

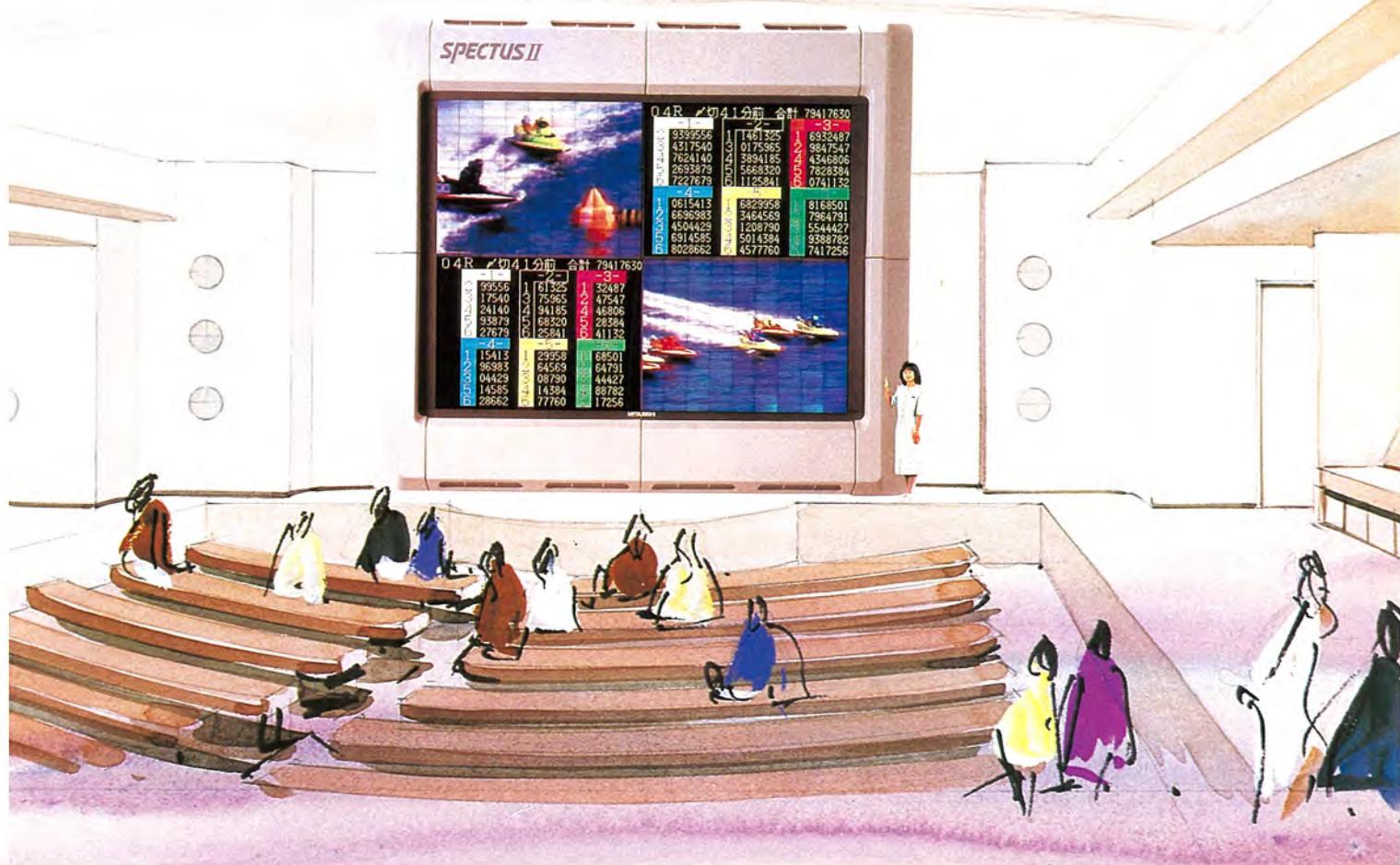
MITSUBISHI

三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.63 No.3

3
1989

大画面を中心としたディスプレイ特集



大画面を中心としたディスプレイ特集

目 次

特 集 論 文

マン・マシーン・インターフェイスとしてのディスプレイ技術 ——知的ディスプレイへの提言——	1
大越孝敬	
ディスプレイ技術の展望	2
山地正城	
200形ハイビジョン ビデオプロジェクタ LVP-2000H	5
進藤三郎・山辺俊樹・吉田直久・奥田博志・大西 宏・小浦 誠・田中靖人	
高輝度・高解像度・屋外カラー映像表示装置	
《オーロラビジョン マークII-HB》	11
寺崎信夫・二石俊一・岩辺一郎・岩田修司・佐能宗治	
200形フルカラー液晶ディスプレイ 《スペクタスII》	17
太田 誠・菅谷健二・今村宗立・和田尚武・千原隆稔	
投写表示型グラフィックパネル	21
宮川昌宏・山脇克己	
37形EDTV対応カラーテレビ	25
西野 功・花井晶章・新納 進・鈴木吉輝・柴田達夫・山口典之	
タッチタブレット付き液晶ディスプレイ端末	29
斎藤雄作・八木田 清	
VDTのヒューマン インタフェース—ワークプレースの寸法系の検討—	33
酒井正幸・平澤尚毅・野呂彰勇	

普 通 論 文

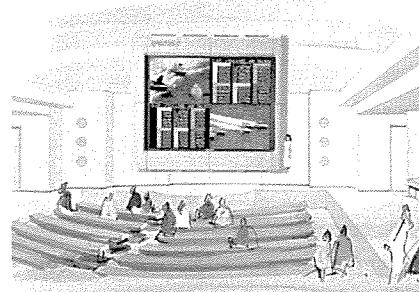
太陽光発電離島用電力供給システム	38
上里好央・中井良雄・熊野昌義・湯川元信・坂田末男・浅岡正久	
新交通システム用リニアモータ	43
大濱茂也・地蔵吉洋・浅野裕美子・平尾新三・小野和美	
ハイアメニティのためのビル用マルチエアコン	
《シティマルチ インバータYシリーズ》	48
浜 宏明・石川孝治・富樫建二・中島康雄・福嶋章雄	
衛星搭載用スロット アレーアンテナ	52
水溜仁士・小西善彦・中畔弘晶・佐藤真一・片木孝至	
Adaプログラム開発支援環境	56
土田耕筰	
リアルタイム制御機能を持つファジィ エキスパートシステム構築支援ツール	60
小林健三・高木正博・竹内康晃・竹垣盛一・石岡卓也	
三菱生産管理システム (MELMAS) の概念と機能	
—《MELCOM EXシリーズ》におけるパッケージ化—	64
河野俊彦・細谷賢司・長井勝則・池邊隆文	
タイムチャート自動読み取りシステム	68
川又武典・小林啓二・石田智男・長尾正博・村上博紀	

表 紙

200形フルカラー液晶ディスプレイ 《スペクタスII》

ディスプレイの大画面化に対する要求が、ますます高くなっている。当社は以前から、液晶を利用した大画面ディスプレイの製品化を行い、さまざまな分野に供給してきた。

表紙は、200形フルカラー液晶ディスプレイ《スペクタスII》の表示写真であり、スクリーン寸法は、4,155mm×3,120mmである。表示デバイスにGH形液晶、バックライトに3波長特殊蛍光ランプ《BB》を使い、コントラスト比60、輝度300cd/m²、視野角上下各30度、左右各60度を実現した。表示例では、コンピュータによるディジタル画像とビデオによる映像の各ソースを4分割同時表示している。



特許と新案

ねじり振動制動装置、プリント基板における部品固定治具	73
冷暖房装置	74

ス ポ ッ ツ ラ イ ト

TL-64形留守番電話機	72
三菱TCGテスター	75
三菱ディジタルASSP	76
小形ギヤードモータ GM-Jシリーズ	(表3)

アブストラクト

ディスプレイ技術の展望

山地正城

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P2~4

高度情報化社会が進行する中で、今後は映像がその中核をなすものと考えられる。ハイビジョンの普及、高品質で広域性のある映像伝送を可能とする民間通信衛星の打上げを契機として、新しい社会システムが構築されつつある。その中でディスプレイを映像の核としてとらえ、社会環境が要求するディスプレイの在り方を中心にディスプレイ技術の展望を述べる。

200形ハイビジョン ビデオプロジェクタ LVP-2000H

進藤三郎・山辺俊樹・吉田直久・奥田博志・大西 宏ほか

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P5~10

大画面・高画質の当社の映像戦略に沿い、次代の映像システムの中核商品として、今回、ハイビジョン200形プロジェクタ LVP-2000Hを開発した。13形CRTとF1.2の大口径高精細度レンズを搭載している。このハイビジョン ビデオプロジェクタは、当社の1/2インチハイビジョンVTRと組み合わせることにより、ビデオシアターや映像ディスプレイとして幅広く業務用での活用が期待できる。

高輝度・高解像度・屋外カラー映像表示装置《オーロラビジョン マークII-HB》

寺崎信夫・二石俊一・岩辺一郎・岩田修司・佐能宗治

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P11~16

本格的スペース コミュニケーションの時代を迎えようとしている現在、大型表示装置は大幅な性能向上と低価格化の実現が必要になっている。筆者らは、この期待にこたえるため、新発光素子として屋外用フラットマトリクスCRTを開発し、当社製従来型に比較し、明るさで2倍、解像度で5倍、重量、奥行共に1/2とした屋外カラー映像表示装置の製品化に成功した。ここでは、その主な構成要素とシステムの新しい利用技術について述べる。

200形フルカラー液晶ディスプレイ 《スペクタスII》

太田 誠・菅谷健二・今村宗立・和田尚武・千原隆稔

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P17~20

フルカラー液晶ディスプレイ 《スペクタスII》は、既に90形、100形、140形が製品化されている。世の中の大画面で迫力あるディスプレイの要求に対して、《スペクタスII》の基本技術を応用した200形フルカラーディスプレイ 《スペクタスII》を開発した。

本稿は、その概要について報告する。

投写表示型グラフィックパネル

宮川昌宏・山脇克己

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P21~24

プロジェクタ式大画面表示装置は、現在各分野で盛んに使用されている。当社では、プロジェクタを使用した投写表示型グラフィックパネルを実用化した。70インチのスクリーンを縦2段、横4列に配列し、裏面から8台のプロジェクタで系統図を投写し、ソフトウェアにより容易に多種の系統図表示の切替えを可能にしている。プロジェクタの特性のはらつき、調整方法、スクリーンの伸縮など、電気的・構造的問題点を解決し、表示の連続性を得ることができた。

37形EDTV対応カラーテレビ

西野 功・花井晶章・新納 進・鈴木吉輝・柴田達夫・山口典之
三菱電機技報 Vol.63・No.3・P25~28

受信機側、送信側双方で画質改善を図るEDTV（クリアビジョン）が1989年放送開始予定である。一方、テレビの大画面化、高画質化に際し、従来の二次元処理では不完全であったY/C分離、走査線補間を改善すべく、EDTVの必ず(須)条件である受信機側での画質改善をなわち、動き適応型三次元Y/C分離、走査線補間回路を搭載した37形EDTV対応カラーテレビ37C-CZ2Eを製品化したので、その概要について報告する。

タッチタブレット付き液晶ディスプレイ端末

斎藤雄作・八木田 清

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P29~32

情報機器の高機能化が進むなかで、マンマシン インタフェースの重要性が高まっている。“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”は、普及著しいパソコンなど情報機器に、対話型の新しい操作性を与える端末装置である。新開発の高分解能タッチタブレットと大型液晶ディスプレイにより、手書き描画を実現している。

本稿では、豊富なグラフィック機能など種々の特長を説明し、応用例などについても紹介する。

VDTのヒューマンインタフェース ワークプレースの寸法系の検討-

酒井正幸・平澤尚毅・野呂影勇

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P33~37

VDTの一般オフィスへの急速な普及に伴って、幾つかの人間工学上の課題が浮き彫りにされてきている。なかでも、VDTワークプレースの寸法系の検討は、最も基本的で重要な課題である。

本稿では、VDT作業の特殊条件を考慮して立案したワークプレースの寸法決定のためのアルゴリズムの検討経緯と、実験装置センサ ワークステーションを用いて行ったこのアルゴリズムの検証のための実験研究について述べる。

太陽光発電離島用電力供給システム

上里好央・中井良雄・熊野昌義・湯川元信・坂田末男・浅岡正久

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P38~42

既存のディーゼル発電機との並列運転により、電力供給を行う離島用太陽光発電システムの研究開発のため、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究として、沖縄電力㈱と三菱電機㈱は共同で沖縄県渡嘉敷島に200kWの研究設備を建設し、昭和63年秋から本格的な運転研究を始めた。

新交通システム用リニアモータ

大濱茂也・地蔵吉洋・浅野裕美子・平尾新三・小野和美

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P43~47

リニア インダクションモータ駆動による新しい輸送手段が、非粘着駆動をはじめとする多くの特長のため、小断面地下鉄や新交通システム用として大いに注目を集めている。

このたび、リニアモータ新交通用として実用化のための種々の試験を実施し、所期の性能が確認され、その有用性が実証された。ここでは、車両性能を中心として試験結果について報告する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 25 ~ 28 (1989)

A 37" Color TV for Extended-Definition Reception

by Ko Nishino, Masaaki Hanai, Susumu Niino, Yoshiteru Suzuki, Tatsuo Shibata & Noriyuki Yamaguchi

The broadcasting of extended-definition television (EDTV) programs in Japan is due to commence in 1989 to provide improved image quality both at the receiving and the transmitting end. The conventional method of two-dimensional signal processing proved inadequate, however, and further improvements in Y/C separation and scanning-line interpolation were required. The prime requirement of improved image quality at the receiver was met with the use of dynamic responsive three-dimensional Y/C separation and the mounting of a scanning-line interpolation circuit. The article introduces the Model 37C-CZ2E color television for EDTV reception.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 29 ~ 32 (1989)

An LCD Display Terminal with a Touch Tablet

by Yusaku Saito & Kiyoshi Yagita

With continuous improvements in the performance of modern data equipment, and a wider range of functions, the man-machine interface becomes more important than ever. The XT-1000 flat visual terminal increases the interactive operability of data-handling units such as personal computers. Thanks to the use of a newly developed high-resolution touch tablet and a large LCD, the terminal is capable of handling free-hand drawings.

The article explains the advantages of the new terminal, including its wide range of graphic functions, and introduces some application examples.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 33 ~ 37 (1989)

The Human Interface of Visual Display Terminals—A Study of Workplace Dimensions

by Masayuki Sakai, Naotake Hirasawa & Kageyu Noro

As VDTs rapidly gain acceptance for general office applications, ergonomic problems arise. One fundamental question is how to determine the workplace dimensions for the VDT.

The article refers to practical studies conducted to determine an algorithm for establishing the workplace dimensions on the basis of the specific conditions applicable to VDT operation. It also describes the validation of this algorithm with a sensor workstation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 38 ~ 42 (1989)

A Photovoltaic Power-Generating System for Isolated Islands

by Yoshiro Uezato, Yoshiro Nakai, Masayoshi Kumano, Motonobu Yukawa, Sueo Sakata & Masahisa Asada

A study for the development of a photovoltaic power-generating system to supply electricity on remote islands, by operating in conjunction with existing diesel generators, is a research project of the New Energy Industrial and Technical Development Organization. The investigations were carried out jointly by Mitsubishi Electric and the Okinawa Electric Power Company, and involved the erection of experimental 200kW-capacity power-generating facilities on several outlying islands of Okinawa Prefecture. The new experimental facilities have been in full-scale trial operation since the autumn of 1988.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 43 ~ 47 (1989)

A Linear Induction Motor for New Railway-Transportation Systems

by Shigeya Ohama, Yoshihiro Jizo, Yumiko Asano, Shinzo Hiro & Kazumi Ono

New transportation systems powered by linear induction motors have been highlighted for their many advantages, the most important being freedom from adhesive-contact drives. They have attracted particular interest and attention for their value as applications in small-cross-section subway-traffic systems.

Experiments have demonstrated the practical potential of the new systems, and have established the required functions.

The article introduces the experimental results in terms of the performance of the trains.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 2 ~ 4 (1989)

Display Technology Trends

by Masamura Yamaji

As we move toward the high-level information society, video displays seem sure to play a key role. New socially useful display systems are being built and implemented to follow the widespread diffusion of High-Definition television and the launching of communications satellites for video- and image-data transmission giving a wider service area with higher quality. The article treats displays as a particular aspect of video and covers the present status and future course of display technology, a technology that meets real social needs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 5 ~ 10 (1989)

The LVP-2000H 200" Hi-Vision Video Projector

by Saburo Shindo, Toshiki Yamabe, Tadashi Yoshida, Hiroshi Okuda, Hiroshi Onishi, Makoto Koura & Yasuhito Tanaka

In accordance with Mitsubishi Electric's emphasis on large-screen high-quality image displays, the LVP-2000 200" Hi-Vision video projector has been developed. It combines three 13" CRTs and three f/1.29 wide-aperture high-precision lens. The combination of a Hi-Vision video projector with a Mitsubishi 1/2" Hi-Vision VTR is expected to play an important role as video-theater equipment and serve as an image-display device for a wide range of business applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 11 ~ 16 (1989)

The Diamond Vision MarkIIHB for Outdoor Use

by Nobuo Terazaki, Shun'ichi Futatsuishi, Ichiro Iwatsui, Shuji Iwata & Muneharu Sano

Full-fledged space communications calls for significant improvements in the functional performance of large-scale display units and a move toward lower costs. To meet these requirements, the authors have developed a flat-matrix CRT for outdoor use as a new light element. This element offers double the brightness and five times the resolution of the display systems manufactured by the Corporation until now, while weight and depth have been halved. The article presents the major constituents and the new technologies used.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 17 ~ 20 (1989)

The Spectus II 200" Full-Color LCD Display

by Makoto Ota, Kenji Sugaya, Toshiharu Imamura, Naotake Wada & Takatoshi Chihara

Already commercially available in 90, 100, and 140" screen sizes, the new 200" model is based on our established Spectus II technology to meet the demand for even-larger-screen displays.

The article gives a general outline of the new LCD display and the Spectus II series.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 21 ~ 24 (1989)

A Projection-Type Graphics Panel

by Masahiro Miyagawa & Katsumi Yamawaki

Projector-type large-screen display devices are currently being widely used. This new projection-type graphics panel utilizes 70" screens arranged in two vertical and four horizontal rows, so that images projected from the eight projectors at the rear are easily controlled by software for simultaneous display of power networks. The graphics panel resolves difficult electrical and structural problems essential to achieving continuity of the images displayed, including nonuniformity in the projector's characteristics, the image-alignment method, and easy modification of the number of screens.

アブストラクト

ハイアメニティのためのビル用マルチエアコン 《シティマルチ インバータYシリーズ》

浜 宏明・石川孝治・富樫建二・中島康雄・福嶋章雄
三菱電機技報 Vol.63・No.3・P48～51

本稿は、オフィスの快適性実現のための技術的課題とエアコンの必要機能、及びこれらを解決させた外気処理技術、冷凍サイクル技術について報告する。エアコンがマルチ化しつつあるビル空調市場は、居住性の観点からエアコン自身の機能を見直す時期に入っています。当社はこれにこたえるべく、インバータを応用した、新しいコンセプトに基づくビル用マルチエアコンを開発した。

衛星搭載用スロットアレーランテナ

水溜仁士・小西善彦・中畔弘晶・佐藤真一・片木孝至
三菱電機技報 Vol.63・No.3・P52～55

薄型、高能率という特長をもつスロットアレーランテナの解析法と設計法を開発した。解析では、スロット間の相互結合だけでなくスロットと給電系の相互結合も考慮し、この解析法に基づいて単純なアルゴリズムで収束の速い放射部の設計法を開発した。この方法を適用したNASA気象衛星GOES搭載用Sバンドアンテナのエンジニアリングモデル性能は計算値とよく一致し、この解析法と設計法の有効性を実証することができた。

Adaプログラム開発支援環境

土田耕筿
三菱電機技報 Vol.63・No.3・P56～59

近年、米国及び欧州においてAdaの採用が拡大してきている。我が国においても、今後、広く採用されていくものと思われる。

この論文では、プログラミング言語Adaの特徴、Adaプログラム開発支援環境に要求される機能などを紹介する。さらに、このたび導入したAdaプログラム開発支援環境で、約75キロステップのプログラムを開発して、CやFORTRANなどの従来の言語と比べて開発時間が約2割短縮したことを報告する。

リアルタイム制御機能を持つファジィエキスパートシステム構築支援ツール

小林健三・高木正博・竹内康晃・竹垣盛一・石岡卓也
三菱電機技報 Vol.63・No.3・P60～63

この論文では、実用的なファジィ制御システムを構築するため、開発環境と実行環境とを1台のスーパーミニコン上で実現し、実プロセスデータを用いて、制御ルール、メンバーシップ関数の抽出、オンラインでのシミュレーション、制御パラメータの調整、チューニングが完了した制御ルールのオンラインでの適用を可能としたリアルタイム型ファジィエキスパートシステム構築支援ツール（三菱統合ファジィコントロールシステム）を開発したので報告する。

三菱生産管理システム（MELMAS）の概念と機能 —《MELCOM EXシリーズ》におけるパッケージ化—

河野俊彦・細谷賢司・長井勝則・池邊隆文

三菱電機技報 Vol.63・No.3・P64～67

三菱生産管理システムMELMASは、CIM（統合生産方式）の中核として、受注・生産・出荷までの生産管理で必要とされる各種機能を備えた汎用ソフトウェアパッケージである。パッケージとしてユーザーの要求にこたえるため、単にパッケージの持つ機能を容易に選択できるだけでなく、ユーザー自身による機能の変更・追加といったカスタマイズ作業に対する容易さも確保したことで、生産管理システムの構築に柔軟な対応が可能となった。

タイムチャート自動読み取りシステム

川又武典・小林啓二・石田智男・長尾正博・村上博紀
三菱電機技報 Vol.63・No.3・P68～71

LSIの開発に用いる論理シミュレーション用テストパターンのCAD装置への入力を効率良く行える、タイムチャート自動読み取りシステムを開発した。手書きのタイムチャート中の波形や、バス表現などを示す英数字を、波形表現の定義情報を用いて高精度に認識する。また、グラフィック機能や対話機能を利用して、読み取り結果の修正、確認作業を容易にした。従来のキーボードによる入力方法と比べて、テストパターンの入力時間を約1/5に短縮できる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 60 ~ 63 (1989)

An Integrated Development System for Real-Time Fuzzy Control Systems

by Kenzo Kobayashi, Masahiro Takagi, Yasuaki Takeuchi, Morikazu Takegaki & Takuji Ishiiwa

This system provides the development and execution environments for developing a practical fuzzy control system on a super minicomputer. It supports the making of control rules, extraction of membership functions, off-line simulation, and control-parameter adjustment on the basis of the process data. The system can also control a plant using the control rules on-line.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 48 ~ 51 (1989)

City Multi-Inverter Y Series Multi-Split-Type Air Conditioners for High-Amenity Buildings

by Hiroaki Hama, Koji Ishikawa, Kenji Togashi, Yasuo Nakashima & Akio Fukushima

The article reports on the outdoor-air-treatment and refrigerant-cycle technologies for achieving pleasanter office atmospheres and establishing the functional requirements of air-conditioning systems.

The transition toward multi-split-type air-conditioning systems necessitates a review of the actual functions of air-conditioning systems. Mitsubishi multi-split-type air-conditioners for high-amenity buildings were developed on the basis of a new concept using an inverter.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 64 ~ 67 (1989)

The Concept and Functions of the MELMAS Production-Management System of Packaged Software for the MELCOM EX Series Computers

by Toshihiko Kawano, Kenji Hosoya, Katsunori Nagai & Takafumi Ikebe

The MELMAS forms the core of a computer-integrated manufacturing system and constitutes a universal software package covering all functions considered necessary for the entire production-management process, from the receipt of orders, through the manufacturing process, to shipment. The system permits simple selection of functions, and offers convenient features to allow the user to vary and add any function. The article describes the flexibility of the MELMAS system to accommodate the user's configuration requirements for the production-management system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 52 ~ 55 (1989)

A Satellite-Borne Slot-Array Antenna

by Hitoshi Mizutamari, Yoshihiko Konishi, Hiromasa Nakaguro, Shin'ichi Sato & Takashi Katagi

Mitsubishi Electric has developed an analysis and design technique for slot-array antennas with high performance and efficiency. The analytical method takes into account the mutual coupling between the slots and considers the mutual coupling between the slots and the feeder network. A simple algorithm based on this method has enabled the Corporation to develop a design-method for a rapid-convergent radiator. The performance data of the NASA meteorological satellite GOESs S-band antenna developed with the use of this method are in good agreement with the calculations and have substantially validated the analysis and design methods.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 68 ~ 71 (1989)

A Time-Chart Automatic Reading System

by Takenori Kawamoto, Keiji Kobayashi, Tomoo Ishida, Masahiro Nagao & Hiroki Murakami

This system is capable of entering into a CAD device the logic simulation test patterns required for LSI development. The system recognizes, with high accuracy, the alphanumeric characters and waveform patterns in hand-drawn time charts using the definition data of the waveform patterns. The graphics function facilitates revification and enables easier correction of the results of recognition. Compared with the conventional keyboard-type data-entry systems, the new system reduces the input time to approximately one fifth.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 63, No. 3, pp. 56 ~ 59 (1989)

An ADA Programming-Support Environment

by Kosaku Tsuchida

In recent years, ADA compilers have been used in the West on an increasing scale and are beginning to find wide-scale acceptance in Japan.

This article deals with the features of the ADA programming language, and introduces the functions required for an ADA programming-support environment. Also, program of approximately 75 kilosteps has been developed using this environment. Compared with conventional programming languages such as C and FORTRAN, the ADA-language programming-support environment has permitted a reduction of some 20% in program-development time.

マン・マシーン・インターフェイスとしてのディスプレイ技術 —知的ディスプレイへの提言—

東京大学
先端科学技術研究センター
センター長 大越 孝敬



副題の中の「知的（インテリジェント）ディスプレイ」ということばは、たぶん多くの読者にとって初めて聞くことばだと思う。これは、将来のディスプレイ、特に三次元ディスプレイの発展の方向を指すことばとして、筆者が最近使いはじめたささやかな新造語である。新造語とは言っても、最近は知的通信（インテリジェント・コミュニケーションズ）が流行の先端的研究分野となっているから、何やら時流に乗ったみたいで少々恥ずかしい。それに、誰か他の人が（多分少し違う意味で）同じことばを既に使っているかもしれない。（また、以前からインテリジェント・ターミナルという概念があるが、インテリジェント・ディスプレイは、後に御理解頂けるように、これとは全く無関係の概念である。）

前置きばかり長くなつたが、ここで過去20年間位のディスプレイ技術の研究開発の動向を振り返り、近未来の方向を予測してみよう。研究開発にもいろいろあるが、少くとも将来指向型の研究は、過去20年間ほぼ一貫して平板型（フラット・パネル）ディスプレイを指向してきたと言えるであろう。その具体的な成果として今日我々が恩恵をこうむっているものに、パソコンの液晶ディスプレイやELディスプレイ、又最近ではポケット型液晶テレビなどがある。街や駅・空港でみかけるような大型の平板型情報ディスプレイも、広義にはその成果の中に数えられよう。

しかし、ディスプレイ技術の中核とも言うべき中形以上のビデオ表示装置となると、経済性を含めた総合力でブルアン管にまさるものは依然現れていない。この分野の平板型ディスプレイ研究は、特にセットの奥行きが問題となるハイビジョンを中心に、近い将来の最重要の課題と考えられており、我が国でも真剣な努力がつづけられている。

さて、上記に「近未来の方向を予測してみよう」と書いたが、筆者にも格別の考えがある訳ではない。ひとことで言えば、近未来においても、専ら平板型ディスプレイの研究開発、特に真に経済的で高性能の中型以上のビデオ表示

装置をめざす研究が、依然として主流であり続けるであろう。

しかし筆者のような大学の研究者は、必ずしもこのような主流の研究開発の中心にいたいと思うわけではない。むしろ出来れば、まだ主流になっていないような、そしてこそし遠い将来において主流となるような研究分野を、自分の手で開拓してみたい、との気持ちがつよい。そのような意味で、筆者自身はいまから22年前の1967年に三次元ディスプレイの研究を開始した。これは1980年ごろに一応終了したが、現在も何人かの大学の研究者がこの課題に熱心にとり組んでおられる。こんにち、近未来志向の研究課題の中心は依然として平板型ディスプレイにあるとしても、その次の「中未来」志向の最重要研究課題は三次元ディスプレイではないかと、筆者は考えている。

ところで三次元ディスプレイの最大の困難は、その表示すべき情報の量が莫大なことにある。ホログラフィのように、どこから見ても完全な立体感が得られる三次元画像の情報量は、大まかに言って同程度の二次元画像の1,000倍である。この倍率は将来といえどもあなどり難い数値であり、何かうまい解決を考えなければならないだろう。

有力な解決策のひとつが「視点追随型」の三次元ディスプレイと呼ばれるものである。この研究の歴史は既に10年を越えるが、最近次世代の計算機情報端末用として再び活発化するきざしがある。筆者自身はかねがね、三次元テレビ電話のためのディスプレイとして、この研究の推進を提唱している。

要はディスプレイ自身が、使用者の視点の位置情報を取り込む機能をそなえ、その情報に即応して自分自身の表示内容を変えつつ、相手に最善の三次元画像情報を与えるのである。

このように、相手の状態と要求に応じた動作をするディスプレイ装置は、他にもいろいろ考えられる。このような「知的ディスプレイ」の研究は、将来面白い課題のひとつになると思う。

ディスプレイ技術の展望

山地正城*

1. まえがき

エレクトロニクス技術を中心に、情報通信技術の急速な進歩は高度情報化社会を作り出してきた。1980年代、この中で特に重要な役割を果たしてきたのはコンピュータであるが、これを支えてきた大きな要素の一つにディスプレイをあげることができる。

ディスプレイといえば、ブラウン管(CRT)を使ったテレビ・パソコン端末というのが一般的であるが、材料技術・生産技術の進歩は各種ニューメディアの発展と相まって、ディスプレイに革命的な変化を起こそうとしている。高度情報化社会の核ともいえるニューメディアという言葉は、その定義は必ずしも明確でないが、情報化社会の中で、より多くの情報を多様な形態で提供するものと考えられ、年々その範囲が拡大している。ディスプレイはその拡大の核として、コンピュータやビデオが作り出す膨大な情報“データベース”と人間を結ぶ接点に立つものであり、重要性は一段と高まっている。

いろいろな分野で、広い階層の人間と相手をするニューメディアなるものは本来、多様性を要求されており、したがってディスプレイも多様性を求められるのは当然あり、それだけその将来方向を洞察することは難しいが、ここでは特に新しい社会システムの開発という視点に立って、ディスプレイ技術の現状、それをとりまく社会環境の変化、そして当社が創り出した大画面をベースとした社会システムの例をあげ、新しいディスプレイが作り出す新しい社会システムの可能性などについてその将来を展望してみたい。

2. ディスプレイをとりまく社会環境の変化

2.1 コンピュータ グラフィックスの普及

日本におけるテレビの本放送は1953年に開始され、1964年の東京オリンピックを契機に急速な発展を遂げ、テレビは今や100年前に発明された電話に肩を並べるところまで普及してきた。米国のデータを見ても、メディアが出現してから、80%の家庭にそれが普及するのに要した期間が、電話が75年、ラジオが25年に比べ、テレビは12年の短期間である(米商務省統計による)。

これは何を意味するのかといえば、人間は聴覚よりも視覚のものを、こと情報を得るという点で本能的に求めるということであり、ことわざ(諺)を見ても「百聞は一見にしかず。」「絵は千言の価値がある。」という言葉が、如実にそれを表している。

マンガといえば、昔は子供向けと考えられていたが、昨今では幅広く成人層にまで普及し、電車の中でもマンガが堂々と読まれ、その内容も高度なものになっている。また、企業内のいろいろなプレゼンテーション、会議のときに使用する資料にしても、イラストという名のマンガの普及度は著しいものがある。

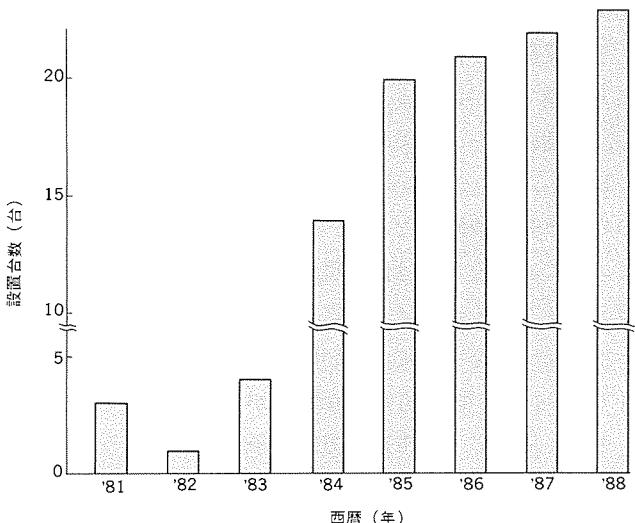
これらイラストは、パソコンで作られることが多いが、このパソコンの普及もCG(Computer Graphics)技術の一つが一般化したことによるものであり、CGはディスプレイの普及に大きな役割を果たしている。

一方、設計作業の機械化に端を発したCAD(Computer Aided Design)技術は、半導体・集積回路技術の驚異的な発展に支えられて、ソフトウェア技術の基本概念を変え、高度なCG技術を生み出してきた。CGとディスプレイは表裏の関係にあり、いくら良いCGのソフトウェアができても、ディスプレイが旧式であれば、結局は人間には評価されない。このCG技術が、ディスプレイの解像度向上に対する大きなニーズを生み、現在ディスプレイの主流をなすブラウン管(CRT)の技術開発の大きなインパクトになっている。

最近、競馬場・野球場などの競技場で、必ず(須)設備にまで成長した当社《オーロラビジョン》に代表される大型高輝度カラーディスプレイの普及も、CG技術のサポートによるところが大である。初期の低解像度のものでも、十分市場に受け入れられた背景にはCG技術の有効な活用があげられる。最近では、テレビと同等レベルまで解像度が改良され、大画面ディスプレイもCGの新しい活用により、ビデオ信号と組み合わされて競技場以外のいろいろな分野への展開が大いに期待される(図1)。

2.2 衛星通信時代の到来

テレビ会議・テレビ電話の普及、先に述べた広義のマンガの普及は、人間が言葉に代わって「絵で話す」ことの時代の到来を物語っている。チャールズ・レクト氏が提唱している新しい出版メディア“ビデオマンガ”はそのよき例であり、新しい情報伝達手段としてCGが取り上げられているが、もう一つの課題として、大量の情報を同時に広域に伝達する通信の問題がある。1989年は日本において映像伝達を主目的にした民間通信衛星が、三菱系からスーパーバード、伊藤忠・三井系からビデオバード各2基ずつ、合計4基打ち上げられる。これらにより、高度情報化社会はいよいよ映像のハイウェイが



ここ2~3年設置台数は20台前後であったが、1988年は既に23件を数え設置台数は伸びできている。

図1. 大型映像表示システムの年代別普及台数
(国内用、シードプランニング資料による)

表1. 衛星通信サービスの特長

(1) 広域性	●広い地域でも狭い地域でも距離に関係なく、同じ品質の映像サービスが可能。 ●地上の地勢に影響されない。
(2) アクセス容易	●カバレージ内ではあらゆる地点からアクセス可能。 ●同時に多数の地球局からアクセス可能。(時分割多元接続)
(3) 同報性	●カバレージ内のあらゆる地域の見渡し可能。 ●放送モードにより、一斉指令、同報通信に最適。
(4) 柔軟性	●網状回線網の構成が容易。 ●可搬局も含め、各地球局は他局とは独立に新設、改築が可能。
(5) 大容量伝送	●データ、電話はもちろんのこと、テレビ映像も含む広域信号の伝送が可能。 ●全国どこにでも大容量伝送可能。
(6) 高品質伝送	●広帯域伝送路を利用した高品質伝送が可能。 ●途中中継局を利用せず、高品質映像を提供。
(7) 耐災害性	●地震などの地上災害、故障の影響を受けない。 ●耐災害性を生かし、地上系ネットワークと補充させることにより、ネットワークの高信頼性を確保できる。

表2. ハイビジョンと現在のテレビの比較

	ハイビジョン	現在のテレビ(NTSC)
走査線数(本)	1,125	525
アスペクト比	9:16	3:4
ライン周波数(kHz)	33.75	15.95
映像信号帯域(MHz)	30	4.2
音声信号変調方式	PCM	FM

できることになり、飛躍的な発展が期待される。

衛星通信ができるサービスは表1に示すとおりであるが、従来のケーブル伝達に比べ、通信コストが非常に安くなる特長がある。衛星時代にマッチした、大量の映像情報に対応する新しい形のディスプレイシステムが出現することにより、今までディスプレイを使用していなかった分野に、高度情報化社会の仲間入りを促していくものと思われる。

2.3 ハイビジョン技術のもたらすもの

次世代テレビとしてNHKが中心になり、1988年のソウルオリンピックを契機に、その普及を推進しているハイビジョンは現在のテレビと表2に示すように画質・音質とも非常に優れており、幅広い応用分野が期待される。

特に高解像度でワイドな画像特性は、他のメディアへの優れた変換特性を持つことから、放送以外のいろいろな産業分野・公共分野に広範囲に展開が図られるものと思われる。

ハイビジョン用のディスプレイは、現在はCRTを使った直視型、又はプロジェクタ方式のものしかないが、これらはいずれも奥行きが大きく、また重量も大で、輝度ももう一歩であり、本格的な普及のためには大型でフラット(薄形)なディスプレイの出現が望まれている。

3. これからのディスプレイに求められるもの

3.1 ディスプレイの種類

数年前まではディスプレイといえば、普通はブラウン管(CRT)を指すといってよいほどであったが、最近の電子材料技術の進歩はいろいろな原理のディスプレイを生んできた。表3は当社の代表的

表3. スクリーンサイズをベースにしたディスプレイの分類(当社製品)

スクリーンサイズ	代表的製品	応用分野	ディスプレイデバイス			将来期待される新デバイス
			CRT	LCD	VFD	
5"	フラットパネル	車	○	○		EL
8.5"	〃	車・列車		○		〃
10"	〃	パソコン・航空機				〃
12~16"	CRTディスプレイモニタ	パソコン・CAD	○			LCD
20~28"	〃	CAD	○			PDP
30~37"	インテリジェントディスプレイ	大衆情報端末 衛星通信端末	○			〃
40~100"	プロジェクタ	〃	○			〃
100~200"	スペクタス	屋内競技場 屋内施設・商店街		○		レーザ
200~300"	オーロラビジョンMARKII	〃			○	〃
300~1,000"	オーロラビジョン	屋外競技場	○		○	〃

な製品をスクリーンサイズをベースに分類したものである。

当社が実用化しているディスプレイのデバイスは、表3に示すようにCRT、LCD(液晶)、VFD(蛍光表示管)方式が主力であるが、これ以外にPDP(プラズマ放電)方式、EL(エレクトロルミネッセンス)方式、LED(発光ダイオード)方式、レーザ方式など、各社それぞれ特長のあるものが開発されている。当社も研究中であるが、どの方式が今後伸びるかは、後に述べる解像度・平板化・大型化・経済性などが大きく影響するものと思われる。いずれにせよ、それを使う人間によるところが大といえる。ディスプレイは特に、マン(人間)とマシンのインターフェースすなわち一大接点であり、使用者である人間の視覚特性を考慮し、目の疲れ・快適感情など情報表示条件についての検討も重要な課題の一つである。

3.2 ディスプレイの表示条件

ディスプレイはその利用目的により、評価ポイントは様々であるが、一般的には下記の7項目に分類される。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| (1) スクリーンサイズ・観察距離 | (5) 画面の安定度 |
| (2) 輝度・コントラスト | (6) 接続されるコンピュータ |
| (3) 表示色 | のフォント(記号の形状) |
| (4) 解像度 | (7) 応答速度 |

人間とマシンが1対1で使用されるVDT(Vidual Display Terminal、対話型ディスプレイ)と何千、何万人の大観衆の中で使用される《オーロラビジョン》のような大型ディスプレイでは、その評価の基準は大きく異なる。競技場の大型ディスプレイは臨場感を最重要視するのに比べ、VDTで特に重要なことは、それが人間に長時間作業による目の疲労、テクノストレスで表現される精神的疲労を軽減することだと考えたい。これは単にディスプレイのみを対象とするのではなく、机の形状・部屋の明るさなど周囲条件のあり方も合わせて検討しなければならない。

性能面では、解像度が一番大きな要素といえよう。前にも述べたとおり、ディスプレイとCGの関係は深く、今後CGが更に発展していくことを考えれば、ディスプレイはこれにこたえなければならないだろう。CG分野はメーカーもユーザーも多いことから、ディスプレイに対する要求は多種多様であり、ディスプレイ側も対抗手段として新しい手段を考える必要がある。この代表的な手段がCAD分野では、オートトラッキングという方式の自動追従型ディスプレイである。これはディスプレイの内部にコンピュータ機能を内蔵させ、相手側CGが多少変わっても、それを自動的に判断してディスプレイさ

せるもので、CG技術を開発するユーザーサイドへの大きな貢献であり、このような傾向は更に強まるものと思われる。

3.3 ディスプレイの平板・軽量化

通信衛星・ハイビジョンなどの社会環境の変化に対応して、ディスプレイの応用分野が拡大する最大の障壁として、ディスプレイの奥行き（厚さ）があげられる。情報化機器の中で、多くの電子部品の軽薄短小化が進む中で、ディスプレイのみは重厚長大のCRT（真空管の一つ）が依然王者としているのは、ディスプレイデバイスの製造技術がいろいろな分野の技術を複合する高度技術と、それを実行するのには莫大な設備費用が必要なことと考えられる。

液晶方式の薄形カラーディスプレイは、エレクトロニクスショウその他の展示場で華やかに展示されているが、現在のCRT方式に取って代わるには、まだ相当の年月を必要とするものと思われる。長期的には、その方向は正しいものと考える。

一方、通信技術の発達でテレビ会議など40インチ以上の大型ディスプレイが数多く使用され、そのサイズは60インチ、100インチとスケールアップされ、輝度も格段に改善されつつある。これらは、いずれも光源にCRTを使用したプロジェクション方式が主力であるが、重厚長大の欠点を背負ったままである。せっかくのハイビジョンも、現在のディスプレイでは大きな発展は期待されない。そこでNHKなどが中心になり、プラズマ放電を用いた新しい原理に基づく薄形ディスプレイの開発が活発に行われている。スクリーンのサイズも現在のアスペクト比が3対4のものから、より自由度の高い画面サイズ、さらにメートルサイズのものまで検討されている。

メートルサイズで、かつ高解像度・高輝度・薄形大型ディスプレイが完成すれば、ワーナーリンクスがその著書の中で、ディスプレイを“第5の壁”と称したのにふさわしく、これからビルの各部屋には、必要設備となる時期もそう遠くはないだろう。

オープンスペースと呼ばれる屋外のビル壁面とかアーケード・コンコースなどに目を向けてみよう。空港・駅などでは、最近はLEDを使用した文字主体の電子ディスプレイが広く普及してきたが、屋外ではネオンサインと布でできた垂れ幕がまだ表示板の主力であり、車社会で最も情報を必要とする道路情報でも白熱電球式の電光ボードが主力である。データベースが充実してきた今日、これらの分野にマンガ時代にふさわしい人間の直感に訴えるグラフィック表示ができる、大型で高輝度のカラーディスプレイのニーズが、更に高まっている。このためには軽量で、より一層コストパフォーマンスの優れたディスプレイの開発が急務である。

4. 新しいディスプレイが作り出す新しい社会システム

1979年、当社が世界に先駆けて開発した屋外の超大型カラーディスプレイ《オーロラビジョン》は、野球・競馬・フットボールなど、各種競技場に新しい社会システムを作り出した。第1号機は1980年アメリカのドジャース球場に納入されたが、アメリカ人のハードウェアをうまく使いこなすソフトウェア技術に助けられ、今では全米大リーグの一流球場にはほとんど設置され、それを運用する新しいソフトウェア産業も創造してきた。ドジャースが契機となり、1981年にはシンガポールに競馬場用として初めて採用され、次いで香港競馬場で競馬場内の膨大なデータベースと接続され、競馬に新しい文化が開発され、この集大成が日本中央競馬場でなされ、新しい社会システムを作り出している。

これは日米のみならず、ヨーロッパ・アフリカ・オーストラリ

ア・中近東と世界中に広がり、最近の例ではサウジアラビアのイスラミック大学には5基の《オーロラビジョン》が構内に設置され、新しい教育システムを作り出している。

以上、新しいディスプレイが作り出した新しい社会システムの実例を述べたが、1990年は通信衛星という強力なハードウェアが付加されることにより、新しい概念のディスプレイの出現が期待される。

新しい社会システムを構成するに欠かせないものとして、データベースの重要性があげられる。大型ディスプレイが競馬場でここまで普及したのには、競馬場には高級なビデオカメラのほかに、大規模なコンピュータシステムから構成されたデータベースがあったことである。最近はレーザディスク・光ディスクのように、小型で大容量の情報を蓄積する装置が普及し、各分野とも豊富なデータベースが構築されつつある。

データベース、通信衛星そして新しい概念のディスプレイの三者が、有効に融合されることにより、新しいシステムが開発され、新しい高度情報化社会が生まれることを期待したい。

遠い将来には、レーザ技術を使用したディスプレイと三次元CGの組合せにより、ホログラフィが現実のものになってくることが予想される。何千もの参加者が集まったホログラフィックホールで開催される会議に出席し、ホログラフィで生成した火山の噴火を間近かに見るというような、物質世界でやりたいことがホログラフィの非物質世界で可能になる。このように、新しいディスプレイが作り出す新しい社会システムは、まだ無限の夢があるといえよう。

5. むすび

ディスプレイ技術は、今後飛躍的な発展が期待される。これは映像を伝送する民間通信衛星の打上げ、ハイビジョン技術・コンピュータグラフィックス技術の発達などの社会環境の変化に加え、材料技術・生産技術の発展が原動力となり、新しいより大きな平板型のディスプレイの登場が期待されるからである。

ビルの会議室・OAデスク・自動車・列車・飛行機などの各分野では、平板型ディスプレイの強いニーズがあり、また一方現在数多くの企画があるレジャー・リゾート施設においてもコストパフォーマンスの見合った大型で高輝度・高解像度のディスプレイの出現が強く望まれている。

1980年代までは、C&Cすなわちコンピュータとコミュニケーション（有線）が中心になって情報化社会を作り上げてきたが、今後サテライト（通信衛星）とディスプレイが大きく付加されて、より人間に貢献できる高度情報化社会が形成されていくこと期待する。

参考文献

- (1) チャールズ・レクト：新しい出版メディア“ビデオマンガ”，日経EP, 3, p.146, 電子出版要覧（昭63-8）
- (2) 関本：高度情報化の産業界へのインパクト，電気学会誌, 107, No.10, p.978 (昭62-10)
- (3) 畑田：ディスプレイ画面と眼の疲れ，電気学会誌, 108, No.7, p.645 (昭63-7)
- (4) 小島：ディスプレイ技術の動向，テレビジョン学会誌, 42, No.10, p.1013 (昭63-10)
- (5) ハイビジョン普及支援センター：ハイビジョン（昭63-10）
- (6) 個別シードプランニング：大型電子映像システムの利用実態と今後の活用方法（昭63-10）

200形ハイビジョン ビデオプロジェクタ LVP-2000H

進藤三郎* 奥田博志* 田中靖人***
山辺俊樹* 大西 宏**
吉田直久* 小浦 誠***

1. まえがき

現在、業界は内需拡大策に貢献する新産業分野として、1990年の放送衛星BS-3による本放送開始を目標に、ハイビジョンの実用化に向けて急速に動き出している。また、非放送系（映画、出版、印刷物）の分野においても高精細度画像を特徴として、新事業が展開されようとしている。このような動きの中で、郵政省は「ハイビジョンの推進に関する懇談会」において、1987年6月に次の事項に関する中間報告をまとめた。①規格の早期明確化、②機器の開発、③国民の理解促進、④衛星放送の普及促進、⑤ソフトの供給体制の整備。

これを受けて、郵政省の外郭団体である放送技術開発協議会（略称BTA）はハイビジョン規格の審議を進めており、暫定規格によるハイビジョンの早期立ち上げを期している。業界は、NHKを中心として、業務用1／2インチVTR（ベースバンド方式）とハイビジョン受信機の開発を進めている。当社も、ハイビジョンを1990年代の映像システム商品として位置付け、今回その一環として、ハイビジョン対応のビデオプロジェクタ LVP-2000H（図1）を開発した。

2. LVP-2000Hの特長

(1) 高輝度・高解像度投写管の採用

ハイビジョン ビデオプロジェクタとしては、業界で初めて13形の高輝度・高解像度投写管を搭載し、電磁フォーカス電子銃と酸化スカンジウムによる高電流密度カソードの採用により輝度10ft-L（白ピーク、スクリーンデイン・2）水平解像度1,000本を実現した。

(2) 大口径・高解像度レンズの採用

ハイビジョンの高画質画像を再現するため、マルチコートを施し収差・ひずみをなくした14枚構成のオールガラス レンズユニットを採用した。緑のレンズユニットには、純度を高めるダイクロイック

コーティングを使用している。

(3) 液冷光学システムとオプチカル カップリングの採用

従来、当社のビデオプロジェクタの特色であった液冷オプチカルカップリングを採用し、高輝度・高コントラストを実現している。

(4) 大出力・広域域映像增幅回路

新開発の映像增幅回路（40MHzまで±1dB）と映像出力回路（100V_{p-p}出力時、30MHzまで±3dB以内）によって高画質化を図っている。

(5) 高精度ディジタル コンバーゼンス回路

ディジタル コンバーゼンスを採用して、コンバーゼンスの高精度化を実現した。

(6) EDTV対応可能

水平周波数33.75kHz以外にも、31.47kHz（EDTV）にも対応可能な仕様にした。

表1. 主要仕様

	ハイビジョン	NTSC（倍走査）
スクリーンサイズ	150～200インチ	
アスペクト比	16:9	4:3
走査周波数	水平 33.75kHz 垂直 60Hz	31.47kHz 59.94Hz
走査方式	1,125本 (インターレース)	525本 (ノンインターレース)
入力信号	アナログRGB(0.7V _{p-p} 正極性 75Ω終端BNC)	
信号	水平同期信号(1～4V _{p-p} 負極性 75Ω終端BNC) 垂直同期信号(1～4V _{p-p} 負極性 75Ω終端BNC) 複合同期信号(±0.3V _{p-p} 負極性 75Ω終端BNC)	
本体寸法	602mm(高さ)×1,125mm(幅)×1,053mm(奥行)	
本体重量	250kg	
消費電力	700W	

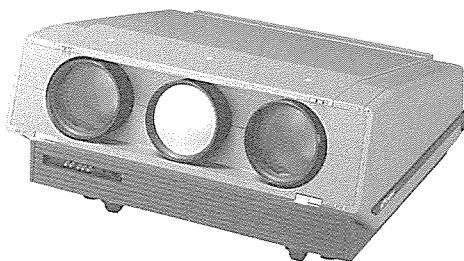


図1. ハイビジョン ビデオプロジェクタ
LVP-2000H

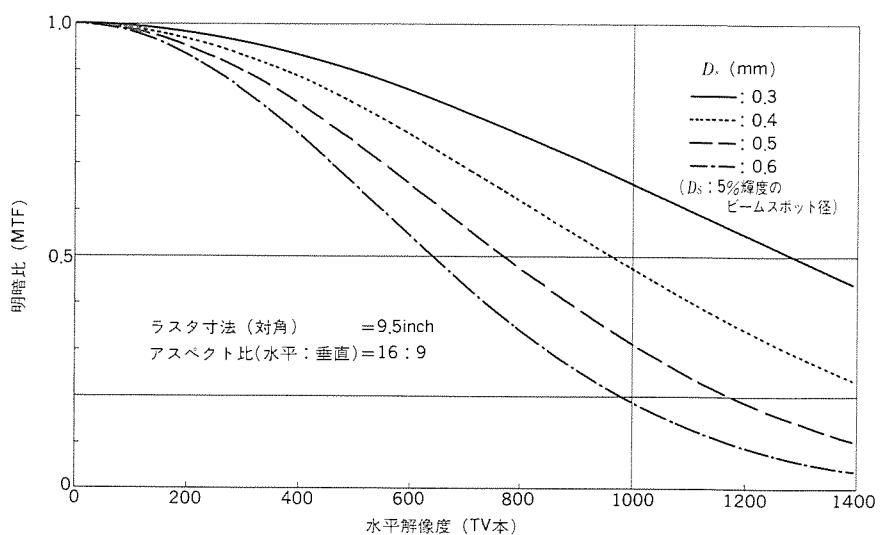


図2. CRT解像度とビームスポット径

表1に主な仕様を示す。以下各部の詳細について記す。

3. 13形高解像度CRT

3.1 電子銃とフォーカスマグネット

(1) 解像度と電子ビームスポット径

ハイビジョンCRTに要求される解像度は、1,000TV本以上とされている。この条件を今回の13形CRT(実際のラスタサイズは9.5インチ、アスペクト比16：9)に適用してCRT画面での必要な電子ビームスポット径の理論値を求めるとき図2になる。図に表したレスポンスは、図3で示した2本以上のラスタビームの輝度分布を重ね合わせた明暗比(MTF)として定義する。実際に我々が識別できる投写されたスクリーン上でのMTFは、10%が限度とされ、それ以上の値が望ましい。

スクリーン上でのMTF値は、CRTのMTF値（図2）とスクリーンへ投写する光学レンズ系のMTF値の積として算出される。現状で光学系のMTFを50%とすれば、CRTのMTFは20%を限度として、それ以上あれば1,000TV本の解像度を得る。CRTのMTF20%は、管面電子ビームスポット径に換算すると、 $\phi 0.6\text{mm}$ に相当する。

(2) 電子銃とフォーカスレンズ（フォーカスマグネット）

電子ビームのスポット径は、電子光学で一般的に次式で表される。

ここで、 M はフォーカスレンズの像倍率、 C_s は球面収差係数、 α はフォーカスレンズに入射する電子ビームの最大角(半角)、 D_0 はフォーカスレンズから見た物点の大きさ(虚物点)。

これらの係数は互いに関係し、 C_s は像倍率 M 、 α は物点の大きさ D_0 の関数としてそれぞれ表される。すなわち、

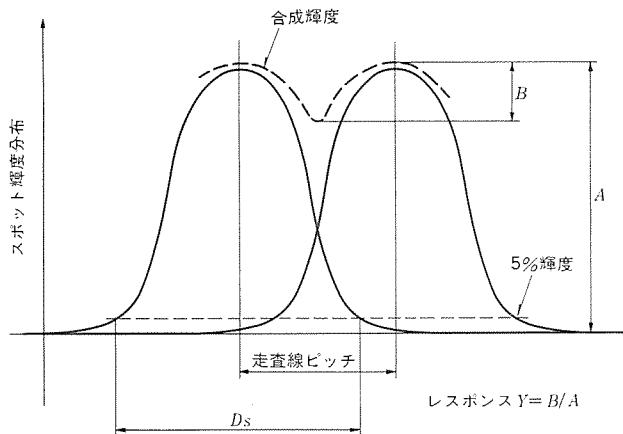


図3. 走査線の輝度分布

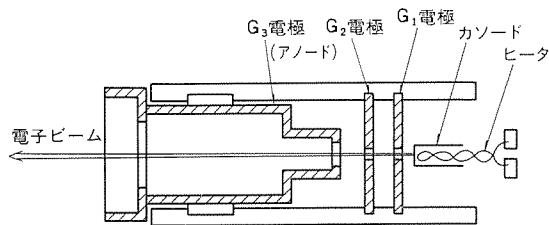


図4. 電子銃の構造概略図

図4で示した電子銃は式(3)の関係を与え、図5、図6のフォーカスマグネットは式(2)で決定される。また、倍率 M は、フォーカスマグネットの幾何学的位置でほぼ決定される(図7)。球面収差係数 C_s は、一般的にマグネットの場合、

$$C_5 = K_1 \int_{z_0}^{z_i} \{H(Z)\}^4 (K_2 \cdot B^4 + 5B'^2 - B \cdot B'') dZ \dots \dots \dots (4)$$

で表現される。 K_1 , K_2 は電子の質量と電荷及び空間の電位で表される定数(搭載した電子銃の場合)で、 B , B' , B'' は図5で示されたフォーカスマグネットの中心軸上の磁束密度分布(図6)とその磁束密度の1次微分及び2次微分である。また、 $H(Z)$ は電子ビームの近軸軌道で、 Z_0 , Z_i はその軌道の始点(物点)と終点(蛍光面)である(軸上の交点)。式(1)の電子ビームスポット径は全項目が小さければ小さくなるのであるが、右辺の第1項(収差径)と第2項(倍率径)とは相反する方向にある。ハイビジョンCRTを実現するためには、これら全数値を下げる方法を考えなければならない。まず、電子銃は図4で示した G_1 , G_2 電極の孔径を従来の $\phi 0.64\text{mm}$ から $\phi 0.5\text{mm}$ に変更し、物点の大きさ(D_0)と入射角(α)の減少を図った。反面、カソード負荷(カソード単位面積当たりの電流)が増える。

これに対しては、酸化スカンジウム分散型高電流密度カソードを採用し、対策とした。倍率 M に対しては、図7で示したフォーカスマグネットの位置関係を与える Z_1 、 Z_2 のうち、 Z_1 を延長して従来の1/2に設定した。収差の改善は、 B 、 B' 、 B'' の値が減ればよい。そのため、フォーカスマグネットの内径を、従来標準とされていた $\phi 29.1\text{mm}$ から $\phi 36.5\text{mm}$ に変えて、磁束分布がより滑らかな変化になるようにした。

3.2 萤光体

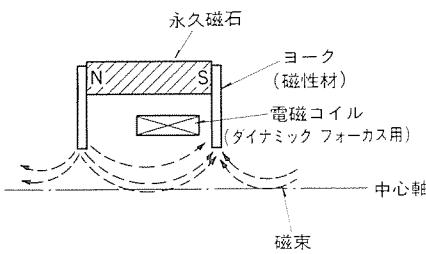


図5. フォーカスマグネットの構造

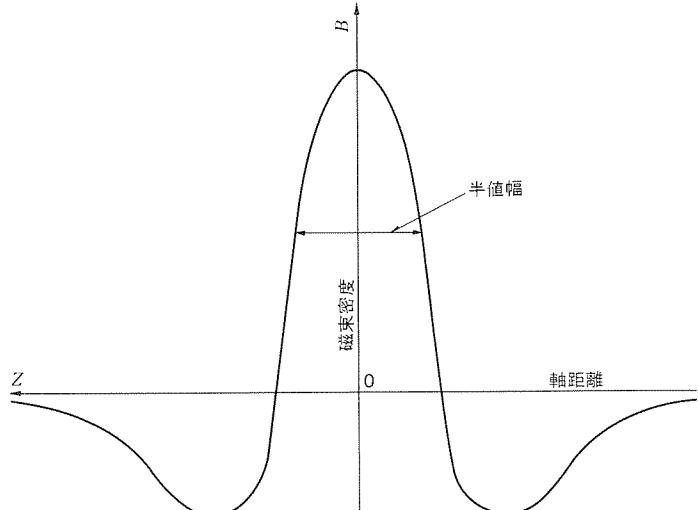


図6. フォニカスマグネットの磁束密度分布（中心軸）

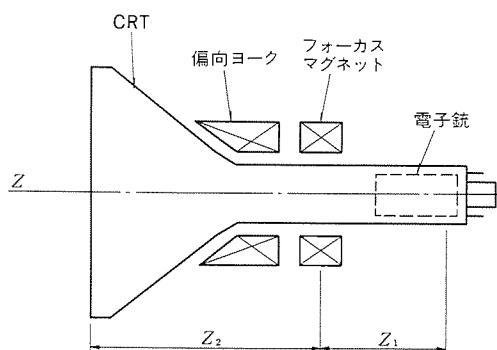


図7. CRTアセンブリの概略図

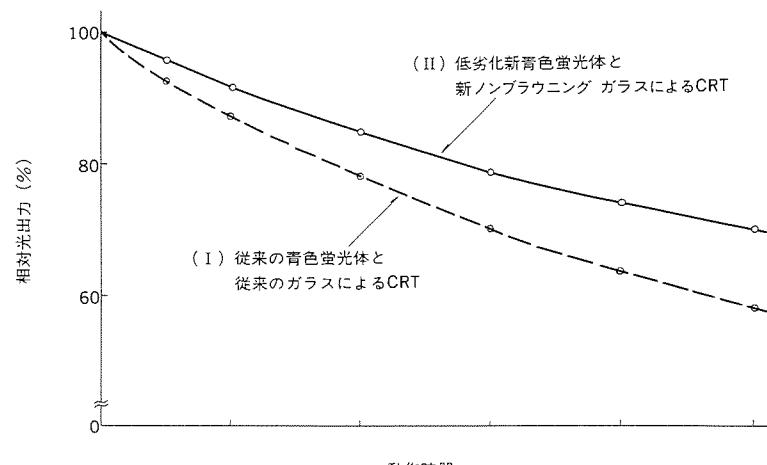


図9. プロジェクション用ブラウン管の輝度劣化特性（青色）

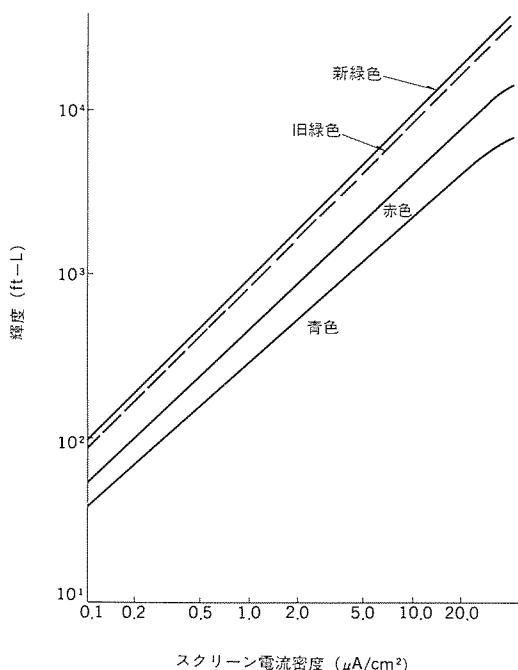


図8. 各色電流一輝度特性

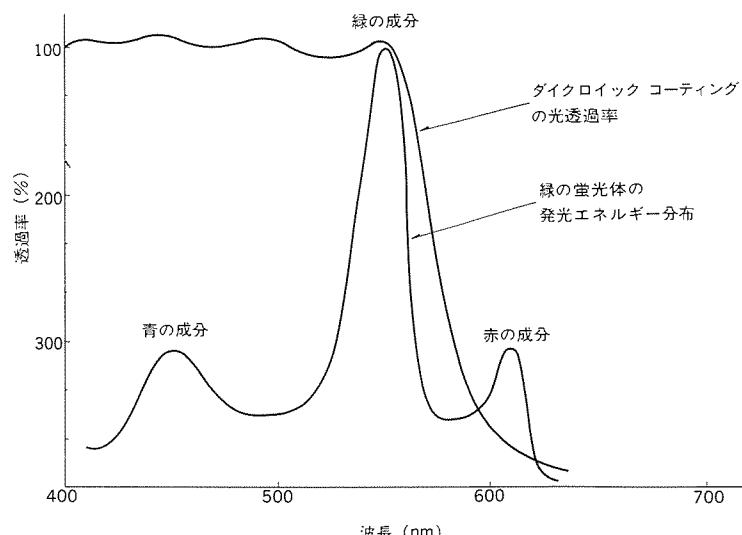


図10. 発光エネルギー分布と光透過率

一般的にビデオプロジェクタ用CRTの蛍光体には、高輝度、高 γ 特性に加え、輝度劣化の少ないものが要求される。このハイビジョン用CRTには、以前当社が開発した200形ビデオプロジェクタ用CRT(CRTは13形)に採用した蛍光体を改良して用いた。

緑色蛍光体は合成条件の改良により、15%以上の輝度向上(図8)と10%以上の輝度劣化改善(いずれも当社比)を達成し、青色蛍光体には表面処理の改良により10%以上の輝度劣化改善(当社比)を達成したもの導入した(フェースガラス着色改善と合わせて図9に示す。)。

3.3 ガラスバルブ

このハイビジョン用ビデオプロジェクタは、アスペクト比が16:9画面有効径9.5インチ(対角)で用いるものの、ガラスバルブの最大径部は13インチ(対角)、縦・横比4:3の従来の超大型プロジェクタ用CRTと同じである。既に、電子銃のところで述べたようにフォーカス特性向上のため、従来の13形CRTと比較して、ネックは直径・長さ共に大きくなっている。また、従来のビデオプロジェクタ用CRTと同様に、バルブフェース部はイオン交換処理を施して強化し、新ノンブルーニング(電子線やX線によるガラスの着色を低減し

た。)ガラスを用い、ネック部は内厚を厚くするなど安全性・信頼性を向上させた。表2にこのCRTの基本仕様を示す。

4. レンズユニット

3章で述べたように、スクリーン面で1,000TV本以上の解像度を得るために、光学系においてはMTF値として50%以上を設計目標とした。温度ドリフト・収差・ひずみも除去するよう配慮した結果、レンズユニットは、口径比1.2、重量42kg、オールマルチコート、14枚のオールガラスレンズから成っている。緑のレンズには、ダイクロイックコーティングを採用して、従来緑の蛍光体の発光エネルギーに含まれていた赤の成分を除去して、色の再現範囲を15%(従来比)拡大し、より忠実な白を再現している。ダイクロイックコーティングの光の周波数特性と色再現度範囲(概念図)を、図10、図11に示す。

フォーカス調整は、CRTに一番近いレンズを除いて他の13枚のレンズが動く、前群繰り出し方式を採用している。

5. 電気回路

図12に回路構成を示す。主な回路の特徴を次に述べる。

表2. CRT基本仕様

最大径部	対角325mm(13") , 水平276mm, 垂直219mm
全長	約 510mm
NECK径	$\phi 36.5\text{mm}$
偏向角	対角 69°, 水平62°, 垂直37°
画面有効径	対角241mm(9.5") , 水平210mm, 垂直118mm
アスペクト比	16:9
集束方式	電磁集束方式
陽極電圧	34kV
水平解像本数	1,000TV本

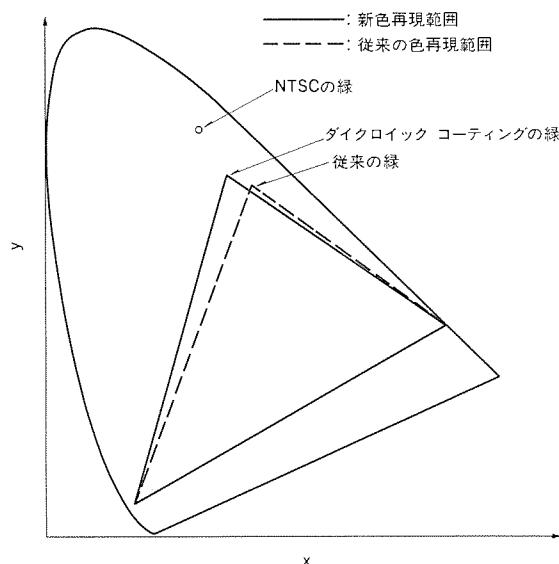


図11. 色再現色度図（概念図）

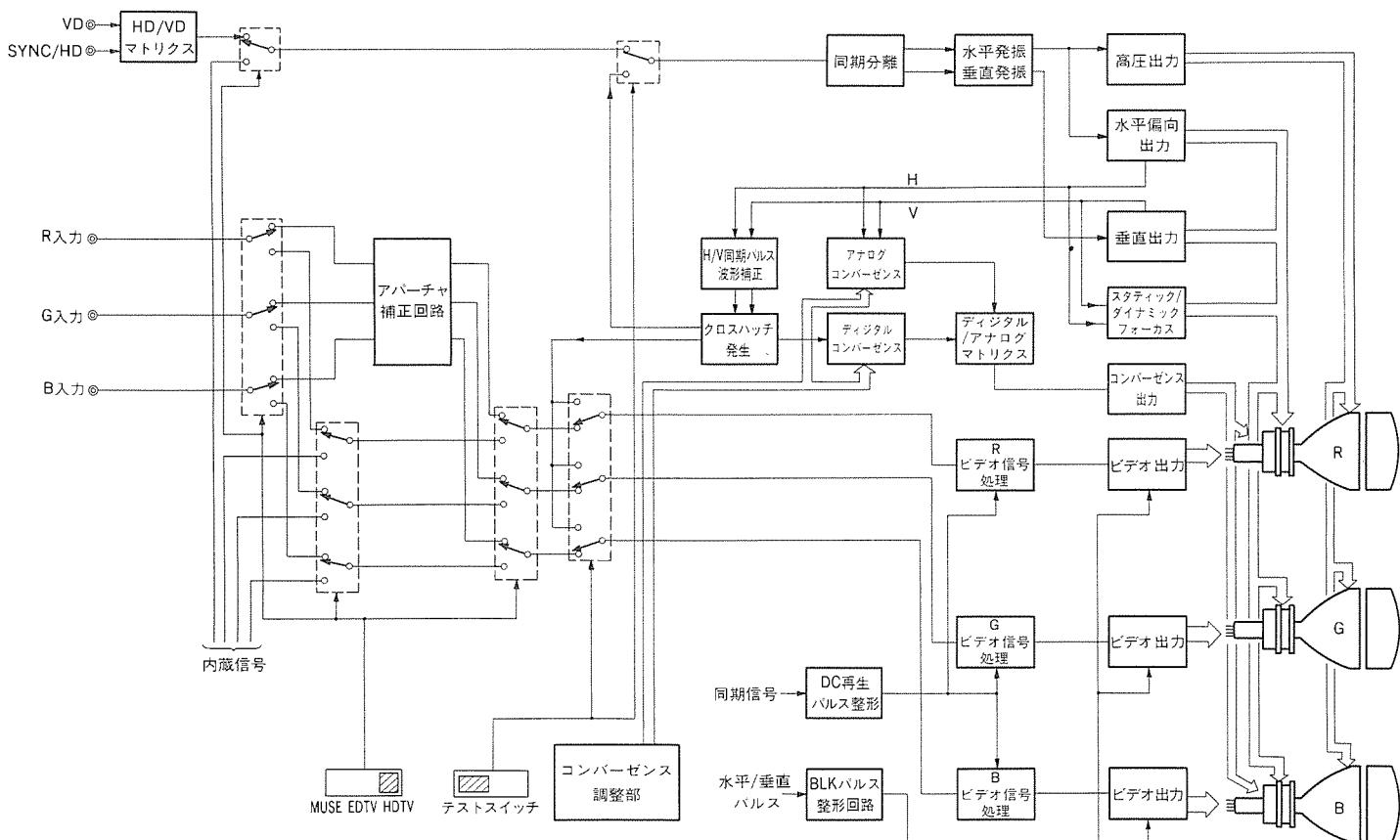


図12. ハイビジョン LVP-2000Hの回路構成図

5.1 ビデオ回路

入力信号は、ハイビジョンR・G・B信号、EDTV R・G・B信号、ディジタルコンバーザンス回路出力のクロスハッチテスト信号3組の信号を切り替えるスイッチ回路にて選択される。ハイビジョンR・G・B信号の場合は、図13に示す回路構成のアーチャ補正回路で、水平方向の輪郭を補正している。補正回路の周波数特性を図14に示す。補正量は、中心周波数20MHzで最大13dBである。図13の遅延線の遅延時間 τ は、中心周波数 f_p が20MHzから、

$$f_p = 20\text{MHz} = 1/2\tau \quad \tau = 25\text{ns}$$

となる。アーチャ補正信号はG信号から作り、 τ 時間遅延したR・

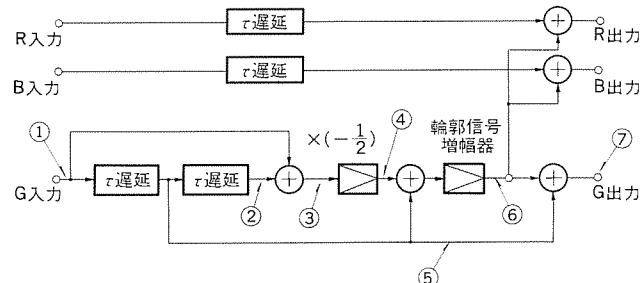


図13. アーチャ補正回路

G・Bそれぞれの信号に加算している。く形波が入力された場合の各部の波形を図15に示す。

映像出力回路は、トランジスタによるカスコード増幅と、プッシュプル エミッタホロワを用いた回路とし、直流再成回路はフィードバック クランプ方式を採用して温度特性を改善している。周波数特性は、アーチャ補正量が零のとき、図16に示すように0~30MHzまで-3dB (100V_{P-P}時) 以内の特性を得ている。

5.2 デジタル コンバーゼンス

ハイビジョン ディスプレイのコンバーゼンス補正回路は、高精度でかつ安定であることが要求されるため、デジタル コンバーゼンスを使用している。

表3. デジタル コンバーゼンスの仕様

調整点数	水平 17×垂直 13
補正点数	水平 19×垂直 15
量子化	補正データ：8ビット 出力データ：16ビット
補正法	水平：アナログフィルタ補間 垂直：直線内挿
補正動き	赤：上下／左右 緑：固定 青：上下／左右

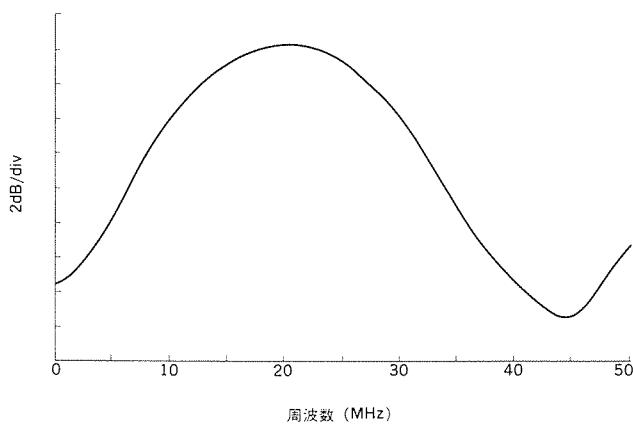


図14. アーチャ補正回路の周波数特性

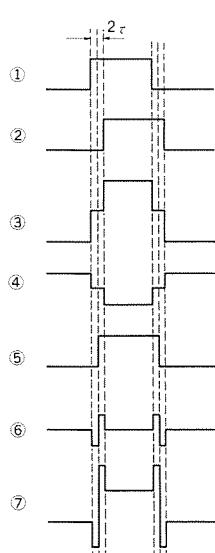


図15. アーチャ補正回路の説明図

ここでは、今回開発したビデオプロジェクタに適したデジタルコンバーゼンス回路について説明する。

(1) 概要

デジタル コンバーゼンスは、図17に示すような縦34本、横13本のクロスハッチをスクリーンに映し出し、そのうち縦線17本、横線13本の交点を調整点としている。この調整点における緑投写光に対する赤・青投写光のずれを目視にて補正し、その補正データをデジタルメモリに記憶させ、調整点間の垂直方向のデータを直線内挿により自動計算し、補間し、D/A変換することによって図17のような補正波形を得ている。また、スクリーンの外側に相当する箇所にも調整点を設け周辺部の調整精度を上げるようにしている。

次に、表3にデジタル コンバーゼンスの仕様を示す。補正方法は緑ビームを固定して、赤・青ビームを各々上下左右に移動させる方法を採用している。

(2) 構成

デジタル コンバーゼンス回路の構成を図18に示す。この回路は、パターン発生部、メモリ部、信号出力部、マイクロプロセッサからなる。以下に各部の働きを示す。

(a) パターン発生部

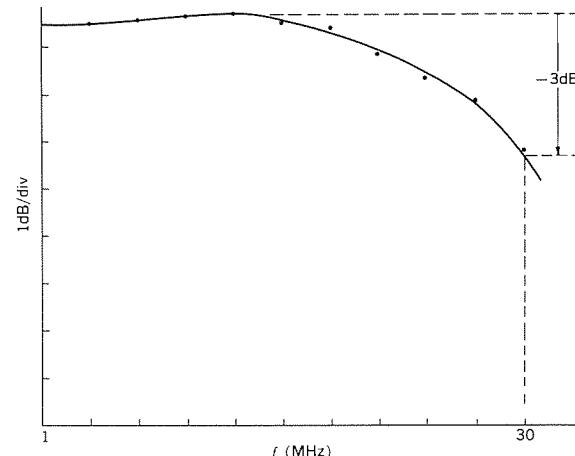


図16. 100V振幅出力時の周波数特性

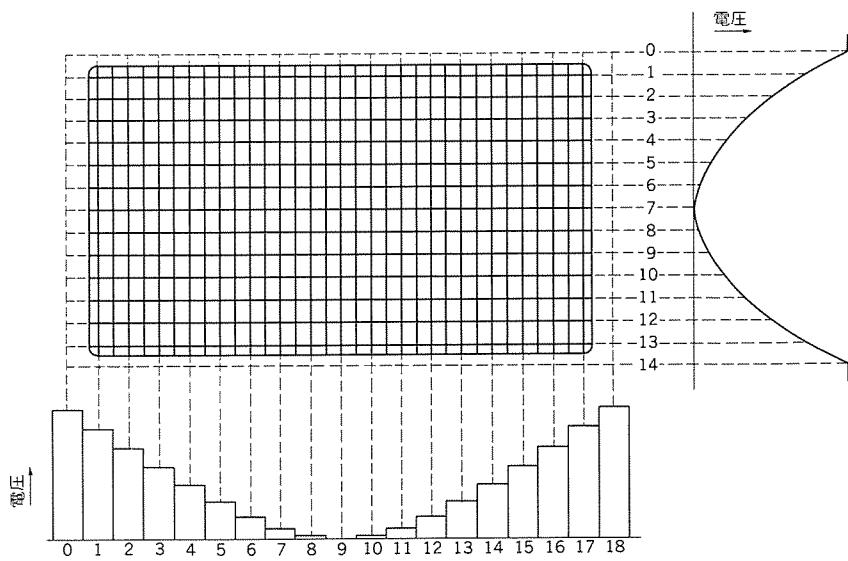


図17. デジタル コンバーゼンスの調整点

PLLにより2.565MHzのクロック信号を得、カウンタによってクロスハッチと十字カーソルの映像信号を発生する。

(b) メモリ部

補正データを記憶するメモリで、電源オフ時のバックアップメモリと補正出力用のフィールドメモリ及び読み出しアドレス発生回路から構成されている。

(c) 信号出力部

垂直内挿回路、直並列変換回路、D/A変換器からなり補正波形を出力する。出力回路は赤・青各々、水平／垂直補正用として4回路ある。

(d) マイクロプロセッサ

十字カーソルの位置とメモリ書き込み・内容転送制御を行う。

(3) 補正データの書き込み

書き込みモードにおいては、マイクロプロセッサにより十字カーソルのアドレスが発生し調整点が画面上に表示される。このアドレスは、そのままフィールドメモリのアドレスになる。操作パネルによって調整したい点に、十字カーソルの交点を合わせてデータスイッチで上下あるいは左右のデータを増減する。

以上の操作により調整点のビームが移動していくので、コンバーゼンスが最適となる位置で書き込みを中止する。これでフィールドメモリに補正データが記憶される。また、このデータはストア命令によりマイクロプロセッサ制御でバックアップメモリに転送される。

(4) 補正データの読み出しと演算処理

補正データは、電源立ち上げ時にバックアップメモリからフィールドメモリに転送される。この動作は、マイクロプロセッサで制御されている。その後、フィールドメモリは補正データを読み出す。

読み出しモードでは、読み出しアドレス発生回路からクロスハッチの位置と同期するようにタイミング調整されたアドレスによりフィールドメモリをアクセスする。

垂直内挿回路では、メモリから出力された補正データから各補正点間の垂直方向の補正データを直線内挿で補間する。この内挿時にかけた落ち誤差によるビームの変形を防ぐ目的で、乗算器は出力16ビットになっている。その後、補正データは直並列変換されD/A変換(16ビット)されて出力される。なお、メモリチップ及び内挿演算回路削減のため、シリアル処理を行っているので直並列変換回路を必要としている。

図17に示す水平方向の電圧波形は、出力增幅回路のローパスフィルタで平滑される。

5.3 偏向・高圧回路

水平偏向回路は、MUSE・BTB両規格を満足させるよう配慮して、水平周波数33.75kHz、高圧34kV、偏向ヨーク $L_h = 0.2mH$ ／1個(3個並列に接続する。)の仕様とした。そのため、偏向パワーが大きく、出力トランジスタの損失も増加するので、偏向・高圧分離回路を採用している。偏向出力の大電流のスイッチング動作のときに生じる

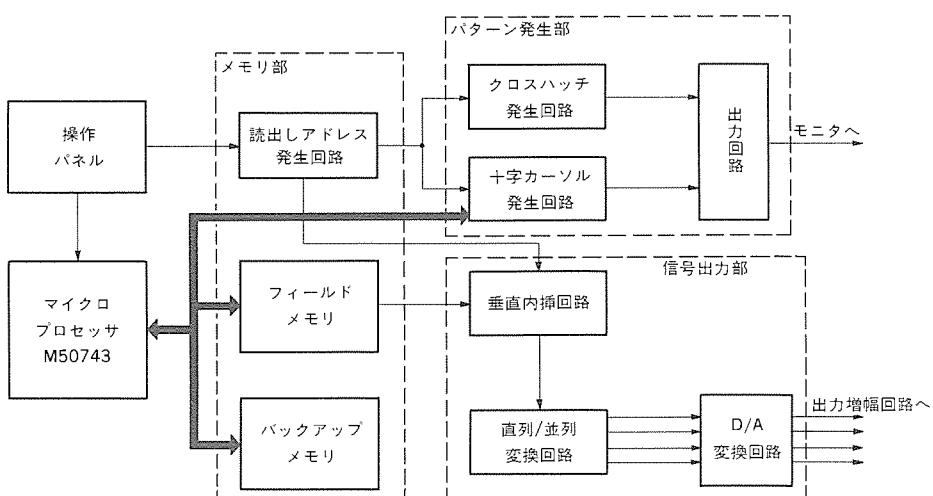


図10. ディジタル コンバーゼンス回路の構成

振動を防ぐため、ダンパ回路には、リカバリー時間は短いが、電流容量の少ないダイオードとリカバリー時間が短くはないが電流容量の大きいダイオードの2種類を併用している。

左右糸巻ひずみ補正回路は、水平偏向回路の電源電圧を垂直周期のパラボラ電圧で変調して水平幅を変える方法を採用している。

上下糸巻ひずみ補正是、水平パラボラ電圧で垂直偏向ヨーク電流を変調して補正している。

明るさの変化による画面幅の変動を防ぐため、高圧を直接分圧したエラー電圧で高圧発生回路の電源を制御して、高圧を安定させている。

5.4 ダイナミック フォーカス回路

電磁フォーカスコイルに直流電流を印加して、画面中心部のフォーカスを最適に調整した場合、周辺部のフォーカスはハレーションの状態になる。この欠点を補うために、コイルを追加して、水平方向にダイナミックにフォーカスを調整できる回路を採用している。画面中心部に相当する部分を0にクランプした水平周期のパラボラ電流を、コイルに流してハレーション状態を補正している。垂直方向にも、直流電流に垂直周期のパラボラ電流を重畠することにより、ダイナミックに補正し、画面全体のフォーカスを最適に補正している。

6. むすび

業界初の13形CRTを使用した200形ハイビジョンビデオプロジェクタが実用化レベルまで開発された。このディスプレイ装置は、当社の今までの大画面・高画質の路線をハイビジョン時代につなぎ、新しい用途での展開が期待される。

最後に、このビデオプロジェクタの開発に際して、絶大なるサポートをしていただいた関係者各位に厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 杉本ほか：40形高品位カラーディスプレイ装置、テレビジョン学会技術報告（昭59-11）

高輝度・高解像度・屋外カラー映像表示装置 《オーロラビジョン マークII-HB》

寺崎信夫* 岩田修司**
二石俊一* 佐能宗治***
岩辺一郎*

1. まえがき

屋外カラー映像表示装置《オーロラビジョン》は、既に世界中で100台以上の実績を誇り、スポーツスタジアムや公営競技場などにおいて、必要不可欠な表示装置になってきている。一方、衛星通信や衛星放送、HI-VISIONなどが世界的規模で展開され、本格的スペースコミュニケーションの時代を迎えようとしている現在、より表示性能の優れた屋内型及び屋外型大画面表示装置の製品化が要望されてきている。しかし、一方では商品コストが高いという大きな問題もあり、事業拡大の妨げになっているのも事実である。このため、各社とも表示性能に優れ、低コストな大画面表示装置の開発が大きな命題になっている。筆者らは、この期待にこたえるため新発光素子として屋外用フラットマトリクスCRTを開発し、当社製従来型に比較し、明るさで2倍、解像度で5倍、重量、奥行共に1/2と大幅に性能向上させた、屋外カラー映像表示装置《オーロラビジョン マークII-HB》の製品化に成功したので、その概要を報告する。

2. 市場分野と開発のねらい

2.1 市場分野

屋外カラー映像表示装置の市場は、前述のようにスポーツスタジアムや公営競技場を中心に展開されてきたが、この分野では今後、中規模システムの需要が期待されており、特に高解像度、軽量薄形、低コスト化への要望が強い。大規模システムは、既納システムが既に5~8年経過しているものがあり、今後、性能向上を目的としたリプレイスが予想される。また、新しい需要として、スペースコミュニケーション用としてビル壁面やショッピングセンターなどに容易に設置できるフレキシブルな構造方式のものや、異種類の表示装置と組み合わせた統合化ディスプレイネットワークへの応用も期待できる。

一方、大画面表示装置の技術と製品化の動向は、日本を中心にして動いており、アメリカ、ヨーロッパは、やや遅れているように思われる。今後、厳しくなっていくことが予想される輸出環境において、完成品での輸出からモジュール単位での独立した形態をとることにより、現地組立てを容易にする必要もある。以上のような市場分野とその動きを考慮して、開発のねらいを次のように設定した。

- (1) 新発光素子として屋外用フラットマトリクスCRTを開発し、高輝度、高解像度、低コスト化をねらう。
- (2) コントラスト向上を目的として、発光素子表面にフィルタ、レンズを装着する。
- (3) 設置と移動が容易な機動性と耐環境性を備えた、軽量薄形構造とする。
- (4) 背面及び通電中の保守作業を可能にする。
- (5) 表示装置単体としてだけでなく、他のメディアとの接続、ネットワーク化を考慮したオペレーションを実現する。

以上の項目を目標として詳細な検討を行い、次項に示すような特

長と仕様を備えた《オーロラビジョン マークII-HB》を誕生させた。

3. 特長と仕様

この章では、《オーロラビジョン マークII-HB》の特長を述べ、併せて既存《オーロラビジョン》との比較を表1に、標準スクリーン仕様を表2に示す。

(1) 高精細表示

単位面積(m²)当たり2,500画素と従来比5倍を実現し、79m²の標準スクリーンは商用TV並の高精細なカラー表示が可能となっている。

(2) 近距離表示

表示画素ピッチが平均20mmと従来比1/2以下を実現し、最短視認距離はビデオ表示で30mと大幅に改善された。

(3) 高輝度・高コントラスト

最高面輝度4,000nit(従来比2倍、商用TVの15倍)及び光学レンズフィルタによる暗輝度半減を実現し、さらにシェーダ(ひさし)併用により、屋外の太陽光下においても高コントラストで鮮明な映像を楽しむことができる。

表1. 大型映像システムの比較表

	三菱	
	オーロラビジョン MARK II-HB	オーロラビジョン 35φ
発光方式	複合CRT	単管単色CRT
絵素構成 (mm)		
1m ² 当たり絵素数	2,500	494
視認距離 (m)	30以上	75以上
視認角度 (水平) (垂直)	±60° ±15°	±60° ±15°
コントラスト(10,000lx時)	1:15	1:15
最大面輝度 (nit)	4,000	2,000
平均消費電力 (kW/m ²)	0.66	0.83
平均発熱量 (kcal/hm ²)	420	650
寿命 (h)	8,000	8,000

表2. 標準スクリーンの仕様

		DVII HB-384×512	DVII HB-288×384	DVII HB-192×256
画面サイズ ※1		10.24m (512ドット) 7.68m (384ドット) 78.6m ² (196,608ドット)	7.68m (384ドット) 5.76m (288ドット) 44.2m ² (110,592ドット)	5.12m (192ドット) 3.84m (96ドット) 19.7m ² (49,152ドット)
消費電力 (kW)	平均	52	29	13
	最大	112	63	28
受電容量 (kVA)		128 3φ 200V 50/60Hz	72 3φ 200V 50/60Hz	32 3φ 200V 50/60Hz
外形寸法 (m) H×W×D		8.5×11.5×1.2	6.4×8.7×1.2	4.3×6.2×1.2
総重量 (t)		20.4 ※2	11.7	5.6

注 ※1 画面サイズは、上記標準タイプ以外にも利用場所・用途によって自由な構成が可能である。

※2 スクリーン取付け用サポート・支柱などの重量は含まれていない。

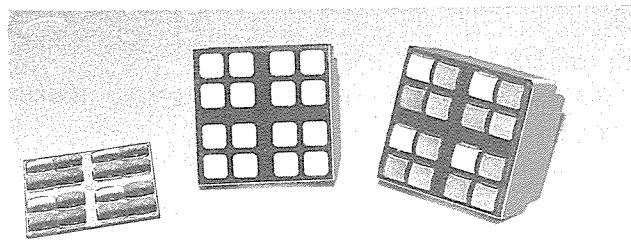


図1. カラーフィルタ付きレンズをは（貼）り付けた高輝度型発光素子

(4) 低消費電力

平均消費電力は、0.66kW/m²（従来比80%）と高輝度・高解像度にもかかわらず極めて少ない。

(5) 高速応答表示

高速電子ビームで蛍光体を励起発光させてるので色再現範囲は商用TV並に広く、また画面は1秒間に60回更新されるので、動きのある画像においてもスムースな映像が表示できる。

(6) 軽量・薄形

標準スクリーン重量・奥行共に従来比1/2が可能となり、壁掛け型など据付け条件に対し、より対応しやすくなった。

(7) 長寿命

発光原理が通常TVと同じCRTであり、輝度半減期8,000時間の寿命を持っている。

4. システム概要

4.1 発光素子

今回開発した発光素子は、屋内用発光素子に改良を加えたものである。屋外用として要求される高輝度に発光させても信頼性や寿命の確保ができる電極構造の開発を行った。以下、開発した発光素子について述べる。

4.1.1 構造と動作

図1(中央)は、開発した高輝度型発光素子の外観写真である。図2は、この発光素子の電極構造の一部分を簡易化して示したものである。高輝度型発光素子の画素は、縦4画素、横4画素がそれぞれ

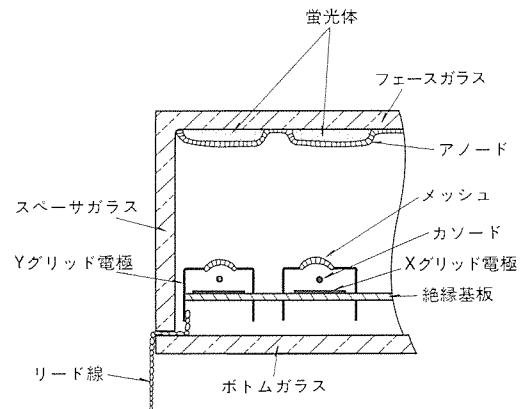


図2. 高輝度型発光素子の電極構造

マトリクス状に配置されている。電極はこれに対応して配設されている。Yグリッド電極は、縦方向に4列、Xグリッド電極は横方向に4列がそれぞれ直交するように配置されている。Y・Xグリッド電極の交点の部分には線状カソードが1本ずつ張られている。Xグリッド電極は、カソードに対してアノードと反対側に設置されたいわゆる背面電極構造になっている。

この発光素子の制御は、以下のようにして行う。

(1) 発光モード：カソード電位に対してY・Xグリッド電極の電位を適当な正のレベルにすると、カソード周辺の電位が正になる。このとき、電位こう配は高圧が印加されているアノードの方向に向かって正のこう配をもつことになる。したがって、カソードから放出される電子は、この電位こう配に沿って飛ぶのでYグリッド電極のメッシュを通過し、アノード電圧により加速されて蛍光体に高速で衝突する。このとき、高輝度に発光する。

(2) 非発光モード：Y・Xグリッド電極の両方の電位、又は、いずれか一方の電位が、カソード電位に対して負のレベルになれば、カソード周辺部の電位が負となり、電子はアノードの方向に飛ばない。これにより非発光状態になる。

このようにYグリッド電極の構造は、発光モードのときのみ、カソードから放出される電子が、Yグリッド電極のメッシュ部から蛍光体に向かうよう工夫されている。つまり、Yグリッド電極のメッシュ部以外から電子が漏れない電極形状となっている。すなわち、Xグリッド電極及びカソードは、U字形のYグリッド電極内に囲まれて存在するので、漏れ電子の悪影響はなくなる。これにより、信頼性や寿命特性が大幅に改善されるとともに、高輝度化が実現される。

4.1.2 画素パターン

高輝度型発光素子の画素パターンは、図1に示すとおりであるが、その画素配列は、BGRGの直交配列型である。この配列は他の配列方法より、①駆動回路が簡単になる、②解像度が良い、③高輝度化に関して有利であるなどの利点を持つ。この配列を用いて一層高輝度化を図るには、画素を大きくするのが得策である。今回、視覚特性による画質評価実験から検討した結果、画素を大きくし、画素のピッチに片寄りを持たせ、4画素ごと上下左右に等間隔に配列する形態を採用した。これにより、画質劣化のない高輝度・高精細度表

示を実現している。

4.1.3 高コントラスト化

コントラストは、表示品質を決める重要な要素である。ここでは、コントラスト向上を図るために高輝度発光素子に図1(右端)に示すようなカラーフィルタ付きレンズを取り付けた。すなわち、選択透過性に優れたカラーフィルタと円形光学レンズ及びその接着施工技術の開発により実現している。この結果、暗輝度の半減と全輝度の維持により、コントラストが約2倍(レンズ無しに比較)となった。

4.2 表示ユニット

表示ユニットは、発光素子を 4×4 個のマトリクス状に16個並べ、内部に制御基板と複合電源を収納しユニット化したものである。この表示ユニットの特長及び仕様を次に示す。

4.2.1 特長

- (1) 屋外用のため、表示ユニットと発光素子のかん合部に特殊防水パッキンを使用し、発光素子の脱着性を保って、ユニット前面部の防水を実現している。
- (2) 表示ユニットの脱着は、背面メンテナンス方式とし、表示ユニットを両手で持って脱着しやすい構造にしている。
- (3) スクリーンの軽量・薄形化のために、表示ユニットの内部に表示ユニット用の電源として、AC入力型複合電源を収納している。実例によれば、図3に示すように 1.44m^3 、700kgあった電源盤をなくし、表示ユニットにその機能を分散させると、スクリーン1m²当たりの重量が約60%になる。さらに、電源盤の 1.44m^3 のスペースをなくす効果があり、軽量・薄形化のためのキーポイントとなっている。
- (4) 背面に設けられたロック付きコネクタ2個により、信号及び電

源接続が容易に行え、ユニット脱着時の作業性を向上させている。

4.2.2 仕様

外形寸法: 320mm(縦) × 320mm(横) × 180mm(奥行)
(発光素子を含む)

重量: 7.2kg

外観: 図3に背面から見たものを示す。

4.3 制御及び電源供給方式

《オーロラビジョン マークII-HB》は、軽量・薄形のコンパクトな構造であり、スクリーンを構成するきょう体内に表示装置としての全機能が集約される。したがって、スクリーンは単に発光素子、又はその駆動回路を含むユニットの集合ではなく、機能的に、又は構造的にも特有の階層構造に従って統合されたシステムとなっている。このようなスクリーン部に対して、以下のように表示制御、及び電源供給を行っている。

4.3.1 スクリーン制御

図4は、スクリーンの各機能ブロックの有機的接続を示すものである。この図からスクリーンの制御は、①伝送制御と②表示制御に分けることができる。伝送制御は、モジュール内にあるモジュールコントローラのフレームメモリへ、映像信号を効率的に伝送するところにかかる。表示制御は、フレームメモリに書き込まれた映像信号を特有の信号処理を施して発光素子に与え、表示にかかる制御を行う。

(1) 伝送制御

スクリーンに入力された映像信号は、所定のデジタル信号処理が施され、それぞれのスクリーンブロックに対応したインターフェース部のバッファメモリに書き込まれる。バッファメモリは、データ

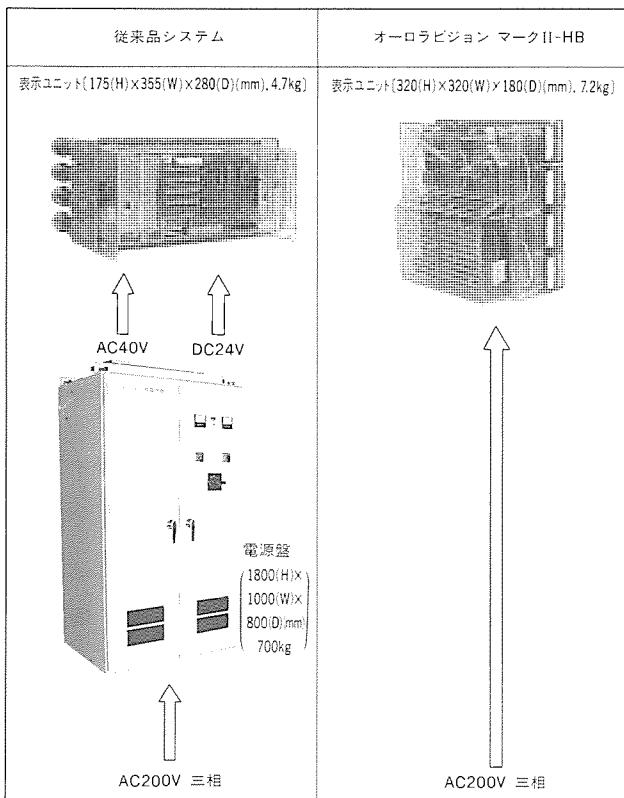


図3. 電源供給方式の比較

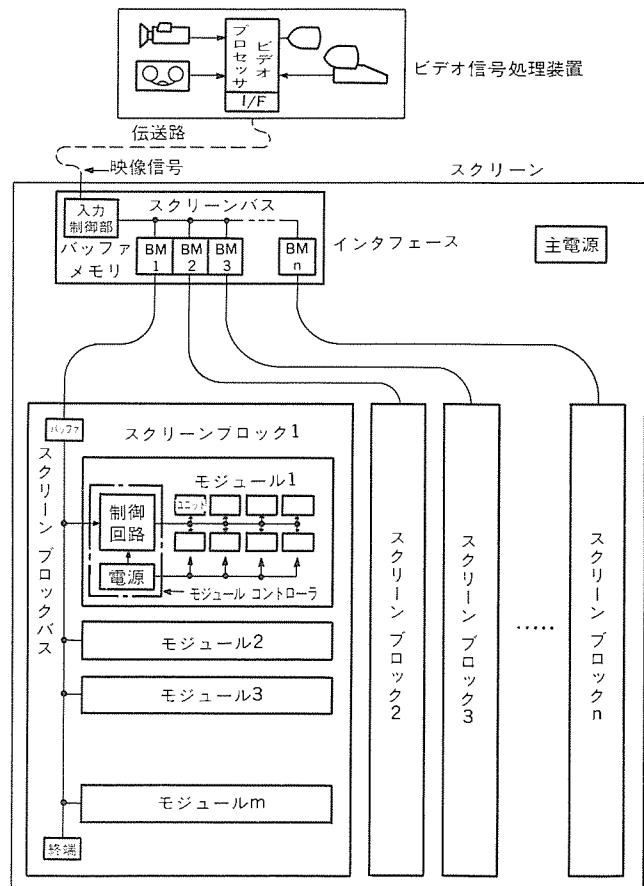


図4. 機能ブロックの接続

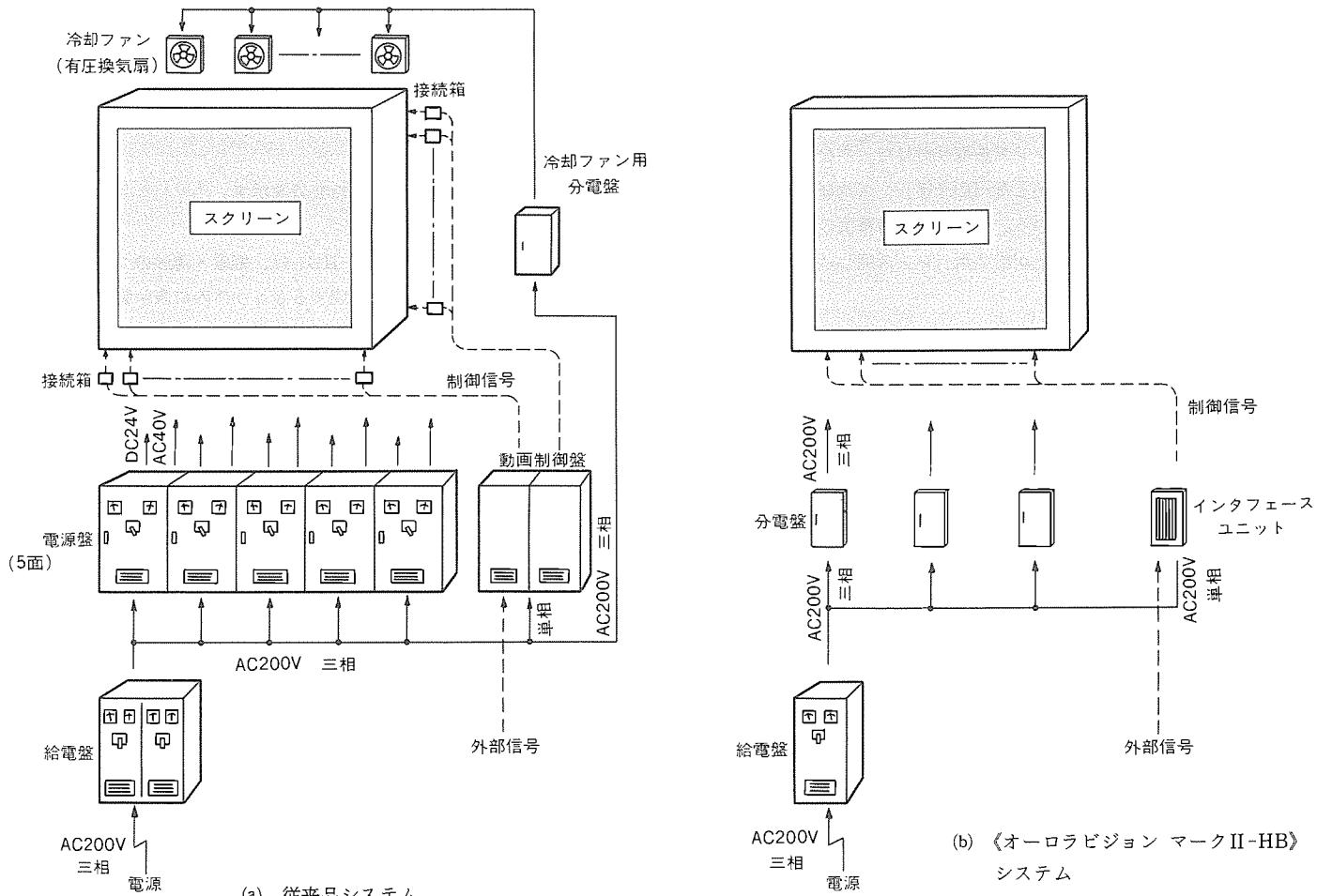


図5. システム構成新旧比較

伝送の信頼性を上げるために、高速の入力データを低速の読み出しデータに速度変換する。バッファメモリからの信号線上には、データ及びアドレス信号が時分割多重化されている。これにより、信号線の数が削減される。

(2) 表示制御

モジュールコントローラは、フレームメモリに書き込まれているデータを読み出し、信号変換処理のあと各表示ユニットにそのデータを転送する。表示ユニットでは、そのデータをもとにして64階調表示のための信号を作成し、各発光素子に与える。

このように、スクリーンに入力された映像信号は、各階層ごとに逐次所定の信号処理が施され、品質の良い映像としてスクリーン上に映しだされる。この処理の過程において、各階層間を接続する信号線の数は、フラットケーブルの量を少なくするため最小になるよう設計されている。

4.3.2 スクリーンの電源供給方式

システム全体の電源供給方式を、図5により説明する。図5の従来品システムでは、AC200V三相が、給電盤で受電後、各電源盤、動画制御盤、冷却ファン用分電盤へ三相又は単相で給電されている。各々の電源盤では、表示ユニット用のDC24VとAC40Vを発生し、各表示ユニットへ分岐し給電をしていた。これに対し、《オーロラビジョン マークII-HB》システムでは、最終段の表示ユニットまでAC200Vを供給することが可能になったため、小型の分電盤を経由して表示ユニットへ給電している。

このように、《オーロラビジョン マークII-HB》においては、軽

量・薄形化が可能となるAC電源供給方式を採用している。

4.4 スクリーン構造

《オーロラビジョン マークII-HB》のスクリーンは、図6に示すように階層システムの考えを取り入れたハードウェアによって構成される。図6のスクリーン“DVII HB-192×256”を例にとれば、8面のディスプレイパネルから成り、ディスプレイパネルはモジュール3面、及びメンテナンスフレームから成る。モジュールは、8個の表示ユニットを縦2段、横4列に配置できるように区画され、前面には発光素子への太陽光直射を防ぐシェードが固定されている。また、モジュール背面の点検カバー内側には制御用基板及び電源ユニット、換気ファンなどを設け、モジュール単独で最小単位のディスプレイとしての表示機能を持っている。

図7に《オーロラビジョン マークII-HB》の断面と同サイズの従来品断面を示す。図からも分かるように奥行・重量共に従来比1/2以下となっている。

4.5 操作部

《オーロラビジョン マークII-HB》の操作部としては、図8に示すように2機種が準備されており、表示の機能、表示スクリーンのサイズによって、最適な機種を選択することができる。

(1) PCタイプ

パソコン上に構築されたアプリケーションソフトウェアにより、ビデオ、デジタル（グラフィック、英数字、日本語）表示が可能で、日本語については漢字変換機能も持っている。中小規模のスタンダードアロンシステム用として、コストパフォーマンスを重視したタ

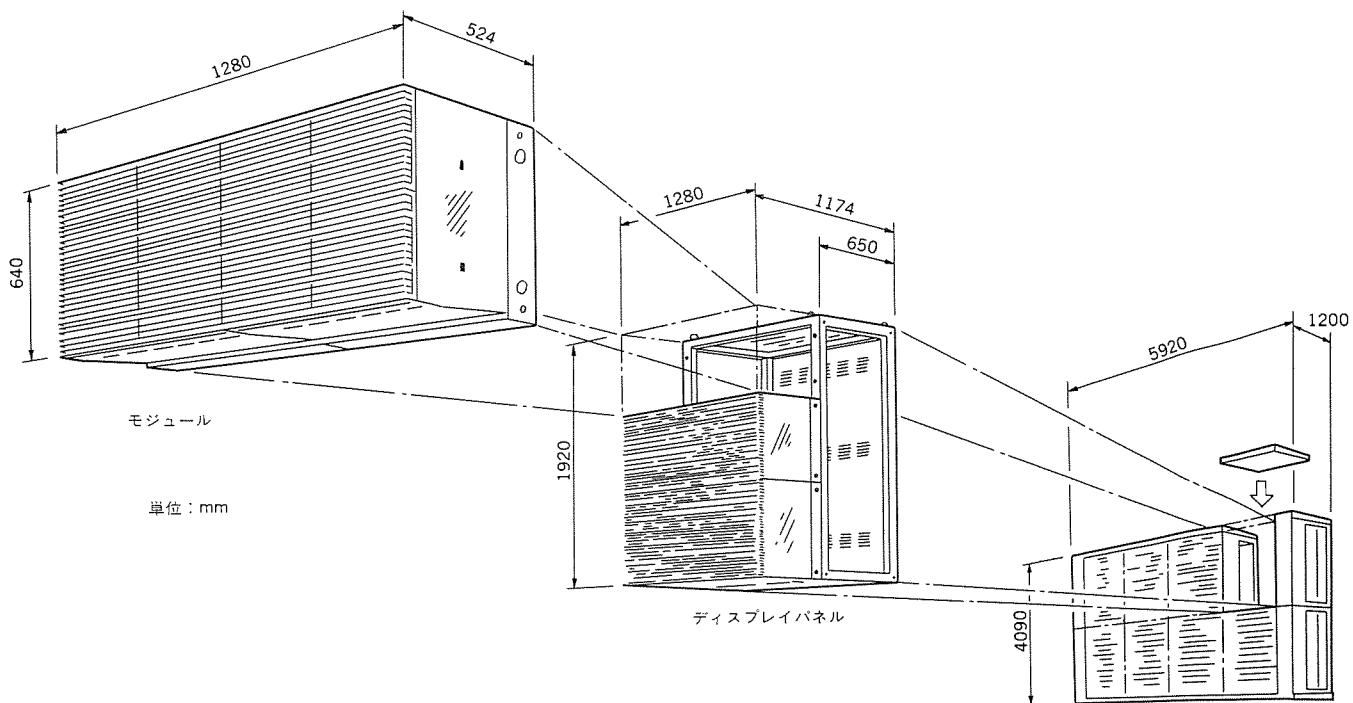


図6. スクリーン構造説明図

スクリーン外観 DVII HB-192×256

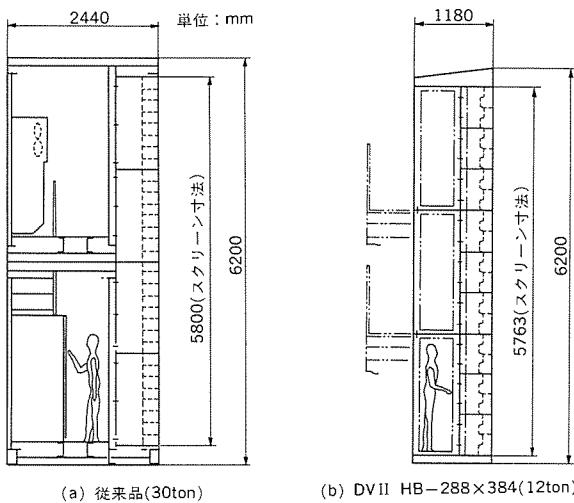


図7. スクリーン断面新旧比較

イブである。

(2) MVPタイプ

専用のデジタルビデオプロセッサを使用し、PCタイプの機能に加え、ビデオ画のフレームストア機能、及び上位計算機との通信機能を持つ高い機能性を求められるシステム用である。

5. 将来の展開

映像表示による情報サービスのニーズが、急速に高まってきている中で、一元的に管理されたデータを、いろいろな場所に設置される異なる表示装置に、同時又は選択性をもたせて表示する要求が多くなっている。このような要求に対しては、以下のような展開で対応していく予定である。

(1) ネットワークシステムへの展開

共通のデータソースを、単一のケーブルを使い、各種の表示装置

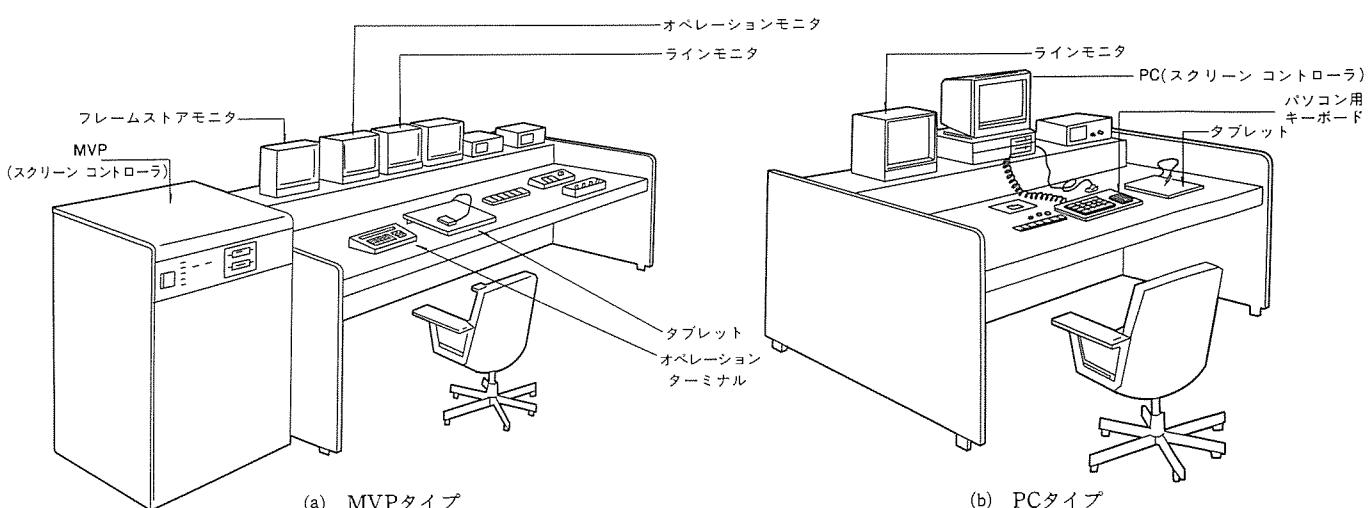


図8. 操作部の外観図

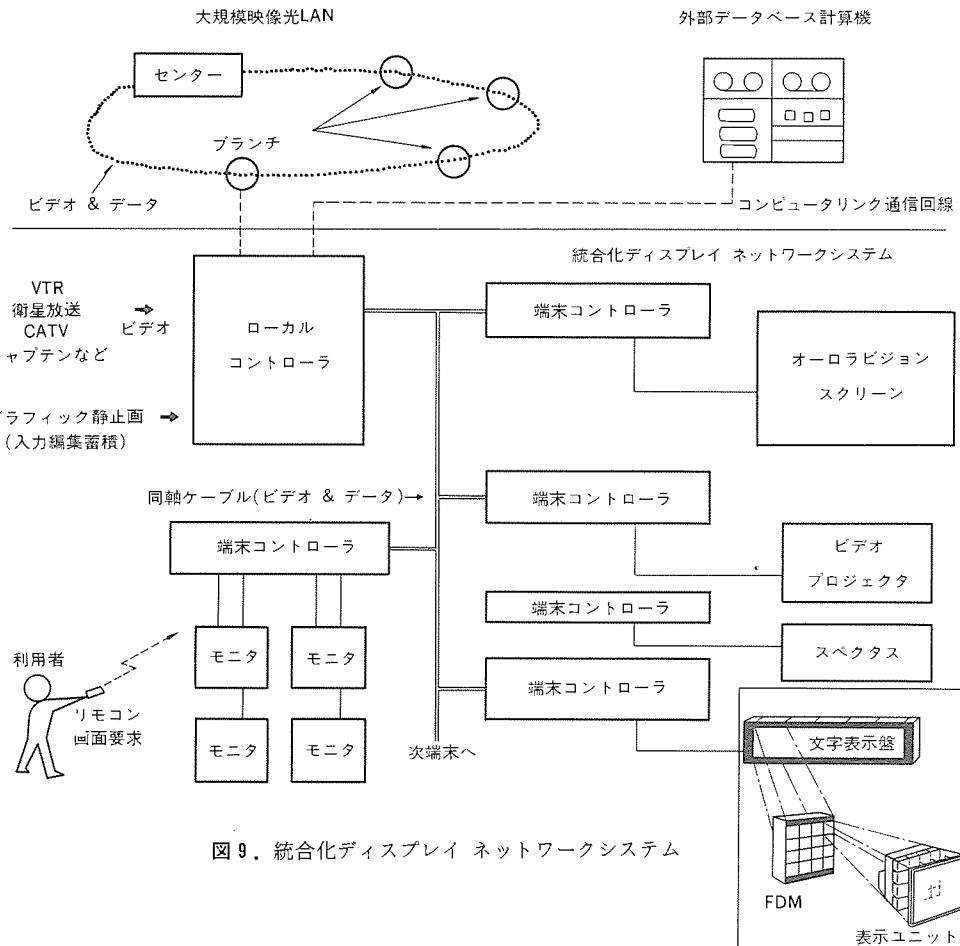


図9. 統合化ディスプレイ ネットワークシステム



図10. 米国シルバードームで活躍中の
《オーロラビジョン マークII-HB》(Diamond Visionは海外商品名)

にサービスする統合化ディスプレイ ネットワークにおいて、《オーロラビジョン マークII-HB》と設置場所に最適な表示装置を組み合わせることにより、利用目的に合わせたシステムが構築できる。

(2) FDM (Flexible Display Module) への展開

屋外大型文字情報サービス用の、表示部の基本コンポーネントとなるFDMは、それを縦又は横方向に複数個連結して、カラー電光ボードを構築するもので、単体若しくは統合化ディスプレイ ネットワークシステムの一表示装置として位置付ける。FDMの発光素子には幾つかの方式のものがあるが、今回の《オーロラビジョン マークII-HB》で得られた技術を応用し、シリーズ化を図る。

図9に、統合化ディスプレイ ネットワークシステムの概念図を示す。

6. むすび

屋外カラー映像表示装置《オーロラビジョン マークII-HB》は、高輝度・高解像度発光素子の開発、カラーフィルタレンズの開発、AC入力型複合電源の開発などにより表示性能や構造面、またコスト面でも優れた特長を持ったディスプレイとして完成した。さらに、表示部の特長を生かし、統合化ディスプレイ ネットワークやFDMなどへの展開もできるため、従来にない新しい事業分野を開拓できる可能性もある。今回の《オーロラビジョン マークII-HB》の製品化により、昭和61年製品化された屋内型と合わせマークIIのシリーズがそろった。今後、高解像度化を中心にシリーズ強化を図ると同時に更に進展する情報化社会に向けて、人々の心を魅了するシステムとして、企画・製品化に努力していきたい。

図10は、米国シルバードームで活躍中の《オーロラビジョン マークII-HB》を示す。

最後に、《オーロラビジョン マークII-HB》の開発に当たり、御指導いただいた関係各位並びに発光素子の設計・製造を担当いただいた株式会社タケカンパニーリミテド及び伊勢電子工業株の関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 巨大画面カラーディスプレイシステム, TV技報, IPD49-3
- (2) 岩田ほか:《オーロラビジョン マークII》, 三菱電機技報, 60, No. 9, p.47 (昭61)

200形フルカラー液晶ディスプレイ 《スペクタスII》

太田 誠* 和田尚武*
菅谷健二* 千原隆穂**
今村宗立*

1. まえがき

エレクトロニクスの発展は、コンピュータ、通信などの分野で目ざましいものがあり、画像処理技術においても飛躍的な進歩をもたらした。民間衛星の打上げも真近に迫り、大画面で見やすいディスプレイに対する要求もますます高まっている。

《スペクタスII》は、昭和58年6月、世界に先駆けて開発した大画面フルカラー ディスプレイで、発売以来、地下街・空港・銀行・競走場・文化会館・ホール・その他様々な場所に設置され、エキサイティングなニューメディアとして有用性を実証し、市場を開拓してきた。

さらに、液晶材料から、熱処理系、構造力学系、光学系及び画像制御系に至るまで大幅な改良を行い、昭和62年7月には《スペクタスII》を発表し、大画面で美しいフルカラー液晶ディスプレイを上記市場に加え、放送局、セリ場、場外発券場などに供給してきた。

《スペクタスII》は、90、100、140形の3タイプ（各々当社形名S90、S100、S140）を製品化したが、さらに大画面で迫力あるディスプレイの要求があり、200形（S200）を開発するに至った。図1に実例写真を示す。

本稿では、“S200”を中心に、概要と特長について述べる。

2. 開発のねらい

《スペクタスII》の製品系列として“S200”を位置付け、光学系、液晶素子ユニット、画像制御回路などの基本構想を最大限に生かした。大画面で迫力あるディスプレイとするため、主なねらいを次のように定め、開発を行った。

(1) 重量の軽減

組立て、メンテナンスを考慮し、200形になどても大幅に重量が増加しない。

(2) 自然な画像

画素数が増加しても、自然で見やすい画像が得られる。

(3) 高信頼性

従来の画面と同等又はそれ以上の高信頼性を確保する。

(4) 迫力ある画面

より迫力のある画面である。

3. 基本性能

“S200”は、下記の《スペクタスII》の基本性能を受け継いでいる。

(1) 色再現性

テレビ並み又はそれ以上の自然な色を再現する。

(2) 高輝度

白色面平均輝度300cd/m²以上。

(3) 高コントラスト

通常の照明下で、コントラスト比60:1以上。

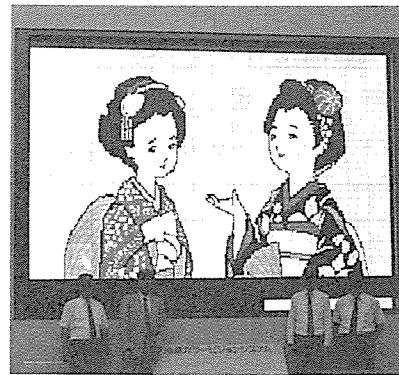


図1.《スペクタスII》“S200”の実例

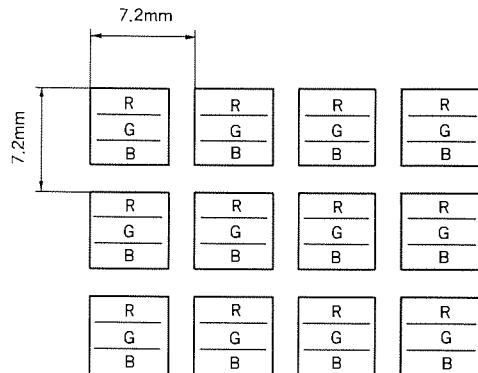


図2. 画素配列図

(4) 広視野角

左右各60度、上下各30度の広い視野角からでも自然な画像が見られる。

(5) 画面の均一性

色度及び輝度のむらやばらつきがなく、液晶表示素子間の継ぎ目が目立ちにくい。

(6) 保守性

一人でメンテナンスが可能で、メンテナンス時間が短い。

(7) 操作性

手動運転はもちろん、自動運転による無人コントロールが可能である。

4. 仕様

《スペクタスII》の共通仕様と“S200”的画像仕様に分類できる。

(1) 共通仕様

表示素子にゲストホスト型液晶(GH型液晶)を採用した。このGH型液晶表示素子は、2色性比が非常に大きく、高コントラストで、視野角の広い画像が得られる。また、耐光性も優れ、高信頼性で長寿命の素子である。この液晶表示素子を7.2mmピッチ正方マトリックス表示ユニットで構成したので、3mからの視距離でも十分混色する。したがって、幅広い観視エリアで、多くの人に一様な画像を提供することができる。図2に画素配列を、表1に液晶表示素子の仕様を示す。

表 1. 液晶表示素子の仕様

項目	内 容
種類	ゲストホスト型
パネルサイズ(mm)	230.4×86.4
画素数	32×12×3
画素ピッチ(mm)	7.2
応答速度	T_r (ms) 25 T_f (ms) 35
視野角	上下方向(度) ±30 左右方向(度) ±60

表 2. 画像表示部の仕様

表示素子	高コントラスト新型液晶
光源	高輝度特殊蛍光ランプ
画素配列	7.2mmピッチ、マトリクス配列
観視距離	3m以上
視野角	左右: ±60°、上下: ±30°
輝度	300cd/m²
コントラスト	60:1
色再現性	一般テレビなみ
表示階調	64階調
表示速度	60フィールド/秒
応答性	30ms以下
表示機能	ビデオ映像/ディジタル画像/キャプテン(S100)
設置環境	一般屋内

表 3. 入力仕様

ビデオ信号	信号	NTSC
	VBSレベル	1V _{p-p} 75オーム終端
	SYNC極性	負極性
	水平周波数	15.75±0.3kHz
デジタル信号	垂直周波数	59.8±0.2Hz
	信号	RS422準拠
	A ₀ ~A ₃	アドレス
	DR ₀ ~DR ₇	読出しデータ
RGB信号	DW ₀ ~DW ₇	書込みデータ
	SEL	デバイスセレクト
	RESET	リセット
	RGB入力	0.7V _{p-p} 75オーム終端
アナログ	SYNCレベル	0.7V _{p-p} 75オーム終端
	ゼバレートHVC	TTL
	SYNC極性	負極性
	水平周波数	15.75±0.3kHz
	垂直周波数	59.8±0.2Hz

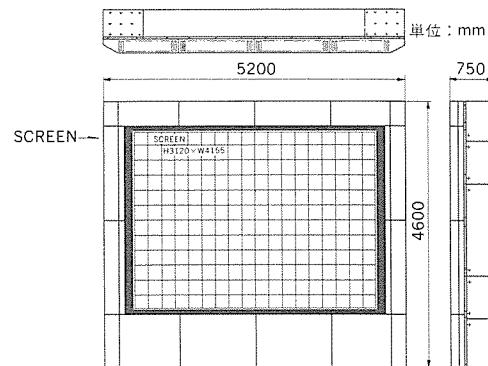


図 3. “S200”の外形寸法

表 4. 各タイプ別スクリーンの仕様

項目	S90	S100	S140	S200
(1)スクリーンサイズ (mm)	1,300×1,846	1,560×2,077	2,080×2,770	3,120×4,155
(2)対角線長 (インチ)	89	102	136	204
(3)表示面積 (m²)	2.39	3.22	5.73	12.96
(4)アスペクト比	3:4	3:4	3:4	3:4
(5)ピクセル数	138,240 (3×180×256)	186,624 (3×216×288)	331,776 (3×288×384)	746,496 (3×432×576)
(6)外形寸法 (mm) (本体のみ)	2,240(縦)×2,600(横) ×520(厚)	2,500×2,800 ×520	3,280×3,600 ×520	4,600×5,200 ×750
(7)重量 (kg) (本体のみ)	720	930	1,570	3,300

光学系は、液晶の特性に最適な3波長型蛍光ランプ“BB”，調光機能付き電子バラスト，及び液晶表示ユニット内反射板の組合せで，高輝度で均一な画面をつくり出している。

上記のGH型液晶，光学系とカラーフィルタ及び512階調中最適な64階調を選択した制御方式により，忠実な色再現が可能となった。表2に《スペクタスII》の画像表示部の仕様を示す。

入力信号として，NTSCコンポジット信号，RGBアナログ信号，デジタル信号を入力することができる。また，各信号の重ね合わせ表示も可能である。特に，デジタル信号で，パソコン上で生成した图形やタイトルなどのデジタル画を表示することや，16通りのワイプパターンによる切替えも可能である。表3に入力仕様の概要を示す。

(2) “S200”の画像表示部仕様

“S200”は，対角線長204インチ，表示面積12.96m²のスクリーンサイズの中に，746,496個の画素を含んでいる。通常のテレビ信号の映像情報量を十分にカバーしているので，ビデオ信号そのものだけでなく，4分割表示や高解像度のディジタル画も表示に耐えうる。

図3に外形図を，表4に“S200”を含んだタイプ別仕様を示す。

5. 構造

“S200”は，構造面において改良を加えたが，基本コンセプトは以下のとおりである。

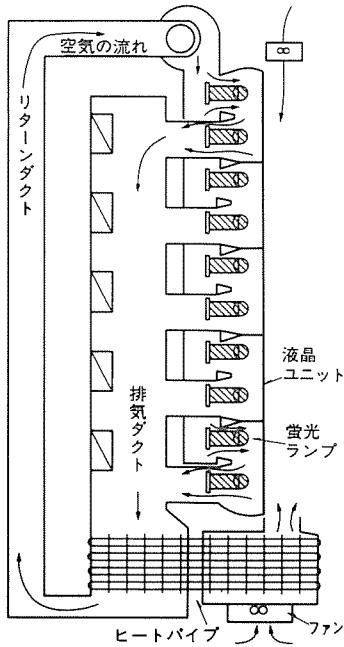


図4. 熱交換の様子
(移動モジュール内の空気の流れ)

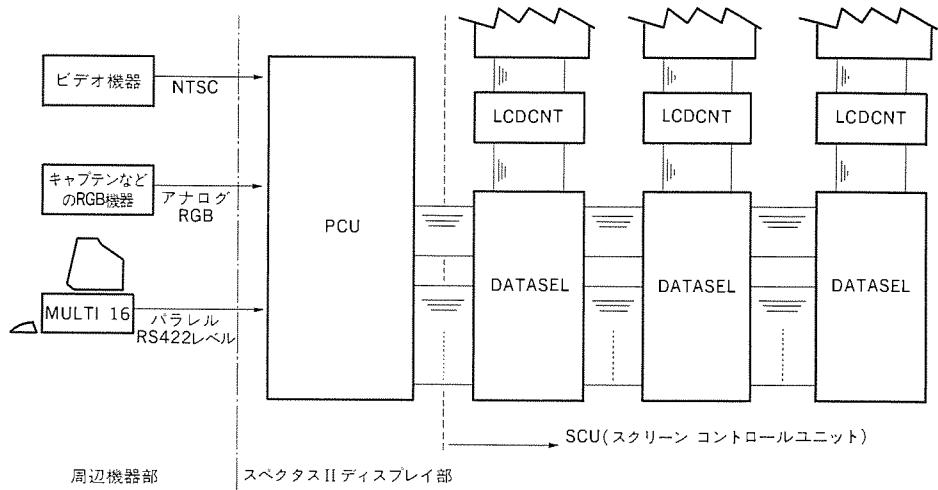


図5. PCU周辺ブロック図

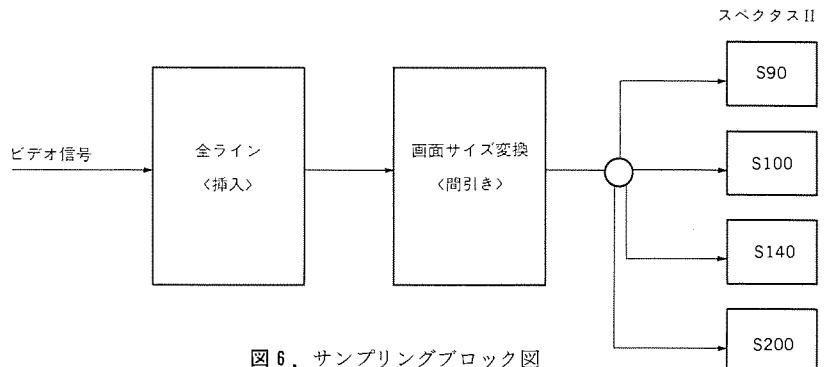


図6. サンプリングブロック図

(1) 移動モジュール方式による防じん構造

移動モジュール方式により、各モジュール間の温度のばらつきを最小限に抑えた。移動モジュール内の熱は、熱交換器（ヒートパイプ）を介して交換するが、空気そのものの交換は行わないで、粉じんなどはユニット内部に入らないようになっており、光学的な劣化を抑える構造である。

(2) 前面保守

三つの設置形態（天つ（吊）り型、壁掛け型、自立型）に対応でき、保守も容易に行えるよう前面保守形態である。

(3) 温度上昇

高輝度化、大画面化することにより、増加したランプからの熱処理に工夫をした。通常の使用環境（5～40°C）で、各部品の信頼性を十分に確保するため、液晶表示素子の表面温度が55°C以内に収まるようにした。

(4) フレーム

移動モジュールの重量をフレームの下部で支える構造とした。三つの設置形態に合わせ、標準化したフレームを組み合わせ2点支持とした。

(5) ヒートパイプの位置

屋内のより低い温度の空気と熱交換する方が有利であり、ヒートパイプを移動モジュールの下部に設置した。図4に熱交換の様子を示す。

(6) 軽量化構造

メンテナンス、組立て時に動かす可能性のある移動モジュールの構造を工夫し、大きくなても材質をアルミ化することが可能となつたので、全体として軽量化した。

(7) 移動モジュールの位置決め

移動モジュールが長くなるほど左右のユニット間のすき間が目立ちやすくなる。移動モジュールの位置決めのために、上下の位置決め機構を設け、組立て時の位置ずれを補正するようにした。

6. 画像制御

入力信号（ビデオ、デジタル、アナログRGB信号）部から移動モジュール部までの回路をピクチャーコントロールユニット（PCU）と呼んでいます。PCUは、入力信号を画面サイズに応じたデータ処理を行う。図5にPCUのブロック図を示す。

(1) ビデオ信号処理

画面サイズに対応したビデオ信号のサンプリング方法について述べる。

水平方向のサンプリングは、ビデオ信号の水平方向の情報が連続しているので、サンプリングの間隔を変えることにより行う。

垂直方向のサンプリングは、情報が既に離散的なものとなつてるので、画面サイズによっては、垂直方向の情報量が不足することが考えられる。前処理段階で、あらかじめ全ラインに対して挿入を行い、その後画面サイズに応じた間引きによってサンプリングを行う方法をとった。図6にサンプリングのブロック図を示す。

間引きの情報として、垂直サンプリング位置、画面の垂直ドット

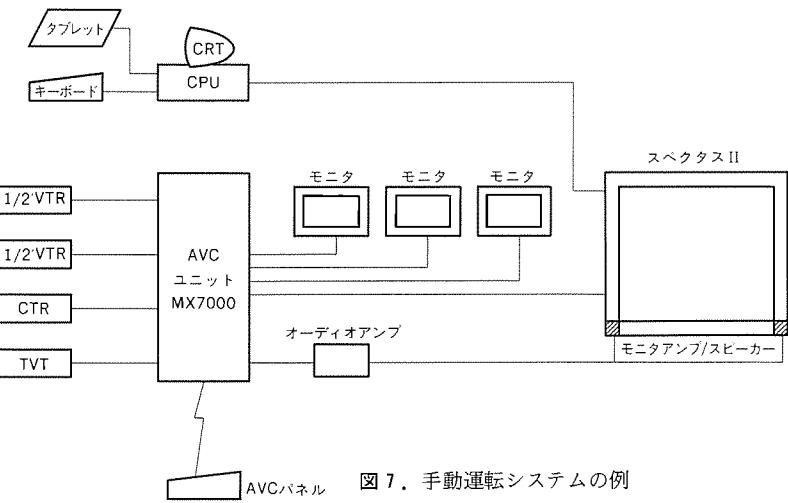


図 7. 手動運転システムの例

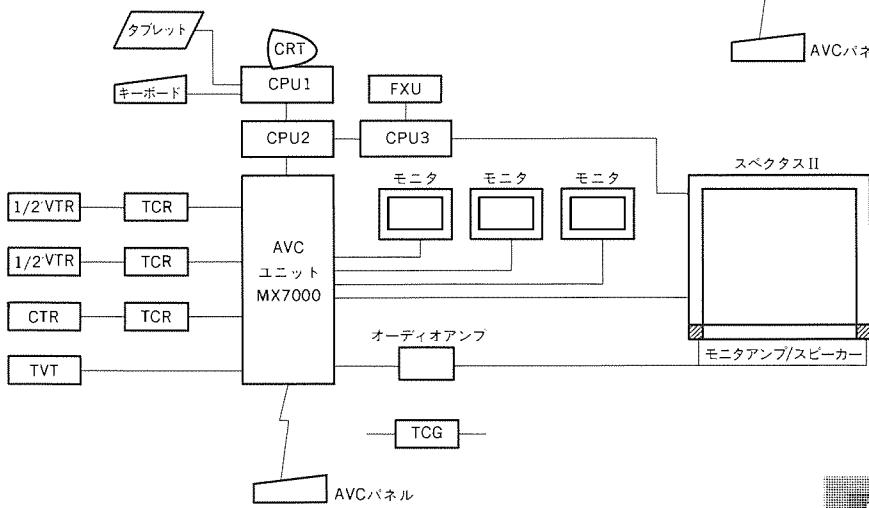


図 8. 自動運転システムの例

表 5. デジタル画回路の仕様

メモリ容量(各色)	1,024×1,024ドット
フレームモード	7種類のフレームサイズ
表示ポイント	フレーム内
1フレーンオーバレイ	オーバレイ処理
画面クリア	フレームメモリクリア
スクロール	すべてのフレームモードでのスクロール

数の二つのパラメータをあらかじめ与えることにより“S90”～“S200”まで対応させる。

(2) デジタル画の信号処理

デジタル画用として、1,024×1,024ドット／フレームのメモリを持っている。このメモリは、7種類のフレームサイズを自由に構成でき、デジタル画、テロップの両方の表示が可能である。表5にデジタル画回路の主な仕様を示す。

7. システム構成

標準手動運転システムと自動運転システムをサポートする。《スペクタスII》は、フレーム側面に必要な制御回路、電源などを収納しているので、標準NTSCコンポジット信号のAV機器であれば接続が可能である。

キャブテン端末やパソコンを接続することにより、さらに拡張したシステムとなる。図7に手動運転システムの例を、図8に自動運転のシステムの例を示す。

上記システムに特殊効果をもった周辺機器を接続したり、パソコ



図 9. “S200” の表示例（4分割表示）

ンのディジタル画、テロップなどを工夫すれば、さらに多彩な表示が可能となる。図9に表示例を示す。

8. むすび

以上のように《スペクタスII》の製品系列として200形を加えることになり、迫力ある大画面液晶フルカラー ディスプレイを提供することができるようになった。

今後も、高画質を追求し、より大画面で見やすいディスプレイを開発していく所存である。

参考文献

- 太田ほか：大画面新型液晶フルカラー ディスプレイ《スペクタスII》，三菱電機技報，62，No.4（昭63）

投写表示型グラフィックパネル

1. まえがき

近年、系統の大規模化、複雑化が進み従来のモザイク型グラフィックパネルのような単一系統表示装置に代わって複数の系統が表示できる可変式系統表示装置の実現が期待されるようになってきた。

既に液晶、発光ダイオードなど種々の表示デバイスを用いたものが各社から発表されているが、現時点ではコスト・表示能力の点で問題があり、昨今注目されているビデオプロジェクタを複数台使用するマルチ プロジェクション システムにより、コンピュータで作成した系統図を分割表示する投写式グラフィックパネルの実用化に成功した。

ここでは、この投写式グラフィックパネルの開発の経緯について以下に説明する。

2. 開発の背景

一般的に使用されているモザイク型グラフィックパネルは、数値表示器、ランプなどを大型パネル上に取り付け、計算機などにより点灯制御を行っている。

この方式では、構造上複数の系統は表示できないため次のような方式による可変式グラフィックパネルを検討した。

(1) 移動式グラフィックパネル(図1)

従来方式の系統盤1面ごとの側面3箇所に、異なった系統のグラフィックパネルを取り付けておき、機械的に移動及び回転させることにより複数の系統表示を行う。

(2) ハイブリッド方式(図2)

あらかじめ、ランプ又は数値表示器をボード上に各系統図の表示位置に埋め込み、系統図を印刷したフィルムをボードの前面に置き、そのフィルム上で透明にした部分から、ランプなどの点消灯が見えるようにする。異なる系統図を印刷したフィルムを、移動又は交換することにより複数の系統表示を行う。

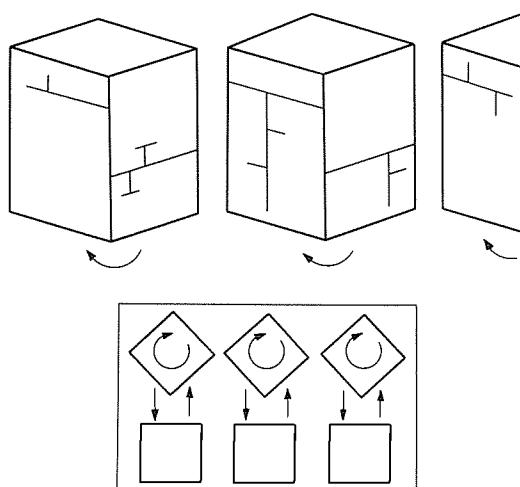


図1. 移動式

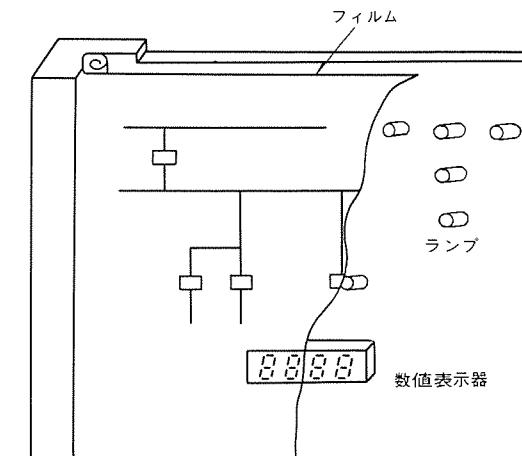


図2. ハイブリッド式

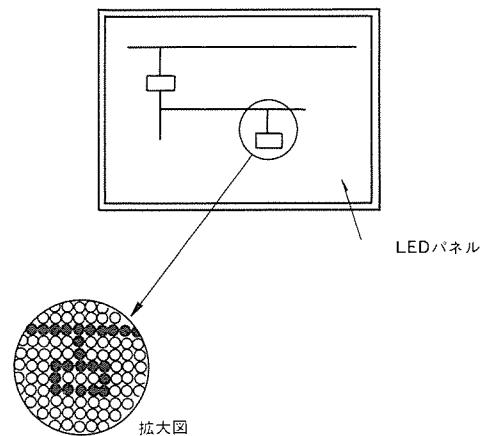


図3. LED方式

(3) LED方式(図3)

ボード上に小型のLEDを無数に埋め込み、文字又は図形の形に点灯させ、その組合せを変更することにより複数の系統表示を可能にする。

(4) 液晶パネル方式(図4)

カラー表示が可能な液晶パネルを使用し、あらかじめ文字・図形のデーターを記憶した液晶パネル制御回路に命令することにより表示を行い、その命令の組合せを変更することにより複数の系統表示を可能にする。

しかし、上記(1)の方式では機構が大がかりで、なおかつ3種類が限界である。(2)の方式では数値表示などの可変要素が多い場合、また複雑な系統ではレイアウトに制約が多く実用的ではない。(3)の

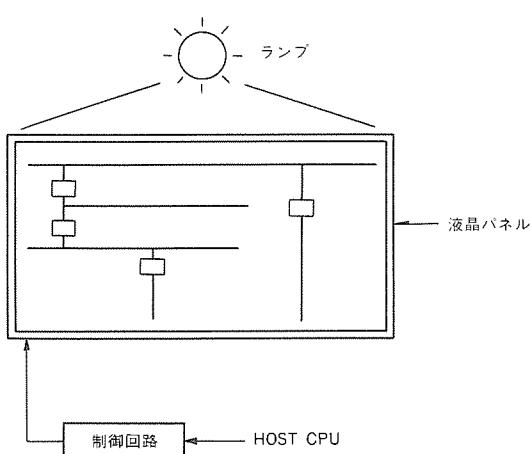


図4. 液晶パネル方式

LED方式では輝度が低く、小型で高輝度なLEDは指向性が強いためグラフィックパネル用としては不向きである。また、青色発光のLEDは特に輝度が低いため7色以上の表示ができず、現状では赤・黄・橙・緑の4色表示装置が実用化されるにとどまっている。(4)の液晶パネルは液晶自身では発光しないため、背面から光を照らすバックライト方式がとられているが、価格、レスポンス、分解能の点でまだ実用化の段階まできていない。

これらのことからビデオプロジェクタによる全面照光型グラフィックパネルの実用化を検討した。

3. グラフィックパネルとしての条件

グラフィックパネルは、システムの状態を運転員に表示する重要な役割を持ち、多勢の人が同時に情報が得られるように広い適視範囲が必要である。ランプなどを使用した従来方式のグラフィックパネルと比較して劣らない高い機能と視認性を実現するために、次のような項目を重点目標とした。

- (1) 表示の連続性
- (2) 事務所レベルの照明下で認識可能
- (3) グラフィックパネルの多目的利用

以上のことからスクリーンサイズ70インチ、背面透過スクリーンを複数連結したマルチビデオプロジェクションシステムとし、グラフィックパネルとしての条件を満たすために開発、検討をおこなった。

4. マルチビデオ プロジェクション システムの問題点

このシステムは、複数の投写ユニットで構成しており、全体で1画面を表示するために隣接する画面の機械的位置、明るさ、色あいなどをいかになめらかに継ぎ合わせるかによって、全体の画質が大きく左右される。

このためマルチ画面では、通常の1画面表示を行う場合と比べて、各々の投写ユニットの調整をより精度良く行う必要がある。また、スクリーンについては、70インチ縦継ぎ裏打ち加工透明型スクリーンを使用し、単体で十分な性能を持つと同時に複数画面を組み合せたときにおいても、その性能が十分發揮されるように、光学設計、構造設計を行う必要がある。

以下に各項目について説明する。

5. 投写ユニット ML270, 271, 272

投写ユニットは、従来の3管式ビデオプロジェクタをベースに、9インチ高輝度液冷投写管を搭載した高輝度高精細型ビデオプロジェクタを開発した。このシステムで今までに開発した物は、この投写ユニットをスクリーン背面に縦2段、横4列で配列した物が最大であるが、これ以上の組合せも可能である。

このユニットは、マルチスクリーンシステムの投写ユニットとして使用するため、明るさ、コントラスト、画面位置を調整する水平・垂直振幅、位相などの調整が精密にできるようにした。さらに、投写ユニット個々の温度ドリフトの差を最小にする必要があり、水平・垂直振幅回路から偏向出力回路に至るまで温度補償を施し安定度を向上させた。

これにより、水平・垂直位置、サイズ、位相などの変化はほとんどなく隣接画面とのずれは約3ドット以下となり連続性を保つことができた。高精細タイプとして、水平同期周波数35kHzまでの主にパソコン対応としたML270、超高精細タイプとして水平同期周波数65kHzまでEWS、フルグラフィックCRTなどにはML271及びML272を用意した。共にオートロックシステム搭載で、システム増設の際には容易に対応可能である。

本体はR、G、B対応で、同期はコンポジットシンク、HD、VD、G+SYNCのいずれにも接続可能であり、アダプタの使用によりNTSCにも対応できる。また、専用の入力切替装置の使用により、同期周波数、アスペクト比の異なった信号に対し最大6入力（増設可能）に対応できる。

6. スクリーン

スクリーンは、1枚の大きさが幅約1.4m、高さ2m、厚さ11mmの縦2段積み用スクリーンユニットと、幅約1.4m、高さ1m、厚さ11mmの1段用スクリーンユニットの2種類を用意した。スクリーンユニットは、図5に示すように表面はレンチキラータイプの拡散板で、裏面がフレネルレンズで厚さ3mmのアクリル板をダイレクトカット方式により製作したものである。

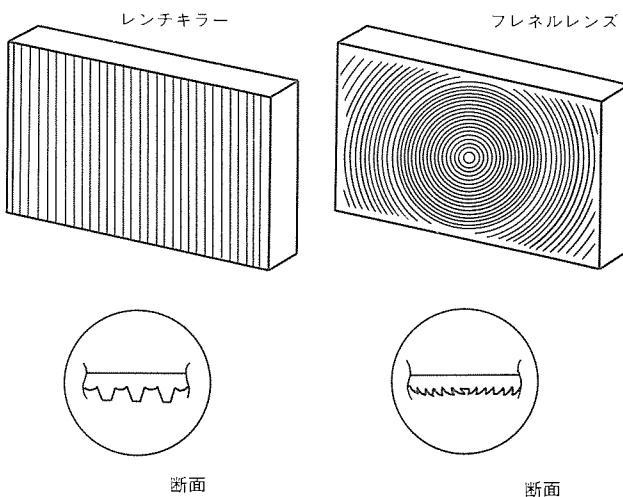


図5. フレネルレンズ、レンチキラー断面図

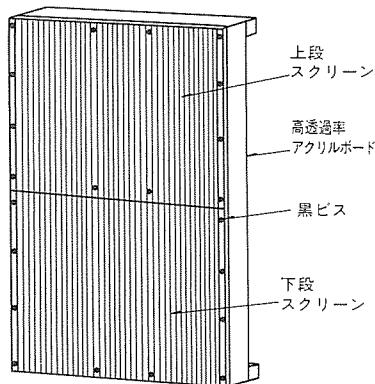


図6. マルチプロジェクション用スクリーン

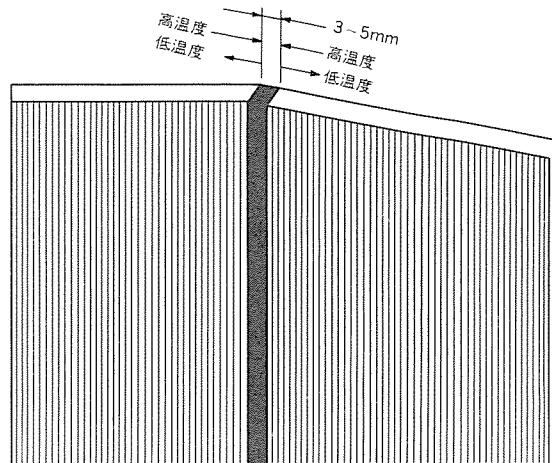


図9. スクリーンの伸縮

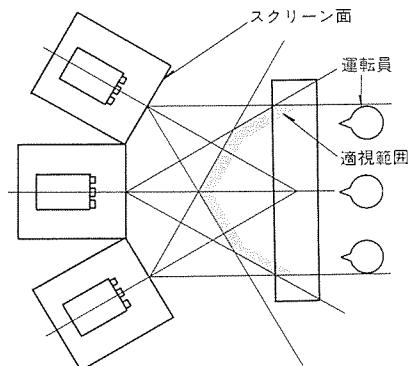


図7. 水平方向適視範囲

2段積み用スクリーンユニットは、図6に示すように幅1.4m、高さ1mの素材を幅1.4m、高さ2m、厚さ8mmの高透過率アクリルボード上に2枚縦継ぎに固定した構造としている。マルチプロジェクションシステムでは、各画面の明るさが均一で隣り合う画面の境界部分で、輝度差ができるだけ小さくすることが必ず(須)条件となるが、このシステムではスクリーンの光学特性、配置など次に示す方法で実現した。

(1) マルチプロジェクションでは図7に示すようにスクリーン全体で1枚の画面を形成しているため、各スクリーンの水平適視範囲に運転員が入るように配置を決定することにより、左右に隣接する画面の水平方向の監視位置による輝度差を極小化した。また、レンチキラーによる水平方向の広視野角化との相乗効果により、画面全体の明るさの均一性を一層向上させた。

(2) 垂直方向については、図8に示すように2段積みの場合、上段の投写ユニットの光軸を下側へ傾斜させ、上下スクリーンの垂直適視範囲に運転員の視線が入るようにすることで明るさを均一化している。この傾斜は、グラフィックパネルの大きさ、運転員の監視位置など設置条件により角度を決定した。

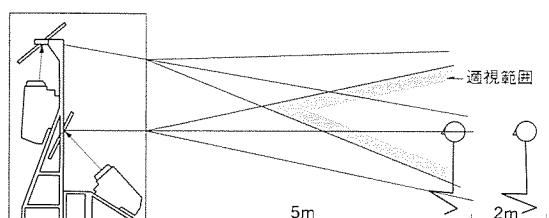


図8. 垂直方向適視範囲

7. 投写式グラフィックパネルの構造

スクリーンボックスには強制排気のためファンを設けたが、ボックス内の温度を無条件に下げず、温度センサを用いて一定温度を保つことにより温度変化による画面のひずみ防止という点で良好な結果を得た。次に、隣接するスクリーンユニットとの間隔であるが、表示の連続性から0が望ましい。しかし、スクリーンの材質がアクリルであるため、周囲温度・湿度の影響により伸縮を生ずる。そのため多少の間隔が必要であり、検討の結果10°C上昇により1mm伸びる膨脹特性から20°Cを基準とした場合0~40°Cで-2~+2mmの伸縮が生じるため、使用場所の環境により3~5mm程度の間隔が必要であることが分かった(図9)。

この間隔から投写ユニットにより出る光が直接見えるため、スクリーンの伸縮に対し追従できる黒色シリコンパテを充てんした。このため、スクリーンが黒い線で区切られた形になるが、隣接画面に対して視覚上輝度変化が強調されず、明るさの均一性向上などの効果があった。上下方向のスクリーンの伸縮については、スクリーンをつ(吊)り下げるにより、ギャップを設けた下側に逃げるようにした。スクリーンボックスについては、隣のボックスと互いに行き来できる形とし、メンテナンス時の移動を容易にし、かつ放熱効率を向上させた。内部は黒色つや消し塗装を施し、投写ユニットからの光が内部で乱反射することによる表示画面の劣化を防いだ。奥行は投写ユニットのレイアウトの検討と、表面反射型ミラーの使用により約2mとなったが、将来的には1m程度を目標に検討している。

2段式にした場合、スクリーンボックスの高さが約3mになる。このため、上段スクリーンに照明が反射して見栄えが悪くなるおそれがあったが、ダウンライト、OA照明の使用、指令室を含めたトータルデザインを採用することにより改善できた。今後は、ブラックストライプスクリーンの採用により、更に改善されるものと思われる。

8. 納入機の機能及び特徴

8.1 8面マルチプロジェクションシステム(図10)

プロジェクタは、縦2段、横4列の8面構成とした。8台の《MULTI 16》により画面を作成し、RS232Cによってホストコンピュータからそれぞれの画面に対応した《MULTI 16》を制御し、画

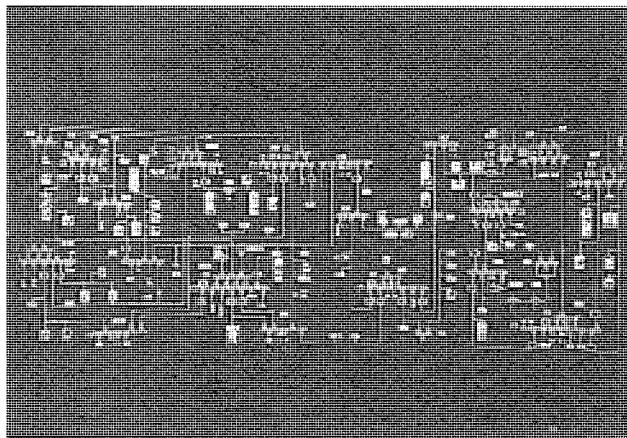


図10. 8面マルチ プロジェクション システム

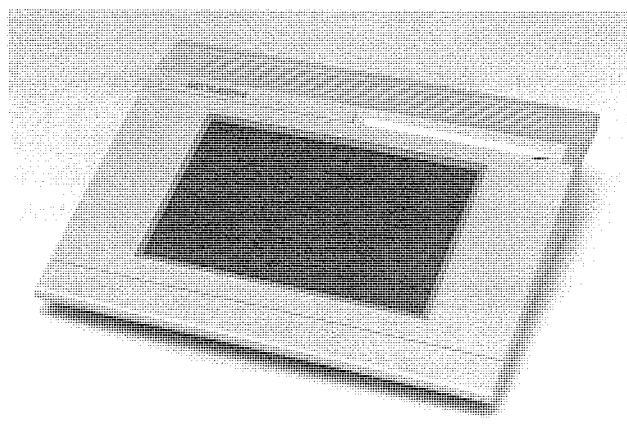


図11. 8面マルチ表示画面

面変更・更新・プリントなどを行う。系統図表示は、ソフトウェアにより任意の画面が表示できる。したがって、《MULTI 16》で画面データの記憶が可能な限り、異種の系統図表示が可能である。表示走査モードは、ノンインタースで使用し、フリッカのないクリアな画面が得られた（図11）。

プロジェクタは、電源・輝度・コントラスト調整を操作卓からリモートコントロール可能である。また、8台中の2台は、入力切替装置を使用し、書画カメラ及びVTRを接続可能にし、運転員全員に共通した情報の伝達などを全スクリーン中の1面に大画面表示ができる。表示できる画素数は、《MULTI 16》の能力によって決まり、縦方向は $400 \times 2 = 800$ ドット、横方向は $640 \times 4 = 2,560$ ドットの表示が可能であり、表示する画面のレイアウトはこの範囲内で收まるように工夫した。

スクリーンボックスの外形寸法は、H=2,920mm、D=2,235mm、W=1,400mm（1架）である。投写ユニットのメンテナンスは、下段用については前面のスクリーン下部に扉を設け、上段用はボックス背面からメンテナンスする。

8.2 3面マルチ プロジェクション システム（図12）

プロジェクタは、縦1段、横3列による3面構成とした。画面作成は、制御用CRT（M4328N）を3台使用しホストコンピュータからの制御により、画面変更・更新・プリントなどを行い、系統表示を行う。

表示画素は、縦方向1,024ドット、横方向 $1,280 \times 3 = 3,840$ ドットの表示が可能であり、水平同期周波数64kHzによる超高精細表示を

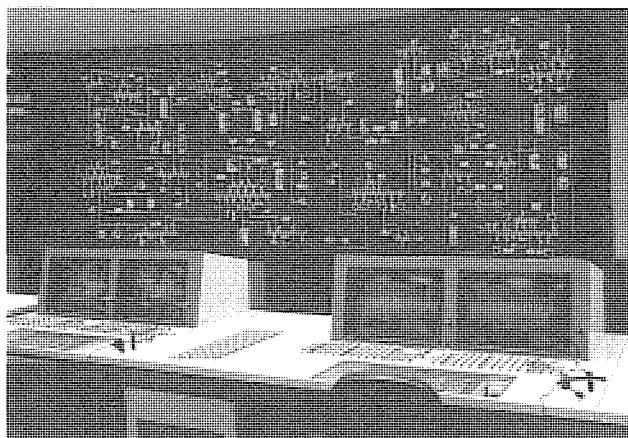


図12. 3面マルチ プロジェクション システム

実現した。表示アスペクト比が5:4であるため、スクリーンサイズは1面当たり横1,312×縦1,050となり、やや小型になる。《MULTI 16》による8面マルチと比較して、スクリーン面積に対する画素数が多いため、小型ながら高密度な系統図を表示することが可能である。

スクリーンボックスの大きさは、H=1,800mm、D=1,800mm、W=1,300mm（1架）であり、構造は8面と同様の特徴を備えている。

8.3 超高精細型 8面マルチ プロジェクション システム

プロジェクタは、縦2段、横4列による8面構成とした。画面作成は、EWSを8台使用し省スペース化を考えてスクリーンボックス内にEWSを内蔵させた。ホストコンピュータからは、《MULTI 16》による8面同様RS232Cで制御することにより画面制御を行う。

表示画素は、縦方向 $1,024 \times 2 = 2,048$ ドット、横方向 $1,280 \times 4 = 5,120$ ドットの表示を可能としている。投写ユニットにはオプチカルカップリング方式、及びF1.1の投写レンズ使用による高輝度、高精細プロジェクタML272を使用し、照明などの影響が少ない高品位な表示を実現した。スクリーン面の大きさは、縦方向 $1,050 \times 2 = 2,100$ mm、横方向 $1,312 \times 4 = 5,248$ mmで製作した。

特殊機能として将来、ユニット増設により8面中の中央4面を使用し、VTR、カメラなどの画像を4面で1画面の表示を可能にする時分割方式大画面処理装置の接続を考慮した設計になっている。

9. むすび

昨今、ビデオプロジェクタ、大型CRTなどが監視制御装置の情報端末として多く使われるようになってきた。従来は、気象・案内用など補助的な目的に使用されていたが、高輝度、高解像度、信頼性向上から徐々に見直されている。

このたび、開発した投写式グラフィックパネルは、現在実系統制御には使用されず、シミュレータ用として稼働している。今後、一層信頼性を向上させ、実系統制御に使用されていくと思われる。

また、LED、液晶などの製造技術の向上、コストダウンなどにより、これらの表示デバイスを用いたソフトウェア切替式可変系系統表示型グラフィックパネルも採用される日が来るであろう。

参考文献

- (1) 友田ほか：科学万博つくば'85 大画面マルチビデオプロジェクション装置、NEC技報、38、No.8（1985）

37形EDTV対応カラーテレビ

西野 功* 鈴木吉輝**
花井晶章* 柴田達夫**
新納 進* 山口典之**

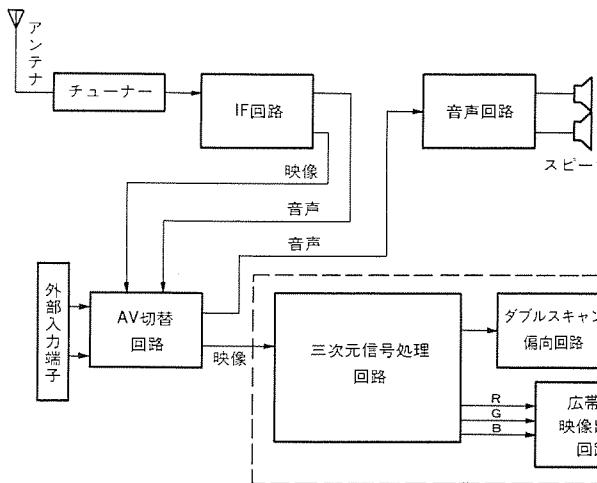
1. まえがき

テレビの大画面化は、AV機器の発展とともに顕著となり、当社では単に画面が大きいテレビというのではなく、大画面・高画質・高音質を目指して、CZ1シリーズからCZ2シリーズへと大画面・高画質・高音質を極め、高い評価を得ている。しかしながら、大画面・高画質を目指す過程で従来から問題とされてきた輝度信号と色信号の分離(Y/C分離)の不完全さによるドット妨害、クロスカラー、あるいは飛び越し(インタレース)走査に起因する画面のちらつきの改善が強く望まれてきた。

映画像信号の性質上、フレームメモリを用いたディジタル信号処理、いわゆる三次元信号処理により、静止部分においては完全なY/C分離、及び走査線を倍にふやした倍密度ノンインターレース化ができるることは以前からよく知られていた。しかしながら、これを実現するには大容量メモリの開発、膨大なディジタル回路のLSI化が困難、又は非常なコスト高となるため、三次元信号処理による画質改善テレビは数年前まで製品化されなかった。しかし、LSI技術の進歩は著しく、ここにきて三次元信号処理回路のテレビへの搭載は実現可能となった。

EDTV(クリアビジョン)は、こうした受信機での画質改善に加え、 γ 補償、信号源高解像度化、適応エンファシス、ゴースト除去と呼ばれる送信側での改善を行い、第一世代のEDTVとして1989年放送開始されようとしている。

当社では、このような状況の中、EDTVに対応すべく三次元信号処理用のLSIを開発し、このLSIを使用した動き適応三次元Y/C分離、動き適応三次元走査線補間回路を搭載した37形カラーテレビ37C-CZ2Eを製品化した。



(a) ブロック構成

2. 37C-CZ2Eの概要

2.1 セットの構成

図1(a)にこのセットのブロック構成を、(b)に外観を示す。同図(a)の点線で囲まれた部分が三次元信号処理回路又はそれに伴う新規な回路で、この部分以外は通常のセット(CZ2シリーズ)とほぼ同じとなっている。チューナー、IF段から得られた映像検波出力や、VTR、ビデオディスクなどの外部機器の映像信号は、AV切替回路で切り替えられて三次元信号処理回路に供給される。三次元信号処理回路でデジタル処理された映像信号は、アナログR,G,B信号となりブラウン管へと供給される。

偏向系は、倍密度ノンインターレース走査を行うことにより、水平偏向周波数が従来の2倍となるので新規な回路構成となっている。

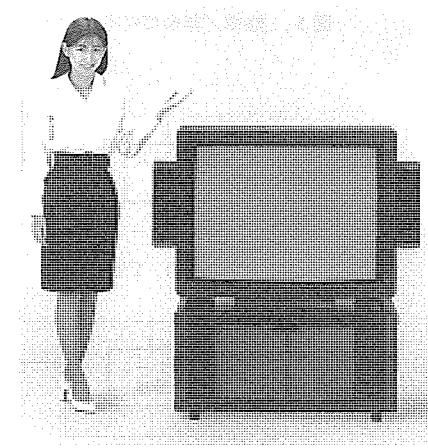
2.2 三次元信号処理

今回開発したEDTV対応カラーテレビ37C-CZ2Eの大きな特長として、動き適応Y/C分離、動き適応走査線補間など、ディジタル技術を用いた三次元信号処理をあげることができる。この三次元信号処理によって、現行テレビで見られるNTSC特有の妨害を低減し、高画質化を図ることができる。今回採用した画質改善技術とそれによつて改善される妨害について表1に示す。

この節では、この三次元信号処理回路の構成、三次元信号処理の

表1. 画質改善技術とその効果

画質改善技術	改善効果
動き適応Y/C分離	ドット妨害、クロスカラーの低減、斜め解像度の改善
動き適応走査線補間	ラインフリッカの低減、粗い走査線構造の改善
動き適応ノイズリダクション	SN比改善
二次元エンハンスメント	輪郭補償



(b) 37C-CZ2Eの外観

図1. EDTV対応カラーTV構成

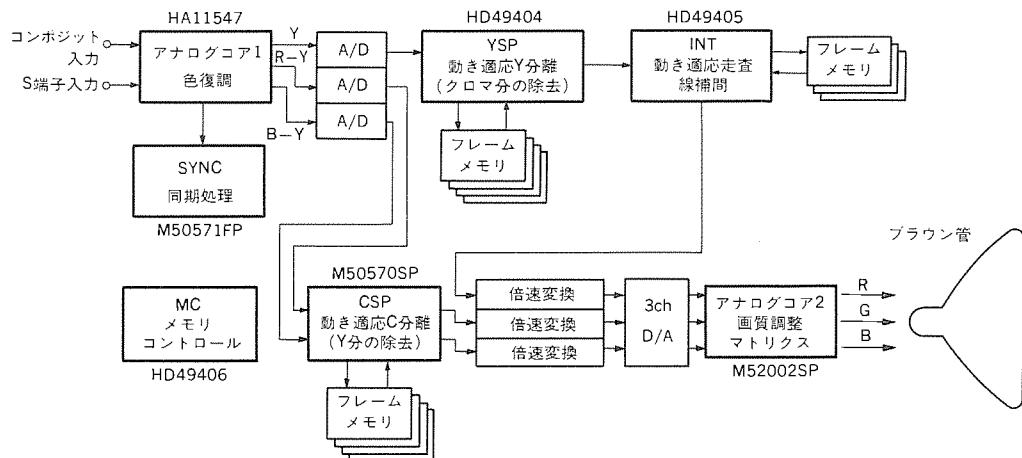


図2. 三次元信号処理回路の構成図

内容、非標準信号への対応及び特殊機能について述べる。

2.2.1 三次元信号処理回路の構成

三次元信号処理回路の構成図を図2に示す。このシステムは、NTSC放送規格を満たす標準信号だけでなく、家庭用VTRなどのような非標準信号でも高画質化を行えるような構成となっている。このため、ACCや色復調など基本的な色信号処理をアナログ回路で行い、Y信号系、C信号系をそれぞれ独立としてデジタル信号処理している。これにより、Y信号、C信号それぞれに回路の最適化を図り、高画質化が実現可能となった。また、三次元信号処理に用いられるフィールドメモリを利用して、高画質を保った特殊機能も実現している。

2.2.2 三次元動き適応処理

(1) 動き適応Y/C分離⁽¹⁾⁽²⁾

動き適応Y/C分離は図3に示すように、標準／非標準信号対応になっている。まず、標準信号処理時には、ラインくし形フィルター

とフレームくし形フィルターとを並列に構成し、静止画時はフレームくし形フィルター、動画時はラインくし形フィルターに切り替えることによりY/C分離をする三次元動き適応Y/C分離を行う。一方、非標準信号処理時には、アナログ回路のラインくし形フィルターとフレームくし形フィルターとを直列に構成し、動き検出信号によってフレームくし形フィルター通過信号とスルー信号を動き適応制御するようにした。これにより、ジッタを持った信号に対してもフレームくし形フィルターで妨害を発生することはない。さらに、ジッタが少ない場合にはラインくし形フィルターでクロスカラーやドット妨害を軽減する効果がある。

(2) ノイズリデューサ(NR)

NRは、Y信号系とC信号系とで異なる方式を採用した。図4にそれぞれのNRのブロック図を示す。Y信号系には図4(a)に示すように非巡回型の動き適応NRを採用した。これは、動き適応Y/C分離と兼用したもので、静止画と検出した領域について3dBのノイズ低減効果がある。また、C信号系では図4(b)に示すように巡回型NRも併用して、併せて6dBとY信号系に比べてSN比改善効果を大きくした。

(3) 動き適応走査線補間

動き適応走査線補間は、インターレース信号をノンインターレース走査化する際に、フィールド間補間とフィールド内補間とを動き適応制御している。図5に示すように、Y信号系の走査線補間は、動き適応Y/C分離された信号からその信号自身を実走査線の信号とし、一方、フィールド遅延によるフィールド間補間と、ライン間平均によるフィールド内補間とを動き適応制御して、補間走査線の信号を作っている。これらを倍速変換により、ノンインターレース走査信号として送り出している。C信号系の走査線補間は、Y信号系ほどの解像度は不要という理由からフィールド内補間のみとしている。

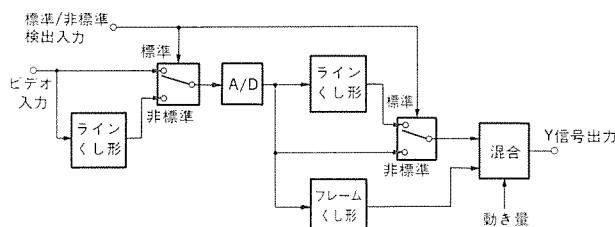


図3. 標準／非標準対応の動き適応Y分離回路

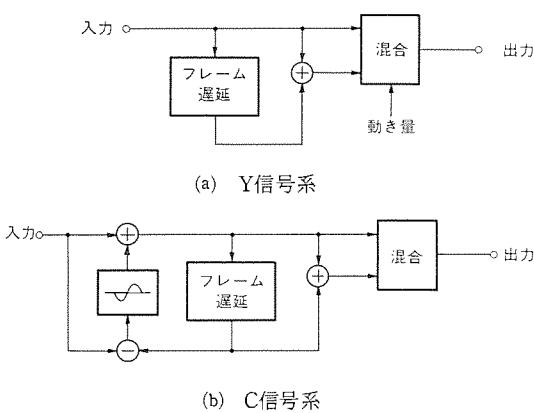


図4. NRシステムのブロック図

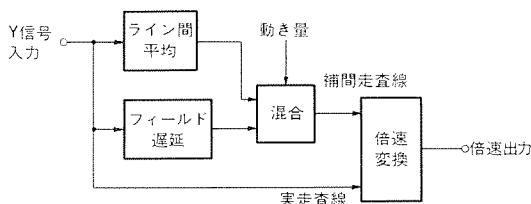


図5. Y信号系の動き適応走査線補間回路

(4) 動き検出

動き検出は、三次元動き適応処理の性能を決定するという意味で最も重要な処理である。動き検出において、静止画を動画と誤って判断しても大きな画質劣化にはならないが、動画を静止画として判断した場合には画質に大きく影響するので、極力後者の誤りをなくすようにした。

図 6 に動き検出回路のブロック図を示す。Y信号系では、輝度信号の低域の動きを 1 フレーム差分により検出し、C 信号系では色信号の動きと輝度信号の中高域の動きを 2 フレーム差分により検出してそれらをエッジ検出出力により制御して合成し、その後に時空間フィルターを通して動き検出量としている。時空間フィルターは、動き量を水平・垂直・時間方向に広げる効果があり、過去の動き量、周辺の動き量を考慮して動き量を決定することになる。これにより、検出漏れを更に防ぐことができ、良好な三次元動き適応処理が可能となる。

2.2.3 非標準信号への対応⁽³⁾

この三次元信号処理回路は、NTSC放送規格を満たす標準信号に對しては、カラーサブキャリアを基準とするバーストロッククロックを用いた三次元ディジタル信号処理により、高画質化を実現している。標準信号では、サブキャリア周波数 f_{sc} と水平走査周波数 f_h との間には、

の関係が成り立ち、フィールド間、フレーム間の信号の相関を利用した三次元信号処理が可能となる。しかし、家庭用VTRなどは、テープ走行ジッタのために周波数インタリーブの関係がくずれるため、バーストロック クロックを用いた三次元信号処理が困難となる。したがって非標準信号に対しても画質改善を行うために、この三次元信号処理回路における非標準信号への対応は、アナログラインくし形フィルターを用いたY/C分離及びラインロック クロックを用いたディジタル信号処理を行っている。このように、バーストロック クロックを用いる標準モードとラインロッククロックを用いる非標準モードが存在する。

上述の標準／非標準モードを制御するために、非標準信号を自動的に検出する機能を持っている。この非標準信号検出方法について、表2⁽⁴⁾に示すとともに、各検出項目について以下に記す。

(1) 周波数差比較

NTSC信号規格により、サブキャリア周波数 f_{sc} 、水平走査周波数 f_{hs} 、垂直走査周波数 f_v は、

の関係を満足する。したがって、倍速水平パルス $2f_H$ を分周したV周期パルスとバーストロック クロック $4f_{sc}$ を分周したV周期パルスの周波数差比較を行うことによって非標準信号を検出する。VTRを

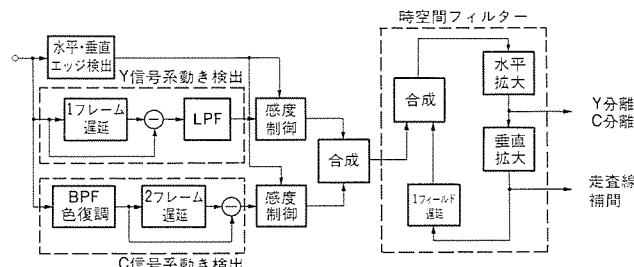


図 6 動き検出回路のブロック図

表 2. 非標準信号検出方法

検出種類	検出方法	該当信号ソース
周波数差比較	$f_{Sc} \neq \frac{455}{2} f_H$	◎VTR ◎その他
バースト位相不連続	APC検波電圧の乱れ	◎光学式VDPトリックプレー
バースト有無	カラーキラー電圧	◎白黒放送
ノンインターレース検出	$f_H = n f_S$ (nは整数)	◎パソコン ◎テレビゲーム機器

含めて、ほとんどの非標準信号を対象とする最も有効な方法である。

(2) バースト位相不連続

カラーバースト信号位相の不連続をAPC検波電圧の乱れによって検出し、位相が不連続になったときに非標準信号と判定する方法である。光学式ビデオディスクプレーヤトリックプレーに対して、特に有効である。

(3) バースト有無

カラーキラー電圧を用いて、バースト有無を検出する方法である。

(4) ノンインタレース検出

ノンインタリース信号における水平走査周波数 f_H と垂直走査周波数 f_V の関係は、

信者ノ入とじては、

この三次元信号処理回路には、前述した動き適応処理のために、1Mビットのフィールドメモリ11個、合計11Mビットのメモリが用いられている。EDTVの商品としての付加価値として、そのメモリをY/C分離及び走査線補間のためだけでなく、特殊機能のためにも利用している。

特殊機能には、①フリーズ（全面静止画）、②PIS（静止画面に上動画子画面）。子画面は、右上、右下、左上、左下の4箇所のうち1箇所に表示選択可）、③ストロボ（9分割画面。8画面静止画1画面動画）、④チャンネルサーチ（9分割画面に別々のチャンネルを表示）、⑤ズーム（画面の1/4、右上、右下、左上、左下及び中央のうち1箇所拡大）の五つがある。

特殊機能の制御は、マイコンによるクロックとデータのバスラインにより各LSIを制御する。すなわち、ユーザーがリモコンなどにより通常機能、特殊機能を選択する。バスラインは、マイコンからの1方向伝送で、各LSIにそれぞれデータデコーダを設けることにより、1回の伝送で必要なLSIすべてを制御することができる構成になっている。

特殊機能でも、高画質を前提にLSIが設計されており、画質の良い特殊機能が実現されている。

2.3 広帯域映像出力回路及びAKB

三次元信号処理回路の出力R, G, B信号は、倍密度ノンインターレース走査のため、周波数は2倍となっている。三次元信号処理回路でのA/Dコンバータのサンプリングクロックの周波数は、色信号副搬送波の4倍、つまり14.32MHzである。サンプリング定理により半分の約7MHzまで処理できるので、出力R, G, B信号では14MHzまでの帯域をもつ。したがって、ブラウン管のカソードをドライブ

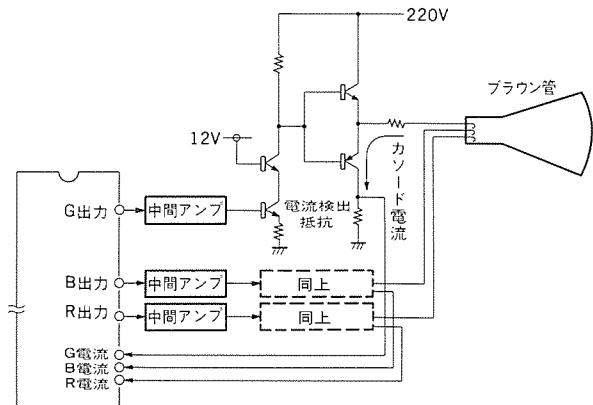


図7. 広帯域映像出力回路構成

する映像出力段は、水平解像度800本を実現したCZ2シリーズの帯域(10MHz)より広帯域なものが必要である。このセットの映像出力段の構成を図7に示す。

三次元処理回路のRGB出力IC、M52002SPの出力R、G、B信号は最大で $1.4V_{pp}$ であり、ブラウン管のカソードをドライブするため90倍ぐらいの増幅が必要である。このセットでは3倍程度の利得の中間アンプをRGB出力ICと映像出力段との間に設け、映像出力段の利得を30倍と通常のセットに比べて1/3くらいに落とし広帯域化を図った。また、カソードドライブ出力にPNP及びNPNトランジスタによる相補型エミッタフォロワ回路を設け、ブラウン管のカソード電極容量などによる周波数特性劣化を防いでいる。

カソードドライブ出力のPNPトランジスタのコレクタに抵抗を挿入することにより、ブラウン管のカソード電流を検出することができる。このセットではこれをを利用して、オートカットオフ、オートホワイト、いわゆるAKB(Automatic Kine Bias)機能をもたせた。RGB出力ICは、垂直ブランкиング期間の終わりにカットオフ、ホワイト電流測定用の二つの基準信号を時分割して出力する。この期間に検出された電流量を、RGB出力ICにフィードバックし、R、G、Bそれぞれのカソード電流を一定に保つようにしてAKB機能を実現している。AKB機能によりカットオフ、ドライブの調整は不要となり、またブラウン管の経年変化によるホワイトバランスの変化もなくなる。

2.4 偏向回路

倍密度ノンインターレース走査を行うため、水平偏向周波数も従来の倍の31.5kHzである。これに対応するため、また高圧を安定化しやすくするため、このセットでは図8に示すように高圧・偏向分離方式をとった。三次元信号処理回路からの水平ドライブパルスは、水平偏向回路と高圧発生回路とにそれぞれ供給され、水平偏向回路で得られたライバックパルスは三次元信号処理回路にもどされAFCループが形成される。

(1) 水平偏向回路

水平ドライブパルスは水平ドライブトランジスタ、ドライブトランジスタを経て水平偏向出力に供給され、水平偏向出力トランジスタがON/OFFする。水平偏向出力には偏向ヨーク、水平出力トランジスタが接続される。水平出力トランジスタでは、ブラウン管のヒーター電圧やDBF(Dynamic Beam Focus)回路用の電源(約1,200V)を得る。また、万一、偏向停止したときにはセットの電源をOFFするようにして高圧を切り、ブラウン管のスポット焼けを防止するスポットキラー回路も付随する。

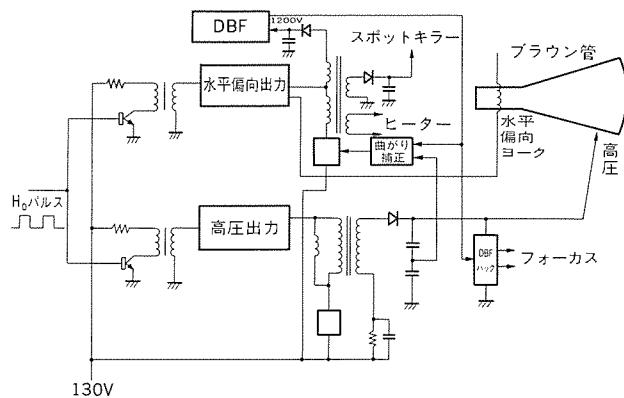


図8. 水平偏向・高圧発生回路構成

（2）高圧安定回路

映像の明暗によってブラウン管の電流が変化すると、高圧発生回路の出力インピーダンスが零ではないので、どうしても高圧が変動し、偏向感度が変化するので、画面サイズが変化してしまう。特に大型機種では目立ち、また高画質という点からも改善が必要である。このセットでは、高圧・偏向分離方式をとっているのでライバックトランジストから検出した高圧変動成分により、高圧発生出力回路に供給される電源電圧を変化させることにより、高圧を一定に保ち安定化している。

2.5 マイコン制御

三次元信号処理回路の制御は、コントラスト、ライト、シャープネス、カラー、ティントそれに特殊機能であるが、前述のようにマイコンによってクロック、データの2本からなるバスラインを制御して行われる。マイコンは、C-MOS 1チップマイコンM37100M8を使用し、選局、リモコン、画面表示文字制御なども行っている。

3. むすび

37C-CZ2Eにより、1989年放送開始予定のEDTVにはもちろん、通常の放送番組やVTR、ビデオディスクなどのパッケージメディアに対しても高画質化を実現することができた。今後は、画面のワイドアスペクト化及び高精細度化などが予定されている第二世代のEDTVに対応すべく、更なる高画質を目指す必要がある。

最後にこの開発に当たり、御指導、御尽力を賜った関係各位に深く感謝の意を表す。

参考文献

- (1) M.Sugiyama, et al.: High Quality Digital TV with Frame Store Processing; IEEE trans. on CE, CE-33, No. 3 (1987-8)
- (2) 平畠ほか：標準、非標準信号対応の最適化を図った高画質ディジタルテレビ受像機、テレビジョン学会、テレビジョン回路方式研究会資料
- (3) T.Kurita, et al.: A Practical IDTV System Improving Picture Quality for Nonstandard TV Signals; IEEE trans. on CE, CE-34, No. 3 (1988-8)
- (4) 荒井ほか：IDTVの非標準信号検出方式、昭和62年電子情報通信学会全国大会講演予稿集2-297

タッチタブレット付き液晶ディスプレイ端末

斎藤雄作*
八木田 清**

1. まえがき

近年、パソコンの普及が進み、応用ソフトウェアと呼ばれる様々のソフトウェアも豊富に出回っている。パソコンの用途は、事務処理など業務用途から次第に個人用へと広がり、機能自体も膨らんできている。このような用途拡大と高機能化は、人との接点すなわちマンマシン インタフェースをより複雑にする要素を含んでおり、操作性が悪くなるなど問題を引き起こす。これらの改善には、ソフトウェア、ハードウェア両面からのアプローチが必要である。ソフトウェアによるマンマシン インタフェースの改善は、マルチタスク処理、マルチウインドウ画面、アイコン（機能図柄）表示などにより行われ、操作のリアルタイム性や認識性を向上させている。一方、マンマシン インタフェースとしてのハードウェアは、現在キーボード、マウス、CRTディスプレイが主として用いられている。

本稿では、これら従来のハードウェア環境では得られない新しい操作性を与えるものとして、フラットパネル ディスプレイとタッチタブレットを組み合わせ、表示面での座標入力機能を持つ端末装置“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”を製品化したので、その概要を報告する。“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”的外観を図1に示す。

2. 製品化のポイント

“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”的製品の特長を以下に示す。

(1) 手軽な入力

入力に際して、特定の指示具（スタイルスペンなど）を必要としない、タッチタブレット方式である。

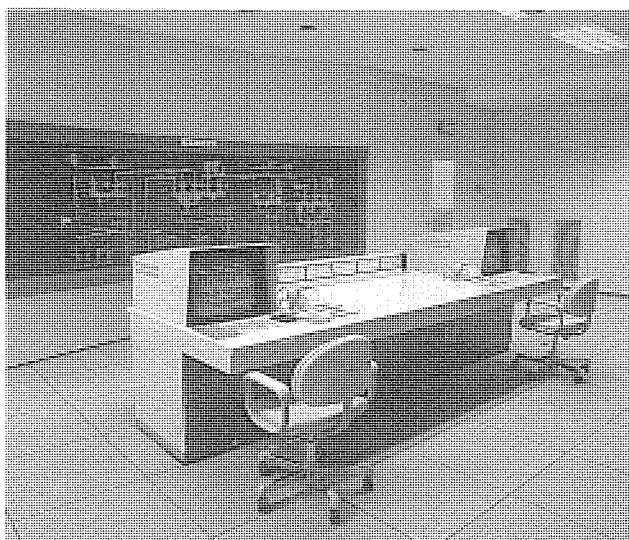


図1. フラットビジュアル ターミナルXT-1000の外観

(2) 見やすい表示

フラットパネル ディスプレイの中でも、白地に黒文字のペーパーライク表示が可能な液晶ディスプレイ（バックライト式）を使用している。

(3) 表示解像度と同じ入力分解能

紙とペンによるのと同様の手書き描画を実現するために、表示ドットに対応した入力座標を検出可能とした。

(4) 汎用インターフェースによる入出力

表示用フレームメモリを持ち、表示を描画コマンドによる方式として、接続する相手の表示能力（解像度、同期周波数）に支配されないようにした。インターフェースは、汎用性の高いRS232C方式とし、表示と座標データの伝送を1本のケーブルで行う。

(5) 描画コマンドの充実

簡単なコマンドで複雑な图形をすばやく表示できるようにし、ホストコンピュータ側の負担を軽減した。

3. システム構成

3.1 内部構成

本体は、キャビネット、タッチタブレット、液晶ディスプレイ、コントロール基板、電源などからなり、図2に構造を示す。

金属枠で補強されたガラス製のタッチタブレットは、液晶ディスプレイの表示面に近接して組み合わされ、タッチ指示点での視差を少なくしている。キャビネットは、操作性と視認性を考慮して15度の傾斜を与えてある。本体横には、アプリケーション側から活用できる汎用プッシュスイッチを備える。

3.2 機能ブロック

“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”的ハードウェア構成を図3に示し、以下機能ブロックごとに説明する。

(1) 座標入力部

座標の検出は、タッチタブレットの抵抗値分割によるアナログ検出方式で行い、A/D変換器を通して座標値はデジタルデータで

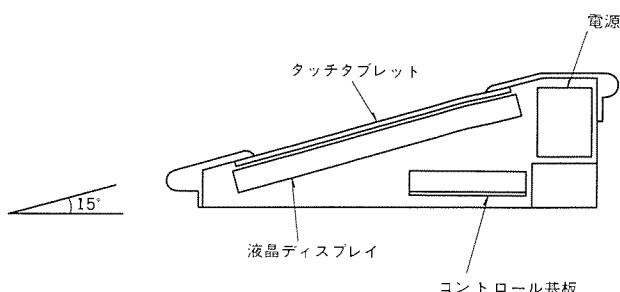


図2. 内部構成

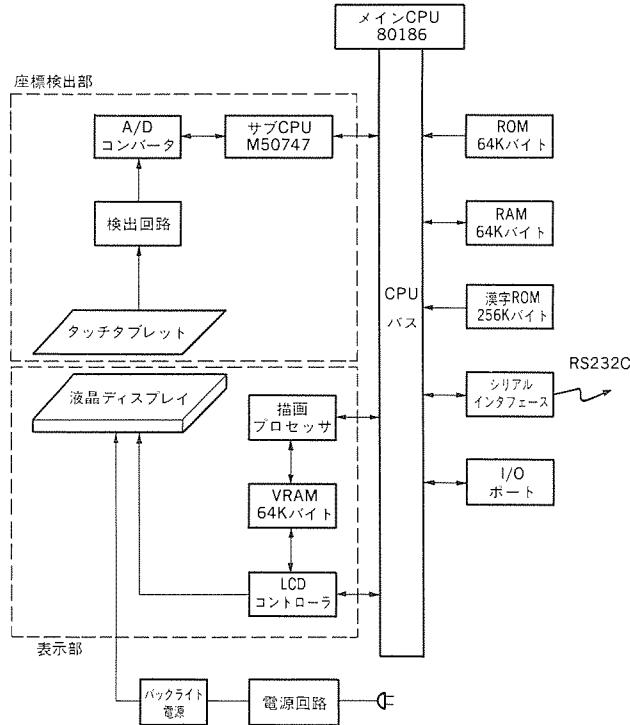


図3. フラットビジュアル ターミナルXT-1000のハードウェア構成

扱われる。検出座標値の処理は、専用のサブCPUで実行し、メインCPUと並列して行い、処理能力の向上が図られている。処理内容は、検出信号のノイズ成分除去や平均化であり、座標の検出精度が高められている。検出座標は、縦640×横400点の構成で表示ドットと対応しており、およそ3点/mmの分解能である。

(2) メインCPU部

メインCPUのプログラムROMは、最大256Kバイトまで実装でき将来の機能拡張に対応する。漢字ROMは、JIS第1及び第2水準を備え、これとは別にASCII準拠の英数字、記号を254文字内蔵する。この254文字は、フォントイメージをモザイク分割による構造コードで記憶しており、拡大時のなめらかな文字表現が可能である。大容量のRAMは、後述のコマンドリストや外字登録フォントの格納に威力を発揮する。

(3) 表示部

表示器は、ドットマトリクス型の大型ハイコントラスト液晶ディスプレイ(11インチ相当)で、640×400ドットの解像度を持つ。冷陰極管バックライトを高周波点灯させ、フリッカの少ない見やすい表示である。描画は専用の描画プロセッサを用い、大容量グラフィックを高速描画する。表1に“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”的仕様を示す。

4. タッチタブレット

4.1 構成

タッチタブレットは、図4に示すように電極材料として酸化インジウム・すず膜などの透明導電塗膜、スペーサ材料として透明な導電塗膜を応用した抵抗膜で構成される。図5に示すように、薄膜スペーサを介して両電極が対向する接点方式を用いている。

可動電極シートには透明性、可とう性が、固定電極シートには透

表1. フラットビジュアル ターミナルXT-1000の仕様

座標検出部	方式 : 透明抵抗シート型タッチタブレット 分解能 : 表示画素単位 (0.36mm正方ピッチ) 座標構成 : 640(横)×400(縦) 検出速度 : 50ポイント/秒
表示部	表示器 : STNドットマトリクスモノクロLCD(ブルーモード) 画素数 : 640(横)×400(縦) 画素ピッチ : 0.36mm 正方ピッチ 表示エリア : 238.5mm(横)×152.0mm(縦) 駆動ディューティ : 1/200 バックライト : 冷陰極管インバータ点灯
制御部	CPU : 80186 ROM : 64Kバイト(英数字モザイクテーブル含む) RAM : 64Kバイト 漢字ROM : JIS第1水準 2,965文字(16×16ドット) JIS第2水準 3,388文字(〃) JIS非漢字 577文字(〃)
インターフェース	方式 : RS232C準拠非同期シリアル 伝送レート : 1,200, 2,400, 4,800, 9,600, 19,200 bps コネクタ : D型25ピン
その他	ブザー : プログラムコントロールによる鳴動 ブッシュイッチ : プログラムコントロールによる汎用スイッチ
電源	100V AC ±10% (50/60Hz) 消費電力 : 19W
寸法/重量	約380mm(幅)×300mm(奥行)×98mm(高さ) 約3.95kg

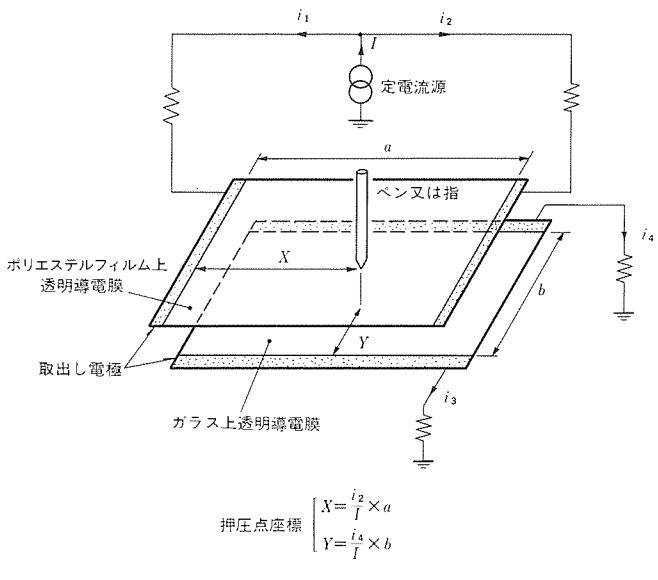


図4. タッチタブレットの原理

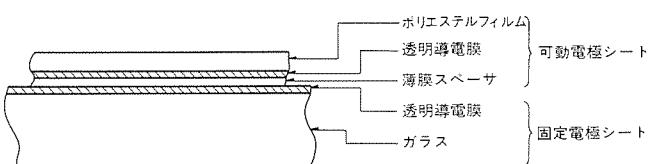


図5. タッチタブレットの構成

明性、剛性が要求されることから、基材としてそれぞれポリエスチルフィルム及びガラスを用いている。透明導電性を備えたフィルムとガラスの性能を比較すると、可とう性、加工性については前者が、導電膜の密着性、耐摩擦性、表面硬度については後者が優れている。スペーサは、可動電極シート上に設けてあり、樹脂中に導電粒子を分散させた透明導電性塗料を薄膜状に形成してある。薄膜スペーサの厚みは、数 μm 以下であり、その表面(固定電極側)はミクロ的に凹凸状態にある。この凸部で固定電極と当接しており、電極間の絶縁は保持されている。しかし、可動側を押圧すると、これ自身の変形もあって、スペーサ中の導電部と固定電極とが接触して導通状態となり、タッチタブレットが動作する。また、押圧力をなくすと元の絶縁状態に戻る。

スペーサ表面の凹凸は、極端に小さいため不動作域がなく、どこを押しても均一な力で動作する。

4.2 座標の検出

押圧座標は、例えば図4のように定電流源にタッチタブレットを接続すると、 $X = i_2/I \times a$, $Y = i_4/I \times b$ と定義される。この中で未知数は、信号引き出し部から押圧点までの透明導電膜(電極材料)の抵抗によって分流する*i₂*, *i₄*であり、外部抵抗両端の電圧降下から測定できる。このように分流により検出するには、透明導電膜のきず、クラックなどが存在すると、その部分に抵抗変動が発生し分流量のリニアリティが得られず、正確な座標検出ができなくなる。十分な対策、配慮をした構成が必要となるところである。

一般に、透明導電膜の抵抗分布のばらつきは、透明導電性フィルム、ガラス共に3%以下である。透明導電性フィルム、ガラスのいずれをX軸(例えは長軸)に用いるかは、検出精度、経時変化、耐久性能などを総合的に判断して決定するが、このタッチタブレットでは後者をX軸としている。

4.3 特長

以上のように構成されたタッチタブレットは、次の優れた特長を持っている。

表2. タッチタブレットの仕様

	定格	DC12V 2mA
電気特性	ON抵抗	1k Ω 以下
	ON荷重	30~80g
	絶縁抵抗	10M Ω 以上
	分解能	3本/mm
機械特性	光線透過率	75%以上(可視光)
	表面硬度	2~3H
耐久性能	ボールペン	10万回以上
	指先	100万回以上
寸法	外形	254mm×180mm
	厚み	1.4mm

- (1) 薄形、軽量である。
- (2) 光線透過率が高く、表示器の前面において使用できる。
- (3) 耐久性能に優れている。
- (4) 筆記具として特別のペンは不要で、指先、市販のボールペンなどによく、筆記感覚で入力できる。
- (5) ドットスペーサのような、ドット近傍での不動作域(押圧してもドット自身のため可動・固定電極が接触できない領域)がなく、連続的な情報が入力できる。

タッチタブレットの仕様を表2に示す。

5. フラットビジュアル ターミナルXT-1000のコントロール

“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”は、外部からのコントロール次第で多様な動作を行う端末であり、その性能はコントロールコマンドの豊富さで実現されている。

(1) 入力と描画の座標系

“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”で扱う座標は、タッチパネルからの入力座標、液晶ディスプレイの表示座標及び描画座標の三つの系から成っている。入力座標と表示座標は、640×400の領域で完全に重なっており、コントロール側から捕らえやすい構成をとる。描画座標は、入力/表示座標を含む65,536×65,536の広い平面を持ち、図6に示すように描画に自由度を与えていている。

(2) 描画系コマンド

描画をコントロールするコマンドは、数多く用意され、表示に多彩な表現力をもたらす。

- (a) 直線・円・だ円・多角形など11種のグラフィック描画をサポートする。
- (b) 指定エリア内のタッチ入力点に線描画を行う手書き描画コマンドにより、ペンや消しゴムの機能を実現する。
- (c) テキスト描画は、英数字、漢字での最大4,095倍の拡大表示や文字列の回転、センターリングなどが可能である。また、ユーザーの外字登録機能があり、256文字の登録が行える。
- (d) 手書きなどの複雑な图形も、ユーザー指定のパターンで高速に塗りつぶしを行う。グラフィック描画と連動した塗りつぶしも

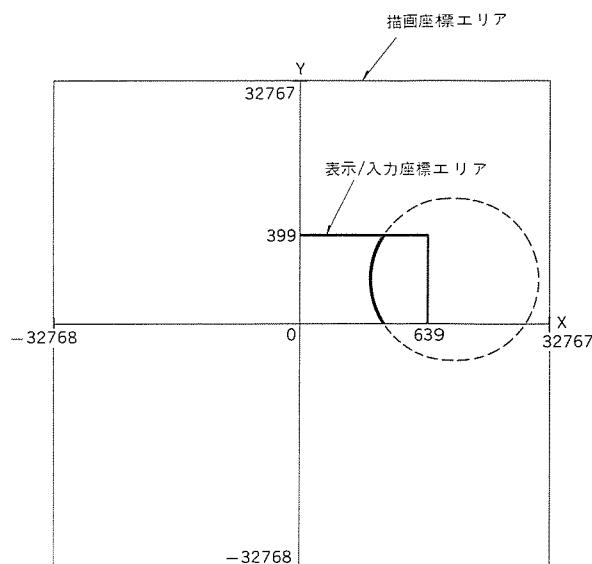


図6. 座標構成

表3. コントロールコマンドの一覧

指定座標伝送	●PTMODE 指示座標伝送 モード設定 ●PTSTAT 指示座標伝送 開始 ●PTSTOP 指示座標伝送 停止	テキスト描画	●TANGLE 文字列 画角度 ●TDEFIN ユーザー文字 定義 ●TEXT 英数文字列 描画 ●TEXTK 漢字文字列 描画 ●TEXTP 文字列 描画 ユーザー定義文字 ●TJUST 文字列 位置合わせ ●TSIZE 文字サイズ
描画モード制御	●AREAPT 塗りつぶしパターン ●LINFUN 線描画 演算モード ●LINPAT 線描画 線種		●IMAGER イメージ リード ●IMAGEW イメージ ライト ●GCOPY グラフィック コピー
グラフィック描画	●ARC 円弧 ●CIRCLE 円 ●DRAW 直線 絶対座標系 ●DRAWR 直線 対相対座標系 ●ELIPSE だ円 ●MOVE カレントポイントの移動 絶対座標系 ●MOVER カレントポイントの移動 対相対座標系 ●POINT 点 ●POLY 多角形 絶対座標系 ●POLYR 多角形 対相対座標系 ●RECT く形 絶対座標系 ●RECTR く形 対相対座標系 ●SECTOR 扇形	イメージ転送	●CLEARSC スクリーン全面消去 色指定有り ●COLOR カレントカラーの変更 ●FLOOD ビューポート内消去 色指定有り
		カ ラ 一	●CLBEG コマンドリスト 開始 ●CLDEL コマンドリスト 削除 ●CLEND コマンドリスト 終了 ●CLOOP コマンドリスト 実行 指定回数 ●CLRD コマンドリスト リード ●CLRUN コマンドリスト 実行 1回のみ
塗りつぶし	●AREA 閉領域 塗りつぶし ●PRMFIK 面描画 有効／無効 フラグ	端末制御	●BELL ベル ●FLAGRD 内部フラグ リード ●NOP 何もしない ●RESETF 内部フラグ リセット ●VPORT ビューポート設定 ●WAIT コマンド実行の一時待機
手書き描画	●HWAREA 手書き描画 領域指定 ●HWCONT 手書き描画 有効／無効 ●HWMODE 手書き描画 モード設定		

可能である。

(3) タッチ座標伝送

タッチタブレットの指示座標は、最高50ポイント/秒でシリアルインターフェースから伝送され、各種伝送条件の設定が可能である。

(4) イメージ転送

表示画面上のイメージの読み出し、イメージスキャナなどからのイメージデータによる書き込みや、画面内のイメージコピーをサポートする。

(5) コマンドのリスト

各コマンドを組み合わせて、一つの新しいコマンドとして256個まで登録できるので、操作画面などを前もって格納しておき、簡単なコマンドの発行だけで画面切替えが行える。伝送スピードに影響されずに、高速に表示を行うことを可能にする。

(6) ブザー

タッチ入力に確実な操作感を与えるクリック音や、操作者に警告を発する警告音など、外部からコントロールされる。

これらコマンドの一覧を表3に示す。

6. アプリケーション例

(1) オペレーションパネル

スイッチの配置や形状に設計の自由度があり、無限大の操作面を

与えられ、操作ガイドの表示なども行えるので、操作に習熟を要しない、操作性の良いオペレーションパネルとして応用できる。スイッチ以外のマウス機能なども同時に作り込むことができ、操作形態に幅が生まれる。また、入出力共にRS232C方式であるため、遠隔操作用としても適している。

(2) 手書きワードプロセッサ

ホストコンピュータの手書き文字認識ソフトウェアとの組合せにより、手書き入力式ワードプロセッサボードとして応用できる。

(3) 情報ターミナル

パソコン通信など通信回線を利用した、対話型通信の入出力ターミナルとして用いることにより、臨場感あるリアルタイムな情報伝達を実現する。

7. む す び

以上、“フラットビジュアル ターミナルXT-1000”的概要と、その特長について述べた。今後、ペーパーレス時代の到来が予想されるなかで、このような製品の利用環境はますます増えてくると考えられる。そのためにも更に改良を加えて、例えば会議システムや教育システムなどにも利用できる、ネットワーク接続タイプとして発展させていきたいと考える。

VDTのヒューマン インタフェース —ワークプレースの寸法系の検討—

酒井正幸*
平澤尚毅**
野呂彰勇***

1. まえがき

いわゆるVDT (Visual Display Terminals) の、一般オフィスへの急速な普及に伴い、ここ数年VDT作業における様々な人間工学上の問題点が指摘されるようになってきた。これらの問題点は、VDT装置そのものに起因するものだけでなく、設置環境、作業内容、運用形態など様々な項目にまたがっており、問題をより複雑化している。三菱電機㈱のような総合電機メーカーとしては、この問題を総合的にとらえ、設置環境や作業内容にマッチした製品づくりや、ユーザーの設置計画に対して適切なアドバイスを行うことが不可欠である。

本稿では、これらの背景のもとに、ワークプレース寸法設定のアルゴリズムの確立を目的として数年前から行われている早稲田大学野呂研究室と三菱電機㈱デザイン研究所との共同・委託研究成果について述べる。

2. VDTのヒューマン インタフェース

表1はVDTのヒューマン インタフェース要素を列挙したものである。これらの要因に対しては、既に欧米等を中心に研究が進められ、その成果は各種のガイドラインとして公表されている。なかでも、最も影響力の大きなものは、DIN66234であり、その後に作られた様々なガイドラインのベースとなっている。このガイドラインに従って、1980年代の前半から内外のメーカーが競ってチルト、スイベル機構付きのCRTディスプレイ装置や、厚さ30mm以下のいわゆるロープロファイル キーボード、つや(艶)消しの白系統の色調のきょう体を開発したように、製品デザインにも大きな影響を及ぼした。

表1. VDTのヒューマン インタフェース要素

(1) ディスプレイ	表示情報 表示条件 構造 その他	(文字・記号・カーソル) (輝度・コントラスト・表示色・解像度 (画面ひずみ) (調整・大きさ、カバーの色、表面処理、視距離) (電磁波など)
(2) キーボード	表示 キータッチ 構造	(キートップ文字色) (押下圧・ストローク・キートップの形状、ピッチ) (キーボード角度、高さ、安定性、フィードバック・キー配列・キーボード色、表面処理・分離形・パームレスト・接続コード処理など)
(3) ワークプレース 照明	照明 寸法 レイアウト 騒音 その他	(水平面、鉛直面照度・反射防止・作業対象物と周辺部の輝度比・アイレストポイントの設置・照明器具) (机・椅子・原稿・書見台)
(4) ソフトウェア	プログラム・情報処理方式・呈示時間	
(5) 運用	作業管理 健康管理	(作業時間・休憩など) (健康診断・喫煙管理など)

我が国では、欧米に数年遅れて1984年に労働省からガイドラインが示されている。表2に代表的なガイドラインの例を示す。

表1の各要因のなかで、研究の不十分なものは(3)のワークプレースと(4)のソフトウェアの部分である。特に、(3)のうちワークプレースの寸法的要因に関しては、欧米人と日本人の体位の違いにより、研究の進んでいる欧米のデータがそのまま利用できないため、独自の研究が必要となってくる。筆者らは、特にこのワークプレースの寸法的要因に注力して実験研究を行った。

3. ワークプレースの寸法的要因の研究

図1はVDTワークプレースを設計するに当たって、寸法を決定する必要のある項目を示したものである。このなかで、最も基本となる寸法は、①座面高さ、及び②テーブル高さであろう。そこで、この2点についての過去の研究を、振り返ってみたい。

3.1 椅子と作業用テーブル

いす(椅子)の人間工学的な研究が始まられたのは、約50年前スウェーデンのオーケプロムによってであるとされている。紀元前のエジプト以来数千年の椅子の歴史からみれば、これはごく最近のことではない。

我が国では、戦後になってから本格的な研究が始まられ、1966年には学校用家具のJISが制定された。このときに、従来床面であった机の基準点が座骨結節点に改められ、差尺という概念が取り上げられた。差尺とは、座骨結節点から机面までの高さを指し、机と椅子で構成されるワークプレースにおいて重要なのは、机や椅子の絶対寸法よりこれらの差の方であるという認識に基づくものである(図2)。

この検討を踏まえて、1971年には、事務用家具のJISが改定され従来の高さ74cmから、70cm(男性用)と67cm(女性用)に改められた。ここで重要なことは、男性用と女性用の2系統の規格が定められたことである。ユーザーの体位に応じて机の仕様も変える。すなわち、個人差への対応が初めてうちだされたのである。ただし、現実に生産された机の高さは、70cmのものがほとんどであった。

表2. 代表的なガイドラインの例(キーボード関連項目)

[高さ]	
DIN	ホームキー列で作業面より30mm以下、30mm以上はパームレストを用意する。
ANSI	ホームキー列で作業面より50mm以下、パームレストはオプションとする。
電子協	ホームキー列で作業面より50mm以下(向上目標30mm以下)
労働省	——
[きょう体表面処理]	
DIN	反射率15~70%
ANSI	光沢45°以下(ガードナー光沢計)
電子協	反射率15~75%
労働省	つや消しされたもの

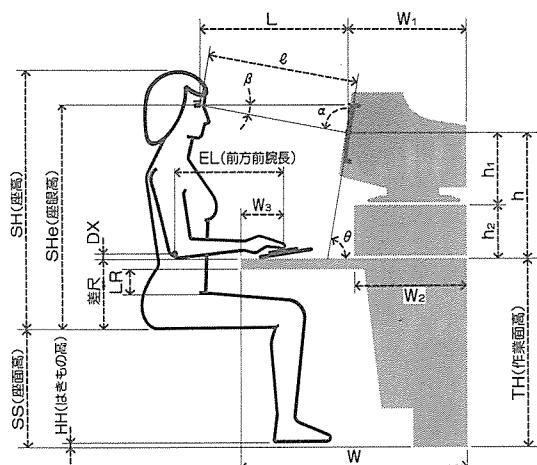


図1. ワークプレースの寸法的要因

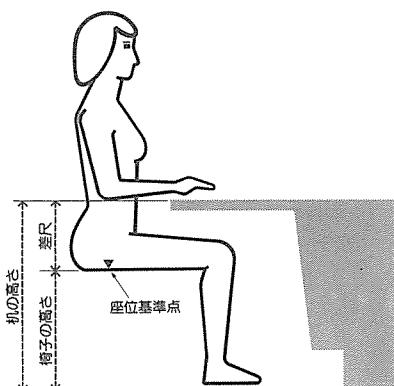


図2. 差尺

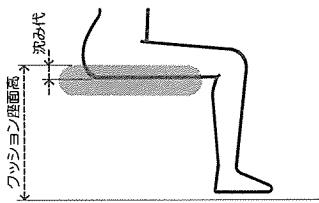


図3. クッション座面高

3.2 VDTワークプレースの特異性

前述の椅子や机の研究は、一般事務作業を対象としたものであった。しかし、VDT作業の場合は下記のような特殊条件を勘案しなければならない。

- (1) より作業姿勢が拘束される。
 - (2) 一般に垂直に近い角度をもつ自発光型のディスプレイを凝視する。
 - (3) 後傾姿勢をとることがある。
 - (4) キーボード打けん(鍵)作業を伴う。
 - (5) 原稿と画面を交互に目ることがある

以上の特殊条件を踏まえたうえで、VDTワークプレースの寸法系のアルゴリズムの検討を始めることとした。

3.3 クッション座面高

検討に先立ち、従来の測定方法の見直しを行った。その結果、座位基準点として、従来測定の困難であった座骨結節点に変え、新たに“クッション座面高”という概念を創出した。クッション座面高とは、人が座らない状態での椅子のクッション上面の高さのことである。人が座ったときのクッションの沈み代をあらかじめ計測して

おかげ、このクッション座面高から沈み代を引くことによって、実際に人が座ったときの座面高に近似させることができる（図3）。

椅子の高さの調節とは、作業者本人にとって最適な寸法にすることである。したがって、研究成果も作業者自身が利用できるものでなければならぬ。すなわち、簡便な測定方法がどうしても必要なのである。

3.4 制約条件の抽出

ワークプレースの寸法を考える際に重要なポイントは、作業者の姿勢をできるだけ拘束しないということである。VDT作業に限らず、作業者はその姿勢を頻繁に変えたがる傾向にある。常に一定の姿勢を強いられることは、非常に苦痛を伴うためである。座面高は従来の知見によれば、下記算式に基づく設定値が、姿勢変化に伴う筋負担を最少にし、かつ大たい（腿）及び腰部への負担も最少であるとされている。

次に図1において、まず大腿上縁とテーブル裏面との間(LR)に十分なゆとりが必要である。さらに、キー入力時の作業姿勢に自由度を持たせることを考慮すれば、ひじ(肘)高(肘頭下縁高)と作業面高をほぼ等しくしなければならない。もし、両者の差が大きい場合には層帽筋の負担が増加することになる。また、hの作業面-ディスプレイ画面中心間距離は、作業者の正常視線のふ(俯)角内にディスプレイ画面が収まるという条件を満たさねばならない。

以上をまとめると、VDTワークプレースの寸法決定にかかわる制約条件は次のようになる。

- (1) 座面高 (SS) SS=下腿高 - (2 ~ 3 cm)
 - (2) 大腿上縁とテーブル裏面との距離 (LR) LR > 0
 - (3) 肘高とキーボード作業面の差 (DX) DX = 0
 - (4) 正常視線の俯角 (β) $15^\circ < \beta < 22^\circ$

3.5 差尺の検討

次に、VDT作業の場合の差尺について検討した。前に述べたように、差尺は座面—作業面間の距離を意味する。したがって、差尺が決定すれば、作業面高から差尺を引くことによって、座面高を設定することができる。最近の研究⁽²⁾によれば、上記制約条件の(2)(3)から、下記の差尺決定式が導き出されている。これを、VDT差尺1と呼ぶこととする。

VDT差尺 $1 = 1/3$ (座高) - (4 ~ 6 cm)(2)

一方、作業者の座面からの眼高距離が与えられていれば、条件(4)からも差尺を決定することができる。これをVDT差尺2と呼ぶことにする。この二つの差尺がワークプレース寸法決定のキーポイントである。

3.6 座面高の決定

さて、以上述べてきた条件を整理すると、座面高を算出する方法として図4、図5に示す2通りの方法の存在することが分かる。図4による座面高を“下腿高基準の座面高(A)”と呼び、図5による座面高を“作業面高基準の座面高(B)”と呼ぶことにする。後者については、3.5節で述べたように、VDT差尺1に従う場合とVDT差尺2に従った場合とでは結果が異なるが、ディスプレイ画面の高さの調整によって両者を一致させることが可能である。

さて、こうして求められた二つの座面高A, Bの関係は、 $A=B$, $A < B$, $A > B$ の3通りのケースが考えられる。

- (1) $A=B$ の場合

理想的な状態である。

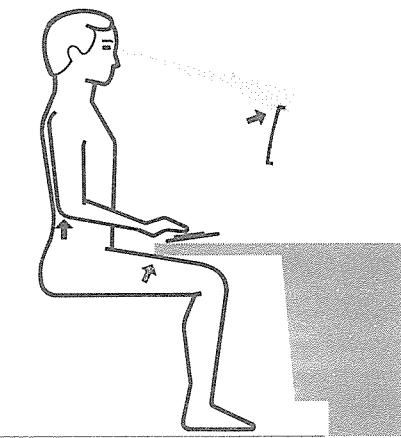


図8. 身長が高い人の場合に、下腿高基準の座面高(A)に合わせたときの作業初期時の姿勢

体特性を入力するだけで、装置側が適性条件を判断し、その条件に自動調節する装置という製品コンセプトである。すなわち、作業者の個体差に対応するためには、ワークステーションの各要素が調節可能であることが必要条件ではあるが、十分条件ではない。その調節機構をどのように活用すればよいのかというソフト面での対応も不可欠なのである。

さて、この装置を用いて、身長が146cmから183cmまでの男女99名の主観評価による適性座面高・作業面高データの収集を行った。表4にその結果を示す。これによると、座面高は下腿高基準の算出値(A)に、作業面高はこの座面高にVDT差尺を加えた理論値と高い相関を示す結果となり、今回の設定アルゴリズムの妥当性が確認された。

4. むすび

今回の研究で提案したワークプレース寸法設定のためのアルゴリズムは、実験によって、少なくとも静的な作業姿勢レベルでは妥当性のあることが立証された。また、市販の高さ固定の作業台では、特に女性作業者の場合、適切でないケースが予想以上に多く、足置

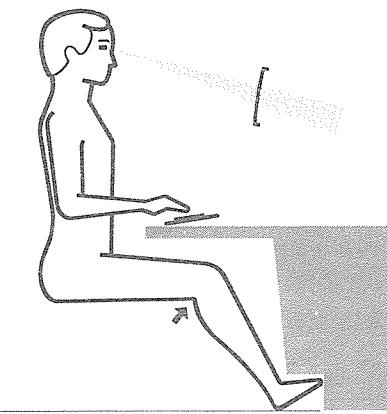


図9. 身長が高い人の場合に、作業面高基準の座面高(B)に合わせたときの作業初期時の姿勢

表3. 国内各メーカーのVDT寸法調査

単位: cm

●キーボード作業台奥行き(W)	70~80
○ディスプレイ底から画面中心までの高さ(h ₁)	
ディスプレイ置台がない場合	17~18
ディスプレイ置台がある場合	21~22
○プロセッサの高さ(h ₂)	15~19
○ディスプレイの奥行き(W ₁)	39~40
○プロセッサの奥行き(W ₂)	35~38
●キーボードのホームローまでの長さ	7~8

き台の併用など個別の対応が必要とされることが明らかとなった。

また、14インチ以下のCRTディスプレイと市販の作業台との組合せでは、プロセッサのきょう体の上に直接ディスプレイを乗せることが適正姿勢を確保する上で有効であることも分かった。

今回の成果は、ディスプレイ装置、プロセッサなどVDTを構成する製品群、及び監視制御室などの操作指令台のデザインガイドラインや、VDT関連製品の新規納入先での設置・運用計画への適切な助

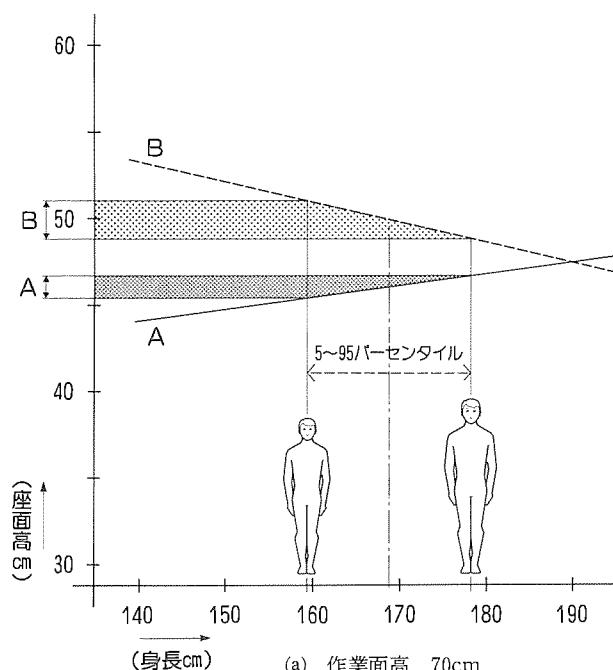
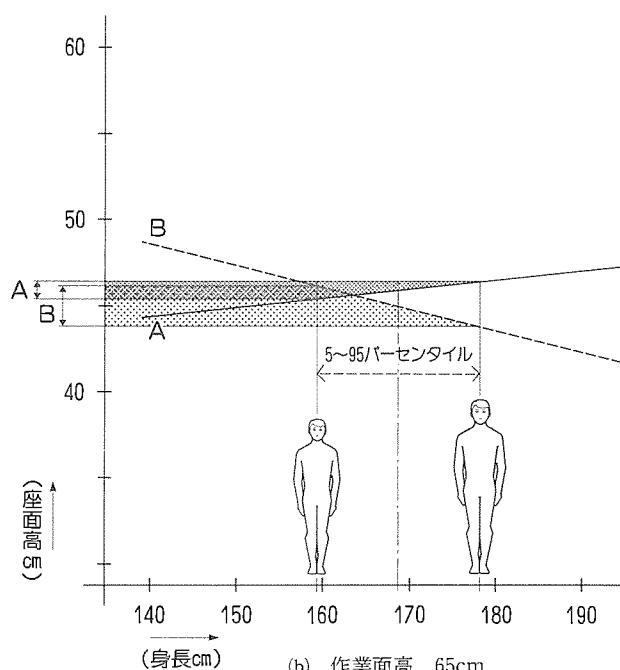


図10. 男子のシミュレーション結果



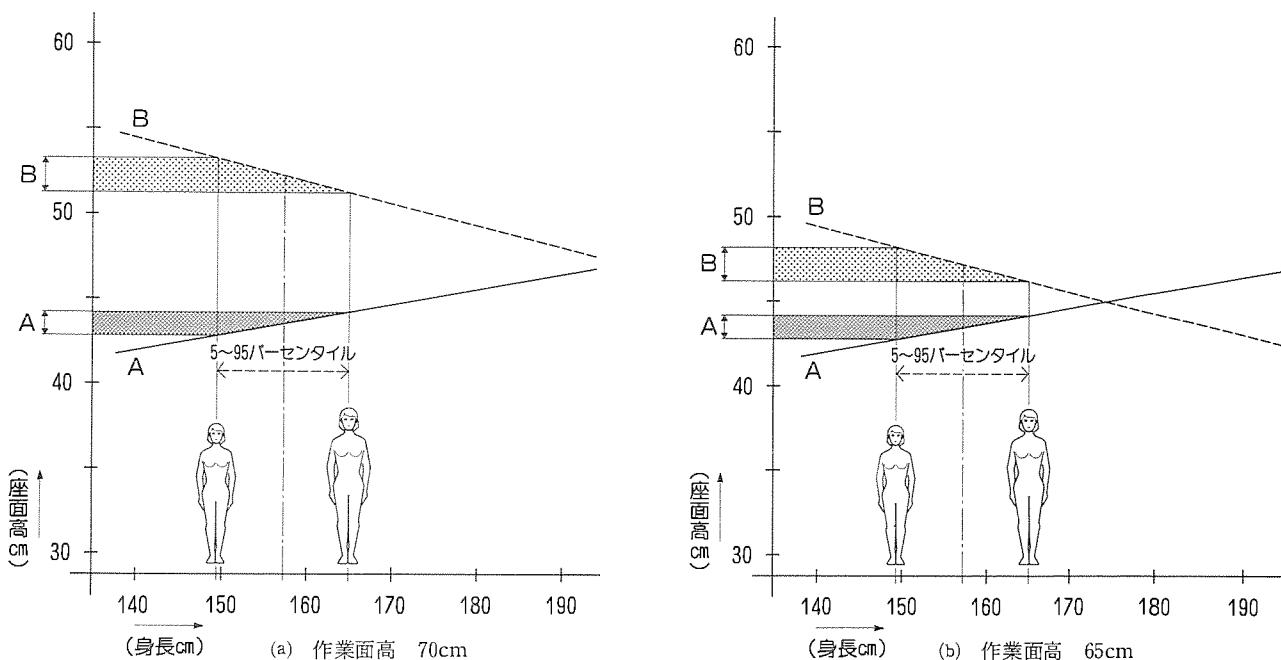


図11. 女子のシミュレーション結果

表4. 理論値と主観評価値との相関係数

	椅子の高さ	作業台の高さ
男子	0.91	0.83
女子	0.90	0.87

構成と機能	
構成	(1)デスク部、(2)制御部、(3)ディスプレイ/キーボード部、(4)電動椅子、(及び)5)天井照明装置
機能	(1)①デスク(キーボード)高さ、②椅子高さ、③ディスプレイ高さ、前後位置、画面傾斜角度、④ディスプレイ輝度、⑤天井照明装置の調節プログラムに基づく自動調節機能及び任意設定機能
	(2)操作者の身体特性データ及び設定条件データのファイル機能
	(3)操作の容易なディスプレイ画面と対話型の入力ガイドス及び状況表示、プリント出力機能
	(4)操作者のための健康診断票の出力機能



図12. センサ ワークステーションの機能と外観

言などの形で活用することができた。

なお、今後は作業姿勢の経時変化や、ラップトップタイプなどの新しいVDTの研究が必要となろう。

参考文献

- 野呂：職場の人間工学／中央労働災害防止協会, p.87 (1986)
- Akerblom, B : Chairs and sitting, In W.F.Floyd and A.T. Welford(Eds.), Symposium on Human Factors in Equipment Design, Proceedings of the Ergonomics Research Society Vol.II (p.29-35) UK, The Ergonomics Society.
- 戸上ほか：VDT作業台の最適高さの研究, 人間工学, 23, No. 3, p.155 (1987)
- 小原ほか：差尺に関する研究, 人間工学, 13, No. 2, p.159 (1967)
- 労働省労働基準局：VDT作業のための労働衛生上の指針, 中央労働災害防止協会, p. 5 (1986)
- 野呂ほか：VDT作業の健康管理にコンピュータ技術を利用するためのコンセプト, 第1回ヒューマンインターフェースシンポジウム講演集, p.255 (1985)
- 日本工業標準調査会(審議)：JIS S 1021 学校用家具, 日本規格協会 (1980)
- 日本工業標準調査会(審議)：JIS S 1010 事務用机の寸法, 日本規格協会 (1978)
- 小原：人間工学からの発想／講談社, p.111 (1982)

太陽光発電離島用電力供給システム

上里好央* 中井良雄** 熊野昌義*** 湯川元信*** 坂田未男*** 浅岡正久***

1. まえがき

既存のディーゼル発電機との並列運転により電力供給を行う離島用太陽光発電システムの研究開発のため、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究として、沖縄電力㈱と三菱電機㈱は共同で沖縄県渡嘉敷島に200kWの研究設備を建設し、昭和63年秋から本格的な運転研究を始めた。

現在、離島の多くは中小規模のディーゼル発電機を電力源としているが、ディーゼル発電はメンテナンスに人手が必要なうえ、燃料輸送に伴う供給不安定性、コスト高などの問題を抱えている。これらの問題を解消するため、近い将来、離島用電源に太陽光発電システムが導入されていくと考えられ、NEDOはそれに先立ち実際の離島に太陽光発電を設置し、実用化開発を進めることとした。

離島用システムの中で、独立電源型開発として、昭和59年度から三菱電機㈱はNEDOから委託研究を受託、座間味島に50kW研究設備を建設し、昭和62年度まで運転研究を行った。この研究設備は、商業系統から分離した一般需要家の十数軒に電力を供給するもので、太陽光発電からの電力供給が不足すると汎用の小型ディーゼル発電機により電力を補完する独立電源型システムである⁽¹⁾。

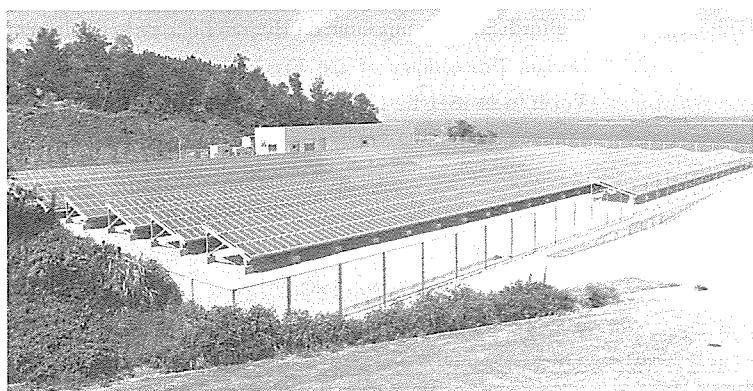


図1. 200kW太陽光発電研究設備の全景



図2. 50kW太陽光発電研究設備の全景

この独立電源型システムの委託研究の継続として、昭和62年度から、沖縄電力㈱・三菱電機㈱共同で受託し、50kW研究設備を系統分散型システムに改造するとともに、新たに200kW研究設備の建設を行った。こうして、2地点、合計出力250kWの太陽光発電研究設備を既存のディーゼル発電系統に連系し、運転研究を進めている。

図1、図2にそれぞれ200kW、50kW研究設備の全景を示す。

2. システムの概要

既存ディーゼル発電機の補完電源としての太陽光発電連系（交流側並列）システムは、発電したほとんどすべての電力を系統へ送り出すことができるため、独立電源型システムに比べて太陽光発電電力の利用率が高く、また蓄電池容量を少なくできる。しかし、系統の運転状況と無関係に電力を送り出した場合には、その発電規模によっては太陽光発電導入による燃料消費量低減の効果が十分に発揮されていないこと、及び電力系統の安定運用を阻害することが考えられる。

そこで、200kWシステムは、系統安定化策として最小限度の蓄電池を設置して、既存ディーゼル発電機の軽負荷運転の防止、台数制御頻度の緩和などの協調運転を行いつつ電力を供給するシステムとした。

また、昼間太陽光発電で発電した電力を貯蔵し、夜間のピーク負荷時間帯に出力する、いわゆるピーク負荷対応用電源としても活用することができる。

200kWシステムは、図3に示す沖縄県那覇の西方約40kmに位置するケラマ諸島の一つである渡嘉敷島（北緯26°13'、東経127°22'）に建設し、図4に示すように沖縄電力渡嘉敷発電所の電力幹線の一つに接続した。ケラマ諸島では同発電所が海底ケーブルなどで電力を供給しており、ディーゼル発電の規模は500kW×1台、300kW×3台である。

50kWシステムは、交流側並列運転用として改造し系統に接続した。発電規模が小さいこととディーゼル発電所

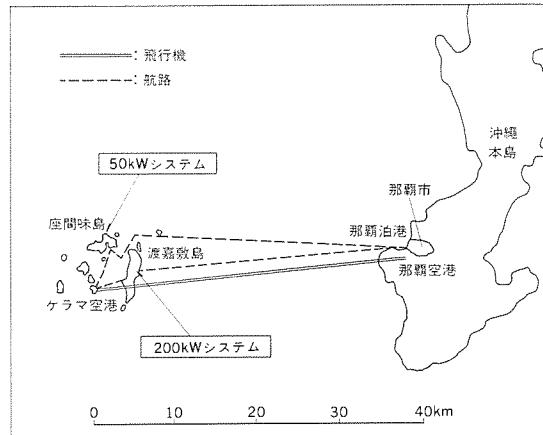


図3. 太陽光発電研究設備の位置図

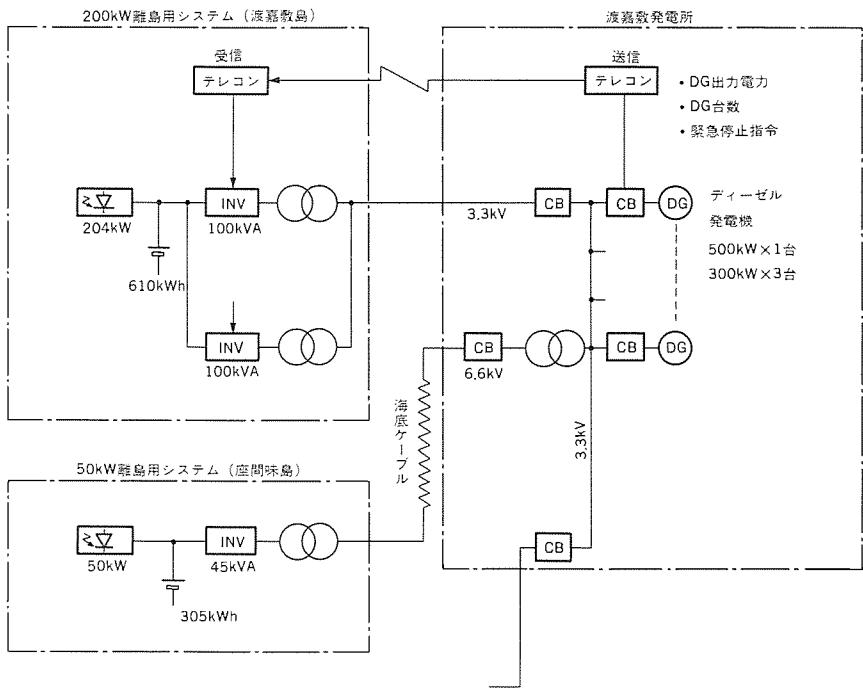


図 4. 配電系統

と海を隔てて数km離れた位置にあることから、現有の蓄電池をそのまま使用し日射変動に伴う太陽光発電アレー出力の急変を蓄電池に吸収させ、ディーゼル発電機の運転状況とは無関係に、平均的に日射追従で配電系統へ出力させるシステムとした。

200kWシステムの直交変換装置は、アレー出力が少ないとき及びアレー出力が多いときでもディーゼル発電機の軽負荷運転防止のため、発電出力をセーブした運転を行う必要がある。この場合の直交変換装置のシステム効率の向上を図るべく2系列構成とした(図5、表1)。

本稿では200kWシステムの概要について紹介する。

3. 光発電アレー

光発電モジュールは、シリコン単結晶型1,885枚、シリコン多結晶型1,944枚である。

モジュール1枚当たりの平均的な電気特性は、標準状態(1kw/m², 28°C, AM [Air Mass] 1.5)で最大出力53W, 最適動作電圧20~22Vである。このモジュールを16~18枚直列に、225回路並列に接続した。平均的なアレーの特性は、最適動作電圧が標準状態で357V、動作時(1kw/m², 気温28°C, 風速1m/s)で312Vである(表2)。

アレー架台は、夏期の電力需要増大に対応させること、傾斜角の低い方が風荷重に対して有利なこと、また傾斜角の低い方が同一架台間隔に対し影による損失が少ないとなどから、緯度角26°に対して傾斜角を16°とした。モジュールは、寸法406又は447mm×1,216mmを縦方向配置で3段×平均

149列を1ブロックとして南北に約8.5ブロック配置した。架台間隔については、間隔が狭いと北側に配置された架台は南側に配置された架台によって、太陽光を遮られその影のために発電能力を失い、また間隔を広げ過ぎるとアレーフィールドの面積が大きくなり実用的でなくなる。過去の気象データを基にして、架台間隔と発電量の低下状況のシミュレーションを行った。この結果に基づく用地面積と影による損失との相関、並びに保守点検時の通路も考慮してアレー架台間隔は1.5mとした。なお、このときのアレーの影による発電損失は、年間で1%程度とわずかである。

建築基準法施行令による風荷重の算定式では、地理的条件、地表面の状況などに無関係に一律に地表面からの高さのみによって速度圧を決定しているため、台風襲来の多い沖縄地方、特に今回の設置サイト(丘陵地で、しかも東側は海に面したがけ(崖)である)にそのまま適用するのは問題があると考えられる。このためアレー架台は建築物荷重指針(日本建築学会)の算定式を採用し、設計速度圧を263kg/m²(瞬間最大風速65m/s相当)とした。

耐塩・耐風対策については、50kW研究設備の実証試験結果を十分に反映させ、架台構造の簡素化及び耐塩処理を実施した。

4. 蓄電池

蓄電池は、サイクル使用に適し長寿命(クラッド式特殊陽極板の採用)などの特徴のある太陽光発電用クラッド型鉛蓄電池1,120Ah(10h)を136個直列(272V)に、更にこれを2並列接続で設置した。したがって、設備容量は10時間率で610kWhとなる。日射変動による光発電アレー出力の急変をこの蓄電池で吸収することにより、直交変換装置の出力変動が緩和され、系統側への悪影響を防止する。蓄電池容量は、50kW研究設備における実証結果から、短時間の日射変動幅を最大80%と見なし、そのときの蓄電池の最大充放電電流0.25

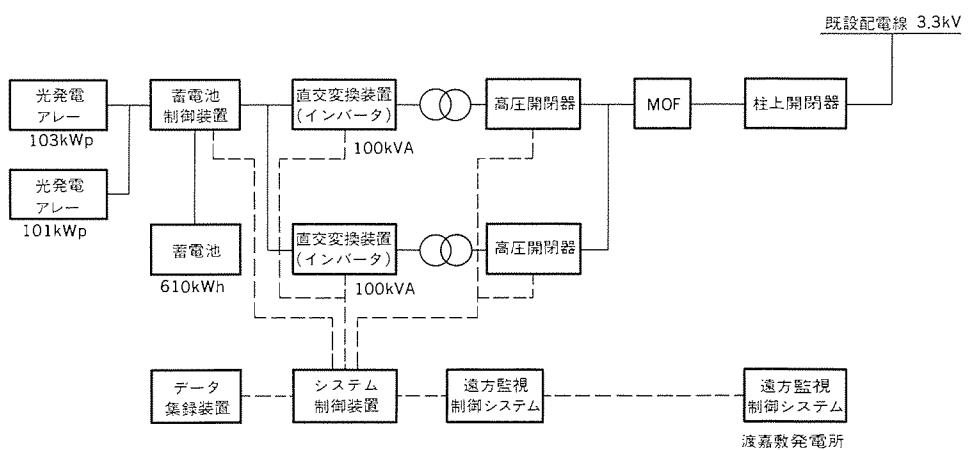


図 5. 200kWシステムの構成ブロック図

表1. 200kWシステムの概略仕様

光発電モジュール	最大出力	204kW (標準時28°C)
	最適動作電圧	平均357V (〃)
	開放電圧	平均444V (〃)
蓄電池	容量	610kWh (2×1,120Ah-10HR)
	電圧	呼称272V
	容量	2×100kVA
	DC入力電圧	250~450V
直交交換装置	方式	自励PWM方式
	制御方式	無効電力0制御及び蓄電池による出力変動緩和制御
	変換効率	定格時94% (変圧器、フィルタ、制御損失を含む)
交流出力	電圧	三相3.3kV
	周波数	60Hz
年間発電電力量		189,316kWh
敷地	敷地面積	約3,879m ² (駐車場、進入路を除く。)
	アレー用地面積	約2,935m ² (周囲の点検通路を含む。)
高調波電圧ひずみ率		総合2%以内
連系電圧範囲		±5%以内
保護装置		過電流、過電圧、不足電圧、周波数異常、地絡、逆圧保護

表2. 光発電モジュールの概略仕様

光発電モジュール	形式	単結晶	多結晶
	変換効率 (モジュール効率)	平均10.5%	平均10.1%
光発電アレー	枚数・接続	1,885枚、16~17S×117P	1,944枚、18S×108P
	モジュール総量	97.5kW _p	106.9kW _p

C (C: 10HR容量) を下記の試験結果から限界として設定した。また、上記の蓄電池容量は若干の電力貯蔵が可能であるので、ピーク負荷対応などに活用することとした。

(1) 0.5Cのサイクル寿命試験の結果、寿命回数は650~750サイクルであった。これは0.25C以下の充放電電流での期待寿命2,000サイクル

（放電深度50%）に対して約1/3である。サイクル使用する蓄電池において、極板活性物質は、常時膨脹収縮を繰り返すため、使用につれて活性物質の脱落が進行し容量が低下する。0.25Cを超える充放電サイクル使用においては、この現象が加速されることが上記寿命試験及び試験後の解体調査により明らかとなった。

(2) 0.43Cの放電試験の結果、最低直流電圧245V (1.8V/セル) に達するまでの放電容量は、10HR容量の42%であった。

蓄電池の保有電気量は、蓄電池に流入又は流出する電流の時間積分値 (Ah量) により推定し、その保有電気量に応じて直交変換装置の出力を制御し、保有電気量は、30~95%の間（放電深度70%のとき、充放電サイクル寿命1,600サイクル）で運用するものとした。

5. 直交変換装置

直交変換装置に関し、主回路構成及び適用スイッチング素子などの比較検討を行った。その結果、現状において最も実用的なパワートランジスタによる3φPWM (パルス幅変調) 方式を採用した。交流出力電圧は、変圧器と組み合わせて既存の配電線に直接接続できるよう3φ3.3kVとした。このシステムは、蓄電池容量が光発電アレー総量に対して比較的小ないため、直交変換装置は光発電アレー出力の全量を系統へ送り出す容量が必要であるため、その容量を200kVAとした。高調波フィルタ設備は、配電系統側との共振（5次）を避けるため、系統側へ直列リアクトルを挿入したT形のフィルタ構成とした。

電気室内機器の冷却は耐塩害対策のため、ヒートパイプ式熱交換器を使用し外気と遮断した内部循環強制風冷方式を採用した。直交変換装置は、定常運転時において、図6の制御ブロック図に示すように電圧制御によって無効電力零制御を行うとともに、システム制御装置からの出力電力指令値に応じて系統との位相を制御し出力電力制御を行う。なお、各種の特性試験のため蓄電池無しの運転も可能なものとした。

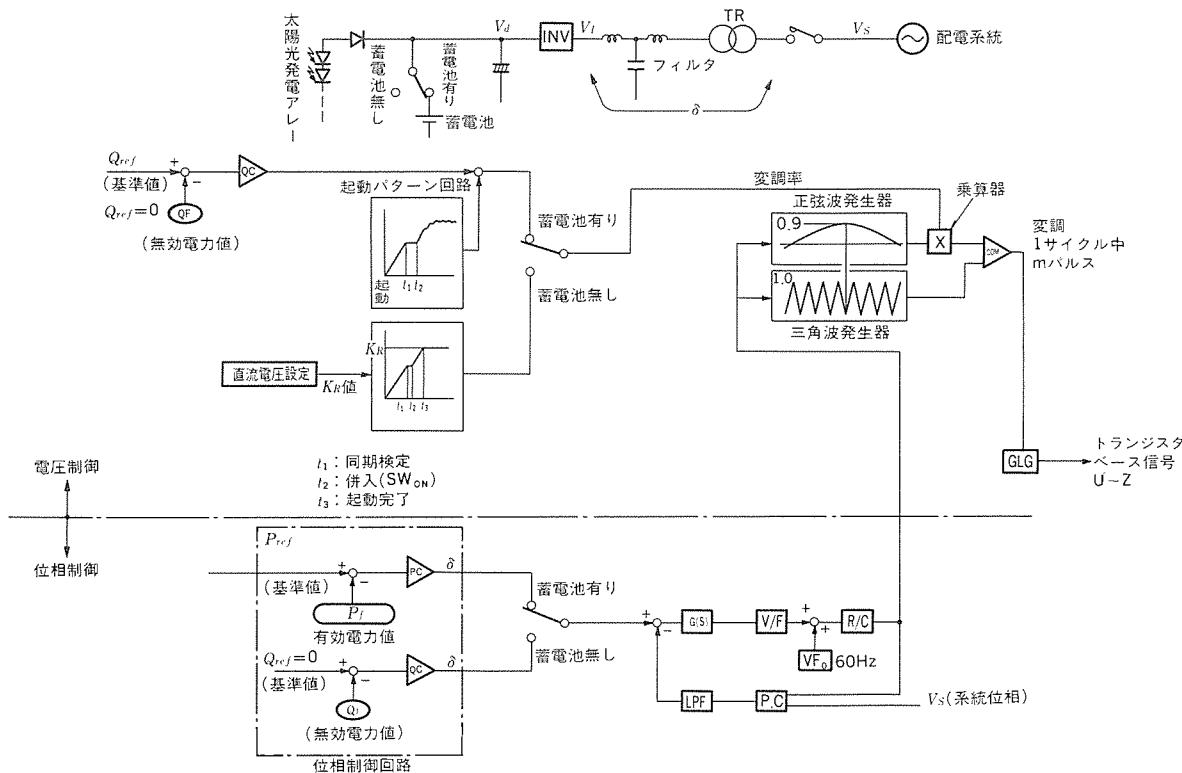


図6. インバータの制御ブロック図

6. システム運用

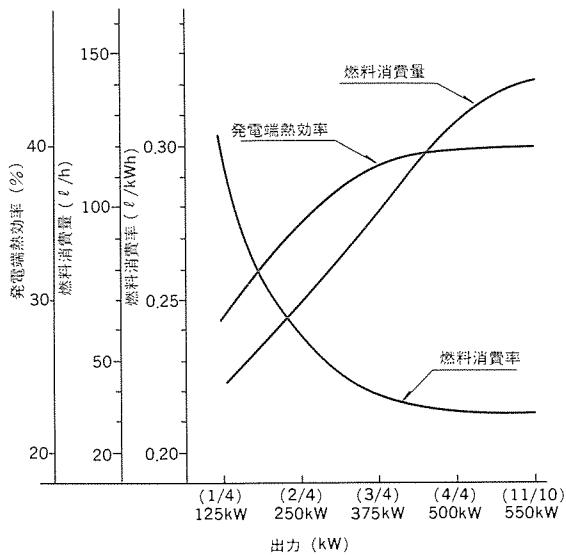


図 7. ディーゼル発電機の特性例

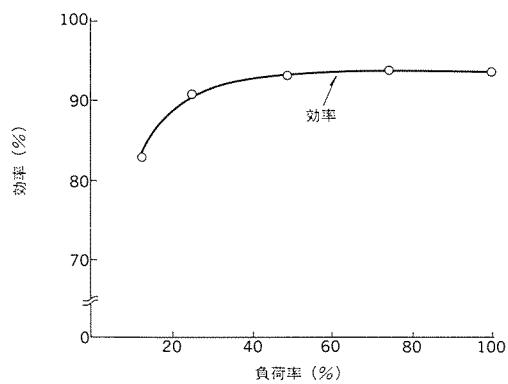


図 8. 直交変換装置の特性

ディーゼル発電機は、負荷率の低下とともに図 7 の代表的な特性に示すように燃料消費率 (ℓ / kWh) が急に増加する。また、負荷が極端に軽くなり定格容量の 30% を下回ると内燃機関側の問題も発生するおそれがある。したがって、ディーゼル発電所では負荷量に応じて発電機の運転台数を制御し、電力系統の安定運用の範囲においてできるだけ高負荷率で運転するよう運用している。例えばディーゼル発電機の負荷率が規定値以上となれば運転台数を増加させ、逆に負荷率が規定値以下となれば運転台数を減少させる。このディーゼル発電系統に太陽光発電を併入し、光発電アレー出力をすべて日射追従で系統に供給した場合には(特に 200kW システムは、ディーゼル発電機容量に対して容量比率が高いため)、日射急変時の出力変動によってディーゼル発電機の台数制御頻度が増加し、運用上の問題となる。

そこで、系統安定化のために設置した蓄電池を活用し、200kW システム側でディーゼル発電機の台数制御頻度の緩和、軽負荷運転防止などの制御を行い、ディーゼル発電機の出力状況に応じた協調運転を行うシステムとした。太陽光発電の利用率を低下させることなく上記の協調運転を実現し、また無人による自動運転を前提に、システムの運用法の検討を行った。基本的な 200kW システムの運用法は、以下のとおりである。

- (1) 日中は、日射急変に伴う光発電アレー出力の変動を蓄電池に吸収させ、定常的には光発電アレー出力量に応じて直交変換装置の出力をゆるやかに変化させ、平均的に日射追従で系統に出力する(電圧・周波数変動の緩和、蓄電池容量の低減)。
- (2) 日中、蓄電池が平均的にやや充電方向となるように、蓄電池の保有電気量に応じて直交変換装置の出力を制御する(光発電アレーとの電圧整合に伴う利用率の向上)。
- (3) 日中、ディーゼル発電機出力を規定範囲の負荷率に維持できるように、直交変換装置の出力を制御し、ディーゼル発電機の負荷率の向上、台数制御頻度の軽減などの協調運用を行う(燃料消費量の低減、電力系統の安定運用とディーゼル発電機運転員の負担軽減)。
- (4) 日没後、蓄電池を活用しディーゼル発電機の負荷率が追加起動レベル以下になるように、直交変換装置の出力で補う(夜間のピー

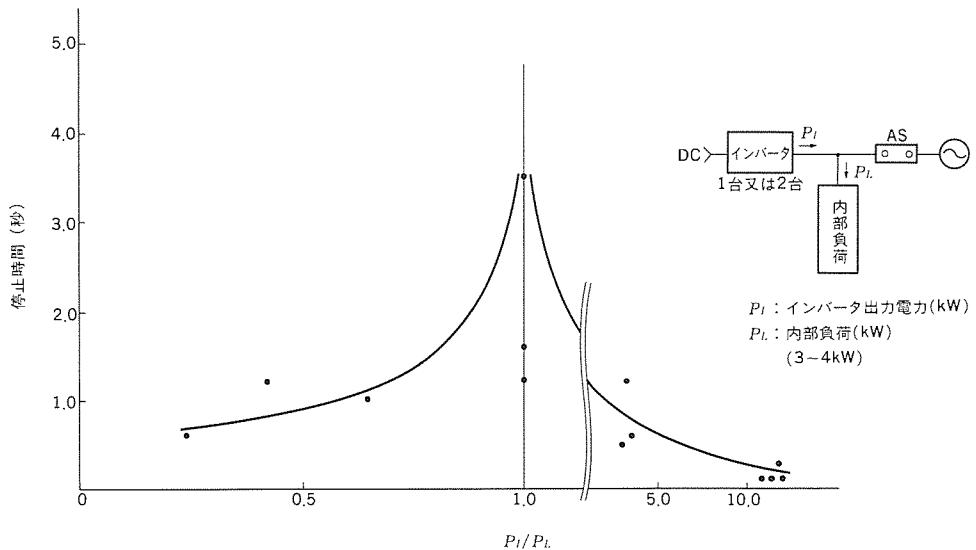


図 9. 逆圧保護停止特性(出力依存性)

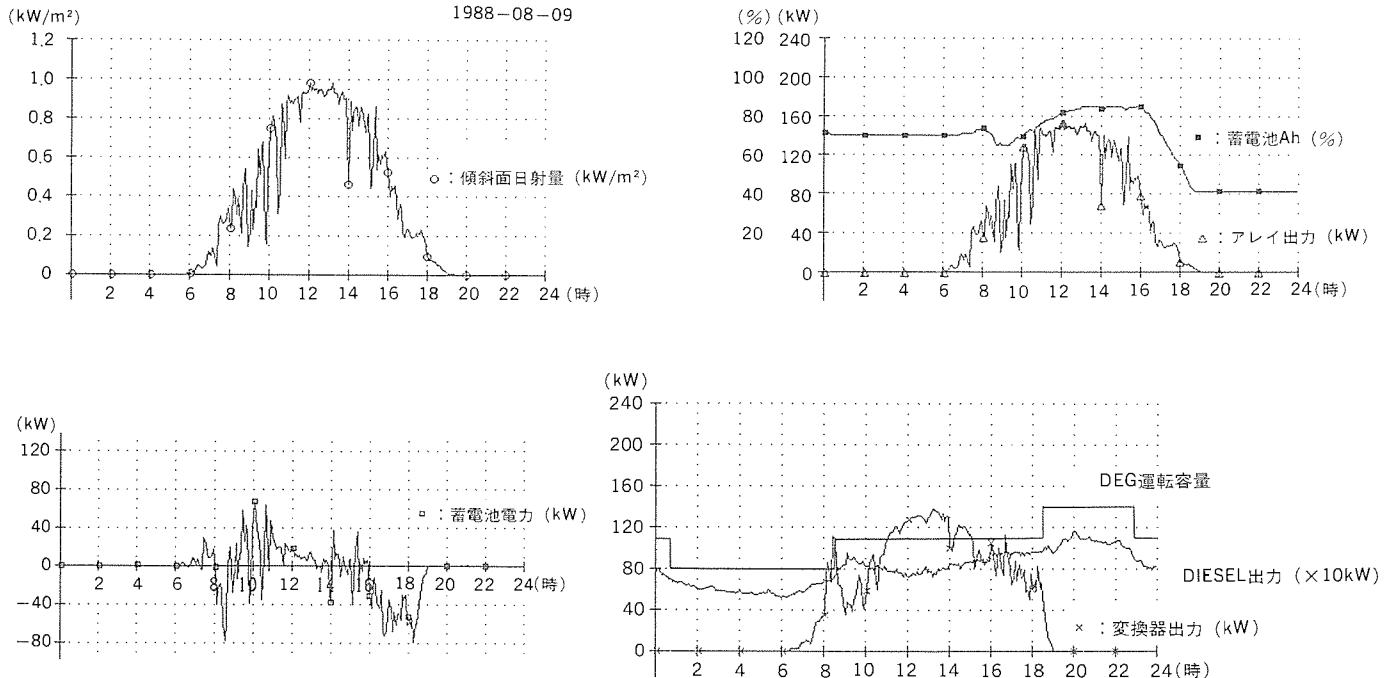


図10. 200kWシステムの運転状況

ク負荷対応による燃料消費量の低減)。

- (5) ディーゼル発電機1台運転時は、負荷率が規定値以下とならないように直交変換装置の出力を減少させる(軽負荷運転の防止)。
- (6) 直交変換装置の出力が少ないとときは、1系列で運転する(システム効率の向上)。
- (7) 数か月1回、深夜のディーゼル発電機の軽負荷時に直交変換装置を整流モードで運転して、系統からの電力で蓄電池の均等充電を行なう。

7. 試験結果

7.1 直交変換装置特性

負荷を変化させたときの直交変換装置の効率測定結果を図8に示す。効率計算には、インバータの制御損失、及びインバータ出力変圧器の損失、フィルタ損失を含め、定格負荷時に約94%、1/10負荷時に約82%の効率が得られた。

7.2 逆圧保護停止特性

太陽光発電システムを配電系統に接続し、運転中に計画停電などの理由によって電力系統が開放された場合には、太陽光発電システムで配電系統を逆充電することになる。そこで、保安上、太陽光発電システムを速やかに停止せざることが要求される。

電力系統の開放を太陽光発電システム側で検出し、システムを停止させるまでの時間の出力依存特性を測定した結果を図9に示す。インバータの出力電力 P_i と開放後にインバータが受け持つ負荷電力 P_L がバランスし、 $P_i \approx P_L$ なる場合に停止までの時間が最も長くなるが、このときの試験では約4秒で停止した。

7.3 実運転状況

200kWシステムの日間の実運転状況の一例を図10に示す。光発電アレー出力の急変を蓄電池に吸収しつつ、午前中は蓄電池がやや充電方向となるよう平均的に日射追従で発電出力が制御されている。8時と16時の段階でディーゼル発電機出力が追加起動レベル近くまで上昇したため、この出力を維持する方向に蓄電池の放電電力で変換装置の出力を増加させている。その後、ディーゼル発電機が追加起動されたため、変換装置出力を元の日射追従の出力まで減少させている。

8. むすび

中小規模の離島のディーゼル発電システムに比較的規模の大きな太陽光発電システムを接続し、実負荷に電力を供給する実証試験は世界初の試みでもあり、注目されている。

今後、この研究設備による運転研究の中で、システム運用制御の研究、最適システム構成の研究などを行い、太陽光発電の実用化の方向性を明らかにしていく所存である。

最後にこの研究開発に当たって御教示、御尽力をいただいた新エネルギー・産業技術総合開発機構始め、関係者各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 熊野ほか：太陽光発電離島用電力供給システム、三菱電機技報、60, No. 2 (昭61)

新交通システム用リニアモータ

大濱茂也* 地蔵吉洋* 浅野裕美子* 平尾新三* 小野和美**

1. まえがき

リニアインダクションモータ推進による新しい輸送手段が、小断面地下鉄や新交通システム用として近年大いに注目を集めている。リニアインダクションモータ（以下リニアモータと記す）駆動は、リニアモータとリアクションプレート間の電磁作用により直接推進される非粘着駆動のため、急こう配登坂や高加減速性能が容易に得られること、及び車輪やレールの摩擦が小さいこと、更には、リニアモータ自体が偏平薄型でギア装置が不要なため、車両の低床小型化が可能であること、及び走行中の低騒音化が可能なことなど種々の特長があり、従来の輸送システムに比べ多くのメリットを持っている。

ここでは、リニアモータ新交通システムの実用化に向けて種々の特性検証のため、埼玉県熊谷市で開催された「'88さいたま博覧会」会場内に設けられた試験線を用いて走行試験を実施したので、その結果について述べる。

2. 試験設備の概要

2.1 リニアモータ試験車両

試験車両は、VVVFインバータ制御による車上一次、地上二次方式（車両側に一次コイル、地上側にリアクションプレートを配置する方式）のリニアモータ駆動方式であり、在来鉄道と同様、鉄車輪、鉄レールにより案内され走行する。車両は12m車2両固定編成で、両端に運転台が設置されている。この車両は、リニアモータ駆動方式であり、その偏平薄型な構造及びギア装置不要という特長を生かし、車両高さは3,020mmとコンパクトな車両としている。車両の外観を図1に、主要諸元を表1に示す。

2.2 リニアモータ

リニアモータは1時間定格出力65kWであり、自然冷却方式を採用した。このための手段として、コイル断面を大きくし、一次抵抗値を下げて銅損を小さくすることにより発熱量を抑え、同時に、コイルエンドカバーに冷却効果を高めるための通気孔を設けている。また、コアバックは冷却面積を大きくするため、長手方向に多数の溝を設けている。以上の施策により、自然冷却方式であるにもかかわらず、リニアモータ重量は1台当たり850kgと軽量化されている。リニアモータの外観を図2に、主な仕様を表2に示す。

リニアモータは、インサイドジャーナルに支持された前後2本のヨークに合計3本のリングでつ（吊）り下げられており、直接車軸には取り付いていないため、両端部が切れ込んだスマートな形状をしているのが特長である。

2.3 VVVFインバータ装置

VVVFインバータ装置は、PWM方式の可変電圧可変周波数制御を行っており、高耐圧大容量のGTOサイリスタを用い、4台のリニアモータを並列駆動している。最大容量は1,240kVAである。

トルク制御方式としては、低・中速域では、すべり周波数一定と



図1. リニアモータ車両の外観

表1. 車両の主要諸元

項目	諸元
寸法	車体長さ 12,050mm
	車体幅 2,480mm
	車体高さ 3,020mm
	台車中心間距離 8,600mm
	軸距 1,700mm
	車輪径 520mm
	軌間 1,435mm
重量	定員 105人（内座席28人）/両
	自重 約15.0t/両
	乗車時 約21.3t/両
性能・方式	最大軸重 7.5t/軸以下（無通電時）
	加速度 3.2 km/h/s
	減速度 常用3.5km/h/s、非常4.0km/h/s
	最高速度 70km/h（試験時は60km/h）
台車方	最小通過曲線半径 30m
	方式 半強制車軸操舵、2軸ボギー台車
	電方式 DC750V 刚体単線式
	運転方式 ワンマン運転方式
駆動方式	リニアインダクションモータ（LIM）方式
	VVVFインバータ方式
制御方式	LIM回生ブレーキ、直通空気ブレーキ（ディスクブレーキ）及び電磁吸着ブレーキ
	ブレーキ装置

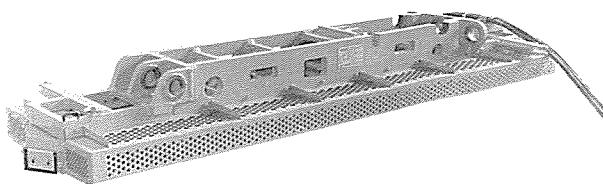


図2. リニアモータの外観

表2. リニアモータの仕様

項目	仕様
定格の種類	1時間
定格電圧	AC3φ 550V
定格周波数	22Hz
定格電流	195A
出力	65kW
極数	8P
全長	約2,270mm
全幅	約630mm

表 3. VVVFインバータ装置の仕様

項目	仕様
インバータ方式	可変電圧可変周波数、パルス幅変調方式
最大出力容量	1,240kVA
定格出力電圧	AC550V
相数	三相
出力周波数	0~55Hz
トルク制御	直線加速域 VVVF定トルク制御 高速域 CVVF定電圧制御
力行時	高速域 CVVF回生ブレーキ制御 低速域 VVVF回生ブレーキ制御
ブレーキ時	GTO(ゲートターンオフサイリスタ) 2,500V 2,600A
インバータ部半導体	インバータ装置 フロン沸騰冷却(自冷) リアクトル装置 自然冷却
冷却方式	

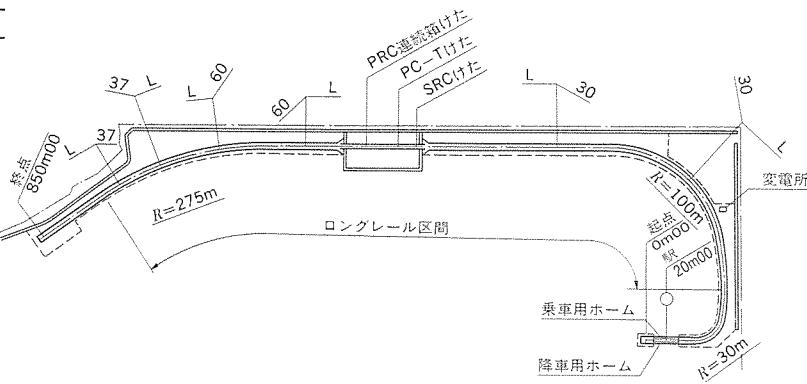


図 3. 試験線の概要

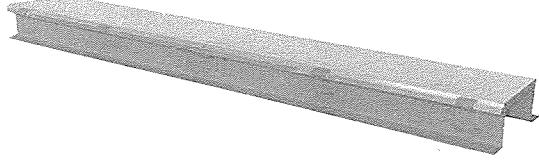


図 4. リアクションプレートの外観

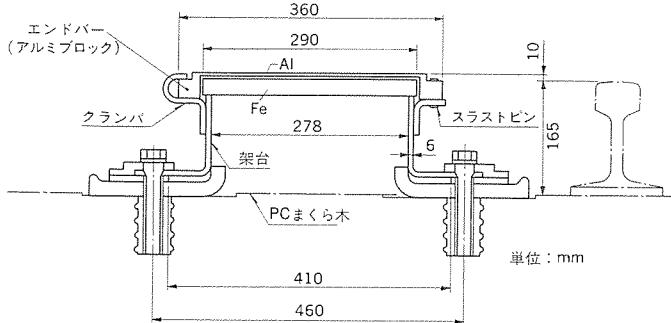


図 5. リアクションプレートの断面形状

し電圧による定トルク制御を行い、高速域では、すべり一定となるよう制御を行っている。

制動時には、リニアモータによる非粘着駆動（制動）を生かし、停止寸前まで電気制動力を最大限利用するために、0周波数固定方式（インバータ周波数をマイナスにせず0Hzで固定する。）を新しく採用した。この方式は、リニアモータ用として検討されている逆相制動の問題点である0速度付近での逆力行、及び正相から逆相への切換え時のトルクショックによる乗り心地の悪化を改善するもので、正相領域を最大限利用することにより、完全停止の確保及び空気ブレーキとの円滑なブレンディング特性を得るものである。VVVFインバータ装置の主な仕様を表3に示す。

2.4 試験線

試験線は単線式で全長850mである。この試験線では、車両の小曲線通過時の走行安定性、急こう配線区の登坂、走行性、高架区間走行時の騒音などを検証できるよう考慮した線形になっている。

なお、この試験線は昭和63年3月19日から5月29日に埼玉県熊谷市で開催された「'88さいたま博覧会」会場内に建設され、博覧会開催前の1月初めから2月末にかけて走行試験を実施した。試験線の路線図を図3に示す。

起点側にプラットホームがあり、ホームを出た直後に半径30mの小曲線がある。その後、半径100mの曲線があり途中からは30%の登りこう配に入り、高架平たん部の約230mの直線へと続いている。直線部の後半には全長約80mの高架橋がある。高架橋を出た所から60%下りこう配となり、その後半径275mの曲線がある線形となっている。

また、試験線には二次側にあたるリアクションプレートが布設さ

れている。リアクションプレートは、リニアモータ特性の向上を図るため、両サイドにアルミブロックを取り付けたエンドバー式リアクションプレートとしている。試験線には、レール間にリアクションプレートが全長にわたって布設されており、その基本寸法は幅360mm、Alの厚さは4.5mm、二次鉄心の厚さは25mm、1枚当たりの長さは約2.5mである。

このリアクションプレートの外観を図4に、断面図を図5にそれぞれ示す。

3. 試験結果

3.1 試験項目と試験条件

2両固定編成の状態で、荷重、リニアモータの空げきを変化させて種々の条件で走行試験を実施した。

鉄輪式リニアモータ地下鉄車両の実用性については、当社も参画した（社）日本地下鉄協会による「リニアモータ駆動小型地下鉄の実用化研究」により検証されたが、この試験線ではリニアモータ新交通システムとしての最小半径30mの曲線部通過特性、60km/h走行時の低騒音性の実証を含み、起動加減速性能、リニアモータや台車の強度や振動、リニアモータの温度上昇など種々の試験を実施した。今回は、その中で起動加減速性能及びリニアモータの強度を中心に述べることにする。

3.2 起動加減速性能

起動加減速性能については、空車で空げき11mm、積車では空げき11mm、7mm、13mmの3種類の性能を測定し比較した。図6に空げき11mm、積車時のオシログラムを示す。また、表4に積車時の各空げきでの起動加速度を示す。

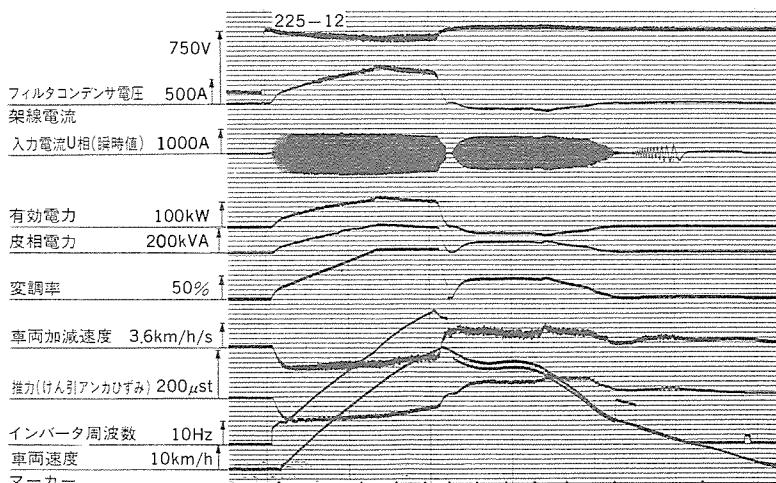


図 6. 測定オシログラム

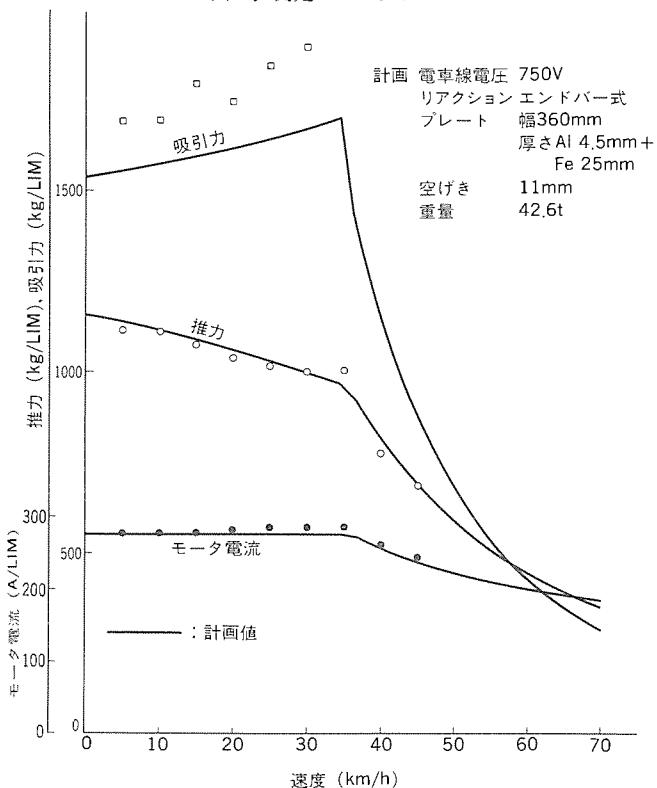


図 7. 力行電車性能

起動加速度は、標準空げきの11mmで3.2km/h/sであり、計画値を満足している。空げき変化に対する加速度の変化をみると空げき7mmでは3.5km/h/sでやや高く、空げき13mmでは3.0km/h/sとやや低くなっている。空げき1mm当たりの加速度の変化量は2~3%，0.075~0.1km/h/sであり、比較的小さな変化量であるといえる。

次に、標準空げきでのリニアモータの推力、モータ電流及び吸引力を計画特性と比較した結果を図7に示す。これによれば、推力はほぼ計画値に一致しており、所定の推力が得られている。モータ電流についてみれば、 V/f 終端^(注1)付近ではやや高めになっているが、

(注1)インバータ駆動車両では、低速時、モータ線間電圧とインバータ周波数の比が一定となるようVVVF制御（可変電圧可変周波数制御）を行っており、速度が高まるにつれ電圧、周波数とも増加する。一方、線間電圧は、架線電圧により生じ得る最大電圧があり、ある周波数以上では線間電圧が一定となる。この電圧が一定となる切り替わりの点を“ V/f 終端”と呼ぶ。

表 4. 起動加速度

荷重	空げき(mm)	加速度(km/h/s)
積車	11	3.2
積車	7	3.5
積車	13	3.0

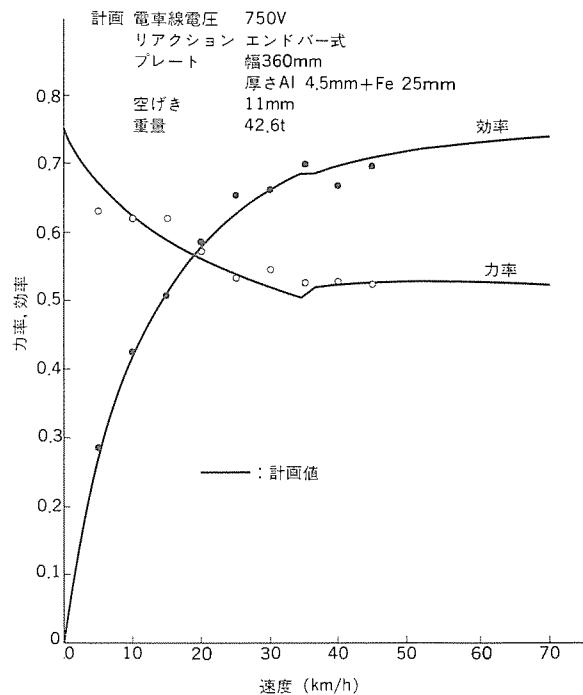


図 8. 力率、効率特性

ほぼ計画値に一致しており、推力と合わせて考えれば計画車両性能を十分満足していることが検証された。また、吸引力は最大1,900 kg/LIMで V/f 領域ではやや高めであるが、おおむね計画値と一致している。続いて、標準空げきでの力率、効率特性を図8に示す。

力率については、クランプ式電力力率計を用いて測定を行い、その結果を示している。実測値は、計画特性と非常によく合っており、

表 5. 平均減速度

荷重	空げき (mm)	減速度 (km/h/s)	
		B3	B5
積車	11	2.0	3.6
積車	7	2.1	3.7
積車	13	1.9	3.5

V/f 終端付近では約52%である。また、リニアモータの場合、 V/f 領域では力率は大きく変化するが、その傾向がはつきりと表れており、計算手法の妥当性が検証された。

効率については、多少のばらつきもあるものの計画特性とよく一致している。なお、 V/f 終端での効率は約70%である。

次に、ブレーキ性能について述べる。表5に積車の各空げきでの減速度をB5、B3ステップ（ブレーキ5、ブレーキ3ステップ）について示す。空げき11mmのとき、B5ステップでは減速度は3.6km/h/s（計画3.5km/h/s）、B3ステップでは2.0km/h/s（計画2.0km/h/s）と計画を満たしている。空げきを変化させた場合は、表5のように各ステップで±0.1km/h/sの減速度の変化はあるが、力行時に比べればその割合は小さく、実用上問題ないと考えられる。

また、B5ステップの回生性能を計画値と比較したものを図9に示す。ブレーキ力、モータ電流は、計画と非常によく一致している。吸引力についてはやや大きめであるが、その傾向をよく表している。また、今回新たに採用した回生ブレーキ終速時の0周波数固定方式についても検証を行った。その結果、高速から回生ブレーキにより減速を行うと、速度の低下に伴いインバータ周波数も減少し、速度約9.3km/hで0Hzとなり、そのまま0Hzに固定されている。このと

き、ブレーキの全速度領域において減速度は一定であり、終速時の不要な逆力行推力の発生もなく、円滑に空気ブレーキへ切り替わり停止している。停止時には空気ブレーキが100%立ち上がったことで完全停止が確保され、この方式の有用性が確認できた。

こう配起動特性については、30%と60%の各こう配で停車状態から平常力行ノッチで起動を行った。そのときの積車、各空げきでの起動加速度を表6に示す。この結果平常力行では、30%と60%の各こう配共起動及び加速を行っており、登坂性能は問題ないことが検証された。車両としては起動は可能であるが、加速度は30%上りこう配で約2/3、60%上りこう配で約1/3になる。また、今回の車両には高加速ノッチを設けていないため、試験は実施していないが、前述の平常力行時の結果から救援運転時の特性を推定すると、積車で積車を押し上げる場合、30%こう配では問題ないが、60%こう配では起動は不可能である。したがって、実用車では、路線形状によるが高加速ノッチを設ける必要があると考える。この場合、高加速ノッチを設けたとしても、リニアモータには何の支障もないことを一連の試験の中で確認している。

以上、起動加減速性能について述べてきたが、各試験結果は計画特性を十分満足しており、実用上何ら問題のないことが検証されるとともに、端効果^(注2)を含むリニアモータの性能設定に関する設計手法の妥当性が実証された。

3.3 リニアモータの強度

走行中にリニアモータに生じる振動加速度及び応力を表7と表8に示す。また、振動加速度と応力の測定位置を図10に示す。

リニアモータに生じる振動加速度は、表7に示すように空車と積車による差、あるいは積車での空げき変化に対する差は特には見られない。測定位置についてみれば、前後、左右方向は小さく最大で1.5G程度である。上下方向では、最大約4.4Gでリニアモータ先端に生じており、リニアモータ中心もやや高めであるが支持部では比較的小さく、特に1点支持側では小さい傾向にある。リニアモータ先端で1番大きいのは、フレームが小さくなっている剛性が小さいこと、及びオーバハンギングしていることによる影響であると考えられる。

次に、リニアモータに生じる応力は、表8に示すように小さく、強度上問題のないことが分かる。また、応力が高いのは力行及び回生時であり、吸引力による影響が大きい結果となっている。空車時と積車時では特に差は見られないが、積車時空げき7mmでは応力は若干高めになっており、吸引力による影響とみられる。

3.4 空げき変動量

リニアモータの前後にはギャップセンサを取り付けており、リニアモータとリアクションプレート間の空げき変動量を随时測定した。その結果、変動量は設定空げきを中心に最大6mm程度の幅でふれており、低速で走行したときと高速まで加速したときにかわらず同程度であり、力行や回生による空げきの変動は特には見られなかった。以上の結果からみて、リニアモータ自体やその支持方式、リ

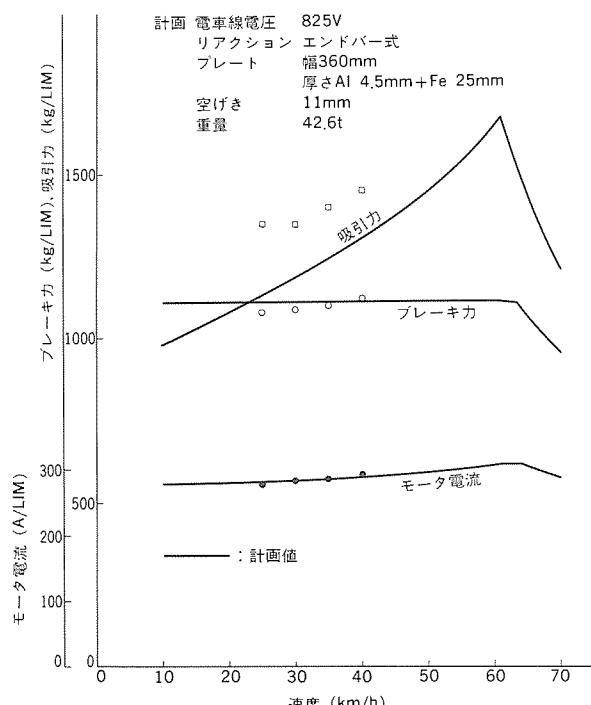


図9. 回生電車性能

表6. こう配起動加速度

荷重	空げき (mm)	加速度 (km/h/s)	
		30%	60%
積車	11	2.2	1.1
積車	7	2.5	1.4
積車	13	1.8	0.9

(注2)リニアモータは有限長であるため、リニアモータが進行すると二次導体は磁束のない状態から急速に磁束が立ち上がる。この現象は、モータの入口側だけでなく、出口側でも磁束の変化を妨げるよう電流が流れることで、リニアモータの磁束分布が一様でなくなり、モータ特性が低下（推力の減少、力率や効率の低下、モータ電流の増加など）する。これを“端効果”と呼んでおり、速度が高いほど、その影響が大きく、特性の低下が大きくなる。

表7. リニアモータの振動加速度 (単位: G, 0-P)

測定位置		荷重・空げき	空車 11mm	積車 11mm	積車 7mm	積車 13mm
A1	前後	1.20	1.38	1.25	1.13	
	左右	1.00	1.38	1.00	1.13	
	上下	1.65	1.75	1.75	1.75	
A2	前後	1.00	1.13	1.00	1.00	
	左右	1.38	1.45	1.50	1.45	
	上下	3.20	3.75	3.83	3.95	
A3	前後	1.25	1.20	1.00	1.00	
	左右	0.75	0.63	0.70	0.63	
	上下	2.63	2.75	3.00	2.50	
A4	前後	1.25	1.33	0.88	1.00	
	左右	1.13	1.00	0.88	1.00	
	上下	4.38	3.88	4.33	3.88	

表8. リニアモータの応力 (単位: kg/mm², 0-P)

測定位置		荷重・空げき	空車 11mm	積車 11mm	積車 7mm	積車 13mm
E1		0.32	0.42	0.48	0.42	
E2		0.21	0.21	0.27	0.32	
E3		0.08	0.11	0.04	0.08	
E4		0.17	0.17	0.08	—	
E5		0.53	0.53	0.63	0.53	

アクションプレートの布設方式など、特に問題のないことが確認された。

3.5 リニアモータの温度上昇

試験は積車標準空げき時に実施した。試験は、約5時間繰り返し走行を行い、編成中央寄りの1台のリニアモータに取り付けた熱電対により温度上昇を測定した。試験は路線形状の制約上、rms電流が117Aとやや低めの設定となったが、飽和温度上昇値を推定すると68degとなり、計画連続電流の145Aに換算すれば飽和温度は104degと推定できる。この値は、編成の中では温度的に苦しい中央寄りのリニアモータであること、熱電対による最高温度を用いていることを考えると、H種温度上昇限度の180degには十分入っており、温度的には問題のないことが確認された。

3.6 車内床面の漏えい磁束

車内床面でのリニアモータによる漏えい磁束密度を、走行中に測定した。その結果、積車時で最大3.6ガウスであり、空げき変動による漏えい磁束密度の変化は見られなかった。以上の結果から考えれ

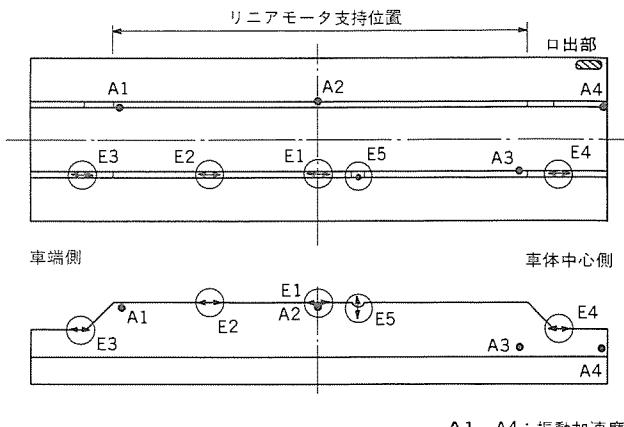


図10. 測定位置

ば、リニアモータによる車内の漏えい磁束密度は小さく、問題のないことが確認された。

3.7 その他の試験

以上のように、車両性能及びリニアモータに関する試験は、いずれも計画値を満足していることが検証された。

また、リニアモータ新交通システムとして大きな関心を集めている騒音、及び最小半径30mの曲線通過の試験も同時に実施された。試験の結果、騒音に関しては、図3に示す高架けた部を60km/hで走行中、10m側方の地点での騒音レベルは64dBAと十分低く、新交通システムに要求される低騒音性を実証した。

30m半径の曲線通過に関しては、速度32km/hでもきしみ音なしにスムーズに通過でき、車輪横圧、脱線係数とも問題ないことが検証された。

以上の結果から、道路に並設して軌道を建設できることが実証されたと考える。

また、これらの試験は博覧会終了後に再度実施した。博覧会期間中は一般公開試乗を行い、72日間で約35万人の試乗があり、延べ11,000kmを走行している。この博覧会終了後の試験においても低騒音が確認され、その他の種々の性能についても変化のないことが確認された。

4. むすび

以上、新交通システム用リニアモータ車両の概要、及びその車両による試験結果を紹介したが、起動加減速性能をはじめ、リニアモータの強度、温度特性や漏えい磁束密度、及び低騒音性や小曲線通過時の走行安定性など、多岐にわたって問題のないことが検証され、実用化レベルに達していると考えている。

最後に、このシステムの1日も早い実現を望むとともに、御指導御協力いただいた関係各位に深くお礼を申し上げる次第である。

ハイアメニティのためのビル用マルチエアコン 《シティマルチ インバータYシリーズ》

浜 宏明* 石川孝治* 富樫建二** 中島康雄** 福嶋章雄**

1. まえがき

今日、ビル用パッケージエアコンは、マルチタイプ化が進展し、さらにシステム化が重要となっている。新しい世代が創造されようとしているこの時期に《シティマルチYシリーズ》を開発した。以下は、この開発の中心テーマ、すなわちハイアメニティ実現のための技術課題とエアコンの必要機能、及びこれらを解決させた各要素技術についての報告である。

2. オフィスアメニティの課題

空調機の歴史を機器メーカーの立場で振り返ると、冷凍機の応用としてスタートした時期を第一世代、これをパッケージ化した時期を第二世代とすれば、用途対応で多種多様な形態のエアコンをそろえたのが第三世代と見ることができる。しかしながら、この流れは、空気調和の一つの要素である冷暖房にのみ注力してきたくらいがある。セントラル主導のビル空調が、今日ビル用タイプのパッケージエアコンを注目するようになったのは、維持費の観点からの個別分散と、トラブルに関する管理面からの危険分散にあり、基本機能である居住に適した空気環境の提供に基づくニーズではないことに留

意する必要がある。

かかる観点からの今後の空調機は、人(Human)と建物(Architecture)とのバランスにおける空質(Air-quality)のコントローラであるべきで、上記第三世代と一線を画する意味で、第四世代に位置付けられる。

第四世代のキーワードとしてハイアメニティがあり、空調機能に限定すれば、まず最低限の快適指標の達成と温湿度制御のレベルアップ、除臭があり、おおいコントロールや空質成分コントロールといった大自然への志向、健康空調志向へと続く。ここで焦り(眉)の急は、多くのビルが満足できていない、ビル管理法や建築基準法で定める基準(表1参照)の達成と、達成した状態が変動することなく一定値を維持できるようにすることにある。

3. システム構築のコンセプト

以上の課題をもとに空調システムの構築の考え方を整理すると、図1のように表せる。

(1) まず、換気により空気の質を整える。

CO₂濃度やじんあい濃度について基準を満足するためには、また、おいを除去するためには、換気が基本的手段である。しか

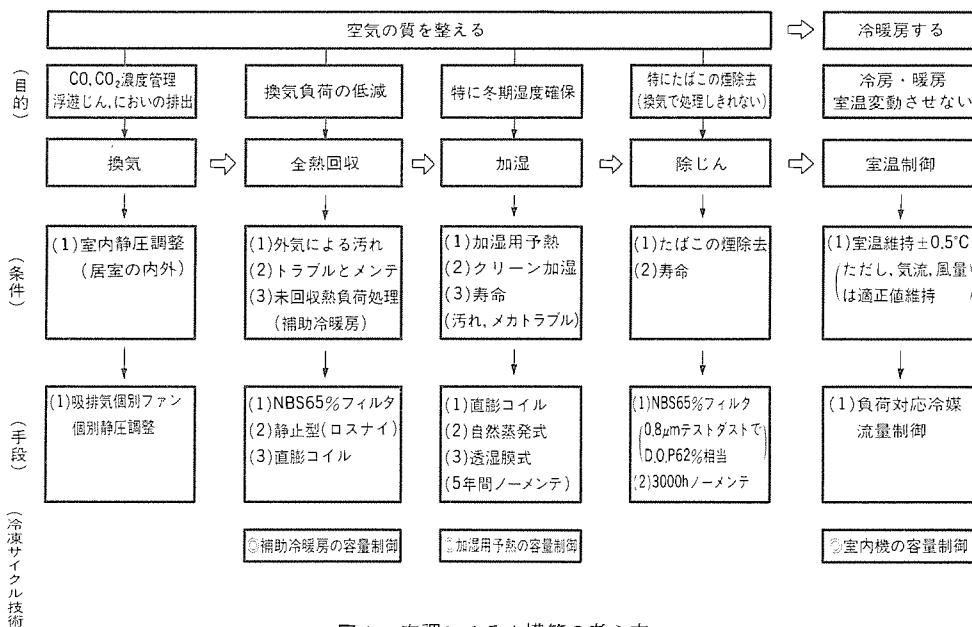


図1. 空調システム構築の考え方

表1. 居室における空気の条件 (ビル管理法、建築基準法)

(1) 浮遊粉じんの量	空気1m ³ につき0.15mg以下
(2) CO 含有率	10ppm (100万分の10) 以下
(3) CO ₂ 含有率	1000ppm (100万分の1,000) 以下
(4) 温度	(1) 17°C以上28°C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。 ^(注1)
(5) 相対湿度	40%以上、70%以下
(6) 気流	0.5m/s以下

- 注(1) 指標として冷房時の室内外温度差は7deg以下とされている。
(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。

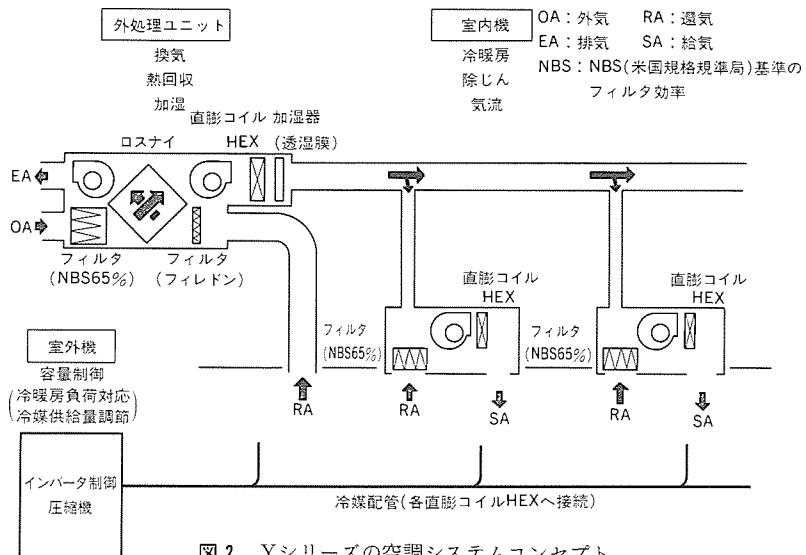


図2. Yシリーズの空調システムコンセプト

表2. 室内ユニット群

外観	容量		形名	能力		外観	容量		形名	能力	
	形番	HP		冷房	暖房		形番	HP		冷房	暖房
天吊りカセット型 (MKシリーズ)	25	1	PLHY-25MK-(N)A	2,500	2,800	ビルトインカセット型	25	1	PDHY-25K-(N)A	2,500	2,800
	32	1.25	PLHY-32MK-(N)A	3,150	3,550		32	1.25	PDHY-32K-(N)A	3,150	3,550
							40	1.6	PDHY-40K-(N)A	4,000	4,500
							50	2	PDHY-50K-(N)A	5,500	5,600
							63	2.5	PDHY-63K-(N)A	6,300	7,100
							100	4	PDHY-100K-(N)A	10,000	11,200
天吊りカセット型 (EKシリーズ)	32	1.25	PLHY-32EK-(N)A	3,150	3,550		125	5	PDHY-125K-(N)A	12,500	14,000
	40	1.6	PLHY-40EK-(N)A	4,000	4,500	天井埋込型	63	1.25	PEHY-63K-(N)A	6,300	7,100
	50	2	PLHY-50EK-(N)A	5,000	5,600		125	5	PHHY-125K-(N)A	12,500	14,000
	63	2.5	PLHY-63EK-(N)A	6,300	7,100						
	71	3	PLHY-71EK-(N)A	7,100	8,000						
	125	5	PLHY-125EK-(N)A	12,500	14,000						
天吊りカセット型 (HKシリーズ)	25	1	PLHY-25HK-(N)A	2,500	2,800	天吊り型	40	1.6	PCHY-40K-(N)A	4,000	4,500
	32	1.25	PLHY-32HK-(N)A	3,150	3,550		50	2	PCHY-50K-(N)A	5,000	5,600
	40	1.6	PLHY-40HK-(N)A	4,000	4,500		63	2.5	PCHY-63K-(N)A	6,300	7,100
	50	2	PLHY-50HK-(N)A	5,000	5,600						
	63	2.5	PLHY-63HK-(N)A	6,300	7,100						
	71	3	PLHY-71HK-(N)A	7,100	8,000						
	125	5	PLHY-125HK-(N)A	12,500	14,000						

注(1) 室内・外機の冷・暖房能力はJIS条件における値を示す。

(2) 外気処理ユニットの冷・暖房能力には、ロスナイでの熱回収能力を加算している。

しながら、換気は大きい冷暖房負荷を伴い約2倍の冷暖房機を要するため、熱回収換気（全熱回収）が不可欠となる。熱回収の効率は、高いものでも60%強ゆえ、換気の十分条件としては、更に未回収熱負荷分の冷暖房手段も必要となる。

(2) 冬期の換気は、導入外気に適正量加湿

乾燥の要因は、絶対水分量の小さい外気導入が最大の要因ゆえ、外気を加湿して導入することが加湿の基本といえる。上記熱回収換気を併用するならば、未回収水分量相当の加湿量がベースとなる。しかしながら、これだけでは加湿は不十分で、建材の吸湿、すき間からの漏湿がある。これらに相当する絶対水分量を導入外気に保させるためには、いったん外気を昇温し空気中の絶対水分量を多くしておいて室内空気に拡散させる必要がある。

(3) 換気で対処しきれないとばこの煙はエアコンで除去

喫煙は、室内のじんあい濃度を急速に上昇させる。これを換気で処理しようとすると換気量が一般の倍以上になる場合がある。したがって、各エアコンでの集じんが必要となる。たばこの煙は、粉じん粒子としての中位径は $0.72\mu\text{m}$ と言われており、これらの補そくにはクーロン力を応用した電気式集じんか、D.O.P法（テストダスト

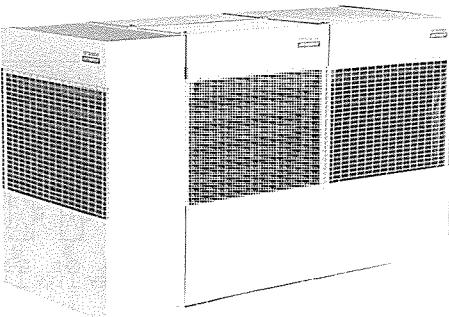


図3. トップフロー型室外機の連続集中設置の外観

$0.8\mu\text{m}$ ）で60%以上のフィルタ（比色法ではNBS65%）が必要となる。そして、これらの集じん手段は、冷暖房とは無関係に稼働しなければならない。すなわち、換気とともに集じんのためのエアコンの送風運転は、空気調和の基本として位置づける必要がある。

(4) そして室温を均一に制御する。

温湿度分布を均一にすることもさることながら、温度の変化を可能な限り抑える必要がある。一般に温度調節は、サーモ発停方式や風量調節が用いられているが、室温変動や気流変動、あるいは前述の集じん効果にも影響を及ぼす。したがって、室温維持のための温度調節は、各々のエアコンが、適正気流・風量を維持したままでの冷暖房能力調整機能を持つ必要がある。

4. Yシリーズのコンセプト

当社のオフィスビル用マルチエアコンは、上記観点から図2に示すシステムを基本としている。

冷暖房機能を分担する冷凍サイクルは、複数台室内機の個別運転と同時に、前述の冷暖房運転に係る要件、すなわち次の3点を実現させるべく開発した、インバータ応用冷凍サイクルを採用している。

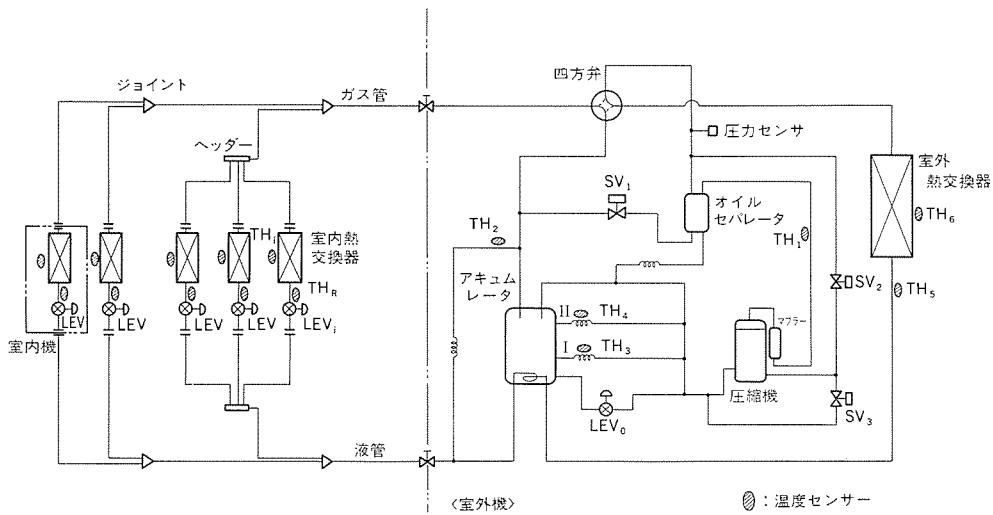


図5. Yシリーズの冷媒回路

- (1) 外気処理ユニット内に直膨コイルを設け、この冷暖房能力を可変とすることにより、全熱交換換気の未回収負荷を賄う。
- (2) 同上の加熱能力制御により、加湿器の適正加湿量を維持させる。
- (3) 適正気流・風量を維持したまま室温維持するよう、各々のエアコンが冷媒流量制御により能力調整する。

一つの冷媒系統の容量は、5,6,8馬力の3タイプをそろえ、冷媒系統ごとに外気処理ユニットを含む合計7台（5馬力は6台）までの室内ユニットを接続できるようにした。また、これらの同時負荷は、室内ユニットの合計容量より小さい場合があり、システムとしては室外機容量の125%まで室内ユニットを接続できるようにもした。

室外ユニットは、ビルの屋上設置又は高層ビルの各階設置が容易となるよう“トップフロー型”とし、図3に示すような連続集中設置やペランダ設置を可能とした。

室内ユニットは、すべて天井設置型とし、表2に示すように7形態の計30機種をそろえることにより、多様な用途にも対応できるようにした。

アメニティ空調の基本となる換気と加湿については、図4に示す外気処理ユニットにまとめた。外気処理ユニットは、吸排気それぞれの風量設定を可能とすべく個別の送風機と、静止型全熱交換器“ロスナイ”，この保護用フィルタ、前述の直膨コイルと加湿器により構成した。加湿器は、以下の観点から独自に開発した透湿膜式加湿器を採用した。

- (1) 超音波加湿に見られる白粉の噴出などの二次的汚れや、メカ的トラブルの心配のない、自然蒸発式の見直し。
- (2) 加湿性能低下の要因となるぬ(濡)れ面のない、蒸発面乾燥型の自然蒸発式の実現。

5. 冷凍サイクル

図5に、Yシリーズの冷媒回路を示す。室外機は、バイパス容量制御機構をも内蔵したインバータ制御仕様のスクロール圧縮機、当社独自の高効率オイルセパレーター、四方弁、室外熱交換器、熱交換器内蔵のアクチュエータにより構成されている。このほか、各種の制御を行うために、圧力センサ、電磁弁(SV_{1~3})、サーミスタ(TH_{1~6})、油戻し弁(LEV₀)を持っている。一方、室内機は、室内熱交換器と電子式リニア膨張弁(LEV_j)、及びサーミスタ(TH_{j+k})により構成されている。室内機と室外機の接続方法については、配管

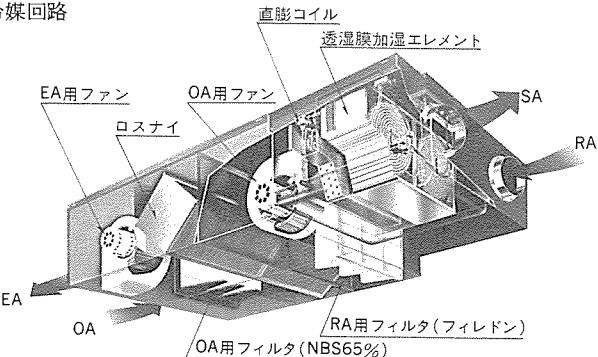


図4. 外気処理ユニットの構成

サイズなどの制限はあるが、室内機が据え付けられる場所の近くまで主管(ガス・液各1本)を引いた後は、室内機配置によりライン分岐でもヘッダ分岐でも自由に施工できるようにしている。

この回路は、次のような特長を持っている。

- (1) 膨張弁を室内側に設けている。
- (2) 冷房暖房ともに過冷却度制御を行っている。
- (3) アキュムレータからの油及び液冷媒の戻し量を制御している。
- (4) アキュムレータ内の液冷媒量をモニタし、システム内冷媒量分布を調整している。

過冷却度制御は、インバータ制御のマルチエアコンの機能を最大限に生かすことのできる制御方法である。冷房運転時には、室外熱交換器出口の過冷却度を、室外熱交換器としての機能を十分に生かせる5degC程度に制御し、さらにアキュムレータ内で20~25degCの過冷却度とした上で、液側主管を介し各室内機に供給する方式としている。したがって、液管の高低差や分岐の影響を及ぼすことなく、各室内機には適正な冷媒が供給されることとなる。各室内機の電子式膨張弁は、各々独自に開度制御するが、主に容量コードで演算設定される初期開度においても、各室内機は冷媒不足のない状態が実現できるが、これは、室内熱交換器出口も湿り状態となる程度の過冷却度が確保されていることによる。

6. 冷凍サイクル制御

Yシリーズのサイクル制御のポイントは、外気処理ユニット内の直膨コイルも含め、各室内機が個別に容量を制御し、圧縮機はこれら全体に見合うように、常に出力を調整することにある。この実現のため新しい制御方式を開発し“マルチホロニクス制御”と命名し

た。

ホロニクスの“ホロン”とは「全体子」と訳され、生物の神経回路の作用に使用される言葉である。生物の神経作用を分析すると、中央集権的にすべての動作指示を出すのではなく、各階層、すなわち個体—器管—細胞……の各々で自律的処理を行いながら階層間の協調を図るという全体性を持ち合わせており、全体子と称されている。この概念は、コンピュータによる効率的処理の考え方として研究が進められているが、Yシリーズには、インバータや電子式膨張弁及び電磁弁などの制御に応用した。

図6に制御ブロック図を示す。これは、一つの冷媒系統を制御するブロック図であるが、複数のマイコンがすべて二心ケーブルで接続され、デジタル通信で情報交換を行っている。各室内機は、それに対応したリモコンからの運転指令を受けると、室内的吸込空気温度と設定温度から要求負荷レベルを決定する。室外機では、これらを総合的に判断(演算処理)し、目標とすべき運転状態を決める。例えば、冷房時には、目標蒸発温度を 5°C 、過冷却度を $5\text{deg}^{\circ}\text{C}$ となるように、インバータの出力周波数、全絞り量(各室内機の電子式膨張弁の開度を S_j としたとき、全絞り量は $\sum S_j$ となる)を決める。実際には初期設定だけでは目標に即到達することはできないため、フィードバックをかけながら収束させる。このとき、室外機にとって必要なのは $\sum S_j$ であり、これが各室内機にどう振り分けられるかは、室内機の運転要求に従うこととなる。このとき、各室内機に不足なく冷媒が供給されることは、前述のとおり過冷却度制御の効用によるものである。

これにより、室内側の負荷変動があっても、室内機は最適風量を維持したまま室温を一定に保つべく、又は加湿量を適量に保つべく能力セーブをすることが可能となる。また、室内機の稼働台数が変わっても、圧縮機が最適出力で運転することは言うまでもない。

7. システム制御

アメニティの実現のための要素の一つにビル管理が上げられる。Yシリーズは、小規模ビルから大規模ビルに至るまで、管理レベルに応じた各種システム制御器をそろえた。詳細は別途報告することとし、以下概要のみ報告する。

(1) 小規模ビルの集中管理

シリアル伝送を使って、手元側のリモコンが持つ運転機能、監視機能が、遠方でも簡単に実現できるようにした集中管理リモコンを準備した。管理規模は、室内機50台まで、室外機14台までとしているが、空調系統の管理項目は一通り網羅できる。

(2) ホテル・病院などのボード監視、キーボード操作

上記のシリアル伝送をリレーによる送受信に置き換えることでの

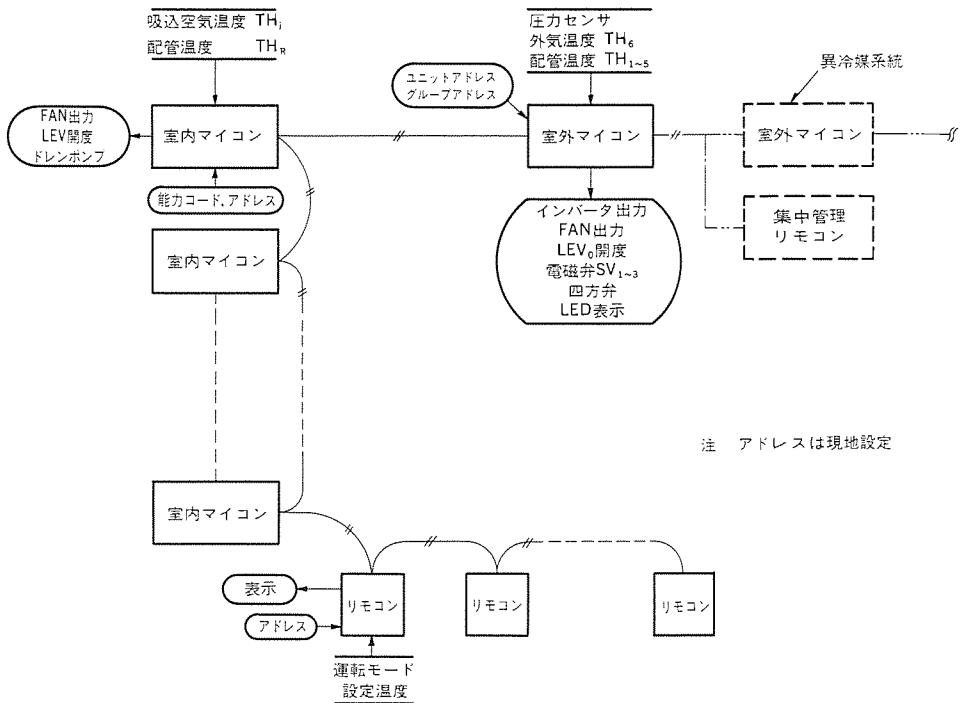


図6. インバータYシリーズ制御ブロック

きるインターフェース(以下、モニタキットと称す。)を開発した。これにより、ホテルのフロントや病院のナースセンターに設置される監視盤やキーボードに、各々の空調機器から多心線を引き回すことなく、二心の渡り線だけで接続を可能とした。

(3) ビル管理用コンピュータとの接続

無人の制御と監視や自動通報は、オフィスの24時間稼働が一般化しつつある中で、欠くことのできない機能となっている。前述のモニタキットは、ビル管理用コンピュータの端末器と接続が可能であり、他の設備機器とともにコンピュータによる監視(各々の発停や異常発生)や異常時の自動通報、スケジュール運転、セキュリティとの連動による切り忘れ防止、更には他設備とともに使用料の課金演算・請求書のプリントアウトが容易に実現できるようにした。

(4) インテリジェントビルシステムへの接続

Yシリーズの空調系統は、各室内機に室温の計測機能を持つほか、室温設定や運転モード選択など居住者の快適指標となるデータを伝送情報として持っている。したがって、これらの情報を他の設備の運転や管理に使用したり、逆に他の情報を加えてコンピュータから空調設備側にフィードバックさせることにより、温度設定やモード選択なども可能となり、文字どおりインテリジェントな空調制御が実現する。このため、空調系統のすべての入出力通信情報をコンピュータとの間で翻訳できるインターフェース(ゲートウェイ)を開発した。

8. むすび

本稿で報告したインバータマルチによるビル空調は、今後一層増加していくと考えられている。これに伴いそのニーズも、より高品質へ、そしてより高度のシステム化へと拡大していくことが予想される。このニーズにこたえるべく、将来に向けて更に深掘りした技術開発を進めていきたい。

衛星搭載用スロットアレーランテナ

水溜仁士* 小西善彦** 中畔弘晶* 佐藤真一*** 片木孝至+

1. まえがき

方形導波管に切られたスロットを素子アンテナとする導波管スロット平面アレーランテナは、反射鏡アンテナに比べて薄型にでき、誘電体基板を用いるマイクロストリップアンテナに比べて給電損失が小さいという特長がある。さらに、CFRPの使用⁽¹⁾あるいは薄肉切削技術と電子ビーム溶接の採用により、非常に軽量なスロットアレーランテナの製作が可能となり、レーダ用だけでなく衛星搭載用としても優れたアンテナである。

導波管スロット平面アレーランテナで所望の性能を得るために、スロット間の相互結合及びスロットと給電系の相互結合を考慮した設計を行う必要がある。従来、こうした結合の影響を実験的に求め、その結果に基づいて設計を行っていたため、設計に時間と費用がかかり、十分な最適化が行えない欠点があった。

本稿では図1に示すように、方形導波管の幅広面に切られたシャントスロットから構成され、斜めスロットによる給電系をもつ、平面アレーランテナについて、相互結合を考慮した解析法とそれに基づいた放射部の設計法を示す。アンテナ全体の解析法は、シャントスロット間の相互結合を示すマトリクス及びアレーランテナ給電部の入出力波とシャントスロットと空間との間の入出力波の関係を示すSマトリクスを求め、この二つのマトリクスからアンテナ入力反射特性すなわちアクティブインピーダンス、及び各スロットの励振分布を求めるものである。放射部の設計法は、スロット間の相互結合を考慮した単純なアルゴリズムで収束の速いものであり、従来の方法⁽²⁾に比べて計算時間が短縮できる。

最後にこの理論を適用して設計したNASAの気象衛星GOES搭載用Sバンドアンテナの試験結果を示し、この理論の有効性を示す。

2. 相互結合を考慮した平面アレーの解析法

方形導波管の幅広面に切られたシャントスロット及び斜めスロットによる給電系から構成される図1の平面アレーを例として解析法を示す。まず、シャントスロット及び斜めスロット結合器のSマトリクスを示し、これらのコンポーネントSマトリクスからアレーランテナ入出力波の関係を表す全体のSマトリクスを求める。次にシャントスロット間の相互結合を表す結合マトリクスを求め、これとアンテナ全体のSマトリクスを用いることにより、シャントスロット間の相互結合とスロットと給電系の相互結合を考慮した入出力反射特性及び各スロット励振分布が求められることを示す⁽³⁾。

2.1 シャントスロットと斜めスロットのSマトリクス

シャントスロットは、スロットからの放射を考慮すれば、図2(a)に示すように3端子対回路となり、そのSマトリクスは、構造の対称性を考慮すると次のようになる。

$$b = S \cdot a$$

$$b = (b_1 \ b_2 \ b_3)^T \quad a = (a_1 \ a_2 \ a_3)^T$$

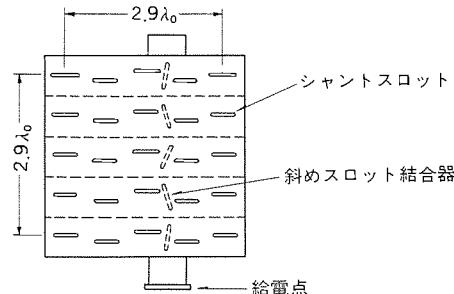
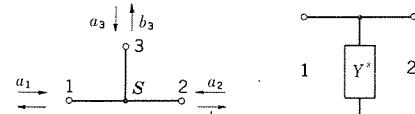
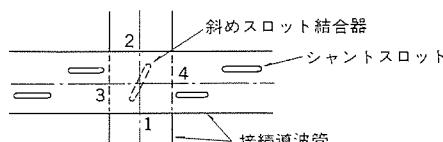


図1. 斜めスロット給電 5×5素子アレー



(a) Sマトリクス (b) 等価回路

図2. シャントスロットのSマトリクス表示と等価回路



(a) 斜めスロット結合器

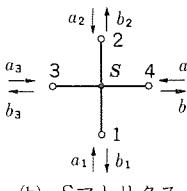


図3. 斜めスロット結合器のSマトリクス

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{12} & S_{11} & S_{13} \\ S_{13} & S_{13} & S_{33} \end{pmatrix} \dots \quad (1)$$

ここで、 a_1 、 a_2 、 a_3 及び b_1 、 b_2 、 b_3 は、それぞれ端子対1、2、3における入力波、出力波を示す。端子対1、2は導波管との結合端子対、端子対3は導波管と外部空間とのスロットによる結合端子対とする。端子対3からの入力波が0のとき、シャントスロットは図2(b)に示すように自己アドミタンス Y^* で表される。 Y^* は導波管の固有アドミタンスで正規化されたものである。

シャントスロット導波管と給電系を結合する斜めスロット結合器のSマトリクスは、図3に示すように、対称性を考慮すると次のようになる。

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & -S_{13} \\ S_{12} & S_{11} & -S_{13} & S_{13} \\ S_{13} & -S_{13} & S_{33} & S_{34} \\ -S_{13} & S_{13} & S_{34} & S_{33} \end{pmatrix} \dots \quad (2)$$

各成分は、理論的あるいは実験的に求められる。

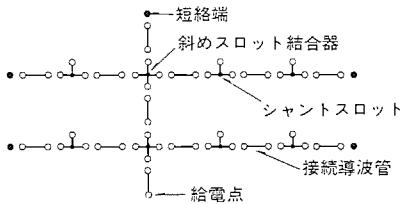


図4. 導波管スロット平面アレーの構成

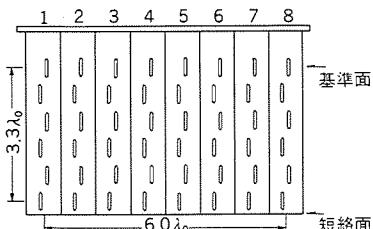


図5. 遷波管スロット平面アレー

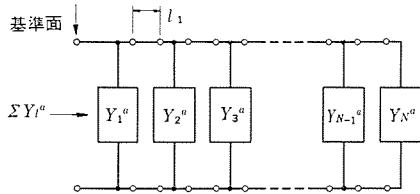


図6. 各導波管の等価回路

2.2 空間の結合マトリクス及びアレー入出力波の関係を表すSマトリクス

導波管スロット平面アレーが簡単のために図4に示すように、シャントスロット、斜めスロット結合器、接続導波管及び短絡端によって構成されているものとし、各要素は前節で示したようにSマトリクスを用いてその入出力特性を表現できるものとする。全構成要素の数を N_a 、シャントスロットの数を N_s 、給電点の数を N_f すると、例えば図4では $N_a=26$ 、 $N_s=6$ 、 $N_f=1$ である。

各構成要素のSマトリクス及び入出力波を示すベクトルを S_i , a_i , b_i ($i = 1, 2 \dots N_a$) とすれば、全入出力波について次式が得られる。

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_{Na} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_1 & & & \mathbf{0} \\ & S_2 & \cdots & \\ \mathbf{0} & & \ddots & S_{Na} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \dots \dots \dots \quad (3)$$

式(3)は次のように書き直せる。

ここで、 A_1 , B_1 はシャントスロット及び給電点の入出力波を示すベクトルで、 $N_1 (=N_s+N_t)$ 次元ベクトルである。 A_2 , B_2 は、他の端子対と接続される端子対の入出力波で、接続される端子対の数を N_c とすれば、 $N_2 = 2 N_c$ 次元ベクトルである。 S_{11} , S_{12} , S_{21} , S_{22} は、それぞれ $(N_1 \times N_1)$, $(N_1 \times N_2)$, $(N_2 \times N_1)$, $(N_2 \times N_2)$ 次元のマトリクスである。

A_1 と B_1 との間には次の関係がある。

ここで、 E は各給電点への励振数を表すベクトル、 G は各給電点に接続される電源の反射係数を示すマトリクス、 H はシャントスロット間の相互結合を表す結合マトリクスである。シャントスロット間

の相互結合係数は文献(2)に示されている。

A_2 と B_2 は、端子対間の接続を示すマトリクス C を用いて次式で表される。

C の各要素 $C_{\ell m}$ は、端子対 No. ℓ と No. m が接続されているとき 1、接続されていないとき 0 とする。なお、 $C_{\ell \ell} = 0$ とする。

式(6)を式(4)に代入すれば次式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= S_T \cdot A_1 \\ S_T &= S_{11} + S_{12} \cdot C \cdot (I - S_{22} \cdot C)^{-1} \cdot S_{21} \end{aligned} \right\} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

ここで、 I は単位マトリクス、 S_T はアレー入出力波の関係を表すSマトリクスである。この結果と式(5)から A_1 、 B_1 が次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= [I - S_T \cdot (G + H)]^{-1} \cdot S_T \cdot E \\ A_1 &= S_T^{-1} \cdot B_1 \end{aligned} \right\} \dots \quad (8)$$

B_i の各給電端子対に対応する要素は、アーレアンテナの入力反射特性、すなわちアクティブインピーダンスを、 B_i の各スロットに対応する要素はスロット励振分布を示し、これよりアンテナの放射特性を求めることができる。

3. 平面アレー放射部の設計法

シャントスロットを切った導波管を斜めスロット結合器で給電する場合、一つの斜めスロットで給電される導波管のシャントスロットの正規化アドミタンスの和が 2 になるようにすれば、シャントスロットから給電系への反射が 0 になり、放射部と給電系を独立に設計できる⁽⁴⁾。ここでは、スロットの大きさと管軸からの偏位の変化に 対して、導波管入力端で見た相互結合による反射係数の変化が小さいことを利用して、スロット間の相互結合を考慮した単純で収束の速いアルゴリズムを用いる⁽⁵⁾。

図 5 の平面アレーにおいて、各スロットの正規化自己アドミタンスを Y_s^e とし、アクティブアドミタンスを Y_a^e とすると、各スロット間の相互結合がない場合の図 5 の基準面で見た入力アドミタンスは図 6において ℓ_1 が管内波長の $1/2$ である場合、 $\sum_{e=1}^N Y_s^e$ となり、この場合の反射係数を Γ_s とする。次に全スロットを励振した場合の入力アドミタンスは $\sum_{e=1}^N Y_a^e$ となり、この場合の反射係数を Γ_a とする。図 5 の基準面で見たスロット間の相互結合による反射係数 Γ_m は次式で表される。

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_m &= \Gamma_a - \sum_{\epsilon=1}^N Y_{\epsilon}^s \\ \Gamma_s &= \frac{1 - \sum_{\epsilon=1}^N Y_{\epsilon}^s}{1 + \sum_{\epsilon=1}^N Y_{\epsilon}^s} \\ \Gamma_a &= \frac{1 - \sum_{\epsilon=1}^N Y_{\epsilon}^a}{1 + \sum_{\epsilon=1}^N Y_{\epsilon}^a} \end{aligned} \right\} \dots \quad (9)$$

シャントスロットの諸元の変更に伴う Γ_m の変化は小さいとして、シャントスロットを設計するフローチャートを図7に示す。まず、スロット間の結合を0として Γ_s が所望の値 Γ_0 となるように、各スロットの長さ及び偏位を定める。次に各スロットのアクティブアドミタンス Y_s^a を2章に示した方法を用いて求める。これより求めた Γ_m がスロットの長さ及び偏位で変化しないものとすれば、アクティブ反射係数 Γ_a を所望の値 Γ_0 にする平面アレーの自己アドミタンスによる反射係数 Γ_s は次式で表される。

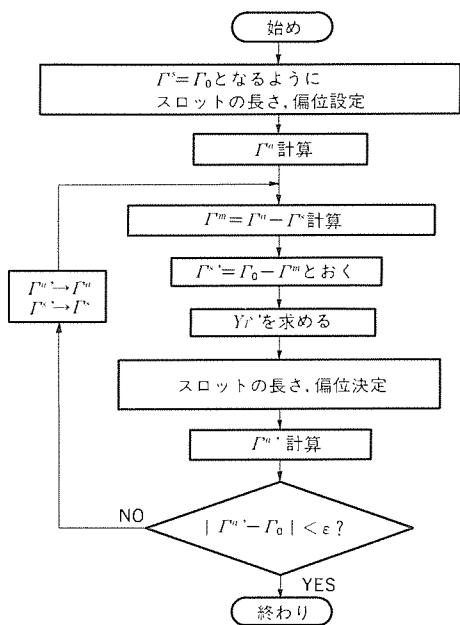


図7. 設計フローチャート

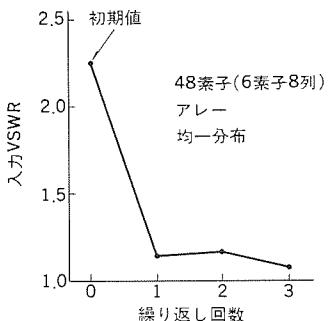


図8. 入力VSWRの変化

○—○：測定値
○—●：計算値

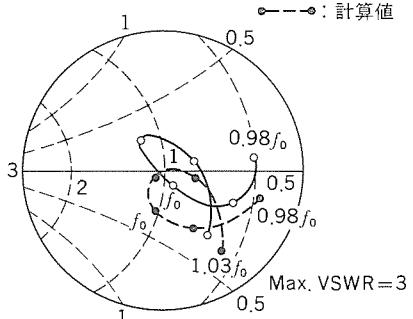


図9. 導波管No.5の入力アドミタンス

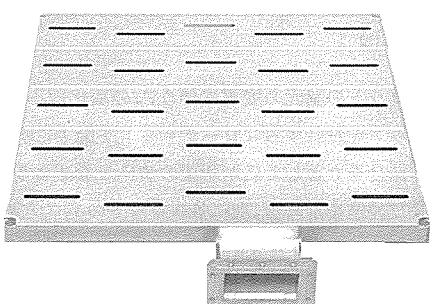


図10. GOES Sバンドアンテナ

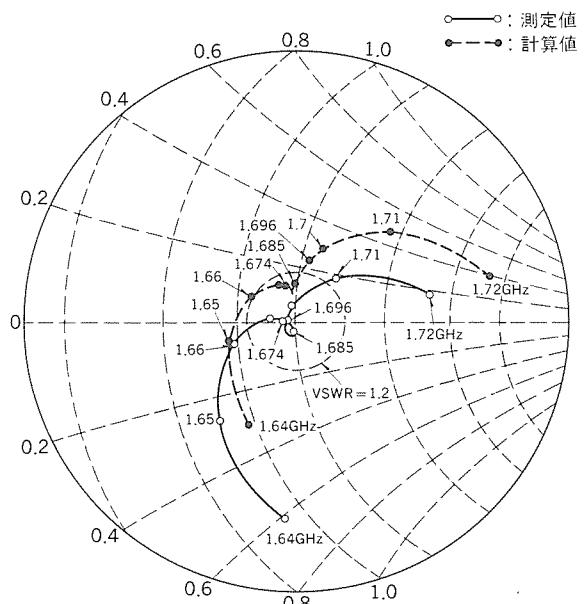


図11. GOES Sバンドアンテナの入力インピーダンス

Γ_s' を正規化アドミタンスで表し、その正規化アドミタンスを各シャントスロットでの所望の振幅比に分配し、各シャントスロットの正規化自己アドミタンス $Y_{s'}$ を求め、それを実現する各シャントスロットの長さ及び偏位を求める。この結果から Γ_a' を計算し、所望の Γ_0 が得られない場合、 $\Gamma_a' \rightarrow \Gamma_a$ 、 $\Gamma_s' \rightarrow \Gamma_s$ と置き換え上記の手順を繰り返す。

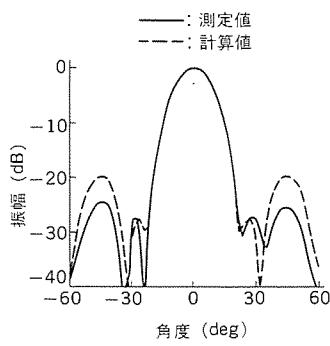
この設計法の有効性を示すために、図5の端面給電アレーについて計算及び実験した結果を示す。励振分布は均一分布である。図8は、図7の設計フローチャートを用いたときの繰り返し回数に対するVSWRの変化を示す。ここで、VSWRは導波管8本中の最悪値を示しており、繰り返し回数3回で1.1以下 のVSWRが得られている。図9は、導波管No.5の入力端で見た正規化アドミタンスの周波数特性であり、計算値と実測値の反射係数の差は $0.98f_0 \sim 1.03f_0$ の範囲で -16dB 以下である。

4. GOES搭載用Sバンドスロットアレーアンテナ

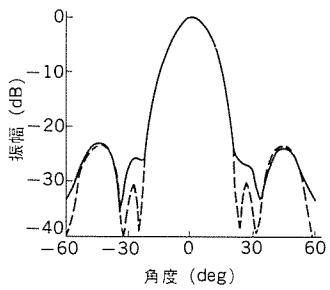
NASAの気象衛星GOES搭載用Sバンドアンテナは、この理論を適用して設計した導波管スロット平面アレーアンテナである。電気性能の確認用として製作したエンジニアリングモデル(EM)を図10に示す。このアンテナは薄型、小型、軽量を要求されたため、薄型偏平導波管の使用、薄肉切削加工と電子ビーム溶接の採用により、これを実現している。また、電気的に開口面積を有効利用するため、四隅のアンテナ固定用穴を有効開口内にあけ、その分の位相補正を導波管長の補正により行ったり、斜めスロットを切った給電導波管の短絡部を短くするために、折り曲げ導波管を使用するなどの工夫を加えている。

このアンテナは、サービスエリア(視直径 18° の円)内の利得を最大にするために、E面、H面共、サイドローブレベル -25dB のティラード分布となるようシャントスロットの励振分布を決め、3章で示した方法で設計されている。5個の斜めスロット結合器は、実験的に求めたSパラメータをデータベースとして、3章で述べたように放射部と独立して設計されている。

図11は、入力インピーダンスの周波数特性である。計算値は、2章で述べた理論に基づいたものであり、シャントスロットについて



(a) E面



(b) H面

図12. GOES Sバンドアンテナの放射パターン

表1. GOES Sバンドアンテナの試験結果

項目	仕様値	測定値
周波数 (GHz)	1,674~1,696	1,674~1,696
サービスエリア	視直径18'の円	視直径18'の円
偏波	直線偏波	直線偏波
利得 (dBi)	16.8以上	17.4以上
VSWR	1.2以下	1.06以下
耐電力 (W)	80以上	80以上
利得傾斜 (dB/deg)	1.0以下	0.9以下
交き偏波 (dB)	-20以下	-32以下
寸法 (mm)	647.7×812.8×114.3	647.7×812.8×114.3
重量 (kg)	4.0以下	3.64

は理論式を用い、斜めスロット結合器についてはデータベースを用いて求めたもので実験値とよく一致している。両者の差の要因は、シャントスロットの自己アドミタンス及び結合係数の理論値の誤差と、斜めスロット結合器Sパラメータのデータベースの誤差によると考えられる。図12は、中心周波数でのE面及びH面の放射パターンであり、主ローブについて計算値と実験値はよく一致している。E面放射パターンについては、実験値のサイドローブレベルが計算値よ

り低い。この原因の一つは、計算ではスロット単位の放射パターンを無限地板上のものと仮定しているのに対して、実際には外側のスロットが有限地板の影響で中心付近のスロットと異なるエレメントパターンを持つためと考えられ、特にE面にこの効果が強く現れている。

表1にアンテナの仕様値とライトモデルの試験結果の比較を示す。主ローブ形状はほぼ設計値どおりであるため、サービスエリア内利得、利得傾斜とも仕様値を満足している。また、重量も仕様値4 kg以下に対して3.64kgという軽量を実現している。

5. むすび

衛星搭載用アンテナとして、高能率・薄型・軽量という特長をもつ、導波管スロット平面アレー アンテナについて、スロット間の相互結合、及びスロットと給電系の相互結合を考慮した解析法を示した。また、この解析法に基づいて、単純なアルゴリズムで収束の速い放射部の設計法を開発し、これをNASAの気象衛星GOES搭載用Sバンドアンテナに適用した。製作したアンテナの電気性能は、計算値とよく一致し、仕様値をすべて満足した。これにより、この理論の有効性を実証することができた。今後、計算値と実測値の差の要因について検討し、さらにこの理論を完璧なものにしていく必要がある。

導波管スロットアレー アンテナについて御指導いただいた東京工業大学後藤尚久教授に感謝の意を表す。

参考文献

- (1) 赤石ほか：XバンドSARアンテナの部分試作結果、昭62信学半導体・材料全大、S1-8。
- (2) R.S. Elliott : An Improved Design Procedure for Small Arrays of Shunt Slots, IEEE Trans. Antenna & Propag., AP-31, 1, p.48 (1983-1)
- (3) H. Mizutamari et al. : Analysis Method of Slot Array Antenna Taking Into Account Mutual Coupling, 1988 IEEE AP-S International Symposium Digest, p.1082
- (4) R.C. Johnson and H. Jasik : Antenna Engineering Handbook, 2nd Ed., chap. 9, McGraw-Hill Book Company, New York (1984)
- (5) 小西ほか：相互結合を考慮した導波管スロット平面アレーの簡易設計法、信学技報、A・P87-114 (1988-1)

Adaプログラム開発支援環境

土田耕作*

1. まえがき

Ada*は、組み込み計算機用ソフトウェアのシステム ライフサイクル全体の費用の削減を目的として、米国国防総省が開発したプログラミング言語の名称である。Adaプログラム開発支援環境とは、Adaによるプログラム開発作業を支援するための設備及びツールプログラムの総称である。

Adaは、信頼度が高く、大規模で、かつ、長期間の維持が必要なプログラムを要求する分野に適した言語である。近年、Adaの処理系の増加に伴って、米国だけでなく欧州においてもAdaの採用が拡大してきている。我が国でも、防衛・宇宙に限らず一般のオンラインリアルタイムシステムにおいて、今後、広く採用されていくものと思われる。

この論文では、プログラミング言語Adaの特徴、Adaプログラム開発支援環境に要求される機能、及びこのたび導入したAdaプログラム開発支援環境の効果について評価した結果を紹介する。

注 *印 Adaは、米国政府のAda Joint Program Officeの登録商標である。

2. Adaの特徴とプログラム開発支援環境

Adaは、組み込み計算機のためのプログラミング言語に対する要求仕様に基づいて設計された言語である。

プログラミング言語は、ソフトウェアの生産性を左右する重要な要素である。プログラム開発支援環境も、ソフトウェアの生産性に影響する重要な要素の一つである。

2.1 Adaの目標

Adaは、ソフトウェアの信頼性及び保守性の改善、並びにソフトウェア費用の低減を図ることを目標として設計されている。それぞれの目標に対するAdaのアプローチを以下に示す。

(1) 信頼性

実行する前に、コンパイラによってより多くの間違いを発見できるようにする。情報隠ぺい(蔽)(Information Hiding)、抽象などのプログラミング技法を支援する仕組みをAdaに組み込む。これらによってプログラムの信頼性を高める。

(2) 保守性

数式での慣用となっている語を除いて、英語の原つづりそのままをプログラムの記述に使用する。“書きやすさ”よりもプログラミングの“読みやすさ”に重点をおいてAdaを設計する。これらによって保守性を改善する。

(3) 経済性

プログラムの再利用の仕組みを言語の構文に持つようとする。Adaのサブセットやスーパーセットなどのいわゆる方言にはAdaという名前を使わせないように規制して、Adaコンパイラ間の相違をなくし、これによってプログラムの移植性を高める。これらによって

ソフトウェア費用の低減を図る。

2.2 Adaの外観における特徴

プログラムの外観からみたAdaの特徴は、次のとおりである。

- (1) Adaのプログラムは、プログラム単位を組み合わせてつくる構造になっている(図1)。この構造によって、モジュール設計、抽象、情報隠ぺいなどのプログラミング技法の実施が容易になる。プログラム単位には、副プログラム、パッケージ、汎用体及びタスクがある(図2)。
- (2) Adaには、副プログラムより大きなプログラム構成単位であるモジュールを作るための、パッケージという道具がある。パッケージとは、データ、副プログラム、タスク及びパッケージを集めたものである(図3)。

2.3 Adaの構文における特徴

構文からみたAdaの特徴は、以下のとおりである。

(1) 型 (Type)

Adaでは、言語の各構成要素は宣言によって型が定まり、それらの間の不整合は、ことごとくコンパイラで検出される。FORTRANのような暗黙の型宣言はない。

Adaの型には次のものがある。ユーザーは、これらの型を使って任意の型を定義することができる。

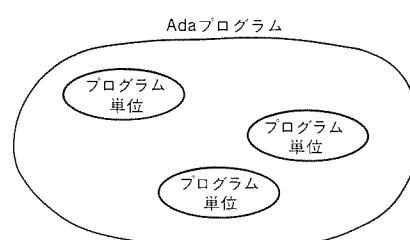


図1. Adaプログラムの構成

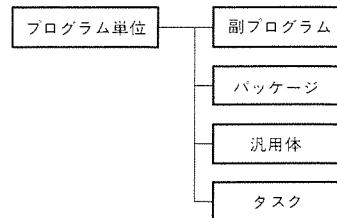


図2. プログラム単位の種類

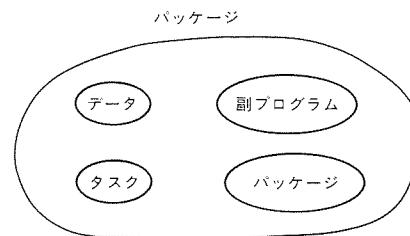


図3. パッケージの構成

(a) スカラ型 (Scalar Type) (図 4)

・列挙型 (Enumeration Type)

文字型 (Character Type), 論理型 (Boolean Type)

・整数型 (Integer Type)

・実数型 (Real Type)

浮動小数点型 (Floating Point Type),

固定小数点型 (Fixed Point Type)

(b) 配列型 (Array Type)

(c) レコード型 (Record Type)

(d) アクセス型 (Access Type)

(2) 汎用体 (Generic)

Adaでは、型の区別が厳格に行われる上に、ユーザーが任意に型を定義できるために汎用のパッケージを準備する上で困難な問題がある。もし汎用体がなければ、たとえ同じロジックでもすべての型についてプログラムをつくらなければならない。ところが、すべての型は知り得ないために、汎用のパッケージは準備できないということになる。

汎用体は、この問題に対する解決策である。すなわち、汎用体は、型そのものをパラメータとして副プログラム又はパッケージを作るためのひな（雛）形 (Template) である。ユーザーは、具体的にパラメータの型などを指定して汎用体を具体化した上で使わなければならない（図 5）。

(3) タスク

Adaでは、タスクという並行処理の単位が文法で規定されているので、Adaの構文で並行処理を記述することができる。タスク間での同期及び通信もランデブー機構（図 6）によって記述することができる。

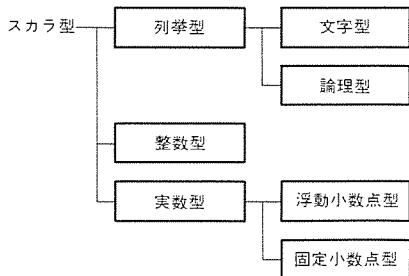


図 4. スカラ型の種類

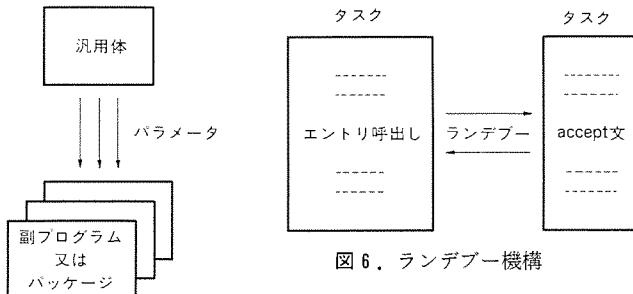


図 5. 汎用体の具体化

(4) 例外

例外的な状況に対する処理のロジックは、本来の処理とは分離して記述することが望ましい。Adaでは、プログラム本体の末尾に例外処理をおくことができる。例外処理では例外名を指定して、それが発生した場合の後始末の処理を書くことができる。

(5) 処理系依存機能 (Low-Level Features)

組み込み計算機の分野では、対象計算機 (Target Machine) の特性を十分に生かすことが要求される。ところが、このようなことは、プログラムの移植性を妨げる要因もある。そこで、Adaではこのようなことに関連する部分を、他の部分から明確に分離して記述させることによって移植性を保っている。

ユーザーは、次のような項目を指定することができる。

(a) 型やレコード要素の順序、位置、大きさ

(b) ハードウェア割り込みによるタスクの起動（図 7）

2.4 Adaプログラム開発支援環境に対する要求仕様

Adaプログラム開発支援環境に対する要求仕様の検討は、Adaの検討と並行して米国国防総省によって進められた。その結果が、1980年にSTONEMAN文書として発表された。STONEMAN文書の要求は、一口にいえば、单一のAdaプログラム開発支援環境だけが使用されることである。单一の環境が実現すれば、次の効果を生じる。

(1) ツールの開発が容易になる。

(2) プログラムを異動することが容易になる。

(3) ツールやデータベースの共用が容易になる。

STONEMAN文書では、Adaプログラム開発支援環境のモデルは、図 8 のような階層構造になっている。

(1) 階層 0：ホストのオペレーティング システム

(2) 階層 1：カーネルAdaプログラム開発支援環境 (KAPSE)

この階層は、オペレーティング システムの機種依存性を吸収する。さらにファイル管理、デバイス制御などの基本的なオペレーティング システムの機能を提供する。

(3) 階層 2：ミニマルAPSE (MAPSE)

この階層は、Adaプログラムの開発及び継続した支援に必要な最小限のツールセットである。MAPSEは、次のようなツールを含んでいる。

(a) テキストエディタ

(b) コンパイラ、リンク／ローダ

(c) コマンド言語処理

(d) 構成制御 (Configuration Control)

(e) ライブリヤ管理

(f) デバッガ

(4) 階層 3：APSE

これは、MASPEを含み、ユーザーによってツールを追加することができる開放型のシステムである。

3. 実際のAdaプログラム開発支援環境

Adaを採用するに当たり、我々が導入したAdaプログラム開発支援環境を図 9 に、そのハードウェア構成を図10に示す。ホストマシンの選定に当たっては、Adaコンパイラが存在することを第一条件

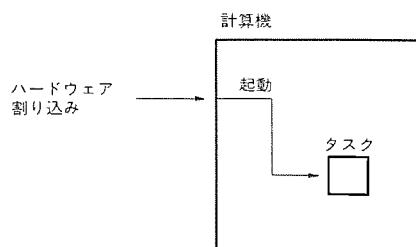


図 7. ハードウェア割り込みによるタスクの起動

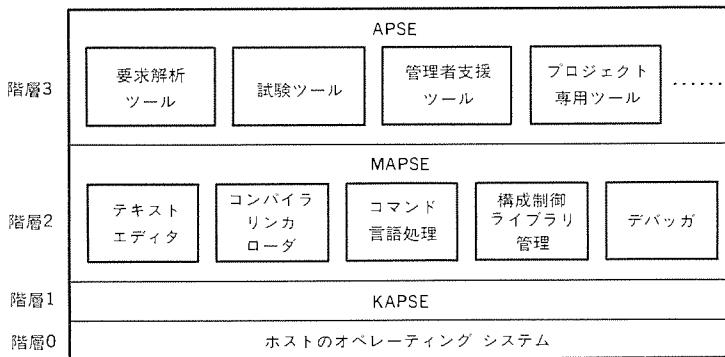


図8. Adaプログラム開発支援環境

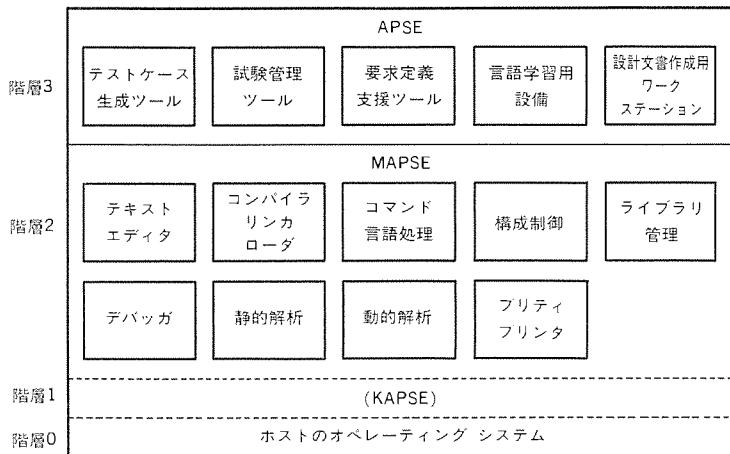


図9. 使用したAdaプログラム開発支援環境

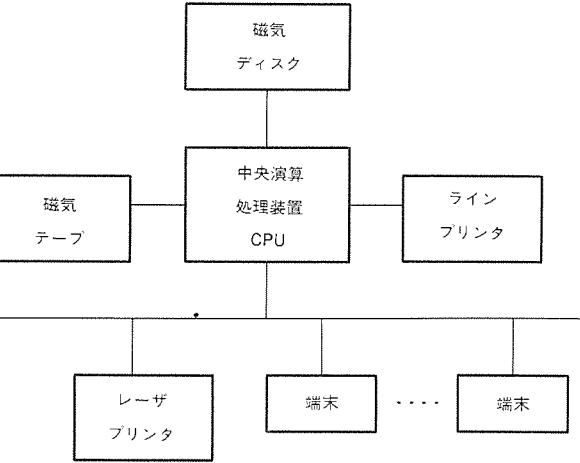


図10. Adaプログラム開発支援環境のハードウェア構成

とし、将来クロスコンパイラも必要になることから、その開発状況も考慮した。

我々の採用したAdaプログラム開発支援環境は、既存の汎用オペレーティングシステムに組み込まれた形で実現されていて、STONEMAN文書の各階層は、次のようにになっている。

(1) 階層0

ホストのオペレーティングシステム。

(2) 階層1

KAPSEに相当するものはない。

(3) 階層2

MAPSEのツールの機能は、すべてそろっている。

(a) テキストエディタ：単純なテキストエディタ及びAdaの構文エディタがある。構文エディタは、コンパイラやデバッガをはじめとした様々なツールとのインターフェースをもったマルチウインドエディタである。

(b) コンパイラ、リンク

(c) コマンド言語処理：ホストのものと共通のものである。

(d) 構成制御：ファイルの世代管理、変更履歴管理、プロジェクト単位のモジュール管理などを行うことができるツールが備わっている。

一度モジュールの構成と手順を知らせておけば、その後のコンパイル、リンクを自動化できるツールもある。

(e) ライブラリ管理：このツールは、プログラムライブラリに含まれているプログラム単位の従属関係、日付その他の属性などを使用して、再コンパイル及び再リンクのコマンドを自動的に生成し、実行する。

(f) デバッガ：Adaプログラムをソースレベルでデバッグしたり、動的に解析したりするためのツールである。

(g) プリティプリンタ：Ada文法書の記法に合わせてソースプログラムの配置を自動的に整形するツールである。

(h) 静的解析：ソースプログラムの内部を解析して、プログラムの構造に関する情報や、シンボルの参照関係、ファイル間の相互関係などに関する情報を取り出すツールである。

(i) 動的解析：アプリケーションプログラムの実行状態を分析して、パフォーマンス及びカバレッジのレポートを作成するツールである。

(4) 階層3

APSEに相当するツールには、次のものがある。

(a) テストケース生成ツール：プログラムの機能仕様を入力することにより、条件の組合せを考慮したテストケースを出力するツールである。

(b) 試験管理ツール：試験手順と試験結果を登録しておくことにより、バージョンアップ時に必要な回帰テストの実行及びテスト結果の判定を自動的に行うツールである。

(c) 要求定義支援ツール：要求仕様をまとめるためのツールである。このツールは、パソコン上で実行している。

(d) 言語学習用設備：ホストマシンに先行してワークステーションを導入し、Ada言語の学習に使用した。この目的には、パソコンも補助的に使用した。ワークステーションにはAdaコンパイラが、パソコンにはAdaのサブセットのコンパイラがあったので、事前学習に効果的であった。

(e) 設計文章作成用ワークステーション：ソフトウェアの開発に

おいては、仕様書及び説明書などの文書が重要な役割を果たす。この文書作成を効率化するために、文書作成用ワークステーションを準備した。

4. Adaプログラム開発支援環境導入の効果

導入したAdaプログラム開発支援環境を実際に使用して評価を試みたので、その結果を紹介する。

約75キロラインのプログラムの開発に、この環境を使用した結果では、Adaの使用は初めてであったにもかかわらず、FORTRANやCでの開発と比較して開発時間が約2割短縮した。これは習熟により、今後更に向かうことが予想される。また、特に高信頼度を要求されるシステムなどの場合には、保守も含めたライフサイクルの全費用は、Cなどの半分程度に軽減される可能性も考えられる。

Adaを使用したプログラム開発工程の特徴を、次に挙げる。

(1) コーディング時間

FORTRANなどと比較すると、データ宣言を記述するのに要した時間だけ多かった。ロジックの部分のコーディング時間は、FORTRANなどと差がなかった。しかし、データ宣言の全体に占める割合は10%しかないので、さほど大きな問題ではなかった。

(2) コンパイラのチェック

型やモジュール間のインターフェースなどが、コンパイラによってチェックされたので、デバッグが容易であった。例えば、C言語でよく発生する、データ領域とプログラム領域の重なりによるトラブルなどは発生しなかった。

(3) 詳細設計

詳細設計の段階では、従来の1%にも満たないページ数の内部仕様書しか作成する必要がなかった。いきなり上位モジュールからコーディングを開始することができた。

(4) インタフェースのトラブル

従来は、仕様書でモジュール間のインターフェースを定義していたが、実際のライブラリと一致しないというトラブルが発生しがちであった。ところが、Adaでは仕様を最初にコーディングしてライブラリに登録しておくことができるので、この種のトラブルは発生しなかった。

(5) コンパイルエラーの修正

コンパイルエラーの修正には、コンパイラの適切なエラーメッセージが有効であった。

5. Adaプログラム開発支援環境の将来

ここで紹介したAdaプログラム開発支援環境は、ホストマシンのツールを開発するためのものである。この次のステップとして、組

み込み計算機用のプログラムを開発するためのAdaプログラム開発支援環境を整備する必要がある。

組み込み計算機は種類が多いが、それぞれにAdaプログラム開発支援環境を整備しなければならない。

5.1 必要なツール

組み込み計算機用の開発支援環境には、上記の開発環境のほかに、次のようなツールが必要である。

まず、クロスコンパイラが必要である。次に、クロスコンパイラが生成したプログラムをダウンロードするために、ダウンローダが必要である。さらに、組み込み計算機のプログラムを実行させてデバッグするためのツールも準備しなければならない。

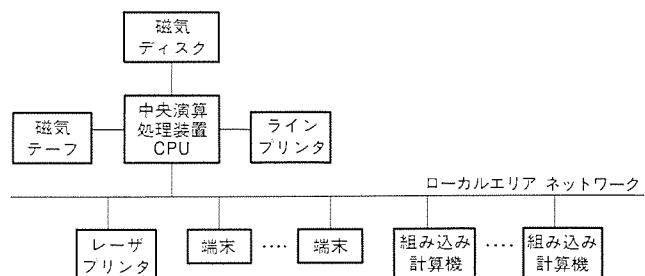


図11. 将來のAdaプログラム開発支援環境のシステム構成

5.2 システム構成

組み込み計算機用のAdaプログラム開発支援環境は、上述のツールを実現するために、ホストマシンとLAN（Local Area Network）などによって結合された多数の組み込み計算機で構成されるようになるであろう。ここで組み込み計算機は、プログラムを実行させるために必要である。

この環境での作業は、次のようになる。まず、ホストマシンでモジュール試験までの作業を行う。次に、できたプログラムをLANを経由して、組み込み計算機にダウンロードして、テストする。この間のすべての操作をホストの端末からできるようにするが望ましい（図11）。

6. むすび

最後に、使用した経験からAdaプログラム開発支援環境の選定において重要と思われる項目を、次に列挙する。

- (1) コンパイル速度
- (2) コンパイラ及びランタイムシステムのエラーメッセージ
- (3) 自動再コンパイル、再リンクなどのライブラリ管理機能

今回の経験をもとに、今後ともよりよいAdaプログラム開発支援環境の整備を進めていく予定である。

リアルタイム制御機能を持つファジィ エキスパート システム構築支援ツール

小林健三* 高木正博** 竹内康晃** 竹垣盛一*** 石岡卓也++

1. まえがき

最近、制御分野においてファジィ理論を応用した知識ベース型制御システムの研究・開発事例が報告されている。熟練運転員の経験的な知識をもとに、従来、その特性を理論的にモデル化することが困難である、などにより人手に頼っていたシステムもファジィ理論を適用することで比較的簡単に制御システムとして構築できる技術的な条件が整ってきた。これにより、今後、他の分野も含め実用的なシステム構築は急速に増える傾向にある^{(1)~(4)}

当社では、ファジィ制御システムを実用化するに当たり、制御ルールの抽出とメンバーシップ関数の決定、及びその検証など問題となっていた技術課題を解決し、真に実用的なシステムを構築可能な三菱統合ファジィ コントロールシステムを開発した。この論文では、その基本的な考え方、機能構成、システム構築手順について述べる。

2. 開発のねらいと特長

現状、ファジィ制御システム事例の多くは、制御ルール数が少ない上、制御ルールの抽出、メンバーシップ関数の決定の方法論や、制御ルールの検証、制御パラメータの調整方法については、今後の技術課題としているなど開発方法論、開発環境に関する技術的障壁は大きいものがある。したがって、実用化した技術レベルも専用のマイクロプロセッサ上で構築した極めて局所的な適用例となっているのが一般的であり、システム開発環境と実行環境とが別々のハードウェア上に存在している。このような環境下では、

(1) 実際に、制御している計算機以外の開発系上のみでは、十分な調整や検証が不可能な上、制御ルールなどを実行系へ移植する手間が必要となる。

- (2) 制御ルールの抽出、メンバーシップ関数の決定を支援する機能が必要である。
 - (3) シミュレーション機能や、制御ルールの検証などを容易にするよう親切なマンマシン機能を持つ開発環境が必要である。

など、技術的課題は残されていると言っても過言ではない。

ここで報告する三菱統合ファジィ コントロールシステムは、プロ
ント制御用エキスパートシェルをベースに、

- (1) 計測制御分野に適用した実績のある機種
 - (2) リアルタイムOS下の高速推論の実現
 - (3) 既存制御プログラム群との言語の親和性
 - (4) プロセス入出力インターフェース手段
 - (5) 安価なグラフィックサポート端末

も考慮) 次の特長を持つでい。

(1) プロトコスホルムの審議（名を用）

- (1) フロービューハウジングを用いて解説的手法により、簡略ルールとメンバーシップ関数を決めるためのファジィ コントロールルール作成支援パッケージを持っている。

(2) リアルタイム機能とUNIX機能を包含したオペレーティング

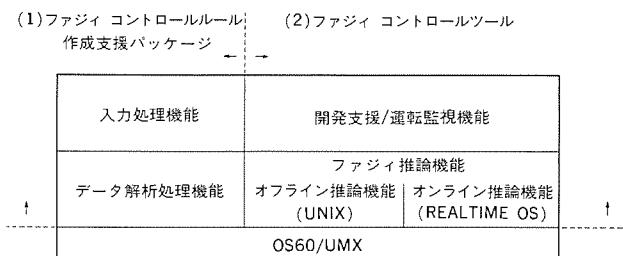


図1. 三菱統合ファジィ コントロールシステムの ソフトウェア全体概要構成図

システムOS60／UMX上で、オンラインとオフラインの二つの推論機能を実現し、1台のミニコン上で開発系と実行系を同時に実現した。

このことにより、先の技術的課題を解決し、真に実用的なファジィ制御システムの構築が可能となる。

3. システムの概要

3.1 全体ソフトウェア構成

図1にこのシステムの全体ソフトウェア構成を示す。

- (1) ファジィ コントロールルール作成支援パッケージ
 - (2) ファジィ コントロールツール

(1)の入力処理機能では、収集した実プロセスデータを必要に応じて処理、選択してトレンド表示し視覚的に分析する機能と、分析の結果、解析するデータを選択し、解析可能な形に処理する機能を持っておりデータ解析の前作業を大きく軽減することが可能である。また、データ解析処理機能では、ファジィ変数の作成、有意な制御ルールの作成を支援し、知識エンジニアの負荷軽減や、抜けのないルールベース作成に役立つ。

(2)では、短時間で実用システムを構築できるよう豊富な開発支援機能、リアルタイム制御時の運転監視機能を持っている。制御ルール（知識）の表現をより人間に理解しやすい工夫や、オンライン、オフラインで実プロセスデータを用いて制御の様子をシミュレーションするなど実用的なファジィ制御システムの生成、検証を容易にしている。

また、ファジィ推論機能は、オフライン(UNIX環境下)とオンライン(OS60環境下)との二つからなり、目的に応じたより柔軟な推論を可能にしている。

3.2 各サブシステムの機能

3.2.1 ファジィコントロールルール作成支援パッケージ

図1に示すようにこのパッケージは、入力処理機能とデータ解析処理機能から構成されている。ここで入力処理機能とは、

- (1) プロセスデータの選択及び入力
 - (2) プロセスデータの時系列的な前処理
 - (3) 前処理後のプロセスデータの解析処理向けの編集処理

を含んでいる。(1)については、通常、プラント操業は多くの従属変

数（観測値）と、これを基にオペレータが判断し出力する幾つかの独立変数（操作量）からなる。これらのデータは、実プラントの操業時に採取し記録される。このルール作成支援機能では、これらの実プラントの操業データをもとに解析的な手法でファジィ コントロールルールを生成するもので、このシステムでは実プラントの操業データから任意の独立変数、従属変数を選択することが可能である。

次に、(2)については、実際、実プラントの操業データは、多くのノイズや時間的ななぞれが含まれているため、このパッケージの後処理である解析処理で有効な解析を実現するためには、ノイズの多いひずんだ実データを前処理し、なるべく本来の姿に近いデータに加工し直す必要がある。この前処理として必要な機能は、次のとおりである。

(a) ディレイ処理機能

プロセスデータ及び操作量の時間軸を修正し、相互の時間的な関係を調整する。

(b) 差分処理機能

プロセスデータの前回採集値と今回採集値の差を算出し、プロセスの生データの変化量を新たなデータとする。

(c) データ分類機能

データ解析を有効に行うため、種々の変量を選択し並び替えを行なう。

(d) トレンド表示機能

プロセスデータは、多くの種類のノイズを含んでいる。ノイズ除去には移動平均、1次遅れ処理を主として用いることが有効である。このようなノイズ除去の後でプロセスデータの相互関連を視覚的に確認しその後解析を行うため、トレンド表示処理を行いその結果は、データ解析用CRT端末に表示出力される。

(e) 解析データ作成機能

解析プログラムに必要なデータを渡すため、生のプロセスデータの前処理後、独立変数、従属変数を選択し、時間軸に関しても開始、終了時刻の選択などを行う。

もう一方のデータ解析処理機能は、オペレータの実操業データを基にファジィ コントロールルールを生成することを支援するものであり、次の機能からなる。

(1) 独立変数と従属変数との関係を記述する。

(2) これらの関係の多さを記述するための相関係数を与える。

基本的には統計解析手法を用い、数種類の独立変数と従属変数との相関を最も大きくするように独立変数の係数を決定するのであるが、通常のプラントではこの線形の仮定が崩れる。その場合、通常のように線形重回帰分析手法を用いることができないため、筆者らは特殊な解析手法を用いてこのような非線形の場合にも独立変数と従属変数との関係を導き出すことを可能とした。ファジィ変数のしきい値を求めるためには、この解析手法を用いて繰り返し解析を行う方法で求める。独立変数の選択に当たっても、同様に統計解析手法を採用し、有用な変数を順次組み入れる。

3.2.2 ファジィ コントロールツール

(1) 開発支援／運転監視機能

この機能は、グラフィック端末をサポートし、会話的に変数・ルールの入力から制御状況の表示までを行う。

(a) 入出力変数定義機能

ルール中の変数を、ファジィ推論に必要なプロセスからの入力

及びプロセスへの出力と対応づけて定義する。変数名は、日本語でも入力可能（ファジィ変数名、ルールも同様に日本語入力可能）。

(b) ファジィ変数及びメンバーシップ関数の定義／変更機能

ファジィ変数（“大きい”、“中くらい”など）は、メンバーシップ関数により表現される。メンバーシップ関数の形としては、基本的には台形とし、三角形及び階段型でも入力できる。この機能は、入力されたメンバーシップ関数をグラフィック機能を用いて画面に表示する。

(c) ルール作成／変更／デバッグ機能

ルールは、ルールセット単位に管理され、複数ルールセットが同時に推論可能である。ルールの変更／デバッグは、会話的に容易に行なうことができる。

(d) 入力状況表示機能

現在の入力値及び入力値に対する各ファジィ変数のグレード値を表示することが可能である。

(e) 制御状況表示機能

現在の入力値に対する各ルールのファジィ推論の結果を表示することが可能である。推論の結果、得られた出力変数に対する合成メンバーシップ関数は、グラフィック機能により画面へ表示される。

(f) シミュレーション機能

入力したルールの妥当性を検証するため、画面からの入力値、プロセスからの実データを用いたシミュレーションを可能とする。シミュレーションの結果、ルール／メンバーシップ関数を修正する必要が生じた場合には前記機能を用いてすぐに修正を行うことができる。

(g) アラーム情報表示

ファジィ推論中に発生した推論異常にに関する情報を、画面に表示することができるので、稼働中に発生した異常に対しても容易に対応ができる。

(2) ファジィ推論機能

ファジィ推論機能部は、制御操作に関する各種知識を知識ベース化し、それを効率良く実行できるプラント制御用エキスパートシェル (ERIC)^{(5)~(7)}をリアルタイム制御用に機能強化したものを用いて実現されている。この推論部は、ワーキングメモリと「if…then…」形式のプロダクション ルールセットによる知識ベースの処理システムであり、ルール中にあいまいな知識の表現が可能である。

三菱統合ファジィ コントロールシステムでは、このシェルをベースにしてオンライン推論機能部とオンライン推論機能部の二つの推論機能を持っているが、オンライン推論機能部は、先に述べた開発支援／運転監視機能部の中で開発支援機能と密な情報交換を行い、UNIX環境下で会話的に処理を実行可能である。もう一方のオンライン推論機能部は、このシェルの推論エンジンであり、リアルタイム制御時、運転監視機能部を通じて制御状況を見やすく説明する機能を持っている。

「大きい」や「小さい」などのあいまい量を表現するためのメンバーシップ関数は、折れ線として表現するものとし、折れ点の座標によりデータ化される。この表現形式は、横軸の規格化や量子化などの操作を必要としないで記述できる利点を持っている。

各ファジィルールセットに関するファジィ推論は、制御操作量を導出することを目的とするため、ワーキングメモリ (WM) にセッ

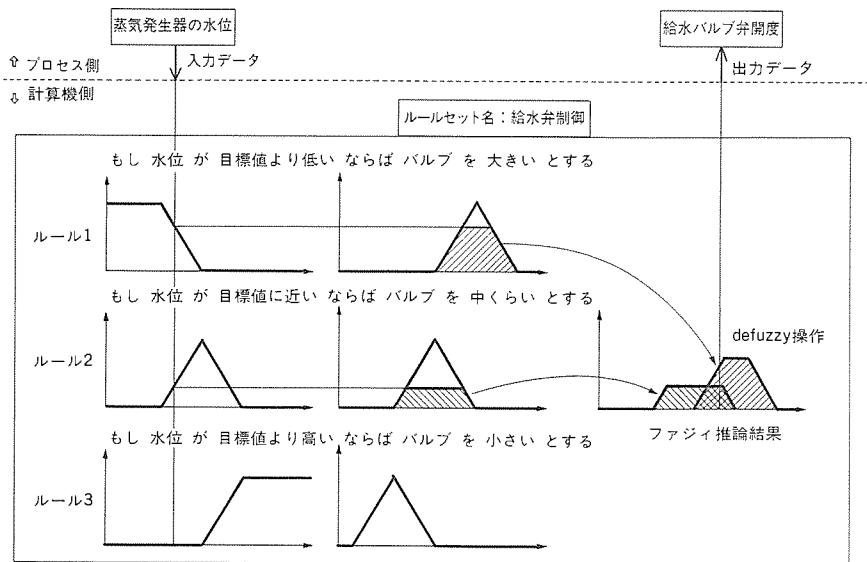


図2. ファジィ推論概念図

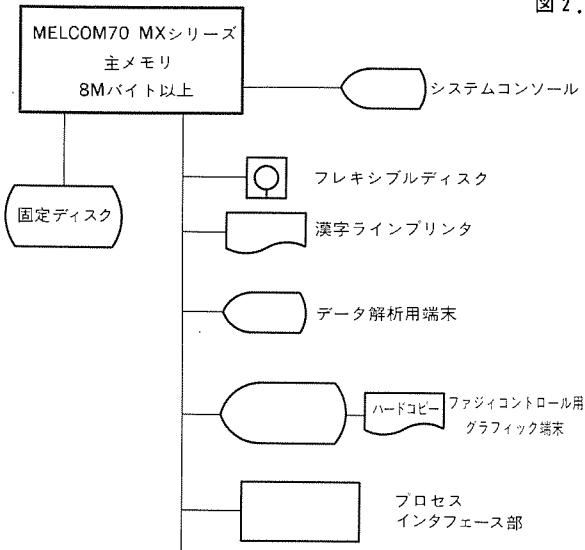


図3. 標準ハードウェア構成

トされたプロセス状態量を入力としてファジィ推論を行い、推論結果のメンバーシップ関数を数値化してWM変数に設定する処理を一貫して実行することにした（図2 ファジィ推論概念図参照）。

この処理において、入力がクリスピな値であることを用いて、

if 前件部 *then* 後件部

なる形式で記述される各ルールについてのファジィ推論は、以下のように簡略化されて実行される。

$$\mu_{\text{結果}} = \mu_{\text{入力}} \text{OR}$$

$$= \vee \mu_{\text{入力}} \wedge (\vee \mu_{\text{前件}} \wedge \mu_{\text{後件}})$$

$$= \vee (\mu_{\text{入力}} \wedge \mu_{\text{前件}}) \wedge \mu_{\text{後件}}$$

$$= \vee \mu_{\text{前件}} (\text{入力}) \wedge \mu_{\text{後件}}$$

ここで

$\mu_{\text{前件}}$: 前件部のメンバーシップ関数

$\mu_{\text{後件}}$: 後件部のメンバーシップ関数

$\mu_{\text{結果}}$: 推論結果のメンバーシップ関数

$\mu_{\text{入力}}$: 入力値のメンバーシップ関数

R : ルールに対応するファジィ関係

また、ファジィ推論は、複数のルールの総合したファジィ関係に

より行うが、

$$R_{\text{all}} = R_{\text{ルール1}} \cup R_{\text{ルール2}} \dots \cup R_{\text{ルールn}}$$

なる分配則を用いて、これらの各ルールの結論メンバーシップの論理和をとることにより、ルールセット全体の結論が導かれる。この処理により、入力・出力数の制約はなくなる。

合成則は、max-minとmax-productの2種類、ファジィ推論結果を数値化するdefuzzy操作には重心点、面積2分点及びピーク点の3種類が用意されており、ルールセットごとに指定可能である。

推論の高速化と寄与の少ないルールの影響を除去するため、前件部のグレード値があらかじめ設定された値より小さい場合にルール後件部の評価を行わないカット的操作を使用することができる。また、入力に対するグレードの最大値が、異常に小さい場合などの推論異常が発生した場合、その結果は開発支援機能のアラーム情報表示に通知される。

3.3 標準的なハードウェア構成

図3は、このシステムのハードウェア動作環境として最も標準的な構成を示すものである。目的や制御対象に応じてCPUは、MXシリーズの中から選択可能であり、プロセスインターフェース部も各種レパートリーが用意されている。

ファジィコントロールルール作成支援機能は、主にデータ解析用端末を使用し、ファジィコントロールツールは、ファジィコントロール用グラフィック端末を用いてシステム構築を行う。

既存の各種従来型制御システムとこのシステムを組み合わせることで大きな改造を必要としないよう考慮している。なお、図3と同様のハードウェア環境がある場合には、ソフトウェアのみの提供で三菱統合ファジィコントロールシステムが構築可能である。

4. システム構築手順概要

このシステムの基本的な目的は、オペレータが実プラントの操業で実施しているレベルの操業を自動化することであり、これは通常のエキスパートシステム構築の考え方と一致する。

オペレータは、プラントの特性を理解しているかのように操作を行っている。すなわち、プラントの操業状況を正確に把握し、それ

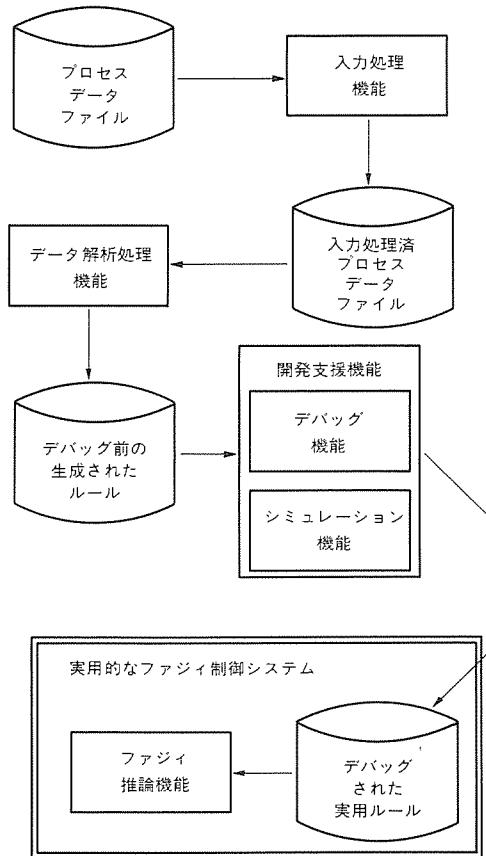


図4. システム構築手順フロー

が不可能な場合はあいまいなプラントの状況から経験を基にしてプラントの実状況を推定し、これを基に操作量を計算、若しくは推定し出力しているものと考えられる。表面的にはプラントデータを観測し操作量を出力しており、プラントの特性を理解しているわけではない。計算機は、これをまねることにより、あたかもプラントの特性を理解しているのと同様の操作出力が可能であり、オペレータ操作の自動化が可能となる。

この実現のためには、実プロセスの観測量とこの状況でのオペレータの実操作量を採取し、これらの変量間の関係を抽出することが必要である。この場合、計算機はプロセスの特性を全く理解する必要はないが、これは通常のエキスパートシステムの構築において浅い知識を利用して構成するのと全く同じ関係にある。

以上の考え方をベースに、既に述べた各々の機能を用いて、実プロセスのデータ解析から実用的なファジィ制御システムを構築するまでの手順を図4システム構築手順フローに示す。

また、図5及び図6には、開発支援機能／運転監視機能の中から、図4の中で用いるグラフィック端末に表示される画面の一例として、各々ファジィ変数定義画面とシミュレーション画面を示す。

5. むすび

ファジィ エキスパートシステムに対するニーズは、今後とも急速に高まる傾向にあることは、冒頭でも述べたとおりである。さらに、

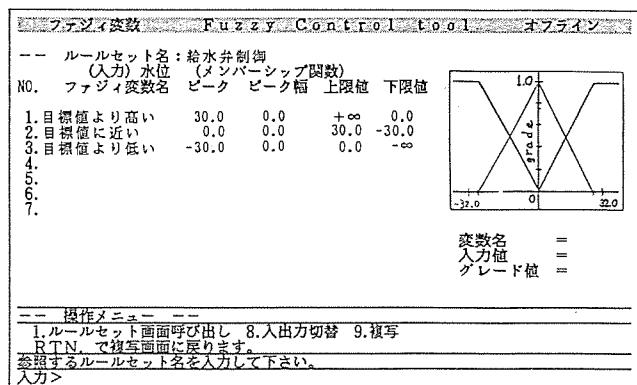


図5. ファジィ変数定義画面

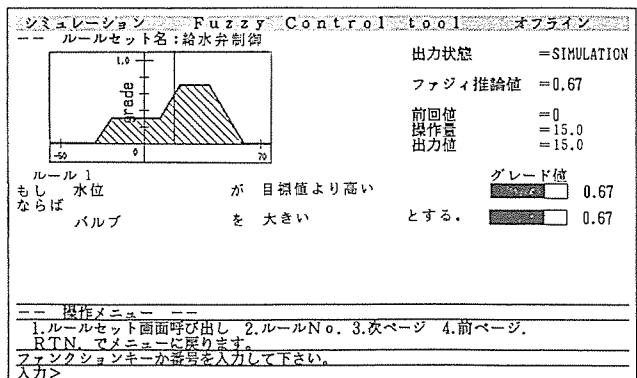


図6. シミュレーション画面

適用分野は、この論文で述べた制御分野（操業支援）に限らず交通管制、その他コンサルテーションシステムにも有効であると考えられる。この論文では、プロセス制御に適用した場合を中心に述べたが、三菱統合ファジィ コントロールシステムは、汎用性も考慮し設計されている。今後ともニーズの多様化にも対応すべく努力を続ける所存であるが、この論文が多少でも参考になれば幸いである。

参考文献

- (1) L.A.Zadeh : Fuzzy Sets, Information and Control, 8, 338/353 (1965)
- (2) R.M.Tong : A control engineering review of fuzzy systems, Automatica, 15, 15/30 (1977)
- (3) 菅野：あいまい集合と論理の制御への応用、計測と制御, 18, No 2, p.150 (1979)
- (4) 自動制御協会編：あいまいさとファジィ理論総合特集号、システムと制御, 28, No. 7, No.10 (1984)
- (5) 大井ほか：プラント制御用エキスパートシェルERIC, 情報処理学会第36回全国大会, 7Q-5, 1593/1594 (1988)
- (6) 石岡ほか：プラント制御用エキスパートシェル「ERIC」、オートメーション, 第33巻, 第6号, 17/21 (1988)
- (7) 竹垣ほか：知識ベース型制御システム構築ツールERIC, 第33回システムと制御研究発表講演会, 191/192 (1988)

三菱生産管理システム(MELMAS)の概念と機能

—《MELCOM EXシリーズ》におけるパッケージ化—

河野俊彦* 細谷賢司* 長井勝則** 池邊隆文**

1. まえがき

現在製造業は、NIES(新興工業国・地域群)の技術力向上による市場への進出などの、厳しい社会・経済の構造的変革のなかで多様化・高度化する市場の要求に対して、高度な生産技術を導入し、多品種少量生産・高付加価値生産を低コストで実現して、国際競争力を高める必要がある。

生産技術の高度化に伴い、当然これをコントロールする生産管理システムの高度化が要求されるが、工場内の合理化のみでは、企業全体の構造改革に限界があるため、営業・購買・技術・財務までを含めた柔軟性があり、統合化されたCIM(Computer Integrated Manufacturing:コンピュータ統合生産システム)(図1)が必要となってきた。

CIMによるシステム構築は、①生産管理の構築・運用を容易にする機能を提供するだけではなく、②経営基盤の確立を行い、③情報システムを経営の武器として活用し、情報をもとにした攻めの経営による他社との差別化を目的として行われる。CIMの構築は、個々のコンポーネントとしての経営管理・販売物流管理・設計開発・運転管理の充実と、フレキシブルな統合が不可欠である。

本稿は、生産管理をCIMの中核として位置付け、受注・製造・資材・原価管理までを幅広くカバーしているMELMAS(MELCOM Material Planning and Scheduling System:三菱生産管理パッケージ)について報告する。

2. MELMASの目的と位置付け

MELMASは、汎用コンピュータ《MELCOM EX 800シリーズ》に搭載する広義の生産管理システムである。また、MELMASは、CIMの中核としての役割を果たすため、CIMを構成する、他のコンポーネント(システム)とのインターフェースの充実を図り、生産管理で必要とする各種機能を備えた汎用ソフトウェアパッケージである。

生産管理システムをパッケージ化したこと、生産管理システムを構築するユーザーに対して、システムの概念から、具体的な実現方法までを含めた形でシステムの提供が可能となった。

3. MELMASの特長と機能

MELMASは、生産管理構築を目指すユーザーに機能を提供するだけでなく、パッケージ導入時の容易性、保守・拡張性を確保し、カスタマイズ作業が容易なシステムである。

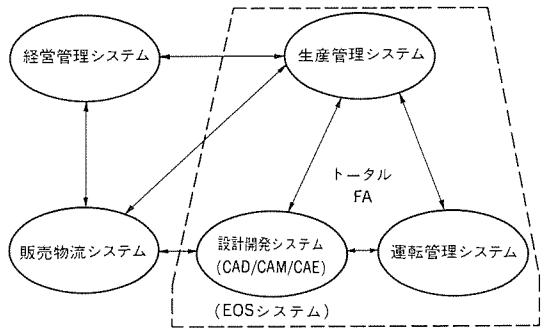
3.1 システムの特長

MELMASは、生産管理システムの構築時に柔軟な対応を可能としている。

3.1.1 ユーザー要求に対する柔軟性

ユーザーの要求、指向に合わせたシステム構築が可能である。

- (1) 各種生産方式への対応が可能



FA : Factory Automation
CAE : Computer Aided Engineering
CAD : Computer Aided Design
EOS : Engineering Office System
CAM : Computer Aided Manufacturing

図1. CIMの概念

継続見込生産(以下、量産と記す。)の代表的手法であるMRP(Material Requirements Planning:資材所要量計画法)、個別受注生産(以下、個産と記す。)の代表的手法である製番管理、及び量産・個産の混在した生産方式に対応が可能である。また、中間在庫方式、カンバン方式へも対応が可能である。

(2) オンライン指向

操作が容易なメニュー方式を採用し、生産活動に必要な情報は、すべてオンライン入力が基本となっている。また、生産活動に必要な情報の検索機能も豊富に備えている。

(3) アクションメッセージの採用

オンライン又はバッチ業務処理の結果、関係部門がアクションをとる必要がある場合、アクションメッセージを発行し、処置を要請する。依頼を受けた部門は、アクション指示内容の検索、及び印字出力により内容の確認をし行動を起こすことになる。アクションメッセージの採用により、従来電話・文書などで行っていた連絡を、コンピュータ上でより速く・正確に行うことができるようになった。

(4) CAD/CAM・FMSシステムとの結合が容易

CAD/CAM・FMS(Flexible Manufacturing System)との連携が容易のため、設計した図面情報を設計(製品設計/オーダー設計)・生産基準情報へ直結することが可能である。また、NC加工情報などをFMSへダウンロードすることも容易である。

(5) 機能選択が容易

システムは、図2に示すようにサブシステム・モジュール・サブモジュールとして階層化しており、任意の機能を選択してシステムを構築することが可能である。

3.1.2 開発・保守に対する柔軟性

FIS(Flexible Information System)を目指し、システム開発時の生産性と、導入・保守の容易性、柔軟性(カスタマイズの容易性)の向上を実現した。

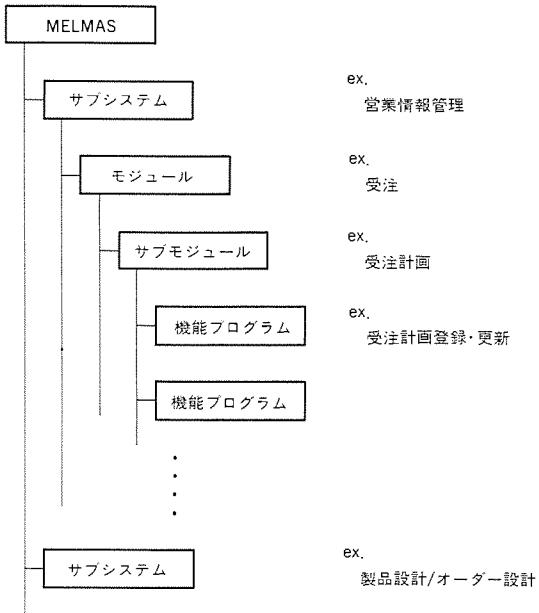


図2. MELMASモジュールの機能構造

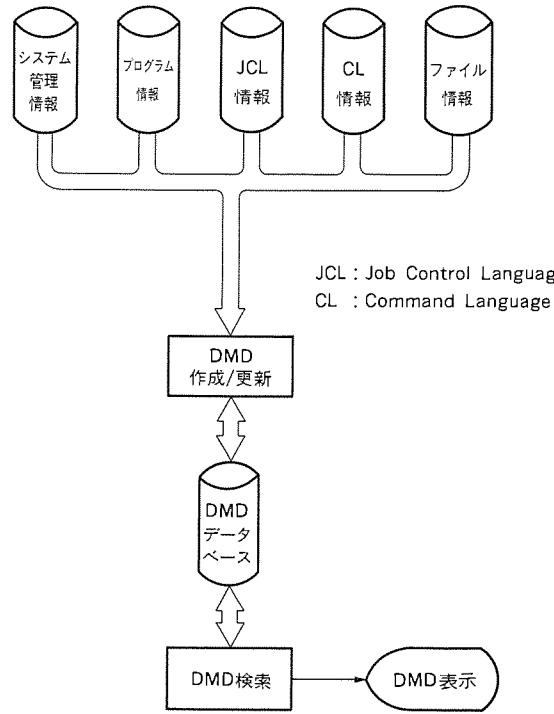


図3. MELMAS DMDの構成

PX0M30		
*** MELMAS-DMD 検索 *** PAGE 1		
検索区分	CP K:項目 C:ヒート P:プログラム S:サンプル J:JCL X,Y:CL F:ファイル	
検索キー	EPPN	名前 マスター 説明
	コピーファイル名	
プログラム名	プログラム名	プログラム説明
PAA010	客先製品コード	社内コードへの変換
PAA020	受注計画登録	
PAA030	受注情報入力	
PAA620	対前年比	機種別計画/実績
PA5020	出荷実績報告	
PBC510	技術情報受付	
PCA010	アイテムM登録	
PCA020	アイテムM問合せ	
PCA030	アイテムM照査	
PCA050	部品構成M登録	
PCA060	部品構成M	
PCA070	部品構成M問合せ	一覧登録
PCA080	P Sレベル付検索	
PCA090	P S検索	
PCA100	P S機種探し	

図4. アイテムマスターのファイル情報を用いているプログラム検索例

(1) オンラインプログラムのパターン化

オンラインプログラムは、機能別に分類・標準化し入力操作方法の統一を図っている。分類は、更新系・検索系・入力系として、合計10個のパターンを備えている。これらの標準パターンはユーザーシステムへ公開される。

(2) 帳票タイトルのファイル化

帳票のタイトルを業務プログラム内の固定値とせず、タイトルファイルとして外部に持つことで、プログラムとは独立して管理している。通常タイトルの変更に対して発生するプログラム変更を不要としている。タイトルは、専用画面により対話形式で変更が可能である。

(3) ロジックのテーブル化

システム内で使用する定数・条件を業務プログラム内の固定値とせず、マスタファイルとして外部に持つことで、プログラムとは独立して管理している。定数・条件の変更に対して発生するプログラム変更を不要としている。特にオンラインで使用するものは、主モリ上に一時記憶化しておき、システム負荷の軽減・応答性の向上を実現している。

(4) DMD (Data Management Description: データ定義管理) の実現

MELMAS内で使用しているソフトウェア資産情報の関連付けについて、MELMAS・ユーザーシステム情報を一元管理し、端末からの要求により任意の検索を可能としている。この検索を行うことで、システム変更・改修の影響度調査・負荷（作業量）把握ができるため、修正作業のスピードアップと修正漏れの防止に有効で、保守性・信頼性・生産性（作業性）の向上が可能である。

DMDは、図3の構成によりソフトウェア資産情報の関連付けを提供している。このうちDMDデータベースは、管理対象となるソフトウェア資産情報のシステム変更・改修に対応して生成、及び更新を行う。検索例を図4に示す。

3.2 業務システムの機能

MELMASは、受注から生産・出荷・原価把握までの各種機能を備え、計画立案から設計変更・生産変更などの変化要因に対し、最適な運用ができるよう配慮したシステムである。システムは、12個のサブシステムを持ち図5の機能概念で構成してある。さらに、各サブシステムは、機能選択・変更の容易さを確保するため、機能群を

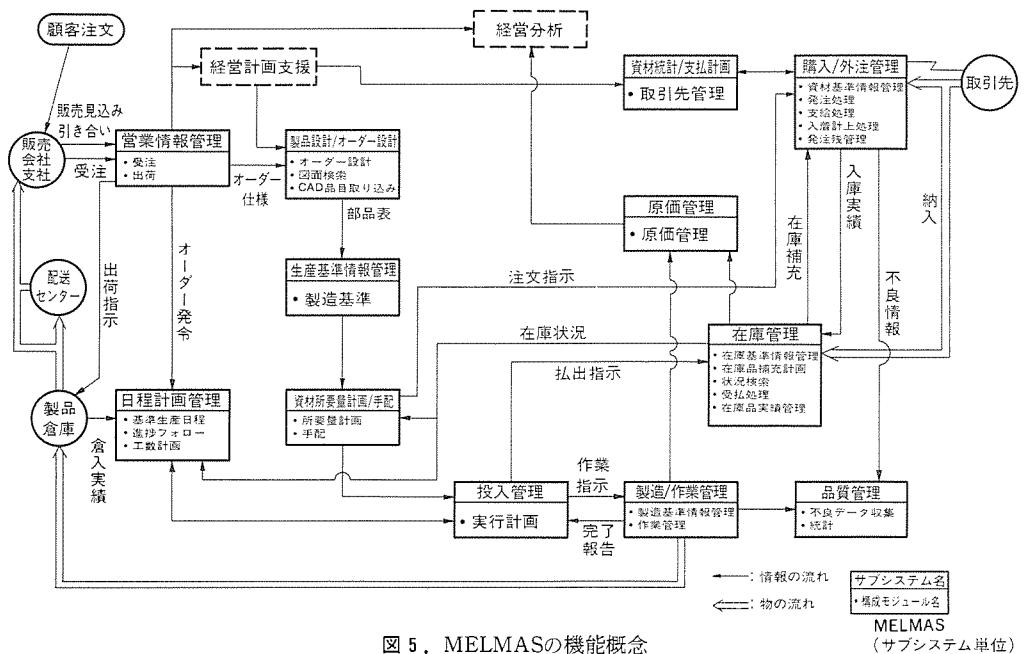


図5. MELMASの機能概念

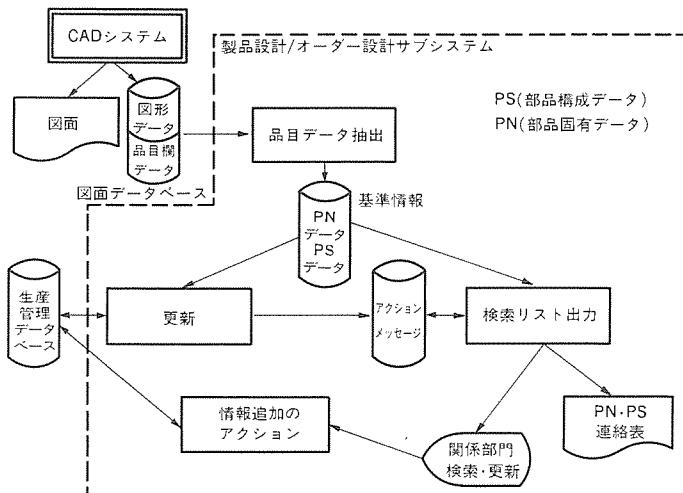


図6. CADシステムとの連接概念

モジュールとして持つ（サブシステムの持つモジュールは図5に併記）。

(1) 営業情報管理サブシステム

個産システムにおいて、顧客からの注文を正確・迅速に生産部門に伝える。注文対応の進捗状況を管理し、顧客からの問合せにこたえるサービス機能を備えている。

(2) 製品設計／オーダー設計サブシステム

オーダー設計は、ロジックマスター・ロジックテーブルに製品仕様と部品の関連情報を蓄積し、顧客の仕様入力から部品表を作成するASSD (Assemble Design)，蓄積した既存図面をGT (Group Technology) コードを指定し、検索・活用することで設計製図の省力化を図る図面GT，CADシステムで作成した図面情報をMELMASに取り込み、生産基準情報を結び付けるDIDS (Direct Input Drawing System) を備えている（図6）。

(3) 生産基準情報管理サブシステム

設計部門からの図面情報をもとに、生産の基準となる情報の登録・更新と所要量計画に必要な情報、及びMELMASシステムで共通的に使用する情報を提供し管理する機能を備えている。

(4) 日程計画管理サブシステム

量産システムでは、月単位の生産計画から日ごとの基準生産日程計画への展開を行う。個産システムでは、大日程計画を登録しチェック部門を設定して受注工事ごとの進捗フォローを行う。生産計画・大日程計画からマクロ的な工数計画を行う機能を備えている。

(5) 資材所要量計画／手配サブシステム

所要量計画は、生産指示に従い、生産基準情報の部品固有情報 (Parts Number : PN)，部品構成情報 (Parts Structure : PS) をもとに部品展開、手配量計算、MRP計算を行う。部品展開は、PN/PSをレベル バイ レベルの構造とし、群番方式・削除方式を採用し、派生製品への対応の容易化・個製品手配の容易化・情報量の縮減を実現している。在庫品に対する手配量計算、MRP品に対するリジェネレーション ネットチェンジなどの方式により、在庫管理方式に合わせた補充ができる。所要量計画に基づき払出指示・注文指示・内製（内作）品の加工指示を行い、この手配情報を関連サブシステムへ渡す。手配済みオーダーに対する変更処理機能も備えている。

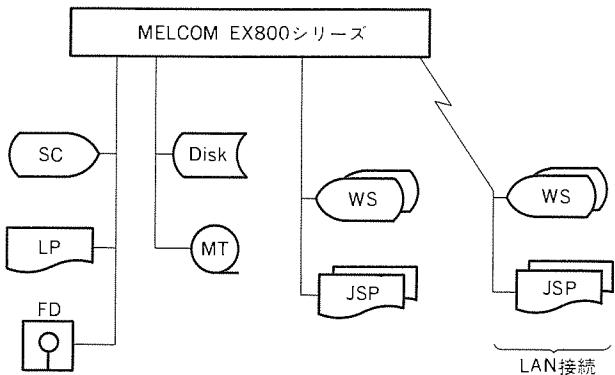
(6) 投入管理サブシステム

生産計画に基づき製造（組立）過程で必要な部品を、当該部品の必要となる時期に必要量だけ投入（払出し・支給）する実行計画を行う。実行計画は、作業直前の状況（部品そろえ、進捗など）を的確に把握して立てるため現場に密着した計画が可能である。

(7) 製造／作業管理サブシステム

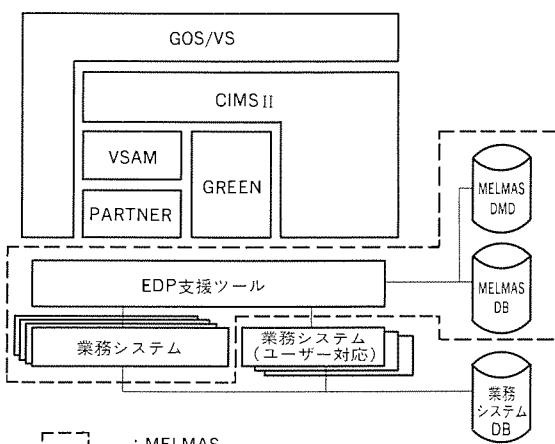
工程能力・工程手順情報をマスターデータとして、内製（内作）品の加工指示に基づき所要量により工程手順展開をし、各工程への作業指示から負荷状況検索・変更処理・進捗管理及び実績報告を含めた管理機能を備えている。

(8) 在庫管理サブシステム



SC : システムコンソール
Disk : 磁気ディスク
MT : 磁気テープ
LP : ラインプリンタ
FD : フレキシブルディスク
WS : ワークステーション
JSP : 日本語シリアルプリンタ

図 7. ハードウェア構成のイメージ



: MELMAS
GOS/VS : Global Operating System/Virtual System
CIMSII : Communication and Information Management System II
VSAM : Virtual Storage Access Method
GREEN : General Screen Format Service
PARTNER : 応用ユーティリティ

図 8. ソフトウェア構成のイメージ

在庫基準情報として、月平均使用量・安全在庫・発注点・発注点月数などを管理する。発注手配に対する納入、払出数、棚卸し・廃却報告などによる受払処理、払出金額に基づくABC区分付け、C級管理品に対する発注点計算、在庫補充手配指示、在庫・発注残・引当状況に対する在庫運用情報提供サービスなどの機能により在庫の有効運用が可能になる。

(9) 購入／外注管理サブシステム

購入品・外注品を調達購入するに当たり、買い付け条件、調達条件、管理要件などの基準となる項目を資材基準情報として管理する。発注指示に対して、価格・発注量・取引先などの発注要件確認と注文決裁後に注文書発行を行う発注処理、外注に対する有償支給実績報告などを行う。また、注文に対する入着状況を見ながら発注残管理を行うことで、部品の適切な調達管理機能も備えている。

(10) 資材統計／支払計画サブシステム

生産管理システム内で発生する資材調達関連情報による統計業務と諸費用の集計、取引先ごとの買掛金額決定、買掛金額に対する支払計画策定機能を備えている。

(11) 原価管理サブシステム

生産管理システム内で発生する製造原価と目標原価との差異分析を行う。実績コスト（仕掛残高を含む）の管理機能、各種作業時間

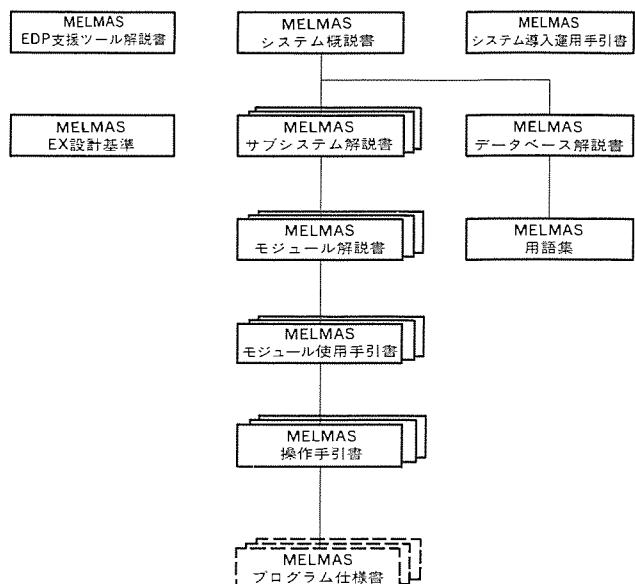


図 9. MELMASドキュメント体系

を集計した作業能率管理機能、任意のレベルからの積上見積原価計算書作成機能も備えている。

(12) 品質管理サブシステム

内製（内作）品の製造不良、購入／外注品の受入時の不良と出荷した製品の不良・クレームなどを収集し、統計処理機能を備えている。

4. システムの構成

(1) ハードウェア構成

コンピュータは《MELCOM EX800シリーズ》を使用する。ハードウェア構成は、標準システムで利用できる。ハードウェア構成のイメージを図 7 に示す。

(2) ソフトウェア構成

オペレーティングシステムGOS/VSのもとで動作し、オンライン処理機能はCIMSII、データベース管理機能はVSAMを使用している。ソフトウェア構成のイメージを図 8 に示す。

(3) ドキュメント構成

各機能、使用フェーズごとに階層化し作成している。図 9 にドキュメント体系を示す。

5. むすび

MELMASは、CIMの中核システムとしてユーザーから好評を得ている。特にオンラインプログラムのパターン化による操作性の統一、メニュー方式の採用による操作の容易性について、ねらいどおりの評価を得ている。反面、機能の適用範囲、内容について必ずしもユーザーの様々な要求を完全に満たせない部分が残っている。今後更に内容の充実、機能適用範囲の拡大を行い、併せて導入の容易性、柔軟性の向上に努めていくつもりである。

参考文献

- 1) 三菱電機：CSS-P（三菱電機体系化生産情報システム）生産情報システム概説書（1986-10-20）

タイムチャート自動読み取りシステム

川又武典* 小林啓二* 石田智男** 長尾正博** 村上博紀***

1. まえがき

LSIの開発は、大規模化、高機能化が進み、さらに多品種少量化の傾向からASIC技術が普及してきている。これに伴いLSIの論理シミュレーション作業が増加し、特に論理シミュレーション用テストパターンの作成作業が増大している。したがって、テストパターン作成の負荷を軽減し開発期間の短縮を図るために、タイムチャート自動読み取りシステムを開発した。

このシステムは、昭和62年11月に製品化したイメージOCR装置M6560を用い、新規に文字及びタイミング波形の認識プログラム、読み取り結果の表示・修正プログラム、さらにテストパターン記述言語への変換プログラムを開発し、組み込むことにより構成した。このシステムにより、論理シミュレーション用テストパターンを記入した手書きのタイムチャートを直接読み取り、論理シミュレーション用のテストパターン記述言語に変換することが可能になった。以下に、このシステムの主な特長を示す。

- (1) ピン名、波形タイプ、ピンの遅延時間などテストパターン作成に必要な各種の情報を定義する定義用シートと、実際のテストパターンが記入された波形用シートの2種類の帳票の読み取りが可能である。
- (2) 定義用シートでバスの定義をすることにより、複数のピンの波形（最大4ピン）をまとめて表現することができ、バスデータの一括入力が可能である。
- (3) 定義用シートの情報（バス表現、波形タイプなど）を利用した認識方式により、高認識率が実現可能である。
- (4) 波形用シートでは、波形と文字を自動的に分離することができる。これにより、波形、文字が混在したタイムチャートの読み取りが可能である。以下に、システム構成、読み取り方式、マンマシンインターフェース機能、性能評価について説明する。

2. システム構成

2.1 装置構成と仕様

図1にタイムチャート自動読み取り装置の外観を示す。この装置は、



図1. タイムチャート自動読み取りシステム

表1. タイムチャート自動読み取り装置仕様

帳票サイズ	B4 364mm×297mm
読み取り文字種	表紙用シート：数字、英字（A～Z） 波形用シート：数字、英字（A～F, H, L, X, Z）及び波形
ピン数	1枚当たり：25ピン MAX：300ピン
サイクル数	1枚当たり：50サイクル MAX：50,000サイクル
読み取り速度	30秒／枚
連続読み取り	100枚
電源	A.C.100V, 50/60Hz, 0.9kVA
その他	バス表現可能 繰り返し定義可能 コメント行指定可能

シート搬送機構及び光学走査機構からなる読み取り部、テストパターンの認識処理を行う認識部、読み取り部及び認識部などを制御する制御部“マルチワークステーション：M3307”により構成される。表1にこの装置の主な仕様を示す。

2.2 読み取りシート

図2にこのシステムで読み取る定義用シート及び波形用シートの例を示す。

(1) 定義用シート

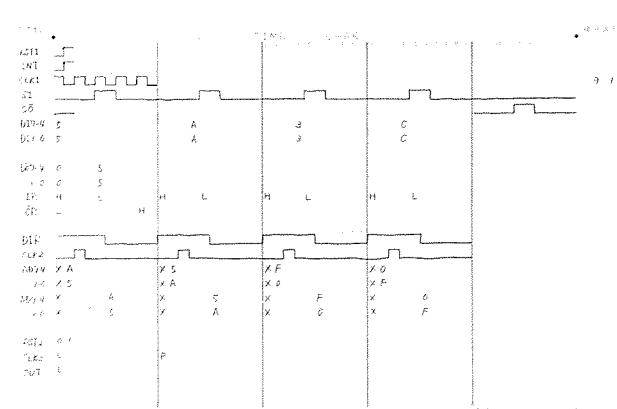
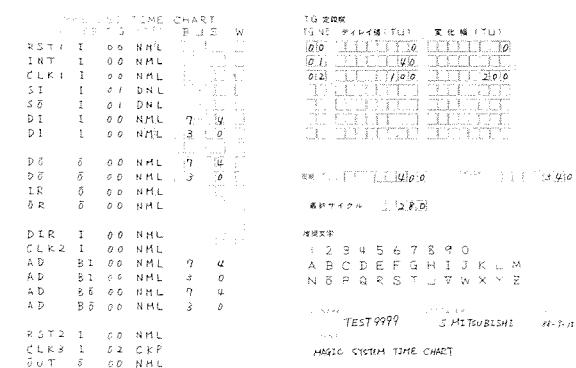


図2. 定義用シートと波形用シート

各ピンについて、ピン名、入出力種別、タイミング、波形タイプ、遅延時間を定義するシートである。1シートで25ピンまで定義できる。

(2) 波形シート

定義用シートに対応した各ピンのテストパターンを記入するシートである。テストパターンは、波形、文字のどちらで記入してもよい。1シートで25ピン、50サイクルまで記入できる。各文字枠が各サイクルに対応し、波形記述の場合文字枠と文字枠の間に、立ち上がり、立ち下がりの記入が可能である。サイクルに何も記入されていない場合は、前のサイクルの続きをみなす。また、2サイクル以上の繰り返しパターンの場合は、繰り返しパターンの先頭サイクル及び最終サイクルを繰り返し欄に記入することにより、以降の省略が可能である。

2.3 処理フロー

図3にシステム構成図、図4に処理フローを示す。このシステムでは、まず読み取り部でテストパターンが書かれたタイムチャートを読み取り、次に、認識部で文字や波形の認識処理を行い、最後に制御部で読み取り結果の確認、修正を行い読み取り結果ファイルを作成する。この読み取り結果ファイルを、ホストコンピュータに転送し、論理シミュレーション用のテストパターン記述言語に変換することに

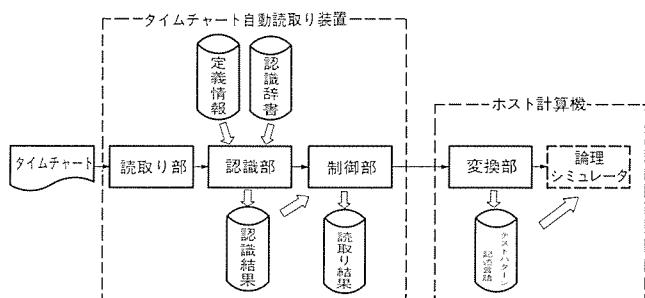


図3. システム構成図

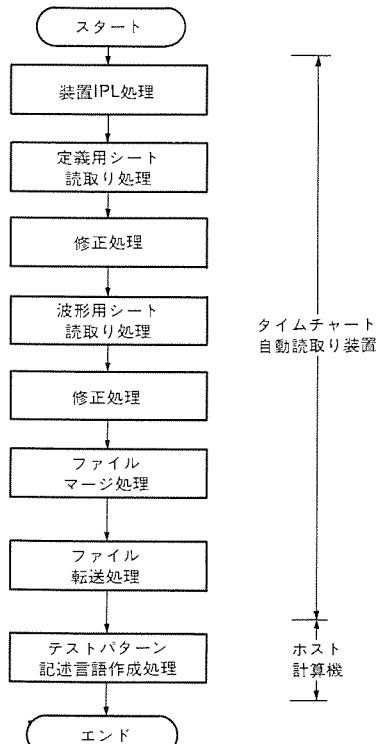


図4. 処理フロー

より、論理シミュレーション用テストデータの入力作業を完了する。

以下に、図4に従ってこのシステムの処理フローについて説明する。

(1) 装置IPL処理

制御部のハードディスク上にある認識プログラムや認識辞書などを認識部にロードすることにより、装置の初期化を行う。

(2) 定義用シート読み取り処理

ピン名・波形タイプ・ピンの遅延時間などテストパターン作成に必要な情報を定義したシートの読み取りを行う。

(3) 波形用シート読み取り処理

ピン名に対応した波形を記入したシートの読み取りをバッチ処理を行う。

(4) 修正処理

定義用シート及び波形用シートの認識結果をディスプレイ上に表示し、確認・修正作業を行う。

(5) ファイルマージ処理

各定義用シートに対応した複数の波形用シートの読み取り結果ファイルをマージする。また、バックアップ作成モードを指定すると、フロッピーディスク上に読み取り結果のバックアップファイルを作成することができる。フロッピーディスク上のバックアップファイルをハードディスク上にロードすることにより、再度、表示・修正することができる。

(6) ファイル転送処理

タイムチャート自動読み取り装置からホストコンピュータに読み取り結果ファイルを転送する。

(7) テストパターン記述言語作成処理

ホストコンピュータ上で、転送された読み取り結果ファイルをテストパターン記述言語に変換する。

3. 読取り方式

図5及び図6に従って読み取り処理の流れを示す。

3.1 画像入力

8本/mmの密着型CCDセンサにより、1シート分の画像を入力する。読み取りシートはB4横サイズ、画像の濃度レベルは多値レベルである。

3.2 行領域切り出し

入力された画像から行領域を切り出す。波形用シートでは、各行が50サイクル分のピン領域に対応する。ここで、入力された画像には読み取りシートの伸縮や傾きがあるため、画像中の基準位置情報を利用して補正を行い、正しい行領域を切り出す。

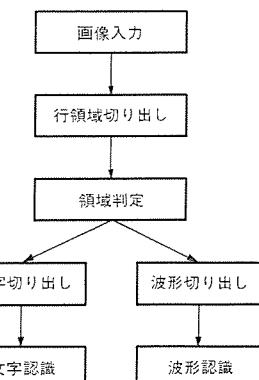


図5. 読取り処理の流れ

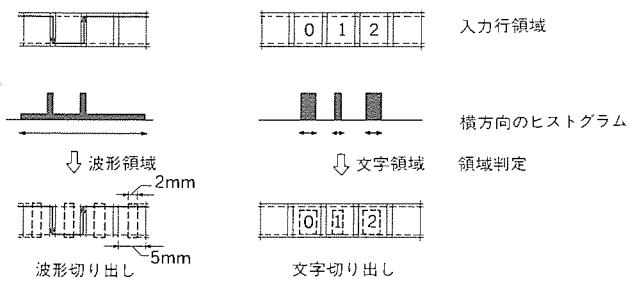


図 6. 領域判定と文字、波形切り出しの例

3.3 領域判定

切り出された行領域について、文字領域か又は波形領域かを判定する。波形用シートでは、各文字枠が 1 サイクルに相当している。図 6 に領域判定と文字、波形切り出しの例を示す。波形用シート中の文字の場合は、文字枠内に記入されるので、各文字は分離している。一方、波形の場合は、複数個の文字枠にまたがるか、文字枠と文字枠の間に波形の変化（立ち上がり、立ち下がり）が入る場合がある。さらに、その場合は、矢印などが記入されることがある。一部が文字枠領域に食い込むことがある。このように、文字領域と波形領域では記入される性質が異なるので、同一の切り出し方式では対応できない。したがって、まず、切り出された行領域が、文字領域か又は波形領域であるか判定し、それにより切り出し及び認識方式を変えるようにした。具体的に領域判定は、次のように行う。

切り出された行領域について、垂直方向に走査して横方向のヒストグラムを作成する。次に、連続するヒストグラムの幅がある一定以上の領域を波形領域と判定し、それより短い領域を文字領域と判定する。

3.4 文字・波形切り出し

文字領域の切り出しは、横方向に分離した各文字の外接く形（文字に外接する最小の四角形）を切り出すことにより行う。ただし、文字枠を無視して記入された文字は、文字枠情報を併用して切り出し、文字のはみだしや文字記入位置のずれた文字に対応する。

波形領域の各波形の切り出しは、図 6 の例に示すように、波形の状態が安定している文字枠の中心位置（幅 2 mm）を切り出す。これにより、波形の立ち上がりや立ち下がりの影響を受けずに切り出すことができる。また、文字枠幅は 5 mm に対し観測幅が 2 mm であるため、矢印が文字枠内へ食い込んでも正しく波形を切り出すことができる。

3.5 文字・波形認識

3.5.1 文字認識

文字認識は、切り出された文字パターンの輪郭を解析⁽¹⁾することにより行う。まず、輪郭線数・ループ数・凹部・凸部・端点情報などの特徴を抽出する。次に、求められた特徴とあらかじめ基準文字の特徴量が格納された認識辞書とを比較し、最も相違度の小さい文字を認識結果として出力する。特にこの装置では、文字認識時にあらかじめ読み込まれた定義シートの情報から、現在処理を行っている領域の波形タイプを求め、波形タイプに応じた認識対象字種の絞り込み及び認識方式の選択を自動的に行う。波形タイプと認識対象文字の関係を表 2 に示す。

ここで、認識方式とは、入力した多値パターンの 2 値化レベルを変えて複数回認識し、認識結果のすべてが一致した場合に正読とする方式や、読み取り不能になった場合、認識可能となるまで濃度レベ

表 2. 波形タイプと認識対象字種

波形タイプ	認識対象字種
バス	(入力) 0~9, A~F
	(出力) 0~9, A~F, X, Z
	(双方向入出力) 0~9, A~F, X
クロック	(ポジティブ) -, 0, L, P
	(ネガティブ) -, 1, H, N
その他波形	(入力) -, 0, 1, H, L,
	(出力) -, 0, 1, H, L, X, Z
	(双方向入出力) -, 0, 1, H, L, X

ルを変えて認識を繰り返すという方式などのリスキヤン方式を指す。以上のようなきめ細かい認識方式により、実用に耐える文字認識率を実現している。

3.5.2 波形認識

波形認識では、切り出された形内の画像の存在範囲が所定値未満のものを波形と判定し、さらにく形内の存在位置により、High レベル（く形の中心より上に存在する。）、Low レベル（く形の中心より下に存在する。）を決定する。波形シート内の波形出現頻度は、文字に比べて高いので、波形の場合に文字認識で行う特徴抽出を部分的に行い、波形シート全体の処理時間の短縮を図っている。

4. マンマシン インタフェース機能

手書きの文字や波形を読み取るこの装置では、読み取り不能文字や誤読文字が発生することは避けることができない。このため、読み取り結果の表示、読み取り不能文字の修正・確認などマンマシン インタフェース機能を充実する必要がある。この装置では、図 7 の画面構成図に示すような装置の IPL 处理、定義用シート及び波形用シートの読み取り、読み取り結果の表示・修正・確認、読み取り結果ファイルの

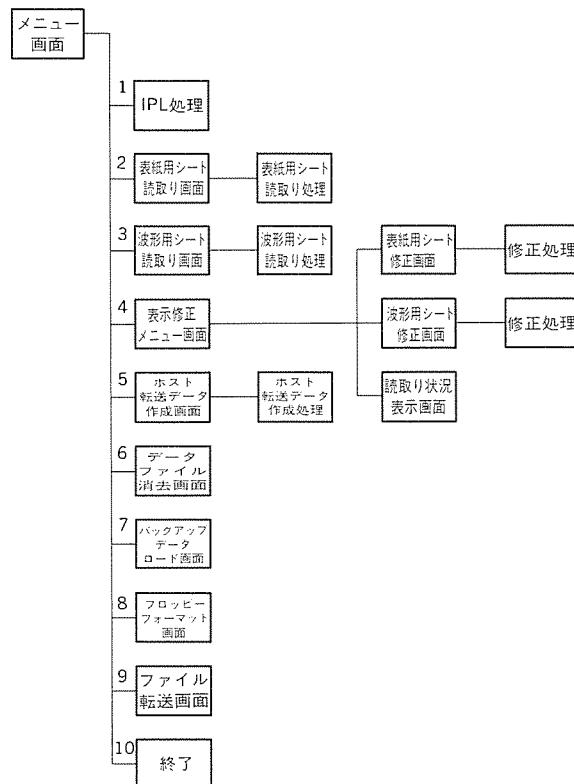


図 7. 画面構成図

	0	10	20	30	40	50	
1 RST1							910
2 INT							
3 CLK1							
4 SI							
5 S0							
6 DI	5	A	B	C			
7 DI	5	A	B	C			
8							
9 D0	0	5					
10 D0	0	5					
11 IR	H	L	H	L	H	L	
12 OR	L	H					
13							

F1 次フィールド	F2 次シート	F3	F4	F5	
F6 - (H)	F7 - (L)	F8 中止	F9 次画面	F10 終了	

図 8. ディスプレイ表示例

マージ・転送・消去などの主要な機能を、オペレータと対話形式で行うことが可能となっている。以下にこの装置が備えている主なマンマシン インタフェース機能について示す。

4.1 読取り結果修正機能

図 8 に読み取り結果のディスプレイ表示例を示す。読み取りシートイメージと同一の画面を表示することでオペレータの違和感をなくし、修正作業を容易にする。また、認識部が誤読の可能性が高いと判断した文字あるいは読み取り不能文字など修正警告文字は、色を変えて表示する。

修正作業は、キーボードを操作することによって行うが、特定のファンクションキーを操作することで、上記修正警告文字にカーソルをワンタッチで移動させて、オペレータの修正を容易にすることができる。また、全読み取りシートについて、シート単位の読み取り状況を表示する画面を備え、読み取り不能文字の有無、1シート内の修正警告文字の個数を表示し、オペレータは、この画面から修正すべきシートの選択・修正の確認を行う。

4.2 データ処理機能

この装置では、読み取り結果のファイルは、読み取りシート内に記入されたページ番号単位にファイル名が付けられ、ハードディスク上に作成される。これらのファイルを、論理シミュレーションを行うための1ファイルにマージする。また、ホストコンピュータへ転送する機能、ハードディスク上のファイルの消去及びバックアップファイル作成機能などオペレータが対話形式で機能を選択することにより、自動的に実行される。

4.3 テストパターン記述言語作成機能

ホストコンピュータに転送された読み取り結果ファイルを、テストパターン記述言語に変換する機能である。変換時に定義用シート及び波形用シートの情報に誤りがある場合は、ワーニング又はエラーメッセージを出力し、オペレータに修正を促すことができる。

5. 性能評価

5.1 認識性能

表 3 に実際のタイムチャートに記入されたデータを読み取った場合の各波形タイプごとの誤読数、認識不能数、正読数を示す。この結果からクロックの場合は、読み取り対象字種が限られているために誤読は非常に少ない。バスの場合は、類似文字が混在しているので、リスキヤン方式を用いても誤読は発生する。また、読み取り不能文字が極端に増加する。ここでは、認識結果の修正作業を容易にするた

表 3. 認識結果

波形タイプ	文字数	誤読数	読み取り不能数	正読数
クロック	2,387	1(0.04)	25(1.05)	2,362(98.95)
バス	4,129	12(0.29)	301(7.29)	3,816(92.42)
その他波形	54,447	13(0.02)	69(0.13)	54,447(99.85)
文字	13,298	26(0.20)	392(2.95)	12,880(96.86)
波形	47,748	0(0)	3(0.01)	47,745(99.99)
全体	61,046	26(0.04)	395(0.65)	60,625(99.31)

注 () 内は%

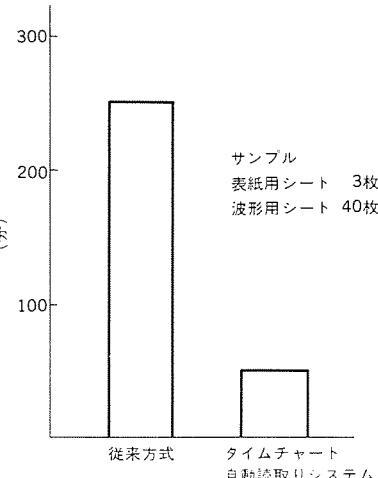


図 9. 従来方式との比較

めに、できるだけ誤読を少なくする方式を選択している。次に、文字と波形に大別して調べると、波形の場合のリジェクトは、波形の記入規則どおりに記入されなかったものであり、波形の認識率はほぼ100%に達している。また、文字の場合はバスの影響で波形より悪い。

5.2 従来方式との比較

テストパターンが記入されたタイムチャートから、論理シミュレーション用のテストパターンを作成するために、これまでには、オペレータがテストパターンを見て記述言語にコーディングし、それをキーボードから入力していた。これに対して、今回開発したシステムでは、ユーザーが記入したタイムチャートを直接読み取り、オペレータは読み取り結果の修正のみを行えばよいので、オペレータの負担が軽減され、入力時間も大幅に減少する。従来の方式とこのシステムを用いた場合の入力時間の比較を図 9 に示す。これから分かるように、従来に比べて約1/5程度の時間で入力が可能になった。

6. むすび

以上のように、従来オペレータが直接テストパターンを見ながらキーボードから入力していたが、このシステムにより論理シミュレーション用テストパターンを自動的にかつ高速に読み取ることができるようになった。今後は、実際にタイムチャート読み取りシステムの使用を繰り返し、さらに、マンマシン インタフェース機能の改良や、バス記述の認識率を改良する予定である。

参考文献

- (1) 上田ほか：新形光学文字読み取り装置 (M2483-N)，三菱電機技報，55, No. 8 (昭56)

スポットライト TL-64形 留守番電話機

このたび、音声合成音により用件録音件数や録音時刻の確認ができる、しかも相手への応答メッセージはIC方式、用件録音はマイクロカセットテープ方式を採用した本格的留守番電話機TL-64形を発売いたしました。この留守番電話機は、テープ再生の出力端子を持っており、静止画テレビ電話を接続することにより、録音された受信画面データを静止画テレビ電話の画面下で再生することができます。

特長

I. 留守録機能

●タイムスタンプ機能

留守中に用件メッセージ、伝言メッセージが録音されると、その時刻を自動的に録音し、再生すると「〇時〇分です」と音声合成音でアナウンスします。

●音声確認

留守中の用件録音件数やワンタッチ/短縮ダイヤルの設定番号、現在時刻や設定時刻も、音声合成音でアナウンスします。

●メッセージ転送

留守中にメッセージが録音されると、あらかじめ設定された番号1個所へ自動発信し、転送先の電話番号を呼び出します。

●リモコン機能

PB押ボタン信号を送出できる電話機を使って、次の操作ができます。
●用件録音内容の再生、●転送のセット/解除、●留守録セット、●応答メッセージ(2系統)の切替/録音、●伝言の録音/再生

●暗証番号呼出機能

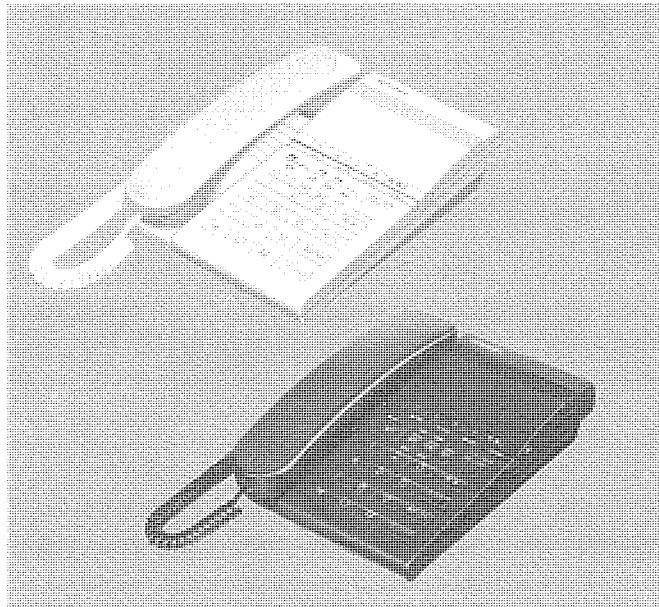
応答メッセージが流れている間に、PB信号によって4桁のID暗証番号が、入力されると着信音が変わります。特定の人からの電話だけを受けることができます。

II. 電話機能

●パンチ(イタズラ電話撃退音)、トーン信号(PB信号)、ワンタッチダイヤル(4個所)、短縮ダイヤル(10個所)、オンフックダイヤル、再ダイヤル、保留メロディ、着信音量切替、親子機能、キータッチトーン(キー受付音)

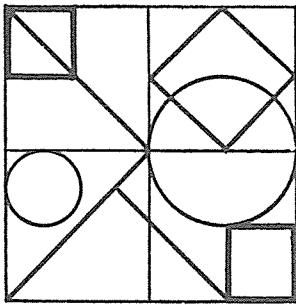
III. 静止画テレビ電話対応機能

●静止面テレビ電話の画像信号をマイクロカセットテープに録音し、静止画テレビ電話で画像を再生できます。



仕様

形名	TL-64形	
使用回線	単独加入電話回線、および、PBXの内線	
回線接続方式	通信コネクタ	
網制御機能	AA、MA、MM	
ダイヤル形式	アウトパルスダイヤル(10PPS/20PPS)切替式、MFダイヤル切替式	
ダイヤル桁数	再ダイヤル ワンタッチダイヤル 短縮ダイヤル	DP…32桁、PB…31桁 ワンタッチ1、2(DP…32桁、PB…31桁) ワンタッチ3、4(DP…16桁、PB…15桁) 10個所 (DP…16桁、PB…15桁)
着信方式	トーンリング(音量3段階…大、中、小)	
直流抵抗	276Ω(停電時通話)、290Ω(通電時通話)	
通話方式	スピーチIC	
録音再生方式	メモリーIC+マイクロカセット 最大録音時間 IC ……32秒 テープ…30秒	
制御方式	4bitCPU	
使用電源	●局電源 ●DC6V(単4乾電池、4本)…停電時バックアップ用	●DC12V(ACアダプタ) (応答メッセージ、約24時間) (ダイヤルメモリー、約1か月)
認定番号	P88-0173-0	
外形寸法	W165×D212×H69(mm)	
本体重量	約0.96kg	



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 特許部 TEL (03) 218-2136

ねじり振動制動装置 (特許 第1244348号)

発明者 川口和孝

この発明は、回転機械のねじり振動の共振倍率を抑制する装置に関するものである。

従来は、図1に示す如く、ねじり振動抑制に寄与する慣性リング(4)とケーシング(3)との間に、慣性リング(4)と同様に振動抑制に寄与する粘性流体(5)を充填すると共に、慣性リング(4)をケーシング(3)に適当な間隔を有して嵌合することにより、粘性係数を調整している。また、間隔を一定に保持するため、慣性リング(4)の内径側にガイドリング(2)を嵌め込み、微少な間隔を保つよう精密加工仕上げされている。このため、各部の加工精度を上げる必要があり、またガイドリング(2)が急加減速時などにかじり現象を起こし、特性が変化するという欠点があった。

この発明は、図2に示す如く、回転するケーシング(3)内に、所定の粘性係数を有する粘性流体(5)と細片化された慣性体(10)とを空隙がないように充填したため、回転によってケーシング(3)が振動を起こしても、慣性体(10)はケーシング(3)内に充満する粘性流体(5)を介して

振動力を受けず、またケーシング(3)と慣性体(10)との間に、その慣性量と粘性流体(5)の粘性に対応するエネルギーが消耗されて制振作用を行わせるようにしたので、慣性体(10)及び粘性流体(5)と、ケーシング(3)との間において、かじり現象が起きるようなことがなく円滑な制振効果を奏する。

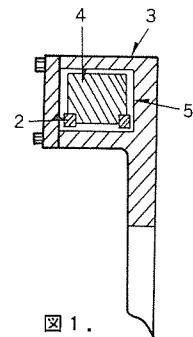


図1.

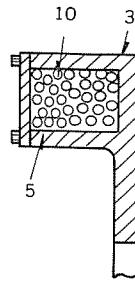


図2.

プリント基板における部品固定治具 (実用新案登録 第1697353号)

考案者 木戸規昭

この考案は、プリント基板の組立作業時に、部品を固定するための治具に関するものである。

従来、図1に示すようにプリント基板(1)の部品取付穴(1a)に部品リード(2a)を挿入した後、図2に示すように、手作業又は自動機械によって余分なリードを切断し、ハンダ(3)によって部品リード(2a)と部品取付穴(1a)とを接続していたが、図1の作業工程完了後、図2の作業工程までに、図1の作業工程のまま持ち運ぶ等の作業があり、振動又は衝撃などにより、取付けた部品が外れたり、浮き上がるなどの欠点があった。

この考案は、図3、図4に示す如くプリント基板(1)に、伸縮自在

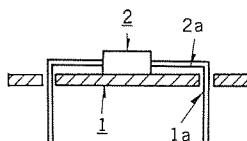


図1.

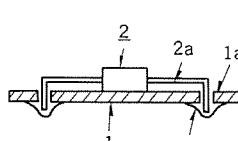


図2.

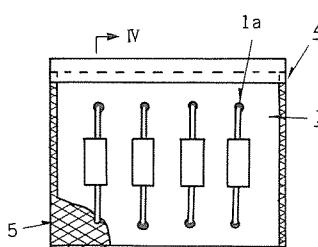


図3.

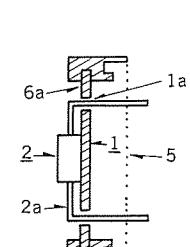


図4. (図3のIV-IV断面)

の網板(5)の両端部に直角方向に方向を違えて開口する二つの外側ガイド溝(6a)と内側ガイド(6b)とを有する側板(6)が取付けられた固定治具(4)を広げてまず一方のガイド溝(6a)に取付け、部品リード(2a)をプリント基板(1)と網目に挿入する。次いで、図5、図6に示す如く、固定治具(4)の側板(6)を両側に倒してプリント基板(1)を内側のガイド溝(6b)に付け替える。これにより、伸縮自在の網板(5)の網目は小さくなり、これによって部品リード(2a)に力が加わり、部品(2)は固定される。そして、図1のような状態で固定治具(4)を取り外し、図2の作業工程を行う。これにより、振動、衝撃などにより部品が外れたり、浮き上がることがなく、作業が容易に行なうことができる。

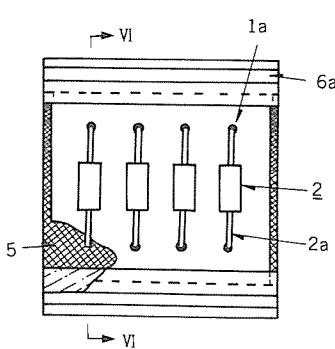


図5.

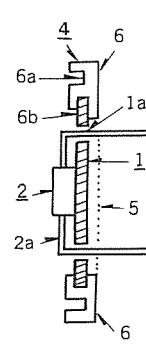


図6. (図5のVI-VI断面)

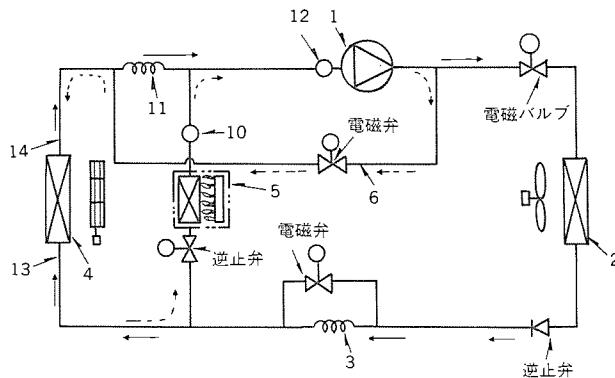
冷暖房装置 (実用新案登録 第1714927号)

考案者 浅野 忠, 小木曾明男

この考案は、冷房サイクルに熱供給源となる冷媒加熱器を含む暖房サイクルを構成した冷暖房装置に関するものである。

即ち、図示の如く、冷房運転時には、バルブ操作により圧縮機(1)から室外熱交換器(2), キャピラリーチューブ(3), 室内熱交換器(4)をめぐり、アキュームレータ(12)を経て圧縮機(1)に戻る冷媒循環をさせることができる。また、暖房運転時には、バルブ操作により圧縮機(1)から暖房用冷媒回路(6)を経て室内熱交換器(4), 冷媒加熱器(5), アキュームレータ(10)をめぐり、アキュームレータ(12)から圧縮機(1)に戻る冷媒循環をさせることができる。なお、暖房運転時に、暖房用冷媒回路(6)を流れる冷媒の一部は、キャピラリーまたは絞り弁などの抵抗要素(11)とおり、冷媒回路から圧縮機(1)に戻されるため、暖房のための熱を搬送する冷媒の経路が短く、室内熱交換器(4)に効率的に冷媒加熱器(5)による熱を搬送することができる上、冷房運転時には冷媒加熱器(5)への冷媒の導通がないため、冷媒加熱器(5)が結露で腐食する事がなくなる。また、冷房運転時と暖房運転時では、室内熱交換器(4)について冷媒の導通方向が反対になる構成となっているため、冷房運転時も暖房運転時も室内熱交換器(4)に関する連絡管(13), (14)に流れる冷媒の相が同じとなるため、液冷媒のみが流れる連絡管(13)については、冷媒ガスを通すものより、配管及び加工の平

易な細い管体で構成することができる。さらに、暖房運転時に、冷媒加熱器(5)で冷媒が完全にガス化しないことがあり、気液混合の状態の冷媒が圧縮機(1)に吸込まれることがあるが、こうした圧縮機(1)の負荷を増加させる要因を冷媒加熱器(5)の後部側と圧縮機(1)の吸込側に配置したアキュームレータ(10), (12)の液吸收作用により排除することができる。



次号予定》三菱電機技報 Vol. 63 No. 4 レーザ応用技術特集

特集論文

- レーザ応用技術と我が国の立場
- レーザ応用技術の現状と将来展望
- 「超先端加工システム」とエキシマレーザ
- 露光ステッパー用エキシマレーザ
- ウラン濃縮用銅蒸気レーザ
- 炭酸ガスレーザの新応用
- LD励起固体レーザとその応用
- レーザ応用測距装置
- レーザドップラ振動計
- レーザ応用きず検査

●半導体レーザ応用光ディスク装置

- レーザ応用ニューロコンピュータ
- 普通論文
- メタノール改質100kW級燃料電池発電システム
- 新1ループコントローラ《MACTUS 210 シリーズ》
- 個人住宅用エレベーター
- 6.3~400Mbpsディジタル光通信装置
- I-SMD-B形加入者線多重伝送装置
- 火力発電所中央制御室のトータルデザイン

三菱電機技報編集委員

委員長	鶴田 敬二
委員	峯松 雅登
リ	福岡 正安
リ	堀切 賢治
リ	風呂 功
リ	村田 豪
リ	藤井 学
リ	紅林秀都司
リ	高橋 誠一
リ	鳥取 浩
リ	柳下 和夫
幹事	長崎 忠一
3月号特集担当	新居 宏士

三菱電機技報63巻3号

(無断転載を禁ず)

1989年3月22日 印刷

1989年3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	東京都港区新橋六丁目4番地9号(〒105) 三菱電機エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報」 Tel.(03) 437局2338
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700円送料別(年間予約は送料共9,100円)

スポットライ 三菱TCGテスター



変圧器などの油入機器における内部異常を早期に検知することは、受変電設備の高信頼運転の維持にとって重要であり、この手段として油中ガス分析が採用されています。しかし、従来の油中ガス分析は変圧器から油を採取し、分析専門会社などにおいて分析する方法がとられているため、即応性に欠けることや、多頻度分析での経済性が低い、などの欠点がありました。これらを解決するためには、現地でまず変圧器異常の有無を検出する一次診断が効果的と考えられます。このたび三菱電機では、変圧器の最も有効な異常検出指標であるTCG(油中総可燃性ガス量)を現地で測定するハンディタイプのTCGテスターを製品化しました。

特長

●油中TCG濃度を測定

変圧器の内部診断の有効な指標として広く使われている油中溶存の総可燃性ガス(TCG)の濃度を測定します。

(変圧器以外の油入電気機器の油中TCG測定も可能です。)

●操作は簡単

変圧器より採取した少量(20ml)の油にプローブを浸すだけで、誰にでも簡単に測定できます。

●小形で軽量

重さはわずか600g程度で、しかも小形ですから片手でも測定できます。

●2電源方式

単三形乾電池で、現地での電源の心配はありません。
(交流の場合は、ACアダプタを使用。)

●測定はスピーディ

わずか30秒で測定します。

●濃度はデジタル表示

測定濃度は、見易いデジタル表示です。

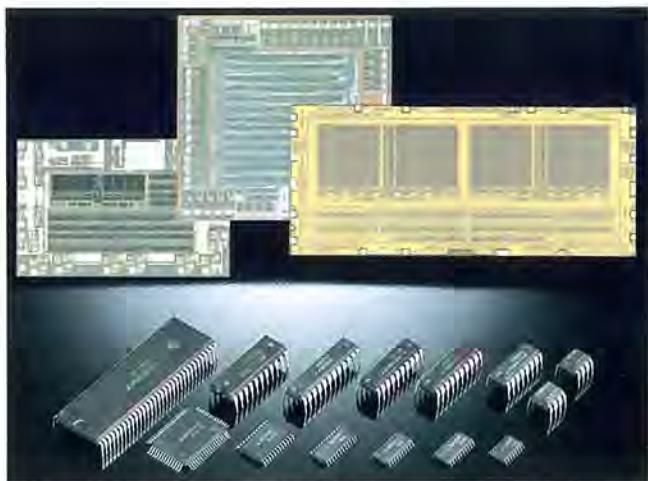
仕様

項目	内 容
対象ガス	油中総可燃性ガス(TCG)
測定センサ	熱線形半導体センサ
測定範囲	200~10000ppm v/v oil
測定油量	20ml
測定時間	30秒
表示	デジタル表示
電源	単三形乾電池4本(DC6V) またはACアダプタ
寸法	本体 W84×H40×D190(mm)
重量	約600g(本体)

※測定時間はゼロ点調整後の値を示します。

スポットライト 三菱デジタルASSP

最近、OAに代表される各種機器のめざましい発達は、半導体技術を中心としたハードウェアの進歩に負うところが大きいと思われます。電子機器は小形化、高性能化、多機能化が一段と進み、さらに機器の差別化、開発期間の短縮はセットメーカーにとってますます重要となっています。これらの背景よりICメーカーに対し、よりシステム指向の強いASIC(Application Specific Integrated Circuit)の開発要求が強くなっています。三菱電機では、ASICとして様々な対応を準備していますが、今回紹介するASSP(Application Specific Standard Products)は、複数顧客を対象としたASICで特定用途向け標準製品と呼ばれています。三菱デジタルASSPは、次の3項目を開発志向として掲げており、OAをはじめとした各種産業機器を対象に開発を進めています。



ASSPの開発志向

- I. システムの進化に対応した新・周辺LSIシリーズ
高速アクセスタイム・インテリジェント化
(ex.通信用UART、プログラマブルI/O、DRAMコントローラ)
- II. 機能にとって最適容量のメモリを内蔵したデータ・バッファ
(ex.ページプリンタ用スキャンメモリ、画像データ用FIFO/LIFO)
- III. 各システム分野の高性能化・小形化を実現する特定用途IC
(ex.レーザ制御・ドライバ、イレーサコントローラ)

MPU(Micro Processor Unit)、MCU(Micro Controller Unit)、メモリなどの周辺に使用されるLSIで、従来より使用されている同種LSIと比較し、様々な点で付加価値を付け、システムの進化

に対応した新世代の周辺LSIシリーズです。II項の最適容量のメモリを内蔵したデータバッファは、最近の汎用メモリICに代表されるメモリ容量の大容量化が進む中で、汎用大容量メモリのみでシステムを構築するには無理が生じます。そこでシステムが必要とする最適容量のメモリを内蔵するとともに、顧客システムが必要とする特定のコントロール回路を内蔵しており、汎用メモリ+コントロール回路(ゲートアレイなど)で構築するのに比較し、高機能、高速化、省スペース、コスト低減などがはかれます。III項のシステム対応の特定用途ICはシステムを構築する上でキー(鍵)となる製品で、LBP(Laser Beam Printer)用のレーザ制御ドライバなど、特殊な機能の製品が中心となります。

主要製品一覧表

分類	機能	形名	特長
新周辺LSI	DRAMコントローラ および 周辺IC	M66200P/FP M66210, 211P/FP M66212, 213P/FP	汎用16ビットMPU対応256K/IMDRAMコントローラ 10ラインデータラッチ、高ドライブ能力 ±24mA 2→1ライン(×5)データセレクタ、高ドライブ能力 ±24mA
	アドバンストUART 4チャンネルPWMジェネレータ 高速・高耐圧I/Oエキスパンダ	M66230P/FP M66240P/FP M66500SP/FP	ポージェネレータ・CRC回路内蔵、送受信4ノバイトFIFO内蔵 16ビット高分解能、マイコンバス直結 44ビットの入出力拡張、35V、48mA出力ポート内蔵(16ビット)
	256×8bitデータバッファ 256×9bitデータバッファ 128×8bit×2データバッファ	M66220SP/FP M66221SP/FP M66222SP/FP	高速デュアルポートアクセス(40ns)、アビトリーション内蔵 高速デュアルポートアクセス(40ns)、アビトリーション内蔵 高速デュアルポートアクセス(40ns)、書き込み優先
メモリ内蔵データバッファ	5KバイトFIFO/LIFO 5120×2bitトグルラインバッファ 5120bitパライン・シリアルラインバッファ	*M66250P/FP M66305P/FP *M66307P/FP	FIFO/LIFO機能、データ出力先頭アドレス指定可 5120ビットのシリアルバッファ2回路内蔵、トグル動作可 5120ビットの並列入力・直列出力バッファ、16ビットMPU対応
	イレーザ・パネル表示コントローラ FAX帯域圧伸コントローラ CMOS LEDドライバ レーザ制御ドライバ 2or4回路CCDクロックドライバ FDD/HDD用インタフェース 高速フォトカプラトランシーバ	M66300P/FP *M66330P/FP M66310~314P/FP *M66510P/FP M66700, 705P/FP M751270~73P/FP M753114P	63ノバイトFIFO内蔵、マイコンバス直結、直列出力 入出力用ラインメモリ内蔵、符号方式の変換・縮小可能 8, 16, 32ビット豊富なラインアップ、高ドライブ出力 Rタイプレーザダイオード対応、高速動作(10Mbps) 高速・高ドライブ能力、ゲートアレイ直結可 高速・高ドライブ能力(tpd10ns, ±0=48mA) フォトカプラによる高速転送可(10Mbps)
特定用途IC			

* : 開発中

スポットライト 小形ギヤードモータルGM-Jシリーズ

発売以来、FA用各種機械の駆動源として好評の、小形ギヤードモータルGM-Jシリーズに、新しく25Wおよびスピードコントロールタイプを追加しました。高トルク、高強度の定速シリーズ、さらにコンパクトなスピードコントロールユニットタイプと、25W～90Wの充実したシリーズが完成し、いつそ選びやすくなりました。

主な特長

●高トルク、高強度

最大許容トルク25W90kgfcm、40W以上210kgfcmを実現しました。剛性の高いケーシング構造の強力タイプです。

●低騒音

モータルとギアヘッドの一体化高剛性構造と高精度歯車の採用により低騒音化を実現しました。

[例：42dB(A)(単相25W減速比1/2.0)]

●ワイドバリエーション

業界最大のワイドな減速比<1/3～1/2400(90Wは1/3～1/1800)>と豊富な品揃えで自由な選択が可能です。

●高応答性(スピードコントロールシリーズ)

独自の速度検出器の採用により、速度変化の応答性に優れ、負荷変動が生じても速度変動が小さいため、正確なスピードコントロールが可能です。

●保護機能(スピードコントロールシリーズ)

モータルには、焼損防止のための保護機能(サーマルプロテクタ)を内蔵しています。

定速シリーズ機種構成

出力軸回転数 (rpm)	減速比	三 相		單 相		單 相 リバーシブル		ブレーキ付			
		GM-J	GM-JS	GM-JR	GM-JB	GM-JRB					
50Hz	60Hz	25W 40W 60W 90W									
500	600	1/3	□ □ □ □	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	
300	360	1/5*	● ● ● ● ○	● ● ● ○ ○	● ● ○ ○ ○	● ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	
200	240	1/7.5	● ● ● ● ○ ○	● ● ○ ○ ○ ○	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
150	180	1/10	● ● ○ ○ ○ ○	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
120	144	1/12.5	● ● ○ ○ ○ ○	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
100	120	1/15	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
75	90	1/20	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
60	72	1/25	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
50	60	1/30	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
37.5	45	1/40	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
30	36	1/50	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
25	30	1/60	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
20	24	1/75	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
16.7	20	1/90	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
15	18	1/100	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
12.5	15	1/120	● ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
10	12	1/150	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
7.5	9	1/200	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
6	7.2	1/250	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
5	6	1/300	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
3.8	4.5	1/400	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
3	3.6	1/500	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
2.5	3	1/600	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
1.9	2.3	1/800	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
1.5	1.8	1/1000	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
1.3	1.5	1/1200	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
1	1.2	1/1500	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
0.8	1	1/1800	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
0.75	0.9	1/2000	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	
0.63	0.75	1/2400	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	



スピードコントロールシリーズ機種構成

●ギヤードモータル(速度検出器付)

●コントローラ

セパレートタイプ		
形名	適用名	在庫
GC-401	40W以下100V	●
GC-901	90W以下100V	●
GC-402	40W以下200V	●
GC-902	90W以下200V	●

ユニット		
形名	適用名	在庫
GC-U401	40W以下100V	●
GC-U901	90W以下100V	●
GC-U402	40W以下200V	●
GC-U902	90W以下200V	●

オプション		
形名	適用名	在庫
GC-SK	スパークキラー	●
GC-R	抵抗 10Ω 10W	●
GC-SS	表面接続ソケット	●
GC-NF	ノイズフィルター	●

<注意>

●：製品在庫機種

□：部品在庫機種

電圧：単相100Vまたは200V