助・関口孝志

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P8～11

昭和53年に発売された石油ファンヒーターは、大きく成長し、家庭用の暖房機のポジションを確保している。これは、石油ファンヒーターの燃焼技術の向上と同時に快適化技術の成果である。石油ファンヒーターの快適性の面での課題としては、室内上下温度分布の改善、使いやすさなどである。石油ファンヒーターに搭載されているコンビネーションフロー、ツインサーモ及び温感制御は、これらの課題を解決する新しい制御方法である。

住宅用《ロスナイ換気暖房システム》

川淵 勇・中村四雄・佐々木 誠

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P31～35

寒冷地方を中心に高気密、高断熱住宅が急速に普及している。《ロスナイ換気暖房システム》は、ダクトによる空気搬送システムであり、空気質の維持と結露防止のための全体換気と全体暖房とを同時に行う高気密、高断熱住宅用のセントラル空調システムである。

システムの性能は、建物に依存するところが多く、シミュレーションとともに実験住宅での評価テストを実施している。ここでは、システムの概要とフィールドテスト結果について紹介する。

室内空間における騒音計算プログラム

松本 徹・田中英晴

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P12～15

室内空間における環境評価指標の一つとして騒音があげられるが、近年、快適性向上というニーズから騒音計算の要求が増えてきた。

今般、この要求に答え、パーソナルコンピュータを用いた騒音計算プログラムを開発したので、全体の入力出フロー、騒音計算の基本フローと計算例等を紹介する。

列車内空調システムとその制御

浜崎信義

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P36～39

列車内空調は、一般空調と異なり乗客層が老若男女にわたり、各人の着衣量も異なり、暑さ寒さの好みも多岐にわたることから、空調制御する車内条件を決定するのが非常に難しい。最近の車両は、ハイグレードの乗客サービスが要求されており、この一貫として快適な空調が求められている。ここでは、最近の特急車両のようなハイグレードな優等車両の空調システムと、温湿度センサ、温感センサ、外気温度センサ、乗車率情報とマイコン制御を組み合わせた空調制御内容を紹介する。

室内環境と空気清浄

野田富士夫・児玉晴之

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P16～19

近年の空気の高質化欲求に対応するため、空調分野で空気清浄機能が重要視され、開発が進められている。

現状の空気清浄機は、集じん機能と脱臭機能を備え、集じん方式では電気集じん式、脱臭方式では活性炭＋化学吸着が主流であるが、今後は集じんや脱臭など有害、不快な物質を除去する機能だけでなく、酸素富化や大気イオンの調整などから快適な空気を作り上げていく機能が必要である。

安眠マットの快適制御

菅原作雄・前田由佳・高梨靖士・須田 洋

三菱電機技報 Vol.64・No.4・P40～43

電気毛布は、冬季の快適な眠りを作り出すために有効な暖房機器の一つである。2年間にわたる冬季の睡眠環境の実験結果から、就寝時に快適となる温度は人体の部位によって異なり、また足部温度が感覚に大きな影響を与えることが分かった。そこで、電気毛布の加熱面を3分割にし、部位別（肩部・腰部・足部）に独立して温度制御を行い、足部温度は“あつめ”“ふつう”“ぬるめ”の感覚入力で決定される快適睡眠制御方式を開発し、電気毛布に適用した。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 20 ~ 25 (1990)

A Comfort-Control Air-Conditioning System for Offices

by Takeyasu Ogawa & Yoshinobu Igarashi

By using an outside-air-treatment unit with a permeable film-type humidifier that is clean, reliable, and easy to maintain, in conjunction with a heating and cooling air conditioner that has a highly efficient filter, it is possible to improve air quality to the legal requirements for buildings without using an outdoor unit of higher horsepower. The development of a capacity-controlled refrigeration cycle makes it possible to apply operating control to individual units, thus coping with the needs of intelligent buildings. This, and the development of a multi-unit air conditioner for buildings with control circuits that can be connected to digital communications lines, enables configuration of a comfort-control air-conditioning system for offices.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 2 ~ 3 (1990)

Current and Future Air-Conditioning Control Technology

by Tetsuya Koya

Against a background of maturing social and economic conditions in the 1980s, with improvements in income and leisure time, an awareness of the need for improved living environments has been intensifying with every passing year.

It seems clear that a comfortable living environment, or the amenities to secure it, will be a determinative factor in the 1990s. The article introduces the changes that have taken place up to the present in air-conditioned environments and air-conditioning control in terms of successive product generations, and the technical advances needed to achieve further improvements in these two areas are discussed.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 26 ~ 30 (1990)

The Free Compo Multi Series Air Conditioners

by Nobuyuki Miyazaki & Yoshihiro Sumida

This series is being added to the 1990 lineup of Mitsubishi Mr. Slim packaged air conditioners for shops and offices. The system does away with the distinction between pairs of single units and combinations of multiple units operating at the same time by developing a standardized "chargeless" refrigeration cycle and a highly efficient two-phase liquid-vapor separator.

The article discusses these new features that offer the significant marketing advantage of configuring multitype air conditioners from standardized units. The new series will also have the effect of reducing the number of models in the range and increasing the potential market, so as to increase the competitive advantages of the Mr. Slim line.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 3, pp. 4 ~ 7 (1990)

A Natural Cooling-Control System for Air Conditioning

by Sakuo Sugawara, Shigeki Onishi, Hideaki Nagatomo & Hidenori Ishioka

The environment that present-day room air conditioners are designed to create is one that creates no feelings of discomfort. All the units have to do is prevent a comfortable environment from becoming uncomfortable. The article describes two "feeling" tests in which it was established that fluctuations in the air temperature during cooling, and in the airflow impinging on those in the room, stimulated thermal sensations biased towards both coolness and greater comfort. The "natural cooling control" we have identified uses the effect of these time-related factors not only in increasing comfort but also to improve the efficiency of energy utilization.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 31 ~ 35 (1990)

Lossnay Ventilating and Heating Systems for Home Use

by Isamu Kawabuchi, Shiyu Nakamura & Makoto Sasaki

The number of very airtight, highly insulated houses in cold regions of Japan is increasing rapidly. These Lossnay ventilating and heating systems combine overall home ventilating and heating using ducts to achieve high-quality, energy-saving air conditioning free of condensation in such airtight, highly insulated houses.

System performance is highly dependent upon the building, and simulations are being carried out in parallel with field evaluation tests in prototype houses. The article introduces the system and field-test results.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 8 ~ 11 (1990)

A Comfort-Control System for Oil Fan Heaters

by Masanori Hara, Sakuo Sugawara, Kisuke Fujita & Takashi Sekiguchi

Oil fan heaters, which were first marketed in 1978, have achieved remarkable growth, and secured for themselves a position as home-heating equipment. This is due both to improvements in combustion technology and, at the same time, to achievements in techniques for improving comfort. Comfort-related goals for oil fan heaters include improvements in room upper-to-lower temperature distribution and in the ease of use. The article describes the new methods of control we have developed to resolve these issues, including "combination flow," twin thermostats, and thermal-sensation control.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 36 ~ 39 (1990)

A Railcar Air-Conditioning System and Its Control System

by Nobuyoshi Hamasaki

Railcar air conditioning differs from general air conditioning in the widely varying numbers of the passengers, their clothing, and the variety of their preferences for warmth and coolness. This makes it extremely difficult to decide the parameters for air-conditioning control within the railcar. Modern railcars are required to provide high-grade passenger service, and this calls for comfortable air conditioning. The article describes the air-conditioning systems used in the most recent high-grade railcars, such as those on expresses; the temperature and humidity sensors; thermal-environment sensors and outdoor-temperature sensors; and the air-conditioning control system, which uses a combination of a load-responsive sensor and a microcomputer.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 12 ~ 15 (1990)

A Personal Computer Program for Calculating Indoor Noise

by Toru Matsumoto & Hideharu Tanaka

One of the indices of environmental comfort within a room is noise. In recent years, the demand for calculations of noise have grown out of the need to improve comfort.

We have developed a program for use with a personal computer that responds to this need by performing noise calculations. The article describes the overall program flow from input to output and the basic flow of the noise calculation, and gives calculation examples.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 40 ~ 43 (1990)

A Comfort-Control System for Use in Electric Blankets

by Sakuo Sugawara, Yuka Maeda, Yasushi Takanashi & Hiroshi Suda

Electric blankets are one of the most effective means of heating to ensure comfortable sleep during the winter. Two years of winter sleeping-environment tests have established that the temperature conditions for optimum comfort during sound sleep vary for different parts of the body, with foot temperature having a large subjective effect. The article describes the development of a comfort sleeping control method and its application to an electric blanket in which the heating area is divided into three independent areas (the shoulders, waist, and feet) and temperature control is applied to keep the foot area either "hot," "standard," or "lukewarm" using the input function of a thermal sensor.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 16 ~ 19 (1990)

Room Comfort and Air Purification

by Fujio Noda & Haruyuki Kodama

In response to the growing demand for improvements in the quality of room air in recent years, greater importance has been given to air-purifying equipment.

Current air purifiers perform the functions of both dust and odor removal. Although the most common methods adopted comprise electrical dust removal and the use of activated carbon plus chemical absorbents for odors, future air purifiers will be called upon not only to remove dust, unpleasant odors, and other harmful and unpleasant substances but also to provide functions for oxygen enrichment and the regulation of atmospheric ionization.

アブストラクト

加工分野向けCAD／CAM統合システム

田中 豊・長谷川貞彦・藤野大助・中山喜敬・渡辺尚紀・大山年郎
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P44～48

このシステムは、金型加工・製品加工・板金加工の各分野を対象とし、設計から加工（NCデータ作成）までの各業務を一貫支援するものである。CADとCAMの情報資源を共有させることにより、両者間での情報交換を円滑に行わせることができ、大幅な時間短縮と設計・加工間のインタフェースミス排除を実現した。

また、強力な自動機能、カスタマイズ機能などによる大幅な生産性向上も実現している。

超高速16ビット ワンチップ マイクロコンピュータ

伊藤 栄・神崎照明・宮田和明・中村充善・脇本昭彦
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P61～65

情報化社会の進展に伴い、マイクロコンピュータの応用分野は拡大の一途をたどっている。また、マイクロコンピュータの高速化・高機能化に対する要求は、更に高まってきている。これらの市場要求に答えるために、 $1.0\mu\text{m}$ CMOSプロセスの採用と高速化のための回路手法を採り入れることによって、最短命令実行時間160nsを実現した超高速16ビットワンチップ マイクロコンピュータM37702M2B×××FPを開発したので報告する。

EXオンライン端末分散処理機能《CIMS II／DS》

小出 真・吉田 学・渡辺 靖・木谷 徹・山崎史江
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P49～52

《CIMS II／DS》は、基幹業務のオンライン トランザクション処理をホストとワークステーションで分散化するための基本機能を提供するソフトウェアである。これにより、オンライン分散処理システムの構築が可能となり、ホスト負荷軽減、回線データ量削減などの分散化の効果が容易かつ確実に得られる。本稿では、《CIMS II／DS》のねらい、特長、機能及び実システムへの適用事例について紹介する。

2線式テレビドアホン

塚越定之・近藤泰弘・松本 渉
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P66～68

2線式テレビドアホンは、2線で音声、映像及び電源を伝送することにより、据付け工事の簡略化、及び低価格化をねらいとした商品である。来客者の顔や姿が遠方から確認できるため、安心して対応できるテレビドアホンが普及しつつあるが、従来のテレビドアホンは、価格が15万円前後することや、専用線の敷設が必要なことがネックとなり、新築住宅の一部にしか普及していなかった。

本稿では、伝送方式を中心にこの製品の概要を報告する。

部品化による生産性向上を目的とした高生産性言語A II

逢坂 仁・稲生紀和
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P53～56

近年、情報システムの複雑化・大規模化に伴い、応用ソフトウェア開発の生産性向上が強く求められている。高生産性言語A IIは、プログラムを部品化し、再利用することにより生産性向上を目指した言語である。本稿では、A IIの基礎になっている部品化のねらい、A IIの機能について述べる。A IIで書かれたプログラムでは、COBOLのプログラムに比べてステップ数比1/2から1/3程度の効果が得られた。

“表面—界面切削法”による塗膜物性評価システム

西山逸雄・高橋健造
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P69～72

塗膜の剪断強度と付着強度を分離して同時に測定できる“表面—界面切削法”による塗膜物性評価システムを開発した。これは、鋭利な切り刃を用いて塗膜の表面から界面にかけて切削するもので、塗膜内の切削力から剪断強度を、界面の切削力から付着強度を“切削理論”を適用して求める。

この測定法は、多層膜の各層の測定が可能であり、また、高分子材料の機械強度に関する物性測定にも応用できる。

M6269 OA日本語プリンタ装置

品田幹夫・坂井克由・廣野哲郎・岩井浩一
三菱電機技報 Vol.64・No.4・P57～66

M6269 OA日本語プリンタ装置は、ユーザーニーズの実現を第一優先に開発・製品化を行い、漢字120字／秒の高速印字、カラー印字（7色）、水平インサート方式の採用による多種多様な印字媒体処理、独立駆動系の配備による連帳／単票同時処理を可能とした高性能・多機能プリンタである。オプションとして、積載容量600枚の大容量自動給紙機構を装備し、単票バッチ処理にも対応している。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 61 ~ 65 (1990)

A High-Speed 16-Bit One-Chip Microcomputer

by Sakae Ito, Teruaki Kanzaki, Kazuaki Miyata, Mitsuyoshi Nakamura & Akihiko Wakimoto

Progress being made in the Advanced Information-Society has led to continued expansion in the fields of application for microcomputers. The need for microcomputers with ever-faster speeds and more sophisticated functions is growing quickly. In order to respond to this market need, Mitsubishi Electric has developed the M37702M2BXXXFP ultrahigh-speed 16-bit microcomputer announced in the article. It has a minimum instruction execution time of 160ns, using a CMOS process and 1.0 μ m rule with special high-speed circuit methodology.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 44 ~ 48 (1990)

An Integrated CAD/CAM System for Metal Working

by Yutaka Tanaka, Sadahiko Hasegawa, Daisuke Fujino, Toshitaka Nakayama, Naoki Watanabe & Toshiro Oyama

The system supports three application areas: die working, part working, and plate working, providing a standardized, consistent operating environment from design through manufacture (the generation of numerical control data). By sharing a common database for both CAD and CAM programs, information exchanges between them can take place smoothly, with major reductions in lead times and the elimination of interface errors between design and manufacture.

Powerful automation and customization functions offer significant improvements in productivity.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 66 ~ 68 (1990)

A Video Door Phone with a Two-Line Transmission Method

by Sadayuki Tsukagoshi, Yasuhiro Kondo & Wataru Matsumoto

The two lines of this system are used to transfer audio-visual information and power, simplifying installation and reducing the price. Because video door phones enable remote recognition of the caller's face, demand is already growing for them as a means of entry security. However, the price of previous models, at about ¥150,000 (approx. US\$1,000), and the need to install a special connecting cable, have hindered their widespread adoption. The article introduces the new product, concentrating upon the method of data transmission.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 49 ~ 52 (1990)

CIMSII/DS, an On-Line Distributed EX Software System

by Makoto Koide, Manabu Yoshida, Yasushi Watanabe, Toru Kitani & Fumie Yamazaki

CIMSII/DS is software that provides the basic functions required to perform on-line transaction processing using a host computer system and distributed workstations. This makes it possible to easily and reliably implement a distributed on-line system with reduced host load and lower data load for the communications lines. The article introduces the objectives, special features, functions, and examples of actual system applications of the CIMSII/DS.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 69 ~ 72 (1990)

A System for Evaluating the Mechanical Properties of Coating Films Using a "Surface and Interfacial Cutting Method"

by Itsuo Nishiyama & Kenzo Takahashi

This system enables the shear strength and adhesive strength of a coating film to be measured independently. The method use a sharp blade to cut the coating film from the surface to the interface, with the shear strength determined from the cutting force inside the film and the adhesive strength determined from the cutting force at the interfacial surface from metal-cutting theory.

Such evaluation is applicable to the individual coatings of a multicoat film, and can also be applied to the measurement of mechanical properties of high-polymer materials.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 53 ~ 56 (1990)

AII, a High-Productivity Language System Based on a Program-Reuse Method

by Hitoshi Osaka & Norikazu Inase

In recent years, accompanying the increasing scale and complexity of information systems, an urgent need has arisen for increased productivity in software development. AII is a high-productivity language in which productivity is increased by constructing programs from reusable components.

The article explains the purpose of the reusable components that form the basis of the language, and the functions of AII. Programs written in AII effectively reduce the number of steps for comparable COBOL programs to one half or one third.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 4, pp. 57 ~ 60 (1990)

M6269, a Dot-Matrix Printer for Office Automation

by Mikio Shinada, Katsuyoshi Sakai, Tetsuro Hirono & Koichi Iwai

This high-performance, high-speed printer was designed with high-priority on meeting business needs. It can print *kanji* at 120cps, seven colors, and perform multimedia printing. Thanks to a horizontal inserter and two independent paper-feeding mechanisms, it can print concurrently on fanfold and cut sheets.

快適性を考える

快適性には狭い意味と広い意味とがあると思う。

室内環境の快適性を考えるとき、温熱については温度、湿度、ふく射、気流、着衣、活動量の6要素の組み合わせ、空気については清浄、音については静かさ、光については適度な明るさとまぶしくないこと、色については雰囲気合うことなどの条件がある。そしてこれら温熱、空気、音、光、色などの物理的要素のうち1つでも快適の条件を満足しなければ、その環境空間は快適とはいえない。

このような場合の快適性は狭義の快適性であり、その快適性には個人差がある。寒がりの人や暑がりの人がいる。最近ではオフィス内のワークステーションでのパーソナル空調が登場し、そこで働く人が自分の好きなように自分でコントロールできるようなシステムになっている。これなどは究極の快適性を目指すものとして一つの方向と考えられる。

しかしあまり気持良過ぎると眠くなってしまうとか、そのためには適度の刺激があった方がいいとかいわれる。例えば、黙ってエアコンを切ってしまい、不快の苦情が出る直前に入れるようにすると、省エネルギーになるという。そよ風とは暑くてたまらないときに漂ってくるパルス状の風で、発汗をうながし涼感を与える。このようなことをAIやファジー制御などで行う技術なども一つの方向かも知れない。

これに対し、自分ばかりでなく、周囲の人、近所の人、世界中の人、これから生まれて来る人も快適でなければ、

自分も快適とはいえないという考え方に立つ広義の快適性がある。

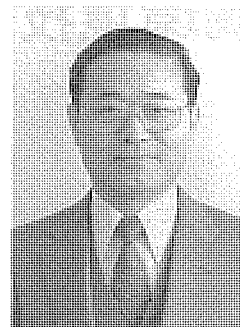
つぎに、喫煙空間を別に設ける例が最近増えてきた。これはタバコが健康に害があるという点で、快適性というよりタバコを吸わない人を保護するという意味が強い。したがって、これは快適性より上位の概念である保健性と、他人への迷惑を考えるという倫理性に基づくものであり、そこには広義の快適性の意義が含まれていると見ることができる。

最上位の概念は安全性にあって、その時いくら気持がよく快適であってもいつ身の危険に曝されるかわからないような状況では、真の快適とはいえないであろう。また快適を維持するのに多大のエネルギーを要したり、経済性の劣るものは、懐ろ具合の淋しさを考えると快適とはいえないことになる。

最近特に問題となっている地球規模の環境を考えると、自分の快適が他人の迷惑になるというわけで、そうした倫理性も狭い意味の快適性より上位の概念となる。

このように考えてくると、狭義の快適性や利便性は、広義の快適性の中でも優先順位の最も低い評価尺度であるといえる。これからは、「新しい個」の時代であり、それは「個」を考える際に「全体」を考えることという、新しい価値観に基づく考え方が支配する世の中になってゆく。こうした観点に立って技術開発に取り組むことこそ、これからの技術者のあるべき姿ではないかと思う。

早稲田大学
理工学部建築学科
教授 木村 建一



空調環境技術の展望

荒野詰也*

1. ま え が き

80年代に入って、所得水準の全般的向上、余暇時間など社会的、経済的条件が成熟してきたことを背景に、人々の間では、より質の高い快適な生活環境を求める意識が年々高まっている。こうした快適環境への意識の高まりは、新しいゆとり感という価値観を生み出している。そして、住空間においては、くつろぎや潤いの欲求となっており、この快適環境すなわちアメニティが90年代以降の時代を決定する重要な視点であると言える。

さて、このAmenityは、ラテン語のアマーレ（Amare=愛する）を語源とし、近代に入っては“快適さ”、“喜ばしさ”と同義語として用いられていたが、今日的に言えば“快適環境”、“住み心地”という意味にも解されている。

この快適性をもう少し具体的環境要因にブレイクダウンしたものが、表1であり、この表のなかの重み係数によって、その快適性に対する寄与率が比較される。この表の中でのポイントは、温熱環境の制御がまず最重要項目であり、空気質の質的環境も含めて空調環境要因とされているものである。

2. 空調環境の快適化の流れ

空調環境の快適化技術に関する変遷を、空調環境制御技術という面と、この環境をつく（創）りだす機器・システムの制御技術という二つの面からとらえて、過去の歴史と将来の展望について家庭用ルームエアコンを例にとり上げながら述べてみたい。

この事例として取り上げたルームエアコンは、快適環境を創り出す最も身近な製品として、世界の年間需要は約1,200万台であり、日本がその60%を占有する代表的家電機器である。図1は、国内における市場規模の推移であり、現在なお拡大期にある。

2.1 空調環境制御技術の変遷

図2は、この技術の流れを第一世代から現在の第四世代までに区

分し、第五世代として将来を展望したものである。

第一世代は、まさに暑さからの単純な脱出であり、冷房についていえば、強い冷風の吹き出しによる直接的冷房ないしは冷身であり、制御機能は人の暑い、寒い感覚による手動のものであった。

第二世代は、機器としてはもう少し利便性が追及されたもので、サーモスタットによる室内温度の制御ができるようになり、機器自身が制御性を持ち、利便性の改善されたものであった。

第三世代は、環境制御が多角的になった時代で、制御の対象も温度のみならず、湿度センサによる湿度や吹き出し気流の制御も含まれるようになってきて、温度や気流分布などの改善のために吹き出し口の位置などに構造的改善が数多く加えられた。そして制御も高機能化され、環境変化に追従性の良いエレクトロニクスが導入され温度制御の精度が向上するとともに、制御性も高い自由度を持つよう

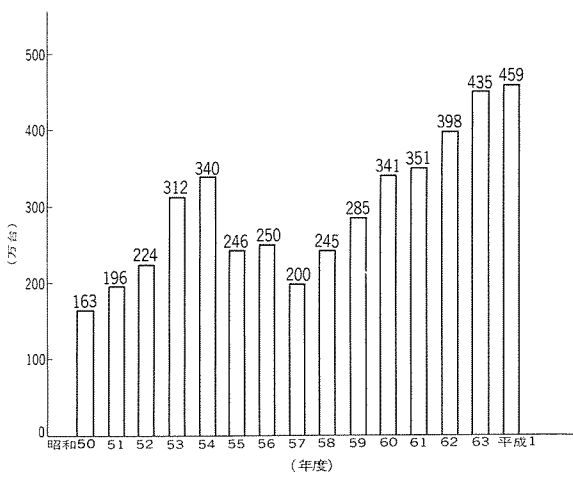


図1. ホームユース向け空調市場の推移（ルームエアコン）

表1. 居住環境要因の重み係数 (Kansas Univ.)

1. 音環境	21.9
騒音強度	8.7
高低周期	4.6
雑音	8.6
2. 空気質	23.9
におい	7.5
ほこり	6.5
タバコの煙	9.9
3. 光環境	24.0
明るさ	11.0
輝度	8.0
陰影	5.0
4. 温熱環境	30.2
温度	15.9
湿度	7.1
気流	7.2

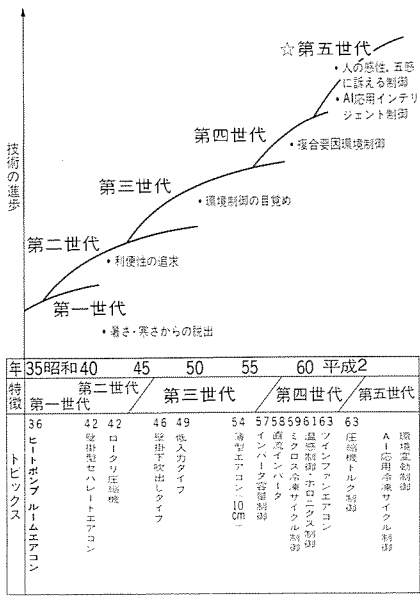


図2. 空調環境制御の変遷

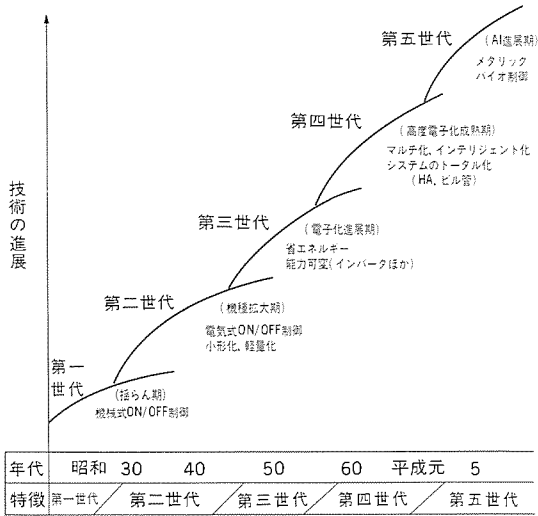


図 3. 空調機器・システム制御の変遷

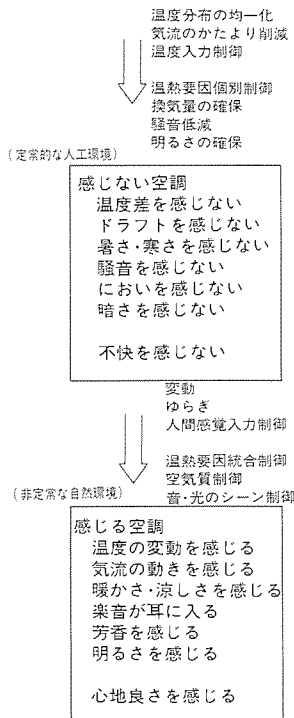


図 4. 空調環境のトレンド

になってきた。

第四世代は、複合要因環境制御で、従来の温度・湿度・気流を個別に制御していた時代から、ふく射を加えた四つの要因にトータルの制御を加え、暑くもない、寒くもない環境を求めた時代である。

第五世代は、これからのもので人の感性、五感に訴える制御であり、AI技術を応用したインテリジェントな環境を求められるものとなる。

なお、図 2 の下段にはその各時期におけるエアコン業界の代表的なテクニカル ブレークスルーの例を示す。

2.2 機器・システム制御技術の変遷

図 2 の空調環境技術そのものの変遷に対し、図 3 は機器あるいは、

システムの動作制御技術の変化を示したものである。

第一世代は、制御技術としては揺らん期であり、制御の手段はメカニカルサーモによるON/OFF制御である。

第二世代は、エアコンの機種が形態や寸法、形状的にも大幅に拡大され、まさに成長期にあった時期で、制御はよりきめの細かい電気式であり、快適性が向上した時代である。

第三世代は、エレクトロニクスにより制御技術の発展した時代で、エレクトロニクスによる高度な制御の対象は、折からのオイルショックにより加速された省エネルギー制御やインバータによる容量制御が流れの主流となっている。

第四世代は、電子化が更に高度化され、成熟してきた時代であり、機器単品と同時にシステムの制御が求められてきている。

第五世代は、AI技術進展期であり、制御としてはメタリックバイオ制御の時代が来ると予測される。

3. 21世紀の空調環境

従来の空調は前述のように、暑さ、寒さからの脱出から始まっていかにして不快感を感じさせないか、すなわち“何も意識しない”、“何も感じない”のが快適環境の目指すところと思われてきたが、最近になり、別の考え方が提唱されてきている。

その考え方とは、

- (1) パッシブよりアクティブへ
- (2) 静的より動的へ
- (3) 無意識より有意識へ
- (4) 定常より非定常へ
- (5) 人工的より自然的へ
- (6) 生理的より精神的へ

であり、図 4 のように、不快感の除去のために上下温度分布をなくしたり、気流の偏りをなくし、いかに感じさせない空調を手に入れるかに腐心していた時代から、より総合的に快適な、すなわち単なる生理的な快適性のみならず精神的な快適性、心の豊かさも兼ねそなえた快適性へと志向すべきという考え方である。それを実現する手段として、“ゆらぎ”の概念、あるいはもっと広くいえば、人工知能 (AI) 的環境制御法などが研究開発の対象となつてこよう。

いずれにしても、快適空調環境の意図は、あくまで生活者としての人間であるから人間生活工学的あるいはヒューマン テクノロジー的なアプローチが不可欠である。

4. む す び

いま感覚の時代と言われ感性の時代である。この時代の要請に対応する快適環境実現のためには、住居・都市・社会・自然などの生活環境に対し、生活者が安心感をもち単なる生理的感覚だけでなく、歴史的、社会的背景を持つ総合的な心的能力としての感性により、心地よく感じることができるよう各種技術が今後も必要であり、従来の平均的な快適さ志向ではなく、より個別的快適さ、すなわちパーソナルアメニティの実現こそが我々の最終の目標と成るべきであろう。

空調機における冷房時の涼感コントロール

菅原作雄* 石岡秀哲**
大西茂樹*
永友秀明**

1. ま え が き

家庭用冷暖房機の代表といえるルームエアコンは、年間450万台以上が売られており、一家に1台から一部屋に1台の普及へと移行している。空調機を使用する目的は、人を快適な状態にするものであり、空調機をつくる環境を、温度・湿度・気流などの環境分布に関する物理データのみではなく、人の感覚・生理・心理などから評価する必要がある。

我々はこれまで、室内環境を詳細に測定する実験システムを用い、室内環境分布の解析や、これらの環境分布と人体の温冷感や快適感の関係について解析を進め、環境分布を改善する制御方式や、空調機器の操作に関する制御方法を開発してきた。現在の空調機が目標とする環境は、暑さや寒さを感じない環境である。このような環境の快適感、不快にならない程度であり、居住者を心地よい快適な感覚にすることは難しい。

平成2年度（冷凍年度）のルームエアコンに搭載されている涼感コントロールは、時間要素の温熱感覚に与える影響を利用したもので、通常の冷房より室温が高くて“涼しい”という感覚が得られ、快適感が向上する。ここでは、この涼感コントロールの効果を測定した感覚実験とその制御概要に述べる。実施した感覚実験は、環境の空気温度を周期的に変動させた“室温変動制御”と人体にあたる気流を変化させた“気流刺激制御”である。

2. 無意識空調環境と人体感覚

現在の空調機が目標とする環境は、暑さを感じない、寒さを感じない、上下温度分布を感じない…等の感じない環境である。これを、我々は無意識空調環境と呼んでいる。この無意識空調環境に居住する人は、暑さや寒さを感じる事がなく、産熱量と放熱量がバランスしていると考えることができ、人体の体温調節機能の負担は軽い。

図1は、これまでの感覚実験の環境と人体感覚の関係を示すものである。無意識空調環境と考えられる中庸域では、快適感が高くなるものの感覚のばらつきが大きく、快適感レベルの高い“快適”、“非常に快適”ではなく、不快にならない程度である。しかし、窓から入ってくるそよ風に当たった時や、暑い時、空調機をONし、吹出し気流を感じた時など、日常の生活において、心地よさや快適感を感じる事が少なくない。これは、不快な環境から快適な環境に移行している状態であり、人体の産熱量と放熱量がバランスしていない環境である。この環境における体温調節機能の負担は、中庸な環境に比べて大きく、また、この負担は、時間経過に従い減少すると推察できる。このように、人体感覚は、時間要素の影響を受けていると考えることができる。

3. 室温変動制御

3.1 実験方法

実験は、昭和61年8月5日～7日に、当社居住環境実験室で行っ

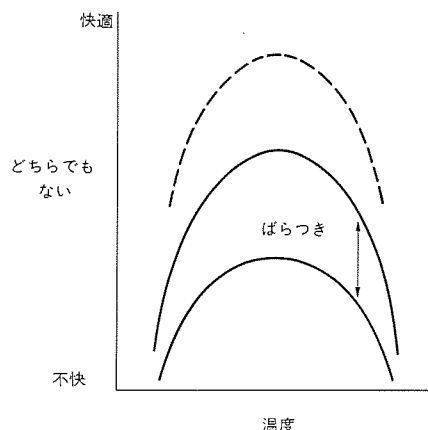


図1. 環境と人体感覚

表1. 実験条件（室温変動制御）

		室温レベル (°C)	温度変化幅 (deg)	変動周期 (min)	温度上昇 下降比率
第1日	午前	26	1.5	16,20,24	0.5
	午後	28	1.5	16,20,24	0.5
第2日	午前	26	1.5	16,20,24	0.5
	午後	25	1.5	16,20,24	0.5
第3日	午前	26	1.5	16,20,24	0.5
	午後	25～28	(定値制御)		

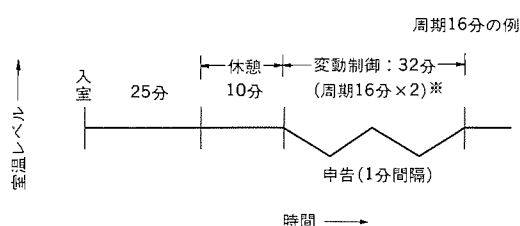


図2. タイムスケジュール（室温変動制御）

表2. 感覚の申告

温 冷 感	気 流 感	快 適 感	環 境 感
① 非常に暑い	② 感じない	① 非常に快適	① 良い
② 暑い	② やや感じる	② 快適	② 悪い
③ 暖かい	③ 感じる	③ やや快適	
④ どちらでもない	④ 非常に感じる	④ どちらでもない	
⑤ 涼しい		⑤ やや不快	
⑥ 寒い		⑥ 不快	
⑦ 非常に寒い		⑦ 非常に不快	

た。室温変動制御の要因である、室温を25, 26, 28 (°C)、周期を16, 20, 24 (min)と変化させ、温度変化幅を1.5deg、温度上昇下降比率は0.5一定とした(表1)。また、第3日の午後、室温が25～28°Cの範囲で数点固定し、定値制御実験を行った。タイムスケジュールを図2に示す。5名の被験者は、定値制御状態のモデル室に入室し、決められた椅子に座る。入室後10分後から温度を図2※印の制御を行い、被験者は1分間隔で表2に示す感覚の申告を行う。

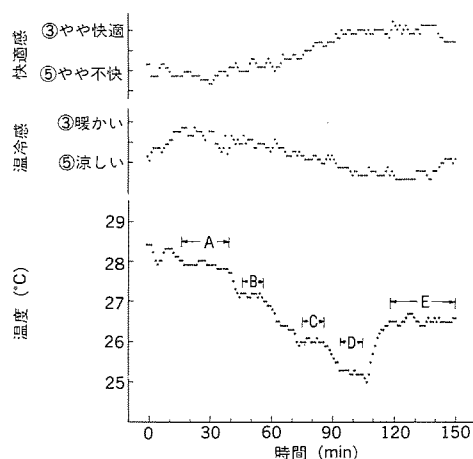


図 3. 定値制御実験

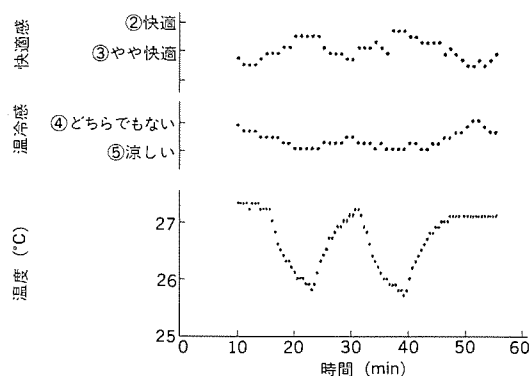


図 4. 室温変動制御実験

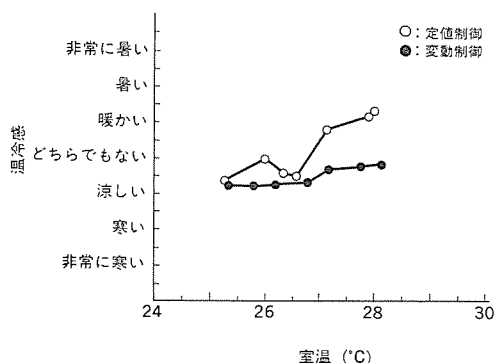


図 5. 室温変動制御時の温冷感

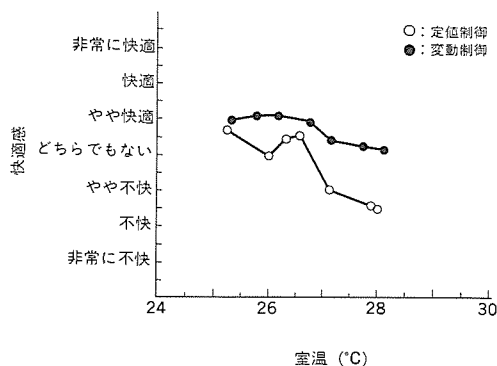


図 6. 室温変動制御時の快適感

申告する感覚は、温冷感を“非常に暑い”から“非常に寒い”までの7段階、快適感を“非常に快適”から“非常に不快”までの7段階

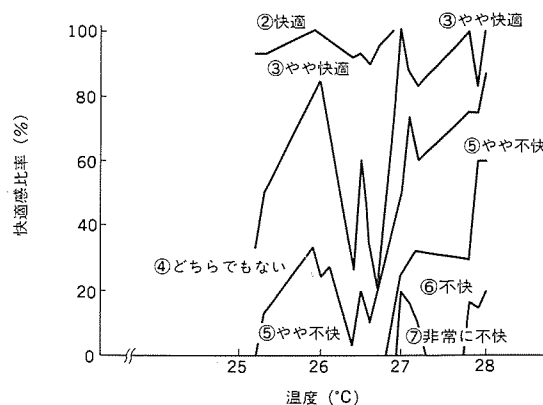


図 7. 快適感のばらつき (定値制御)

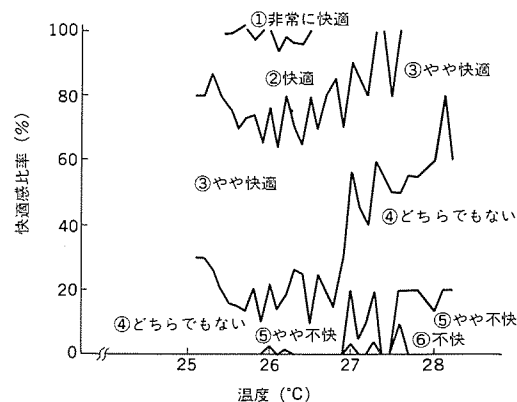


図 8. 快適感のばらつき (室温変動制御)

階、ほかに、4段階の気流感、2段階の環境感とした。

室温制御は、モデル室内に取り付けられた空調機の運転周波数、モデル室の換気扇の風量、外気設定温度を制御して行った。被験者は、21～22才の男子学生5名であり、決められた衣服とし、その着衣量は約0.6cloである。被験者の周囲の温度は、床から50, 200, 400, 600, 800, 1,200, 1,400, 1,600(mm)にT型熱電対を、床上1,200mmの位置にグローブ温度計を、床上800mmの位置に湿度センサを設置し、30sごとに測定した。

3.2 実験結果と考察

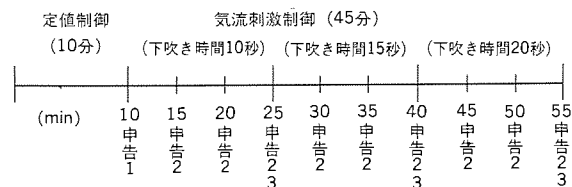
図3は、定値制御の実験結果を示すもので、5名の被験者の感覚値と温度データの平均を1分ごとにプロットしたものである。図中A～Eは定常状態とし、各領域の平均を定値制御のデータとした。なお、A～E領域の時間は12～33分、温度は25.2～27.9℃、各領域の温度変化は最大0.3degであり、比較的安定している。また、湿度は52±6%RH、グローブ温度は28.2±1.1℃である。

図4は、室温変動制御の実験結果の一例を示すもので、5名の被験者の感覚値と温度データの平均を1分ごとにプロットしたものである。室温は25.8℃から27.2℃と変化し、温度変化幅は1.4deg、この実験中の湿度は、51±5%RH、グローブ温度は、27.7±0.4℃である。温冷感は、4.4から5.0まで変化し、快適感は2.4から3.6まで変化している。温冷感は、温度の下降とともに涼しい側へ移動し、温度上昇時、暖かい側へわずかに移動し、再下降時、再び涼しい側へ移動する。この温度上昇時の感覚変化が小さい原因は、感覚の遅れによるものと見られ、また、涼しい側の温度に対して敏感になっていると考えられる。

図5、図6は、周期16minの全データを空気温度0.5degごとにグルーピングを行い、感覚値、物理データともグループごとに平均し、

表 3. 実験条件 (気流刺激制御)

実験条件	
室温 (°C)	27,28,29
吹出し温度 (°C)	15,18,21
下吹き時間 (S)	10,15,20/30



- 申告1: 温冷感, 快適感 (定値制御)
- 申告2: 温冷感, 快適感 (気流が有る時)
- 申告3: 温冷感, 快適感 (気流が無い時)

図 9. タイムスケジュール (気流刺激制御)

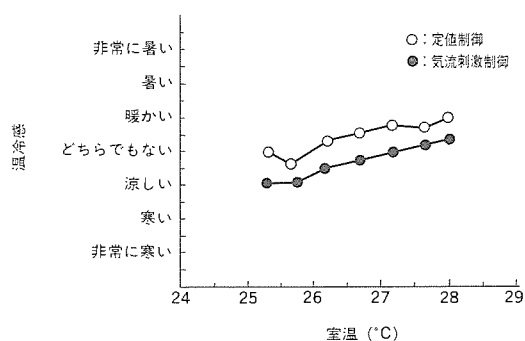


図10. 気流刺激制御時の温冷感

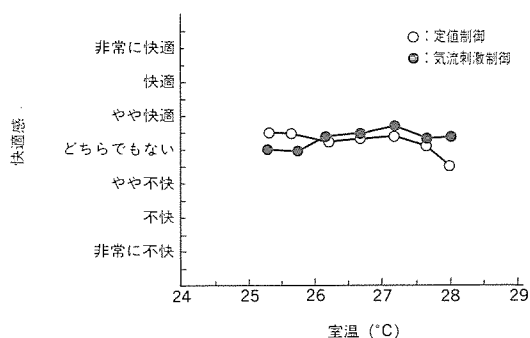


図11. 気流刺激制御時の快適感

快適感が快適側へ移動するだけでなく、温冷感や快適感など温熱感覚の均一化効果があるといえる。

4. 気流刺激制御

4.1 実験方法

気流刺激実験は、昭和63年7月～8月に当社居住環境実験室で行った。実験室内のモデル室に空調機 (ルームエアコン) を2台設置し、椅座位の2名の被験者とした。空調機は、床から1,800mmの高さに設置し、被験者の位置は壁から1,500mmとした。また、隣の空調機からの気流の影響を受けないように、被験者の間に高さ1,500mmのパーティションを設置した。モデル室のドアは常に開けた状態で実験を行い、室温はモデル室外に設置された空調装置で制御した。吹出し温度は、空調機の運転周波数を変化させて制御し、気流の制御は、空調機の吹出し口の向きを上下に変化させて、被験者に気流があたらない上吹きと、被験者に直接気流が当たる下吹きを繰り返し、被験者に気流が周期的にあたるようにした。実験条件を示した表3の下吹き時間とは、ルーバの周期を30s一定とした時の、下吹きの時間である。実験中、被験者近傍の空気温度、グローブ温度、被験者の皮膚温を、5s間隔で測定した。測定点の位置や感覚申告内容は、室温変動制御実験の場合と同一とした。感覚実験のタイムスケジュールを図9に示す。

実験開始後の10分間に、気流が直接被験者にあたらない定値制御の実験を行い、終了後に感覚の申告をする。気流刺激制御実験は、1条件15分間とし、3条件行なった。感覚の申告は、条件ごとに気流があたっている時とあたっていない時に行い、各条件の終了時に総合評価を行った。実験条件は、被験者にわからないようにランダムとした。被験者は、22歳から26歳までの健康な男子及び女子の計8名で、着衣量は約0.6cloである。

4.2 結果と考察

実験結果から求めた室温と感覚の関係を図10と図11に示す。横軸は、感覚実験中に測定した被験者近傍の空気温度の0.5°Cごとの平均値で、縦軸は各被験者、各条件の平均値である。図中の○印が定値制御で、●印が気流刺激制御の結果を示している。気流刺激制御時の温冷感は、定値制御より約1段階低く、涼しく感じていることがわかる。定値制御と気流刺激制御の差は、室温で1.5～2 degに相当しており、このことから、気流刺激制御を行った場合、室温を1.5～2°C高くしても、定値制御と同じレベルの温冷感が得られることがわかる。

快適感は、室温が26°C以上の場合、気流刺激制御を行うことによってより快適側へ移動し、室温が26°C以下の場合には気流刺激制御を行うことによって、不快側へ移動している。不快な方向への移動は、温冷感が“どちらでもない”から“涼しい”の範囲であり、快適な方向への移動は、温冷感が“どちらでもない”から“暖かい”の範囲である。温冷感により快適感の移動する方向が異なり、気流刺激制御により快適感が向上する範囲があることがわかる。快適感が向上する範囲は、そのときの環境の温冷感と、気流の刺激量から決まると考えられる。この感覚実験によりわかった快適感が向上する範囲は、室温が28°Cで吹出し温度が21°Cの時と、室温が29°Cで吹出し温度が18°C以上の時であり、さらに気流の下吹き時間の影響を受けている。

●でプロットしたものである。また、同様の方法で求めた定値制御○の結果をプロットしている。室温が27°C以下の低温領域では、定値制御と室温変動制御の差は小さく、室温が27°C以上の高温領域では、温冷感、快適感とも1段階以上の差があることがわかる。また、室温変動制御時の室温変化に対する温冷感、快適感の変化は小さく、室温変動制御により、涼しさと快適さをキープしているといえる。“どちらでもない”という温冷感を得る温度は、定値制御時26.5°C、室温変動制御時28°Cであり、1.5degの省エネルギー効果がある。

図7と図8は、快適感の申告値の比率を、温度ごとにプロットしたものであり、図7は定値制御、図8は室温変動制御を示している。室温変動制御の快適感の分布は、室温26°Cの“やや不快”と“どちらでもない”が減少し、“やや快適”と“快適”が増加し、きれいなパターンを形成している。室温と温冷感についてもこの傾向が見られ、室温変動制御は、定値制御に比較して、温冷感は涼しい側へ、

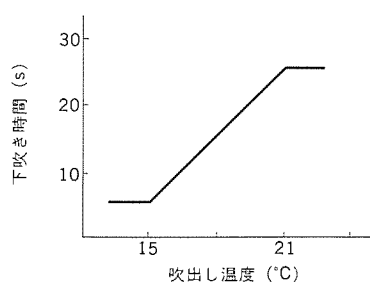


図12. 吹出し温度と下吹き時間の関係

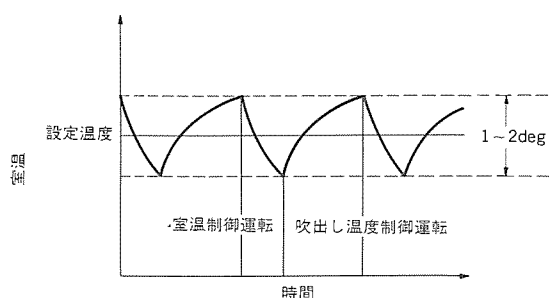


図13. 室温の制御

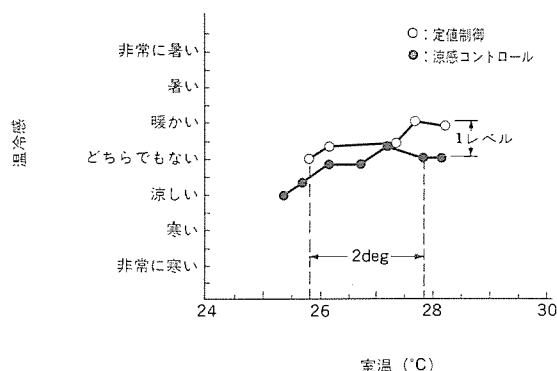


図14. 涼感コントロールの効果

5. 涼感コントロール

以上述べたように、室温変動制御、気流刺激制御の感覚実験の結果から、室温を変動させることによって、また気流の刺激を与えることにより、温冷感が涼しい側へ、快適感が快適側へ移動することが確認できた。しかし、その条件によっては、快適感が不快側へ移動することがあり、ルームエアコンへ応用するとき、考慮しなければならない。

5.1 吹出し気流の制御

これまでのルームエアコンは、室内温度の制御を目的にしており、吹出し気流は、好ましい温度分布をつくるように、また冷凍サイクルの高効率化をめざし設計されることが多い。この制御方法は、吹出し気流を直接居住者にあてようとするものであり、居住者にとって好ましく、快適に感じる吹出し気流に制御する必要がある。温冷感や快適感の移動量は、人体の冷却側への刺激量と相関があると考えられる。吹出し気流が低く、また、下吹き時間が長いときのように快適感が不快側へ移動するのは、刺激量が大きすぎたためである。冷却側への刺激量は、吹出し気流の温度・速度・下吹き時間で決まると考えられ、刺激量は一定の方が好ましいので、図12に示すよう

に吹出し温度と下吹き時間の関係とした。吹出し温度を高くするため、圧縮機の周波数は最小とするが、室内外条件によっては、低温になることもあるので、吹出し温度が低下したときは、電気ヒーターで昇温することにした。

5.2 室温の制御

使用者により、温冷感、快適感などの感覚は異なるので、居住者の感覚を受けて、室温は調節できる必要がある。しかし、この制御方法の吹出し気流は、前章のように制御することが必要なので、図13のように、設定温度の近傍で、吹出し温度制御と室温制御を繰り返し行うことにした。この制御により、室内温度は設定温度の近傍で変動し、室温変動環境となる。さらに、吹出し温度は変化するので、これによって下吹き時間は変化し、居住者はランダムな風を感じるようになる。設定温度は、“暑いとき”、“寒いとき”などの感覚入力機能で補正でき、居住者が快適と感じる環境をつくることができる。

5.3 涼感コントロールの効果

図14は、前章の制御アルゴリズムで制御した場合の、感覚実験の結果を示したものである。実験条件は、前章とほぼ同一である。“どちらでもない”という温冷感を得るには、定値制御の場合25.8°C、涼感コントロールの場合27.8°Cであり、設定温度を2 deg高くしても同じ温冷感が得られることがわかる。また、快適感の向上も顕著であり、どちらでもないからやや快適に移動する。設定温度を上げることによる省エネルギー効果は、20%と大きい。

6. む す び

空調機は、室内を快適な状態にするための機器である。しかし、室内を冷やす、暖めるなどを重視しており、人側から空調機を見ると課題も多い。ここでは、人の感覚に大きな影響を与えられ、これまであまり行われていない時間要素を用いた新しい環境制御方法・涼感コントロールの背景となった被験者を用いた感覚実験、その制御概要、効果について述べた。

時間要素は“ゆらぎ”と考えることができ、涼感コントロールは、温度、気流などの環境のゆらぎにより、人の体温調節機能を刺激し、人体の活性化を促進し、心地よい涼しさと、高い快適感が得ようとするものである。涼感コントロールにより、冷房時の快適感の向上がし、また、省エネルギーとなることを確認し、平成2年度（冷凍年度）の当社ルームエアコンに搭載されている。この涼感コントロールは、これまでの何も感じない無意識空調ではなく、心地よい刺激を与えるものであり、環境を感じ、空調機を意識するので有意義空調に位置付けられる。

今後、暖房への展開を図るだけでなく、さらに快適で有益な新しい空調機の開発に努力したい。

参 考 文 献

- (1) 梅村ほか：昭和62年度インバータルームエアコンの快適制御、三菱電機技報，61，No.5（1987）
- (2) 菅原ほか：環境変動時における人体感覚(1)，平成元年度空気調和・衛生工学会学術論文集
- (3) 大西ほか：環境変動時における人体感覚(2)，平成元年度空気調和・衛生工学会学術論文集

石油ファンヒーターの快適制御

原 正規* 関口孝志**
菅原作雄*
藤田喜助**

1. ま え が き

昭和53年の発売以来、石油ファンヒーターの市場は、着実に成長している。石油ファンヒーターの特長は、可搬性・低ランニングコスト・温風による快適暖房であるが、一方、室内での燃焼によって暖房を行うので、換気・臭気・空気汚染など安全に十分考慮した設計が必要である。今日の石油ファンヒーターの市場は、およそ300万台に達し、成熟商品に見られる買増需要の増加、家電から個電へという現象がみられる。これは、石油ファンヒーターが暖房機としてのポジションを確保したことを示し、石油ファンヒーターが持つ課題を一つ一つ克服し、使用者の期待する姿に近づけようとした技術の成果であると考えることができる。

石油ファンヒーターは、家庭でだれもが使用する本格的な暖房機であり、快適な環境をつくり出し、そして使いやすい必要がある。我々はこれまで、室内環境を詳細に測定するシステムを用い、室内環境分布の特性、人の温熱感覚の検討を進め、快適性向上に関する制御方法を開発し、石油ファンヒーターに搭載してきた。石油ファンヒーターの快適性に関する主な課題をまとめると、①上下温度差の改善、②外気温度の変化等に伴う環境分布の変化、③使いやすさ、分かりやすさ等がある。

ここでは、当社の環境評価方法、人の温熱感覚、石油ファンヒーターに搭載されている快適制御方法について、その背景、構成、効果について述べる。

2. 環境評価方法

2.1 人の温熱感覚と測定システム

人は恒温動物であり、体温はおよそ36～37℃を維持する必要がある。人体は発熱体であり、細胞の新陳代謝と筋肉運動などによって発熱する。この体内で生産される熱が過不足なく体外へ放出しているとき、人は寒さや暑さを感じることなく、快適になる。人体の発熱は人の活動量により変化し、人体からの放熱は温熱環境の4要素や人体の衣服の量である着衣量の影響を受ける。したがって、室内環境を評価するときは、これらの要素を総合的に考慮する必要がある。

当社居住環境実験室は、空調機をつくりだす環境を詳細に測定するもので、恒温恒湿室と、この恒温恒湿室の内部に設置されたモデル室から構成される。モデル室の外気温度となる恒温恒湿室は、温湿度を自由に制御でき、モデル室内に空調機を設置し、実運転時の環境測定を行う。8畳間のモデル室は、図1に示す1,452点の温度・風速・湿度・ふく射温度の測定ができる。

2.2 室内環境の評価

室内環境は、分かりやすい値で示すのが好ましい。室内環境の評価は、図2に示すように、室内の全環境に対する目的に合った環境の比率を指標値とした。この目的に合った環境を、温度と風速で定義したのが範囲内温度感数(NTDA: Number of Temperature

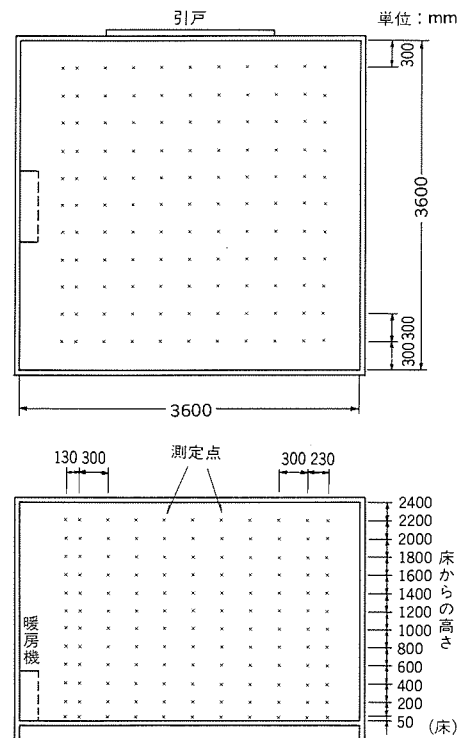


図1. 環境評価測定点

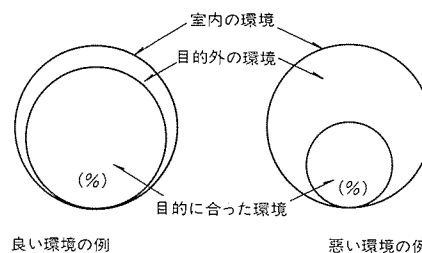


図2. 室内環境の評価概念

Distribution Area), 被験者から求めた温度と風速の快適範囲で定義したのが快適分布指数(CDI: Comfortable Distribution Index)である。

(1) 範囲内温度感数(NTDA)

NTDAは、風速による冷却効果を考慮した室内温度分布のかたよりを示す指標で、式(1)を用いて測定データから算出する。

$$NTDA = \frac{(-1.0 \leq T_h - T_{av} < 1.0) \text{ の点数}}{\text{居住域内の測定総数}} \times 100\% \quad \cdots (1)$$

T_h : 補正温度(℃), $T_h = f(T, V)$, T : 温度

V : 風速, T_{av} : 補正温度の平均値

NTDAの値が100%とは、居住域内のすべての場所が±1.0の範囲に入っていることを示し、快適であるといえる。また、NTDAの値が70%の環境は、NTDAの値が40%の環境に比較して、30%良いといえ、数量的比較評価ができる。

(2) 快適分布指数(CDI)

表 1. 快適温度風速範囲

部位	温度、風速測定点との対応	温度条件	風速条件
全身	温度風速測定点(mm)	平均値	—
	床からの高さ	19°C 以上	—
頭部	1,600	平均値	最大値
	1,400	23±2°C以内	0.4m/s以下
	1,200	—	—
上半身	1,000	平均値	—
	800	18°C以上	—
下半身	600	平均値	—
	400	18°C以上	—
	200	—	—
足部	50	最低値	—
	床	15°C以上	—

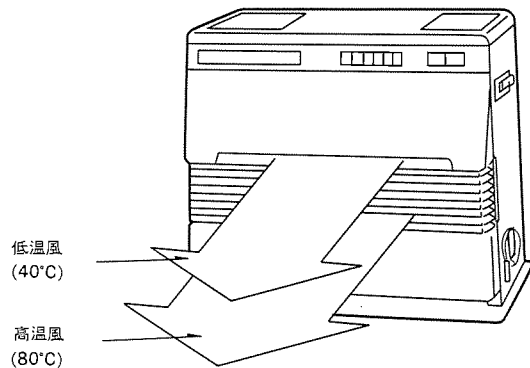


図 3. 快適気流制御方式 Combination Flowの構成

CDIは、室内に居住する人の感覚量と温度・風速等の物理量の相関を求めて定義したもので、室内環境を人体の感覚単位で評価することに特徴がある。表 1 は、CDIで用いている快適温度風速範囲を示したもので、人体の部位ごとに快適範囲を示している。この人体モデルを移動させ、測定した温度・風速のデータから、快適範囲で快適・不快の判定を行い、式(2)によりCDIを求める。

$$CDI = \frac{\text{快適判定数}}{\text{全判定数}} \times 100\% \quad \text{.....(2)}$$

CDIの値が100%とは、室内のどの位置でも快適であることを示し、CDIの値が50%の環境と比較して2倍の領域が快適であり、快適性の定量的比較が可能となる。

3. 上下温度差を改善するCombination Flow

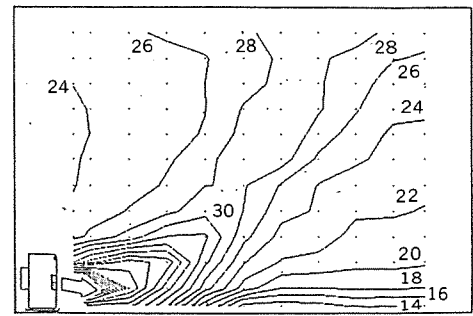
3.1 快適気流制御方式Combination Flowの開発背景

一般に温風暖房機がつくる環境は、上下温度分布が小さく快適であると言われている。しかし、温風暖房機から吹き出す温風は、温度が高く軽いので、すぐ上昇し、逆に床面付近に重い低温域が出現することが多い。また、この室内温度分布は、人の温熱感覚に対し、大きな影響を与える。

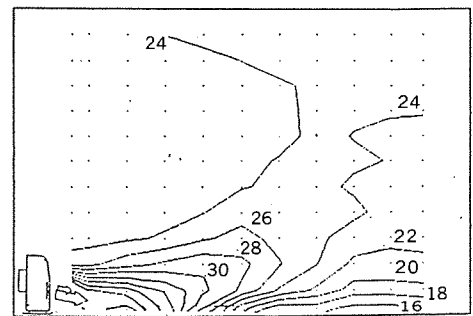
上下温度差を改善し、快適な室内環境をつくるには、床面付近まで温風を到達させる必要がある。床面付近まで温風を到達させるには、吹出し風量や吹出し風速を増やしたり、吹出し角度を深くする必要がある。しかし、騒音が大きくなったり、床材の温度が高くなり変色などの可能性がある。石油ファンヒーターを設計するときは、床表面温度を注意しながら、好ましい環境が得られるように機器設計を行っているが、吹出し温度が高いため、室内環境が不十分になることがあった。

3.2 快適気流制御方式Combination Flowの構成

Combination Flowは、図 3 に示すように、温度の異なる温風を上



(a) 従来方式



(b) Combination Flow方式

図 4. 室内等温線分布

表 2. 環境評価結果

評価指標	方式	従来方式	新制御方式
NTDA (%)		34.5	45.7
CDI (%)		9.0	59.0
上下温度差 (deg C) (1,600mm—50mm)		9.4	5.4

下に配置した二つの吹出し口から吹き出して室内環境の改善を図ろうとするものである。下の吹出し口から吹き出される高温風はメインフローであり、この高温風をこの吹出し口のすぐ上に配置した上の吹出し口からの低温風のサブフローによって抑え込むものである。上の吹出し口からの低温風は、コントロールフローとしての機能をもつ。これにより、上昇しようとする高温風を抑え、高温風を床面に沿って遠くまで到達させることができ、上下温度差の小さい快適な環境をつくることができる。

3.3 快適気流制御方式Combination Flowの効果

モデル室に、高温風みの石油ファンヒーターを設置した場合と、Combination Flow方式の石油ファンヒーターを設置した場合の温度分布を測定した。図 4 (a)と(b)は、室内中央断面の温度分布を示すものである。高温風みの従来方式(a)に比べ、高温風に低温風を付加したCombination Flow方式(b)の噴流は、床面を遠くまで流れ、噴流の下面に生じる低温域が、少なくなっていることが分かる。表 2 は、室内環境の評価結果である。Combination Flow方式は、従来方式に比べ、NTDAの値が10%以上、CDIの値が9%から59%と大幅に改善されていることが分かる。また、上下温度差は、9.4degから5.4degと小さくなり、居住者はこの差を暖かく感じると考えられるので、省エネルギーの効果がある。

4. 環境変化を低減する“ツインサーモ”

4.1 快適環境制御方式“ツインサーモ”の開発背景

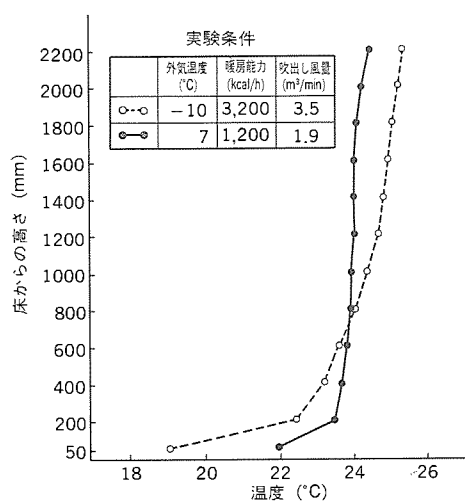


図 5. 室内上下温度差の評価

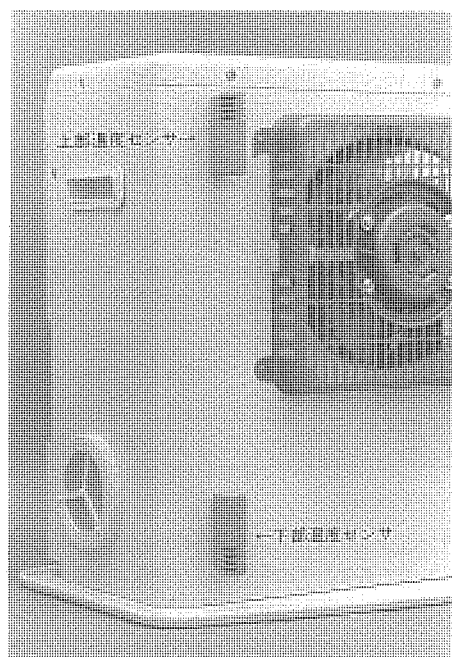


図 6. ツインサーモ

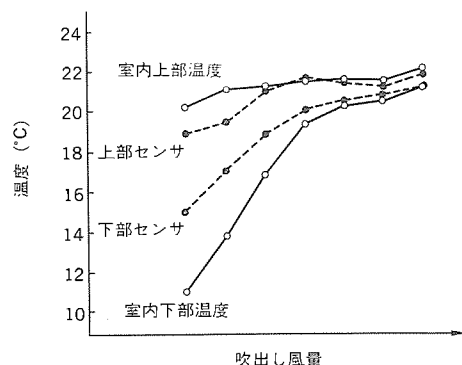


図 7. 上下温度差の検出

CDIの評価をみてわかるように、人の温熱感覚は、頭部付近の温度と足部付近の温度の影響を受ける。頭部は“暑い”という温覚と、足部は“寒い”という冷覚と関係が深い。したがって、室内の頭部に相当する温度を下げ暑く感じない環境にし、足部に相当する温度を上げ、寒く感じない環境に制御することで、寒くも暑くも感じない快適な環境をつくることができる。

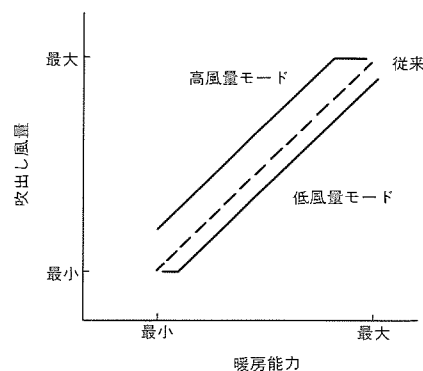


図 8. ツインサーモによる吹出し風量の制御

図 5 は、モデル室に設置された市販の温風暖房機（暖房能力可変型）の設定温度を一定、外気温度を -10°C 、 7°C の2条件とし、室温制御で暖房能力が変化した場合の、温度分布を測定したものである。図は、床からの高さごとに測定した水平方向121点の平均温度を示したものである。外気温度が低いときの頭部と足部の上下温度差は、約6 degであり、外気温度が高いときの上下温度差は、約2 deg以下と大きく変化していることが分かる。これは、同じ機器においても、外気温度が変化すると室内の上下温度分布が変化することを示している。外気温度の変化に伴い室内環境は変化し、この環境の変化を、室内に居住する使用者が感じて不快になることが推察できる。外気温度の変化は、熱負荷と同様に考えることができるので、住宅の断熱性により、環境が異なることを示している。

4.2 快適環境制御方式“ツインサーモ”の構成と効果

人の感覚に大きな影響のある頭部と足部の温度を一定に保ち快適にするには、外気環境により変化するこれらの温度を検出する必要がある。“ツインサーモ”は、暖房機の一部（床から約400mm）と、下部（床から約50mm）に設けた二つの温度センサで、外気温度等により変化する室内の上部温度と下部温度に相当する温度を検出し、この温度差を一定に保つように機器を制御するものである。この二つの温度センサの取付状態を図 6 に示す。

室内の温度分布は、床から300mm付近で高温域と低温域に分かれ、高温域の高さ方向の温度差は小さい。また、水平方向の温度差は小さく、高温域は頭部温度、低温域は足部温度と考えることができる。図 7 は、吹出し風量を変え室内環境を変化させた場合の、床から約400mmと床から約50mmに設けた温度センサの検出温度と、室内上部と室内下部の温度の関係を示したものである。温度センサの検出温度と室内温度は、吹出し風量が小さくなり環境が悪くなると、その差が大きくなるものの、上下温度差が小さい環境においては、良く合致することが分かる。これにより、室内上部の高温域の温度は床から約400mmに設けた温度センサで、また、室内下部の低温域の温度は床から50mmに設けた温度センサで検出できる。

図 8 は、暖房能力と吹出し風量の関係を示すもので、従来方式と“ツインサーモ”搭載の石油ファンヒーターについて示している。温風暖房機では、気流が温熱感覚に与える影響や運転音を考慮し、吹出し風量をなるべく小さくしたいという考えから、従来例のように暖房能力に応じて吹出し風量が決められていることが多い。“ツインサーモ”では、従来例より少ない吹出し風量の低風量モードと、吹出し風量の多い高風量モードの二つのモードを備え、上部検出温度と下部検出温度の差が大きい時は高風量モードとし、その差が小さい時は、運転音の小さい低風量モードとしている。これにより、外

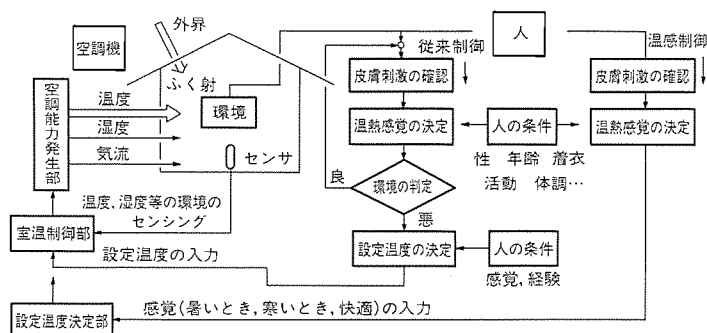


図9. 環境制御の概要

温感コントロール



図10. 分かりやすい感覚入力部

気温などが変化しても室内の上下温度差が一定の快適な環境をつくる。

5. 使いやすさを追求した“温感制御”

5.1 快適環境制御方式“温感制御”の開発背景

石油ファンヒーターに代表される家庭で使用する空調機は、だれでも簡単に正しく使えなくてはならない。しかし、人の感覚は、温度だけで決まるものではなく、人の感覚をセンシングして、快適な室内環境に制御することは難しい。

図9は、人と石油ファンヒーターなどの空調機の間で行われている環境制御の概要を示したものである。図の左側は空調機を示し、空調機では、空調能力発生部により形成された環境を温度・湿度等のセンサでとらえ、目標とする設定温度との差から空調能力発生部の能力を決め、室内が一定の環境になるように制御している。図9の右側は、人の温熱感覚の決定と空調機の間を論理的に示したものである。ある室内環境に居住する人は、皮膚の刺激を確認し、自分の温熱感覚を決定する。従来制御の場合、この感覚から環境の良し悪しを判断し、悪いときは設定温度を決め、空調機にインプットする。この決定は、人の勘や経験によるものであり、正しく決定されないと使用者にあった環境を形成することができない。特に、子供や高齢者にとっては、この操作は面倒な場合がある。

5.2 快適環境制御方式“温感制御”の概要

快適制御方式“温感制御”は、だれにでも簡単にしかも確実にその人の感覚にあった環境をつくらうとするものであり、その最大の特徴は、図10に示す感覚入力部である。感覚入力部は、“暑いとき”、“快適”、“寒いとき”のキーから構成され、だれにでも分かりやすく、このキーを押すだけで、快適な環境をつくることのできる。温感制御の制御概要を図9により説明する。

室内に居住する人は、皮膚の刺激を確認して自分の感覚を決めると、その感覚を感覚入力機能を用いて空調機の設定温度決定部に直接入力する。設定温度決定部は、この感覚の入力を受け、その時の室温をベースに設定温度を補正する。室温の補正は、“快適”入力の場合はその時の室温に等しくし、“暑いとき”入力の場合は設定温度

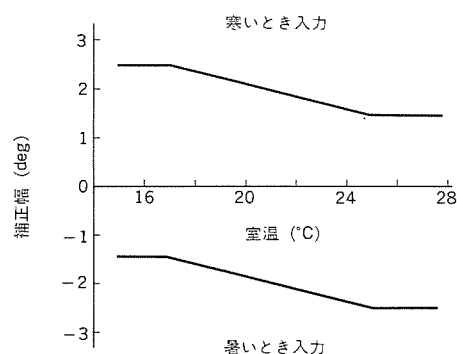


図11. 感覚入力による設定室温の補正

を下げ、“寒いとき”入力のときは設定温度を上げるように行う。使用者の暑い、寒い等の感覚は、その時の状況により、量的な違いがある。例えば、15°Cの寒いという感覚は、23°Cのときの寒いという感覚より、寒さの程度が大きい。この感覚の違いは、設定温度の差になるはずであり、温感制御では、図11に示すように、室温により設定温度の補正幅を変化させている。使用者の感覚を簡単なキーで受け、室温を情報にして使用者の気持ちを推測し、設定温度を変更するので、使用者の勘や経験に頼ることなく使用者にあった環境を形成することができる。

この制御方法は、石油ファンヒーターだけではなく、当社のルームエアコン、クリーンヒーターなど、他の家庭用冷暖房機にも使用されている。

6. むすび

昭和53年に発売され、今や日本の代表的暖房機に成長した石油ファンヒーターの、快適性に関する代表的制御方法について、その背景、制御の概要を中心に述べた。石油ファンヒーターの成長は、快適性に関するものだけではなく、燃焼制御技術、電子制御技術、低価格に抑えるための量産化技術など他の技術革新によるものも少なくなく、総合的製品化技術に支えられている。石油ファンヒーターの対象はあくまでも人であり、生活である。今後も、人とかかわり、生活のなかの機器として、進展していくものと思われ、人・生活を科学し、石油ファンヒーターの在り方を追求して、新世代の暖房機を築いていく必要がある。

参考文献

- (1) 渡辺編：建築計画原論，丸善（1973）
- (2) 菅原ほか：暖房室内における温度気流分布と快適性，三菱電機技報，56，No.12（1982）
- (3) 梅村ほか：昭和62年度インバータ ルームエアコンの快適制御，三菱電機技報，61，No.5（1987）
- (4) 菅原ほか：室内環境の評価と快適制御，暖房，No.277～279（1985）
- (5) 菅原ほか：新しい環境制御方法の提案，暖房，No.305，306（1987）
- (6) 菅原ほか：新快適制御「ツインサーモ」の開発，暖房，No.327，328（1989）

室内空間における騒音計算プログラム

松本 徹*
田中英晴**

1. ま え が き

近年、室内空間では、空調調和に関連した温熱環境に対する快適性向上の要求はもとより、音環境に対しても同様のニーズが高まってきた。特に、オフィスビルのインテリジェント化に伴い、空調調和機器の騒音と、増加するOA機器等の騒音が重畳するようになり、室内環境快適化への重要な要素として騒音が取り扱われるようになってきた。

今般、室内空間に設置された機器による騒音レベル・騒音分布等の音環境のシミュレーションを手軽に行えるように、パーソナルコンピュータを用いて計算するプログラムを開発したので、ここに紹介する。

2. 開発の背景

室内空間における騒音計算に用いる基本式は、比較的簡単なながら、室内条件に対応して、オクターブバンドごと、機器ごとの繰り返し計算を伴うことから、一部の経験者以外にとっては、あまり身近なものではなかった。

一方、最近は室内環境の快適化という観点から、空調調和機器、OA機器をはじめとする各種室内設置機器による室内騒音値を求めたいとのニーズが高まってきたため、今般、主に空調調和機器を対象として、比較的容易に騒音計算のできるパーソナルコンピュータを用いた騒音計算プログラムを開発した。

この騒音計算プログラムは、対話型で簡便な操作を基本とし、さらに空調調和以外の機器についても、その機器の騒音データを入力することで室内環境騒音としての計算ができるよう考慮した。

3. 冷凍空調ソフトウェアの概要

当社では冷熱住設機器を用いた各種システム設計を支援するソフトウェアとして、空調負荷計算、機種選定、室外騒音計算等の技術計算プログラム及び見積書作成プログラム等からなる“三菱電機冷凍空調ソフトウェア”を持っており、今般の騒音計算プログラムもこの一環として開発したものである。表1に主なプログラムの概要を紹介する。

4. 室内騒音計算プログラム

- 4.1 特 徴
- (1) パーソナルコンピュータを用いた騒音技術計算プログラムで、基礎的な騒音知識とパーソナルコンピュータ操作の経験があれば、だれでも利用できる。
 - (2) プログラムは、計算条件の詳細が確定していない場合、部屋用途・部屋規模から自動的に条件を設定して計算を実行する。簡易計算と、個々の条件をすべて入力し、計算を実行する標準計算の二つのパターンから構成されている。
- また、簡易計算後、細部条件が判明した場合は、それらを修正入

表1. 三菱電機冷凍空調ソフトウェア一覧

プログラム名称	概 要
空調負荷計算プログラム	建物及び部屋別のデーター入力により、部屋別・時刻別・系統別の空調負荷計算を行う。
PAL・CEC計算プログラム (事務所編・店舗編)	建物及び部屋別のデーター入力により、所定のPAL・CEC計算を行う。
空調機器選定及び 見積書作成プログラム	空調機器のタイプ・空調負荷・室内・室外条件の入力により、最適機種の選定と見積書の作成を行う。
室外騒音計算プログラム	機器の位置、受音点位置、防音壁位置、高さ又は騒音規制値の入力によって騒音値の計算、又は必要防音壁高さを計算する。
システムスケルトン 作成プログラム	室内機・室外機型名、組合せパターン、別売部品等の入力により、システムスケルトンを作成する。
シティマルチYシリーズ 承認図資料作成プログラム	室内機・室外機型名、配管パターン、配線パターン等の入力により、承認図表紙、配管、配線系統図及び関連情報を出力する。
ショーケース、冷凍機選定 及び見積計算プログラム	ショーケース型名・冷凍機タイプ・省エネ条件等の入力により、最適冷凍機の選定、見積書作成、ランニングコスト計算を行う。

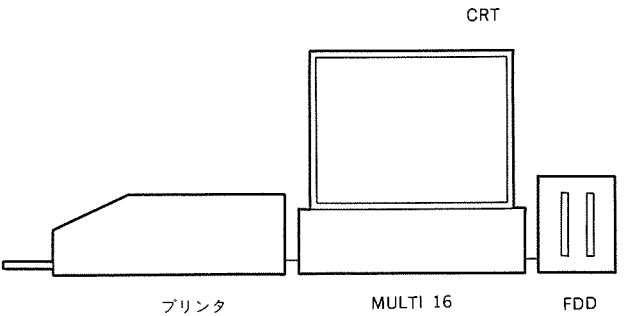


図1. 機器構成

- 力することで標準計算が実行できるようにしている。
- (3) 室内設置機器のうち、当社の主な冷熱住設機器は、騒音データを登録して持っているが、登録されていない冷熱住設機器・OA機器・他社機器についても、所定の騒音データを入力することで騒音計算が可能としている。
- 4.2 構成機器 (図1)
- 本体 : 《MULTI 16Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ》
 - FDD : 1 Mバイト5 インチ又は8 インチ2 デッキタイプ
 - CRT : カラータイプ
 - プリンタ : 24ドット
 - メモリ : 512Kバイト以上
- 4.3 ソフトウェア
- (1) OS
日本語CP/M-86
 - (2) プログラム言語
FORTRAN
 - (3) プログラムシート構成
全体プログラムは、7枚のフロッピーシートで構成されており、それぞれの機能は次のとおりである。

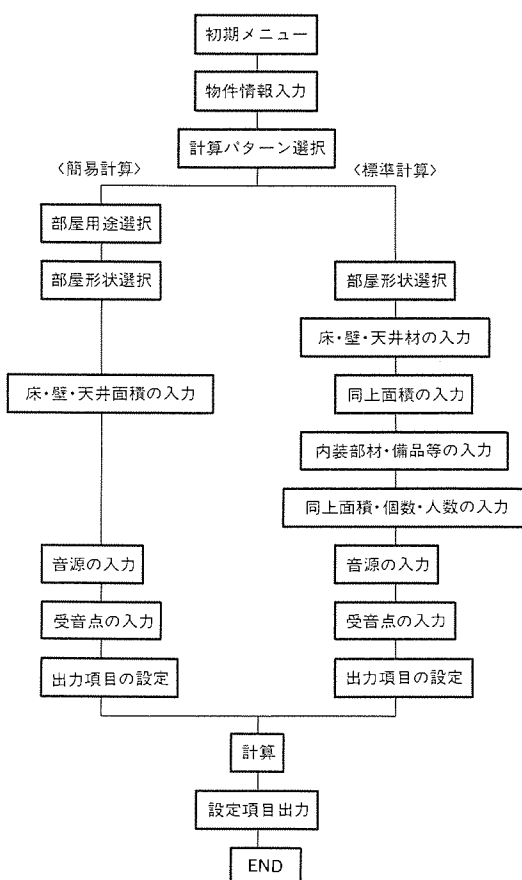


図2. 計算プログラム入出力フロー

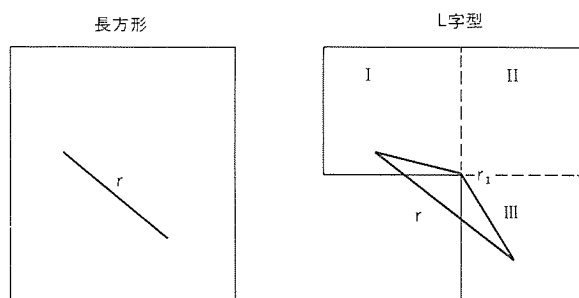


図3. 部屋形状と回折計算領域

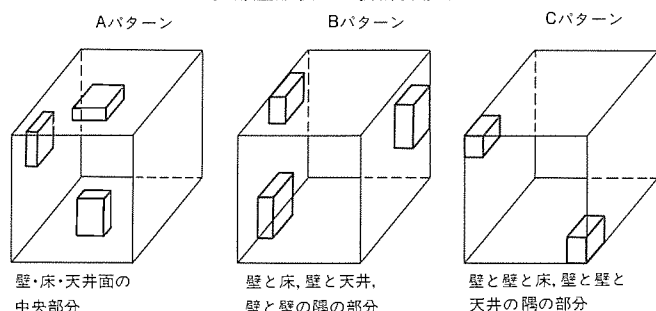


図4. 音源パターン

- 全体プログラムをコントロールするプログラムシート
- 計算物件データの検索, 担当者, 機器, 材料マスター一覧表作成等, 日常オペレータが用いるメンテナンスシート
- 機器・材料マスタの変更, 登録, 削除, 簡易計算条件の設定等管理センターで一括設定するメンテナンスシート
- 標準騒音計算並びに印刷出力を行うプログラムシート
- 簡易騒音計算並びに印刷出力を行うプログラムシート
- 機器・材料の騒音データを登録・保存するデータシート

(g) 計算物件の諸条件を記録・保存するデータ登録シート

なお, これらのシートは, 画面上のガイダンスに従い, 入力あるいはシートの差替えを行うことにより, 所定の騒音計算が実行できるよう構成している。

4.4 制限条件

パーソナルコンピュータを用いた計算プログラムであり, また多数の繰り返し計算を伴うこと等から, 操作性, フロッピーシートの容量等も配慮し, 次の制限条件を設けた。

- 騒音データを登録できる機器の台数は, 最大1,000台とする。
- プログラムを使用する担当者名の登録は, 最大98人とする。担当者名の登録がなされていない場合は, 計算物件検索時に担当者コードでの検索ができただけで, 騒音計算の実行については特に支障はない。
- 繰り返し計算の時間, 容量等を配慮し, 同一物件において計算できる機器の最大を50台とする。これを越える場合は, 複数回に分割計算し, 合成する等の応用で対応可能であるが, 一室での騒音計算では, 50台までで十分と考える。
- 計算する室内の受音点は, 最大10点まで設定可能であり, これを越える場合には, 同一物件で, 受音点を修正のうえ再計算させることで容易に対応可能である。

4.5 計算プログラム入出力フロー

全体の計算プログラム入出力フローを図2に示すが, 個々のステップについて以下に説明する。

4.5.1 標準計算フロー

(1) メニュー選択

初期メニューの画面に従い, 計算・検索・メンテナンス等の中から実行したいメニューを選択する。

(2) 物件情報入力

件名・電源周波数・入力年月日・担当者名・コード等の物件情報を入力する。

(3) 計算パターン選択

ここで, 簡易計算と標準計算のいずれかを選択する。
以下, 標準計算について説明する。

(4) 部屋形状選択

このプログラムでは, 図3に示すとおり部屋形状として長方形とL字形の2種類をサポートしており, ここでいずれかを選択する。

(5) 床, 壁, 天井材及び面積の入力

床, 壁, 天井材について, 登録された材料から選択入力する。登録されていない材料を設定する場合は, 所定のデータを入力することで計算可能である。

材料入力後, それぞれの面積を入力する。

(6) 内装部材・備品等の入力並びに面積・個数・人数の入力

カーテン・カーペット・窓ガラス・開口・いす (椅子)・ソファ・在室者について, 登録された材料・仕様から選択入力並びに面積・個数・人数の入力を行う。

材料・仕様が登録されていない場合は, 床・壁・天井材同様に所定のデータを入力することで計算可能である。

(7) 音源の入力

音源すなわち機器の形名と位置を全数入力する。機器の取付け形態によって, 騒音計算上の扱いが異なるため, 機器の位置からプログラム内で次の3パターンに自動判別する (図4)。

Aパターン: 壁・床・天井面の中央部分に設置

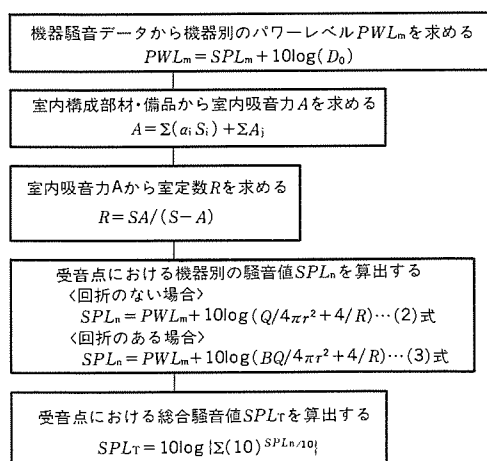


図5. 騒音計算の基本フロー

表2. 部屋形状及び領域による計算式区分

部屋形状	音源位置	受音点位置	使用計算式
長方形	—	—	(2)式
L字型	I	I	(2)式
		II	(3)式
	II	I	(2)式
		II	
		III	
	III	I	(2)式
		II	(3)式
		III	

Bパターン：壁と床、壁と天井、壁と壁の隅の部分に設置

Cパターン：壁と壁と床、壁と壁と天井の隅の部分に設置

登録されていない機器についても、床、壁、天井及び内装部材、備品等と同様に、所定のデータを入力することで計算可能である。

(8) 受音点の入力

計算により、騒音値を得たい受音点の位置を入力する。

(9) 出力の選択

出力させたい項目を設定する。なお、出力可能な項目は次のとおりである。

- (a) 指定位置の総合騒音レベル
- (b) 指定位置の機器別総合騒音レベル
- (c) 等騒音レベル線図
- (d) 指定位置の総合騒音レベルと1/1オクターブバンドレベル
- (e) 指定位置の機器別総合騒音レベルと1/1オクターブバンドレベル
- (f) 指定位置のNC曲線

4.5.2 簡易計算フロー

簡易計算は、プログラム内にあらかじめ設定された標準的な内装材及び諸条件を用いて容易に室内騒音計算ができるようにしたもので、前述4.5.1項(3)計算パターン選択において、簡易計算を選択した場合以降を次に示す。

(1) 部屋形状選択

標準計算と同様に、長方形、L字形のいずれかを選択する。

(2) 部屋用途選択

部屋の用途を、事務所・会議室等の中から選択する。

この部屋用途と次の床面積から、以降の諸条件をプログラム内部で設定し、騒音計算を実行している。

(3) 床・壁・天井面積、音源、受音点の入力、及び出力項目の設定
床・壁・天井面積、音源、受音点の入力及び出力項目の設定については、標準計算と同様である。

4.6 騒音計算の基本フロー

騒音計算の基本フローを図5に示すが、個々のステップを以下に説明する。なお、個々の計算は、1/1オクターブバンドごとに行う。

(1) 機器騒音データから機器別のパワーレベルを求める。

$$PWL_m = SPL_m + 10 \log(D_0) \quad \dots\dots\dots(1)$$

PWL_m ：機器別のパワーレベル (dB)

SPL_m ：機器の騒音測定値/音圧レベル (dB)

$D_0 = fd_0$ (r_0 , a , b)

r_0 ：騒音測定距離 (m)

a ：機器の幅 (m)

b ：機器の高さ (m)

(2) 室内構成部材・備品等から室内吸音力を求める。

$$A = \Sigma(\alpha_i S_i) + \Sigma A_j$$

A ：室内吸音力 (m^2)

α_i ：各材料の吸音率

S_i ：各材料の有効面積 (m^2)

A_j ：各備品等の吸音力 (m^2)

(3) 室内吸音力から室定数を求める。

$$R = SA / (S - A)$$

R ：室定数 (m^2)

S ：室内全表面積 (m^2)

(4) 受音点における機器別の騒音値を算出する。

騒音計算において、音源と受音点の間に回折部分がある場合には、回折に伴う減衰があるため、図3及び表2に従い、以下のいずれかの式によって騒音値を算出する。

(a) 回折のない場合

$$SPL_n = PWL_m + 10 \log(Q/4\pi r^2 + 4/R) \quad \dots\dots\dots(2)$$

(b) 回折のある場合

$$SPL_n = PWL_m + 10 \log(BQ/4\pi r^2 + 4/R) \quad \dots\dots\dots(3)$$

SPL_n ：受音点における機器別の騒音値/音圧レベル (dB)

Q ：音源のパターンで定められた定数

Aパターン $Q=2$

Bパターン $Q=4$

Cパターン $Q=8$

r ：受音点と音源の距離 (m)

$B = f_B(\delta, f)$

δ ：行路差 ($r_1 - r$) (図3参照)

f ：周波数

(5) 受音点における総合騒音値を算出する。

$$SPL_T = 10 \log \{ \Sigma (10^{SPL_n/10}) \}$$

SPL_T ：総合騒音値 (dB)

5. 室内騒音計算例

室内騒音計算の例を以下に紹介する。

5.1 計算例の概要

(1) 部屋概要

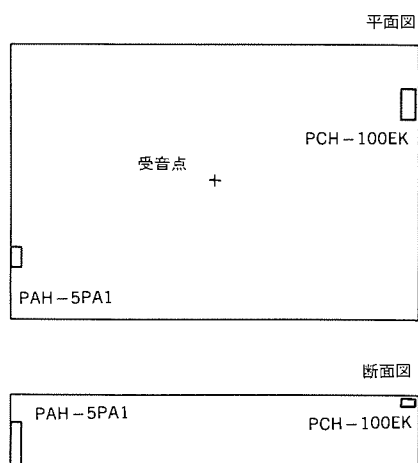


図 6. 計算列の機器配置図

表 3. 機器別及び総合騒音計算結果

機器型名(Hz)	周波数	単位: dB(A)									
		31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	オーバーオール
PCH-100EK	**	14.3	26.2	33.6	38.3	40.9	38.5	31.1	19.5	44.8	
PAH-5PA1	**	35.2	39.1	42.5	46.3	44.9	40.4	34.1	23.9	50.7	
機器総合	**	35.3	39.4	43.1	46.9	46.3	42.6	35.8	25.3	51.7	

部屋形状: 長方形

部屋寸法: 10m(W) × 20m(D) × 3m(H)

(2) 床・壁・天井材

床: コンクリート床リノリウム張り

壁: モルタル壁軽量鉄骨構造

天井: 平滑仕上げプラスタ張り

(3) 内装部材・備品等

カーペット: パイルカーペット

カーテン: 木綿カーテン

椅子: ビニールレザー張り × 10個

ソファ: 布張り 3人掛け × 2個, 同 1人掛け × 2個

入室者: 10人

(4) 設置機器及び位置

図 6 に示すとおり, 天つ(吊)り及び床置のパッケージエアコンを各 1 台設置する。

PCH-100EK × 1 台 冷房能力 9,000kcal/h (50Hz)

X = 19.2m

Y = 7.5m

Z = 2.5m

PAH-5PA₁ × 1 台 冷房能力 11,200kcal/h (50Hz)

X = 0.6m

Y = 2.5m

Z = 0.1m

(5) 受音点位置

受音点として, 部屋中央の高さ 1.5m に設定した。

X = 10.0m

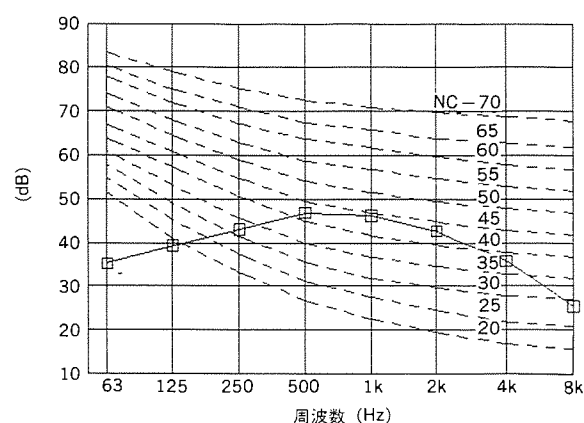


図 7. NC 曲線

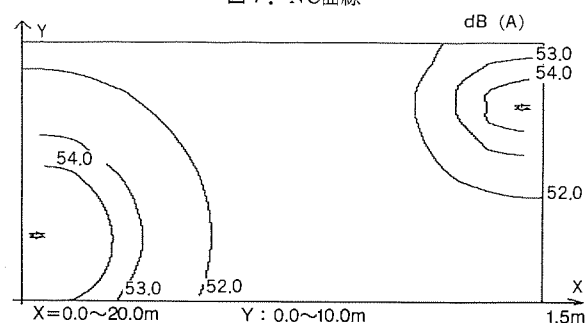


図 8. 等騒音線図

Y = 5.0m

Z = 1.5m

5.2 計算結果

以上の条件を設定・入力の上計算することで以下の結果を得た。

(1) 1/1オクターブバンド・機器・機器総合騒音値

部屋中央・高さ 1.5m の受音点において, 51.7dB(A) という騒音値を得た。機器別では, 天吊りパッケージエアコン PCH-100EK によるものが 44.8dB(A), 床置パッケージエアコン PAH-5PA₁ によるものが 50.7dB(A) と, PAH-5PA₁ による騒音値が, 5.9dB 高いことが分かる。これらをまとめて表 3 に示す。

(2) NC 曲線

同一受音点での NC 曲線を図 7 に示す。1kHz の NC 値が一番高く, 44dB を示している。

(3) 等騒音線図

図 8 に部屋内, 高さ 1.5m の面における等騒音線図を示す。これにより, 部屋内の騒音分布を知ることができる。

6. むすび

今般開発した室内騒音プログラムについては, 今後ますます高まる“より静かで快適な環境”への要求に答えるべく, 室内空間における空気調和機器, OA 機器の選定・配置, 及び内装設計のための評価プログラムとして広く活用されることを期待したい。

また, 簡易計算におけるプログラム内部の各種設定条件については, 多数の標準計算事例の情報を得て, より実状に合うよう修正が必要と考えており, 引き続き今後の課題としたい。

室内環境と空気清浄

野田富士夫*
児玉晴之*

1. ま え が き

近年、空調分野では、空気の高質化が求められるようになり、より快適な空調環境を実現するために、従来までの温湿度制御に加え、空気清浄は不可欠な要素となっている。その原因としては、生活環境の変化（公害問題や温調機器の浸透、建物の気密性の向上、窓を開けにくい環境などによって生じた密閉された空間での生活スタイルの定着）に伴う健康意識向上や快適志向などがあげられる。

このような状況に対応するために、最近の空調機では空気清浄機能付きエアコンなど、空気清浄機能を付加したものが多く開発されてきており、本格的集じん機構や脱臭機構を備えたものも少なくない。空気清浄機でも、より高い集じん性能や脱臭性能が要求され、空気の汚れ具合の表示や汚れに応じた自動運転制御などの機能が付加され始めている。

本稿では、①室内環境と空気清浄機の役割、②最近開発された空気清浄機を例にして集じん、脱臭などの空気清浄に関する具体的な構成とその性能評価、③これからの空気清浄等を述べる。

2. 汚染空気と空気清浄機の役割

空気の汚染は、粉じんと悪臭に大別され、粉じんにはタバコの煙をはじめ、花粉症の原因となる花粉、ぜんそくの原因となる微生物の死がい(骸)などがあり、悪臭にはタバコ臭、トイレ臭、ペット臭、食品腐敗臭などがある。

そして、粉じんでは、図1に示すように主な室内浮遊粉じんの大きさの分布を示すが、タバコの煙粒子は小さいもので粒径 $0.01\mu\text{m}$ 程度のものが存在し、比較的大きな花粉でさえ $100\mu\text{m}$ 程度と非常に小さな粒径である。また、悪臭の原因となるガスは、特定成分の単一臭ではなく、濃度の異なる種々のガス成分からなる複合臭であり、例えば表1にタバコ燃焼時に発生するにおいの主成分の一部を示したが、タバコ臭も様々なガス成分からなっていることが分かる。

空気清浄機は粉じんや悪臭を除去し、汚染空気を清浄空気にかえることを目的とした空調機器であり、そのためには上述のような、非常に小さな粒子と多岐にわたる悪臭成分の除去が必要とされる。その具体的な除去の方法を、次に述べる。

3. 空気清浄機の機能・構造と性能及び性能評価

当社で開発された空気清浄機MA-400Bタイプを図2に示す。空気清浄機は、内部に集じん機構、脱臭機構を備え、吸い込まれた汚染空気は集じん機構、脱臭機構を通過する際、粉じんや悪臭を除去されて清浄空気となり、吹き出される仕組みとなっている。

空気清浄機の基本機能である集じんと脱臭について次に述べる。

3.1 集 じ ん

家庭用空気清浄機に用いられる集じん方式は、フィルターで粉じんをろ過する機械式と、電気力を利用する電気式に大別される。機械式では、帯電したフィルター（静電フィルター）を空気が通過す

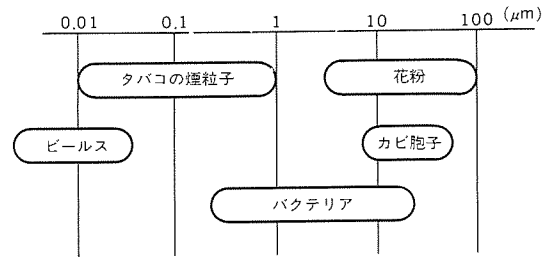


図1. 浮遊粉じんの種類と大きさ

表1. タバコのにおい成分

成 分		濃 度 (ppm)
成 分 名	化 学 式	
一 酸 化 炭 素	CO	30
アセトアルデヒド	CH ₃ CHO	15
ア ン モ ニ ア	NH ₃	10
ホルムアルデヒド	HCHO	5
ア セ ト ン	(CH ₃) ₂ CO	2
酢 酸	CH ₃ COOH	2
ニ コ チ ン	C ₁₀ H ₁₄ N ₂	2
ト ル エ ン	C ₆ H ₅ CH ₃	1.5
ピ リ ジ ン	C ₅ H ₅ N	0.5

注 タバコ1本を1m³中で燃やした後の成分である。

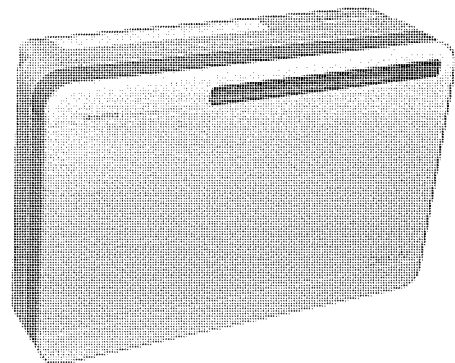


図2. 三菱空気清浄機 MA-400B

るとき、フィルターの静電気力によって粉じんをフィルターに付着させることで集じんを行い、電気式では荷電部（詳細は後述）でコロナ放電を行い、そこを通過する粒子を帯電させ、荷電部後流に設置された逆極性の電極を持つ集じんフィルターに粉じんを付着させて集じんを行う。

なお、電気式は機械式に比べ高効率で寿命が長く、より微細な粒子まで除去可能なため、最近の主流方式となっている。電気式には荷電部の構造により、針状放電式、放電線式などがあるが、性能的には大差はない。

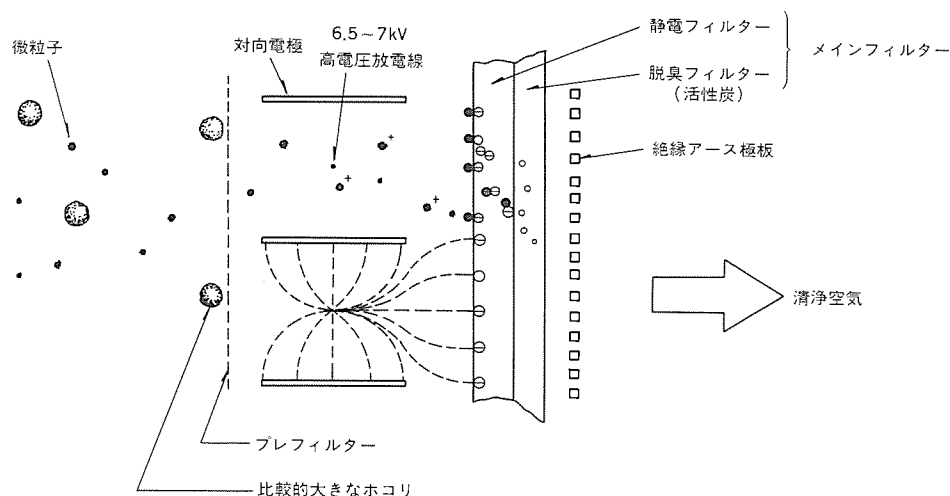


図3. 空気清浄機の集じん機構

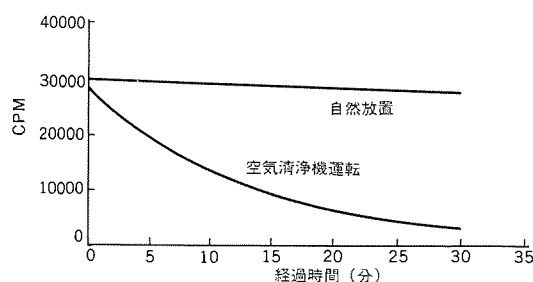


図4. タバコの煙粒子の減衰特性

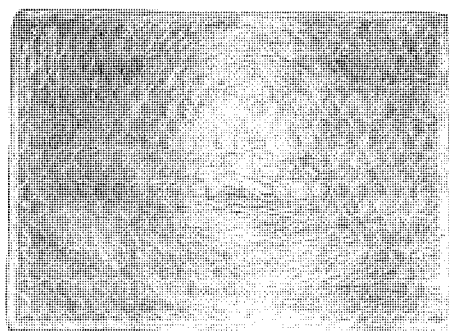


図5. 空気清浄フィルター

図2の空気清浄機は、タングステン放電線を使用した放電線式電気集じん方式であり、図3にその集じん部構造を示す。集じん部は、プレフィルター、高電圧放電線（タングステン線）と対向電極からなる帯電部、集じんフィルター、絶縁アース極板とで構成されている。

集じん部の最上流に設置されたプレフィルターで比較的大きなごみ（塵）が除去され、プレフィルターを通過した微細粒子は帯電部へ流れる。帯電部では、放電線と対向電極との間に7kV前後の高電圧をかけてコロナ放電を行っており、その電離域を通過する粒子を帯電させる。帯電された粒子は、帯電部後流に設置された集じんフィルターへ向かうが、集じんフィルターは、その後流に設置された絶縁アース極板と前記放電線で誘電分極され、帯電粒子と逆極性の電荷との間に働く電気力により帯電粒子は集じんフィルターに付着する。以上のメカニズムで粉じんの除去が行われる。

次に集じん性能を述べる。集じん性能は、粉じん濃度の減少具合で判断されるが、基本的な考え方を以下に示す。

一つの閉空間内に空気清浄機を設置した場合、閉空間内の任意の時刻 t における粉じん濃度 $\rho(t)$ は次式で表される。

$$\rho(t) = \rho_0 \cdot e^{-\frac{\eta \cdot v + V_F}{V} \cdot t} \quad (1)$$

ここで、

ρ_0 : 初期粉じん濃度, $\eta (< 1)$: 空気清浄機の一過性効率,

v : 空気清浄機処理風量, V_F : 自然換気量, V : 室内容積

ただし、このとき自然換気の導入外気は清浄空気であること、閉空間内に定常的な発じんのないこと、及び空気清浄機から吹き出された空気は閉空間内瞬時均一拡散であるものとする。式(1)から分かるように、空気清浄機の集じん性能には空気清浄機の一過性効率と処理風量が影響する。

実際の粉じん濃度の測定には粉じん計が用いられるが、その測定原理は光散乱法に基づき、粉じん濃度を散乱光量として検出する。

図4は、8畳間相当（約30m³）の部屋でタバコ5本を燃焼したときのタバコ煙粒子の減衰カーブを、空気清浄機を運転した場合と自然放置の場合とで比較した図である。空気清浄機の処理風量180m³/hでの性能は、運転開始後30分で約90%のタバコ煙粒子の除去が可能ということである。なお、図において○印が粉じん計で測定したデータであり、実線が計算式から導いた結果であるが、すべて一致している。

3.2 脱臭

代表的な脱臭方法を表2に示す。水洗法、吸着法、マスキング法などがある中で、一般に空気清浄機の脱臭方式は、活性炭による吸着法が主流である。活性炭は、その広大な表面の物理的な力（ファンデルワールス力）や、細孔内への内部拡散又は毛細管凝縮などの作用により、多くの物質を多量に吸着保持できる。特に疎水性の中性物質に対して効果的な吸着性を発揮するが、アンモニアや硫化水素のような低分子量の極性物質に対しては吸着力が弱く、また吸着作用には飽和限界（寿命）があり、この限界を越えると吸着した臭気成分の再放出が発生する。このため、活性炭に酸系あるいはアルカリ系の成分を化学蒸着し、これによる化学吸着を併用している。

図5は、当社で開発された空気清浄フィルターであるが、空気清浄フィルターは集じんフィルターと脱臭フィルターからなり、上流側に集じんフィルター、下流側に脱臭フィルターがある。図は下流側から見た脱臭フィルター部であるが、はち（蜂）の巣状に仕切られた部屋に化学処理を施した活性炭が封入されている。

表 2. 代表的な脱臭方式

方 式	方 法	特 徴
溶 解	水 洗 法	水溶性成分（アンモニア、アミン、脂肪酸）や粉じんの除去。前処理用
吸 着	活 性 炭	低濃度における吸着処理に安定した効果。脱臭効果大。
吸 収	薬 液 処 理	酸 素 アルカリ悪臭ガス（アンモニア、トリメチルアミンなど）に効果。
		アルカリ液 酸性悪臭ガス（硫化水素、メチルメルカプタンなど）に効果。
酸 化	燃 焼 法	脱臭効果が高い。700℃～の高温が必要。大規模設備向け。
	触 媒 法	被酸化性臭気成分（硫化水素、トリメチルアミンなど）に効果あり。光などの活性エネルギー必要。
	オ ゾ ン 法	被酸化性臭気成分（硫化水素、トリメチルアミンなど）に効果あり。殺菌作用あり。オゾン処理必要。
マ ス キ ン グ	芳 香 剤	芳香で悪臭をマスキングする。脱臭とはいえない。
希 釈	空 気 希 釈	大量の空気希釈し、人間のきゅう覚以下にする。

表 3. 6 段階臭気強度表示法

臭気強度	内 容
0	無臭
1	やっと感知できるにおい（検知しきい値濃度）
2	何のにおいであるかが分かる弱いにおい（認知しきい値濃度）
3	薬に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

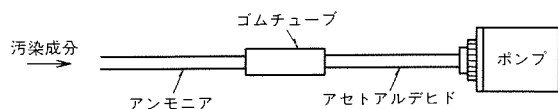
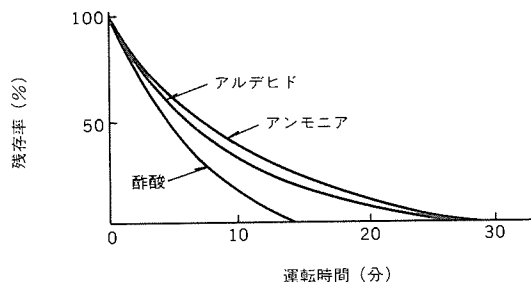


図 6. ガス検知管



条件：1m³クリーンBOXタバコ5本燃焼

図 7. 脱臭性能（ガス検知管法）

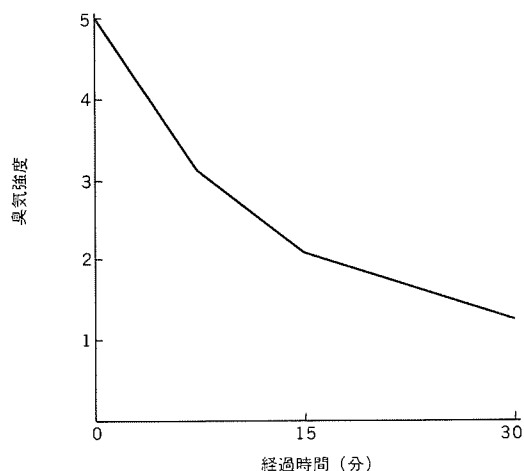


図 8. 脱臭性能（官能試験法）

図 3 に示したように、空気清浄機内に吸い込まれた空気は、帯電

部、集じんフィルターを通過し除じんされるが、この時点では臭気分子はまだ除去されずに残っており、その後脱臭フィルターを通過する際、物理吸着、化学吸着によって脱臭され、粉じん、悪臭ともに除去された空気が空気清浄機外へ吹き出されることになる。

次に脱臭性能について述べるが、においのメカニズムは解明されておらず明確なスケールが存在しないため、空気清浄機によってどれだけ脱臭されたのかを測定することは難しい。現在、一般的に臭気の測定方法としては、官能試験法とガス検知管法がある。官能試験法とは臭気の度合を人のきゅう覚によって点数評価するもので、信頼性の面で多少問題は残るが、現状では臭気評価として人のきゅう覚に負う面がまだ大きい。

官能試験法にも幾つかの方法があるが、比較的簡易で評価しやすいものに表 3 に示す 6 段階の臭気強度基準に従って点数評価を行う 6 段階臭気強度表示法を主に用いている。また、ガス検知管法とは、個々の臭気成分の絶対濃度を測定するもので、臭気成分ごとに定量化された客観的データが得られ、データに対する信頼性は高い。しかし、実際の臭気は低濃度多成分の集合体であり、また臭気成分間の相乗、相殺作用があるため、得られた脱臭性能と実際の感覚が異なる場合も多いため、官能試験と併用した評価が有効である。

脱臭性能の測定については、ガス検知管法による試験方法が、日本電機工業会の基準として設けられているので紹介しておく。

測定対象ガスは、①アンモニア、②アセトアルデヒド、③酢酸の 3 成分であり、いずれも専用のガス検知管を用いて濃度を測定する。試験は、1m³（1m×1m×1m）の透明密閉容器内でタバコ（マイルドセブン）5 本を、タバコ吸煙機を用いて 5～7 分で同時に燃焼させ、それによって発生した前述の対象ガスの濃度測定を行う。検知管は、酢酸は単独に接続するが、アンモニアとアルデヒドは、図 6 に示すように連続して接続し、対象とする空気をポンプで吸引しているが、これはアセトアルデヒド用の検知管がアンモニアの影響を多少受けることによる。

図 7 は、上記の方法によって行ったガス検知管法の試験結果である。空気清浄機運転後 30 分以内で 3 成分ともほとんど 100% 除去されている。また、図 8 は同様の条件を官能試験によって評価した結果である。

3.3 その他の付加機能——ガスセンサ——

最近の空気清浄機には、今まで述べてきた集じん機能、脱臭機能のほかに幾つかの付加機能を持つものがあり、特に高級機種では各種センサを搭載し、様々な制御を試みている。例えば、人を検知して運転を行う。ライターの火を検知して運転を始める制御などがあるが、中でもガスセンサを使用した自動運転制御が一般的である。

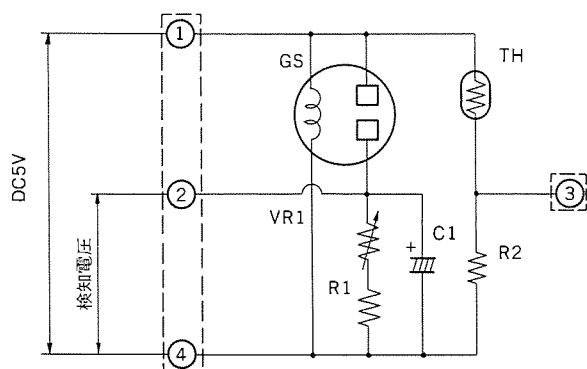


図9. 汚れ具合の検出回路

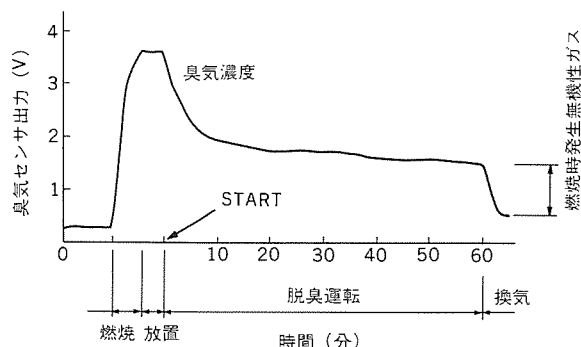


図10. タバコのにおいの減衰特性

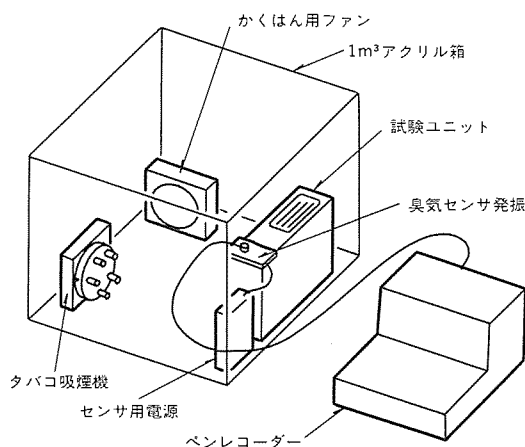


図11. 臭気センサによる脱臭評価試験装置

ガスセンサとは、存在する悪臭ガス成分に反応し、その濃度に応じて抵抗値が変化するもので、普通、清浄空気中では高抵抗 V_a であり、ガス雰囲気中では低抵抗 V_g となる。その抵抗値の比 V_a/V_g を、そのガス成分に対するガスセンサのガス感度と呼んでいる。

自動運転制御とは、ガス濃度によって抵抗が変化するというガスセンサの性質を利用し、センサ抵抗値が小さいときには空気が汚れているものと判定して運転風量を増し、センサ抵抗値が大のときには清浄な空気と判定して運転を停止する動作を自動で行う制御である。また判定した汚れ具合をLED表示など視覚的に知らせる汚れ表示の搭載も行われている。汚れ具合の判定は、例えば図9に示す回路によって、センサの抵抗値変化を出力抵抗の電圧変動としてとらえ、その電圧値をマイコンに取り込み、あらかじめ設定してマイコンにインプットしている設定値、あるいは変動可能な比較設定値とその電圧を比較することによって行う。

しかし、ガスセンサのガス感度は、ガス成分によって大きく異なる

ため、ガス成分によっては人間のきゅう覚にあまり敏感ではないガスや空気清浄機では除去できない無臭のガス成分にも大きく反応してしまうことがあり、汚れ表示及び自動運転と実際に人が感じる汚れ感覚とは異なる場合が多少生じることになる。

当社の空気清浄機では、人のきゅう覚に対するいき(閾)値の低い有機系ガスに対する感度が高く、空気清浄機では除去できない無臭の炭酸ガスなどに対する感度が低い、すなわち比較的人のきゅう覚に近い反応をするセンサ、ニオイセンサを用いて前述の問題点を補っている。

図10は、1m³ Box内でタバコ5本燃焼後、空気清浄機を運転したときの、ニオイセンサの出力線図である(3.2節で述べた脱臭性能の評価試験と同条件)。センサ出力が大きいほど悪臭ガス成分の多いことを示すが、60分運転してもタバコ燃焼前の出力まで戻らないのは、無臭無機性ガスにも多少反応しているためである。この出力線図の表す電圧が、マイコンに取り込まれるわけである。このようなニオイセンサの出力線図を描かせることによって、空気清浄機の脱臭性能を表すことにもなる。すなわち、脱臭性能が良いほど、傾きの大きなグラフが描かれるわけである。実際には図11に示す試験装置で、ニオイセンサを用いた空気清浄機の脱臭性能評価試験を行っている。これは、一般的な試験方法ではないため、この試験のみで脱臭性能を判断するわけにはいかないが、自動的にリアルタイムで脱臭状況が測定できるため、官能試験法、ガス検知管法と組み合わせることで、特に脱臭剤の選定時など試験の効率化が図れる。

4. これからの空気清浄

これからは、空気の質向上への要求がますます高度なものになっていくことが予測されている。そのために、空気清浄機は、集じん機能、脱臭機能の性能を更に向上させていくために、集じん機能では、より微細な粒子(例えば、ウイルス等の雑菌類)まで高効率に除去し、脱臭機能では、一酸化炭素など有害無臭成分の除去まで行う必要がある。

また、今までの集じん、脱臭など有害物質除去という空気清浄から、空気成分の濃度調整という方向へと進展させていく必要がある。例えば、酸素富化装置による酸素濃度、二酸化炭素濃度の調整や、イオン発生装置による大気イオンの調整など、より快適な空気を作り出していくことが、今後の重要な空気清浄機能となるだろう。

5. む す び

快適空間を実現する上で、空間清浄は今後更に重要となってくる分野である。今回は、現状の空気清浄機能と性能等を述べたが、この技術はまだ発展途上にある分野だといえよう。

今後は、より一層の基本性能の向上が必要であるとともに、そのメカニズムの解明など非常に重要な課題も残されている。また、快適空間は、空気清浄のみでは考えられず、他の関連機器とのシステム的な展開が必要であり、今後とも生活に密着した快適環境づくりを推進していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 日本電機工業会：空気清浄機脱臭性能試験に関する自主基準 (1989-7)
- (2) 空気清浄協会：空気清浄ハンドブック (1981-10)

オフィス空間における快適空調システム

小川剛保*
五十嵐好信*

1. ま え が き

日本の経済環境及び構造の変化に伴い、オフィスワーカー及びオフィスビルの増加が顕著となり、オフィスビルの在り方が、ここ数年変化してきた。

最近のインテリジェントビルに見られるビルディングオートメーション機能、情報通信機能、オフィスオートメーション機能の共用サービスとともに執務環境の改善が強く打ち出されている。また、ビル空調システムも従来の冷暖房を主体とした空調ではなく、空気

の質 (IAQ: Indoor Air Quality) 向上、設備の高信頼性、24時間対応等が要求されている。

ここでは、これらの要求を満たすために開発した当社“シティア

マルチYシリーズ”を通して快適空調システム概念、及び達成手段、制御、運転動作を述べるとともに加湿について言及する。

2. 快適空調システム概念

快適空調システムとして、執務環境の改善、省エネルギー・省スペース、保守管理の簡素化を図るための主要ポイントを以下に述べる。

- (1) 執務環境の改善
 - 個別制御化 (必要な時に必要な場所を空調可能。24時間対応)
 - 空気質向上 (温度のみならず換気、湿度、空気清浄、気流、換気、騒音などを含めて考慮する。)
 - 設備のリスク分散化 (空調機故障時のリスクを分散する。)
 - フレキシブル化 (オフィス内のレイアウト変更時にフレキシブルに対応できるようにする。)
 - バリエーション対応 (部屋に合わせて最適な空調設備が選べる。)
 - アンシーン化 (室内意匠を損なわない目立たない空調設備とする。)
- (2) 省エネルギー・省スペース
 - 容量制御運転可能 (インバート方式の採用)
 - フロアフリー化 (天井設置形室内機の機種数の拡充)
 - 設備設置スペース、熱媒体配管スペースの低減
- (3) 保守管理の簡素化
 - 保守周期の長期化 (少なくとも1年間ノーメンテ可能とする。)
 - ビル管理システムとの接続可能化 (分散配置される空調システ

表1. 居室における空気条件 (ビル管理法)

(1) 浮遊粉じんの量	空気1m ³ につき0.15mg
(2) CO含有率	10ppm (100万分の10) 以下
(3) CO ₂ 含有率	1,000ppm (100万分の1,000) 以下
(4) 温度	1) 17℃以上28℃以下 2) 居室における温度を外気の温度より低くする場合にはその差を著しくしないこと。
(5) 相対湿度	40%以上、70%以下
(6) 気流	0.5m/s以下

備考 (1) 冷房時の室内外温度差は7deg以下とすること。
(2) 法令上、この表については、「おおむね基準に適合するように」との表現がとられている。
(3) CO含有率、CO₂含有率を規制値以下に維持するためには、新鮮空気を室内に取り入れる必要がある。
人を対象とした場合には、CO₂含有率を規制値内にとどめることにより、CO含有率も、ほぼ規制値内に収まる。

ムの運転自動制御)

●自己故障診断

以上の概念をまとめると、個別運転制御可能で“ビルの衛生的環境の確保に関する法律”，通称“ビル管理法”(表1)レベルのIAQを実現可能な空調システム，ビル管理システムと接続可能な制御を持つ空調システム，省エネルギー運転，省スペース化が図れる空調システムが快適空調システムといえる。

3. 快適空調システム達成の手段

3.1 空気質向上のための空調技術要素

空調調和とは、室内の温度・湿度・じんあい濃度・CO、CO₂濃度・臭気・気流を適正範囲に制御することにより、指針として“ビル管理法”の基準値が用いられている。

3.1.1 換気と熱回収

空調システムの中では、常にある割合で新鮮な外気を取り入れねばならない。これは、人の呼吸により増加した炭酸ガス (CO₂) や、喫煙による一酸化炭素ガス (CO) の希釈と同時に酸素を供給し、人体その他の臭気を薄めたり、汚染物質を室外に排出したりして空気

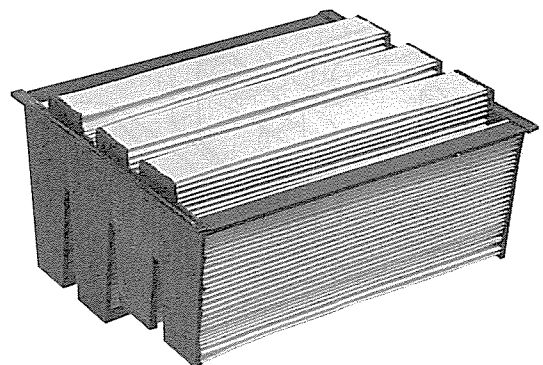


図1. カセット形室内機組み込み用高性能フィルタ (比色法65%)

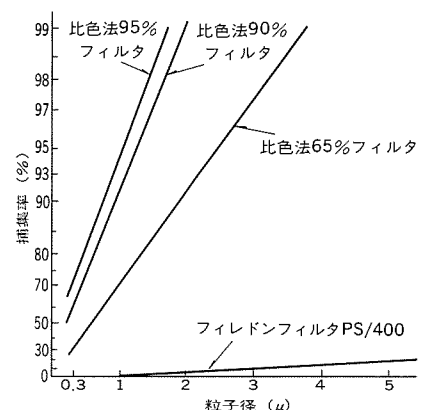


図2. 高性能フィルタの粒径別捕集率

の清浄度を高めるためのものである。

換気量は、一般的には空調（冷暖房）に必要な全風量の20～30%の範囲内であるが、標準的な換気量は、用途や予想される室内人員数、床面積により決定され、法的にも規定されている。ビル空調では、1人1時間当たり25～30m³の外気導入が一般的である。

このとき、冷房のために室内の冷やされた、あるいは暖房のために室内の暖められた空気をそのまま室外に排出すると、エネルギーの無駄となるため、全熱交換器を用いて排出される空気から熱回収を行う。全熱交換器《ロスナイエレメント》の使用により、冷房時で全冷房負荷の約20%、暖房時で全暖房負荷の約30%を熱回収可能であり、冷暖房機の容量低減と受電設備容量などの低減が可能となり、その結果、イニシャルコスト、ランニングコスト共に安くできる。

3.1.2 空気清浄

室内浮遊粉じんの大半は喫煙によるタバコの煙であり、その中位径は0.72μm、外気浮遊粉じんはダスト、煤煙、花粉等、種々物質が混合しており、その中位径は2.1μmと言われている。また、室内の浮遊粉じん濃度を、ビル管理法規制値の0.15mg/m³以下に保つための空気清浄に必要な風量は、冷暖房機の風量とほぼ同等の量になり（比色法除じん率65%のフィルタにおいて）除じん用のフィルタは冷暖房機内部に設置するのが最適である。一方、フィルタには、ろ（濾）過により除じんするメカニカル式（高性能フィルタ）とクーロン力により除じんする電気集じん式とがあるが、価格・除じん効率の維持・保守周期・保守費用等を考慮すると、メカニカル式が有利である（図1、図2）。

3.1.3 温度と気流

冷暖房装置が設置されている場合には室内温度のレベルは、ビル管理法規制値内に入っているが、暖房時の室内温度分布及び気流の状態などにより、快適な環境になるか、ならないかが大きく影響される。特に足元が寒い、暖気流が顔に当たるといった状態を避ける必要がある。したがって、冷暖房機の吹出し口機構及びその設置位置を決める際には工夫が必要である。

また、従来のサーモスタット方式（ON/OFF方法）では、設定温度に対して2～3 deg Cのディファレンシャルがあり、室内温度が時間推移によって上下するため、快適な状態を維持するには室内温度の変化による影響を防ぐため、リニアな温度コントロールができ、しかも室内温度分布、気流分布を良くする必要がある。さらに、冷暖房機の吹出し風量を一定にしたまま、室内の熱負荷に応じて熱媒体の流量を制御する方式が有効である。

3.2 加湿

暖房時の加湿負荷は、前述の換気量（外気取入量）に比例する。冬季の外気は、低温、低湿度（絶対湿度）のために、室内に換気のための新鮮外気を取り入れる場合、加湿が必要となる。例えば、0°C DB, 50%RHの外気を導入し、そのまま冷暖房機で21°C DBまで加温すると、12%RHまで相対湿度は低下し、目やのど（喉）の乾きを訴える人が増加するが、加湿することによってこの乾燥を防止し健康な環境づくりの一助にもなり、さらに体感温度を湿度によってアップすることができ、マイルドな暖房を行うことができる。

以上のように空気の質向上、快適空調システムを達成するためには、いかに加湿を上手にするかにかかってくる。次に加湿について詳しく述べる。

3.2.1 湿度の特性

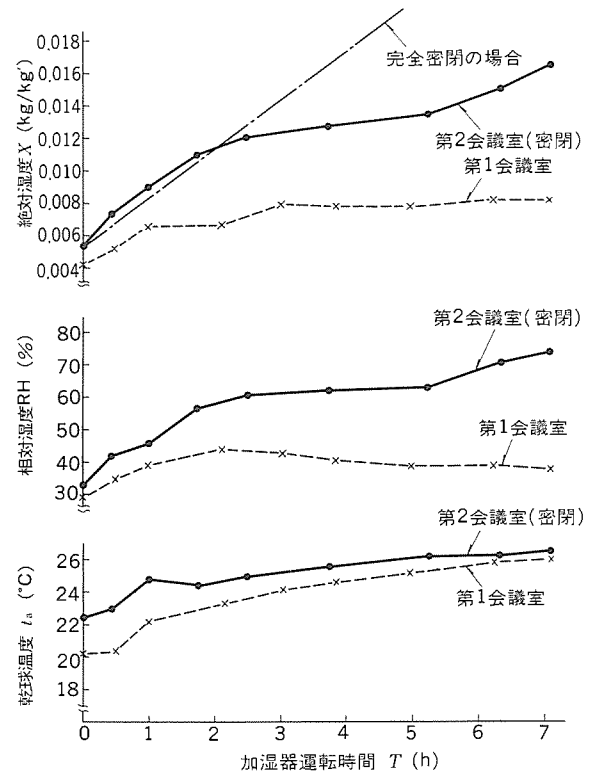


図3. 実事務所での湿度特性

加湿に関する文献は国内外共に非常に少なく、空気線図上で加湿量を求めても、都衛生局の調査結果ではほとんどといってよいほど、実際のビルでの暖房時における加湿は満足しておらず、加湿による湿度上昇の関係を求めるための試験を実施した。比較対称のため、容積の等しい二つの会議室を用い、第1の会議室は通常のまま、第2の会議室は、アルミサッシのすき間、扉上下及び重なり部のすき間、換気口等、室外につながるすき間すべてを目張りして密閉状態とし、各々の会議室に家庭用加湿器を設置して加湿時間に対する室内湿度変化を測定し、その結果を図3に示す。

密閉状態の第2会議室は絶対湿度 $X=0.012\text{kg/kg}$ までは、ほぼ空気線図どおり空気中の水分は増加していくが、それ以上では空気線図から外れ、一定量連続加湿しているにもかかわらず絶対湿度の上昇はゆるやかになり、 $X=0.014\text{kg/kg}$ 近辺から再び空気中の絶対水分量が増加し出し、7時間ぐらいうると窓及び窓下床面に結露が始まった。この試験結果から $X=0.012\text{kg/kg}$ までは、加湿による水分は、ほとんどが空気中に溶け込み湿度上昇に寄与していることが分かる。 $0.012\sim 0.014\text{kg/kg}$ までは、加湿による水分は、その大部分が第2会議室内建材によって吸水されたものと思われ、建材の吸水が飽和状態になると再度空気中の水分が増加し出すが、室内の露点温度以下の部分に結露を開始することが分かった。

また、第一会議室は、第二会議室と同量の加湿をしているにもかかわらず、絶対湿度 $X=0.008\text{kg/kg}$ でほぼ平衡状態となっている。これは、室内すき間からの水蒸気分の漏えいが原因と考える。すなわち、加湿をしていくと室内の水蒸気分圧が上昇し、冬季の低湿度外気の水蒸気分圧との差が大きくなり、またすき間からの低湿度外気の侵入による交換によって室内の水蒸気分圧が室外へ漏えいする。今回の試験では、すき間からの湿度漏えい量と加湿量が、 $X=0.008\text{kg/kg}$ でバランスしたものと考えられる。

実際に実ビルでの測定においても加湿器の正味加湿量と室内絶対

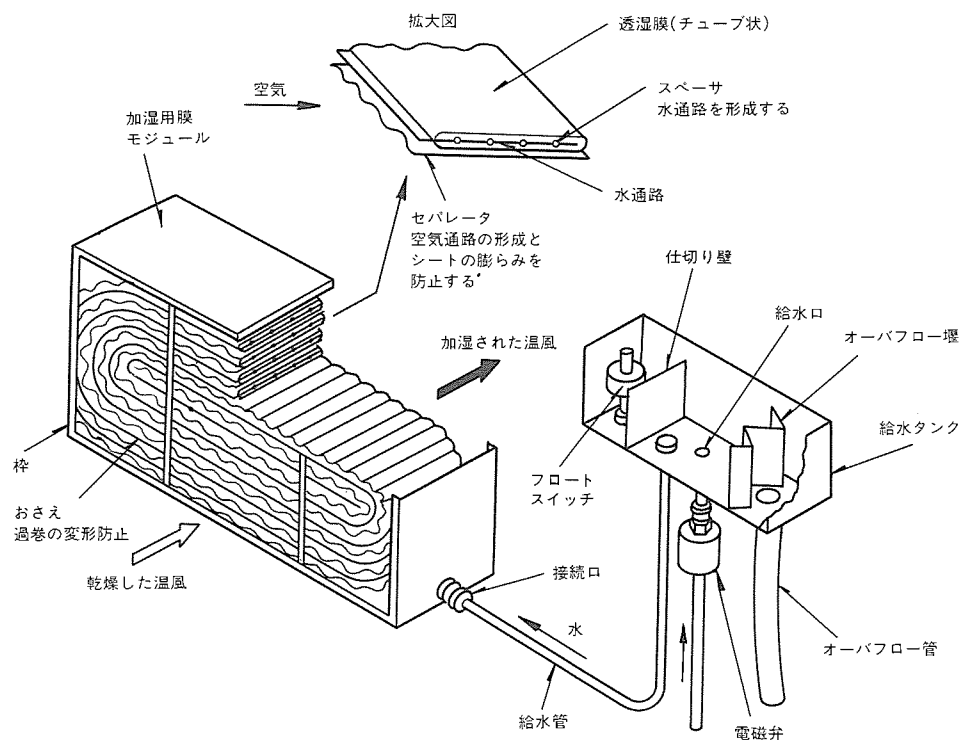


図4. 透湿膜式加湿器の基本構成

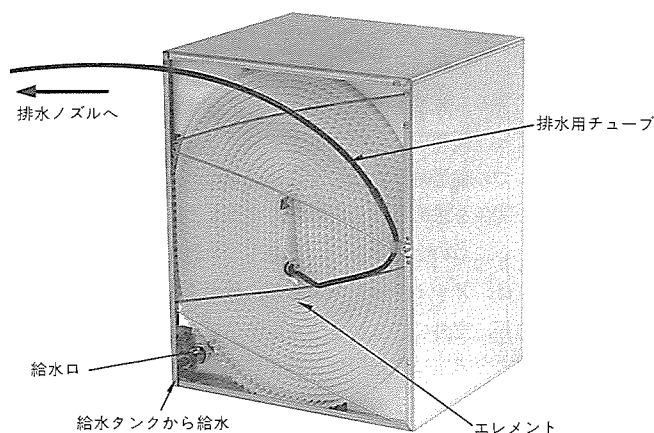


図5. 外気処理ユニット用透湿膜式加湿器

湿度の測定結果によると、加湿量の約20%が、室内の空気加湿に寄与していないことが分かっており、これは室内すき間からの漏えいということになる。

また、秋から冬にかけて建設されたビルにおいて、しゅん工立会試験時、加湿試験を実施すると、数日間、加湿しても室内空気中の水分増加に、ほとんど寄与しない場合がある。これは、秋から冬の乾燥時期に乾燥した建材や耐火用岩綿が吸湿するためであることが分かった。

3.2.2 加湿量の決定及び設置場所

以上から、加湿量の決定は、加湿器の加湿量経年変化やメーカーの製造ばらつきがないとした場合でも漏湿を考慮して、空気線図上で求めた値の1.2倍以上とすることが必要である。また、加湿器の設置場所は、加湿負荷が換気時の外気取入量に比例するため、外気処理ユニット内に設置するのが、加湿量制御及び保守の面でも最もふさわしい。冷暖房機内に設置した場合、室温制御のために冷暖房機の熱交換器吹出し温度変化、サーモスタットのON/OFF等により、加湿量変化及び加湿停止となり、必要な加湿量が得られなくなる。

3.2.3 快適空調システムにおける加湿器の条件

OA化、インテリジェント化の進む現在のオフィスビルにおける加湿器としては、第一に従来の超音波加湿器のように水道水中のカルキ（白粉）発生のない、クリーンな加湿が可能であること、第二に長時間保守不要でありながら加湿量変化が少ない、第三に省エネルギーで騒音がなく、機器からの水漏れのおそれがない原理、構造のものとするであり、これらの条件を満たす加湿器としては、現時点において当社開発の透湿膜式加湿器（図4、図5）が最適である。

4. インバータYシリーズのシステム構成及び運転動作

4.1 システム構成

インバータYシリーズ（図6）は、当社マルチタイプのビル用パッケージエアコンとして発売している一連のシステムであり、1台の室外機に最大7台の形状や容量の異なる室内側の冷暖房機（以下、室内機という。）が、水配管並みの容易さで冷媒接続配管可能で、各々の室内機を個別に制御できる。各室内機には内蔵する電子式膨張弁の開度制御により、循環冷媒量を変化させ室温コントロールが可能である。室外機は、室内機の運転台数、室内冷暖房負荷に応じて、圧縮機の回転数を、インバータで制御し、冷媒サイクル系の冷媒循環量を変化させる。つまり室内機の運転台数が少ないとき、又は室内の冷暖房負荷が小さいときは、圧縮機の回転数を低下させることにより適正な能力で運転を行い、省エネルギーが図れる。

4.1.1 室外機

5, 6, 8, 10HPの4機種の基本タイプと、これら基本タイプの室外機を組み合わせた15, 16, 18, 20, 24, 30HP 6機種のトータル10機種を持ち、前面吸込み、上吹出しのトップフロー方式を採用及び各基本タイプ外形寸法のモジュール化により、連続集中設置が可能であり、従来室外機の設置スペースに比べると約30%の省スペース（当社比）が図れる。

4.1.2 室内機

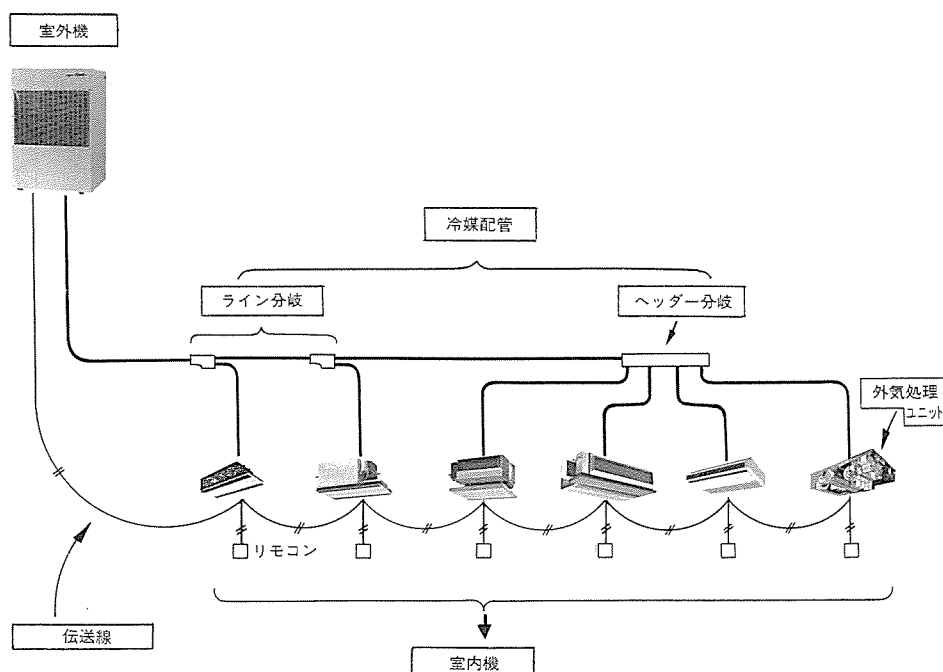


図6. インバータYシリーズのシステム構成

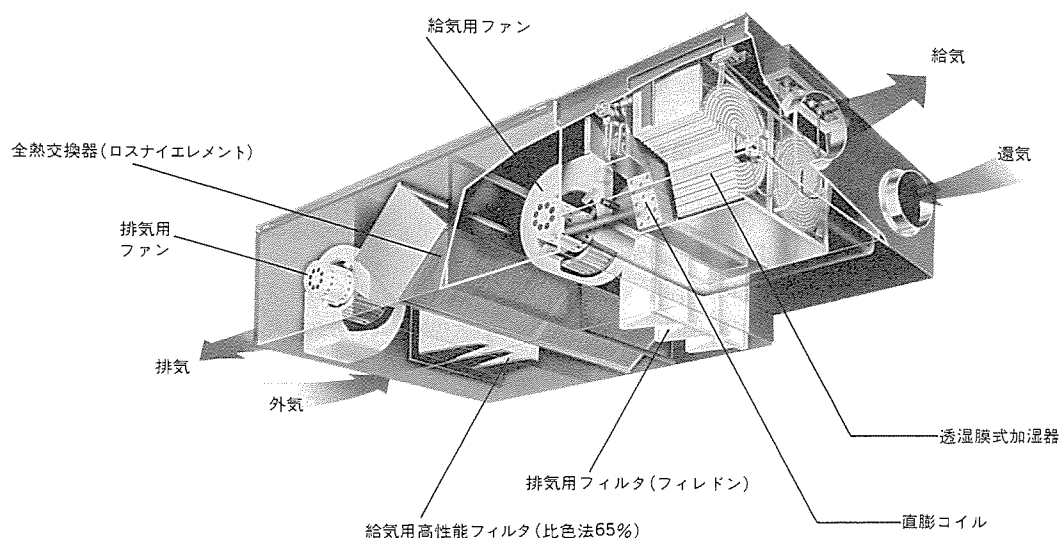


図7. 外気処理ユニットの構成

カセット形(4方向吹出し, 2方向吹出し, 1方向吹出し), ビルトイン形, 天埋め形, 天つ(吊)り形, 壁掛け形, 床置形(露出及び埋込み形), 及び外気処理ユニットを含め, 12タイプ72機種(容量は0.8~5HP)をラインアップしており, オフィスのどのような部屋でも最適な室内機が選定可能である。

4.1.3 外気処理ユニット

外気処理ユニット(図7)は, 換気, 室外空気の除じん, 室内排気の熱回収, 未回収熱量分の加熱, 冷却及び冬季の取入れ室外空気への加湿を行うなど多種の機能をコンパクトにまとめたユニットである。天埋めタイプで容量では, 500形, 800形, 1000形の3機種があり, 各形の換気量は各々 $500\text{m}^3/\text{h}$, $800\text{m}^3/\text{h}$, $1,000\text{m}^3/\text{h}$ である。500形 m^3/h の機種では, 約 100m^2 (在室人員20名)の室内の外気処理が可能である。取入れ外気の加熱, 冷却用には, 500形で能力として1.25HP, 800形で2HP, 1000形で2.5HP相当の直膨コイルを組み込んでおり, Yシリーズにおけるバリエーションとしての1室内機

として室外機と接続できる。快適空調を実現するためには, 室内機と外気処理ユニットの併用が必ず必要となる。

また, 全熱交換器《ロスナイエレメント》での熱回収により, 全冷房負荷の約20%, 全暖房負荷の約30%を節約可能なため, 例えば, 2.5HPの室内機2台で冷暖房を計画している部屋に, 外気処理ユニットの500形(1.25HP)を用いると, 熱負荷的には, 2.5HP+1.25HPの室内機で冷暖房ができ, かつ室内機に空気清浄用高性能フィルタを組み込むことによって, ビル管理法の規制値をすべてクリア可能な快適空調システムが実現可能となる。つまり, 室内機と外気処理ユニットを併用すると, 室外機の必要馬力数を変えずに快適空調システムを構築することができることになる。

4.2 システム運転動作

Yシリーズの空調システムにおいて, 室内に設置されたりリモートコントロールスイッチをONすると, 室内機, 室外機及び外気処理ユニットが運転を開始する。外気処理ユニットには新鮮外気が導入

ビル管理システムによる個別分散システム制御 ← 集中管理リモコンによる複数グループ制御 ← リモコンによる個別制御

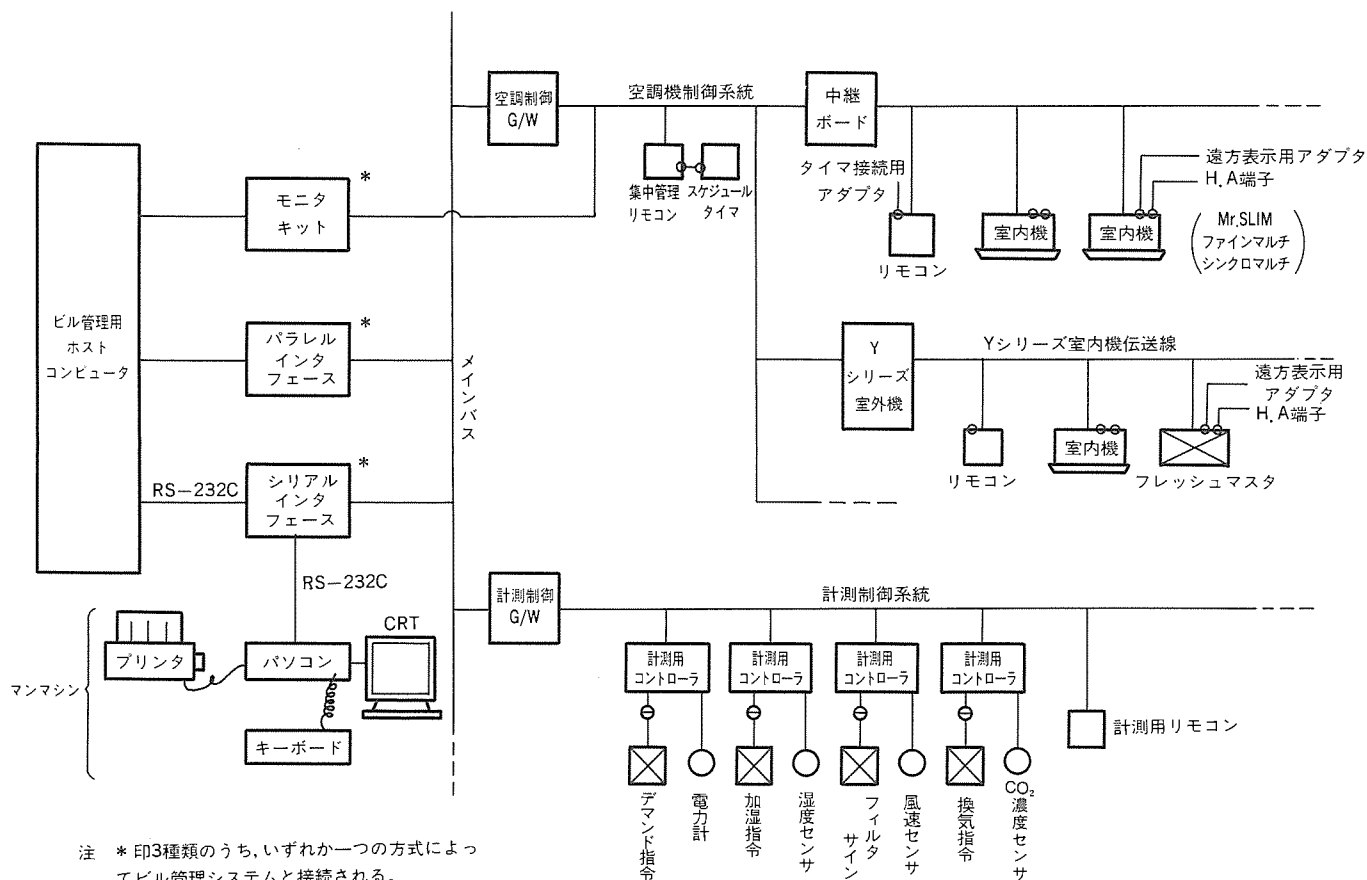


図8. ビル管理システムの構成

され、高性能フィルタで除じん、全熱交換器《ロスナイエレメント》で室内からの排気と熱交換される。冬季は14.9°CDB, RH45.4% (空気条件: 外気-0°CDB, RH50%, 室内-21°CDB, RH50%), 夏季は28.5°CDB, RH64% (空気条件: 外気-32°CDB, RH70%) の空気が直膨コイルに流入し、全熱交換器での未回収熱量分、加熱又は冷却され、室温に近づけられた外気が室内機の直膨コイル一次側に送り込まれる。暖房時は、外気処理ユニット直膨コイルの二次側に設置された透湿膜式加湿器で加湿され、室内機へ送り込まれる。このとき、全熱交換器で室内排気中の潜熱(水分)をも回収するので、加湿器の必要加湿量は、全熱交換器を使用しない場合の約半分で済む。

一方、室内機は室内空気を吸い込み、室内機に組み込まれた高性能フィルタでタバコの煙等の微小浮遊じんあいを除去し、導入された外気と混合されて直膨コイルに流入し、室内を冷房又は暖房するのに十分な冷却又は加熱をされて室内機吹出口から室内へ吹き出される。このとき、室内温度の制御は、リモートコントロールスイッチの設定温度と室内機吸込み空気温度の差温により、室内機内電子膨張弁の開度をニアに変化させ、冷媒流量を制御することにより実施する。そして、差温が0となった場合は電子膨張弁を閉じ、冷媒循環を停止させるが、送風は停止させずに、室内の空気清浄に必要な運転を継続する。また、室内機の運転台数、室内冷暖房負荷に応じて室外機のスクロール圧縮機の回転数をインバータで制御し、必要な冷媒量を冷媒サイクル内に循環させる。

以上のように、換気、熱回収及び加湿は外気処理ユニットが分担し、温度、空気清浄及び気流は室内機が分担することによって快適な空調システムが実現できる。

5. インバータYシリーズのシステム制御

高度情報化社会の発展とともに、ビルのインテリジェント化が進み大規模ビルに分散配置された個別空調システムでは、快適性向上のためにも、省エネルギー省管理化を実現するためにも、ビル管理システムと整合して運転できることが重要である。これらの課題を解決し、ビルのインテリジェント化に対応するため、ビル管理システムとデジタル通信回線で接続し、運転情報の監視や制御を中央のビル管理用コンピュータで処理することのできる伝送系のシステムを構築する必要がある、前述のYシリーズに搭載している。このビル管理システムへの対応制御システム(ニューネットワークシステム)は、

- (a) 温度・湿度・換気的最適制御システムの構築が可能。
- (b) グループ編成・連動制御の変更が自由自在。
- (c) ビル管理システムがダウンした場合でもバックアップ機能による危険分散思想が織り込まれたセーフティな自立型制御システム。
- (d) 階層化されたパーツによって客先の要求仕様に最適な構築が可能。

という特長を持ち、ビルの規模によらず“ビル管理法”の規制値を満足できるように空調機各群を制御するシステムである。図8にこの制御システムの構成図を示し、以下にこの概要を述べる。

(1) 集中管理リモコン スケジュールタイマによる制御

50台を2線で接続することにより最大50グループごとの運転制御ができ、またスケジュールタイマの併用により30分ごとの運転、セットバック運転(設定温度から1~9deg省エネ運転)、停止を組み

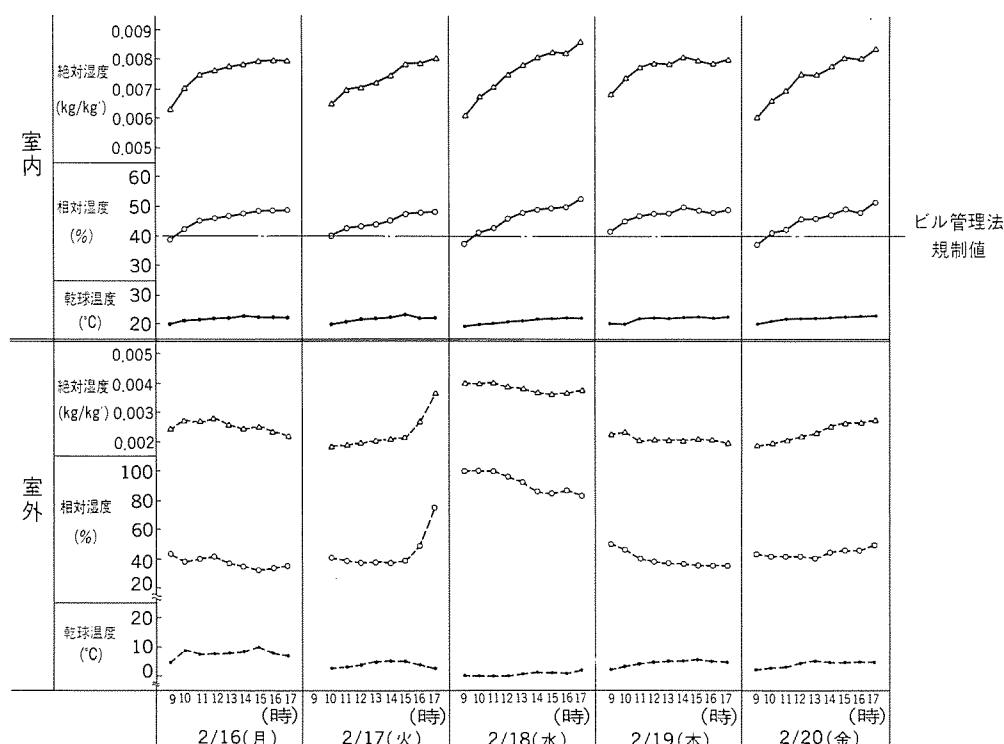


図9. 都内某ビルでの室内湿度測定結果 (5階分)

合わせた運転パターン制御ができる。また、グループ編成の変更は集中管理リモコンででき、事務室などの間仕切り変更やグループ制御時に、ところどころの室内機を停止させておくような間引き運転にも対応できるようにしている。

(2) モニタキットによる制御

伝送線に直接接続し、無電圧a接点パルス入出力による発停指令と運転・点検モニタをビル管理システムで行えるようにするものである。従来、それぞれの室内機からアダプタを介して取り出す必要のあったこれらの信号を、伝送線の任意の場所に接続されたモニタキットから取り出すことができ、配線工事の省力化を図ることができる。

(3) パラレルインタフェースによる制御

ビル管理システムと複数の無電圧a接点パラレル入出力で接続され、メインバスを介して空調機と相互にデータの授受を行う。

(4) シリアルインタフェースによる制御

ビル管理システムとRS-232Cなどのシリアル通信でデータ授受を行うことによって、多量の情報をビル管理システムで処理することができる。この方式は、大規模空調システムにおいて比較的低コストで高機能化が図れる。

(5) 計測制御

空調機系統とは別の系統に接続された計測コントローラにより、検知された各種の計測データ(温度・湿度・風速・CO₂濃度・電力量など)から、より快適性を高めるための制御(加湿・換気の調整・フィルタの目詰まり状況を表示するフィルタサインなど)を実現し、また空調機の運転状態を監視することもできる。

(6) 保守・管理制御

外部のビル管理システムのほかに、この空調システムの制御・監視・記録を行うため種々の周辺機器との接続も可能である。パソコン、CRTディスプレイ装置、プリンタなどで構成されビル管理シ

テムの故障時やビル管理システムと空調システムを切り離れた状態での故障解析などの保守、サービスに使用できるほかに空調機のみシステムを管理する機能をもっている。

6. 快適性(加湿)の検証

インバータYシリーズを納入した都内某ビルでの室内湿度測定結果を図9に示す。このビルは、都心に建てられた9階建てのテナントビルでカセット形室内機と外気処理ユニットから構成される空調システムである。室内の温湿度変化をコンピュータにより、時間ごとに連続測定した結果をプロットしたものであるが、朝の立ち上がり時を除いてビル管理法の規制値であるRH40%をクリアしている。朝の立ち上がり時は、絶対湿度が前日の空調運転停止間際に比べて減少しているが、これは夜間に室内すき間から室外へ湿度が漏えいたため、運転開始後1時間で規制値をクリアするまで回復している。

7. むすび

個別制御性、空質の向上、省エネルギー、省スペース及びビル管理システムとも接続可能な制御搭載などここで示したインバータYシリーズは、現時点で考えられる快適空調システムとしての条件を満たすことができた。しかし、空質の向上においても、まだオフィス空間といった全体レベル、つまり最大公約数的な空質の向上が達成できたレベルと考える。今後は更に、ヒューマンテクノロジーを基に個人個人すなわちパーソナルなレベルでの快適性を追及した空調システムの研究、開発を進めていきたい。

参考文献

- (1) 栗田：パッケージエアコンのインテリジェントビルへの対応、三菱電機技報、63、No.6 (1988)

《フリーコンポマルチ》システムの構築

宮崎信之*
隅田嘉裕**

1. ま え が き

近年においては“品ぞろえは力なり”と言われるように、パッケージエアコンの業界では、し(熾)烈な機種拡大競争が行われている。それに加えて快適性指向が強くなり、設置される部屋の形状、条件によって種々な形態のエアコンが要求され、これが機種数増大の一因となっている。快適性指向の一つとして、同一空間に複数台のエアコンを設置する小形分散方式も増えており、これに伴いマルチエアコンの需要も多くなってきている。

そこで、多様化する市場対応として、室内外機1:1対応の標準機、及び室外機1台に複数台の室内機を接続するマルチタイプの組合せ自由度を大幅に拡大させた《フリーコンポマルチ》システムという新しい製品体系を構築した。ここでは快適環境を実現する機器・システムの構成、動作機能面を主体にして述べる。

2. 背 景

2.1 市場動向

パッケージエアコン、なかでも《Mr.SLIM》のブランドで販売されている業務、店舗用エアコンの分野における市場の主な特長としては、室内機本体を天井内に埋め込み、吸込口と吹出し口を天井面に露出するカセット形の伸長と能力別にみて、2~2.5HP(冷房能力5,600kcal/h)以下の機種の伸長が著しい。

その要因として、ビル需要の増大により、エアコンの据付け場所として天井裏が主流になってきたこと、また建物全体を一括して冷暖房を行うセントラル方式より、省エネルギーを重視した個別分散方式、及び大きな室でも人の滞在する小空間ごとに快適な空調を行うことのできる小形分散方式への移行が挙げられる。これら個別分散、又は小形分散設置の普及に伴い、マルチエアコンの需要も増し、特に部屋形状に合わせて、種々なタイプの室内機を組み合わせることが多くなってきた。

2.2 《フリーコンポマルチ》システムの構想

'89年度の《Mr.SLIM》の機種数は、室内機として360機種、室外機で85機種を超えている。このように機種数が増大した要因としては、前述のように市場要求の多様化、及び他社品そろえ等への対応が挙げられるが、それ以外にも同じ馬力(能力)帯で冷媒回路、又は制御の違い等により、同じような市場をターゲットとしながら、異なった機種シリーズがあったり、標準機種に加えてマルチシリーズ等が増加したことにあった。

特にマルチシリーズに関しては、ビル用マルチから1フロア対応までの5形態のシリーズを持っているが、各シリーズが接続可能な専用室内機群を構成しているため、全体の機種数に比べ組合せ数が少なく、市場からは、多様なタイプの用途にマッチした快適で経済的な空調環境を実現するため、更に室内機種の拡大を要求されているのが現状である。そこで、室内外の管理機種数を減らしながら、かつ多くの組合せを可能とするために、冷媒回路等の標準化を図っ

た。

店舗、事務所用エアコンの分野では、室内機と室外機の組合せセットで販売するのが一般的であり、特に標準機種では室内機を限定すると一意的に室外機が定まるので、冷媒回路及び制御回路上もその組合せが成り立つように設計されており、図1に示すように互換性がなく、専用という状態であった。そこで、各冷媒回路系及び制御回路系を室内機間及び室外機間で標準化を図り、設置される部屋の空調負荷に応じて、室内外機を自由に選ぶことのできるフリーコンポーネントシステムを構築することとした。また、この標準化思想をマルチシリーズにも拡大し、各シリーズごとに設定されている室内機群をマルチ用として一つに統合、またあるものは標準機種群に吸収することにより、機種数を減らして組合せを増す《フリーコンポマルチ》システムを同時に進め、市場の多様化と快適性指向に対応することとした。

2.3 技術的課題

現行の機種がそれぞれシリーズごとに差異を生じたのには、用途に応じた設計・原価低減・箱体の小形化等に理由があり、逆に現行品のメリットを失うことなく標準化を行うためには、多くの技術的課題を生じる。その代表的なものとして、

- (1) 室外機1台に複数台の室内機を接続し、同時運転を行うツイン・トリプル機種の《チャージレス》化
 - (2) 上記ツイン・トリプル機種において、異容量、異形態室内機の組合せを行うための適性冷媒量分配
 - (3) インバータ搭載機種の圧縮機周波数制御、リニア膨張弁による流量制御等の一本化
 - (4) ビル用マルチエアコンも含めた冷媒回路の統一
- 等が上げられる。しかし、これ等の項目をすべて行うことは、全機種の再開発に等しい負荷となるので、段階を追ってその達成を目指すこととし、初年度は機種数削減と組合せ拡大に最も効果の高い上記(1)(2)と、室内外機を1対1で接続して用いる標準機の冷媒回路、制御回路の一本化を行うこととした。

3. 製品への展開

3.1 《チャージレス》化

現行標準機の冷媒回路は、図1に示したように毛細管及び逆止弁の取付位置により、3通りに大別することができる。例えば、PUH-G6タイプの冷媒回路は、室内機側での冷媒音の発生を未然に防ぐために、冷暖房時の毛細管をすべて室外側に配してあり、PUHX-G6は、冷房時に2台の室内機に均等に流媒が分かれるように冷房用の毛細管を室内側に配し、分配器部分を液単相流が流れるようにしている。しかし、機種間の組合せ自由度の拡大を図るために、これを一本化してPUH-EK《チャージレス》タイプの冷媒回路に統合することとした。

《チャージレス》タイプとは、施行現場での配管長に応じた冷媒追加充てん不要という意味であり、そのメカニズムに関し以下に述

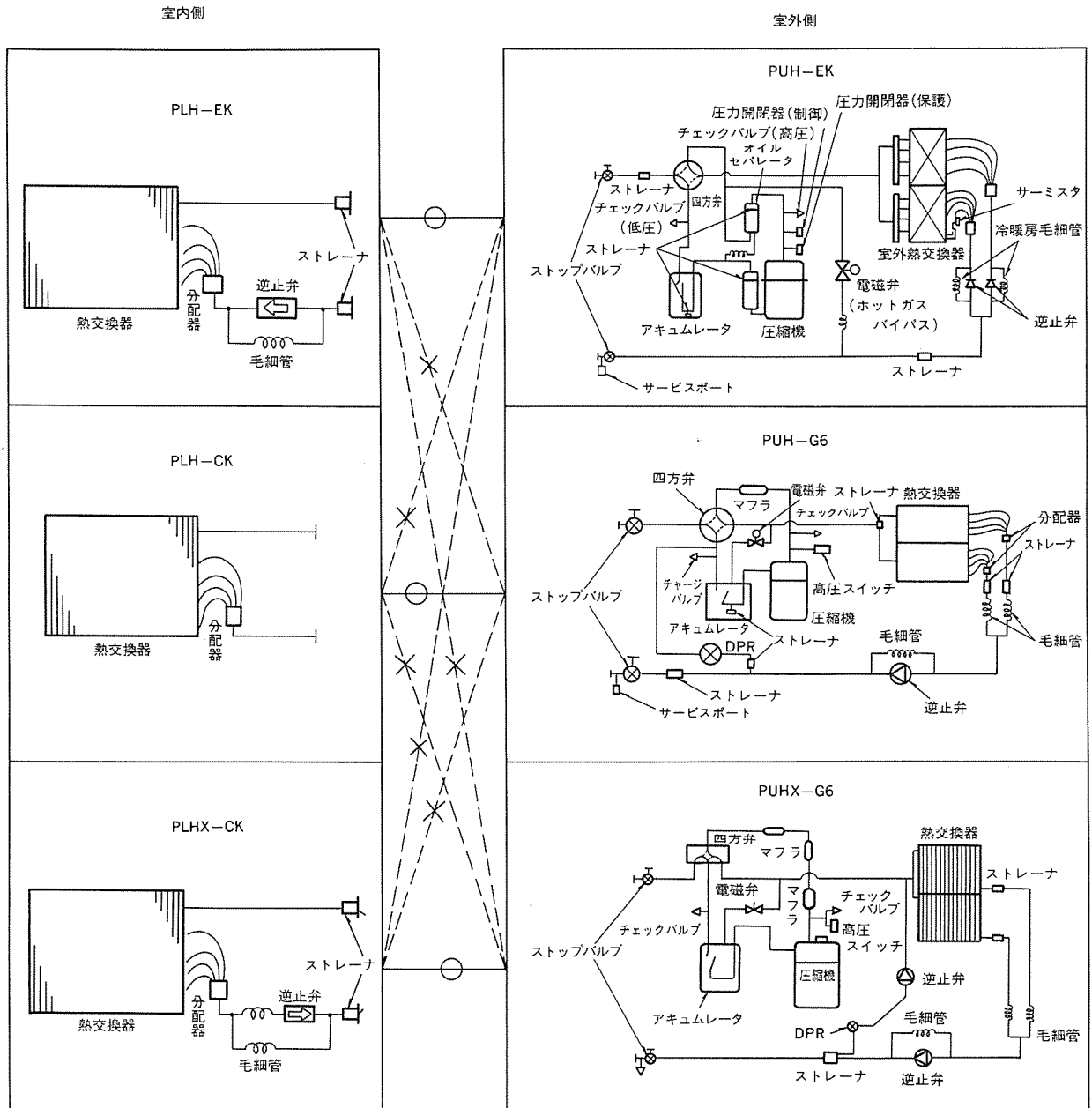


図1. 冷媒回路の系統図

べる。

前述のPUH-G6の冷媒回路では暖房時に、またPUHX-G6の冷媒回路では冷房運転時に、それぞれ室内機と室外機を接続する2本の配管のうちの1本が冷媒の液单相流で満たされる。通常この液で満たされる管（液管）は管径を細くし、配管内冷媒量が少なくなるようにしているが、例えば上記機種で10,000kcal/hの能力を持つ室外機（PUH-100G6）では、室内外機を接続する配管中に1m当たり120gの冷媒が必要となり、50mの配管長では6kgの冷媒が必要となる。通常室外機本体に、これだけの冷媒をた（溜）めておく容器（アキュムレータ）を装備することができないので、現地で配管長に合った冷媒量を追加充てんしていた。しかし、現地で冷媒を充てんするときにばらつきが生じ、追加充てんが適正に行われなかったり、充てん量の誤りで発生したと思われる現象もあり、十分な機能・能力が発揮できない場合があった。

そこで、市場品質の向上に重点をおいて開発したのが、《チャージレス》機種である。《チャージレス》タイプであるPUH-EKの冷媒

回路では、冷房用毛細管は室外機側に、暖房用毛細管は室内機側に配置し、室内外機を接続する配管（液管）の中には気液二相状態の冷媒が流れる。毛細管を通過した後の冷媒の乾き度を0.2程度としても、冷媒の比重量は液单相流の33%ぐらいになるので、50m配管時でも2.0kgの必要冷媒量となる。このように、必要冷媒量を大幅に削減したこと、及びそれを溜める大型アキュムレータを室外機内に装備したことが、現地冷媒充てん不要の《チャージレス》タイプの特長であり、このメカニズムをインバータ マルチシリーズを除く全機種に展開し冷媒回路の標準化を図り、機種数の削減を行った。

3.2 高性能気液二相流分配器

1台の室外機に複数台の室内機を接続して同時運転を行うツイン・トリプルタイプでは、上述のような《チャージレス》化を行うことにより、各室内機への冷媒分配が難しくなる。例えば、図2に示すような液单相流分配に使用していた分配器では、二相流冷媒の流動様式及び分配器の取付角度により、各室内機へ供給される冷媒量が大きく異なる。このため《チャージレス》ツイン・トリプルで

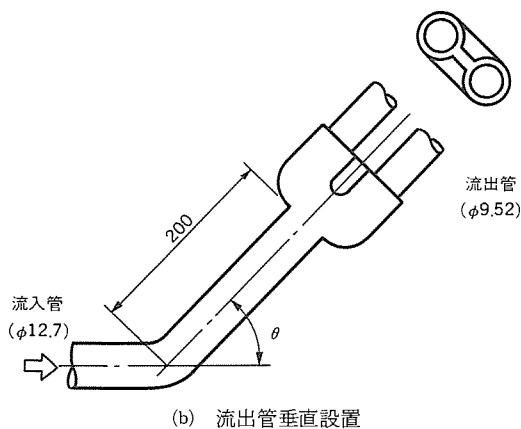
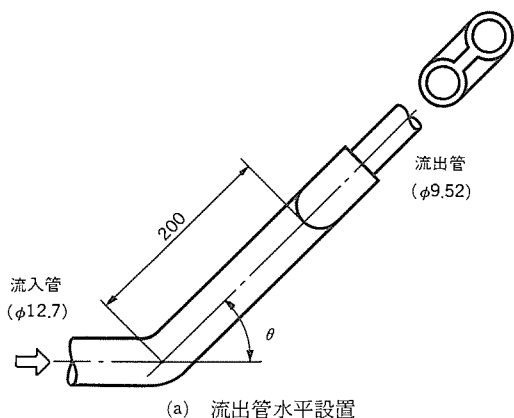


図2. Y形対称分配器

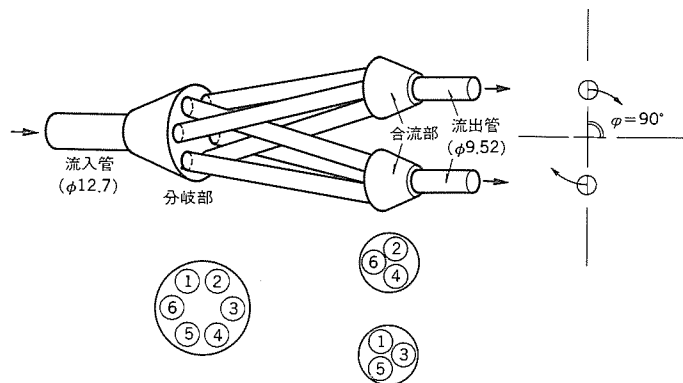


図3. 高性能気液二相流分配器の構造

は、現地配管中に取り付けられる分配器の取付角度にかかわらず、常に各室内機の容量に応じた所定の比率で、気液二相冷媒を分配する高性能気液二相流分配器を開発することとした。この高性能気液二相流分配器を用いることにより、異容量室内機の組合せ時、容量に応じた冷媒分配を行い、各室内機が十分な能力を出すことにより、快適な環境を作り出すことが可能となる。

今回、開発した高性能気液二相流分配器の一例として、同容量2分配器の構造を図3に示す。流入管から流入した気液二相冷媒をまず分岐部で6分配し(①～⑥)、これらを交互に三つずつ合成させて(①+③+⑤、②+④+⑥)合流部へ導き、2分配を行う。したがって、流入管での気液の偏りにより生じる分岐部での不均等な分配は合流部で平均化され、均等2分配が達成される。なお、この同容量2分配器の分岐部は、その内部にオリフィスのある圧力降下形6分配器を用いている。さらに、異容量2分配器は、複数パスに分岐した後、必要な流量比率に応じて交互に合流させ2分配を行う。

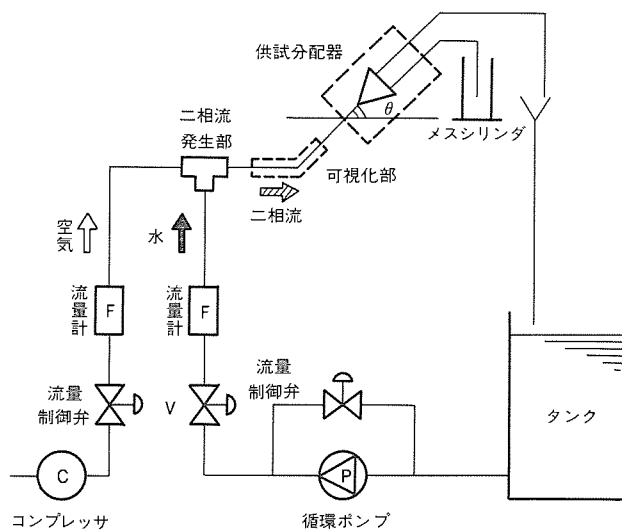


図4. 水—空気二相流実験装置

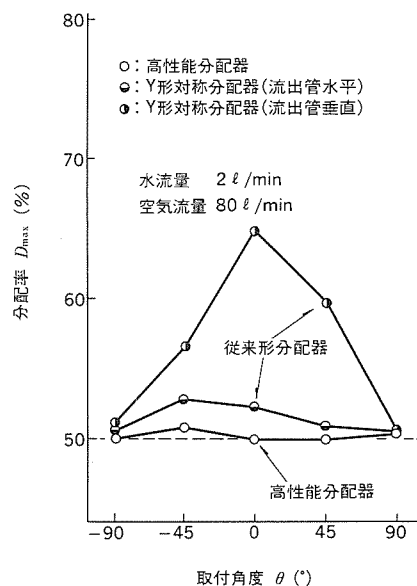


図5. 同容量2分配器の分配特性

例えば、冷媒流量比1対1.8の異容量分配器—高性能気液二相流分配器—は、分岐部で14本に分岐した後、これらを交互に5本及び9本ずつ交流させて、異容量分配を実現する。

次に、この高性能気液二相流分配器の特性を調べるために行った水—空気を用いた実験の概要とその結果を記す。図4に、この実験を行った水—空気二相流実験装置の系統図を示す。循環ポンプ⑩及びコンプレッサ⑪から供給される水及び空気は、それぞれ流量制御弁⑦及び流量計⑧を通った後、二相流発生部で混合されて二相流を形成し、フローパターンを観察する可視化部を経て供試器(高性能気液二相流分配器)へ流入する。また、空気—水の混合流量及び供試器までの配管形状を変化させることにより、二相流体の様々なフローパターンを作り出すことが可能である。また、試験にあたっては、供試器の取付角度 θ を90°(垂直上昇)、45°、0°(水平)、-45°、-90°(垂直降下)の範囲で変化させ、供試器の出口に接続した各流出管からの液流量(水流量)を計算して、分配流量を調べた。また、図2に示した従来形であるY形対称分配器を水平(a)、あるいは垂直(b)に設置し、水—空気二相流を流してその各出口管液流量を計算し、この高性能気液二相流分配器との比較を行った。この実験では、流量範囲と実機条件を参考として、水流量(1～2 ℓ/min)、

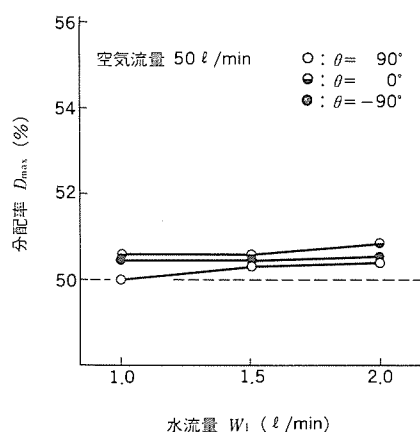


図6. 水流量による分配率の変化

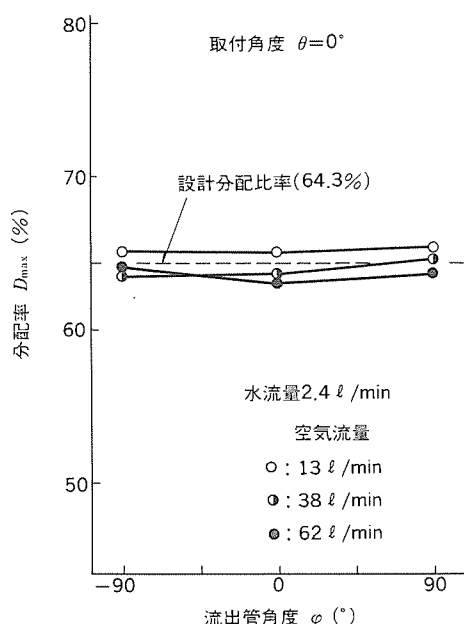


図7. 異容量2分配器の分配特性

空気流量 (20~80 l/min) とした。

高性能気液二相流分配器のうち、同容量2分配器の取付角度による分配性能の変化を図5に示す。縦軸の D_{max} は、2本の流出管のうち片側(液流出量の大きい方)の分配率(流入流量に対する流出流量の比)であり、横軸は供試分配器の取付角度(θ)を示す。高性能気液二相流分配器は、取付角度にかかわらず分配率は $50 \pm 1\%$ 以内となり、常に均等分配がなされていることが分かる。一方、従来形であるY形対称分配器では、両流出管を水平設置した場合は分配率が $50 \pm 3\%$ 以内となり均等分配に近いが、両流出管を垂直設置すると取付角度 $\theta = 0^\circ$ (水平)時には、下方の流出管から63%の液が流出し、均等分配が大きく崩れるということが分かった。また、図6に示すように、高性能気液二相流分配器では、水流量あるいは空気流量が変化しても分配率は $50 \pm 1\%$ 以内となり、二相流体のフローパターンにかかわらず均等分配できることも分かった。

一方、設計比率が1対1.8の異容量2分配時の高性能気液二相流分配器の試験結果を図7に示す。横軸の流出管角度 ϕ は、分配器を水平設置したときの軸方向の回転角度を表し、 $\phi = 0^\circ$ で2本の流出管は水平となる(図3参照)。流出管角度や空気流量(二相液の挙動)を変化させても、分配率は常に設計値($64.3 \pm 2\%$)以内となり、良好な分離特性が得られた。

3.3 実機への展開

表1. ツイン・トリプル組合せ

(a) 《フリーコンポマルチ》同時ツイン組合せ適用一覧

室外ユニット 容量	室内ユニット能力比(能力比に応じた分配器が必要)			
	30 : 70	35 : 65	45 : 55	50 : 50
71	—	—	—	システム 71 35 35
100	—	システム 100 35 71	システム 100 45 55	システム 100 50 50
125	—	システム 125 45 80	システム 125 56 71	システム 125 63 63
140	システム 140 45 100	—	システム 140 63 80	システム 140 71 71
160	—	—	—	システム 160 80 80
200	システム 200 63 140	システム 200 71 125	—	システム 200 100 100
250	—	—	システム 250 100 140	システム 250 125 125

□ : 標準室外機

○ : 標準室内機

(b) 《フリーコンポマルチ》同時トリプル組合せ適用一覧

室外機容量	室内ユニット能力比(能力比に応じた分配器が必要)		
	20 : 40 : 40	25 : 25 : 50	33 : 33 : 33
140	—	—	140 50 50 50
200	200 45 80 80	200 50 50 100	200 71 71 71
250	250 50 100 100	250 63 63 125	250 80 80 80

前述のように、水—空気における分配器の単体試験では良好な結果が得られたので、実際に室内外機を接続して冷媒を用いた試験を行った。特に今回の高性能気液二相流分配器では、分配性能を上げるために毛细管を使用しているので、冷房運転時に蒸発圧力の低下を起し、蒸発器の凍結・能力低下等が起こらないか、また分配性能に関することとしては、大きな室内機と小さな室内機の2台を組み合わせた場合、室内機容量に比例して冷媒が流れず、片側は冷媒が湿った状態で圧縮機の吸入側へ戻り、もう一方は冷媒不足で能力

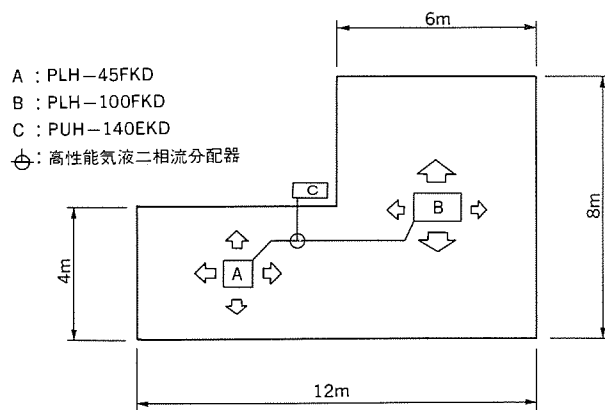


図8. 据付け事例（その1）

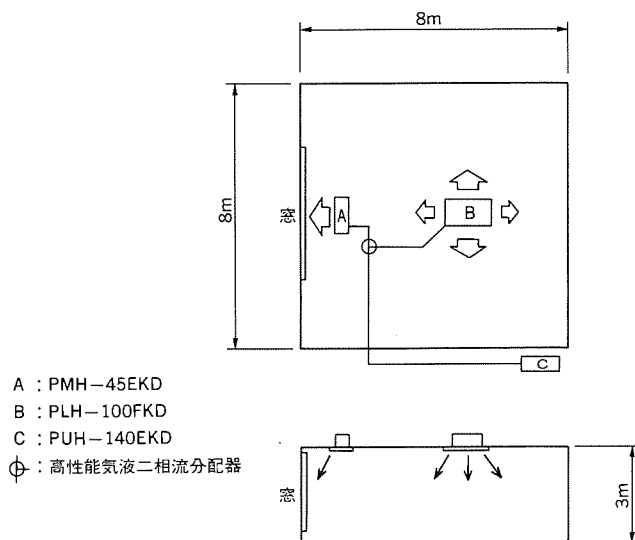


図9. 据付け事例（その2）

が出ないようなアンバランス運転が起きないかということを懸念し、様々な試験条件の下で実機試験を行った。

試験は、《チャージレス》室外機であるPUH-EKと、それに対応する室内機1台とを直接に接続したものと、同じ室外機にツインタイプとして機能可能な容量の異なる2台の室内機を高性能気液二相流分配器を介して接続したものを、温湿度などの外気条件を一定にして運転状態を比較した。蒸発圧力に関しては、試験条件によりツインタイプの方が $0.1 \sim 0.3 \text{ kg/cm}^2$ ほど低かったものの能力値差はほとんどなく、各温度条件下での運転状態も良好であった。冷媒分配に関しては、各蒸発器出口スーパヒートで $1 \sim 2 \text{ deg}$ 以内の差であり、蒸発能力に応じて冷媒が分配されていることが確認できた。

4. 《フリーコンポマルチ》システム

4.1 製品系列

《フリーコンポマルチ》システムの導入1年目に当たる'90年度

《Mr.SLIM》の機種そろえは、前述の冷媒回路等の標準化と高性能気液二相流分配器の開発によるツイン専用機種の廃止等により室内機で120機種、室外機で50機種の削減となった。しかし、室内外機の可能な組合せ数としては大幅に増加し、特にツインタイプでは、表1に示すような今まで専用室内機種が必要となるためにできなかった異容量、異形態同士の組合せ（例えば、室外機140形に対して、室内機をカセットタイプの100形と壁掛けタイプの45形の2台を組み合わせる。）が可能となり、'89年度には30通りしかできなかったものが'90年度には1,500通り以上の組合せが可能となり、トリプルまで含めると5,000通り以上の組合せ数となった。また、表1からも分かるように高性能気液二相流分配器の種類により、室内機の組合せ能力比が定められており、'90年度としては、ツイン用として4種類、トリプル用として3種類の高性能気液二相流分配器を開発したが、この分配器の種類を増すことにより、ツイン・トリプルの組合せを更に増やすことが可能である。

4.2 据付け事例

このように、組合せ数が増えたことにより、多様化する市場に対してより適した空調機が提供でき、快適性も改善される。その事例として、最初に異容量組合せツインの場合を図8に示す。ツイン・トリプルは原則として同一空間へ据付け、同時運転を行うものであるが、図8の配置図のようなL形の部屋等では、空調負荷及びデザインの的にも事例のように、45形と100形の組合せの方が従来の同容量2台（71形+71形）よりも優れている。また、図9に示すようなペリメータゾーンの処理でも、窓側にその熱負荷に応じた小型ユニットを据え付け、その熱処理を小型ユニットで補い、全体の空調を部屋中心に据え付けたメインユニット（100形）で行った方が部屋の温度差が小さくなり、快適性が向上する。また、異形態組合せに関しても、室内機バリエーションが多くなることにより、据付けによる制約が少なくなり、市場規模が拡大するとともに快適性も向上する。その一例として図9に示すように、窓側の熱負荷に対しては一方向吹出しカセット（PMH-EKD形）を用い、部屋全体の空調には4方向吹出しカセット（PLH-FKD形）を用いる等、用途に応じ室内機の形態を選ぶことにより、無駄なく快適な空調システムを組むことが可能となった。

5. む す び

今回は、多様化する市場に対し、機種の組合せバリエーションを拡大することにより、各市場に対する快適性の向上を実現させた。そのために、冷媒回路の標準化及び気液二相冷媒の異容量分配等を行い《フリーコンポマルチ》システムを導入したが、これもインバータ機種等《Mr.SLIM》の範ちゅうでも制御上の理由等から未導入のものもある。今後は、《フリーコンポマルチ》システムの拡大はもちろん、ユニット個々としても快適性の向上を目指しより良い製品を作っていく所存である。

住宅用《ロスナイ換気暖房システム》

川淵 勇*
中村四雄*
佐々木 誠*

1. ま え が き

空調の行き届いた快適な住まいを省エネルギーで実現するために、寒冷地方を中心に住宅の高気密化・高断熱化が急速に進みつつある。

高気密、高断熱住宅では、従来住宅の約1/5程度のエネルギーで空調できるほか、室内温度分布が均一で、防音効果が高いなど多くの優れた特徴がある。その反面、高気密化による室内空気の汚染や室内結露によるカビ、ダニの発生など住む人の健康や住宅の耐久性に関する問題点もあり、換気と部屋間の温度差の均一化が課題である。

《ロスナイ換気暖房システム》は、高気密、高断熱住宅用に開発したもので、《ロスナイ》による熱損失の少ない全体換気と室内空気の循環によって暖房を行うダクトによる空気搬送のセントラル暖房システムである。

ここでは、システムの概要と、実験住宅における実験結果の概要について紹介する。なお、高気密、高断熱住宅としては換気回数0.5回/h以下、熱損失係数 $2.0\text{kcal/h}\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2$ 以下の住宅を目安としている。

2. システムの構成と動作

ロスナイ換気暖房システムは、ロスナイ換気ユニット、温風暖房ユニット、暖房用ボイラ、コントローラ、給排グリル及びそれらを接続するダクトで構成される。

図1は、システムの概要を示す図で、ロスナイ換気ユニット、温

風暖房ユニット及びダクトは、天井に埋込み設置され、ダクトに接続する給排グリルは、天井面又は床面に設置される。暖房用ボイラは、寒冷地では室内に設置され、強制給排気方式（FF方式）が用いられる。

図2は、システムと空気の流れを概念的に表したものである。システムの動作状態において、ロスナイ換気ユニットに吸い込まれた新鮮な外気は、室内から排出される空気と熱交換して温風暖房ユニットへ送り込まれる。排出される室内空気は、例えば、台所や居間のような空気の汚れやすい場所から排出される。

温風暖房ユニットには、温水コイルと二つの送風機があり、室内空気の循環と加熱を行っている。温風暖房ユニットによって各部屋へ送り込まれた温風は、室内を暖房しながら扉などに設けられたアンダーカットやガラリを通過後、リターンダクトを経て再び温風暖房ユニットに戻り、再加熱されて送り出される。このように、空気の循環と加熱及び新鮮外気の導入を行いつつ室内の暖房が行われる。

温風暖房ユニットの2台の送風機は、温度コントローラ又はスイッチにより、それぞれ独立に制御できるため、クリーンゾーン、ライフゾーンの分割暖房やゾーンごとの温度コントロールに有効である。また、図のようなシステムを構成すれば、ロスナイ換気ユニットの排気グリルの設置されている部屋が常に負圧となり、汚れた空気の拡散を防止することができる。これを“差圧換気”と称して当社独自の方式としている。

なお、暖房を行わない中間期や夏期には、換気だけ作動させるこ

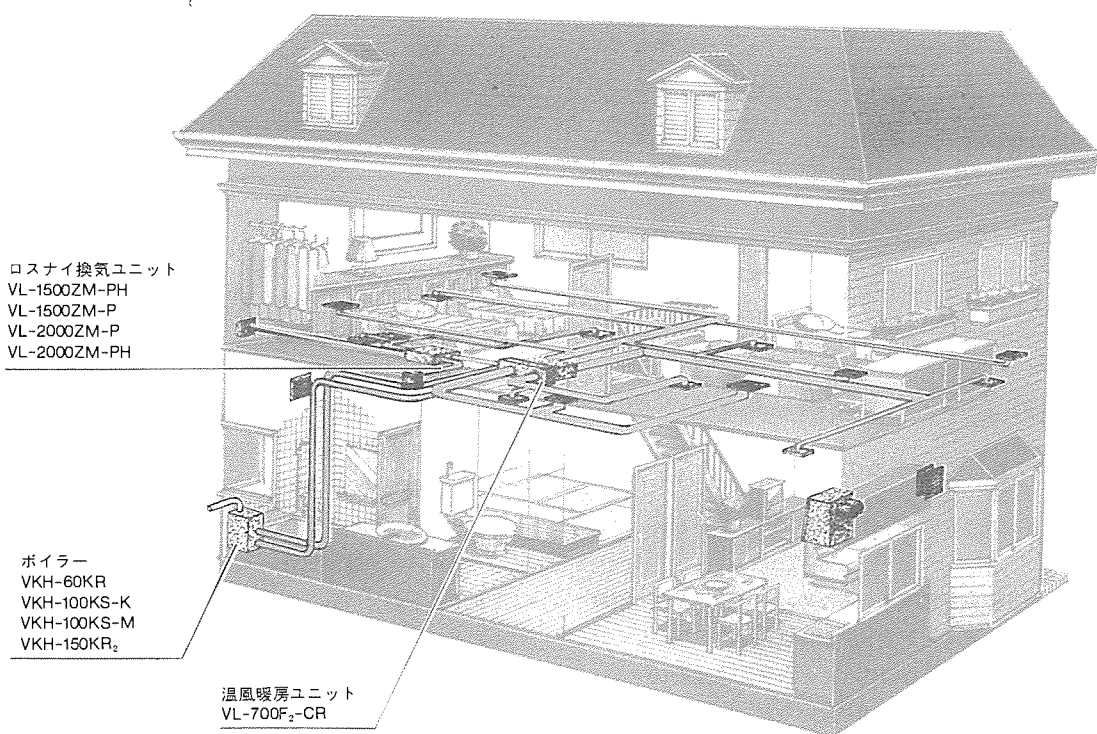


図1. ロスナイ換気暖房システムの概要

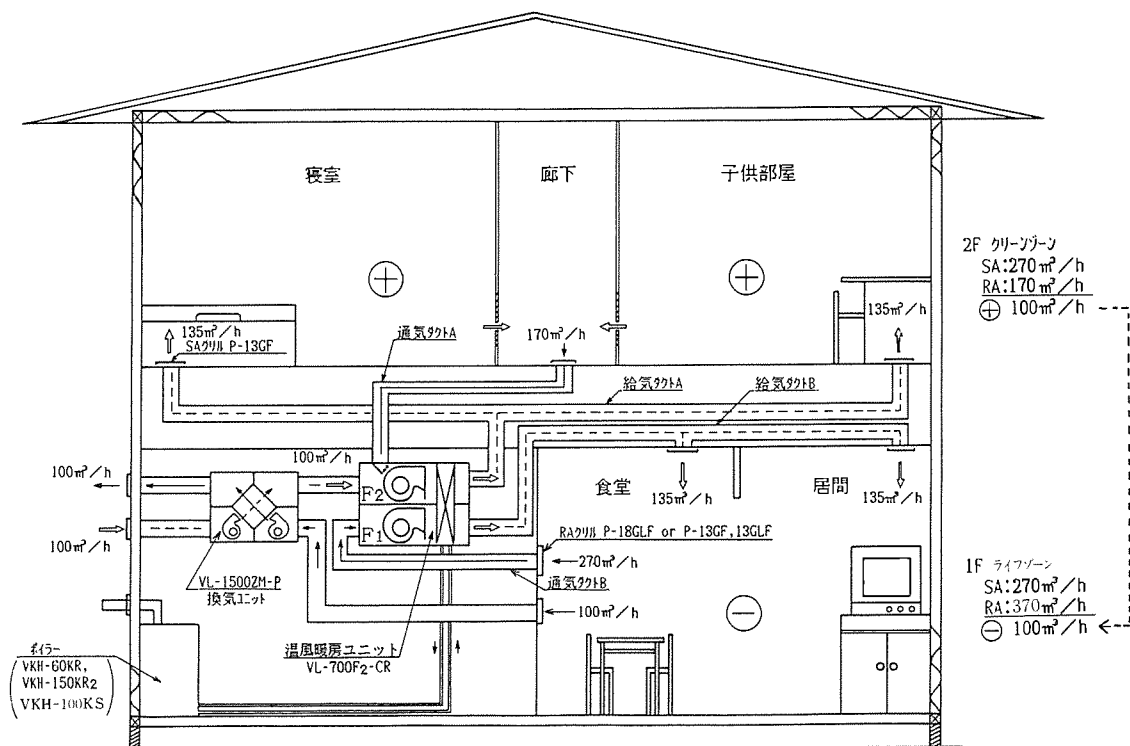


図2. システムの概念

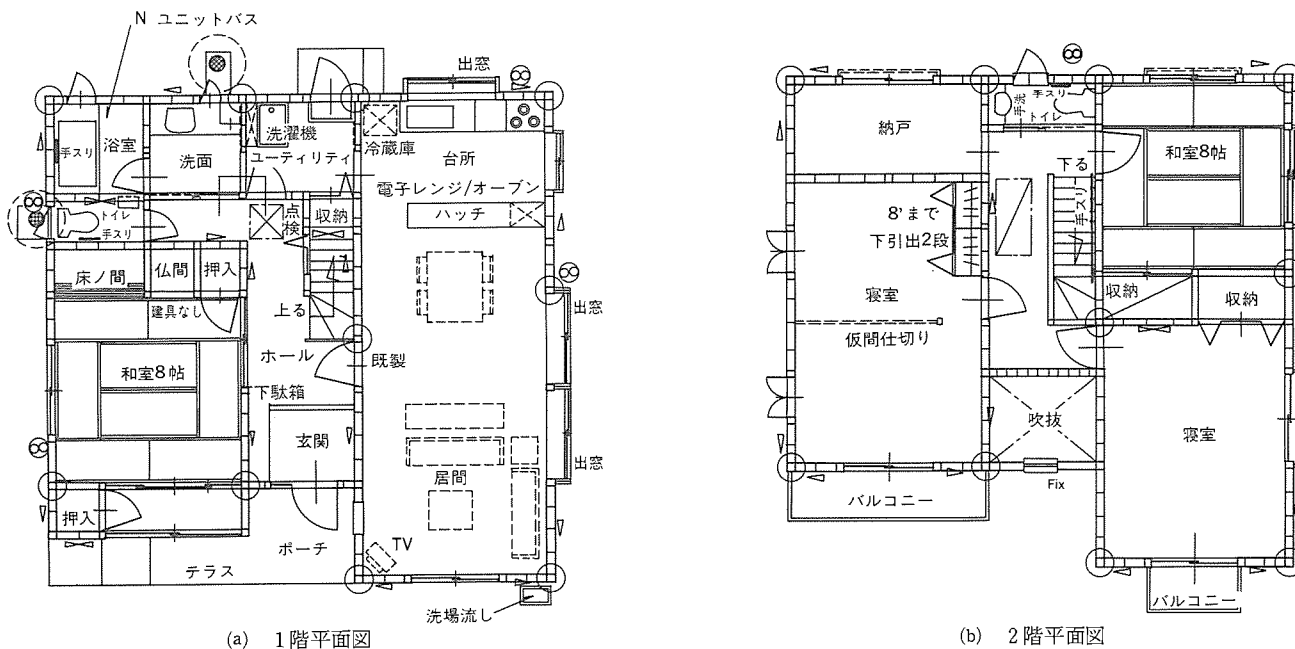


図3. 実験住宅平面図

とができるので年間を通じてシステムの利用ができる。

3. システムの特長

ロスナイ換気暖房システムの特長は、次のとおりである。

(1) 快適性

住宅の全室にわたり空気を循環させるため、住宅内の温度・湿度の分布が均一であり、循環する気流も非常に低速で温風感がなく、自然な暖かさが得られる。家全体が暖かく、部屋間温度差が少ないので建物内を移動しても急に寒さを感じないなど、健康面での効果も大きい。また、ロスナイにより、新鮮外気を室温に近づけて換気するため、換気による冷風感がない。

(2) 経済性

高気密住宅と高断熱住宅との組合せにより、従来住宅の約1部屋分の熱量で家全体の暖房が可能である。

- ロスナイによる熱損失の少ない換気
- ロスナイ換気暖房システムによる全体換気と暖房

とができるので換気システムと個別暖房を組み合わせた場合よりインシヤルコストが安価である。

(3) 結露防止

ロスナイ換気によって排湿すると同時に、家全体及び各部屋の温度・湿度を均一にするため、結露の発生を防ぎ、カビやダニの発生防止や建物の保全に役立つ。

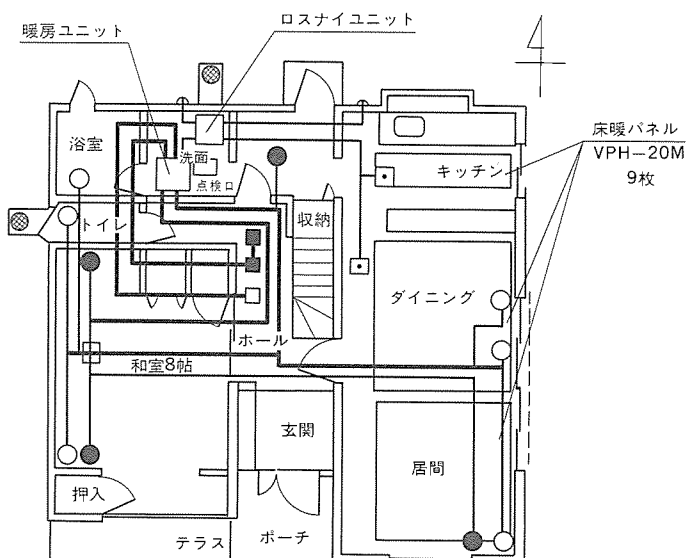
表 1. 建物の仕様と性能

構 造	木造2階建て
床 面 積	44坪
開 口 部	二重ガラス プラスチックサッシ
断 壁	スタイロフォーム25mm+25mm+パワーボード
天 井	↑
熱 床	土間床マフォーム50mm+コンクリート
気密性能 ⁽¹⁾ (換気回数)	0.44回/h
熱損失係数 ⁽²⁾	2.3kcal/h・℃・m ²

注 (1) サンデン(株) 測定による推定値

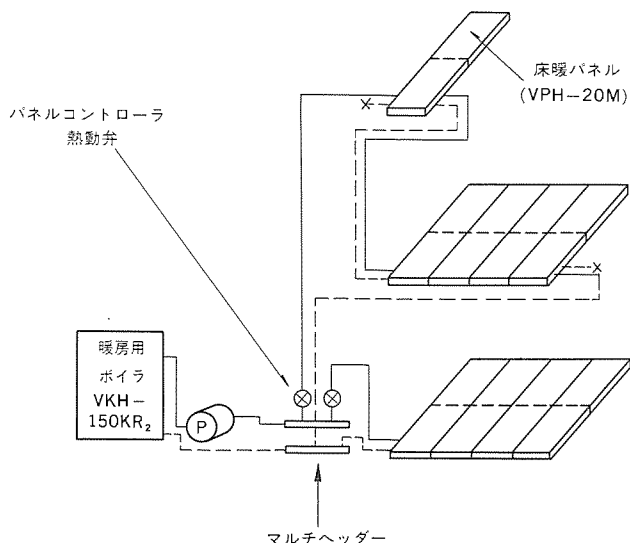
(2) ダウ化工(株) 計算値

熱損失係数：延べ床面積1m²当たりの屋内、外の熱の移動量



●: 1F給気口 ○: 2F給気口 ■: 温風暖房ユニット1Fリターン口
□: 温風暖房ユニット2Fリターン口 ▣: ロスナイリターン口

(a) システム配置



(b) 床暖房システム構成
図 4. 設備とダクト配管

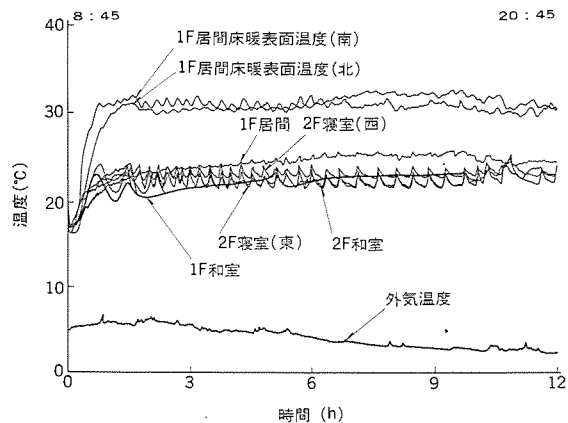


図 5. 室温の立ち上がり特性

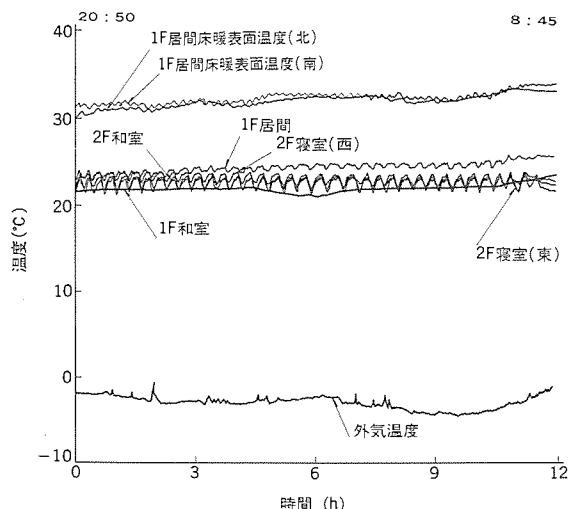


図 6. 安定時の温度制御特性

(4) 低騒音空調

ロスナイの熱交換器は高い遮音性があり、音の侵入や流出を防止する。遮音特性に関する実験では、屋外90dB(A)のとき、室内で約30dB(A)騒音が低下することが確認されている。また、各部屋の給気口からの騒音も小さく低騒音で暖房できる。

(5) 省スペース

ロスナイ換気ユニットと温風暖房ユニット及びダクトは、天井に埋込み設置しているので、特別な機械室は不用である。また、各部屋には、給排グリルが室内側に面して設置されているだけでスペースを取らない。

(6) 安全性

熱源に強制給排気方式 (FF方式) の暖房用ボイラを使用した温水による温風暖房であり、安全性が高い。

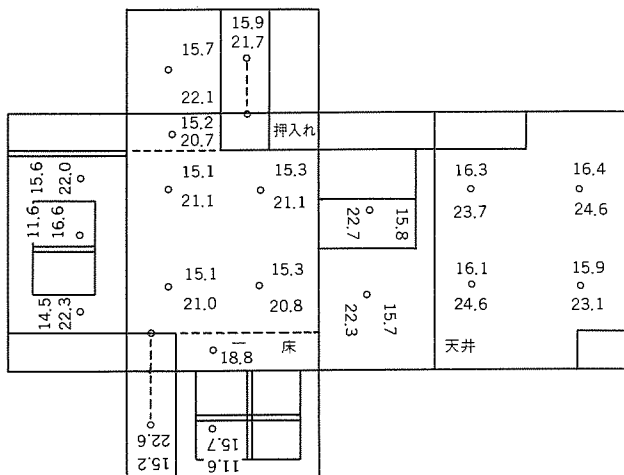
4. 実験住宅における実験例

ロスナイ換気暖房システムの開発に当たっては、各種評価テスト、CAEによるシミュレーションとともに実際の建物に設置してシステム性能を把握している。

ここでは、長野市で実施した実験住宅の測定結果の例について紹介する。

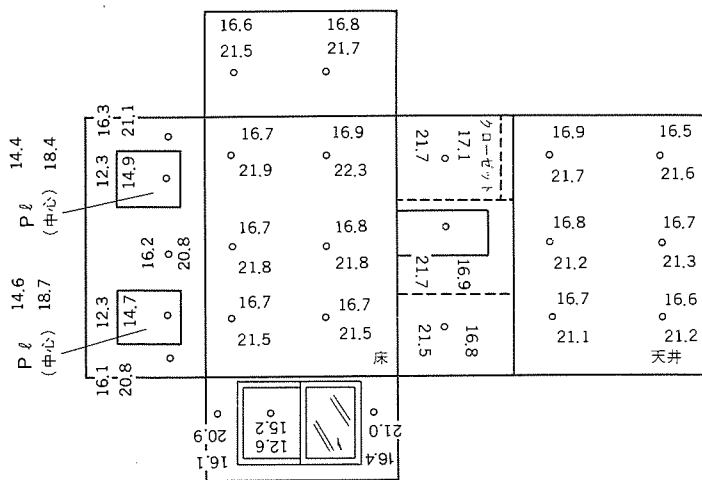
4.1 建物と設備

図 3 は実験住宅の平面図で、気密、断熱に関する仕様と性能は表 1 に示すとおりである。長野市という地域的な点から熱損失係数は、2.26kcal/h・℃・m² (計算値) 程度であり、北海道 (熱損失係数1.5



注 (1) 壁面の測定は高さ約1.4mの位置とする。
(2) ○印は測定位置。
(3) 測定温度上段はスタート時、下段は安定時を示す。

(a) 1階和室の展開図

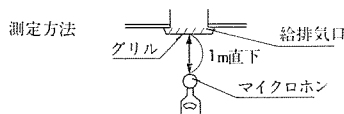


(b) 2階寝室(12畳)の展開図

図7. 壁面温度分布

表2. 騒音値

測 定 位 置			騒音値(dB(A))
ロスナイ	リターン	南	27～33
		北	27～32
1階 給気口	和室	南	27～30
		北	26～31
	居 間	南	27～30
		ユーティリティ	27～41.5
2階 給気口	寝室(東)	南	29～33.5
		北	27～32.5
	寝室(西)	南	28.5～31.5
		北	31～33
	和 室	南	27～34.5
		納 戸	28～35
温風暖房ユニットリターン			27～37.5



kcal/h・°C・m²程度)と比較するとそれほど高断熱ではない。

図4は、設備の配置とダクトの配管図である。この場合、実験の目的により1階の居間には床暖房を併用している。

使用機器は次のとおりである。

- ロスナイ換気ユニット：VL-1500ZM-P 1台
- 温風暖房ユニット：VL-700F₂-CR 1台
- 暖房用ボイラ：VKH-150KR₂ 1台
- 床暖房パネル：VPH-20M 9枚
- 温度コントローラ：電子式 2台
- ダクト：グラスウールダクト φ150, φ100
- その他：給排気グリル、丸形フードなど

また、局所排気用として、台所にレンジフードファン、居間に居間用ロスナイ、1階和室にプロペラ換気扇、及び1階、2階のトイレにパイプ用ファンが取り付けられている。

4.2 実験結果

実験は、冬期に温熱環境及びシステム性能の評価を目的として実施し、次のような結果を得た。

(1) 室温の立ち上がり特性

図5は、約12時間ロスナイ換気ユニットのみを運転した後、システムを運転した場合の室内温度上昇の状況であり、運転開始時16°Cの室温が約1.5時間で安定している。

高気密、高断熱住宅では、暖房を停止しても室温が下がりにくく、通常の生活条件では十分な立ち上がり特性と考えられる。なお、室温の設定は、室内外の温度差をとるために約24°Cに設定してあるが、実際には20~22°C程度の設定が快適である。

(2) 室温の安定時の制御特性

図6は、安定時の温度特性を示す。外気温度が-3~-5°Cであっても、室温はほぼ一定の範囲に保たれている。温度コントローラは、1F和室と2F寝室(西)の2箇所にのみ設置されているが、それ以外の部屋でもほぼ同じ温度に制御されており、ロスナイ換気暖房システムの特長である室温の均一化が達成されている。

1階居間は、他の部屋より室温が高くなっているが、床暖房の影響であり、床暖房の表面温度を低目に設定して放熱量を抑えることで室温を制御することができる。また、個々の部屋の温度は、給気グリルの調節で給気風量を変えることにより、ある程度変化させることができる。

(3) 室内の湿度分布

約1週間の実験期間を通じて室内の相対湿度は、35~50%RHの間で同じ時間帯における各部屋の湿度はほぼ均一であり、結露の発生も見られなかった。

(4) 室内壁面温度

図7は、1階和室と2階寝室(西)の暖房開始前と暖房安定時の壁面温度である。ポイント横の上段の数字が暖房開始時、下段が暖房安定時の温度を示す。室温設定は、22~24°Cであり、室温と壁面温度の差は小さく、建物の断熱の良いことを裏付けている。

窓はプラスチックサッシで二重ガラスであるが、室温との差が6~7°Cあり、壁面に比べて熱損失が大きくなっていることを示している。高気密、高断熱住宅で熱損失や冷ふく射を防止するためには、窓からの熱流出防止を図ることが効果的である。

(5) 風速分布と吹き出し温度

給気口から10cm程度の位置では、約50°Cで0.6~3.6m/sの温風が吹き出しており温風を感じるが、給気口の上下方向1m程度の範囲

表 3. ランニングコストの推定値

計算条件
 (1) 建物の大きさは45坪とする。
 (2) 建物の性能
 熱損失係数：2.3kcal/h・°C・m²
 換気回数：0.5回/h程度
 (3) 室温を20°Cに保つ。
 (4) 夜間23：00～6：00まで暖房運転停止（ロスナイは運転）
 (5) 実験値から、電力量、灯油量を換算。

月	11月	12月	1月	2月	3月	計
日照時間*1 平年値(h)	145	132	131	142	183	——
平年気温(°C)*2	7.2	1.9	-1.2	-0.4	3.1	——
灯油量(ℓ)	151	231	270	220	188	1,060*3
電力量(kW)	110	118	119	100	103	550*4

注 *1, *2 理科年表による。
 *3 灯油42円/ℓとすると44,520円
 *4 電気代25円/kWとすると13,750円 合計 58,270円 (1シーズン)

表 4. 換気による暖房負荷の比較

	従来住宅	本システム住宅
住 宅 面 積	45坪 (148.5m ²)	
自然換気回数及び自然換気風量	3回/h 1,069m ³ /h	0.5回/h 178m ³ /h
ロスナイ換気ユニット	100m ³ /h ηi=0.55	
室内温湿度 エンタルピー	23°C 55% 11.4kcal/kg	23°C 35% 9.3kcal/kg
室外温湿度 エンタルピー	-4.9°C 74% 0.05kcal/kg	
ロスナイによる換気負荷	500kcal/h	
自然換気による暖房負荷	14,560kcal/h	1,976kcal/h
総 換 気 量	1,069m ³ /h	278m ³ /h
総 換 気 負 荷	14,560kcal/h	2,476kcal/h

↑ 差 12,804 kcal/h ↑

を除けば、温度はほぼ室温で0.2m/s以下の非常に低速な気流である。

(6) 騒音

給気又は排気グリルから鉛直方向1mの距離における暖房運転時の騒音を表2に示す。騒音は、ロスナイ換気ユニット及び温風暖房ユニットの運転ノッチ（強運転、弱運転）を切り替えた場合の範囲を示している。ユーティリティでは、実験上吹出し風量を少なくするため、吹出しグリルの開口部を絞ったため、グリルにおける風切り音などの騒音が高目にでているがその他の居室ではすべて35dB(A)以下であり、低騒音で暖房ができることを示している。

(7) ランニングコスト

実験結果をもとに長野市の気象条件下におけるランニングコストの推定値を表3に示す。11月から3月までの1シーズン当たり灯油1,060ℓ、電気550kWを使用することで家全体の換気と暖房ができる。この値は、2,500kcal/hの暖房機を終日運転した場合とほぼ同じ灯油消費であり、従来住宅のほぼ1部屋分の熱量で家全体の暖房が可能であることを裏付けている。今回の実験住宅の断熱性が寒冷地方並みであれば、更に省エネルギーで暖房できたものと考えられる。

また、実験住宅と従来住宅の換気による暖房負荷の違いは表4の

ように試算され、換気による暖房負荷が高気密、高断熱住宅とロスナイ換気の組合せで大きく軽減され、省エネルギー効果が大きいことを示している。

5. む す び

ロスナイ換気暖房システムは、高気密、高断熱住宅に適用することによって、セントラル暖房と建物内全体の換気を同時にしかも少ない熱量で実現するシステムであり、実験住宅でも十分満足できる性能が発揮できることが確認されている。

高気密、高断熱住宅では暖房時だけでなく、冷房時にも省エネルギーで空調できることが明らかにされており、寒冷地方だけでなく、温暖地方でも住宅の高気密、高断熱化が今後進展するものと考えられ、高気密、高断熱住宅用の機器への要求はますます強くなると思われる。

これに対応するため、ロスナイ換気暖房システムで培った技術を冷房システムへ展開して、ロスナイ換気、暖房、冷房、及び除・加湿等その他空調機器の接続可能な総合空調システムとして開発していく予定である。

列車内空調システムとその制御

浜崎信義*

1. ま え が き

列車の冷房化は、ルームエアコン、ビル空調等、一般空調の発展とともに急ピッチに進み、特急車はもちろんのこと、通勤車も首都圏では90%を越え全面冷房化へ進んでいる。一般家庭の空調では、列車内のように多勢の人が同じ空間にいるわけではなく、また使う人の意志で、ある程度機器を運転操作できるため、環境制御に対する不満は少ない。最近では、スイッチ一つで温度・湿度・ふく射熱の検知により、自動運転を行う制御技術が確立し製品化されている。

一方、列車内空調の場合、一般空調と異なり、乗客層が老若男女に広くまがり、乗客の着衣量も人それぞれに異なっている。また、暑さ・寒さなどのし(嗜)好性も多岐にわたることから、制御する車内条件を決定するのが難しい。さらに、空調空間が車両進行方向に細長く、乗客1人当たりの空間が狭く、また乗客が列車の運行に従って移動し、熱負荷となる乗客の増減、ドアの開閉などによって熱負荷が大幅に変動する。これによって車内の温湿度変化が大きくなるので、列車用空調としては、この変化幅を少なくする空調制御を目指してきた。

最近の列車は、ハイグレードの乗客サービス対応の一貫として車内インテリアデザインの向上、ゆとりのある快適な居住空間を目指しており、それに対応できる空調システムが求められている。ここでは、最近の特急車両のようにハイグレードな優等車両の新しい空調システムと車内温湿度、外気温検知と温感センサ、乗車率信号とマイコン制御を組み合わせた空調制御内容と現車試験例を紹介する。

2. システムの概要

図1に空調システム機器の概略構成を示す。このシステムは、車

内居住性の向上を図るため、快適空調を目的としたVVVF (Variable Voltage Variable Frequency) インバータ空調システムを導入し、車体と一体感を持たせた冷房装置とその装置の高さを低く設計する低背化を行った空調インバータを車両屋上に配置した。空調制御には、車内温度センサのほかに相対湿度を検出する湿度センサ、ふく射熱と気流を検出する温感センサ、外気温度センサの各検出信号と車両全体をモニタするモニタ装置等から伝送入力される乗車率(荷重)信号を演算するマイコン空調温度制御器を採用し、冬期・中間期・夏期において暖房・換気・除湿・冷房の最適な自動運転が行えるように構成している。また、温湿度制御機能のほかにクーラーの保護機能、インバータの保護機能、故障モニタ機能、システム制御機能を備えて機能の集約化を図っている。

列車の補助電源の正弦波交流電源(AC440V, 3φ, 60Hz)をVVVF空調インバータに入力し、クーラーの運転に必要な電圧、周波数(200V/30Hz~400V/70Hz)に変換する。運転周波数は、マイコン空調温度制御器から指令される。ユニットクーラー(14,000kcal/h)を1両当たり2台搭載しており、リターン空気吸込口には、それぞれ電動式ダンパを取り付けている。電動式ダンパは冷房運転時に開放し、換気運転と暖房運転時に閉鎖し、クーラーの室内送風機により、適量の外気導入ができるように構成している。暖房時には、コールドドラフトを避けるために、室内送風機は、20Hz、35Hzの低周波運転で換気できるように構成している。暖房用ヒータは、各座席の下に設置され、列車内の前部と後部の2ブロックに分割制御するように構成されている。

温度センサは、クーラーのリターン空気吸込口にそれぞれ1個、温感センサは、車両前部のドアのある壁面を構成する妻壁、湿度センサは後部の妻壁にそれぞれ設置している。外気温度センサは、車

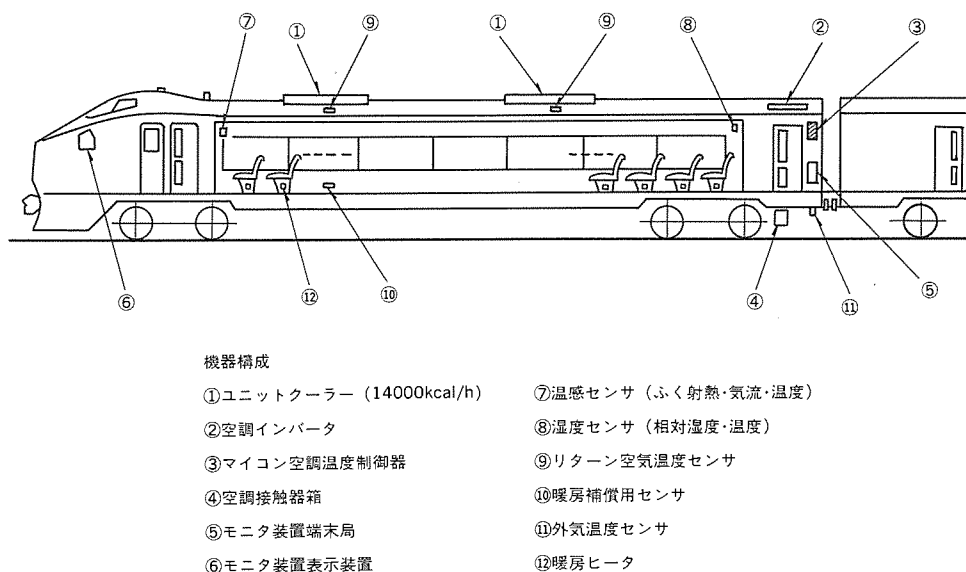


図1. 空調システム機器の概略構成

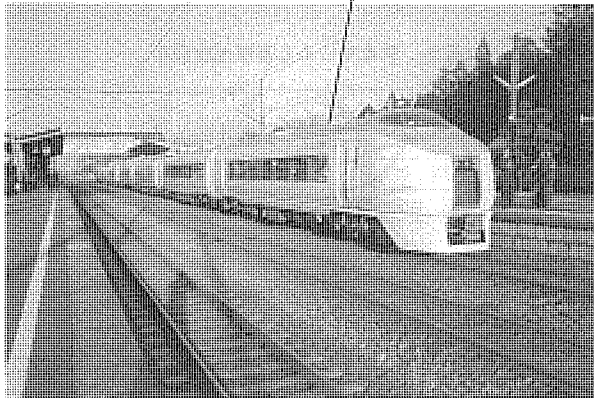
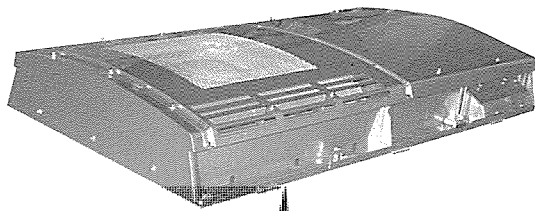


図 2. ユニットクーラー

表 1. ユニットクーラーの仕様

形 式	屋根上搭載形 (2台分散配置)
電 源	主回路(空調インバータVVVF出力電源) 3 ϕ ,200V/30Hz~400V/70Hz 制御回路 単相 AC100V,60Hz
冷房能力	14,000kcal/h
循環風量	約 35 m^3/min
入 力	約 6.4kW
重 量	260kg

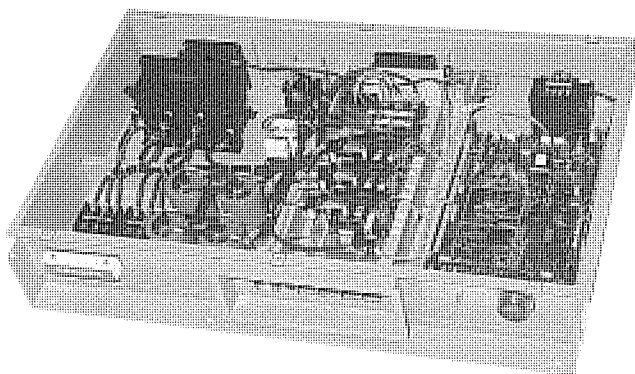


図 3. 空調インバータの外観

両床下の日射の影響と他の床下機器発熱の影響を受けない位置に設置している。マイコン空調温度制御器は、出入台の妻壁内に設置し、床下の空調接触器箱、屋根上のクーラー、及びインバータへの制御信号を出力するとともに、車両妻部に設置しているモニタ装置端末局との間でシリアルな信号伝送を行い、モニタ装置からの全車両一括空調モード指令を受信し、かつ各車両の空調温度状態などを伝送出力して、運転室のモニタ装置表示器で集中監視ができるようにしている。

表 2. 空調インバータの仕様

項 目	仕 様
制御方式	正弦波PWM制御 (VVVF)
入 力	主回路 BLMG電源 AC440V,3 ϕ ,60Hz
	制御回路 BLMG電源 AC100V,1 ϕ ,60Hz
出 力	容 量 17.3kVA
	周波数 換気 20Hz,35Hz 冷房 35Hz,40Hz,50Hz,60Hz,70Hz
重 量	65kg

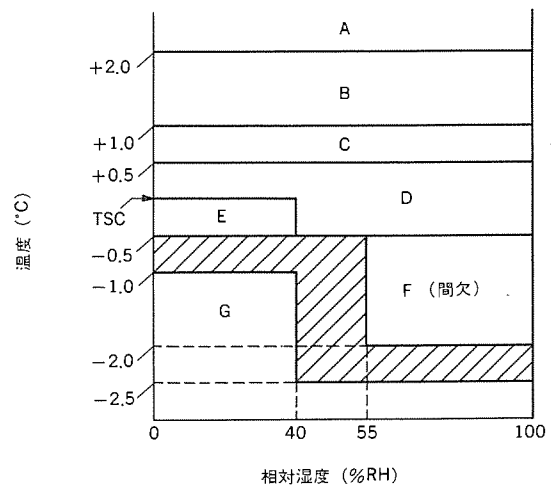


図 4. 冷房運転領域パターン図

3. 主要機器の概要

3.1 ユニットクーラー

図 2 にユニットクーラーの写真を、表 1 に仕様を示す。ユニットクーラーは、列車車両屋根上に設置されるため、車両のデザインを配慮した低背化構造とし、カバー、及びその支持枠はステンレス無塗装としてメンテナンスフリー化を図っている。圧縮機は、信頼性の高い、小形・軽量・高効率で容量制御可能なロータリ圧縮機を採用している。

3.2 空調インバータ

図 3 は現車に実装されている空調用インバータ (SC23 形) の外観、表 2 にその仕様を示す。この空調用インバータは、1 台で 2 台のクーラーを運転し、運転周波数の指令はマイコン空調温度制御器によって行われる。この車両の場合、電動発電機を電源としてインバータを駆動すると、インバータから発生する高調波電流によって発電機の制動巻線や界磁巻線に誘導電流を生じ、発電機の損失増加、異常発熱、寿命低下を生じる場合があり、十分な検討を必要とする。これを“等価逆相電流”で評価するが、このシステムではインバータの入力側に ACリアクトルを挿入し、問題がないことを確認している。また、車両が交流架線区間と直流架線区間を継続して走行する場合、交直切替デッドセグションを通過するが、この際の電源瞬時停電に対しても、問題なく空調が再運転できることを確認した。

3.3 マイコン空調温度制御器

新しく開発したマイコン空調温度制御器には、従来の温湿度調節機能のほかにモニタ装置とのシリアル伝送機能、クーラー、インバータの保護制御機能、故障モニタ機能などのシステム制御機能を格納して、空調制御系を快適性向上などの高機能化と小形化を図った。また、8 ビット CPU を使用し、16K バイトのメモリ容量を持

表 3. 冷房運転モード

領域	EF		CF, CP	
A	60Hz	(MG)	70Hz	(INV)
B	60	(MG)	60	(INV)
	60	(INV)	60	(INV)
C	50	(INV)	50	(INV)
D	40	(INV)	40	(INV)
E	35	(INV)	35	(INV)
F	35	(INV)	35	(INV)
G	35	(INV)	OFF	—

注 EF：室内ファン
CF：室外ファン
CP：圧縮機

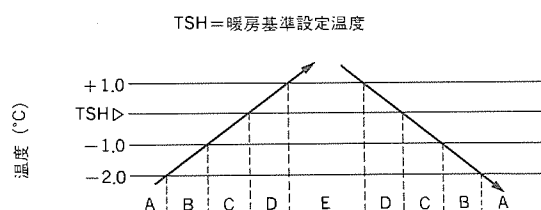
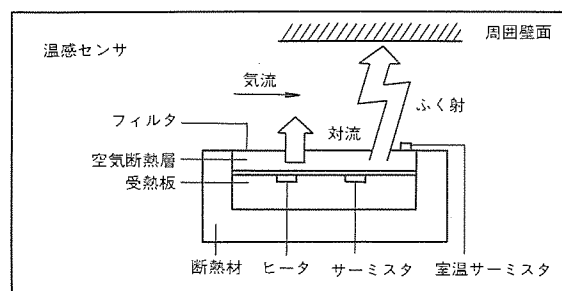


図 5. 暖房運転パターン図

表 4. 暖房運転モード

領域	温度範囲	ヒータの運転		EF
		温度上昇時	温度下降時	
A	$TEK \leq TSH - 10.0$	連続運転	連続運転	20Hz
	$TSH - 10.0 < TEK \leq TSH - 2.0$	同上	同上	
B	$TSH - 2.0 < TEK \leq TSH - 1.0$	10分ON, 2分OFF	10分ON, 2分ON	35Hz
C	$TSH - 1.0 < TEK \leq TSH$	10分ON, 5分OFF	10分ON, 5分OFF	
D	$TSH < TEK \leq TSH + 1.0$	5分ON, 10分OFF	5分ON, 10分OFF	
E	$TSH + 1.0 < TEK$	停止	停止	



人間の皮膚	項目	温感センサ
皮膚の表面	構造	受熱板
皮膚温		受熱板温度
皮膚温下がる	ふく射	受熱板温度下がる
皮膚温上がる		受熱板温度上がる
皮膚温下がる	気流があるとき	受熱板温度下がる

図 6. 温感センサの構造と働き

ち、ソフトウェアはプログラム変更がフレキシブルに現地ででき、メモリ容量を最小限にできるようにアセンブラ言語を使用している。

4. 空調制御の内容

4.1 冷房運転の制御

図 4 に冷房運転時の運転領域パターン図の例を、表 3 に冷房運転モードの例を示す。図 4 でG領域とE, D, F各領域間の斜線部は、ヒ

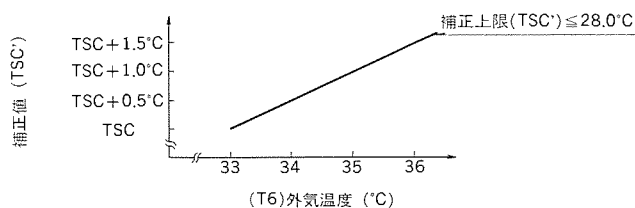


図 7. 外気温度による基準温度補正

表 5. 乗車率による基準温度補正

運転モード	乗 車 率		
	50% > 乗車率	50% ≤ 乗車率 < 150%	乗車率 ≥ 150%
除湿	TSC' = TSC (補正なし)	TSC' = TSC (補正なし)	TSC' = TSC (補正なし)
冷房	TSC' = TSC + 1.0degC (外気補正なし)	TSC' = TSC (補正なし)	TSC' = TSC - 1.0degC (外気補正なし)
暖房	TSC' = TSC + 1.0degC (外気補正なし)	TSC' = TSC (外気補正なし)	TSC' = TSC - 1.0degC (外気補正なし)

ステリシス領域を示す。F領域以上は冷房運転領域であるが、G領域は換気運転のみの領域であり、車内の熱負荷が減少するとともに低周波数運転とし、運転騒音がほとんど感じられない静粛環境が得られるように制御している。また、B領域からA領域に移行する際には、表 3 に示すように室内送風機をMG電源から得られる60Hzの周波数で運転し、最大容量時の低騒音化と適正風量の確保を行っている。

4.2 暖房運転の制御

図 5 に暖房運転時の運転領域パターン図を、表 4 に暖房運転モードを示す。暖房は、座席下ヒータ近くに配備している暖房補償用センサと妻壁部の温度センサ（温感センサ内、湿度センサ内）の検出信号で制御する。暖房運転領域をA～Eの5段階とし、ヒータ連続運転を行うA領域と停止をするE領域との間にあるB～D領域で強制間欠運転域を設けて車内の冷え込み防止と温度変化幅を縮小する制御方式を採用している。

4.3 温感センサによる補正

図 6 に温感センサの構造と働きを示す。温感センサは、人体の温熱感覚を検出するために、人体の感覚器官を模倣したセンサである。温度の検出部をほぼ人体の皮膚温レベルに保ち、人間と同じ立場でふく射熱温度と気流を検出することができる。このシステムの制御にこの温感センサを採用し、空調温度設定値の補正を行う。補正の比率は、種々の経験から、受熱板サーミスタ温度と室温サーミスタ温度との差の20%としている。従来の設定温度一定の制御では、周囲の壁温や床の温度が考慮されていないため、室内の空気温度は目標に到達しても人体は壁部や床部からふく射の影響を受け、暑く感じたり、寒く感じていた。これを、温感レベル一定制御を行うことで、人体の感覚に合わせた快適制御を目指したものである。

4.4 外気温度追従制御による補正

図 7 に外気温度が33℃以上のときに行う基準温度補正の例を示す。車内温度は、5秒間のサンプリング平均値として演算するが、外気温度は、60秒間の温度変化の最低谷部温度の平均値を外気温度として、車内温度設定値を補正している。なお、外気温度による補正は、冷房時のみ行う。

4.5 乗車率追従制御による補正

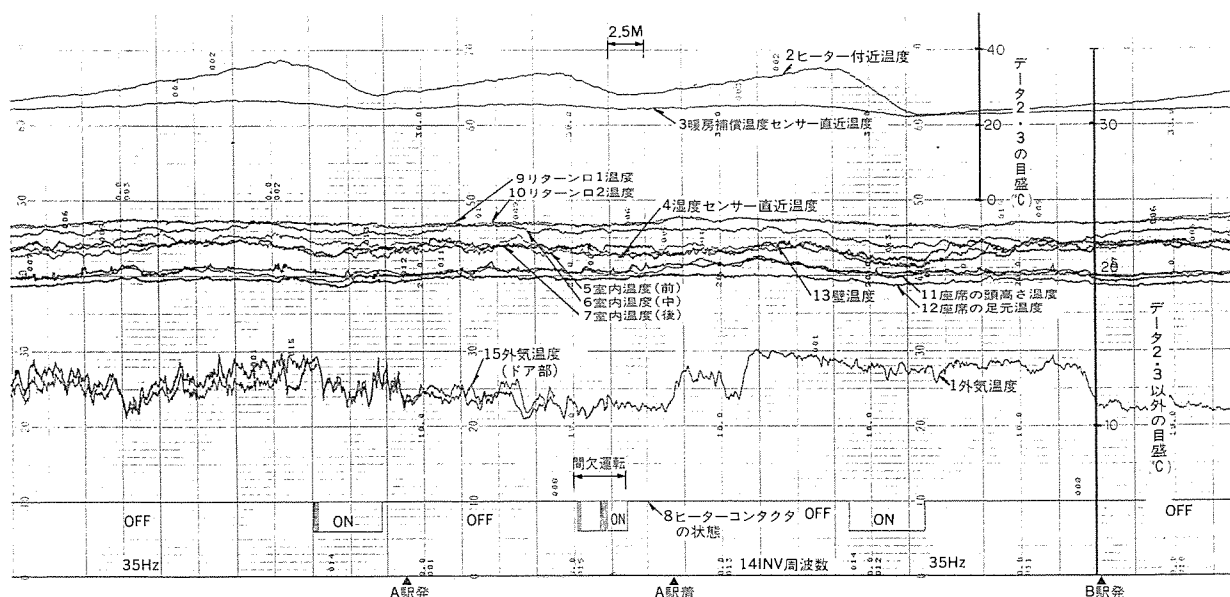


図8. 現車試験データ例 (暖房運転)

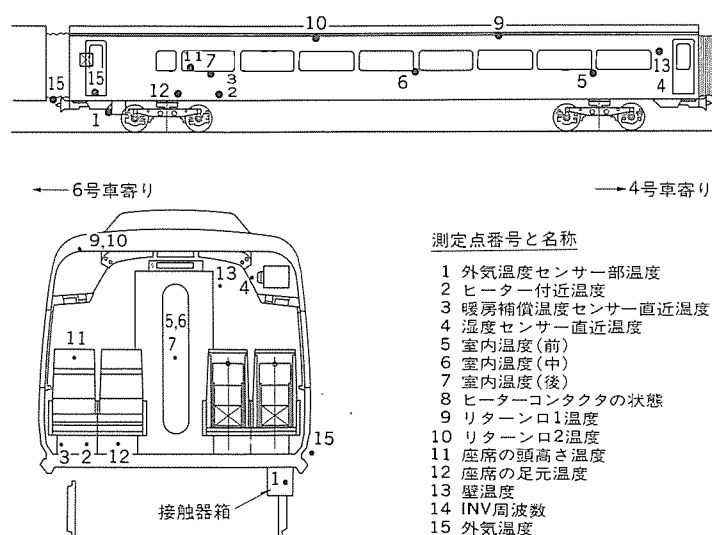


図9. 現車試験時の測定点概略

表5に乗車率の変化による基準温度補正を示す。除湿、冷房運転時は、満車時に、 -1 deg C 、閑散時(乗車率50%以下)には、 $+1\text{ deg C}$ の補正を行い、暖房時も同様の補正を行う。乗車率検知の手段としては、応荷重気圧スイッチ信号や、圧力センサによるアナログ信号を用いる方法もあるが、列車のモニタ装置から伝送される情報を入力する方法を採用している。

4.6 総合基準温度

以上のソフトウェアによって、総合基準温度(TSC')を演算し、制御温度設定値とするが、最終補正は次式で行う。

$$\text{総合基準温度 (TSC')} = \text{基準設定値 (TSC)}$$

$$+ \text{外気温度補正值} + \text{乗車率補正值} + \text{温感センサ補正值}$$

空調負荷の変化による車内温度変化幅を抑制するため、空調装置の容量をインバータ周波数制御により可変させるとともに、基準温度の補正を入れることにより、列車内状態の変化が乗客に不快感を与えないように制御することが可能である。

5. 現車試験例

この空調システムの現車試験のデータ事例を図8に、図9に現車試験時の測点ポイントの概略を示す。この試験は、冬季1月に実施したもので暖房モードで運転している。試験当日は、外気温度が $14\sim 15^{\circ}\text{C}$ と比較的高かったため、暖房ヒータが30分ごとに3~10分間運転している。また、ヒータは、マイコン制御による間欠運転が行われ、温度設定値 22°C に対して、センサ部で $21\sim 22^{\circ}\text{C}$ 、座席足元部で $19\sim 20^{\circ}\text{C}$ の範囲で安定した制御となっていることが分かる。

6. む す び

この空調システムは、快適空調を指向した優等車両用として効果があることが分かった。今後は、中間期、冷房時期のデータ収集を行うとともに温感センサの効果の確認、並びにスポット空調の適用拡大、更に通勤車両空調への応用を含め、最適な列車内空調制御ソフトウェアの充実と空調システムの改善を図っていく所存である。

安眠マットの快適制御

菅原作雄* 須田 洋**
前田由佳*
高梨靖士**

1. ま え が き

現在の日本では生活の向上とともに、寝られればよかった時代から、より快適な睡眠環境を求める時代に変化してきた。こうした背景の中で、睡眠は単に時間が長ければ良いというものではなく、眠りの質を重視しなければならない。しかし、睡眠は1日のうち6～8時間もの長時間同じ部屋の中、それも、ほとんど動かない特殊環境であり、眠りの質的向上を図るためには、寝具内の環境を十分に把握する必要がある。

2. 寝床内気候と寝床内暖房機器

2.1 睡眠と寝床内気候

寝具は、眠りの質に大きな影響を与え、就寝時に体の周囲に形成される環境は、一般に寝床内気候と呼ばれている。この寝床内気候を形成する要因としては、寝具の素材、厚さ、寝衣、人体からの放熱・発汗などがある。これらの要因の影響により、寝床内温度が高い温度であれば体がほてり眠れない場合や、低い温度で体が冷えて眠れないとか、夜中に目が覚めるなど眠りを妨げる場合がある。特に、冬季の快適な入眠のための条件として、頭寒足熱の状態が良いと言われており、だれもが足が冷えて寝つかれないことは体験していることであろう。

人は眠ると体の末しょう(梢)部の皮膚温度が上昇し、足元の温度は30℃近くまでなるが⁽¹⁾、寝床内で用いる暖房機器(電気毛布等)を使用した場合としない場合の睡眠実験によれば、暖房機器を使用しない場合には足元の温度が安定するまでに、3時間ほどかかり、眠りも浅く、冬季では入眠するために、足元を暖めることが大切な条

件になっている。

2.2 睡眠と寝床内暖房機器

冬季において、快適な入眠を得るための寝床内気候の条件である頭寒足熱を実現できる寝床内暖房機器として、電気毛布や電気あなかなどがあるが、これらを用いた睡眠実験によれば、寝床内の温度は電気毛布が最も高く、また早く深い眠りに達して、非常に寝つきがよいと報告されている⁽⁴⁾。このように、冬季には電気毛布により質

表1. 申告項目(入床時)

申告項目: 入床時	
(1)身体各部位、及び全身の温冷感	(2)身体各部位、及び全身の快適感
非常に寒い 寒い ぬるい どちらでもない 暖かい 暑い 非常に暑い	非常に不快 不快 やや不快 どちらでもない やや快適 快適 非常に快適
肩部 ---○---	肩部 ---○---
腰部 ---○---	腰部 ---○---
足部 ---○---	足部 ---○---
全身 ---○---	全身 ---○---

表2. 実験条件

実験NO.	1	2	3	4	5	6
温調スイッチ 目盛り	肩・腰部	2	2	2	5	5
	足 部	2	5	8	2	5

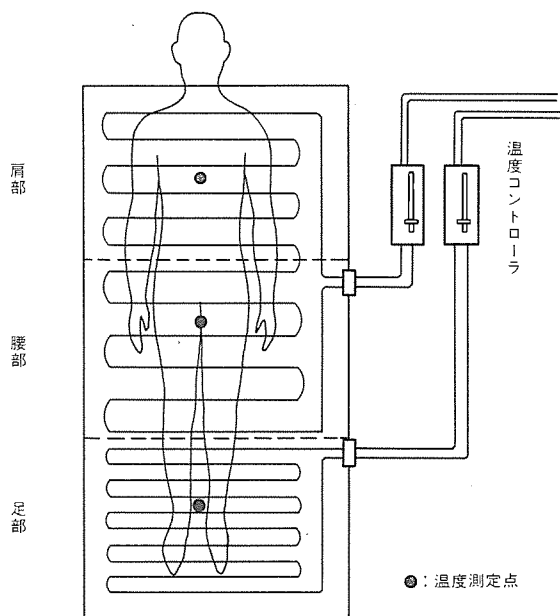


図1. 試作した電気毛布

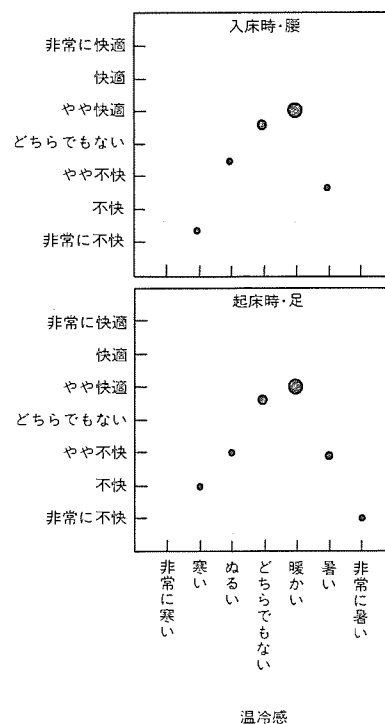


図2. 温冷感と快適感の関係

の高い眠りを生み出すことができるが、温度調節が不適当であると十分に暖まらなかったり、汗をかいたり、また、室内の温度状況に応じて、電気毛布各部の温度を最適な頭寒足熱の状況にコントロールできないなどの問題点があった。

そこで、これらの問題点を改善するために実施した睡眠実験と、その結果をもとに開発した快適睡眠制御及びこの制御を搭載した電気毛布“安眠マット”の概要を以下に述べる。

3. 電気毛布の睡眠実験

電気毛布は、温度特性に優れ、市場占有率の7割を占める敷き用電気毛布を使用し、予備実験により、従来の電気毛布である部位別に温度制御ができない1回路のヒーター配線の場合と加熱面を三つの部分に分割し、体の部位別に温度制御ができる場合を比較し、体の部位別の温度制御が有効であることを確認し、これらの結果をもとに、ヒーター配線が2回路、加熱面は3分割とした電気毛布を試作し、睡眠実験を行った。

3.1 実験方法

図1は、試作した電気毛布を示すものである。ヒーター配線は2回路で、1回路は使用者の肩部及び腰部に当たる部分に配線され、肩部は腰部より配線が高密度になっており、肩部は腰部より高く設定することができる。他の1回路は、足部に当たる部分に配線され、加熱面は3分割となる。また、ヒーター回路別に、同一仕様の温度コントローラがあり、独立した温度調節が可能である。

実験は、1989年1月に各被験者とも6日間実施した。各被験者は健康な男子3名、女子5名であり、平均年齢は男子40.3歳(30~46歳)、女子30.2歳(24~36歳)である。寝具、寝衣は通常使用しているものとした。実験場所は、各被験者が住む住宅とし、通常使用している寝室を用いた。このため、外気条件、室温等の条件は一定ではない。

電気毛布は敷布とん(団)とシーツの間に敷き、毛布温度の測定点は、毛布の各部位(肩部、腰部、足部)各々1点とした。測定点は、各部位の中央付近で、ヒーター線からヒーター線間の1/4離れた地点とし、T型熱電対を糸で電気毛布に縫い付けた。その他の温度測定点は、まくら(枕)元の温度及び外気温度である。測定は1分間隔に行った。

被験者の感覚の申告は、申告用紙によって行った。申告は、入床時及び起床時に実施した。入床時の申告は、温冷感、快適感、毛布各部位間の温度差の感じ方、その温度差に対する満足度であり、起

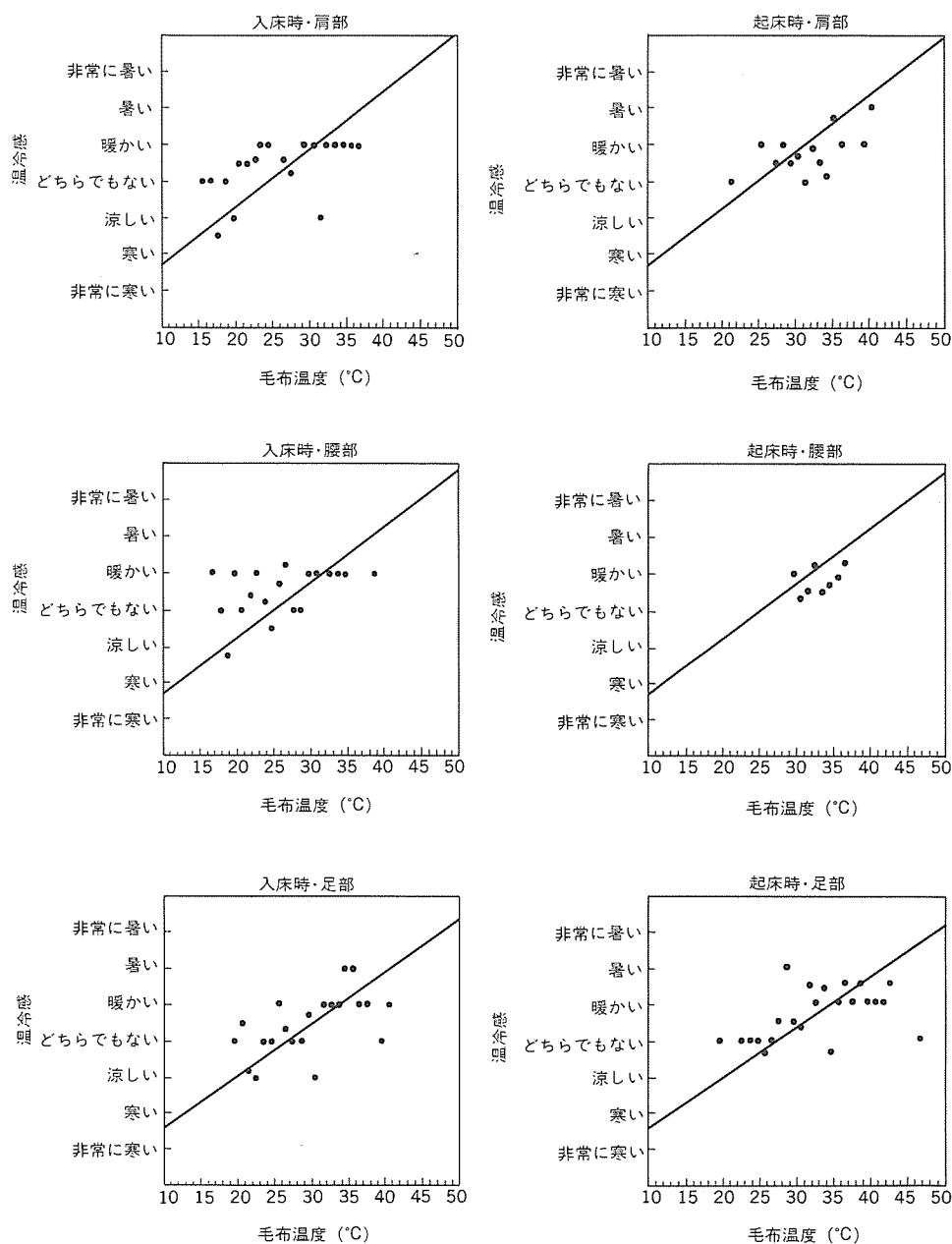


図3. 毛布温度と温冷感の関係

床時の申告は、入床時の申告の内容に睡眠充足度を加えた。入床時の感覚の申告項目を表1に示す。

実験は、被験者がすべて操作を行うこととした。被験者の自然な睡眠状態を得るため、通常の生活を心掛けてもらい、入床及び起床の時刻は指定していない。被験者の実験手順を以下に示す。

- (1) 入床する1時間以上前に実験条件に合わせて、温度コントローラの温調スイッチ(弱:1~強:9の9段階)の目盛りをセットし、電源スイッチをONする。
- (2) 入床時に、感覚の申告と申告時刻を申告表に記入する。
- (3) 就寝する。
- (4) 翌朝の起床時に、感覚の申告と申告時刻を申告表に記入する。
- (5) 電源スイッチをOFFする。

この時の温調スイッチの目盛りの組合せによる実験条件を、表2に示す。

3.2 実験結果と考察

3.2.1 温冷感と快適感

図2は、入床時の腰部と起床時の足部の場合を例に、温冷感と快適感の関係を示したものである。横軸は温冷感、縦軸は快適感を示し、温冷感に対する快適感の値の平均値を求めたものである。図中の●の大きさは、回答数の多さを表している。

図に示すように、両者とも“非常に寒い”から“どちらでもない”に温冷感が変化するに従って、快適感も不快側から快適側に変化し、“どちらでもない”から“暖かい”の間は快適な範囲となる。さらに、“暑い”から“非常に暑い”に変化すると、再び不快側になる。ここで、快適となる範囲を“どちらでもない”から“非常に快適”の範囲とすると、入床時の腰部と起床時の足部の場合は共に、温冷感が“どちらでもない”から“暖かい”の間が快適な範囲となる。また、他の部位でも同様の傾向をもつ結果が得られている。

3.2.2 毛布温度と温冷感の関係

図3に、入床時と起床時の毛布温度と温冷感の関係を示す。横軸の毛布温度は、申告の3分前からの平均値であり、縦軸の温冷感は、毛布温度の0.5degごとの平均値である。図中の直線は、回帰直線であり、先に求めた快適になる範囲（温冷感が“どちらでもない”から“暖かい”の間）から、快適となる毛布温度を求めた。その結果を、表3に示す。表に示すように、快適となる毛布温度の範囲は、入床・起床時とも肩部と腰部の間には快適となる温度にほとんど差がなく、足部は肩部・腰部より2degほど高い温度であった。また、各部位とも入床時と起床時での差はなく、起床時は若干高めとなった。

表3. 各部位の快適となる温度範囲

部位	入床時	起床時
肩部	24～31℃	25～31℃
腰部	24～31℃	25～32℃
足部	26～33℃	27～34℃

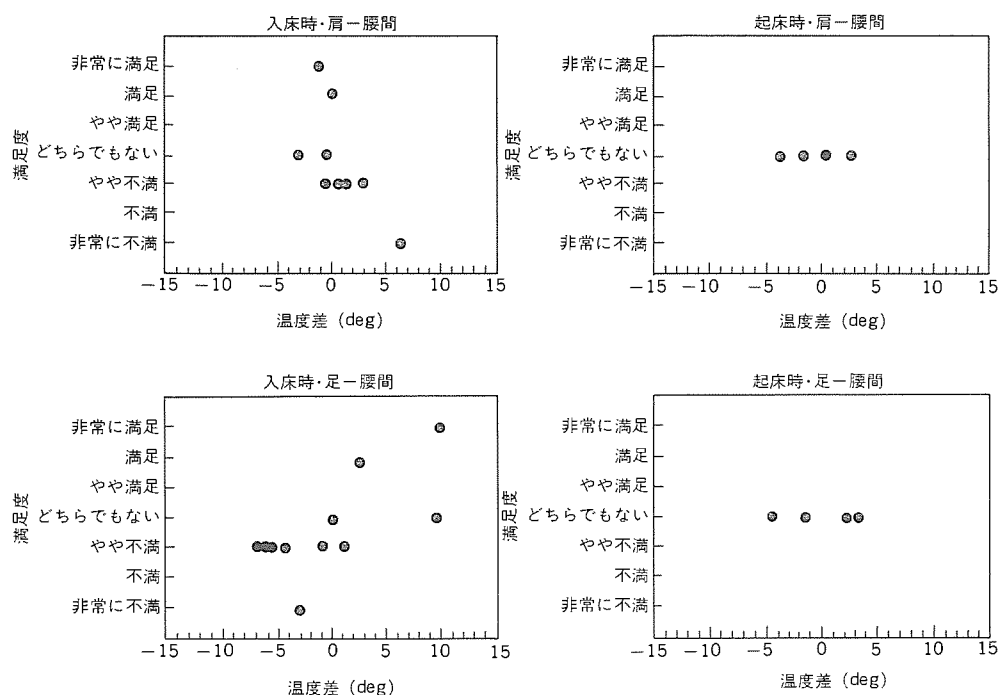


図4. 温度差と満足度の関係

た。

3.2.3 温度差から求めた快適な温度範囲

3.2.2項で求めた温度により、肩部と各部位の温度差と感覚値（温度差の満足度）関係から、快適となる温度範囲を求める。

図4は、この温度差と満足度の関係を表したもので、肩部温度が24～31℃について示す。図4から、入床時は足部温度が腰部温度より2deg以上高いと満足になり、温冷感から求めた快適な温度範囲と一致する。起床時は、足部温度と肩部温度の温度差が-5～+5degの範囲で、満足度は“どちらでもない”であり、入床時とは異なっている。他の肩部と腰部の間の温度差は、入床時はばらつきが大きく、満足となる範囲が限定できず、起床時は“どちらでもない”という申告結果が得られた。

このように、温度差に対する感覚は、温度に対する温冷感や快適感に比べて個人差が大きく、温度差に対しては、個人の好みに応じた調節が必要である。

4. 安眠マットの開発

以上の実験結果などから、快適で質の高い電気毛布の実現に対して、次の点に注目して開発を行った。

- 身体各部位を最適な温度に制御する。
- 足元重視の加熱機構とする。
- 身体各部位の温度コントロールを簡単に操作できる。
- 電気毛布の素材の質的向上を図る。

4.1 快適睡眠制御

就寝時に快適となる温度は、身体各部位によって異なり、足部温度は感覚に大きな影響を与えるので、全身を快適な状態にするには部位別に温度制御することが重要である。そこで、開発した電気毛布（安眠マット）は加熱面を3分割し、ヒーター配線を2回路とし、部位別に独立して温度制御ができるようにした。

図5は温度コントローラで主となる温調スイッチで肩部（腰部）の温度設定を行い、足部温度は足元スイッチにより、主となる温調スイッチの設定温度に応じて、“あつめ”“ふつう”“ぬるめ”の感覚入力により行うことができる。図6は、各温度調節と設定温度の関係を示したものである。肩部・腰部の温度は、温調スイッチによって任意に設定できる。足部温度は、設定された温調スイッチの強～弱と足元スイッチで入力された足部の好みの感覚により決定される。

表4は、部位別の温度制御について、温調スイッチ：5（強～弱の中の位置）の場合を示す。表に示すように、温調スイッチの温度調節による肩部の設定温度がA（℃）の場合、腰部はA-2（℃）となり、足部スイッチが“ぬるめ”のとき、足部温度は肩部と同一のA（℃），“ふつう”のときには肩部より2deg高いA+2（℃）となり、“あつめ”のときには肩部より5deg高いA+5（℃）になるように、各部位の温度を制御する。

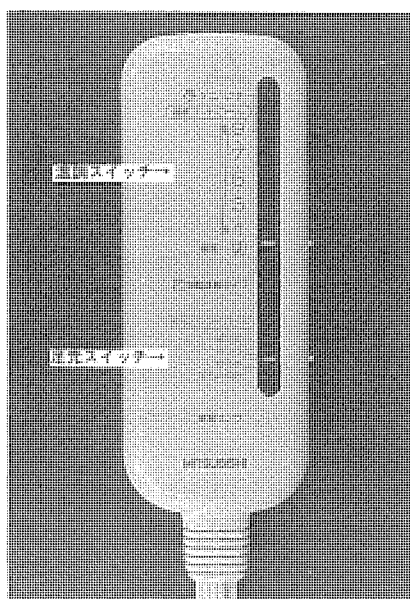


図 5. 温度コントローラ

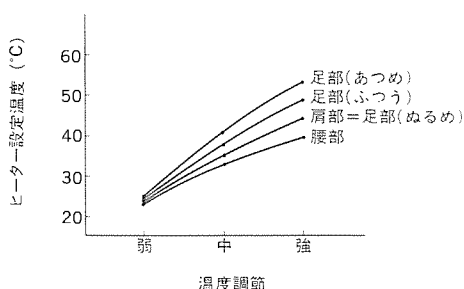


図 6. 各温度調節と設定温度の関係

表 4. 部位別の温度制御

	温調スイッチ		足元スイッチ：足元部感覚入力		
	肩 部	腰 部	“あつめ”	“ふつう”	“ぬるめ”
入 床 時	A	A-2	A+5	A+2	A
起 床 時	A+2	A	A+7	A+4	A+2

注 A：温調スイッチによる肩部の設定温度（°C）

起床時は、入床時よりやや高めの温度が快適となるため、入床後 6 時間経過後に各部位とも設定温度を 2 deg 高くなるように制御する。また、足部だけの加熱も可能である。

4.2 毛布の素材

電気毛布では、一晩中寝床内温度を高く保つことができるので、発汗が促進され、寝具の吸・放湿性能は重要な条件となる。そこで、安眠マットでは、毛布の表面素材として、羊毛を用いた。安眠マットの断面構造を図 7 に示す。羊毛は、繊維の表面自体が外部湿度に応じて水分を吸放出する特徴を持っているので、吸・放湿性に大変優れ、特に、吸湿性については羊毛の重量の 1/3 までの湿気を吸収することができ、ポリエステル綿の約 40 倍の性能をもつ。また、全容量の約 60% まで含気可能な安定した空気層をつくることのできるため、保温性も高い。

4.3 その他の機能

安眠マットでは、室内の温度変化に合わせて、ヒーターの設定温

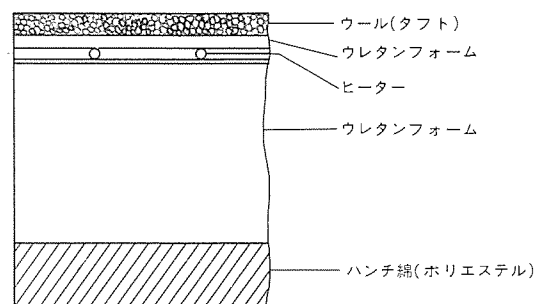


図 7. 安眠マットの断面構造

表 5. 安眠マットの仕様及び機能

形 名	DF-M100形	
消 費 電 力	85W(初期90W)	
本 体	外形寸法 (cm)	縦200×横102×厚さ4
	表 地	羊毛100%(ウールタフト)
機 能	温度制御方式	感熱線式発熱体を使用した室温センサとマイコンによる制御方式
	ダニパンチ	2時間のダニ退治運転(自動OFF)
	自動速熱	スイッチON時のみ自動速熱運転
	温度制御	入床時 腰部に対し肩部+2°C、足元部+4°Cで制御 起床時 各部とも入床時に対し+2°Cアップ(スイッチON後6時間で作動)
	足元スイッチ	・あつめ・ふつう・ぬるめ・足元のみ
	外形寸法 (cm)	縦19.7×横7.6×厚さ3.2
コン ト ロ ー ラ	コード	電源側 1.9m
	長 さ	本体側 1.3m(6心コード)

度を自動コントロールする(例：室温が 3°C 下がったとき、ヒーターの設定温度を 3°C 上げる。)室温補正機能や安眠マットを二つに折って、50°C 以上に加熱しダニを退治する《ダニパンチ機能》を搭載している。開発した安眠マットの仕様及び機能を表 5 に示す。

5. む す び

電気毛布における各部位別の温熱感覚に注目し、感覚実験により、就寝時に快適となる温度は人体の各部位によって異なり、足部温度は感覚に大きな影響があることを確認した。そして、これらの結果をもとに、電気毛布の加熱面を 3 分割とし、部位別に温度制御を行うとともに、足部温度は“あつめ”、“ふつう”、“ぬるめ”の感覚入力で決定できる快適睡眠制御を開発した。この快適睡眠制御や毛布の素材には吸・放湿性に優れた羊毛を搭載し、開発した電気毛布が安眠マットである。

電気毛布は、冬季の“快適な眠り”を作り出すために最も有効な寝床内暖房機器の一つであり、今後更に“快適な眠り”について研究を進めていきたい。

参 考 文 献

- (1) 前田ほか：睡眠時の温熱環境と感覚の実験的研究，第 4 回睡眠環境シンポジウム報告集，15～23 (1988)
- (2) 前田ほか：睡眠時の温熱環境と感覚の実験的研究(2)，第 5 回睡眠環境シンポジウム報告集，25～31 (1989)
- (3) 松下電工技術研究所編：眠りと寝室の科学 (1988)
- (4) 今井ほか：奈良女子大学家政学研究 (1980)
- (5) 中山昭雄編：温熱生理学，理工学社
- (6) 鳥居鎮夫：眠りの科学
- (7) 川島美勝：環境体温計による体温のサーカディアンリズムに関する研究，第 11 回人間-熱環境系シンポジウム報告集 (1987)

加工分野向けCAD/CAM統合システム

田中 豊* 長谷川貞彦* 藤野大助* 中山喜敬* 渡辺尚紀* 大山年郎*

1. ま え が き

CAD/CAM統合システムを開発するうえでの最大の課題は、次の三つの条件が果たしてそうかどうかである。

- (1) 設計から製造までの生産現場に関する一貫した“知識”
- (2) これらの知識をシステム上に具現化する“技術”
- (3) メーカーの立場（商品）、ユーザーの立場（設備）としての利害が一致する“人材”

このシステムを開発した当社名古屋製作所は、自動プログラミング装置、レーザ加工機、放電加工機、ロボット、NC装置、シーケンサなど最新のFAシステムに欠かせない製品群のメーカーである。一方では、金型加工・製品加工・板金加工の各分野で、それらのユーザーでもある。前述の条件、すなわち設計、製造、FA機器、ソフトウェア、メーカー、ユーザーなどの“知識”、“技術”、“人材”がすべてそろっている恵まれた開発環境にある。

今回、この環境を生かして、加工分野を対象としたCAD/CAM統合システムの開発を行った。

開発に当たっては、次のような方法により、生の現場の要求から離れることがないような開発体制の維持に努めた。

- ソフトウェア開発要員に製造の実務を半年以上経験させる。
 - 開発の各段階で必ず関係部門の担当者が集まりレビューをする。
- また、開発されたシステムは社内設備として導入し、改良を繰り返し1年以上の使用実績を積み上げ、商品化した。

2. 開発のねらい

このシステムは、表1に示すような分野を対象としており、生産現場における設計効率化とNC機械の効率的稼働のサポートを目的として、次のような技術課題の解決をねらった。

- (1) 対象各業務分野及び各加工分野を統一思想でサポートし、一貫性のある操作環境・運用環境・資源共有環境・オープン環境・ネットワーク環境を提供する。
- (2) 操作時間短縮のかぎ（鍵）となる入力手段としてキーボード、マウス、タブレット、ファンクションボックス、スキャナ、ディジタイザ、スクリーンメニュー、タブレットメニューなどを自由に選択可能とし、作業形態に合わせて最適な操作環境を構築できるようにする。
- (3) カスタマイズ機能により導入部門の業務に合わせた標準化や合理化を可能とし、生産現場の限りない変化と進化に柔軟に対応できるようにする。
- (4) 技術革新の目覚ましい計算機環境において、常に最新のハードウェアに追従できるような柔軟なソフトウェア構造にする。ユーザーの蓄積したデータを無駄にせずにシステムアップを可能にする。
- (5) 設計情報（CAD）と生産情報（CAM）の一元化（データベース共有）により、システムの利用形態にフレキシビリティを持たせる。また、両者の間でのデータ転送・変換などの操作を不要とすること

により、大幅な時間短縮と設計・加工間のインタフェースミス排除を実現する。

- (6) 管理部門、設計部門、製造部門などで構築した資源・情報を一元管理し、互いに自由に活用できる共有環境を構築可能とする。
- (7) CAMモジュールにおいては、多種多様な工作機械を個別サポートではなく、総合的にサポートする。
- (8) 内蔵のデータベースによる自動設計・自動加工ができ、ユーザー独自のノウハウ蓄積もデータベースの変更追加により可能とする。

3. システム構成

3.1 ハードウェア構成

(1) ハードウェア構成例

このシステムは、最小構成のパソコンを用いたシステムを始め、各種のハードウェアを使用したシステムが構築可能である。一例として、図1にEWS（エンジニアリングワークステーション）を用いたシステムのハードウェア構成例とその運用形態を示す。

このシステムは、ネットワークを介して他の装置と接続されており、分散ファイル管理、静電プロッタサーバ出図など情報資源・機器資源の共有を行っている。ソフトウェアによるCAD/CAM統合との相乗効果により、CAD専従、CAM専従、CAD/CAM一貫のいずれの作業形態を取る作業にも操作性が良く、相互にデータ交換のできる運用環境を提供している。

また、各種の入出力装置が接続されており、各個人の作業形態に合わせた操作環境を選ぶことができる。

(2) スキャナ入力装置

このシステムの特長的な入力装置としてスキャナ入力装置があり、デザイン形状・看板文字・ロゴマーク等、詳細寸法が不明確な自由曲線を主体としたもののCADデータ入力に利用できる。

この装置は、専用に開発したベクトライザとイメージスキャナに

表1. 対象業務分野と加工分野

業務分野			加工分野		
区分	業務内容		金型加工	製品加工	板金加工
C A D	製品設計	機能設計、計画図作成	○	○	○
	生産設計	形状・寸法・精度・材質決定 部品図作成、組立図作成	○	○	○
	金型設計	キャビティコア図作成 型図作成、電極図作成	○		
C A M	工程設計	工程手順立案、工程表作成 取付具組図作成	○	○	○
	作業設計	レーザ加工機用 加工図作成、NCデータ作成		○	○
		ワイヤ放電加工機用 加工図作成、NCデータ作成	○	○	
		形彫放電加工機用 加工図作成、NCデータ作成	○		
	NCデータ作成	フライスマシニング用 加工図作成、NCデータ作成	○	○	
		旋盤用 加工図作成、NCデータ作成	○	○	

より構成されている。処理対象は、A3サイズまでの塗りつぶし図形であり、図形の輪郭を抽出・認識し、直線・円弧の近似データ（ベクトルデータ）に変換する。認識内容としては、輪郭長によるノイズ除去、真円認識、直線認識、コーナ認識、輪郭ループの包含関係の認識などがある。以上すべての処理をファームウェアで行うことにより、複雑な形状でも高速・高精度のベクトル近似を可能にした。

また、画像処理を外付けハードウェアとしたのでホストの処理が

軽減され、図形入力からNCデータの作成までを同一操作環境で行うことが可能となった。

現在、この装置はレーザ加工機用のシステム及びフライス用CAM機能を特化した彫刻機用システムに利用されている。

3.2 ソフトウェア構成

次にソフトウェア構成を図2に示す。操作性に関係する部分は極力自由度を大きくし、かつユーザーでも容易に変更できるようにし

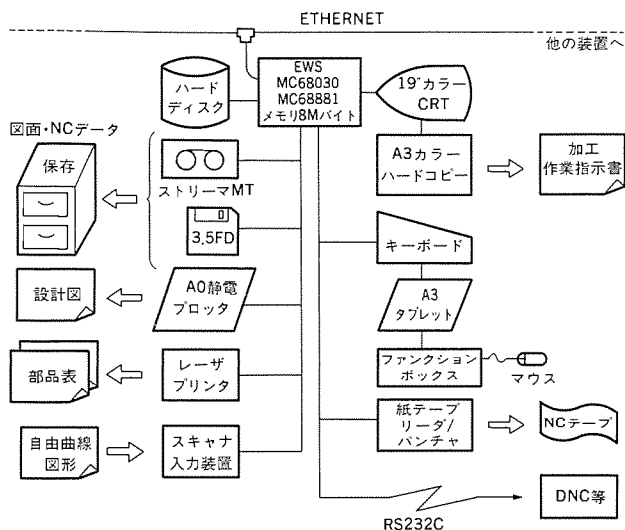


図1. ハードウェア構成

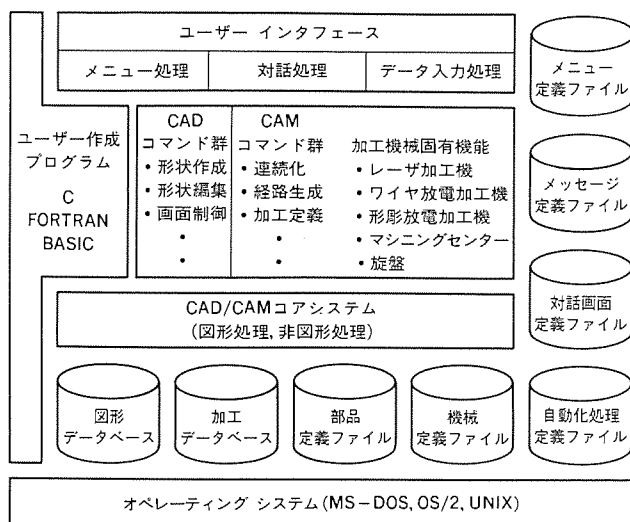


図2. ソフトウェア構成

ビュー設定	ビュー削除	中心点	中点	任意点	削除	矢種変更	線種変更	作図モード	ファイル
ビュー切替	全ビュー削除	判定幅	交点	端点				下画ON	
1:終了 / 2:中断 / 3:新規フォルダ / 4:複写 / 5:名称変更 / 6:検索 / 7:削除									
図面番号	作成日	図面名称	作成者	Pa #	登録日	更新日			
【上の階層へ】	*****	*****	*****	*****	*****	*****			
【タブレット】	*****	*****	*****	*****	*****	*****			
【プロット】	*****	*****	*****	*****	*****	*****			
【全型課】	*****	*****	*****	*****	*****	*****			
【投影】	*****	*****	*****	*****	*****	*****			
【サンプル】	*****	*****	*****	*****	*****	*****			
WIREDemo0		ワイヤーデモ			1989/ 4/19	1989/11/ 2			
WIREDemo01M		寸法記入			1989/ 4/19	1989/11/ 2			
WIREDemoKAKO		ワイヤー加工			1989/ 4/19	1989/11/ 2			
kanagata		電極モデル			1989/ 9/12	1989/11/ 2			
KANAGATA					1989/ 5/30	1989/ 9/21			
SCAN		スキャン加工			1989/ 6/16	1989/11/ 2			
3CANVAS		キャンパス			1989/ 6/22	1989/11/ 2			
D16					1989/ 9/22	1989/ 9/22			
DMTURN		旋盤			1989/ 7/ 7	1989/11/ 2			
/Drawing									

注) 指示ナキは上ハV/Vノコ
注) 寸法公差ハVノ面以外
加工エスル場合ハ全テ0.
取電クリアランス = 0.18 (両特)
有効加工深サ = 5.89

LOAD

水色 クラス優先

メインメニュー

拡大 縮小
部分拡大 連続
相対倍率 参照
直前倍率
自動スケール
リフレッシュ
上
左 右 下

図3. 図面一覧表表示例

り、それらを切り替えることにより多機種をサポートしていた。

このシステムの特長として、基本的にはこれらすべての加工機を同時にサポートするシステム構成が可能である。その場合には、ある部分をワイヤ放電加工機で、またある部分はマシニングセンターで、といった複数種の工作機械にまたがる工程設計、NCデータ作成が同一の画面上で可能である。特に、従来は難しいとされてきたATC付き形彫放電加工機をサポートも行っている。

ただし、1機種用のCAM機能を中心とした、サブシステムの構成で商品化されているものもある(レーザ加工機用LA51, ワイヤ放電加工機用MEDIAPTTYPECADなど)。

また、加工技術的には、次のような機能が用意されている。

- (1) 加工条件・切削条件などの自動決定機能があり、初心者でも容易にNCデータを作成できる。一方、表入力方式の条件指定機能により特定の条件に変更することも可能なので、熟練者にも使い勝手の良いシステムとなっている。
- (2) ユーザー独自の切削手順や加工方法を登録することができ、ユーザーのノウハウの蓄積ができる。

6.1 レーザ加工機

レーザ加工の優れた特長を最大限に生かすためには、より早く、より正確な加工データを作成できる優れたCAM機能が必要となる。レーザ加工機用CAMでは、従来の言語方式やパソコンCAD方式レーザ加工機用自動プロの経験を基に機能を充実させた。以下にその特長を挙げる。

- (1) 丸穴、角穴など12種類の定型加工パターンを備えている。
- (2) 合成展開機能により極めて手軽、かつ高速に板金3面図から展開図を作成することができる。
- (3) 加工形状を自動的に配置するネスティング機能を備えている。
- (4) 面倒な加工順序の指定が不要な自動経路指定機能により、作図後ただちに加工順序が決定される。
- (5) 加工部分の落下防止用マイクロジョイント機能がある。

6.2 ワイヤ放電加工機

ワイヤ放電加工の特徴的な加工方法の一つに、高精度加工には必ず(須)なセカンドカット加工がある。この加工方法ではレーザ加工のような一筆書きの加工軌跡ではなく、同一輪郭形状を順方向とその逆方向に、それぞれ複数回加工する軌跡を出力する必要がある。

また、連続無人運転のための加工方法として、加工後のスクラップ(中子)処理を不要とするコアレス加工(拡大加工)がある。

ワイヤ放電加工機用CAMでは、これらを始めとする高精度化、自動化対応の加工方法に柔軟に対応するための機能を充実させた。以下にその特長を挙げる。

- (1) 加工形状ごとにセカンドカット加工、コアレス加工など各種の加工方法を組み合わせて、その加工工程を指示できる。
- (2) 対象機種の構成に合わせた最適な仕様のNCデータを出力可能とする出力条件設定機能がある。
- (3) テーパー角、上下同一コーナR、上下指定コーナR、上下任意形状等ワイヤ放電加工機特有の加工形状がシンボル表示されるので、所望の加工形状をCAD画面上で直感的に把握・指定できる。
- (4) 特にテーパー角度の指定では、加工進行方向を意識せずに設定でき、NCデータ作成の信頼性と操作性両面を向上させている。

6.3 NC形彫放電加工機

NC形彫放電加工機の特徴を生かした効果的な運用を行うには、電極設計、電極製作用NCデータ作成、放電加工用NCデータ作成を

トータルサポートするCAD/CAMシステムが必要である。このシステムのねらいとした統合環境の下では、一貫性のあるCAD/CAMサポートによりこれらを容易に実現している。

以下、放電加工用NCデータ作成機能について特長を示す。

- (1) 心出しから加工までを連続処理するNCデータが作成できる。
- (2) 単一部品、異種部品の多数個加工に対して、電極交換、加工順序などを考慮して1本化したNCデータが作成できる。
- (3) ATCと単純形状電極の組み合わせによる加工を行う際に便利な工程展開、優先加工、電極割付などの機能を持つ。

6.4 フライス マシニングセンター

フライス マシニングセンター用CAMは次のような特長を持っている。

- (1) 穴、溝、輪郭、面、2.5次元形状など、実加工で多用する形状を、CADの図面上で容易に定義し、加工指定できる。さらに、その延長で、3次元曲面加工も可能である。
- (2) 穴加工や同一形状の多数個加工で必要になる加工形状の配置パターンが豊富に備わっている。
- (3) 輪郭形状を示す曲線を指定するだけで、溝・輪郭・島残しを含んだ面加工(領域切削)ができる。それに加えて断面形状を指定すれば2.5次元形状加工も可能である。
- (4) 2.5次元形状切削時に、曲面に添って一定間隔の切削経路を作成できるピック方式を備えており、均一の面粗さで切削できる。
- (5) 図面上で特徴となる曲線を指定することにより3次元曲面を定義でき、その際曲面に対する曲線の定義方向は意識不要である。
- (6) 投影面機能により、空間的に存在する曲線を容易に定義可能であり、またこの曲線からの形状定義もできる。
- (7) 3次元曲面において、同時3軸加工だけでなく倣い加工同様に座標平面と平行な平面内で加工パスを生成する2.5軸加工も可能であり、オペレータに取って親しみやすい。
- (8) ボールエンドミル、フラットエンドミル、R付きフラットエンドミルに対して曲面の相互干渉及び自己干渉を回避している。
- (9) 仕上げ加工だけでなく、ブロック素材からの削り出しを行う荒加工のNCデータも自動作成される。

6.5 旋 盤

旋盤用CAMでは次のような特長を持っている。

- (1) CAD図面上で仕上形状を指定するだけで旋削加工ができる。
- (2) 外径・内径・端面・溝切り・ねじ切り・穴明け・すみ取りなどの加工パターンをサポートしている。
- (3) 3種類の自動荒取り経路パターンを備えており、素材形状に合わせて、任意に選択できる。

7. 導 入 事 例

次に、このシステムの導入例として、当社名古屋製作所金型課におけるモールドモジュールによるモールド金型の設計方法を紹介する。

以下に説明する設計の結果は、そのまま次の段階であるCAMの作業で使われ、工作の自動化・効率化に役立っている。

(1) 型モデルの作成

まず、製品設計部門から渡された製品図面を金型用の図面に変換する。これは、①寸法公差の中間寸法変形、②樹脂の収縮率変形及び端数丸め処理、③抜きこう配付加の操作からなる。

こうして作成した金型用の製品形状(型モデル)を、モールドベ

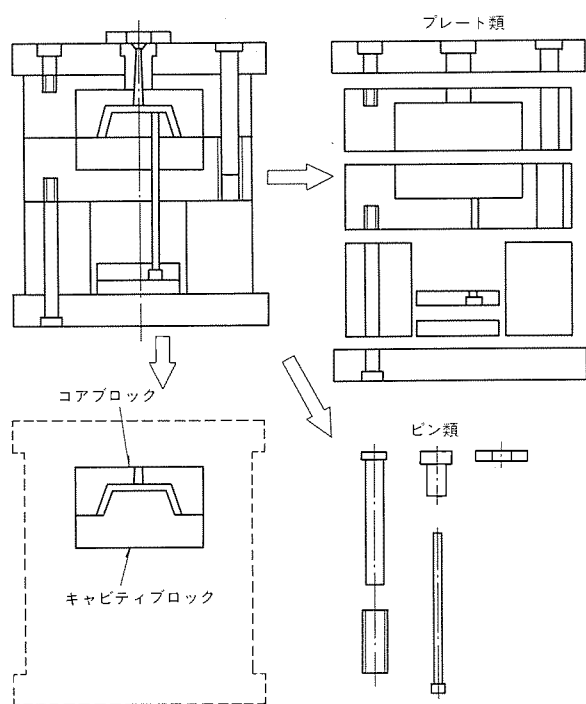


図 5. 組図から部品図への自動展開

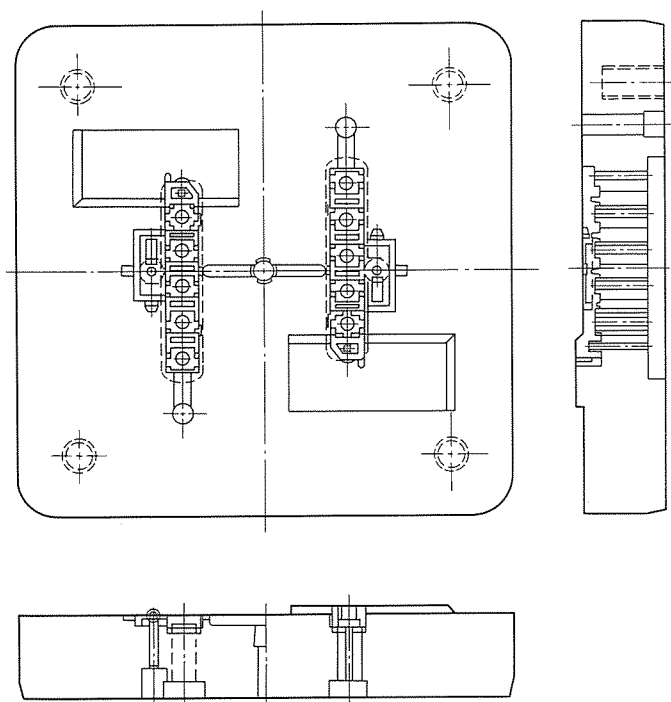


図 6. コアブロック

ースの固定側平面，可動側平面に対応させて，分けて登録する。

(2) 組図の作成

金型の組図はモールドベース上に型モデル，部品を配置しながら作られていく。このシステムでは，パラメトリック図形としてあら

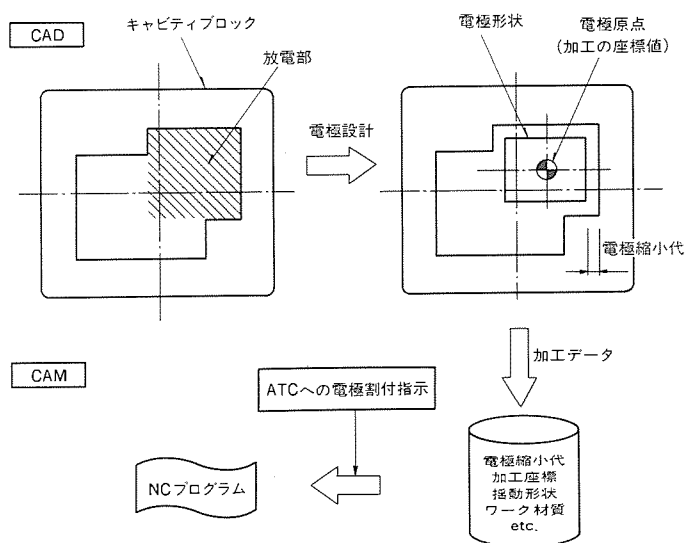


図 7. 電極設計と形彫放電加工機用CAM

かじめ登録してあるモールドベース及びそれに取り付けられる部品の形状をファイルから呼び出しながら作業を進める。

(3) 部品図の生成

このシステムでは，モールドベースはそれを構成するプレートを，部品（組図として表現した部品）はそれを構成する部品とそれが取り付けられたことにより発生するプレートへの加工影響図を，それぞれツリー構造でデータベース化しているので，組図が作られるとそれを部品図へ展開することができる。図 5 にこの関係を示す。

(4) キャビティコアの設計

キャビティコアの設計は自動化が難しいため，マニュアル作業により行われる。金型構造のツリーを作るために組図上でアウトラインの設計を行い，それを発生部品として取り出し，ファイルに登録する。図 6 にコアブロック（可動側）の例を示す。

(5) 電極設計

図 7 に放電加工のための電極の設計手順を示す。既に設計されているキャビティブロックの図形を参照しながら，それに縮小代を加えて電極形状を設計する。電極形状は，ATC用の標準シャンク図形と合成されて電極図面が完成する。

それと同時に電極縮小代，放電加工のX，Y座標，揺動量，揺動パターンが電極の属性としてファイルに出力される。その後CAMにおいて，これらの情報にATC番号の割付情報を加えて，放電加工用のNCプログラムが作成される。

8. む す び

今回開発したシステムにより，製造部門でのCADとCAMの間の情報のやり取りはスムーズに行えるようになった。今後の課題としては，工程設計，生産管理，製品設計部門のCAD，資材システム，CAE等の機能をサポート，あるいは既存のシステムとのリンクにより，より広い分野での情報の一元化を図ることが必要である。

EXオンライン端末分散処理機能《CIMS II /DS》

小出 真* 吉田 学* 渡辺 靖* 木谷 徹* 山崎史江*

1. ま え が き

ワークステーションの高性能化、低価格化によるコストパフォーマンスの向上は目覚ましく、従来、ホスト集中型で行っていた処理をワークステーションの処理能力を生かして分散化し、機能分散、負荷分散を図った分散処理システムの構築が行われつつある。この動きは、OA処理の分野では既に活発化しており、分散化のための標準パッケージの提供も行われている。

一方、基幹業務であるオンライン処理の分野においては、ワークステーションを単なる端末としてのみ取り扱っているのが現状である。

《CIMS II /DS》は、オンライン処理の分野で分散処理を行うために、汎用コンピュータ《MELCOM EXシリーズ》(以下、EXシリーズと呼ぶ。)とワークステーション《マルチワークステーション M3300シリーズ》(以下、MWSと呼ぶ。)によるオンライン分散処理システム構築のための標準機能を提供することをねらいとしたソフトウェアである。

本稿では、《CIMS II /DS》のねらいと特長及び機能について紹介する。また、《CIMS II /DS》を使用した実稼働システムについても紹介する。

2. 《CIMS II /DS》のねらいと特長

既に分散化のための標準機能の提供が行われているOA処理の分野における分散処理のねらいは、次の点にある。すなわち、従来ワークステーションで独立して処理されていたワープロや表作成等のOAパッケージが提供する機能を、ホストのデータベース機能に連携させ、ホストに集中しているデータの一部をワークステーションの操作性の良さを利用しながら処理することができるようにした点である。

オンライン処理の分野における分散処理の最大のねらいは、こうしたOA処理の分野とは違い、ワークステーションに処理を分散することにより、システムスループットと端末レスポンスを向上させることにある。

EXでは、オンライン処理の分野における分散処理の位置付けをこのようにとらえ、さらに、システム構築及び管理の際のユーザーの負担軽減を考慮し、《CIMS II /DS》の開発のねらいを次のものとした。

- (1) オンライン処理の中心となる画面入出力及び帳票出力に関する処理をワークステーションに分散し、システムスループットと端末レスポンスを向上させる。
- (2) 従来どおりのホスト集中型の形態のシステム構築のままで、ワークステーションへ処理を分散することができる機能を提供し、分散システム構築のためのユーザーの負担を軽減させる。
- (3) ワークステーションの業務プログラムとホストのオンライントランザクションプログラムが生成・処理するデータを、互いに送

受信する機能を提供し、ワークステーションに業務プログラムを用意した本格的な分散処理システムの構築を可能とする。

- (4) ホストで行われる画面入出力及び帳票出力と同様の機能をワークステーションに用意し、ホストの処理をワークステーションに大幅に移行できるようにする。

- (5) 分散処理システムを構築することにより、ワークステーションに散在するソフトウェア及びデータを、ホストで集中管理することを可能にし、システム運用の負荷を軽減させる。

3. 《CIMS II /DS》の機能

《CIMS II /DS》は、2章で示したねらいを実現するために、標準機能として以下の機能を提供している(図1)。

(1) 分散画面管理機能《SCREEN /DS》

分散画面管理機能は、図2に示すようにMWS上に画面形式情報をおき、画面入出力の際に必要なフォーマット処理をMWS側で行い、EXとMWS間で転送されるデータを画面上の変動データのみとする機能である。この機能を使用することにより、タイトルなどの固定テキストやけい線などの属性情報は、画面形式情報としてMWS上においているので転送の必要がなくなる。EX側の業務プログラムは、《CIMS II /DS》が提供する標準の命令を使って画面入出力を行うことにより、MWS側に業務プログラムを用意せずに、オンライン処理の主要要素の一つである画面入出力処理の一部をMWSに分散させることができる。この結果、得られるホストの負荷の軽減及び回線データ量の削減が、この機能の目的である。

(2) 分散帳票・スプール管理機能《SPRINT /DS》

分散帳票・スプール管理機能は、分散画面管理機能と同様に、MWS上に帳票形式情報をおき、帳票出力の際に必要なフォーマット処理をMWS側で行い、EXとMWS間で転送されるデータを帳票の変動データのみとする機能である。この機能により、EX側業務プログラムは、《CIMS II /DS》が提供する標準の命令を使って帳票出力を行うことにより、MWS側に業務プログラムを用意せずに、

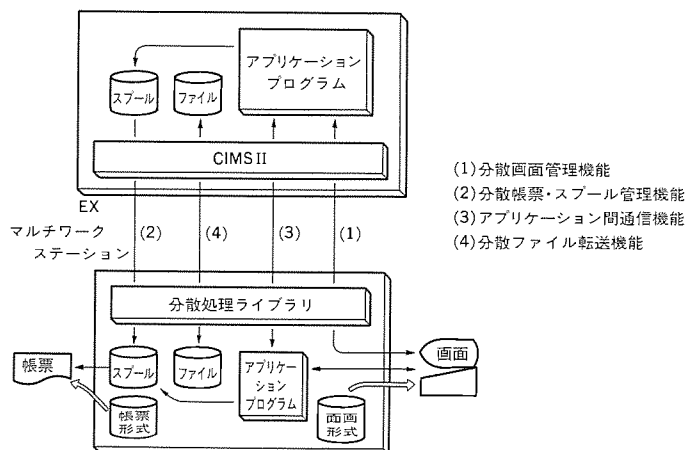


図1. 《CIMS II /DS》の機能

オンライン処理の主要要素の一つである帳票出力処理の一部をMWSに分散させることができる。また、帳票を蓄積するスプールをEXとMWSの両方に用意し、プリンタ用紙の紙切れ、ジャムの場合のページ戻し印字などのリカバリ処理を、MWS側で独立して行うことを可能にしている。以上の結果、得られるホストの負荷の軽減、回線データ量の削減及びEXの状態に影響されない帳票の制御が、この機能の目的である。

(3) アプリケーション間通信機能《APPX/DS》

EX上のオンライン トランザクション プログラムとMWS上の業務プログラムとの間で、データの送受信を行う機能である。データ送受信は、半二重制御のもとで対等な形で行うことができる。したがって、業務プログラムは、ホスト、ワークステーションを意識せず、データ送受信を行うことができる。この機能により、オンライン処理そのものを、EXとMWSで分担することが可能となる。

(4) 分散ファイル転送機能《OFTRAN/DS》

業務プログラムからファイル転送の指示を行うことにより、システムがEXとMWSの間でファイル転送を行う機能である。この機能により、オンライン処理を分散した場合に必要なデータを、ホスト、ワークステーション間で大量に受け渡すことが可能となる。

以上、四つの機能をすべて、EX側、MWS側どちらの業務プログラムからでも、表1に示す命令を用いて同様のインタフェースで利用することができるようにした。また、四つの機能に加えて、《CIMS II/DS》は、MWS側プログラムのために、幾つかのサービス命令を用意している。このサービス命令と分散画面管理機能の命令を用いることにより、業務選択の指示を行うメニュー画面表示及びホストへのログオン、他の業務プログラムの起動など、業務の操作に関する指示を行うためのメニュープログラムをシステムごとに自由に作成することができる。

4. 《CIMS II/DS》の効果

ワークステーションで画面フォーマット処理を行う分散画面管理機能と、従来型のホストで画面フォーマット処理を行う画面編集支援機能《GREEN》との比較結果を示す(図3)。

表1. 《CIMS II/DS》の命令

分 類	命 令	内 容
分散画面管理機能命令	CGPOUT	画面出力を行う。
	CGPCONV	画面出力と入力を行う。
	CGPIN	画面入力を行う。
分散帳票スプール管理機能命令	CSPOPEN	帳票出力を開始する。
	CSPOUT	定義されたフォーマットで帳票を出力する。
	CSPWRITE	行単位で帳票を出力する。
	CSPCLOSE	帳票出力を終了する。
アプリケーション間通信機能命令	CTPATTC	相手プログラムを起動し、アプリケーション間通信を開始する。
	CTPATINF	起動時データを受け取る。
	CTPSND	データを送信する。
	CTPRCV	データを受信する。
	CTPCONFM	確認要求に対し応答を返す。
	CTPERR	エラーを通知する。
	CTPFREE	セッションを解放するための後処理を行う。
	CTPRTN	トランザクションを終了する。
分散ファイル転送機能命令	CTFTFILE	ファイル転送を要求する。
	CTFQUERY	ファイル転送の実行結果を問い合わせる。
サービス命令	SVCOPEN	メニュープログラムの初期設定を行う。
	SVCATTC	業務プログラムを起動する。
	SVCLOGON	ホスト計算機に対しログオンする。
	SVCLOFF	ホスト計算機に対しログオフする。
	SVCRTN	業務プログラムからメニュープログラムにデータをわたす。

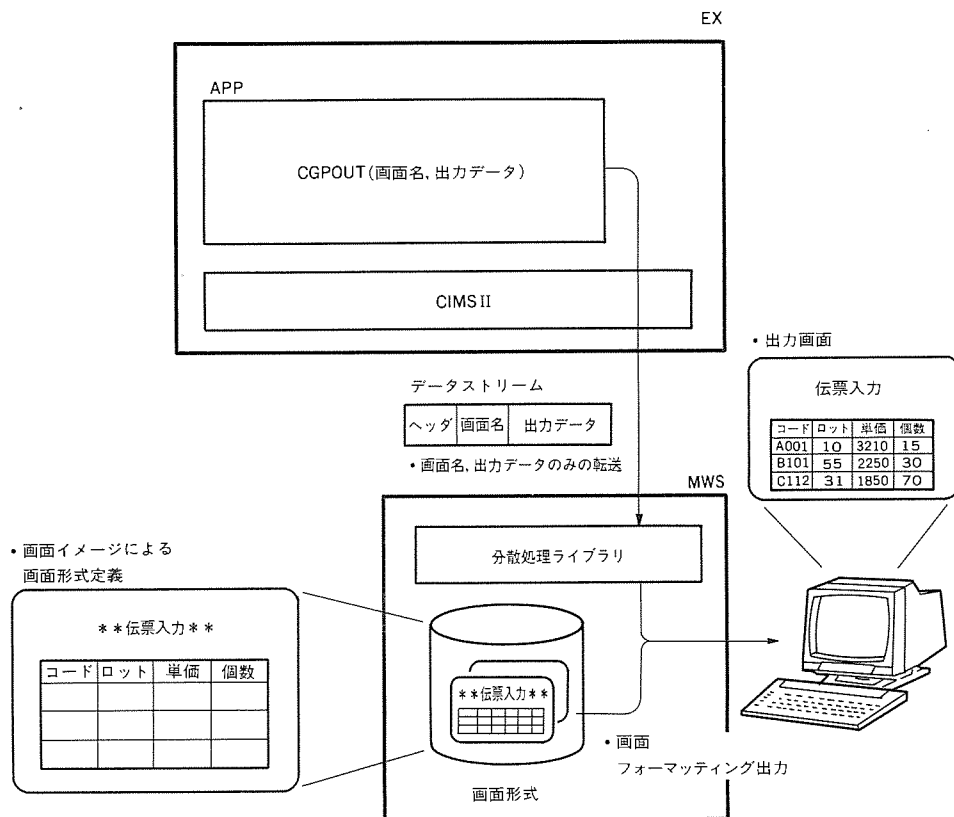
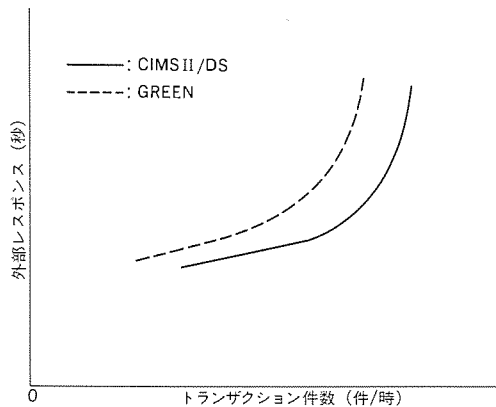


図2. 分散画面管理機能の処理

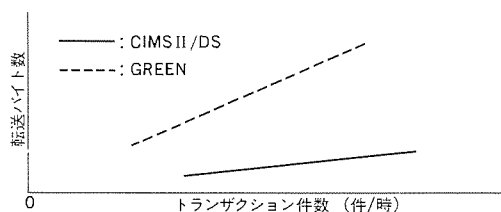
図3で示すとおり、《CIMSⅡ／DS》による画面入出力処理の分散により、以下の効果が得られることがわかる。

- 《GREEN》に比べ、外部レスポンスの向上が図られている。
- 《GREEN》に比べ、回線のデータ量を大幅に削減できている。

これは、画面入出力処理の分散により、画面上の可変データのみが送信されることによって得られる効果である。また、転送バイト数の減少により回線オーバーヘッドを小さくすることができ、外部レ



(a) 外部レスポンスの比較



(b) 回線データ量の比較

測定条件
 ・モデル トランザクションの処理
 1回の画面入力から出力の間に
 VSAMファイルアクセス25回
 ・回線速度 9600bps

図3. 《CIMSⅡ／DS》の効果

スポンス向上の一つの要因となっている。

5. 分散システム管理機能《DS-NET／WS》

従来、ワークステーションへの分散処理ソフトウェアのインストールは、ワークステーション設置場所にフレキシブルディスクを持ち込んで行っており、多大な労力と時間を必要としていた。また、多数のソフトウェアの保守、管理作業は煩雑であり、分散システムの運用上の問題となっている。

分散システム管理機能《DS-NET／WS》は、これらの問題を解決し、分散システムの運用管理の負担を軽減することをねらいとしたシステムであり、次の機能を提供している。

(1) プログラム／データファイルの集配信機能

MWS上のプログラム／データファイルをEX側で集中管理し、必要に応じて各MWSに配信する機能である。これにより、分散処理ソフトウェアのインストール、保守をEXから短期間で行うことが可能である。

(2) 集配信のスケジューリング機能

集配信を、即時、ログオン時、特定の日付・時刻、毎日／毎週の特定時刻のタイミングで自動的に行うことができる。

(3) MWS側のプログラム／データファイルの管理機能

集配信状況をファイル単位で集中管理し、また集信したMWS側ファイルのバージョン管理等を行う機能である。この機能により、各MWS上の分散処理ソフトウェアのインストール、保守状況が把握でき、運用管理の労力を軽減し、ミスを防ぐことができる。

6. 事例

《CIMSⅡ／DS》による業務システム構築の事例として、菱電サービス㈱の顧客情報ネットワークシステム(以下、CINSシステムと呼ぶ。)を紹介する。

菱電サービス㈱は、当社の昇降機、冷凍・空調機等に対する技術サービスを担当するために設立された。近年は、昇降機、冷凍・空調機等の保守・修理を中心とする従来の事業展開に加え、ビル管理

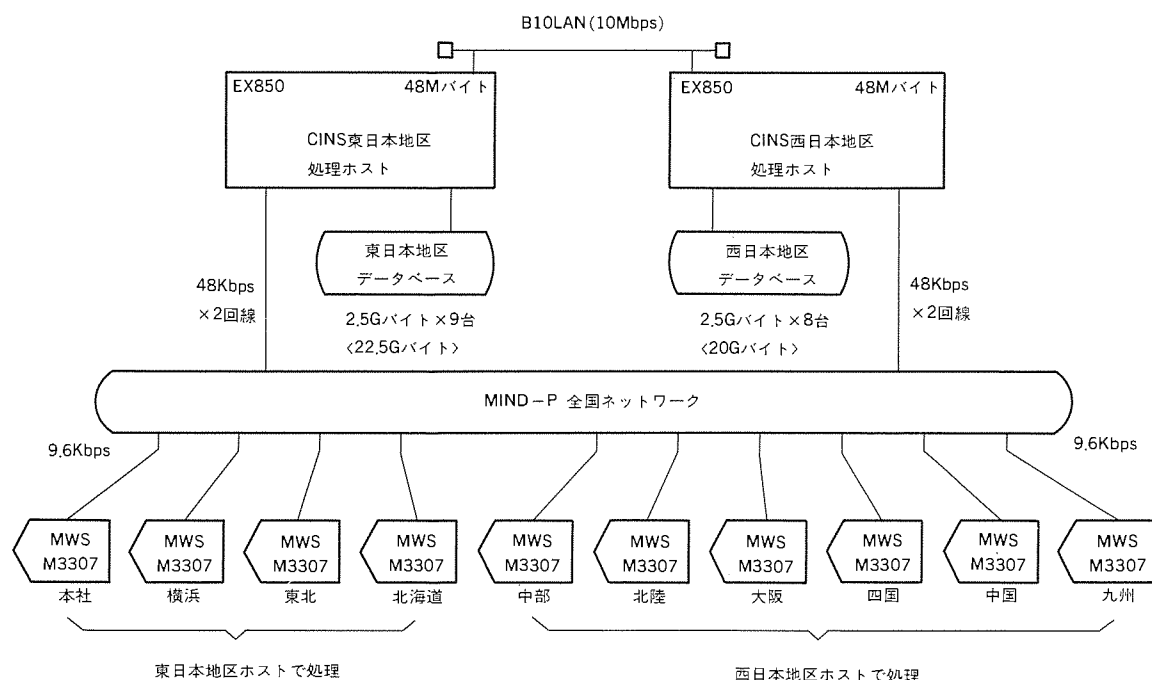


図4. CINSネットワークシステムの構成

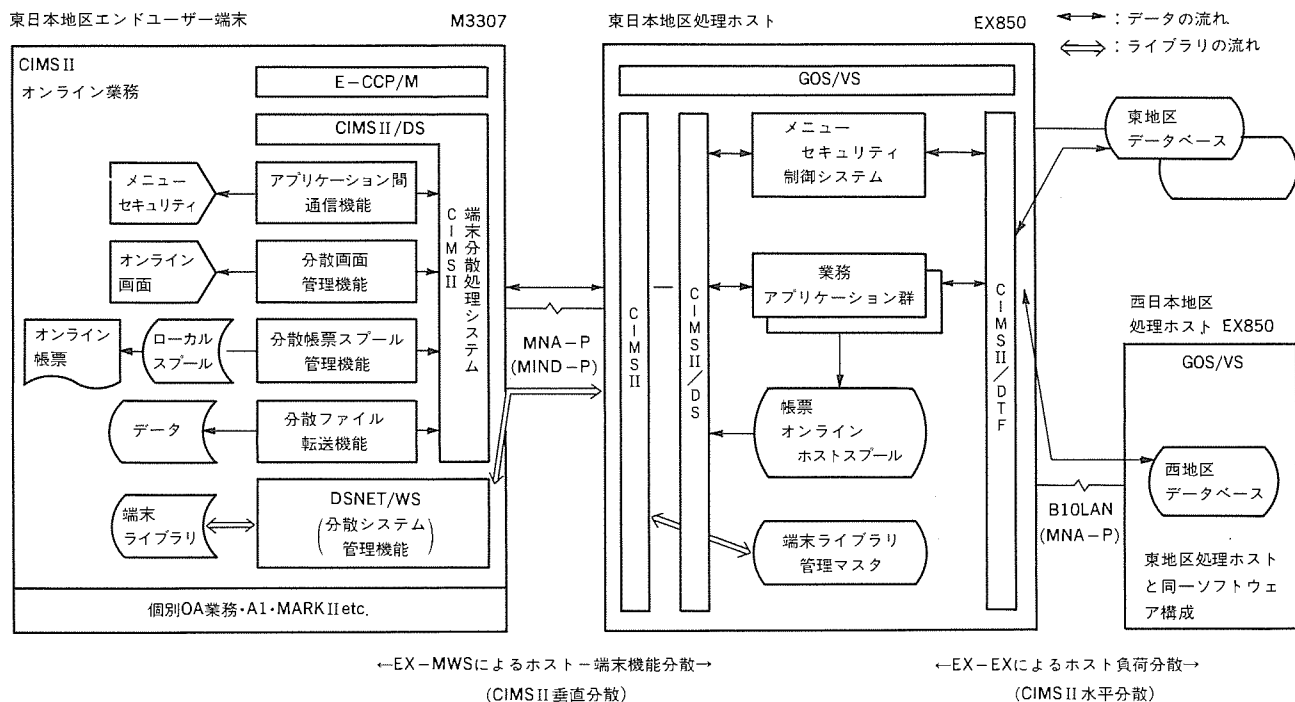


図5. CINSソフトウェアシステムの構成

や設備買換え需要の促進等によって事業拡大を図っている。このようなシステムの期待に対し、顧客情報システム再構築への要請が高まり、平成元年4月から1次システムをカットオーバーした。

6.1 CINSシステムの概要

CINSシステムの目標は、以下のとおりである。

- (1) 顧客関連情報を一元化し、ビルシステム、冷熱、資材の現場から管理部門まで、一連の業務をサポートする全社情報システムを構築する。
- (2) ホストシステムとパソコンシステムを統合・改善する。
- (3) 各事業所に端末機器を設置し、ホストを中心にネットワークを結び、リアルなデータ交換を可能とする。

6.2 システム構成

CINSシステムは、図4のように地域を西日本地区と東日本地区に分け、それぞれにEXを1台設置し、そのEXと接続されたMWSとの間で分散処理システムを構築している。また、EX同士はLANにより接続され、EX-EX間の分散処理をサポートする分散トランザクション機能《CIMS II / DTF》により水平分散処理システムを構築している。

CINSシステムは図5に示すソフトウェアで構築され、《CIMS II / DS》の各機能を以下のように利用している。

(1) 業務選択処理

CINSでは、業務選択処理をMWS側に用意したメニュープログラムでEXと独立に処理させている。このとき、端末ごと、オペレータごと、オペレーション時間帯ごとに利用可能な業務をチェックし、業務の機密保護を行っている。このためのデータは、アプリケーション間通信機能を利用し、MWSシステム起動時等にホストからMWS側へ通知する。このような処理により、ホスト機能はセキュリティチェックに適合した業務処理でのみ利用され、ホスト負荷軽減

のみならず、機密保護にも《CIMS II / DS》の機能が利用されている。

(2) 業務処理

現在、業務処理は分散画面管理機能、及び分散帳票、スプール管理機能を主に利用して行われている。これらを利用することにより、業務処理システムは従来のホスト集中型のイメージで設計しながら、分散化の効果を得ることができる等の利点を得られた。

なお、今後の計画として、各部門に設置したMWSの業務処理により作成されたデータベースを、分散ファイル転送機能を用いてMWS間で交換及びEX側に集信し、ホストで集中処理を行うシステムを検討中である。

6.3 《CIMS II / DS》導入の効果

CINSの実運用における《CIMS II / DS》の導入効果は、導入前に対し、端末台数が増大し、業務範囲も拡大しているなど条件が異なるため、単純比較することはできないが、トータルの回線コストを大幅に削減できている。

7. む す び

《CIMS II / DS》は、既に幾つかのユーザーシステムで実稼働しており、成果をあげている。一方、個々の機能についてみると、分散システムの運用手順が当初検討していた以上にむずかしく、現状の《CIMS II / DS》の提供機能では、特に運用、操作性において課題がある。今後、これらの点を改善し、さらにユーザーのニーズを踏まえながら、オンライン分散システムの基盤機能としてふさわしい製品としていき、より多くのシステムに適用されていくよう発展させていく考えである。

部品化による生産性向上を目的とした高生産性言語A II

逢坂 仁* 稲生紀和*

1. ま え が き

近年、情報システムの複雑化・大規模化に伴い、応用ソフトウェアの開発量・保守量が急激に増大している。この結果、エンドユーザー部門からのシステム開発ニーズに十分対応できずに積み残されている開発要求（バックログ）の急増が重大な問題になってきており、システム開発の生産性向上が強く求められている（図1）。

こうした生産性向上要求に対して、特にツール面から、次の三つの対策が考えられる。

- (1) 業種・業務に適した応用ソフトウェア パッケージを適用し、開発量の削減を図る。
- (2) 開発支援ツールや高生産性言語の利用によって、開発効率を上げる。
- (3) エンドユーザーが自分自信で問題解決できる環境を整え、開発要求そのものを減らす。

汎用コンピュータ《MELCOM EX800シリーズ》では、生産性向上要求に対応する製品をそれぞれ提供しているが、本稿ではこのうち、(2)に対応するソフトウェア製品である“開発支援システム SWEET II”全般について概要を説明した上で、SWEET IIの中の中心的な機能である、高生産性言語A IIについて、そのねらい・特長・機能概要・効果について報告する。

2. “アプリケーション開発支援システムSWEET II”の概要

2.1 SWEET IIの考え方

SWEET IIは、事務処理分野の基幹業務システム開発の生産性向上をねらいとした開発支援システムであり、応用ソフトウェアの設計から保守までをカバーする開発支援環境を構築している。

SWEET IIの生産性向上に対する基本的考え方は、次のとおりである。

- (1) プログラムの部品化による再利用の促進

データ仕様、プログラム構造、共通処理を部品化し、再利用を行うことにより、応用ソフトウェア開発の生産性向上・品質向上・標準化を促進する。

- (2) 既存のソフトウェア資産の活用

開発済みのソフトウェア資産を効率良く活用する。また、既存ソフトウェアの改良開発にもSWEET II各ツールが利用できるように配慮する。

- (3) 体系化された開発支援ツール群の提供

応用ソフトウェア開発の各工程に従って、体系的にツールを用意する。また、体系化されたメニューの選択と対話形式のデータ入力で、開発作業効率を高める。

- (4) 日本語による開発・保守作業

日本語の対話画面、日本語のドキュメントによって、日本人にとって扱いやすい開発環境を提供する。

2.2 SWEET II支援ツールの概要

SWEET IIの各ツールは支援する開発工程ごとに、以下の五つの機能分類されている。

- (1) 共通支援機能（WSDF）

ファイル操作など開発作業に共通して使用できる機能。

- (2) 設計支援機能（FRAME, PLAN, GREEN）

ファイルやレコードのレイアウトの定義、プログラムの定義、画面の定義などプログラム設計を支援する機能。

- (3) プログラム製造支援機能（A II）

部品化によってプログラム開発の生産性を向上させる高生産性言語。

- (4) テスト支援機能（TDGF, IDMF, IDA）

ファイル／レコードの設計情報を基にテストデータを作成する機能。オンラインでの業務プログラムの実行診断／性能解析機能。

- (5) 管理支援機能（APMF, PMF, JCLM）

ソースプログラムの管理（世代管理など）、ジョブ制御言語の管理、既存ソフトウェア資産の管理・解析の機能。

各ツールはデータを介して結合されており、ツール間で連携してA II言語によるプログラム開発を効率良く進めていく統合的な環境

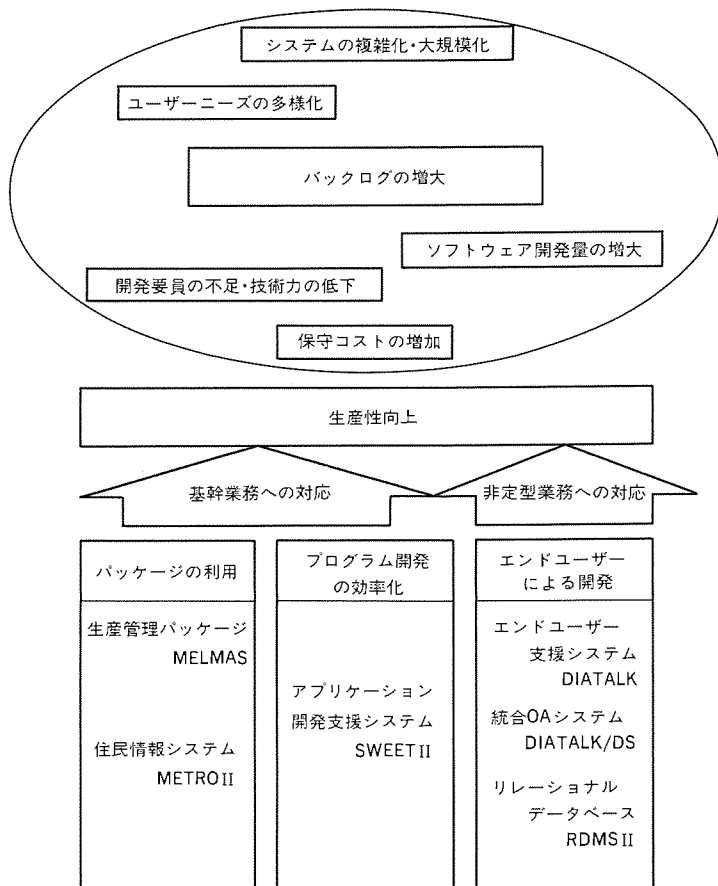


図1. 生産性向上へのアプローチ

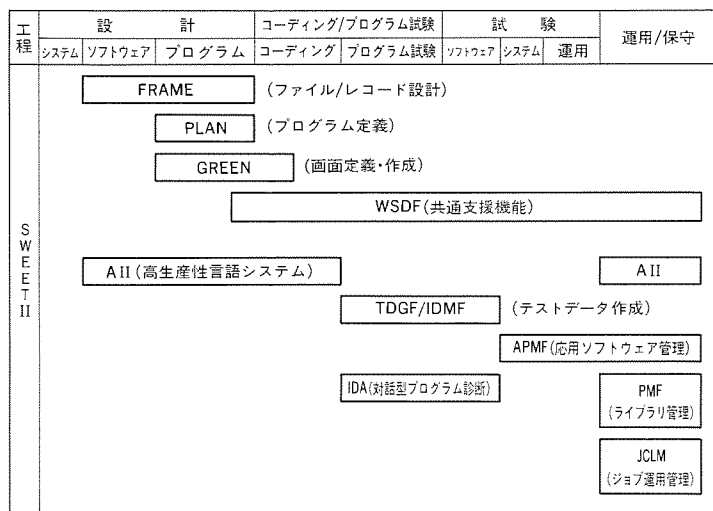


図 2. 支援ツールのサポート範囲

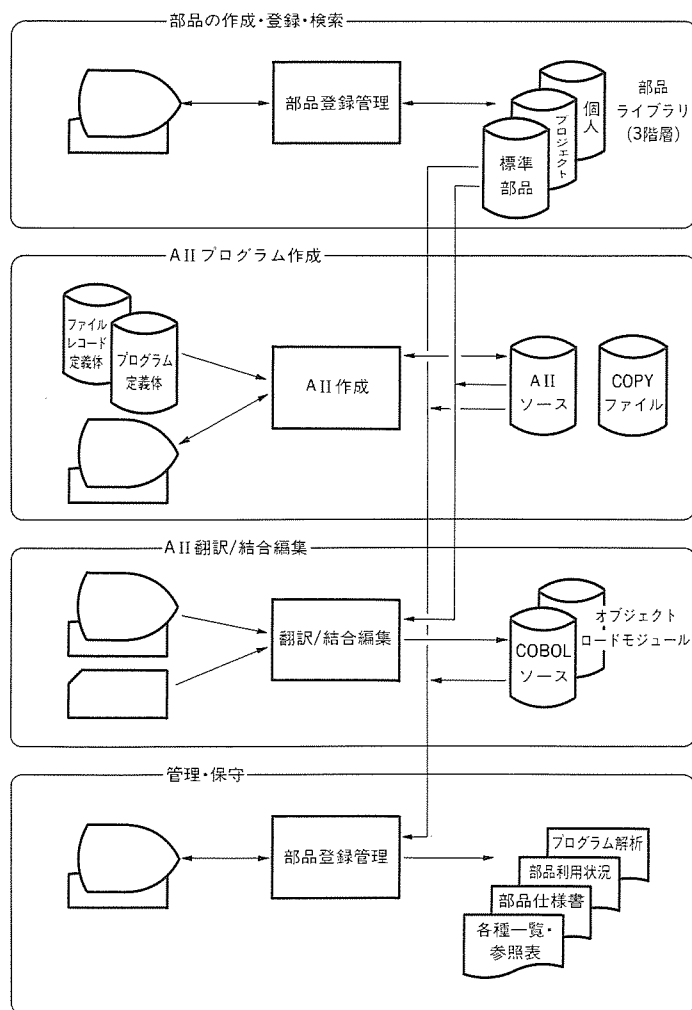


図 3. A IIを使ったプログラム開発の概要

を実現している。図 2 に応用ソフトウェア開発工程上の各ツールのサポート範囲を示す。

3. 高生産性言語A IIのねらいと特長

3.1 部品化の考え方

部品化は、開発済みソフトウェアの再利用を促進し、ソフトウェアの生産性を向上させることをねらいとした考え方である。しかし、

再利用に対する考慮がされていないソフトウェアを再利用することは非常に難しく、個人レベルで過去に作成したプログラムを複写して使用する程度では、なかなか生産性向上には結びつかない。

部品化は、単によく使われるソースプログラムの一部をあらかじめ作っておくというだけでなく、以下のようなねらいに基づいて組織的に進めていく必要がある。

(1) 技術知識・業務知識の蓄積と再利用

技術知識や業務知識を部品の中に隠ぺいし、ブラックボックス化していくことにより、プログラム作成作業を抽象化された機能(=部品)の選択と組合せの作業に変えていく。

(2) 標準化の推進

プログラム構造やコーディング規約等を部品化していくことにより、プログラムの質や癖などに依存しない均質なプログラムを生産する。

(3) プログラミングの省力化

利用効果の高い部品の計画的な選択・作成や、部品の仕様・種類の継続的な最適化努力により、全体のコーディング量を削減しプログラミングの省力化を図る。

(4) 信頼性・保守性の向上

テスト済みで一定の品質が保証された部品を使い、プログラム固有のコーディング部分のみにテスト・保守の対象を狭めることにより、信頼性・保守性の向上を図る。

こうしたねらいを持った部品化・再利用を効率良く進めるためには、支援ツールとしては以下のような機能が必要である。

- (1) 高い記述能力を持った部品定義言語
- (2) 部品呼出し(選択)、パラメータ指定(カスタマイズ)を記述できるプログラミング言語
- (3) 部品検索、部品ドキュメント出力等の部品を管理する機能

3.2 特 長

A IIは前述の機能を実現する目的で開発された、言語と支援ツールから成る言語システムである。A IIの主な特長を次に示す。

(1) COBOL言語からの連続性

COBOL言語をベースにして、部品利用のための機能を追加した言語仕様であるため、既存のCOBOLプログラミングのノウハウを生かすことができる。また、A II翻訳の中間結果としてCOBOLソースプログラムを取り出すこともできる。

(2) 柔軟な部品の定義

豊富な部品定義コマンド、部品間の関係機能、部品内でのデータ定義情報の参照、部品呼出しのネストなど強力な部品記述能力をもつ部品定義言語が用意されており、適用性の高い部品を作ることが可能としている。

(3) 標準部品

一般的によく利用される部品は標準部品として提供されるので、特に利用者独自の部品を作成しなくても、一定の生産性向上効果が期待できる。

(4) 部品管理機能

部品を利用するプログラムのために、多くの部品の中から目的の部品を探し出すための部品検索機能や、部品一覧表/部品仕様書などの出力機能がある。

また、部品化推進のための基礎データとして、部品化率/部品利用頻度表などの出力機能をもつ。

```

#PARTS
#ID      DATE      /      日付け取得
#BY      MELCOM
#KEY      KINOUE    /      DATE
#FNC
システムDATEを読み込み
パラメータで与えられた項目に転送する。
#
#PARM      (&YEAR,&MONTH,&DATE)      /* 年(西暦下2桁)・月・日
#INF      DATE      89/04/21 09:43
#
#TEXT WK      UNIQUE
*****
* ヒツケ エリア *
*****
01 SYSDATE.
03 SYSSY      PIC 9(2).
03 SYSMM      PIC 9(2).
03 SYSDD      PIC 9(2).
#
#TEXT
ACCEPT SYSDATE FROM DATE&PRI
# IF &YEAR NOT = "" THEN
MOVE SYSSY TO &YEAR&PRI
# ENDIF
# IF &MONTH NOT = "" THEN
MOVE SYSMM TO &MONTH&PRI
# ENDIF
# IF &DATE NOT = "" THEN
MOVE SYSDD TO &DATE&PRI
# ENDIF
#END

```

部品宣言
コマンド

出力文

部品定義関数

部品制御文

図 4. 部品定義例

4. 高生産性言語AIIの機能概要

AIIを使ったプログラム開発の流れを図3に示す。

- (1) プログラム開発に先立ち、使用する部品を調査・選択し、場合によっては、プロジェクト固有の条件・環境に合わせて、あらかじめ部品を作成しておく。
- (2) 部品を組み合わせてプログラムを作成する。このとき、使用するCOPYファイルは、SWEET IIのファイル/レコード設計支援機能及び画面定義機能で生成することができる。
- (3) 作成したプログラムを翻訳・結合編集する。プログラムのテストは、SWEET IIのテスト支援機能を利用する。
- (4) 開発した部品及びAIIプログラムの保守・管理を行う。

以下に、AIIを構成する主要な機能について説明する。

4.1 部品ライブラリ

図3に示すように、AIIには部品を入れるライブラリとして、標準部品ライブラリ、プロジェクト部品ライブラリ、個人部品ライブラリの三つが用意されており、品質保証レベル・利用対象者の範囲等により、部品を階層化して管理することができる。

(1) 標準部品ライブラリ

AIIの製品の一部として標準提供され、標準部品が格納されている。

(2) プロジェクト部品ライブラリ

利用者が作成するライブラリで、プロジェクトで共通使用する部品を格納する。

(3) 個人部品ライブラリ

利用者が作成するライブラリで、利用者が個人的に使用する部品ライブラリ、あるいはプロジェクト部品作成のためのテスト用ライブラリとして使用する。

4.2 部品定義言語

部品定義言語は、次に示すような言語機能により強力な記述能力があり、ユーザーは自身のプログラム開発に適した部品を効率良く、しかも簡単に作成することができる。図4に部品定義の例を示す。

(1) 部品宣言コマンド

部品名や部品呼出しのパラメータを宣言するコマンド。

部品化による生産性向上を目的とした高生産性言語AII・逢坂・稲生

```

1 - 000100 @PROG (H20900N).
2 - 000200 @FILE FD (H2003F)
3 - 000300 COPY (TORI) TYPE (SAM)
4 - 000400 @FILE FD (URIKAF) COPY (URI) TYPE (SAM)
5 - 000500 MODE (INPUT) PREFIX (M-).
6 - 000600 @FILE FD (H2004F) COPY (URI) TYPE (SAM)
7 - 000700 MODE (OUTPUT) PREFIX (O1-).
8 - 000800 @FORM FD (H2005F) HDR (L1-HDR1 3) DET (L1-DET1 2 50).
9 - 000900 @LINE NAME (L1-HDR1) DEF (
10 - 001000 23 'エラー---'
11 - 001100 68 DATE1
12 - 001200 @LINE NAME (L1-DET1) DEF (
13 - 001300 20 T-REC X(24)
14 - 001400 @MCG TIN (H2003F) MIN (URIKAF)
15 - 001500 TKEY (T-TOKUI) MKEY (M-TOKUI)
16 - 001600 SEC (MAEDIT, MOEDIT, TOEDIT).
17 - 001700 *****
18 - 001800 MOEDIT ルーチン
19 - 001900 *****
20 - 002000 MOEDIT SECTION.
21 - 002100 MO-00.
22 - 002200 WRITE O1-REC FROM M-REC.
23 - 002300 MO-99.
24 - 002400 EXIT.
25 - 002500 *****
26 - 002600 TOEDIT ルーチン
27 - 002700 *****
28 - 002800 TOEDIT SECTION.
29 - 002900 TO-00.
30 - 003000 @PRINT (L1-DET1).
31 - 003100 TO-99.
32 - 003200 EXIT.
33 - 003300 *****
34 - 003400 MAEDIT ルーチン
35 - 003500 *****
36 - 003600 MAEDIT SECTION.
37 - 003700 MA-00.
38 - 003800 IF T-KBN = '1'
39 - 003900 COMPUTE M-ZAN = M-ZAN + T-KIN
40 - 004000 ELSE
41 - 004100 COMPUTE M-ZAN = M-ZAN - T-KIN.
42 - 004200 WRITE O1-REC FROM M-REC.
43 - 004300 MA-99.
44 - 004400 EXIT.

```

部品呼び出し

図 5 (a). AIIプログラムの例

```

57 - 000004 BLOCK CONTAINS 0 CHARACTERS FILE
58 - 000004 LABEL RECORDS STANDARD. FILE
59 - 000004 01-REC. FILE
60 - 000004 02 T-TOKUI PIC X(10). FILE
61 - 000004 02 FILLER PIC X(10). FILE
62 - 000004 02 T-TOKUI PIC X(10). FILE
63 - 000004 02 FILLER PIC X(10). FILE
64 - 000004 ***** FORM
65 - 000004 H2005F ***** FORM
66 - 1 - 000004 ***** INFORMATION.
67 - 2 - 000004 SOURCE-STEP. 44 / 303
68 - 3 - 000004 DATE-TIME. 89-10-25 20:24:100
69 - 4 - 000004 LIBRARY.
70 - 5 - 000004 S - SYST.AZ.B110
71 - 6 - 000004 P - H2022.AZ.B1102
72 - 7 - 000004 U
73 - 8 - 000004 PARTS-CALLED.
74 - 9 - 000004 PPS 1 89/09/10 16:04
75 - 10 - 000004 FILE 1 89/07/25 10:34
76 - 11 - 000004 ADDR P 89/07/20 09:19
77 - 12 - 000004 LINE P 89/10/09 17:16
78 - 13 - 000004 MCG 1 89/04/21 09:43
79 - 14 - 000004 DATE 2 89/04/21 09:43
80 - 15 - 000004 OPEN 2 89/04/21 09:43
81 - 16 - 000004 CLOSE 2 89/04/21 09:43
82 - 17 - 000004 PRINT 2 89/03/18 17:52
83 - 18 - 000004 *****
84 - 19 - 000004 ***** INFORMATION.
85 - 20 - 000004 IDENTIFICATION.
86 - 21 - 000004 PROGRAM-ID.
87 - 22 - 000004 ENVIRONMENT.
88 - 23 - 000004 INPUT-OUTPUT.
89 - 24 - 000004 FILE-CONTROL.
90 - 25 - 000004 SELECT H2003F ASSIGN TO DISC.
91 - 26 - 000004 SELECT H2004F ASSIGN TO DISC.
92 - 27 - 000004 SELECT H2005F ASSIGN TO DISC.
93 - 28 - 000004 SELECT H2006F ASSIGN TO PRINTER.
94 - 29 - 000004 DATA.
95 - 30 - 000004 FILE.
96 - 31 - 000004 *****
97 - 32 - 000004 FD H2003F *****
98 - 33 - 000004 BLOCK CONTAINS 0 CHARACTERS
99 - 34 - 000004 LABEL RECORDS STANDARD.
100 - 35 - 000004 01-REC.
101 - 36 - 000004 02 T-TBN PIC X(10).
102 - 37 - 000004 02 FILLER PIC X(10).
103 - 38 - 000004 02 T-TOKUI PIC X(10).
104 - 39 - 000004 02 FILLER PIC X(10).
105 - 40 - 000004 02 T-TBN PIC X(10).
106 - 41 - 000004 02 FILLER PIC X(10).
107 - 42 - 000004 *****
108 - 43 - 000004 *****
109 - 44 - 000004 *****
110 - 45 - 000004 FD URIKAF *****
111 - 46 - 000004 BLOCK CONTAINS 0 CHARACTERS
112 - 47 - 000004 LABEL RECORDS STANDARD.
113 - 48 - 000004 01-REC.
114 - 49 - 000004 02 H-TOKUI PIC X(10).
115 - 50 - 000004 02 FILLER PIC X(10).
116 - 51 - 000004 02 H-ZAN PIC X(10).
117 - 52 - 000004 02 FILLER PIC X(10).
118 - 53 - 000004 *****
119 - 54 - 000004 *****
120 - 55 - 000004 *****
121 - 56 - 000004 FD H2004F *****

```

図 5 (b). 生成されたCOBOLプログラムの一部 (全体では303ライン)

(2) 部品展開制御文

部品展開を制御するためのコマンド。

(3) 部品定義関数及び演算子

パラメータのチェックや、定義されたデータの解析などのための

部品仕様書

作成日付 89/10/25 20:58
登録年月日 1989年 03月 16日
更新年月日 1989年 04月 21日
著者名 MELCOM

部品ID	DATE	部品名称	日付取得
機能 システムDATEを読み込み パラメータで与えられた項目に転送する。			
呼出し形式			
DATE (&YEAR,&MONTH,&DATE)			
パラメータの説明			
パラメータ名	説明		
&YEAR	年(西暦下2桁)、月、日		
&MONTH			
&DATE			
検索キー	KINOU	DATE	
登録ファイル名	SYS1.A2.BLIB		利用部ID ME420
備考			

図6. 部品仕様書出力例

関数。加減乗除，比較，論理演算，文字列操作などの演算子。

(4) 出力文

展開されるべき疑似AIIソースプログラム。

4.3 標準部品

AIIでは、利用頻度の高い処理ロジックなどを部品化し、標準部品として提供している。一般的なプログラム開発ではこの標準部品を利用するだけで、十分に高い生産性向上効果を得ることが期待できる。また、標準部品自体も前述の部品定義言語で作られており、自由にカスタマイズして使用することができる。標準部品は次の4種類に分けられ、今後更に強化して行く予定である。

(1) パターン部品

通常、データ処理のプログラムは、マッチング処理、集計処理等幾つかの処理パターンに分類できることが多い。パターン部品は、これらの典型的な処理パターンを部品化したものである。

(2) 定義部品

ファイル定義，帳票定義，データ定義などの定義関連の部品である。

(3) 機能部品

特定の機能を実現するための処理のまとまりをもった部品であり、データチェック，日付操作などがある。

(4) オンライン部品

オンラインプログラムに特有の処理を，少ないパラメータでできるようにした部品である。

4.4 AII言語とAIIプログラム

AII言語は，部品を使ってプログラムを記述するための言語である。部品の呼出し，カスタマイズについて柔軟な記述ができ，このため高機能部品の利用と相まって，抽象化された読みやすいプログ

ラム記述が可能となる。また，部品間のロジックなどは，COBOLと同一の表記法で記述することができるため，COBOLプログラマにとっても習得が容易である。図5(a)にAIIプログラムの例を示す。また，同図(b)は生成されたCOBOLプログラムである。

4.5 AIIプログラムの作成と翻訳・結合編集

AIIプログラムの作成，及び翻訳，結合編集は，対話形式の画面から簡単に行うことができる。

特に，SWEET IIの各設計支援機能を用いれば，定義した設計情報から，作成するAIIプログラムの骨組みが生成されるため，プログラムの作成は，プログラム固有のコーディング部分（OWNコーディング）を付け加えるだけで完了する。

4.6 部品の管理

AIIには強力な部品管理支援機能が用意されており，部品利用のための調査や作成済みのAIIプログラムの保守を効率良く行うことができる。

(1) 部品登録機能

プロジェクト部品ライブラリへの登録機能で，個人部品ライブラリで作成・テストされ所定の品質の確保された部品を，管理情報を付けて登録するための支援機能である。プロジェクト部品ライブラリ内の不正部品のチェック機能等も持つ。

(2) 部品検索機能

部品の選択，利用を効率良く行うための機能で，キーワード検索等による部品の一覧表示・詳細表示により使用可能部品の洗い出し・調査を支援する。

(3) 部品解析機能

各部品の仕様書やAIIプログラムと出力COBOLプログラムの関連，部品の利用状況等，生産性向上効果の把握や保守のための種々のドキュメントを出力することができる。一例として，部品仕様書の出力例を図6に示す。

5. 高生産性言語AIIによる生産性向上効果

高生産性言語AIIにより，次の生産性向上効果が期待できる。定性的には，以下の4点の効果が考えられる。

(1) 技術知識・業務知識の蓄積と再利用

(2) 標準化の推進

(3) プログラミングの省力化

(4) 信頼性・保守性の向上

また定量的には，プログラム記述量が1/2から1/3になるという評価結果が得られている。これは，既にCOBOLで開発済みのシステムの一部について，別のプログラマがプログラム仕様書からAIIで新たにコーディングし直した実験による結果である。設計段階からSWEET II及びAIIを利用すれば，更に効果が上がるものと推測する。

6. むすび

汎用コンピュータ《MELCOM EX8000シリーズ》における生産性向上ツールである“アプリケーション開発支援システムSWEET II”の中の高生産性言語AIIについて，その考え方及び機能の概要を述べた。今後，生産性向上に対する要求は，ますます高まってくるものと考えられる。分散開発環境に発展させるなど，更に改良を加えてより使いやすい製品にしていきたい。

M6269 OA日本語プリンタ装置

品田幹夫* 坂井克由* 廣野哲郎* 岩井浩一*

1. ま え が き

オフィスオートメーション(OA)化の浸透に伴い、情報出力装置の主力機であるプリンタは、インパクト方式、ノンインパクト方式を含めて数多くの製品が使用されている。中でもワイヤドットプリンタは、同時複写と低価格を特長として、オフィスコンピュータ(オフコン)、パーソナルコンピュータ等の出力装置の主流を成している。特に、多彩なOA業務を処理するオフコンシステムでは、このワイヤドットプリンタは重要な位置を占めており、これに対するニーズはますます多様化している。その主なものとしては、

- (1) OA化の拡大に伴う情報量増加に対応した高速処理
 - (2) オフコン使用分野拡大に伴う多種多様な印字媒体への対応
 - (3) ユーザーインタフェースとしての操作性の向上
 - (4) プレゼンテーション用ビジネスグラフ等のカラー出力
 - (5) 低騒音化
- 等がある。

M6269 OA日本語プリンタ装置(図1)は、名刺・はがき・封筒・元帳から各種伝票までの単票と連続帳票の両処理を基本とし、上記ニーズに対応した高性能・多機能プリンタである。

以下、本稿ではこのプリンタの特長を中心に述べ、また、そのハードウェアの概要にも触れる。

2. 仕様と構成

2.1 仕様

この装置は、その仕様を表1に示すとおり、24ピンのインパクト方式で、120字/秒の印字速度、オリジナル+5枚の複写能力を持ち、カラー印字対応可能な、水平インサータプリンタである。オプションとして、積載容量600枚の自動給紙機構を装着可能である。

2.2 構成

この装置のブロック構成を図2に示す。制御部は、主制御部と印字制御部から成り、各々にCPUを持つデュアルCPU構成とし、主制御部の下に用紙搬送機構部と自動給紙機構部を、印字制御部の下に印字機構部を配している。

3. 特 長

この装置の特長は、表2に示すように、ユーザーの多種多様な業務形態及び操作性への要求に対応できる機能を具備している点である。以下、各機能について、業務との関連性も含め述べる。

3.1 高速処理

処理速度の高速化は、①印字速度の高速化、②両方向最短距離印字、③用紙搬送速度の高速化によって実現している。

(1) 印字速度

通常モードで、漢字120字/秒、ANK360字/秒の高速印字を達成。さらに、従来の高速モードに加え、ダンプリスト出力等、印字品質よりも高速処理を優先する業務に対応できるよう漢字330字/

秒、ANK495字/秒の超高速モードを新設している。

(2) 両方向最短距離印字

印字ヘッドの左右両方向への移動時に印字し(両方向印字)、印字データ長によって印字ヘッドの移動距離が最短になるよう移動し(最短距離印字)、かつ、1行中に一定長以上空白部があった場合、高速でスキップする(スペーススキップ)ことにより、印字時のアイドルタイムを最少にしている。

(3) 紙送り速度

オートロード時、改ページ時等用紙を連続的に送る場合の紙送り速度を10インチ/秒と高速化している。

以上の機能により、従来機と比べて高スループットによる業務処理を可能としている。

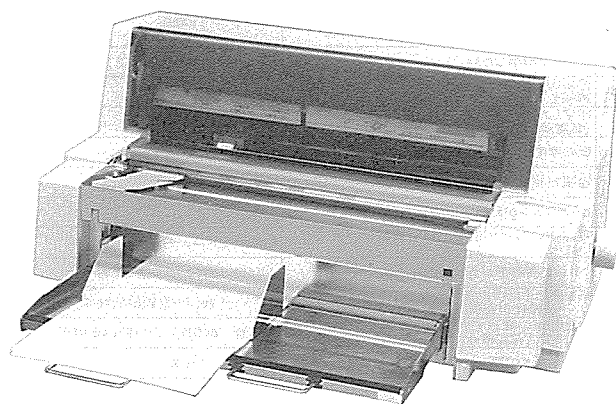


図1. M6269 OA日本語プリンタ装置

表1. 装置の仕様

項 目	仕 様												
印 字 方 式	24ワイヤドット マトリクスインパクト方式 ワイヤ径 0.2mm ドットピッチ 1/180インチ												
印 字 速 度 (字/秒)	<table><tr><td></td><td>通常</td><td>高速</td><td>超高速</td></tr><tr><td>漢字</td><td>120</td><td>220</td><td>330</td></tr><tr><td>高速 ANK</td><td>360</td><td>360</td><td>495</td></tr></table>		通常	高速	超高速	漢字	120	220	330	高速 ANK	360	360	495
	通常	高速	超高速										
漢字	120	220	330										
高速 ANK	360	360	495										
文 字 構 成 (縦×横)	漢字 24×24ドット ANK (高密度) 24×12ドット ANK (高速) 18×13ドット												
印 字 制 御	両方向 (最短距離印字)												
行 印 字 数	漢字 90字/行 (1.5/10インチピッチ時) ANK 136字/行 (1/10インチピッチ時)												
印 字 字 種	漢字 JIS 第1水準, JIS 第2水準 ANK (高密度) 162字種 (JIS8) 134字種 (EBCDIC) ANK (高速) 162字種 (JIS8) 134字種 (EBCDIC) 外字 全角:128字種 ANK (高密度):167字種												
改 行 間 隔	1/3、1/4、1/6、1/8、インチ 1/120インチ単位で指定可												
紙 送 り 方 式	連続 ビントラック 押し込み方式 単票 フリクション方式												
複 写 能 力	連続:オリジナル+5枚 単票:オリジナル+4枚												
インクリボン	色:黒又はカラー (4色リボン, 7色印字)												
騒 音	63dB (A) 以下												
外 形 寸 法 重 量	幅710mm×奥行き315mm×高さ345mm 35kg												
消 費 電 力	動作時 平均 240VA、最大 400VA以下 待機時 100VA以下												
印 字 ヘッド 寿 命	3億ドット/ピン以上												
自 動 給 紙 機 構 (フィールドオプション)	媒体挿入方向:水平方向 用紙積載量:48mm以下 (連量55kgの上質紙で600枚以下)												

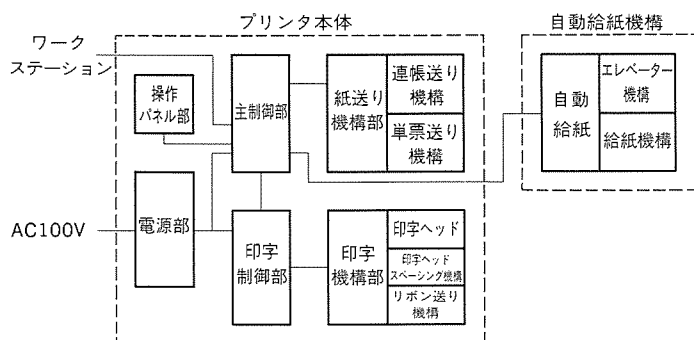


図 2. M6269プリンタのブロック構成

表 2. ユーザーニーズへの対応

No.	ユーザーニーズ	M6269での対応
1	速く印字したい。 もっと速く印字したい。	漢字 120字/秒 ANK 360字/秒の高速印字 高速モード 超高速モード
2	いろいろな用紙に印字したい。 複写伝票 厚紙 はがき 封筒 ラベル紙	水平インサータ 連帳パス1
3	単票を印字する際に連帳を外すのは面倒。 発行した伝票の控をすぐ連帳に印字したい。	連帳/単票同時処理 重ね記憶 併列記憶
4	連帳の最後のページの最終行まで印字したい。 連帳が途中で紙切れとなり再印字は面倒。	オーバーライド機能
5	カラーで印字したい。	カラー (7色) 印字装置
6	連帳印字終了後すぐミシン目で切り離したい。 連帳を1ページ余計に切り離す無駄をなくしたい。	インチカット機能
7	印字した伝票を後ろに回って取るのは面倒。 (装置前面で取りたい。)	単票手前排出
8	紙の厚さを自動的に検知して欲しい。	自動紙厚機構
9	連帳のセットがしにくい。	ピントラクタ前面配置 オートロード、連帳退避機能
10	操作パネルがわかりにくい。	常用機能は1キー1機能 LCDによるガイダンス
11	電源ONでいつも使うモードに自動セットして欲しい。	初期設定メニューモード
12	リボン交換時手が汚れるのはイヤ。	リボンガイドによりワンタッチ着脱
13	紙を乗せるだけで自動給紙して欲しい。 (レバー操作が面倒)	ワンタッチ操作の自動給紙機構
14	自動給紙の紙がすぐなくなる。 (一時で大量に積みたい)	大容量 (600枚) の自動給紙機構
15	自動給紙中に誤って単票を手差ししてしまった。	単票ブロック機構

3.2 多種多様な業務への対応

オフィスユースで想定される多種多様な業務に対応するため、①水平インサータ方式、②連帳/単票同時処理、③カラー印字機能、④連帳のインチカットと単票の手前排出の機能を備えている。

(1) 水平インサータ方式

印字ヘッドをブラテン上方に配置することにより、単票の搬送路を水平に設定するとともに、連帳のブラテンへの巻付角を小さくすることにより、単票の複写伝票、厚紙、封筒、ラベル紙等、オフィスユースで想定される多種多様な用紙の処理を可能としている。

(2) 連帳/単票同時処理

連帳/単票同時処理には、連帳の上に単票をセットして印字する重ね記憶と、連帳と単票を併列にセットして印字する併列記憶の2種類の方法がある。いずれの場合も、連帳をセットしたままでの単票セット、印字、排出、さらに連帳、単票送りの独立制御が可能。したがって、従来のような単票印字の際、連帳をカット、退避させるという煩わしい操作は不要となっている。

(3) カラー印字機能

カラー印字用のインクリボンカセットを装着することによって7色カラーの印字ができ、プレゼンテーション用資料等、カラー化のニーズに即対応可能となっている。

(4) 連帳のインチカットと単票の手前排出

連帳の印字開始行は、通常、ミシン目から約1インチ後方に設定されており、印字終了したページを次ページの印字開始行の約1インチ前方のミシン目で切り離すことをインチカットと呼び、この装置では、用紙がパス1にある場合、操作パネル上のスイッチの押下により、連帳を空送りしてカット位置へのセット、カット後に連帳を戻して印字開始行へのセットを可能にしている。このインチカット機能と、手挿入の単票を単票手差し口側へ排出する手前排出機能により、窓口業務のように、印字後すぐに伝票を発行する業務の作業性、能率向上を図っている。

以上の各機能及びその組合せによって多種多様な業務への対応と、その業務の効率・作業性向上が可能となる。

3.3 操作性の向上

ユーザー層の広がりに伴う操作性向上の要求に対しては、①自動紙厚機構、②連帳の前面セット、オートロード、連帳退避、③連帳/単票切替えの自動化、④操作パネルの改善とLCDの搭載、⑤初期設定メニューモード、⑥単票ブロック機構、⑦リボン装着の改善によって対応している。

(1) 自動紙厚機構

用紙の厚さを自動的に検知して、印字ヘッドと用紙の間隔を最適値に設定する機能で、用紙を交換するたびにレバー操作等によって設定する手間を省くことができる。単票に対しては、処理速度向上のため、最初の用紙に対してのみ設定動作を行うモードと、紙厚の異なる用紙に対応できるよう、毎回設定動作を行うモードの2設定が可能である。さらに、ホストコンピュータからのコマンドによる設定、及びマニュアルによる設定も選択でき、いずれのモードも操作パネル上のスイッチ押下によって容易に設定できる。

(2) 連帳の前面セット、オートロード、連帳退避

連帳送り用のピントラクタを装置前面に配置し、連帳のセット、交換作業を容易にするとともに、オートロード機能、連帳退避機能により、操作パネル上のスイッチ押下で自動的に連帳のセット/退避を可能としている。

(3) 連帳/単票切替えの自動化

連帳処理/単票処理の切替えは、ホストコンピュータからの指示、若しくは、操作パネル上のスイッチ押下によって自動的に行える。いずれの場合も、レバー切替え等の面倒な操作は不要としている。

(4) 操作パネルの改善、表示LCDの搭載

常用機能は1キー1機能、補助機能は2キー1機能とし、動作モード、メッセージ表示用に液晶ディスプレイ (LCD) を搭載することにより、常用機能の操作性向上と数多くの補助機能の選択、設定が容易となっている。また、エラー発生時は、ブザー鳴動とともにエラー内容をLCD上に表示することにより、不具合内容が容易に分かるようになっている。

(5) 初期設定メニューモード

この装置の具備している自動紙厚機構、IDマーク読取り、連帳ローディング位置設定等の各種機能の初期設定状態を、ユーザーの業務形態に応じて設定可能とした補助機能モードである。操作パネル上のLCDに表示されるメッセージとスイッチ操作により、容易に設定可能としている。

(6) 単票ブロック機構

連帳処理時及び自動給紙処理時に、誤って手差し口から単票が入らないようブロックする機構で、処理モードの選択によって自動的に開閉動作を行う。

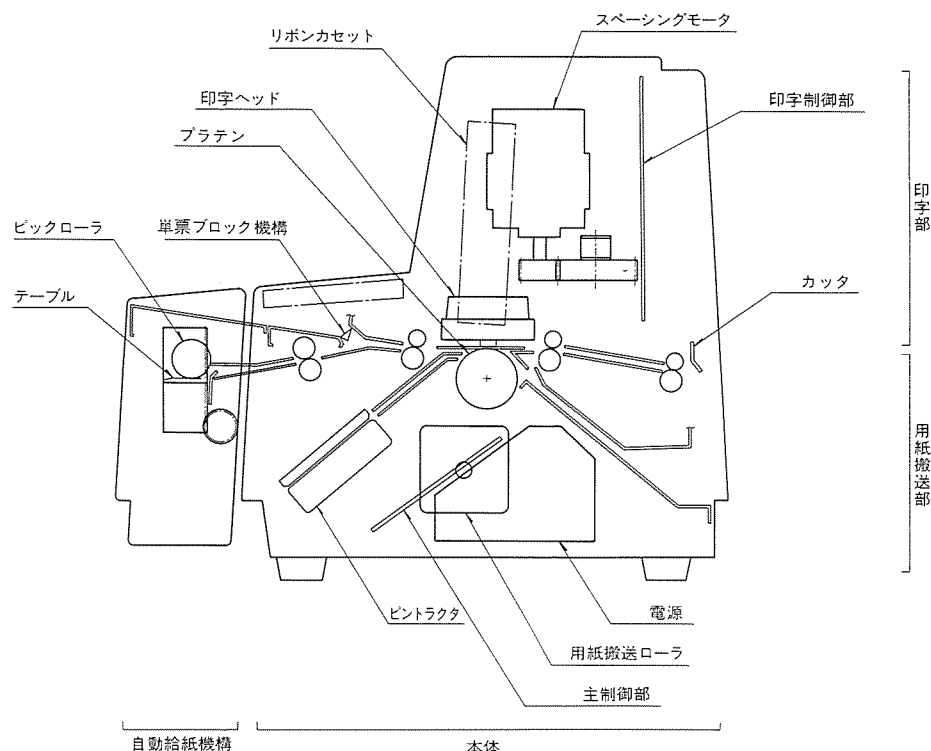


図 3. M6269プリンタのハードウェア構成

印字速度 文字種	通常	高速	超高速
漢字	亜 嚙 娃 阿	亜 嚙 娃 阿	亜 嚙 娃 阿
ANK	A B C D E F G H		I J K L M N O P

図 4. 印字サンプル

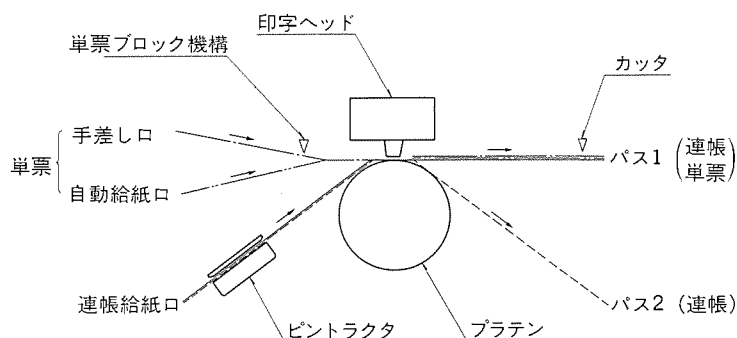


図 5. 用紙搬送路の系統図

(7) リボン装着改善

リボンガイドの採用により、印字ヘッドへのインクリボンの着脱をワンタッチ操作とした。これにより、リボンの誤セットによる印字ヘッドのピン折れ、リボン損傷等の重大事故防止と、リボンカセット交換時の手の汚れを防いでいる。

3.4 自動給紙機構

単票を連続的に給紙する機構で、単票処理業務の効率アップに有効で、①大容量、②用紙のワンタッチセット、③フィールドオプションの特長を持っている。

(1) 大容量

用紙積載高さ最大48mm、連量55kgの用紙で600枚の積載が可能で、プリンタ本体の高速処理と合わせ、単票の大量、連続処理業務に対応可能となっている。

(2) 用紙のワンタッチセット

用紙をトレイに乗せ、用紙ガイドを移動するだけで用紙のセットは完了でき、ホストコンピュータからの指示で、連帳/単票の切替え、給紙動作を自動的にを行い、レバー切替え等の面倒な操作は不要となっている。

(3) フィールドオプション

業務の拡張等によって必要となった場合、即座に増設できるようフィールドオプションとすることにより、ユーザーの選択性を拡大

している。

4. ハードウェア

ハードウェアは、①印字機構部、②用紙搬送機構部、③自動給紙機構部、④制御回路部から構成される。図 3 にハードウェア構成を示す。

4.1 印字機構部

印字機構部は、①印字ヘッド及びスペーシング機構、②インクリボン駆動機構、③自動紙厚機構から構成される。

(1) 印字ヘッド及びスペーシング機構

高速印字に対応できる印字ヘッドの搭載と、高トルクのスペーシングモータの採用により、通常モードで漢字120字/秒、超高速モードで330字/秒の高速印字を実現している。通常、高速・超高速の各モードでの印字サンプルを図 4 に示す。高速・超高速モードでは、横方向のドットを間引いて印字する。

(2) インクリボン駆動機構

印字色の指定により、インクリボンをシフトするカラー印字用のリボンシフト機構を標準装備している。したがって、カラー印字用のリボンカセットを装着するだけで、7色カラー印字が可能である。

(3) 自動紙厚機構

印字ヘッドをプラテン上の用紙に押し当て、印字ヘッドと用紙の間隔を最適印字（印字品質、印字ヘッド寿命）できるように設定する自動設定と、ホストコンピュータからの指示値に合わせるコマンド設定に対応可能である。

4.2 用紙搬送機構部

用紙搬送機構部は、①用紙搬送駆動部、②用紙搬送路から構成される。

(1) 用紙搬送駆動部

連帳はピントラクタにより、単票はゴムローラと加圧ローラによるフリクションフィードによって搬送し、連帳系、単票系に独立に駆動モータを配し、連帳／単票同時処理を実現している。動力伝達にはバックラッシュと騒音を考慮し、タイミングベルトを採用している。

(2) 用紙搬送路

用紙搬送路は図5に示すように、挿入系パスを3系統、排出系パスを2系統備えている。パス1は、連帳のプラテンへの巻付角を小さくとり、単票の搬送路を水平に設定することにより、厚紙、ラベル紙単票の複写伝票、封筒等の搬送に対応している。パス2は、連帳をこのパスで処理し、単票をパス1で処理することにより、重ね記帳に対応している。連帳のパス2への導入は、処理モードの選択によってベイルガイドが開閉し、自動的に行われる。

パス1の排出口にはカットを設け、操作パネル上のスイッチの押下との連動により、インチカットに対応している。

単票挿入には、手差し口と自動給紙機構装着時に連動する自動給紙口の2系統があり、手差し口に単票ブロック機構を設けている。

連帳パスの切替え、単票ブロック機構の開閉は、処理モードの選択によって、カムとレバーが作動し、自動的に設定される。

4.3 自動給紙機構部

自動給紙機構部は、①給紙機構、②テーブル昇降機構から構成されている。

(1) 給紙機構

用紙への接触圧をコントロールしたピックローラの回転により、テーブル上の用紙をピックし、自動給紙口へ送り込む。複数枚ピックに対する分離機構には、摩擦板とローラを採用し、ピックローラの用紙への接触圧のコントロールと合わせ、幅広い種類の用紙の自動給紙を可能としている。

(2) テーブル昇降機構

テーブルの昇降には、大積載量に対応するためにラック方式を採用。テーブルは、給紙命令により上昇し、ピックローラと接触後一定高さに至ると、センサがその位置を検知し停止する。テーブル上に用紙が無くなった場合はセンサによって検知し、自動的に待機位置へ降下する。

テーブルは、着脱可能とすることによって、不要な場合取り外し、省スペース化が図れる構造としている。

4.4 制御回路

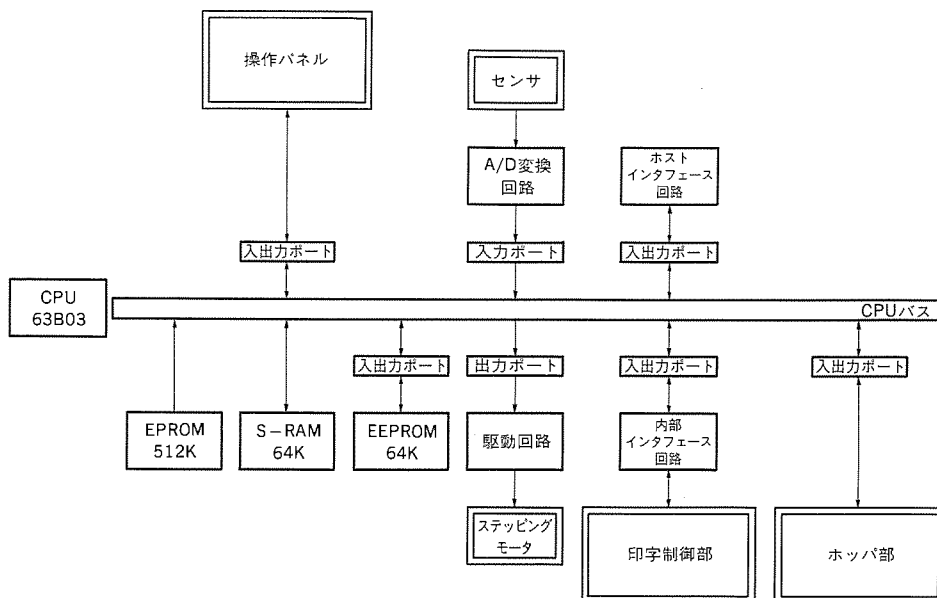


図6. 制御回路のブロック図

図6に制御回路のブロック図を示す。各部は、連帳頭出し検出用センサなど10個のセンサコントロール回路、連帳搬送用モータなど3個のモータコントロール回路、ホスト機器とのインタフェース回路、及び印字制御部とのインタフェース回路などによって構成され、63B03CPUにより制御される。

双方向の平行インタフェースであるホストインタフェースから入力されるデータは、CPUによって解析される。入力されたデータが搬送制御コマンドの場合は、そのままモータ駆動などとして処理をされ、印字データや印字制御コマンドの場合は、内部インタフェース回路を経由し、印字制御部で処理される。

CPUは、センサからの入力によってエラーを検知した場合、操作パネル上の液晶ディスプレイにエラーメッセージを表示させる。また、操作パネルからのキー入力によってモータを駆動したり、メニューモードの処理を行う。初期設定メニューモードやメカ補正メニューモードで設定された値は、EEPROMへ書き込まれ、保持される。

5. む す び

コンピュータシステムの処理業務の多様化に対応できる高性能多機能プリンタとして開発したM6269 OA日本語プリンタ装置の高速印字、媒体ハンドリング、操作性の向上等を述べた。

今後、プリンタに要求される課題として、

- (1) 多パーツ（7P以上）紙への印字
 - (2) 各種媒体に対応した拡大・縮小印字機能の拡大
 - (3) 一層の低騒音化
 - (4) 用紙ハンドリングの自動化
- 等が想定される。

いずれにしても、多様化するオフコンシステムで、インパクトプリンタの地位は今後とも伸長していくものと考えられる。当社としては、上記課題に対応した満足度の高い製品を提供することにより、システムユーザーのニーズに答えていくつもりである。

超高速16ビット ワンチップ マイクロコンピュータ

伊藤 栄* 神崎照明** 宮田和明* 中村充善* 脇本昭彦*

1. ま え が き

微細加工技術の進歩とCAD技術の活用による設計技術の向上を背景として、マイクロコンピュータの処理能力は、4ビットから8ビット、16ビットへと進展し、それに並行して、処理の高速化、内蔵メモリの大容量化、アクセス可能なメモリ空間の増大などの性能向上が着実に実現されてきており、またその応用分野は、拡大の一途をたどっている。

当社では、16ビット ワンチップ マイクロコンピュータM37700M2- $\times\times\times$ FPをいち早く製品化、以後これを核として、内蔵メモリの大容量化、EPROM内蔵版の開発を行うなど、16ビット マイクロコンピュータ《MELPS 7700シリーズ》として、市場の多様な要求に答えるべく、体系的な製品開発を展開してきている。

《MELPS 7700シリーズ》では、1.3 μ mCMOSプロセスの採用と高速化に適したアーキテクチャにより、最短命令実行時間250ns(発振周波数16MHz時)という高速処理を実現したが、マイクロコンピュータの高速化・高性能化に対する要求は、更に高まってきている。これらの市場要求に答えるために、《MELPS 7700シリーズ》のアーキテクチャを継承しつつ、更に高速化のための回路手法を採り入れるとともに、1.0 μ mCMOSプロセスを用いることにより、最短命令実行時間160ns(発振周波数25MHz時)を実現した超高速16ビットワンチップ マイクロコンピュータM37702M2B- $\times\times\times$ FPを開発した。以下、M37702M2B- $\times\times\times$ FPについて紹介する。

2. 開発のねらい

マイクロコンピュータの応用分野の拡大傾向のなか、OA機器分野など一般産業用への応用が、近年非常に注目を浴びている。これらの分野では、特に大量のデータを高速に処理することが要求され、その要求レベルは高まる一方である。これに答えるために、M37702M2B- $\times\times\times$ FPは、《MELPS 7700シリーズ》に共通の豊富な周辺機能を継承しつつ、速度性能の向上を主眼として開発した。開発は、1.0 μ mCMOSプロセスを採用するとともに、高速化のための種々の回路手法を採り入れ、詳細な速度計算を実行し、速度性能の向上を実現した。

3. M37702M2B- $\times\times\times$ FPの概要

表1にM37702M2B- $\times\times\times$ FPの性能概要を示す。また、図1にブロック図を示す。

《MELPS 7700シリーズ》に共通な特長としては、以下の点があげられる。内部は16ビット構成で、外部バスとのインタフェースでは、8ビット構成と16ビット構成との切替えが可能である。基本命令は103命令あり、28種類の豊富なアドレッシングモードと合わせて、効率の良い命令体系を構成している。内蔵ROMは16Kバイト、内蔵RAMは512バイトで、最大16Mバイトまでのメモリ拡張が可能である。

次に、M37702M2B- $\times\times\times$ FPの特長は、まず第1に、最短命令実行時間160nsという《MELPS 7700シリーズ》の中では最高の速度性能を実現したことである。第2は、内蔵周辺機能の仕様を更に充実したことである。周辺機能の構成は、表1に示すとおりで、M37700M2- $\times\times\times$ FPと同じであるが、仕様が以下の点で異なったものとなっている。

- (1) タイマA、Bにおいて、カウント動作中にリロードレジスタの値を書き換えた場合、従来はいったんカウントを停止していたが、カウント動作を続けながら書き換えられるようにした。
- (2) タイマA5本のうち、3本が持っていた2相パルス処理機能のうち1本を、4逓倍タイプの2相パルス処理に置き換えた。
- (3) タイマBのパルス幅/周期測定モードにおいて、パルス幅あるいは周期が、16ビットフルスケールより長くなって、カウント値がオーバフローした場合と、正常にパルス幅あるいは周期がカウントできた場合とを、容易に区別できるようにした。
- (4) A/D変換器の掃引モードにおいて、掃引チャンネルが0～7まで固定であったのを、ソフトウェアで掃引するチャンネルを選択できるようにした。

M37702M2B- $\times\times\times$ FPのチップ写真とパターンレイアウトを図2に示す。1.0 μ mCMOSプロセスにより、4.73mm $\times$ 6.32mmのチップ上に、約22万個のトランジスタを集積した。パターンは、各機能ブロックごとに分離できるようにし、それらのブロックを積み重ねて組み立てていく構成をとっている。レイアウト設計に当たっては、各機能ブロック内では、配線容量やその他の寄生容量を極力減らし、またブロック間を接続する信号線は、十分ドライブ能力の高いトラ

表1. M37702M2B- $\times\times\times$ FPの性能概要

項 目	性 能
基 本 命 令 数	103
最短命令実行時間	160ns ($X_{18}=25\text{MHz}$)
メモリ容量	ROM 16Kバイト
	RAM 512バイト
入出力ポート	P0,P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8 68ビット (8ビット $\times$ 8+4ビット $\times$ 1)
タイマ	TA0,TA1,TA2,TA3,TA4 16ビット $\times$ 5
	TB0,TB1,TB2 16ビット $\times$ 3
シ リ ア ル I/O	(非同同期型又は同期型) $\times$ 2
A/D 変 換 器	8ビット $\times$ 1 (8チャンネル)
監 視 タ イ マ	12ビット $\times$ 1
割 り 込 み	外部割り込み3,内部割り込み16,割り込みレベル7
クロック発生回路	内蔵(セラミック共振子又は水晶共振子外付け)
電 源 電 圧	5V $\pm$ 10%
入出力特性	入出力耐圧 5V
	出力電流 5mA
メ モ リ 拡 張	16Mバイトまで可能
動 作 周 囲 温 度	-20 $\sim$ +85 $^{\circ}$ C
素 子 構 造	CMOS高性能シリコンゲート
パ ッ ケ ー ジ	80ピン プラスチックモールド フラットパッケージ

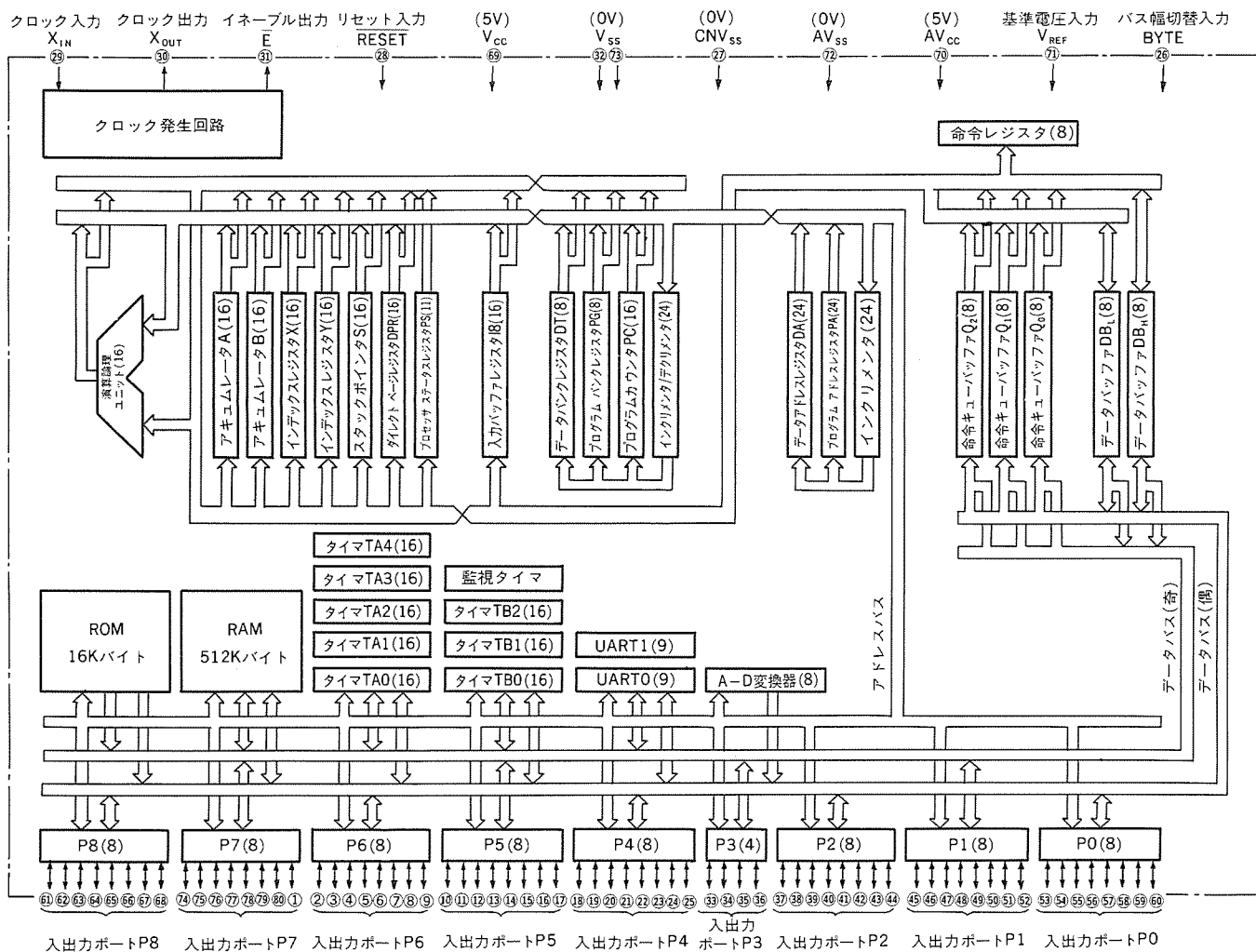
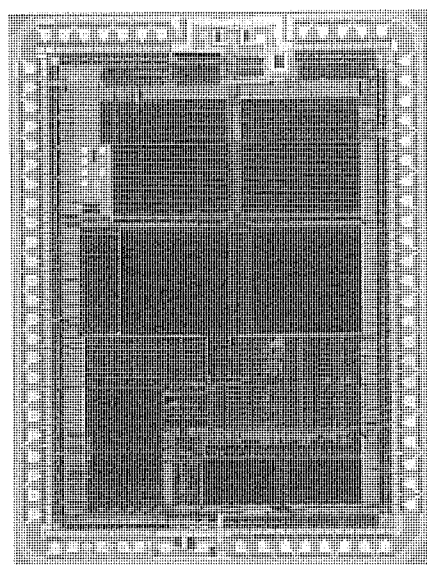
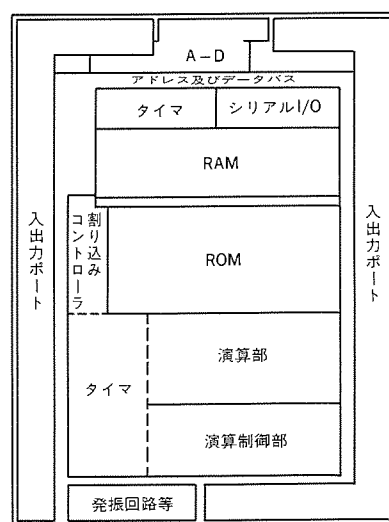


図1. M37702M2B××FPのブロック図



(a) チップ写真



(b) パターンレイアウト図

図2. チップ写真とパターンレイアウト図

ンジスタでドライブするなど、高速化を実現するために細心の注意を払った。

4. 開発フローと高速化の手法

4.1 開発フロー

図3に開発フローを示す。M37702M2B××FPでは、1.0 μ m CMOSプロセスを採用した。これにより次の二つの理由で、動作速度の向上を図ることができる。

- (1) 単体トランジスタのドライブ能力の向上
- (2) パターンレイアウト全体の微細化による寄生容量の減少

そこで、まず第1のステップとして、現在 $1.3\mu\text{mCMOS}$ プロセスによって製造されているM37700M2- $\times\times\times$ FPに対して、 $1.0\mu\text{mCMOS}$ プロセスを適用した場合に、動作速度がどれだけ向上するかの予測を行った。このために、M37700M2- $\times\times\times$ FPのパターンレイアウトデータを基にして、これに $1.0\mu\text{mCMOS}$ プロセスを適用した場合の、各ゲート間の信号線の寄生容量を計算し、この値と信号線をドライブするゲートのドライブ能力とから、各ゲートでの信号の遅延時間を求めた。遅延時間の計算では、回路シミュレータによるシミュレーションと、プロセスパラメータから導出したモデル化計算式による方法とを、適宜選択して併用した。その一例を、

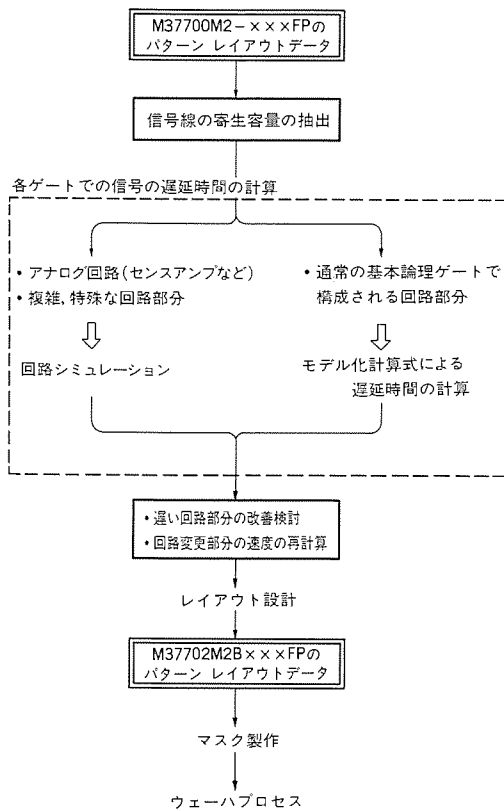


図3. M37702M2B- $\times\times\times$ FPの開発フロー

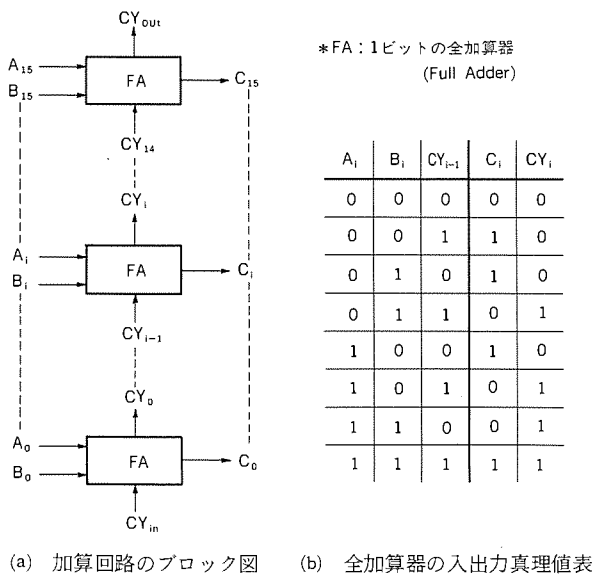


図4. M37702M2B- $\times\times\times$ FPのALU内加算回路

図4と図5に示す。

図4(a)は、ALU(演算論理ユニット)の加算回路のブロック図を示す。この回路では、二つの16ビット長の入力データA, Bとキャリー入力 CY_{in} が加算され、その和 C_i と上位ビットへのキャリー CY_{out} が出力される。その入出力関係を示す真理値表を図4(b)に示す。入力A, Bがほぼ同時に入力されるとすると、加算結果はキャリーの下位ビットから上位ビットへの伝搬に従って、 $C_0 \sim C_{15}$ の順に決定されていくことになる。したがって、加算の実行に要する時間の太さは、ビット当たりのキャリーの伝搬時間の大小によって決まることになる。図5は、このビット当たりのキャリーの伝搬時間を、 $1.3\mu\text{mCMOS}$ プロセスを用いた場合(同図(a))と、 $1.0\mu\text{mCMOS}$ プロセスを用いた場合(同図(b))について、それぞれ回路シミュレーションによって求めた結果を示す。計算は電源電圧 3.5V で $A_i = 1$, $B_i = 0$ のときに、 CY_{i-1} が $0 \rightarrow 1$ と変化する場合について実行したものである。結果は、 $1.3\mu\text{mCMOS}$ プロセスを用いた場合、ビット当たりのキャリーの伝搬時間が 2.8ns であるのに対し、 $1.0\mu\text{mCMOS}$ プロセスを用いると 1.9ns に短縮されることを示している。このようにして、各機能ブロックごとに信号の遅延時間の計算を実行し、その結果を総合することにより、 $1.0\mu\text{mCMOS}$ プロセスの採用によって、約1.3~1.4倍の動作速度の向上が図れるという結論を得た。

次に第2のステップとして、第1のステップでの計算結果と、これまでに蓄積されている《MELPS 7700シリーズ》の製品の性能評価データをもとにして、動作速度の限界を決めている遅い回路部分を見付け出し、この部分について高速化のための回路的な工夫をすることにより、更に動作速度の向上を図った。その主なものは、
(1) 中央演算処理装置(以下、CPUと記す。)内部のレジスタからALUまでのデータ転送の高速化
(2) ALUでのビット当たりのキャリーの伝搬時間の短縮
(3) 命令コードフェッチ時のバイパス回路の追加
などである。(2), (3)については、4.2節で詳しく述べる。

以上、説明したような手順に従って、 $1.0\mu\text{mCMOS}$ プロセスの採用による動作速度の向上と、高速化のための回路的な工夫の効果を含ませることにより、全体として従来に比べ1.5倍以上の速度性能の向上を実現した。

4.2 高速化の手法

4.2.1 キャリー伝搬時間の短縮

命令の実行に従ってCPU内部で行われる種々の動作の中で、動作

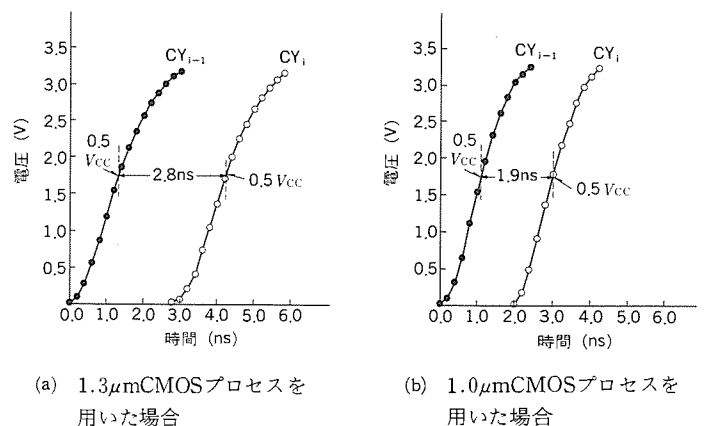


図5. ビット当たりのキャリーの伝搬時間、 $1.3\mu\text{m}$ プロセスと $1.0\mu\text{m}$ プロセスの比較 ($V_{cc}=3.5\text{V}$)

速度の上限を決めているのは、ALUでの16ビット長のデータの加算である。これを高速化するためには、前節の図4で説明したようにキャリーの伝搬時間を短縮することが必要である。このためM37702 M2B××FPでは、ALUの加算回路を図6(a)に示すような構成と

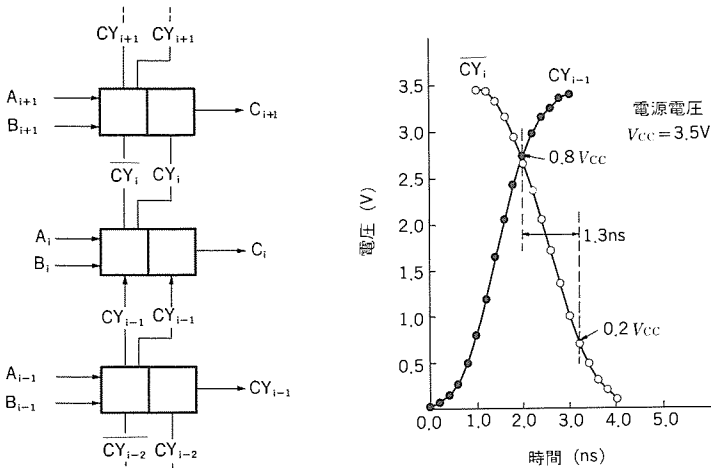


図6. M37702M2B××FPのALU内加算回路と
ビット当たりのキャリーの伝搬時間

した。この回路構成の特長は、各ビットごとの全加算器において、2入力 A_i , B_i と下位ビットからのキャリー CY_{i-1} とから、上位ビットへのキャリー出力 CY_i を求める回路と、同じく A_i , B_i , CY_{i-1} を入力として和 C_i を求める回路とを分離し、両回路部分へ入力される下位ビットからのキャリー信号を別々の信号線としたことである。これによって、各ビットのキャリーを決める回路間を結び、キャリーを上方へ伝える信号線の容量を小さくすることができ、さらにこの信号線の極性をビットごとに反転することにより、下位ビットからのキャリーが入力されてから上位ビットへのキャリーが決まるまでのゲート段数を減らした。

図6(b)は、この回路におけるキャリーの伝搬時間を、回路シミュ

表2. 1.0μmCMOSデザインルールの概要

項目	寸法
ゲート長	PMOS, NMOS共 1.0μm
ゲート幅	PMOS, NMOS共 2.0μm
コンタクト孔	1.0μm ²
メタル配線ピッチ	3.0μm
ROMセルサイズ	4.4μm×4.4μm

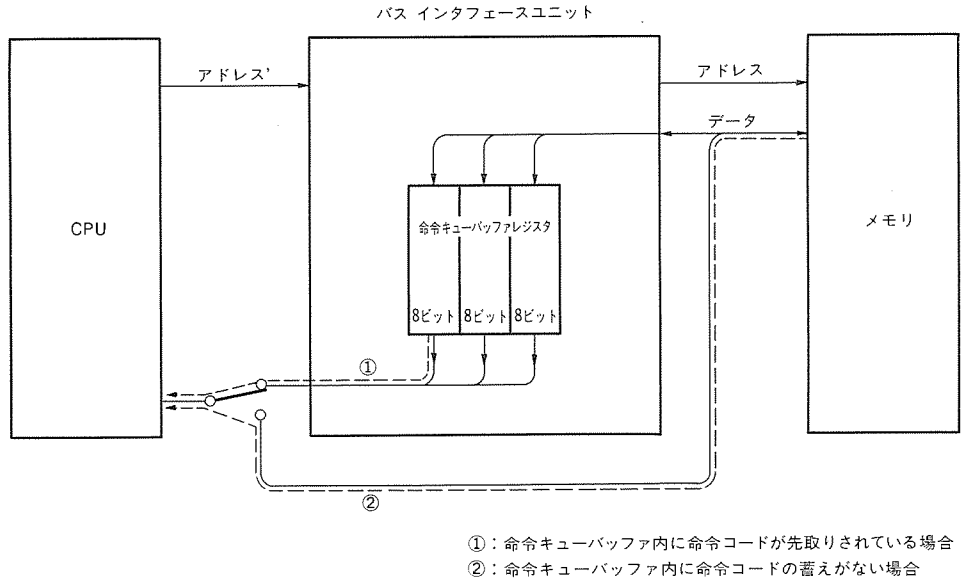


図7. 命令フェッチの経路

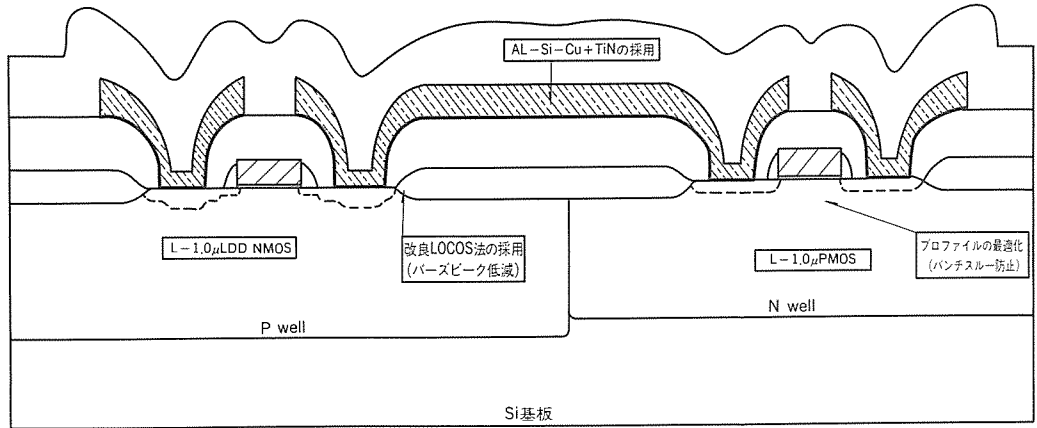


図8. 1.0μmCMOSプロセスの断面図

レーションによって計算した結果を示しており、伝搬時間が約1.3nsに短縮されていることがわかる。したがって、従来回路で1.0 μ mCMOSプロセスを用いた場合(図5(b))に比べて約1.5倍、従来回路で1.3 μ mCMOSプロセスを用いた場合(図5(a))に比べて約2.1倍の速度向上が実現されることを示している。

4.2.2 命令フェッチ時のバイパス回路

《MELPS 7700シリーズ》では、CPUとメモリとの間に位置してメモリアクセスを制御するバスインタフェース回路を内蔵している。バスインタフェース回路は、3バイトの命令キューバッファを持ち、空きバスサイクルを利用して命令の先取りを行う。命令キューバッファに蓄えられた命令コードは、CPUの要求に従って転送される。ところが、CPUから命令コードの転送を要求されたときに命令キューバッファ内に蓄えがない場合には、バスインタフェースユニットは、直ちに命令コードのフェッチを実行しなければならない。そして、フェッチされた命令コードは、命令キューバッファ内を素通りしてCPUへ送られるが、この動作に要する時間は、当然のことながら命令キューバッファ内に蓄えられていた命令コードが転送される場合に比べて長く、これが動作速度の上限を決める要因の一つとなる。

そこで、M37702M2B $\times\times$ FPでは、図7に示すように命令キューバッファに蓄えがない場合には、データバス上に読み出された命令コードを、命令キューバッファを通らずに直接CPUへ送るバイパス回路を設けて高速化を図った。

5. 1.0 μ mCMOSウェーハプロセス

M37702M2B $\times\times$ FPの開発に際して、1.0 μ mルール、一層ゲート、一層金属配線CMOSプロセスを採用した。デザインルールの特徴は、PMOS、NMOSトランジスタのゲート長が共に1.0 μ mであり、ROMのセルサイズ4.4 μ m $\times$ 4.4 μ mに設計した点である。表2に1.0 μ mCMOSデザインルールの概要を示す。また、図8に1.0 μ mCMOSプロセスの断面図を示す。以下にこのプロセスの特長を述べる。

(1) PMOSのパンチスルー防止

PMOSゲート長1.0 μ mの採用を可能とするため、従来のボロンのカウンタードープによるプロファイルを更に最適化することにより、電流駆動能力の向上、パンチスルーによる耐圧劣化の防止を実現した。

(2) 素子分離法の改良(改良LOCOS法)

従来のLOCOS法では、バースビーク長が長く実効的な活性領域が減少するという問題が存在し、今回、耐酸化マスクとなるシリコン窒化膜等の膜厚を最適化した改良LOCOS法の採用により、バースビーク長を従来の約50%に低減した。

(3) アルミ配線の高信頼性化

微細化に伴うアルミ配線上の問題、すなわち、エレクトロマイグ

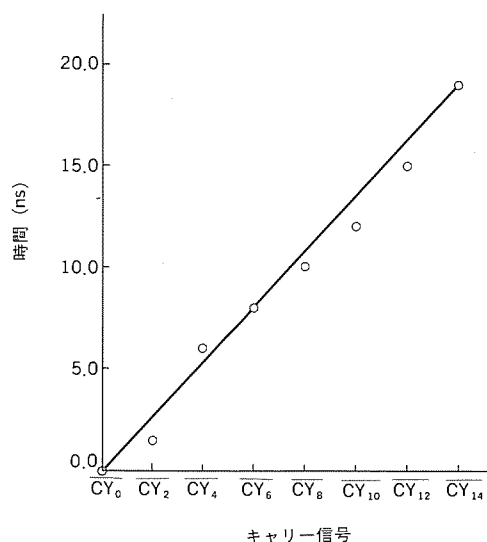


図9. M37702M2B $\times\times$ FPのビット当たりのキャリーの伝搬時間の実測値

レーションによる断線及び各種拡散層との接続不良対策として、このプロセスでは、

(a) 配線材料の変更(Al-Si $\rightarrow$ Al-Si-Cu)

(b) バリアメタル(TiN)の採用

を実施し、高信頼性化を図っている。

6. 評価

図9に、M37702M2B $\times\times$ FPのALUで16ビット長のデータの加算を行ったときの、キャリーの伝搬時間の実測値を示す。測定結果では、ビット0からのキャリー出力CY0が確定してから、ビット14からのキャリー出力CY14が確定するまでの時間が約19nsであり、したがってビット当たりのキャリーの伝搬時間は、約1.36nsとなる。これは、図6に示した回路シミュレーションによる予測値とよく一致している。4.1節で述べた他の高速化のための回路的な工夫の結果も、同様にほぼ予測どおりの速度向上を得ることができた。

7. むすび

1.0 μ mCMOSプロセスの採用と、高速化の回路手法を採り入れることにより、最短命令実行時間160nsを実現した超高速16ビットマイクロコンピュータM37702M2B $\times\times$ FPを開発した。今後は、この超高速版についても、内蔵メモリの拡張やEPROM内蔵版の開発を行い、《MELPS 7700シリーズ》の充実を図っていくつもりである。さらにまた、今回の開発で培った技術と、プロセス部門、設計部門の連携のもとに、より一段と高速・高性能なマイクロコンピュータの開発に取り組んでいく所存である。

2 線式テレビドアホン

塚越定之* 近藤泰弘* 松本 渉*

1. ま え が き

我が国におけるドアホン関連商品のチャイム、ベル又はインターホンは、ほとんどの住宅に設置されている。一方、テレビドアホンは10年ぐらい前から商品化されているが、価格が15万円前後することと専用線の敷設が必要なのがネックとなり、新築住宅の一部にしか普及していなかった。

今回、開発した2線式テレビドアホン（以下、TD-50という）は、インターホンやチャイムの配線がそのまま利用でき、大がかりな工事が不要で、価格が従来のテレビドアホンの半額以下を目標としたものである。以下、製品の特長と仕様及び回路構成について述べる。

2. 製品の特長と仕様

TD-50(図1)は、偏平ブラウン管を使用したモニター本体とMOS型固体撮像素子を内蔵したドアホンカメラから成り、それぞれを2線ケーブルで接続する。モニター本体、ドアホンカメラの仕様を表1、表2に示す。

以下、TD-50の主な特長について紹介する。

- (1) 工事の簡単な2線伝送方式を開発した。この方式は音声信号、映像信号及びカメラ電源の重畳化を行う。
- (2) ドアホンカメラに、高感度なMOS型固体撮像素子を搭載した。画素数は、約8万画素で鮮明な映像を得ている。また、カメラの上下に6個の赤外LEDを設けたので、夜間でも来訪者の顔をはっきり映すことができる。
- (3) モニター本体に薄形の4インチ白黒偏平ブラウン管を使用し、液晶ディスプレイ使用の別機種品と同等の薄さを実現した。しかも、鮮明度は約2倍良い画像（当社比）となった。
- (4) 2台のドアホンカメラをモニター本体に接続可能である。セキュリティや部屋のモニターなど多彩な用途に対応できる。2台のドアホンカメラのうち、1台（A）はチャイム音、もう1台（B）はリモコン音で呼出しを区別した。
- (5) モニター本体にビデオ出力端子を装備した。テレビに接続することにより、テレビのリモコン切替えで来訪者を家庭のテレビに映すことができる。また、ビデオやビデオプリンタにより、来訪者の記録を残すこともできる。

以上のように、ユーザーのニーズを追及した仕様とした。

3. 製品の機能と構成

3.1 機 能

TD-50の基本機能としては、ドアホンカメラが撮影する映像を表示するモニター機能、モニター本体とドアホンカメラとの間の通話機能、来訪者を知らせる呼出機能などがあり、これらについて説明する。

- (1) 通話機能

モニター本体の受話器で、ドアホンカメラに内蔵したスピーカー及びマイクを通して、ドアホンカメラからの映像を見ながら通話す

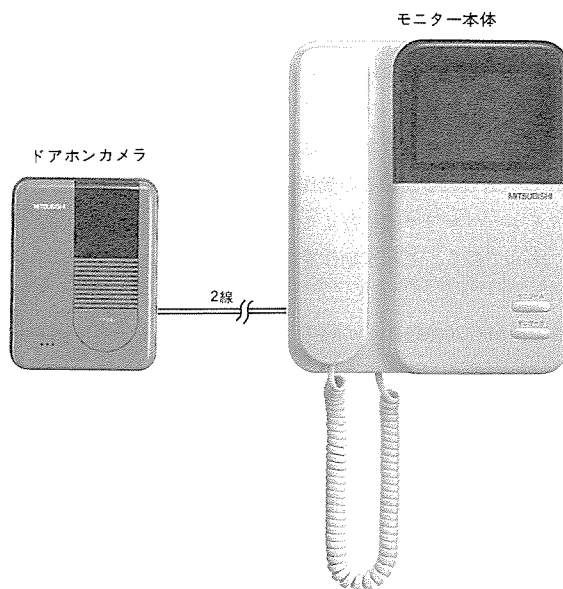


図1. 2線式テレビドアホンTD-50形

表1. モニター本体の仕様

電 源	DC17.5V/0.65A(ACアダプタから供給)
消 費 電 力	動作時 約15.4W 待受時 約 2.4W
動 作 保 証 温 度	0~+40°C
ブ ラ ウ ン 管	4インチ白黒偏平ブラウン管
通 話 方 式	受話器による同時通話方式
呼 出 音	ドアホンカメラA:ピンポン2回、ドアホンカメラB:ブルブル2回
通 話 時 間	連続通話約3分で自動解除
伝 送 方 式	二線方式（極性有り）音声、映像、カメラ電源重畳
動 作 保 証 距 離	0.65φ（単線）/20×0.18mm（より線）平行2線で50mまで、5C-2V同軸線で80mまで
ビ デ オ 出 力	NTSCビデオ出力準拠
接続ドアホンカメラ数	2台（最大）
寸 法 (mm)	幅185×高さ220×奥行50（受話器部を除く）
重 量	約1,180g
外 観 色 調	ホワイト

表2. ドアホンカメラの仕様

電 源	DC9V/0.27A（モニター本体から供給）
消 費 電 力	動作時 約2.7W
動 作 保 証 温 度	-10~+50°C
撮 像 素 子	固体撮像素子
走 査 周 波 数	水平：15.73kHz 垂直：60Hz
レ ン ズ	F1.8 f=4.48mm
画 角	水平：約50° 垂直：約38°
最 低 照 度	0ルクス（ドアホンカメラ前方30cmまで）
照 明	赤外線LED（呼出/モニター時 自動点灯）
寸 法 (mm)	幅98×高さ130×奥行46
重 量	約270g
外 観 色 調	グレー

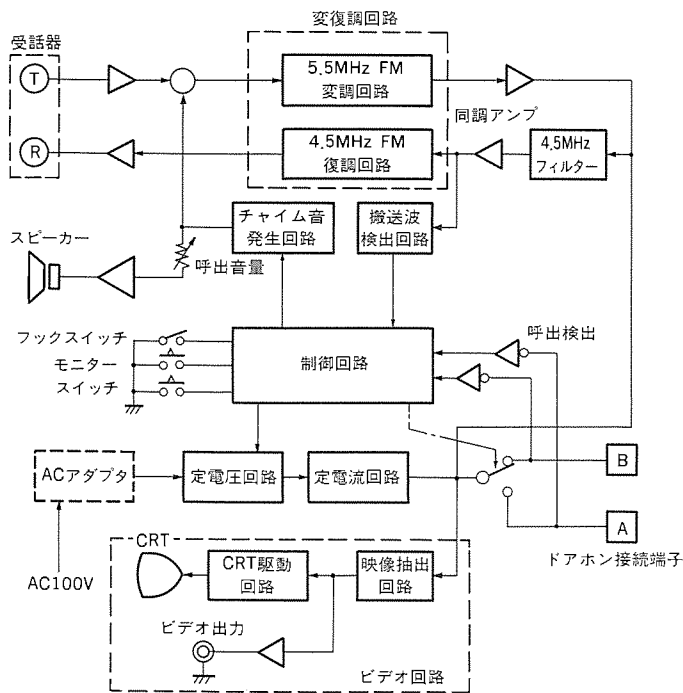


図 2. モニター本体のブロック図

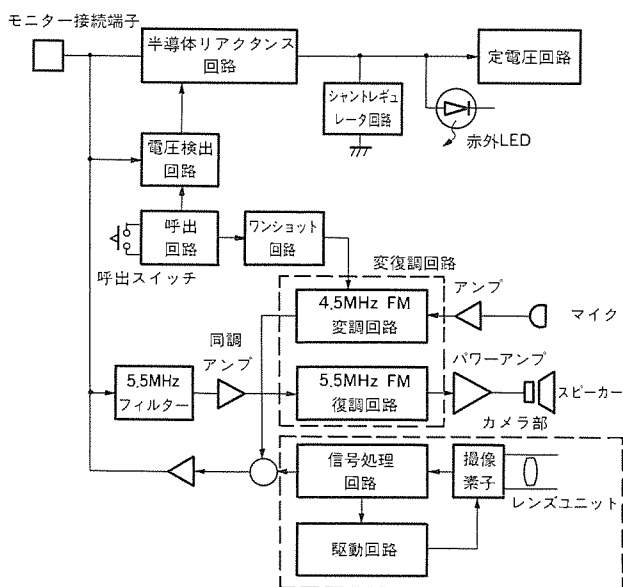


図 3. ドアホンカメラのブロック図

ることができる。通話制限時間は3分である。

(2) 呼出機能

ドアホンカメラの呼出ボタンを押すと、モニター本体から呼出音(2種類)を発する。

(3) モニター機能

ドアホンカメラが撮影する映像を表示する。

- モニター本体のモニターボタンを押すと、屋外などの様子を30秒間連続して映し出す。
- ドアホンカメラから呼出しがあると、30秒間はドアホンカメラからの映像を表示するので、来訪者を確認することができる。
- モニター本体の受話器を外すと、ドアホンカメラとの間は通話状態となり、映像だけではなく、音のモニターもできる。

(4) 呼出音量調節機能

ドアホンカメラの呼出ボタンが押されると、モニター本体から呼

出音を発するが、モニター本体の設置環境により適切な音量が異なるため、環境に合わせて呼出音量を調節することができる。

(5) コントラスト調節機能

ドアホンカメラで撮影した映像がブラウン管に映し出されたとき、画像が暗すぎたり、あるいは明るすぎたりするときは、表示画面を見ながら好みの明るさに調節することができる。

(6) ビデオ出力機能

ビデオ出力端子(NTSC準拠)を設けたので、手持ちのテレビやビデオデッキ、ビデオプリンタなどのビデオ機器(ビデオ入力端子を装備しているもの。)に接続して使用できる。

3.2 システム構成

以上の諸機能を実現するために、モニター本体とドアホンカメラを各々図2及び図3に示すブロック図のように構成した。

3.2.1 モニター本体

(1) 変復調回路

モニター本体とドアホンカメラ間では、音声信号を周波数変調し送受信を行う。このときの周波数変調方式は、可変容量ダイオードに加えられる音声信号の大きさにより、コルピッツ形で構成される発振回路の発振周波数を変化して周波数変調を行う。また、多重化されている信号の中から4.5MHzの変調周波数をセラミックフィルタで抽出するとともに同調アンプで増幅し、復調回路の復調ICで復調する。

(2) 制御回路

4ビットマイコンを採用し、モニターコントロールや通話制御等、システム全体を制御するとともに、呼出音の原信号を発生する。

(3) チャイム音発生回路

ドアホンカメラからの呼出信号により、制御回路から出力された呼出音の原信号を成形して呼出音(ピンポン・ピンポン若しくはブルブルル・ブルブルル)を生成する。

(4) 搬送波検出回路

ドアホンカメラの接続の有無、及び来訪者からの再呼出し(来訪者から呼出しが行われると30秒間モニター状態となるが、この間に再度行われる呼出し)の有無を検出するために、ドアホンカメラからの周波数変調波を検波し、その情報を制御回路へ送る。

(5) ビデオ回路

多重化されている信号の中から映像信号を抽出し、4インチ白黒偏平ブラウン管の偏向制御を行う偏向用ICと、同ブラウン管のG1グリッドを駆動するための映像増幅回路に入力し、ドアホンカメラで撮影した映像をブラウン管上に表示する。また、ビデオ出力用のバッファアンプを介してビデオ信号を出力する。

(6) 定電圧回路

ACアダプタからのDC電源を、各ブロックに必要な定電圧に変換し出力する。

(7) 定電流回路

図4に示す各周波数帯域を持つ信号(直流電源、映像信号、2種類の周波数変調波)を2線で伝送するために多重化を行う。このため、トランジスタにより構成される定電流源で、モニター本体からドアホンカメラへの電源供給を行い、信号の伝送に対して高インピーダンス化し多重化を行いやすくする。

3.2.2 ドアホンカメラ

(1) 変復調回路

前記、モニター本体の変復調回路と同一であるが、送信搬送波周

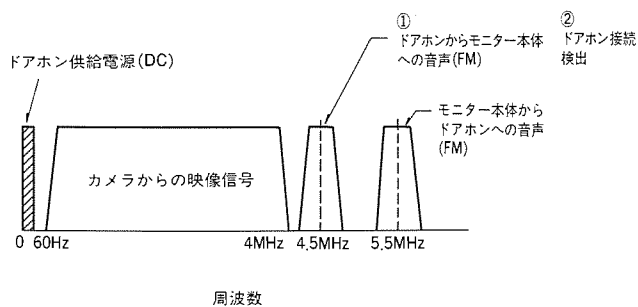


図4. 使用周波数帯域

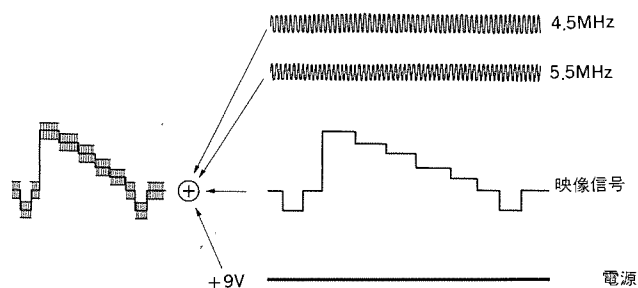


図5. 多重化信号

波数は4.5MHz、受信同調周波数は5.5MHzに設定する。

(2) カメラ部

カメラ部は、撮像素子、信号処理回路、駆動回路で構成しており、撮像素子には1/3インチMOS型固体撮像素子を使用した。レンズを通して入射された被写体の像は、このMOS型固体撮像素子によって光電変換し、映像信号として信号処理回路へ送る。信号処理回路では、AGC回路、KNEE回路、 γ 補正回路、アパーチャ補正回路等により各種の映像信号処理を施し、ビデオ信号として伝送ラインへ出力する。MOS型固体撮像素子からの映像信号の読出しタイミングを制御する駆動回路にはオートアイリス機構が組み込まれており、夜間の低照度から昼間の高照度まで幅広い光量に対応することができる。

(3) 半導体リアクタンス回路

多重化信号を2線で伝送するために、リアクタンス トランジスタ回路を2段直結させて等価的にインダクタを形成し伝送ラインインピーダンスに対して、直流(電源供給)では低インピーダンス化を図り、交流成分では低周波(60Hz以下)から高周波(6MHz以上)まで高インピーダンス化を図る。

(4) シャントレギュレータ回路

半導体リアクタンス回路以後の負荷を一定に保つための自動可変負荷であり、ドアホンカメラや音声部の負荷変動により、伝送ライン電圧が影響を受けないようにする。

(5) 定電圧回路

半導体リアクタンス回路の出力電圧を、各ブロックに必要な定電圧電源に変換し出力する。

(6) 電圧検出回路

伝送ライン電圧は、待機時と動作時(モニター中、呼出し中、通

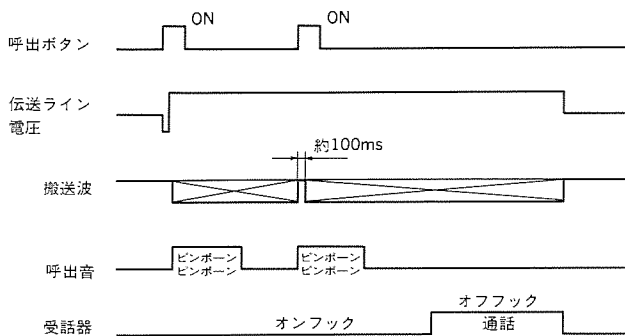


図6. 呼出しから通話シーケンス

話中)により異なるため、この伝送ライン電圧を絶えず監視し、半導体リアクタンス回路の駆動制御を行う。

(7) 呼出回路

2線伝送ラインの状態を、モニター本体側で常に監視しており、待機時に呼出ボタンを押されたとき及び呼出し中に再度呼出ボタンを押されても呼出音を発する処理を行う。

3.3 信号の多重化

図4に今回使用した周波数帯域を示す。図中、供給電源は直流であり、その直流電圧上に映像信号(60Hzから4MHz)を交流的に注入し、さらにモニター本体からドアホンカメラへは5.5MHzの搬送波を音声信号で周波数変調し、ドアホンカメラからモニター本体へは4.5MHzの搬送波で行う。図5は、モニター本体とドアホンカメラ間の伝送ラインの多重化信号を示すもので、映像信号は約1Vp-p、各音声信号は約200mVp-p程度である。

3.4 呼出しのシーケンス

ドアホンカメラの呼出ボタンが押されると、呼出ボタン押下情報として伝送ラインの電圧が降下する。この電圧の変化をモニター本体で検出し、ドアホンカメラが動作状態になるように、制御回路の駆動制御によりドアホンカメラに定電流を供給する。ドアホンカメラが動作状態になると、音声信号をモニター本体へ送信する。モニター本体では、これを確認し呼出音を発する。この状態では通話はできず、モニター本体はドアホンカメラで撮影する映像のみを見ることができる。

また、初めの呼出しから30秒の間に、モニター本体の受話器をとって通話状態に入らなければ、ドアホンカメラは待機状態に戻る。この30秒の間に、再度、呼出ボタンを押すと、ドアホンカメラからモニター本体への搬送波が瞬時切れ、これをモニター本体側で、再呼出情報として検出し、呼出音を再度発する。この様子を図6に示す。

4. む す び

ここで紹介した2線式テレビドアホンは、LSI、各種チップ部品を用いて高密度実装を行ったことにより低コスト化とコンパクト化を実現することができた。

今後は、テレビドアホンの高機能化を図るとともに、システムに拡張性を持たせ、新しいHAの世界を作り出していく。

“表面—界面切削法”による塗膜物性評価システム

西山逸雄* 高橋健造*

1. ま え が き

塗膜は、物体の保護や美観、機能性などの性質を付与するために用いられる。塗膜の性能を持続させるためには、塗膜の強度が安定し、基材に強固に付着していなければならない。したがって、適切な塗膜の開発、劣化挙動の解析を行うためには、その強度及び付着性の定量的なデータが必要である。しかし、塗膜物性の測定に関しては、砵盤目試験法に代表される定性的試験法が主流になっており、定量的試験法においてもブルーフ法は適切な接着剤がないため100 kgf/cm²を越える付着強度の測定が困難であり、またアドヘロメータでは、強度と付着性を分離して測定することができない等の問題がある。これは、塗膜が複合体であることに起因しており、基材に付着した状態での物性測定が困難なためである。

このたび筆者等は、塗膜の強度及び付着性を分離して測定するために、切り刃を用いた切削方式に着目し“表面—界面切削法”による塗膜物性評価システムを開発した。これは、鋭利な切り刃を用いて塗膜の表面から界面にかけて切削するもので、塗膜内の切削力からせん断強度を、界面の切削力から付着強度を“切削理論”⁽¹⁾⁽²⁾を適用して求めるもので、剪断強度と付着強度を分離して同時に求めることができる。また、実測データをパソコンに取り込み、波形解析⁽³⁾等のデータ処理を行うことによりぜい(脆)化傾向等の物性の推察もできる。

2. 測定の原理

“表面—界面切削装置”は、図1に示すように水平運動をする塗膜と、その表面に対して垂直運動をする切り刃と、切り刃に発生する水平分力及び垂直分力を検知する検知器と、切り込み深さを測定する差動トランスとから構成されている。測定は、所定の荷重(W)で切り刃を押し当てながら塗膜を運動させると、切り刃はその内部に切り込み、界面に達する。その時点で押し圧荷重を調節すると切り刃はバランスして界面に沿って運動する。

この測定による“表面—界面切削線図”を図2に示す。まず、試料を停止した状態で切り刃を塗膜の表面に設定し、所定の押し圧荷重を加える。切り刃は、塗膜内に押し込まれるので、その深さから硬さを求めることができる。次に塗膜の運動を開始(スタートポイント)すると、切り刃は塗膜内に切り込む。切り込み深さに比例して切削力は増加するが、界面に接近すると切削力は一転して低下傾向となり界面に達する。これは、塗膜内の切削である剪断破壊から界面の破壊に変化するためである。界面に切り刃をバランスさせるため、切り刃の上下動、すなわち差動トランスによる深さ変化を見ながら押し圧荷重を調節する。物性の計算は、切り込み時の切削力と切り込み深さから剪断強度を、界面の切削力と膜厚から付着強度を“切削理論”の式に代入して求める。この装置は、このように切り刃により表面から界面にかけて連続的に切削して物性を求めることから“表面—界面切削法”と呼ぶ。

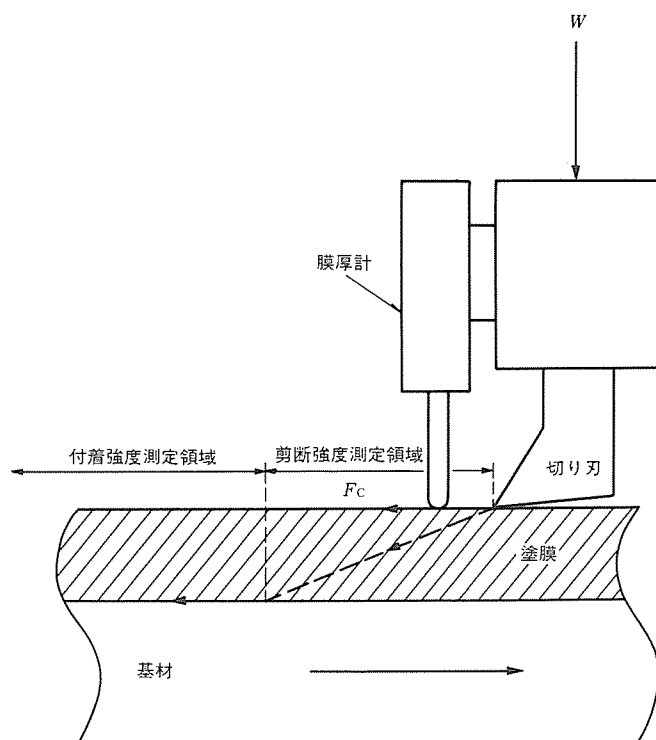


図1. “表面—界面切削法”の原理

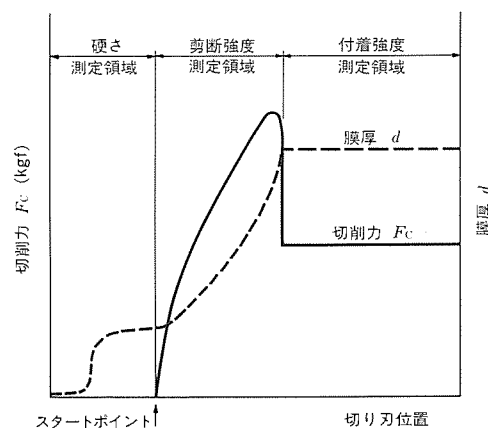


図2. 表面—界面切削線図

切削状態における切り刃先端のベクトルを図3に示す。図中、切り刃すくい面の垂直押し圧力(N)とすくい面の摩擦角(T)から合力(R)が求まる。各種記号の内容を次に示す。 R' : R と反対の力、 τ : 摩擦角、 α : すくい角、 β : R' の水平面とかなす角、 ϕ : 剪断角、 F_s : 剪断力、 F_c : 切削力、 F_T : 推力、 W : 荷重である。この測定では、切り刃に発生する水平分力である切削力と切り刃の垂直変位すなわち膜厚(d)を検知し、この値をA/D変換してパソコンに取り込み、データ解析を行うものである。また、切り刃先端には上向きの推力が生じており、この力と同等の荷重を加えるとベクトルの合力は水平方向となり界面でバランスを保つことができ、例えば、多層膜の各層の界面を切削することが可能となる(図4)。な

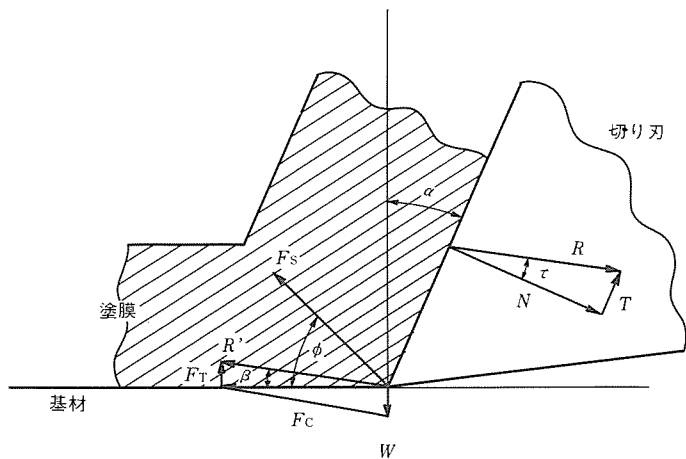


図 3. 切り刃先端のベクトル図

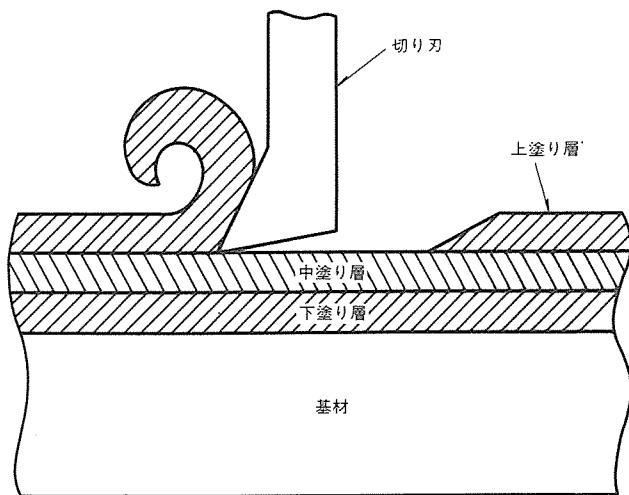


図 4. 多層塗膜の測定

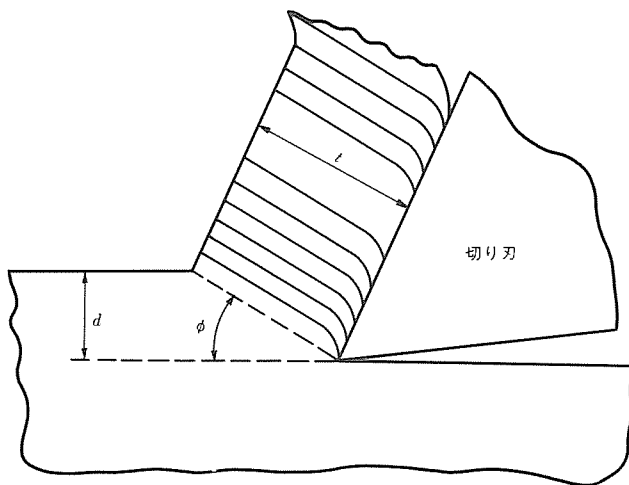


図 5. 剪断破壊の概念

お、切削速度は熱的因子を除去するため超低速切削 (0.2mm/min) で行う。

3. データの解析方法

3.1 剪断強度、付着強度の計算式⁽¹⁾

剪断強度 (λ), 付着強度 (A_0) の計算式は, “切削理論” により次の式を用いる。

$$\lambda = \frac{F_c^*}{2 A_0 \cot \phi} \quad (1)$$

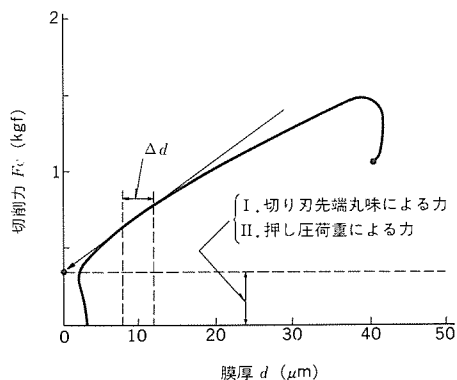


図 6. $d-F_c$ 関係図

$$A_0 = \frac{F_c}{2 A_0 \cot \phi} \quad (2)$$

ここに, A_0 : 断面積 ($d \times$ 切り刃の幅)

F_c^* : $d-F_c$ 関係図 (図 6) から求めた値

この測定により検知した水平分力, 膜厚, 推力 ($F_T = W$) を, 次のように処理して剪断強度と付着強度を求める。

3.2 剪断角の求め方

切り刃が塗膜内部を切削している間は, 塗膜は図 5 のように剪断破壊をきたしており, その剪断角は切り込み深さ (d) と切りくず厚さ (t) から次式が求められる。

$$r_c = \frac{d}{t} \quad (3)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{r_c \cos \alpha}{1 - r_c \sin \alpha} \quad (4)$$

r_c : 切削比

例えば, 鴨川⁽⁴⁾がこのようにして求めたアクリル樹脂の剪断角は 35° である。

また, Merchant の切削方程式から次のように求めることもできる。

$$2\phi + \tau - \alpha = 90^\circ \quad (\text{Merchant の第一方程式})$$

$$\beta = \tau - \alpha$$

から

$$\phi = 45^\circ - \frac{\beta}{2} \quad (5)$$

切り刃がバランスして界面を運動する場合は, $F_T = W$ となることから

$$\tan \beta = \frac{F_T}{F_c} = \frac{W}{F_c} \quad (6)$$

$$\phi = 45^\circ - \frac{1}{2 \tan^{-1} \left(\frac{W}{F_c} \right)} \quad (7)$$

となる。

以上の方法で剪断角を正確に求められない場合は, 次のように剪断強度既知 (例えば, 単純剪断法で求める。) の標準材料を用いてこの装置で剪断強度を測定する。このデータから逆算して剪断角を求める。例えば, アクリル樹脂の剪断強度は, 630 kgf/cm^2 でこれから求めた剪断角は 30° になる。標準材料としては, ポリアセタール, ポリカーボネートがよい⁽⁴⁾。剪断角は, 材質, 切り込み深さにより多少変動するが, 測定誤差範囲内にあるので近似的に一定であるとみなすことができる。

3.3 剪断強度の求め方

剪断強度は、塗膜内の切削力から求めるため、得られるデータには、①切り刃先端丸味による抵抗力、②押し圧荷重による抵抗力等が含まれている。したがって、真の値を得るには、これらの力を除去する必要がある、以下の処理を行う。

“表面—界面切削線図”（図2）の剪断強度測定領域のデータ（ d と F_c ）を用いて膜厚と切削力の関係図、すなわち $d-F_c$ 関係図（図6）に変換する。この図から上記の剪断力以外の力を除去するため次の処理を行う。

(1) $10\mu\text{m}$ を中心とした $\pm 2 \sim 5\mu\text{m}$ の部分（ Δd ）で接線を引き F_c

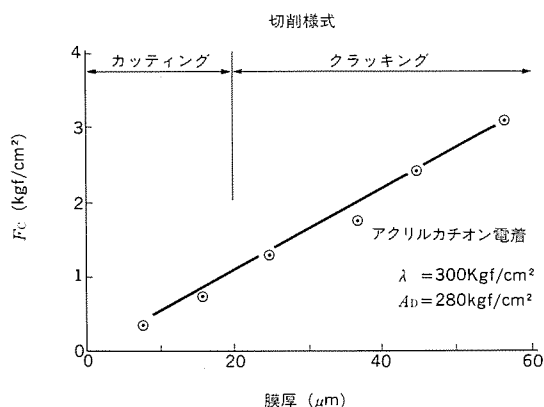
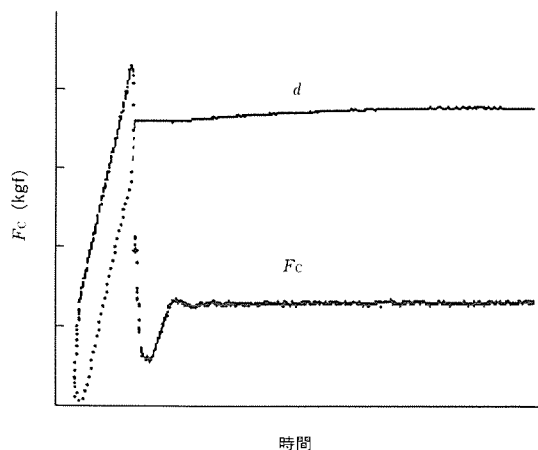
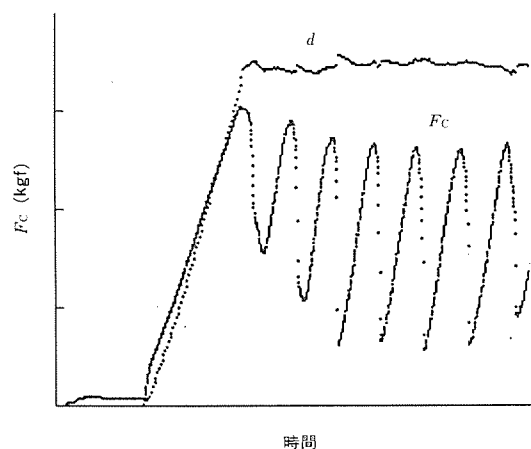


図7. 膜厚と切削力（ F_c ）の関係



(a) カッティング



(b) クラッキング

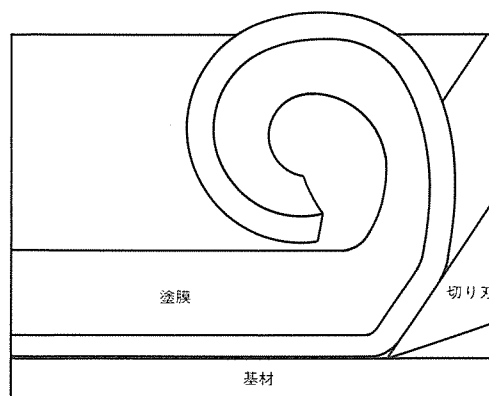
図8. 切削パターン

軸との交点を求めて、この交点まで d 軸を平行移動させる。この平行移動した分が剪断力以外の力である。この方式では次の点が配慮される。① $d-F_c$ 関係図は、材料によっては曲線となるので所定の膜厚部分において接線を引く必要がある。②試料の膜厚は、例えば10, 20, $30\mu\text{m}$ のように様々であり、広範囲の膜厚に対応するためには薄い部分に設定する必要がある。また、この装置での安定測定領域が $10\mu\text{m}$ 以上であるので、以上の点から $10\mu\text{m}$ とした。

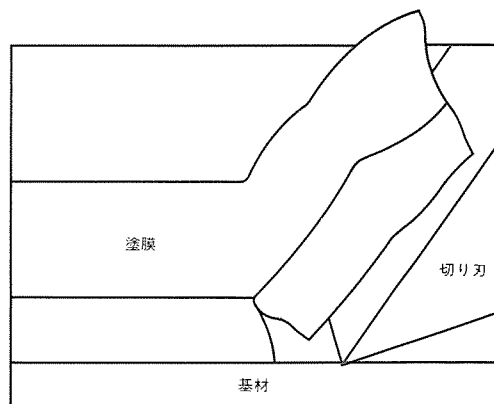
(2) $d-F_c$ 曲線の方程式を多項式で求める。 $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots$ において $a_0 = 0$ とすることにより剪断力以外の力が除去される。以上のようにして補正した $d-F_c$ の関係図、あるいは方程式から所定の膜厚に対する切削力（ F_c^* ）の値を式(1)に代入して剪断強度を求める。剪断強度は、均質な材料であれば切り込み深さによらず一定である。実際には、架橋度や内部ひずみの分布の存在、あるいは経時変化（熟成、劣化）の深さ方向の分布が存在するため一定とはならない。したがって、各切り込み深さに対する剪断強度を測定することにより上記分布を把握することができる。

3.4 付着強度の求め方

この測定法による付着強度は、剪断強度に対する相対的な値であり、図2の付着強度測定領域における切削力と膜厚から求める。界面の切削力は剪断強度と異なり、押し圧荷重による抵抗力は含まれない（荷重バランスにより）。また、切り刃先端丸味効果による抵抗力は、凝集破壊（CF：完璧な付着により樹脂が破壊する。）と界面破壊（IF：界面ではがれる。）の場合で異なり、前者の場合は切り刃先端で樹脂を切削するので抵抗力が含まれるが、後者の場合は界面は



(a) カッティング



(b) クラッキング

図9. 切削パターン（切削概念）

く(剝)離のため含まれない。したがって、前者は真の値より小さくなるが、後者はほぼ真の値となり、式(2)に代入することにより付着強度を求めることができる。

以上の測定から求めた剪断強度と付着強度を比較することにより、凝集破壊と界面破壊の判定ができる。

3.5 切り刃について

切り刃の形状は、図3に示すように刃角：60°，すくい角：20°，逃げ角10°，鋭利度：1～2μm，刃幅：4mmである。刃角は、刃先の耐久性から大きい方がよいが、切り込みに要する押し圧荷重が増大するので、それらの兼ね合いから60°が適切である。鋭利度は、シャープなほどデータの精度が高くなるので、繰り返し測定により、切り刃先端が摩耗した場合、適宜再研磨する。切り刃の材質は、超硬合金製、ダイヤモンド製がよい。試料によっては、高速度鋼も使用できる。

4. アクリルカチオン電着塗膜の測定例

剪断強度と付着強度が一定で膜厚を変化させた標準塗膜を作製した。基材としてりん酸亜鉛鋼板を用い、アクリル型カチオン電着塗装をしたもので、膜厚は、10, 20, 30, 40, 50及び60μmである。各塗膜について $d-F_c$ 関係図を作成し、膜厚10μmにおける剪断強度を測定した結果、いずれの塗膜も約300kgf/cm²と一致した。また、付着強度測定領域における切削力と試料の膜厚の関係を図7に示す。界面の切削力は、膜厚に対してよい直線性を示し式(2)から算出した付着強度はいずれの塗膜も約280kgf/cm²と一致した。

膜厚の異なる塗膜について界面を切削すると、図8のような二つの異なる切削パターンが観測された。膜厚が20μm以下では同図(a)の F_c は一定値を示した。一方、膜厚20μm以上では波形状の切削パターンを示した。図8(a)の場合には、塗膜は図9(a)のようにカッティングされていると推定される。一方、図8(b)の場合には、塗膜は図9(b)のようにクラッキングを繰り返して界面剝離していると推定される。

クラッキングの発生は、塗膜が硬いほど、厚いほど、付着力の強いほど、あるいはそれらが複合した場合に発生しやすい。クラッキング現象が発生した場合、界面の剪断強度は、塗膜が剝離する直前の F_c すなわちピーク値を用いる必要がある。図7で膜厚が20μm以上における F_c はピーク値を用いた。

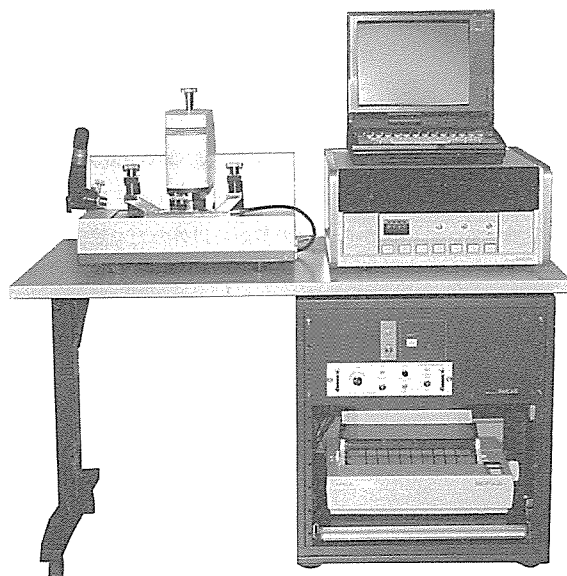


図10. “表面—界面切削装置” (DAIPLA, SAIKAS)

5. む す び

この“表面—界面切削法”による塗膜物性評価システムは、簡単な操作で塗膜の剪断強度と付着強度を分離して同時に求めることができるので、今後、各種塗料の開発及び劣化挙動の究明に役立つものと考えられる。また、この装置の特徴である材料表面からの切り込み方式は、材料表面から内部にかけての物性変化の測定に効果的であり、塗膜に限らず各種高分子材料にも適用できる。

なお、この装置は大日本プラスチック(株)により商品化された(商品名：SAIKAS, 図10参照)。

参 考 文 献

- (1) 小林：硬質ビニール樹脂の切削機構，プラスチック，7，No. 5，18
- (2) W.K. Asbeck：Measuring the adhesion of coatings, Journal of Paint Technolog, 43, No.556, 84 (1971-5)
- (3) 西山，島本：塗膜の付着強度に関する定量的測定法の研究，塗装工学，21，No.11，512 (1986)
- (4) 鴨川：プラスチックの切削加工，日刊工業新聞社 (1988)

デジタルオーディオインタフェース 受信IC“M65810FP”

スポットライト

三菱電機ではこのたび、デジタル化が進むオーディオ機器向けに、デジタルデータを受信、復調するIC“M65810FP”を開発しました。近年ではミニコンポーネントにもCD、DAT、BSチューナ等のデジタルオーディオ機器が充実し、これらの機器とアンプ間の接続はデジタルデータで伝送されるケースが多くなりました。デジタルデータで伝送することにより伝送路での信号の劣化が少なく性能が向上すると同時に、アンプ以外の機器にはD-Aコンバータが不要になるため簡素化が図れるなどさまざまなメリットがあります。こうしたデジタルデータは図1に示すようにオーディオデータ以外に同期プリアンプ、バリディフラグ、チャンネルステータスビットなどのデータが国際規格によって定められたフォーマット(デジタルインタフェースフォーマット)にしたがって組み込まれています。アンプ側ではまず、伝送されてきたデータをそれぞれのデータごとに復調する処理が必要になりますが、今回開発したICはアンプに搭載し、各デジタルオーディオ機器から伝送されてくる信号を受信、復調する役割を果たします。“M65810FP”は入力を6系統備えるなどミニコンポーネント用に最適設計しているほか、最近、国際的な協定が成立したDATのシリアルコピーマネジメントシステムに対応するビットが判定可能であるなどの先進の機能も盛り込み、アンプに音響シーンの新たな1ページを開きます。

特長

- 光伝送対応入力(CMOSレベル)3系統、同軸ケーブル伝送対応入力(レベル変換器内蔵)3系統、合計6系統の入力を備えています。
- 入力の切り替えは、リモコンに対応するシリアルデータによるマイコンモードと、パネルスイッチ対応の平行データによるイージモードの2種類が選択できます。
- VFO(バリアブル フレケンシ オシレータ)を含むPLL回路を内蔵し、無調整で受信信号に同期します。
- 豊富なクロックを備え、幅広いデジタルフィルタIC、D-AコンバータICに対応できます。
- バリディチェックエラーのときはオーディオデータを前置ホルド、PLLアンロック時はミートし、不要なノイズを防ぎます。
- Cビットのサンプリング周波数情報、エンファシス情報は専用端子に出力されます。さらにマイコンモードではCビットの先頭32ビットをシリアルデータとして読み出すことができます。
- 36ピン超小形SOP(36P2R)を採用しています。

図1 デジタルオーディオインタフェースサブフレームフォーマット

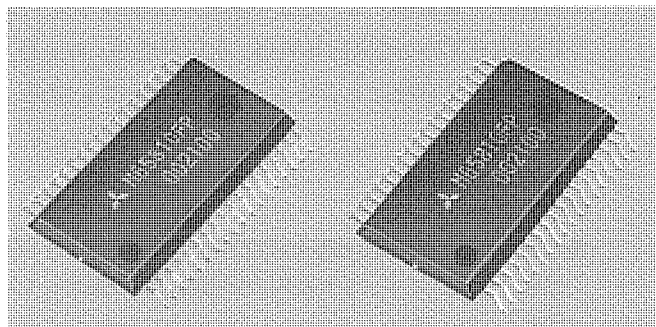
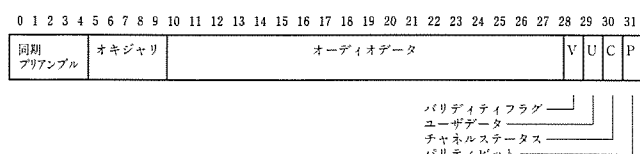


図2 ブロック図

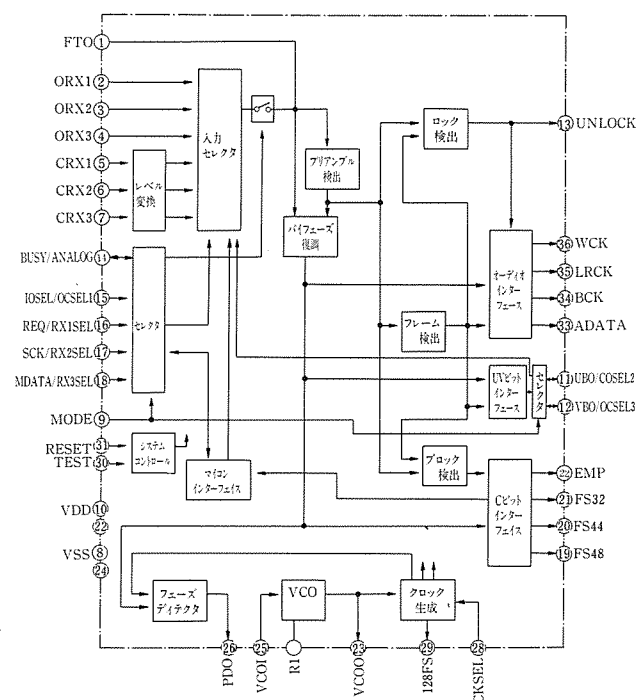
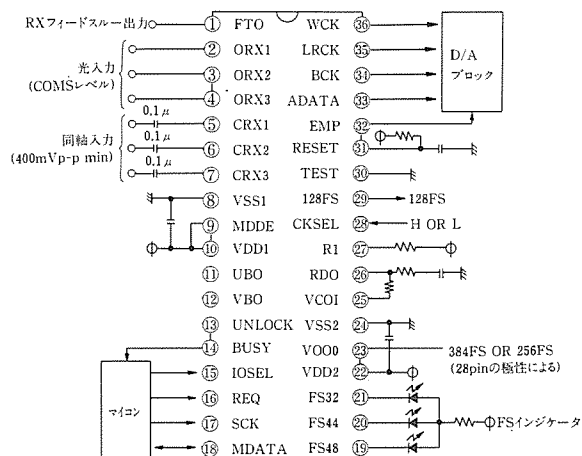


図3 応用回路例(マイコンモード)



スポットライト

IQ復調ビデオクロマジングルIC “M52023SP”

このたび三菱電機では、色信号復調にIQ復調方式を採用したNTSC方式TVの映像信号処理、色信号処理、および水平・垂直同期信号処理機能を有するIC“M52023SP”を開発、製品化しました。

特長

- 色信号復調回路にIQ復調を採用することにより、NTSC信号を忠実に再現します。また従来の狭帯域方式の復調とも切替可能です。
- 映像の鮮鋭度向上のために、輪郭補正にディレーラインアパチャーコントロール方式を採用しています。
- 映像信号処理回路の周波数特性を9MHz(-3dB)まで上げ、高解像度化に対応しています。
- オンスクリーン回路を内蔵しており、外部RGB入力との接続が容易になるため、スイッチ回路などの外付が大幅に減少します。
- 32fH発振器から水平・垂直をカウントダウンすることにより無調整化を実現しています。

図1 ピン接続図

FBP IN/BGP OUT	1	52	V OUT (LIN) RC
V SYNC TRI IN	2	51	H.V SYNC OUT
CURRENT SINK	3	50	H SYNC SEP. IN
RAMP CAP	4	49	V SYNC SEP. IN
AC/DC FB IN	5	48	GND (Video, Chroma)
V OUT	6	47	VIDEO IN (1)
H Vcc	7	46	TONE CONT.
FBP IN	8	45	VIDEO IN (2)
AFC FILTER	9	44	VIDEO OUT (2)
R-Y SW	10	43	VIDEO IN (3)
HVCO OUT	11	42	PEDESTAL CLAMP
HVCO IN	12	41	CONTRAST CONT.
H OUT	13	40	BLACK LEVEL HOLD
X-RAY FBP IN	14	39	BRIGHT CONT.
X-RAY PROTECTOR FILTER	15	38	DC REGENERATION
GND (Deflection)	16	37	Y PEAK LIMIT CONT.
R-Y OUT	17	36	Vcc
ON SCREEN IN (R)	18	35	CHROMA IN/BLK SW
G-Y OUT	19	34	COLOR CONT.
ON SCREEN IN (G)	20	33	ACC FILTER
B-Y OUT	21	32	TINT CONT.
ON SCREEN IN (B)	22	31	KILLER FILTER
-Y OUT	23	30	X-TAL
Vcc2	24	29	APC FILTER
I IN	25	28	I OUT
Q IN	26	27	Q OUT

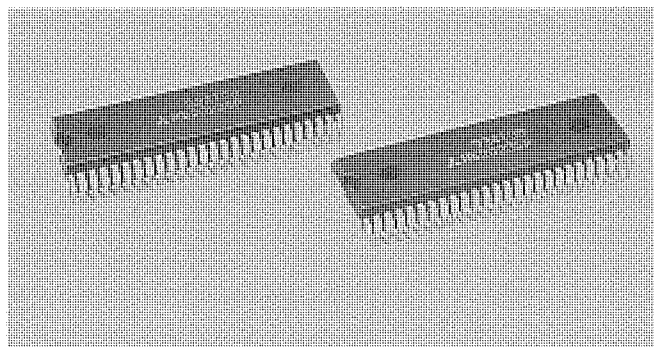


図2 送信系における色信号と位相

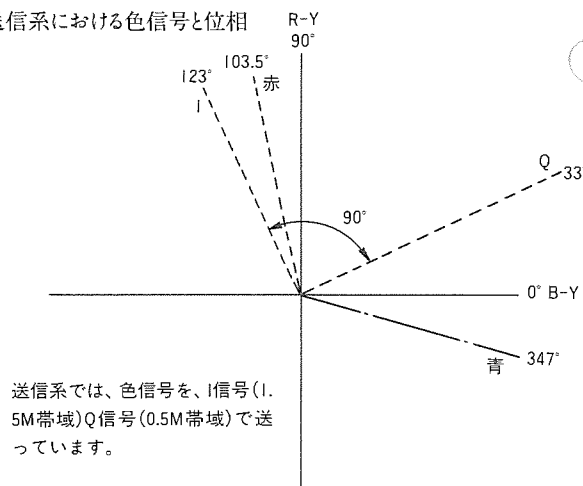
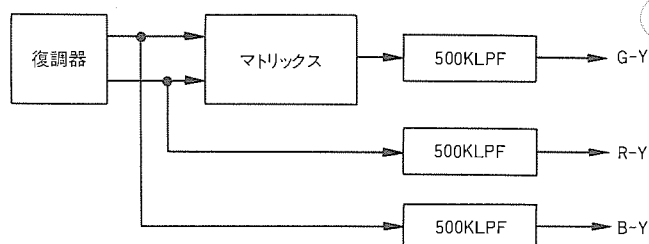
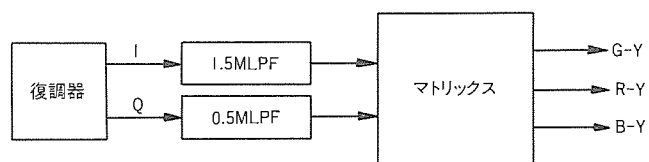


図3 復調方式



従来の色信号復調

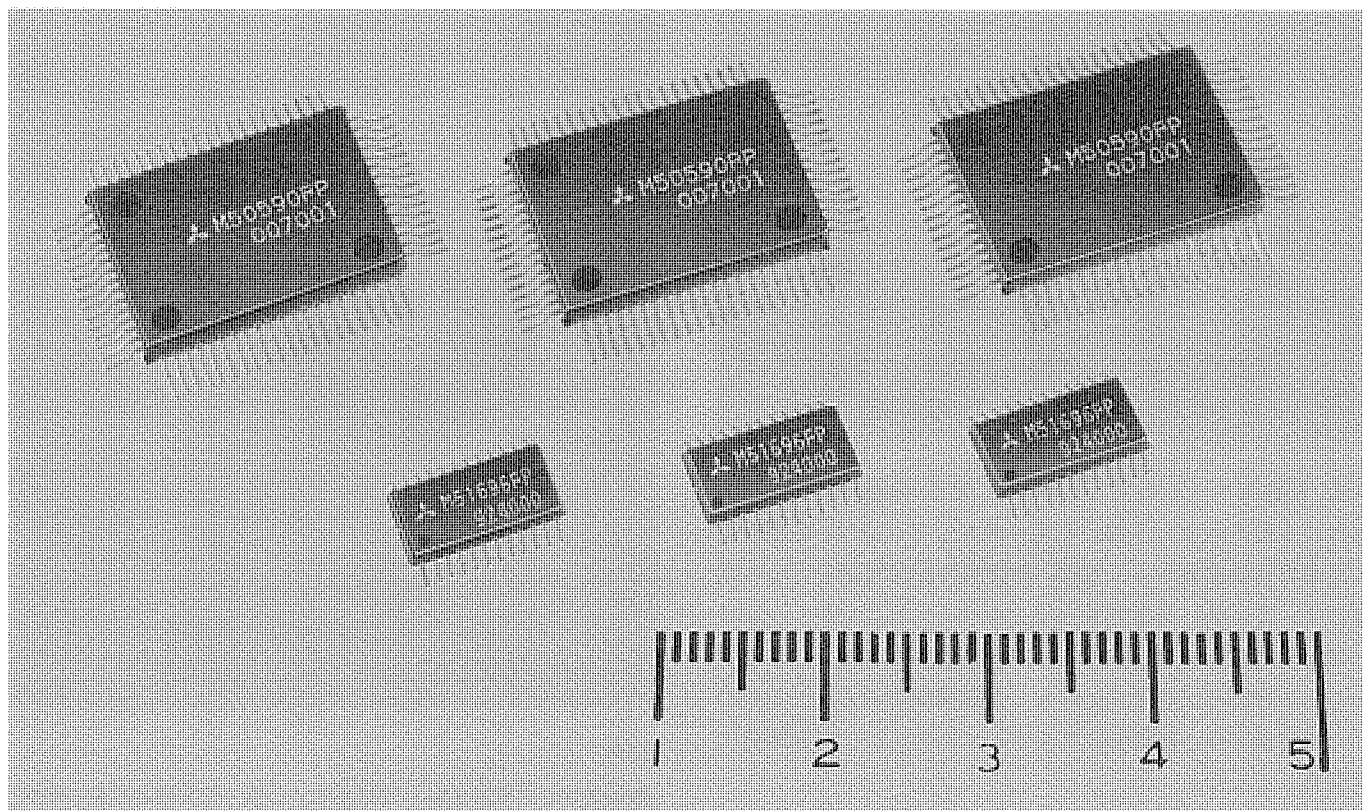
(100°~106°で検波する為に
やや赤みがかった。)



I, Q検波方式色信号復調

(正確に90°でI, Q軸で検波する事により、
送信された信号を忠実に再現する。)

BSチューナ用音声復調用LSIキット “M51696FP、M50590FP”



衛星放送の市場は、本年夏のBS (Broadcasting Satellite) 3号打ち上げを目前にひかえ、急速に拡大しています。この衛星放送の魅力のひとつとして、デジタル信号による音声信号の伝送があり、Aモード時で現行のFM放送と同等以上の音声信号を4チャンネル、Bモード時にはCDと同等以上の音声信号を2チャンネル伝送することが可能です。今回開発したBSチ

ューナ用音声復調用LSIキット“M51696FP、M50590FP”により、映像信号に重畳されているQPSK (Quad Phase Shift Keying) 信号からDAコンバータへ送出するまでのデータの復調を行うことができます。

M51696FPの特長

BSチューナ用QPSK信号復調用LSIで、AGC (Automatic Gain Control) 付プリアンプ、同期検波回路、PLL (Phase Locked Loop) 回路、コンパレータ回路を内蔵しており、QPSK復調後のデータを2ビットの平行信号で出力します。

- 電源電圧単一5V動作。
- 超小形24ピンフラットパッケージ。
- AGC付プリアンプ内蔵。
- コスタスループ方式採用。

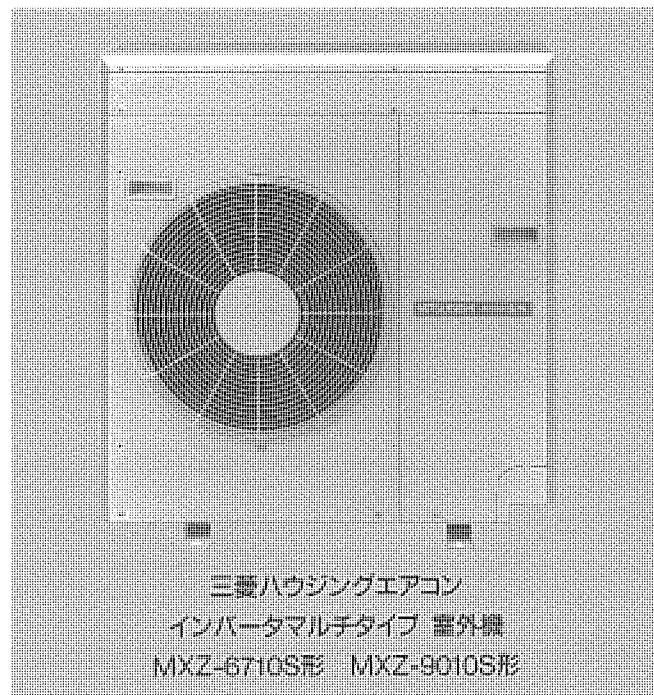
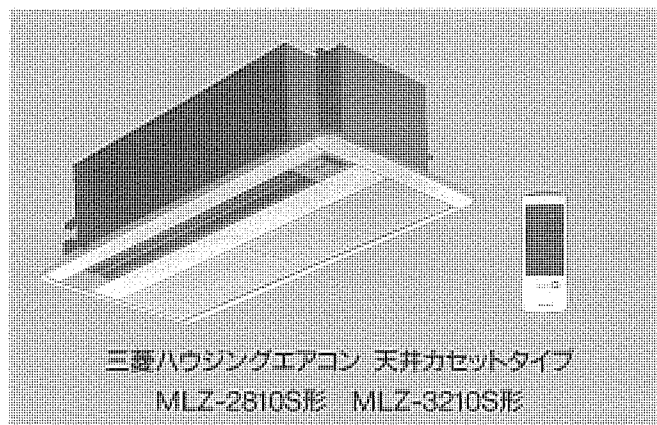
M50590FPの特長

QPSK復調後の2ビット平行データからDAコンバータへ送出する信号を生成するための全ての信号処理を行うLSIです。ビットクロック再生用PLL回路の内蔵、ワーキングRAM内蔵、デジタルオーディオインターフェイス回路を内蔵しています。

- PLL回路内蔵。
- 4KビットSRAM内蔵。
- DAコンバータへの出力2系統。
- デジタルオーディオインターフェイス出力2系統。
- 12.288MHz/36.864MHzのX'talを択一使用可能。
- 他のPCM信号処理LSIとデジタルフィルタおよびDAコンバータを共用するための信号経路選択回路内蔵。

スポットライト

家庭用システムマルチエアコン



現在、家庭用ルームエアコン市場は、業界の総販売台数が500万台にも迫ろうという勢いで年々伸長しています。需要構造も従来の新規需要から、買増・買替需要が70%をも占める状況です。これはいうまでもなく、ルームエアコンが、一家に一台の時代から一部屋に一台の時代に急速に移ってきていることを物語っています。こうした市場環境のもと、このたび三菱電機では、家庭用のシステムマルチシリーズを開発、新発売しました。

この背景には――

- (1)リビングで、寝室で、子供部屋でというようにいろいろな部屋でのエアコン使用率、設置率の増加。
- (2)エアコン室外ユニットに対する家のエクステリア面での向上要求増大。
- (3)各部屋同時使用の要求増加。
- (4)エアコンに対する効率アップ(電気代の低減)の潜在要求大。――などがあり、今後増加するであろうと予測されるハウジングエアコンの中心機種として今回のシリーズを開発したものです。機種としては、2室用の50システム、3室用の67システム、4室用の90システムの合計3種類があります。

システム構成

	インバータマルチ50システム	インバータマルチ67システム	インバータマルチ90システム
形 名	MXZ-5010S	MXZ-6710S	MXZ-9010S
暖 房 能 力 <kW>	6.7(2.1~7.3)	8.7(3.2~8.7)	10.6(3.2~10.6)
冷 房 能 力 <kW>	5.0(1.9~5.6)	6.7(2.2~6.7)	9.0(2.2~9.0)
電 源	単相200V20A	単相200V20A	単相200V30A
外 形 寸 法 <mm>	H605×W850×D290(+30)	H930×W870×D295(+30)	H930×W870×D295(+30)
室内ユニット接続可能台数	1~2台	1~3台	1~4台
室内ユニット同時運転可能台数	1~2台	1~3台	1~4台
選択できる室内ユニット1台の最大能力	能力形名32以下 (定格冷房能力3.2kW以下)	能力形名40以下 (定格冷房能力4.0kW以下)	能力形名50以下 (定格冷房能力5.0kW以下)
室内ユニットの組み合わせ最大容量	能力形名56以下 (定格冷房能力5.6kW以下)	能力形名96以下 (定格冷房能力9.6kW以下)	能力形名136以下 (定格冷房能力13.6kW以下)

例えば90システムの場合4台まで接続できますが、能力形名137以上となる28+32+40+40=140や22+28+40+50=140などの組み合わせはできません。また3台接続時でも40+50+50=140などの組み合わせはできません。

特長

- 壁掛け形・床置き形・天井カセット形・天井埋込み形・壁埋込み形・フリービルトイン形の6つのタイプの室内ユニットを自由に選んで接続できます。
- 接続した室内ユニット全室を同時に運転でき、例えば67システムの場合、最大接続時には6.7kWの冷房能力を発揮します。
- 配管接続部が室外ユニットの内部にありますので、配管が目立たず、家のエクステリアを損ねません。
- 室外ユニットは横置連続設置が可能なので、2台以上の室外ユニットを据付けなくても余分なスペースを必要としません。
- エクストラファンの採用により、従来品に比べ大幅な低騒音化を実現しました。(67・90システム)
- 67システムでは業界初の電源容量20A化を実現しています。
- 接続延長配管の制限も大幅に改善し、いろいろなタイプの住宅にも据付け可能としました。

特許と新案 有償開放

有償開放についてのお問合せ先 三菱電機株式会社 知的財産渉外部 TEL (03) 218-2139

酸素富化空气の製造装置 (特許 第1442891号)

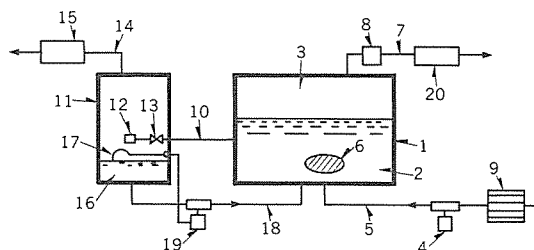
発明者 宮本 晃男, 牧野 芳弘, 松本 隆博

この発明は、ガラスの溶解、鋼材料の鍛造、セラミックスの焼成等高温を必要とする燃焼設備のバーナ供給用の酸素富化空气を製造する装置に関するものである。

すなわち、図に示すが如く、圧力タンク(1)内のパーフルオロカーボン(2)中に空气を圧入するためのコンプレッサ(4)を用いライン(5)により散気筒(6)を介してパーフルオロカーボン(2)中に空气を溶解させる。このとき溶解されなかった空气は、パーフルオロカーボン(2)を通過して空間(3)に出て圧力タンク(1)内の圧力を上昇させる。この圧力が所定圧力に達したとき、空气溶解パーフルオロカーボン(2)をラ

イン(10)によって気液分離タンク(11)に導く。気液分離タンク(11)内のライン(10)の先端には空气溶解パーフルオロカーボン(12)を噴霧し、常圧に戻すための噴霧ノズル(13)が設けられており、気液タンク(11)内で噴霧された空气溶解パーフルオロカーボン(12)は液滴となって同タンク内を降下してタンク底部に貯留され、一方、放出された酸素富化空气は、気液分離タンク(11)の上部に設けられたライン(14)により取り出される。

以上のように、この発明はパーフルオロカーボンを用いることによって酸素富化空气が容易に、かつ、大量でしかも連続的に得られるものである。



ミシンの布送り量調節装置 (実用新案登録 第1543562号)

考案者 村松 直樹, 吉元 幸

この考案は、たとえば工業用ミシンにおける布送り量調節装置に関するものである。

従来は、図1に示す如く、ダイヤル(12)を回転すると、ねじ棒(2)の先端は案内でこ(7)のハートカム(8)に接しているため、ねじ棒の並進変位に伴って案内でこ(7)が回転し、二又ロッド(18)の回転支点の位置が設定される。そして、この案内でこ(7)には、縫目加減腕(27)を介しねじ棒(2)を押圧する方向につる巻ばね(30)のばね力が作用しているため、案内でこ(7)は所定の位置に設定される。かかる状態でミシンを稼働すると、案内でこ(7)に縫い、二又ロッド及び送り腕は水平送り軸と二又ロッドの回転支点を固定点とする四節リンク運動を行うため、送り腕(22)は固定点の位置と各要素の長さ、偏心カム(21)の偏心量などで決まる所定の角度を揺動する。一方、レバー(29)を抑え込んだ状態でミシンを稼働すると、二又ロッドと案内でこ(7)のなす角が二又ロッドを境に対称位置に移るため、水平送り方向は逆転する。

この発明は、従来のねじ棒に代えて、図2に示す押し棒(31)とねじ棒(32)を用いたため、案内でこ(7)から押し棒(31)への変動外力は単にねじ棒(32)の軸方向に作用する。すなわち、押し棒(31)の軸部(35)と枠の円筒穴(35a)のはめ合い精度が高いために、押し棒(31)の先端にどんな方向の変動外力が作用しても、この力はねじ棒(32)の軸方向外力として作用する。一方、ねじ棒(32)のねじ(38)と枠のねじ(40)との間のガタ

は、ねじ棒(32)と押し棒(31)が半球状の突起(39)を介して中心軸方向に点接触していることから、押し棒(31)を軸方向に変位させる要素にはならない。なお、圧縮コイル(37)は、押し棒(31)とねじ棒(32)の接触を保持するために設けられている。

以上のように、この発明によれば、ミシンの稼働中における振動が激減するばかりでなく、縫製中に縫目が狂うようなことがない。

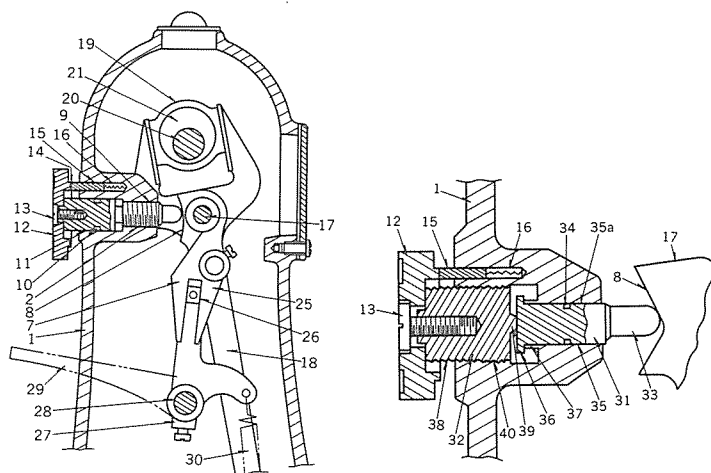


図1.

図2.

間欠伝導装置 (特許 第1497308号)

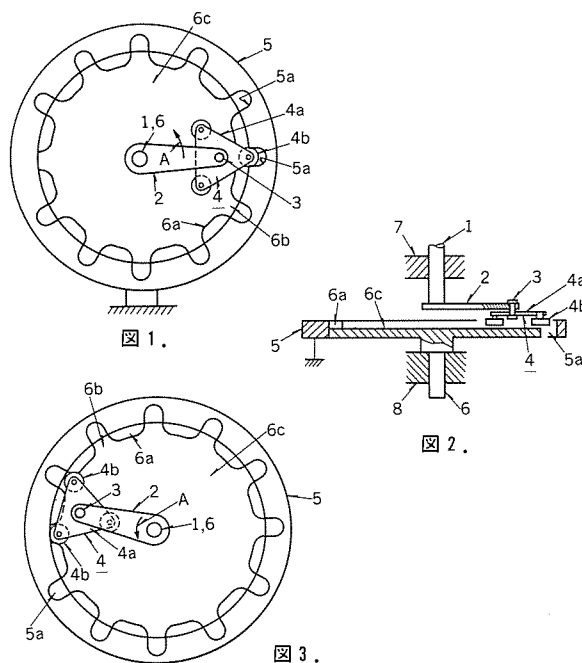
発明者 三原 有次

この発明は、互いに機械的に連結される入力軸と出力軸を同一軸心上に配置するとともに、これら両軸の回転速度が全く等しい間欠伝導装置に関するものである。

すなわち、図に示す如く、軸受(7)に支承された入力軸(1)の回転力は(矢印A方向)、入力軸(1)に固定されたアーム(2)、このアーム(2)の自由端に支持ピン(3)によって支承された遊星体(4)のコロ(4b)に伝えられるが、このコロ(4b)が固定ガイド(5)の内周面に等間隔に設けられた凹溝(5a) (1部のみ形成されず)と、固定ガイド(5)の内側に回転自在に収容された従動円板(6c)の外周縁に上記凹溝(5a)と同一間隔で設けられたスリット(6b)とに順次嵌合し、いわゆる遊星運動を行いながら図3に示す状態に至る。このとき、固定ガイド(5)の内周面に係合しているコロ(4b)は、従動円板(6c)のスリット(6b)間の凸部(6a)を押圧してこれを反時計方向に回転させるため、この凹部(6a)と一体をなす従動円板(6c)を介して出力軸(6)も同一方向に回転する。すなわち、入力軸(1)の1回転で、出力軸(6)は、固定ガイド(5)の内周面に等間隔で形成された凹溝(5a)間の1ピッチ角度だけ間欠伝達されることになり、しかも入力軸(1)と出力軸(6)とは同一軸心上において互いに直結されているため、等速度で伝達される。

したがって、間欠伝導装置として著しくコンパクトに構成できる

とともに、構造がきわめて簡単で、これも優れた機能を有し、安価に製作することができる。



〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 64 No. 5 産業用ロボット特集

特集論文

- 産業用ロボット特集に寄せて
- 産業用ロボットの現状と動向
- パーソナルマイクロロボット《ムーブマスターM2シリーズ》
- 力覚センサ搭載6軸垂直多関節ロボット
- ロボット応用マテハンシステム—パレタイジング・機械加工—
- クリーンロボット
- ロボット ダイナミック シミュレーション
- ロボットのデザイン
- AI応用パレタイズシステム
- 自動車最終組立における高度自動化ライン

●中大形マテハンロボット—RH, RVシリーズ—

普通論文

- 三菱統合制御システム《MACTUS 500シリーズ》
- SL-A/I形光加入者線多重伝送装置
- 小径固定磁気ディスク装置における高密度記録媒体
- 浮動小数点アクセラレータ搭載の密度EWS “MEシリーズ”
- 信号処理に基づくプラント診断エキスパートシステム構築ツール—信号解釈システム—
- オフコンとパソコンの分散トランザクション処理システム《TPREPO》
- 空調用二重反転送風機《カウンターアローファン》

三菱電機技報編集委員

委員長	山田 郁夫
委員	名畑健之助
〃	福岡 正安
〃	宇佐美照夫
〃	風呂 功
〃	大原 啓治
〃	松村 恒男
〃	紅林秀都司
〃	吉岡 猛
〃	鳥取 浩
〃	柳下 和夫
幹事	長崎 忠一
4月号特集担当	山崎 起助

三菱電機技報64巻4号

(無断転載を禁ず)

1990年4月22日 印刷

1990年4月25日 発行

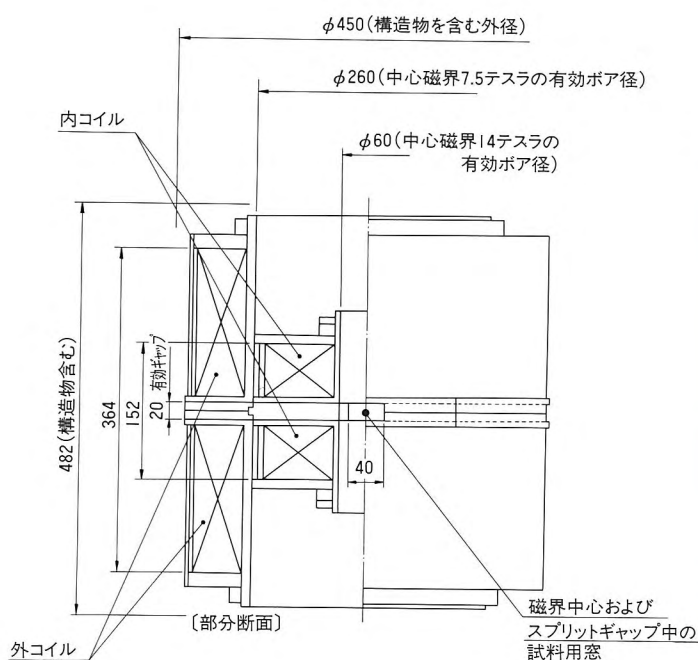
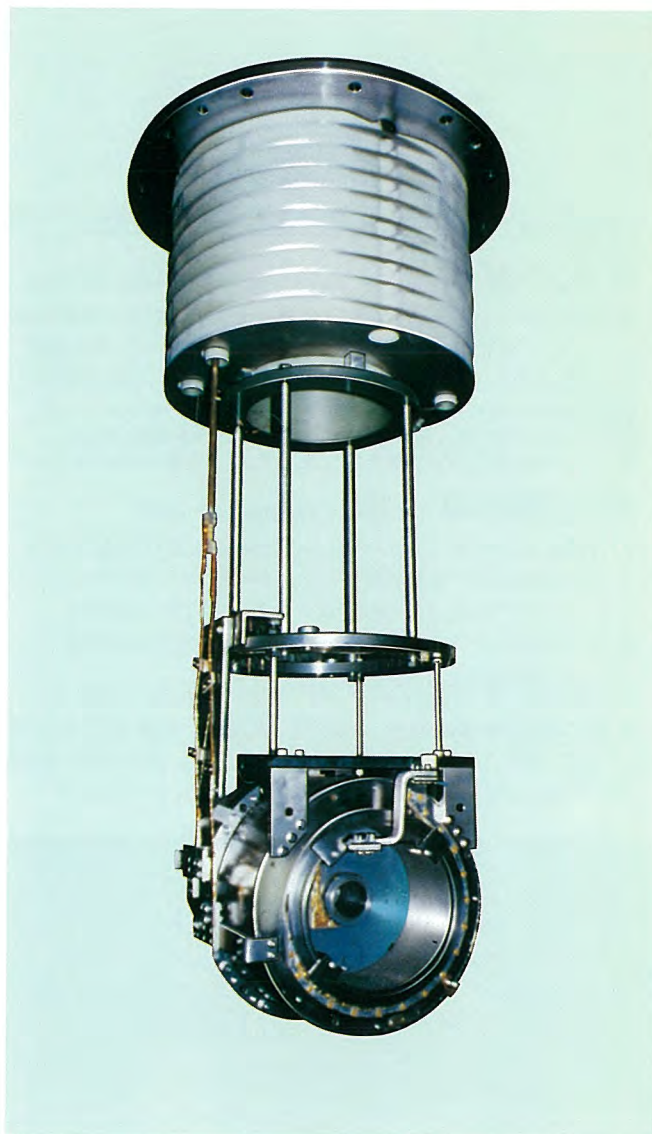
編集兼発行人	長崎 忠一
印刷所	東京都新宿区榎町7 大日本印刷株式会社
発行所	東京都千代田区大手町二丁目6番地2号 (〒100) 日本ビル 650号室 三菱電機エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」 Tel.(03) 218局2806
発売元	東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社 Tel.(03) 233局0641(代), 振替口座東京6-20018
定価	1部721円 (本体700円) 送料別 年間予約は送料共9,373円 (本体9,100円)

核融合や加速器の最先端分野では、磁界10テスラを越える高磁界中での熱現象の研究や材料試験が行われています。これまで10テスラを越える直流高磁界中で、5千～1万アンペア以上の超電導ケーブルを試験するためには大型電磁石システムを必要とし、計画全体に占める電磁石のコストはきわめて大きなものとなっていました。三菱電機ではこれらのニーズに応えるため、広い有効空間とコンパクトで優れた操作性をもつ、新しい高磁界用超電導磁石を開発しました。

特長

- 有効ボア径60mmの中心磁界14テスラ空間(温度4.2ケルビン)。
- 有効ボア径260mmの中心磁界7.5テスラ空間(温度4.2ケルビン)。
- スプリットギャップに20mm×40mmの試料用窓。
- 組立・分解の簡便性

用途に応じた外コイル、内コイル各々単独の使用、または組み合せての使用を容易にするため非常に簡単な組立構造となっています。



14Tスプリットソレノイド外形図

超電導線および各1コイルの主要諸元

	内コイル	外コイル
超電導材料	(NbTi) ₃ Sn	NbTi
断面寸法	1.6×2.1×0.26 ^R	1.2×2.5×0.23 ^R
フィラメント径	4.7 μm	15 μm
フィラメント数	34000	7363
ツイストピッチ	47mm	28mm
モジュール数	37	—
Cu/non-Cu	0.59	1.52
巻線内径	72mm	271mm
巻線外径	228mm	384mm
コイル高さ	61mm	167mm
スプリットギャップ	30mm	30mm
巻線平均電流密度、at14T	130A/mm ²	164A/mm ²
運転電流	560A	
中心磁界	14T(4コイルトータル)	
蓄積エネルギー	1060kJ(4コイルトータル、計算値)	
インダクタンス	6.8H(4コイルトータル、計算値)	