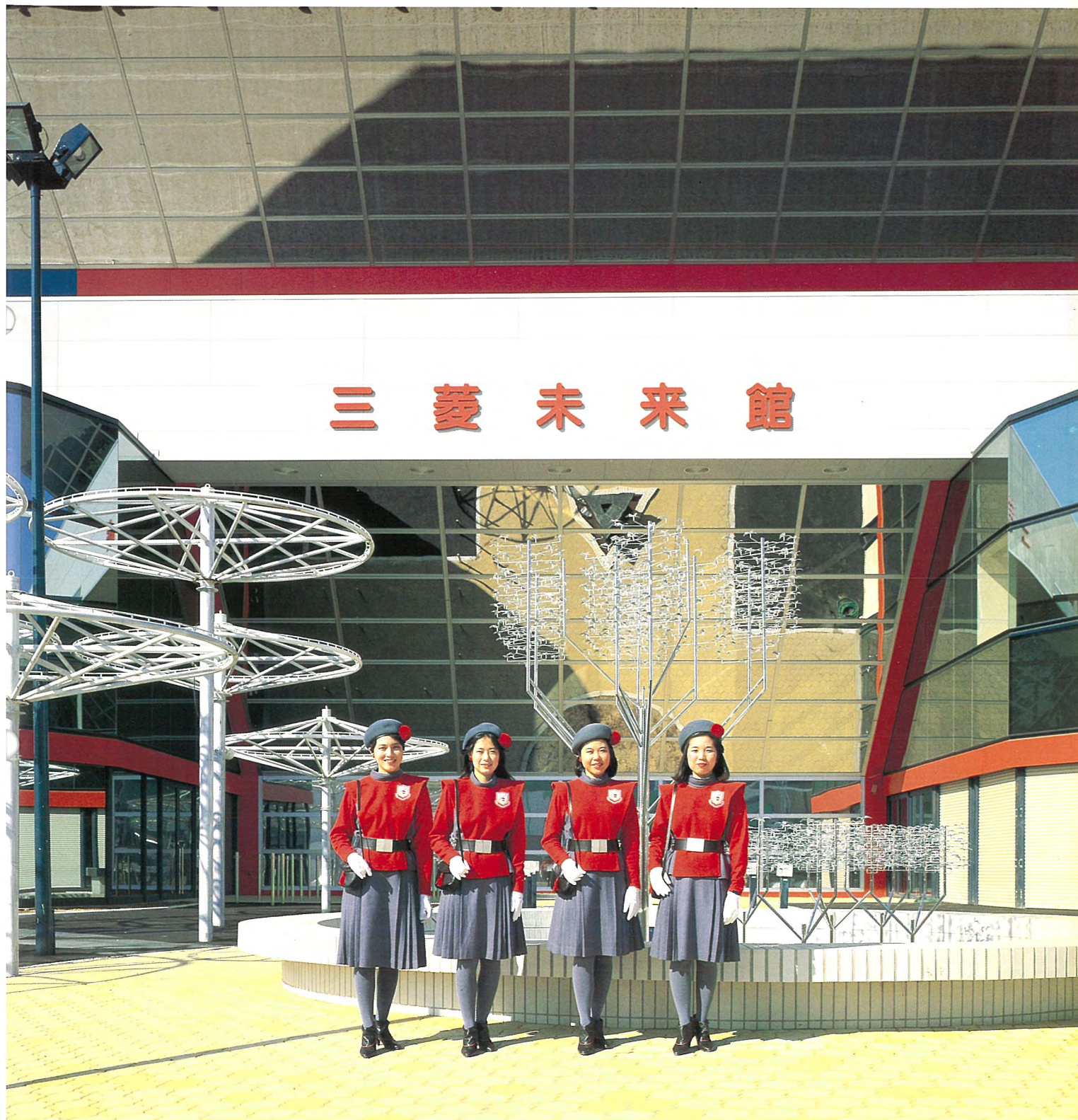


# MITSUBISHI DENKI GIHO

# 三菱電機技報

## 三菱未来館



Vol.59 No.3

科学万博—つくば'85特集



3  
1985



# 三菱電機技報 Vol.59 No.3 1985

## 科学万博—つくば'85特集

### 目次

#### 特集論文

- 科学万博—つくば'85 “三菱未来館”の概要…………… 1  
正木一成
- 科学万博—つくば'85 “三菱未来館”の音響システム…………… 6  
成木利正・久山浩二・檜森聖二
- “三菱未来館”に設置した《スペクタス》…………… 11  
——大画面フルカラー液晶ディスプレイ——  
神谷 隆・渡部一浩
- 科学万博光総合情報サービスシステム用大型画像表示装置《オーロラビジョン》… 15  
岡 富士郎・徳永光彦・二石俊一・橋村信義
- 高品位40形CRTディスプレイ装置…………… 19  
杉本孝之・岩崎安男・渡辺尚友・鈴木吉輝・茅嶋 宏
- プラネタリウム制御装置…………… 24  
藤野正太郎・小池三男・朝比奈 衛・山田敏之
- DBS受信用GaAsFET低雑音アンプモジュール…………… 29  
森 哲郎・阪本 進・藤岡孝司・池田保一・鈴木 武

#### 普通論文

- 高電圧大容量ガス絶縁変圧器…………… 32  
梶山論一・吉田良男・三浦良和・玉置栄一・博多哲郎
- 72~120kVパッファ形ガス遮断器のエアレス化技術…………… 37  
大沼昭栄・萩野 巖・細見 守・奥野満晴
- 四国電力(株)伊方発電所の放射線総合管理システム…………… 42  
平尾俊行・榊原哲郎・田辺昌三・狩野 守・星 純一
- 小容量遠方監視制御装置《MELFLEX 220》…………… 47  
村田尚生・犀川真一・岡野 勝・田中英和・居安正勝
- 三菱高精細度画像処理・画像ファイル装置…………… 53  
藤野正太郎・藤村成男・三浦直彦
- インバータ搭載ヒートポンプエアコン《霧ヶ峰》…………… 57  
松田謙治・手塚興文・杉山 肇・山田秀彦・新井弘明
- 低消費電力、高速大容量128KビットCMOS EPROM…………… 61  
豊本英晴・山下正之・張間寛一・安東 亮・和気節雄

- 特許と新案…………… 68  
溶接方法

#### スポットライト

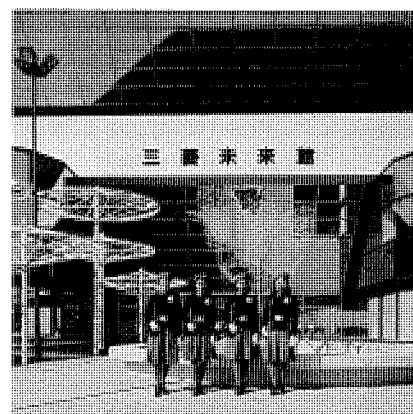
- 科学万博—つくば'85向けオーロラビジョン…………… 65
- 三菱分電盤用ノーヒューズ遮断器…………… 66
- レータ雨量計用簡易型データ傍受端末装置…………… 67
- 三菱グリルパン…………… (表3)

#### 表紙

##### 科学万博—つくば'85 “三菱未来館”

いよいよ本月17日から科学万博が開催されます。これを機に、本号は つくば'85 特集号とし、三菱科学万博総合委員会事務局長の三菱未来館のご紹介をはじめ、当社が協力した技術及び設備内容の一部について特集した。

表紙は皆様のご来場をお待ちする三菱未来館。



## アブストラクト

### 科学万博——つくば'85“三菱未来館”の概要 ——

正木一成

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P1～5

1985年3月17日から9月16日まで、筑波研究学園都市において、国際科学技術博覧会（科学万博——つくば'85）が開催される。三菱グループは“三菱未来館”を出展参加する。

テーマ“すばらしい地球・人間”の意図と建築・展示の概要を述べ、特に展示内容（ソフト）とそれを演出する手法・装置（ハード）の特徴を紹介し、併せてその技術面にもふれる。

### 高品位40形CRTディスプレイ装置

杉本孝之・岩崎安男・渡辺尚友・鈴木吉輝・茅嶋 宏

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P19～23

40形高解像度カラーブラウン管を用いた高品位カラーディスプレイ装置とMUSE方式受像機を、科学万博——つくば'85会場に展示するために開発した。これは高度なコンピュータ技術による強度計算の結果、開発された世界最大のカラーブラウン管を用いた、高精細度で迫力のある画像のディスプレイ装置である。またMUSE方式受像機は、将来の高品位テレビ衛星放送を受信できる受像機である。ここでは、これら装置の概要を説明する。

### 科学万博——つくば'85“三菱未来館”の音響システム

成木利正・久山浩二・檜森聖二

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P6～10

科学万博——つくば'85“三菱未来館”は、「すばらしい地球・人間」をテーマとして自然すなわち地球・更に宇宙と、そこに住む人間とが調和を保っていくための科学技術とは何であるかを考えていく場として展開される。初登場のミニ交通システムでの観客誘導車内からのナレーション、展示物・映像と連動した効果音、そして音楽と、全館ディジタルコンパクトディスクによる再生方式・ディジタル対応スピーカースystemを駆使した音響システムを解説する。

### プラネタリウム制御装置

藤野正太郎・小池三男・朝比奈 衛・山田敏之

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P24～28

ミノルタカメラ(株)と当社が共同開発を進めてきたプラネタリウムが“科学万博——つくば'85”に採用され、政府館の「つくばエキスポセンター」の多目的映像スタジオに設置される。このプラネタリウムは地球上からみた天体の運行だけでなく、任意の惑星、ハレー彗星、飛行する宇宙船などからみた天体のシミュレーションを可能とするものである。本稿ではこのプラネタリウムの開発概念と、当社が担当開発した制御装置の概要について述べる。

### “三菱未来館”に設置した《スペクタス》 ——大画面フルカラー液晶ディスプレイ——

神谷 隆・渡部一浩

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P11～14

科学万博——つくば'85の三菱未来館に、当社が世界で初めて開発した大画面フルカラー液晶ディスプレイ《スペクタス》が設置された。《スペクタス》では、三菱未来館のテーマである“すばらしい地球・人間”というテーマを来館者の視覚に訴えるよう、表示内容が企画されている。本稿ではここに設置された《スペクタス》のハードウェア並びにソフトウェア（演出方式）などについて概説する。

### DBS受信用GaAsFET低雑音アンプモジュール

森 哲郎・阪本 進・藤岡孝司・池田保一・鈴木 武

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P29～31

1984年5月から、静止衛星「BS-2a」によるTV放送が我が国で開始された。高品質な映像と音声を得られる直接衛星放送（DBS）では、高い周波数のSHF波が使用されているので、受信システム用部品の集積化が遅れていた。今回、低価格で品質の良い受信システムの普及のため、SHF波を増幅するGaAs FET低雑音アンプを厚膜セラミック基板を用いてハイブリッドIC化したので、回路構成及び高周波特性について述べる。

### 科学万博光総合情報サービスシステム用大型画像表示装置《オーロラビジョン》

岡 富士郎・徳永光彦・二石俊一・橋村信義

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P15～18

国際科学技術博覧会の光総合情報サービスシステムの端末装置の一つとして《オーロラビジョン》が、大型画像表示装置として博覧会会場内広場に設置される。この大型画像表示装置《オーロラビジョン》は、鉄骨造り4階建てで3、4階がカラー動画、静止画用の主スクリーン部、2階がメッセージ表示用補助スクリーン部、1階が高圧受変電室及び会場内情報通信センターとのインタフェースとデータを処理するための機器を収納した操作室により構成されている。

### 高電圧大容量ガス絶縁変圧器

桃山諭一・吉田良男・三浦良和・玉置栄一・博多哲郎

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P32～36

市街地あるいは地下変電所の増加に伴い、変電所の不燃化、トータルガス絶縁化を達成できるガス絶縁変圧器への要求が強まっている。既に内外に先駆けて77kV、40MVA級を開発し実系統使用を実現したのに引き続き、このたび初の超高圧（EHV）級器として275kV、300MVA級実器に等価なプロトタイプ変圧器を完成し、昭和59年7月から長期耐久試験を実施中である。完成した変圧器の特長、試験結果、開発内容などについて報告する。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 19 ~ 23 (1985)

## A High-Quality 40-Inch CRT Color Display with High Resolution and Definition

by Takayuki Sugimoto, Yasuo Iwasaki, Takatomo Watanabe,  
Yoshiteru Suzuki & Hiroshi Kayashima

This CRT and a video receiver with multiple sub-Nyquist sampling encoding (MUSE) has been developed for exhibition at Tsukuba Expo '85. It achieves vivid, high-resolution images using the world's largest color CRT, which was designed on the basis of advanced structural analysis performed by computer. The MUSE video receiver is capable of receiving high-definition TV satellite broadcasts under development. The article deals with these two items of equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 1 ~ 5 (1985)

## The "Mitsubishi Pavilion" for Tsukuba Expo '85

by Kazushige Masaki

Tsukuba Expo '85, an international exposition with science and technology as its theme, is scheduled to open in Tsukuba, a university town and center of scientific research, on March 17, 1985 and to close on September 16, 1985. The Mitsubishi Group is participating in the "Mitsubishi Pavilion," based on the theme "Wonderful World, Beautiful People." The article discusses the significance of the theme and outlines the architecture of the pavilion and its displays. Special attention is given to the features of the exposition contents and the technical skills and equipment required to achieve them, along with comments on relevant technology.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 24 ~ 28 (1985)

## A Planetarium Controller

by Shotaro Fujino, Mitsuo Koike, Mamoru Asahina &  
Toshiyuki Yamada

Minolta Camera Co. and Mitsubishi Electric have jointly developed a planetarium for Tsukuba Expo '85. It is installed in the Tsukuba Expo Center, a multipurpose image auditorium constructed by the Japanese government. This planetarium not only shows the position and movement of heavenly bodies as seen from the surface of the earth but is also capable of simulating them from locations on other planets, Halley's comet, or an imaginary spaceship traveling through space. The article deals with the concepts underlying the planetarium development and outlines control equipment developed under Mitsubishi Electric's supervision.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 6 ~ 10 (1985)

## The Audio System for the Tsukuba Expo '85 "Mitsubishi Pavilion"

by Toshimasa Naruki, Koji Kuyama & Seiji Himori

This Pavilion has adopted the theme "Wonderful World, Beautiful People" to stimulate consideration of the roles of science and technology in ensuring harmony between nature—earth and space—and the human race. The article explains the Pavilion's audio system, which employs digital compact disks driving high-quality speaker systems to provide the narration for the tour-guide cars of the Expo's newly developed small-scale transportation system, for the timed sound effects used in displays and movies, and for music reproduction.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 29 ~ 31 (1985)

## A GaAs FET Low-Noise Amp Module for DBS Receivers

by Tetsuro Mori, Susumu Sakamoto, Koji Fujioka, Yasukazu Ikeda &  
Takeshi Suzuki

Japan began TV broadcasting via geostationary satellite BS-2a in May 1984. Direct satellite broadcasts offer extremely high video and audio quality, but development of integrated receiver components that can operate on the super-high-frequency (SHF) band used for these transmissions has lagged. To foster development of inexpensive high-quality receivers for the mass market, Mitsubishi Electric has developed a hybrid GaAs FET low-noise SHF amplifier IC fabricated on a thick-film ceramic substrate. The article reports on the circuit configuration and the high-frequency characteristics of the IC.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 11 ~ 14 (1985)

## The Crystal Color Large-Screen Full-Color Display Using Liquid-Crystal Devices for the "Mitsubishi Pavilion"

by Takashi Kamiya & Kazuhiro Watanabe

A world's first, this display will be used at Tsukuba Expo '85 with programs designed to visually convey the Pavilion theme. The article outlines the Crystal Color hardware and software—i.e., the production system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 32 ~ 36 (1985)

## A High-Voltage Large-Capacity Gas-Insulated Power Transformer

by Yuichi Kabayama, Yoshio Yoshida, Yoshikazu Miura,  
Eiichi Tamaki & Tetsuro Hakata

Increasing urbanization and growing use of underground transformer stations has strengthened demand for noncombustible transformer stations relying entirely on gas-insulation technology. Having taken international lead through pioneering systematic use of 77kV, 40MVA-class gas-insulated transformers, Mitsubishi Electric has now completed a prototype gas-insulated transformer of the extremely high-voltage (EHV) class equivalent to the 275kV, 300MVA class now in use. This transformer has been undergoing long-term durability tests since July 1984. The article describes the features, test results, and development of the completed transformer.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 15 ~ 18 (1985)

## The Diamond Vision Full-Color Outdoor Display System for Tsukuba Expo '85

by Fujiro Oka, Mitsuhiko Tokunaga, Shun'ichi Futatsuishi &  
Nobuyoshi Hashimura

One of the terminal display units to be used in the integrated optical information service system at Tsukuba Expo '85 is a mammoth Diamond Vision system installed in the exposition's Main Plaza. A four-story steel-frame building was constructed for this Diamond Vision. The outer wall of the third and fourth floors holds the main screen, which is to be used for displaying stationary and moving color images, and the auxiliary screen on the second floor will be used for displaying messages. The first floor contains the high-voltage transformer room and a control room for equipment used in data processing and for interface with the exposition's data communications center.

## アブストラクト

### 72～120kVパッファ形ガス遮断器のエアレス化技術

大沼昭栄・萩野 巖・細見 守・奥野満晴

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P37～41

300kV一点切りの消弧室高電圧化技術，従来の実績のある操作機構の技術を背景に，圧縮空気発生装置を必要としないエアレス機器としてばね操作タンク形，がいし形ガス遮断器を製品化した。この遮断器は日常のドレン作業が無く，保守・点検が省力化され，シール部品の劣化などが無く高信頼性を有している。新しく完成した大形環境試験設備を使用し高低温試験，冠雪試験を実施するなど数々の実用性能検証試験を実施しその高信頼性を確認した。

### 三菱高精細度画像処理・画像ファイル装置

藤野正太郎・藤村成男・三浦直彦

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P53～56

高解像度TVカメラ，モニタにより，画像入出力が高速にできる，高精細度の画像処理，ファイル装置を開発した。この装置は1,440×1,440×8ビットの画像メモリを持ち，階調処理，ズーミングなどの画像処理機能，光ディスクによる画像ファイリング機能を持つ。X線フィルムのファイルの検索・解析などの医療画像関連分野，写真付き文書のファイル，検索などのOA関連分野に応用が可能である。

本稿では，この装置の機能，応用例などについて報告する。

### 四国電力(株)伊方発電所の放射線総合管理システム

平尾俊行・榊原哲郎・田辺昌三・狩野 守・星 純一

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P42～46

放射線総合管理システムは，原子力発電所の放射線管理業務をオンラインリアルタイム化するものであり，従来は専門的な技術者によって多大な労力を費してきた施設放射線管理，環境放射線管理，環境放射能影響評価，放射性廃棄物管理などの業務の省力化及び管理密度，管理精度の向上を目的としている。

本稿では，このたび四国電力(株)伊方発電所に納入した放射線総合管理システムについて概要を紹介する。

### インバータ搭載ヒートポンプエアコン《霧ヶ峰》

松田謙治・手塚興文・杉山 肇・山田秀彦・新井弘明

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P57～60

ヒートポンプエアコン《霧ヶ峰シリーズ》として，広範囲に能力制御が可能なインバータ搭載機種を開発した。省エネルギー性，快適性の追求という観点からインバータ容量制御に加えて，当社独自の省エネ冷凍サイクル《ミクロス》回路や，液晶表示付きワイヤレスリモコン，風向自動制御など，多くの新機構を駆使し，総合的な空調もめざしている。

本稿では，この新機種の構成や制御の概略，機能の特長について紹介する。

### 小容量遠方監視制御装置《MELFLEX 220》

村田尚生・犀川真一・岡野 勝・田中英和・居安正勝

三菱電機技報 Vol.No.3・P47～52

小容量を取り扱う遠方監視制御装置として，従来から《MELFLEX 200》を適用してきているが，更にコストパフォーマンス向上と取扱性向上を主眼として，マイクロプロセッサ及び専用カスタムLSIを駆使した多機能かつコンパクトな，小容量遠方監視制御装置《MELFLEX 220》を開発したので紹介する。

### 低消費電力，高速大容量128KビットCMOS EPROM

豊本英晴・山下正之・張間寛一・安東 亮・和気節雄

三菱電機技報 Vol.59・No.3・P61～64

2Kビットに始まる紫外線消去形読出し専用メモリは，高集積，高速化の道を着実に進んできた。今回，超微細加工技術と高速化回路技術を組み合わせた，メモリ部nチャネルトランジスタ，周辺回路nウェルCMOSトランジスタ構造からなる，低消費電力128KビットCMOS EPROMの開発を完了したので，その回路構成，動作特性について紹介する。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 53 ~ 56 (1985)

## A High-Definition Image Processor and Filer

by Shotaro Fujino, Nario Fujimura & Naohiko Miura

This image processor and filer can input and output images at high speeds using a high-resolution TV camera and monitor. The image processor employs a  $1,400 \times 1,400 \times 8$ -bit memory for each image, has image-processing functions that include gradation and enlarging, and provides an image-filing function based on optical disks. One important application is filing and retrieving X-ray images for medical analysis; another is filing and retrieving documents with photographs for office automation systems. The article describes the functions and applications of the equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 37 ~ 41 (1985)

## A New 72~120kV SF<sub>6</sub> Circuit Breaker with a Spring-Operated Mechanism

by Akiyoshi Onuma, Iwao Hagino, Mamoru Hosomi & Michiharu Okuno

Mitsubishi Electric, already experienced in 300kV, single-break interrupter technology and with a proven record in operating-mechanism technology, has now begun production of spring-operated dead-tank and live-tank circuit breakers that operate without air compressors. These breakers do not require daily purging, thus reducing maintenance and inspection requirements. Seal-degradation has also been eliminated, permitting a further boost in reliability. Employing a newly completed large-size climatic test laboratory, numerous verification tests of the utilitarian capabilities of the breakers, including low- and high-temperature tests, and snow-covered tests, were undertaken, confirming breaker reliability.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 57 ~ 60 (1985)

## Heat-Pump Air Conditioners with a Frequency-Control System

by Kenji Matsuda, Tomofumi Tezuka, Hajime Sugiyama,  
Hidehiko Yamada & Hiroaki Arai

This series has been developed around a broad-range frequency-control system. In addition, Mitsubishi Electric's exclusive MICLOSS energy-saving cooling-cycle circuit, a remote-control unit with an LCD display, and an automatic airflow control system are included to save energy and increase comfort. These and other features make the system ideal for integrated air-conditioner installations. The article introduces the configuration and control system of these new air conditioners along with an outline of their special functions.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 42 ~ 46 (1985)

## A Computerized Total-Radiation Management System for Shikoku Electric Power's Ikata Nuclear-Power Plant

by Toshiyuki Hirao, Tetsuro Sakakihara, Shozo Tanabe,  
Mamoru Kano & Jun'ichi Hoshi

This system allows on-line, real-time radiation management at nuclear-power plants. It increases management precision, decreases management workloads, and saves labor in operations that previously required specialized technicians to expend great amounts of time and effort on radiation management at facilities and their environments, environmental radiation evaluation, and control of radioactive waste. The article outlines the already installed system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 61 ~ 64 (1985)

## A Low-Power, High-Speed, High-Density 128K-Bit CMOS EPROM

By Hideharu Toyomoto, Masayuki Yamashita, Hirokazu Harima,  
Ryo Ando & Setsuo Wake

From a humble start of 2K-bit capability, steady progress has been made in increasing the integration and speed of special-purpose ultraviolet erasable and programmable memories. By combining ultra-fine processing technology and high-speed circuit technology, a low-power 128K-bit CMOS EPROM has been developed based on architecture with n-channel transistors in the memory, and n-well CMOS transistors in the peripheral circuits. The article introduces the circuit configuration and operation characteristics of the EPROM.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 3, pp. 47 ~ 52 (1985)

## MELFLEX 220 Remote Supervisory-Control Equipment

by Hisao Murata, Shin'ichi Saikawa, Masaru Okano, Hidekazu Tanaka  
& Masakatsu Iyasu

The MELFLEX 200 has been meeting needs for small-scale remote supervisory-control. And now, with the purpose of improving handling characteristics and cost performance, Mitsubishi Electric has developed the small-scale MELFLEX 220. The article introduces the microprocessor, custom LSIs, and other features of the multifunction, compact system.

# 科学万博——つくば'85“三菱未来館”の概要

正木一成\*

## 1. ま え が き

テーマ“人間・居住・環境と科学技術”のもと、科学万博——つくば'85（正式名称：国際科学技術博覧会）が、本年3月17日から9月16日迄、筑波研究学園都市において開催される。

日本において開かれる国際博としては、大阪万国博、沖縄海洋博に次ぐ博覧会である。規模は会場面積102 ha、大阪万国博の約3分

の1である。出展参加者としては、政府館のほかに国内民間館28、外国から48か国・37国際機関（59年末）となっており、博覧会協会の入場予想人員は2,000万人と言われている。

約15年前から建設されてきた筑波研究学園都市に会場をおき、我が国の文字通り先端科学技術の最前線を広く世界に紹介することの一つの大きな意義となっている。

三菱グループとしては、昭和57年2月三菱金曜会が出展参加をき

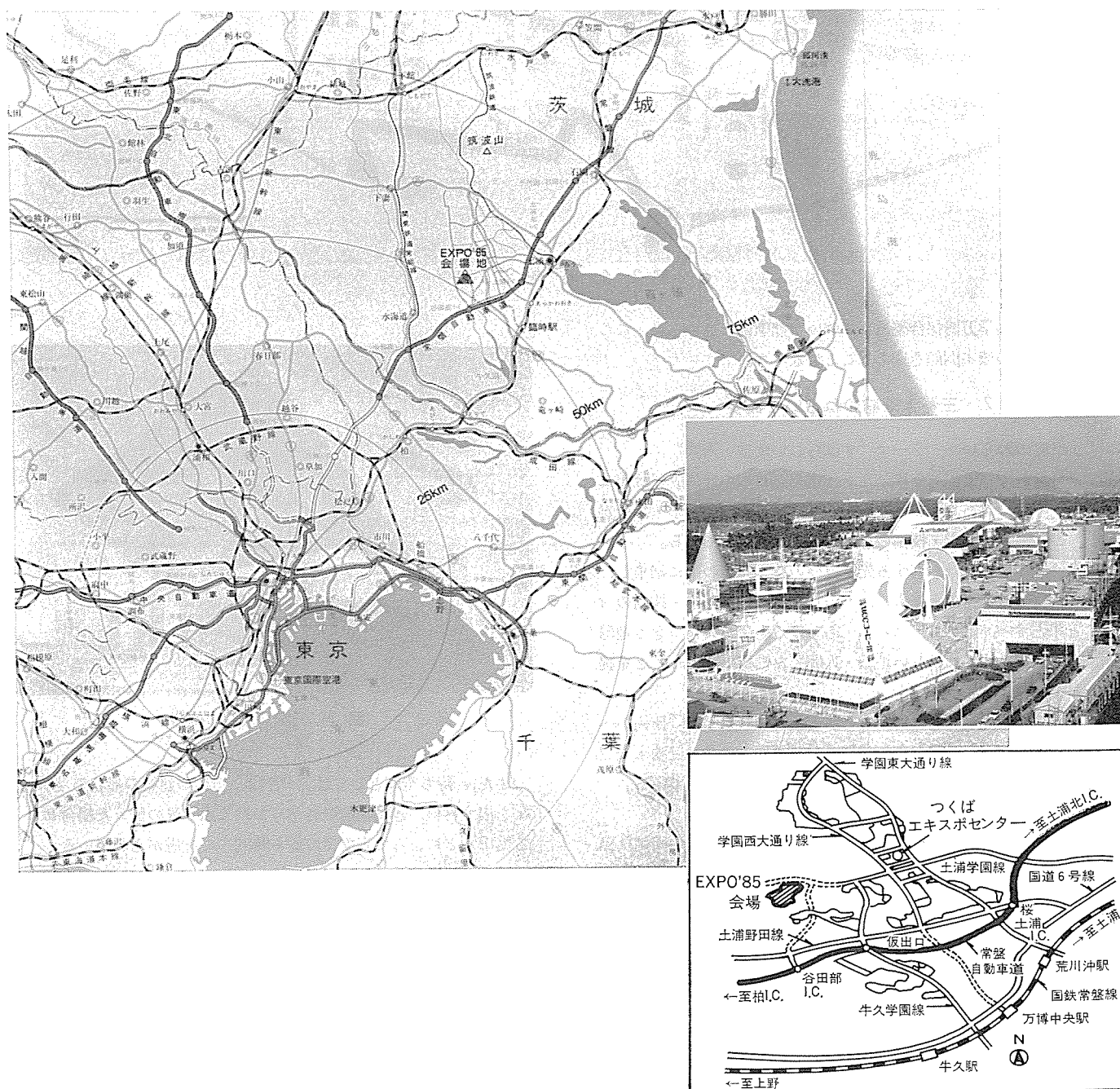


図1. 科学万博の開催場所

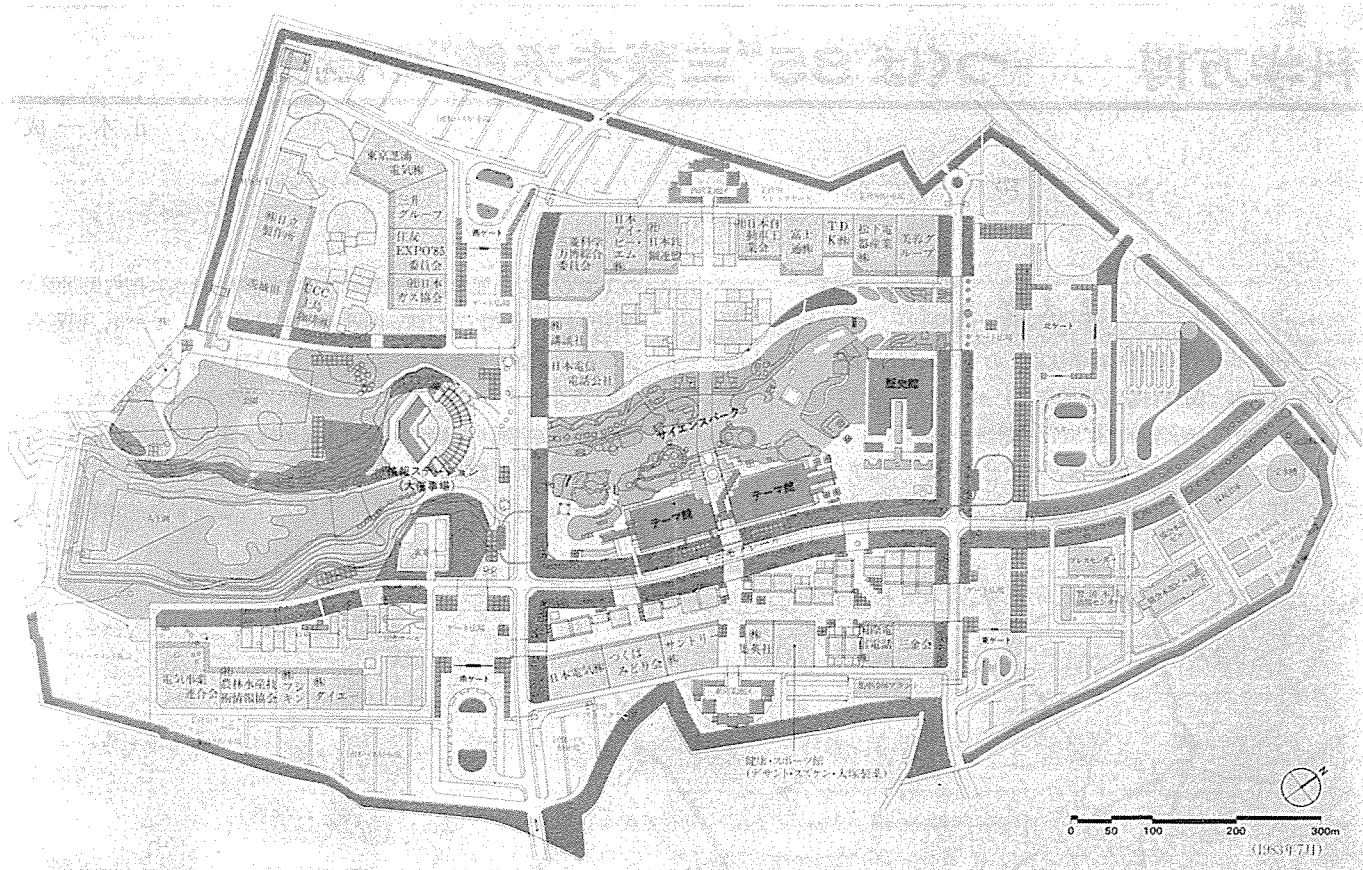


図 2. 会 場 配 置 図

め、爾来三菱科学万博総合委員会において諸準備が進められ、ここに三菱未来館の竣工開館を迎えることになった。

## 2. 三菱未来館のねらいと概要

### 2.1 出展のねらい——テーマ“すばらしい地球・人間”

高度成長から安定成長へと移ったとは言え、日本の経済成長は実に見ざましいものがある。それを支えた一つに我が国の科学・技術があり、これからの科学・技術のあり方は重大な課題である。

三菱グループは、各社が有する先端技術の粋を展示の中に結集し、グループへの理解を得るとともに、「21世紀における科学・技術のイメージと果たすべき役割について、あらゆる生命が共存できる地球環境、すなわち“すばらしい地球・人間”を維持していくことを提起」する。

さらに、来館される老若男女あらゆる観客に“科学”・“技術”への理解、あるいは、それを考える契機として頂くよう、三菱未来館が来館の方々と科学・技術との懸け橋となることを願っている。

### 2.2 三菱未来館の概要

三菱未来館は、Bブロック、西ゲートに隣接し(図2.)、敷地面積は民間館最大の6,300 m<sup>2</sup>。

展示の手法としては、博覧会すなわち待たされる、とも言われる観客への配慮と、映像・音響の総合されたシステムとしての強制動線方式による体験空間の演出で、これは過去の神戸ポートピアを含む三つの博覧会の集大成とも言えるものである。

すなわち、MCカー(モーションコントロールカー)“みつびし21”に乗っての体験旅行、そしてCG(コンピュータグラフィックス)を映し出す液晶TV《スペクタス》、特殊インクによる《ルミノプリント》、あるいは駆動式35mmプロセクタなど新しい技術が展示演出で活躍する。

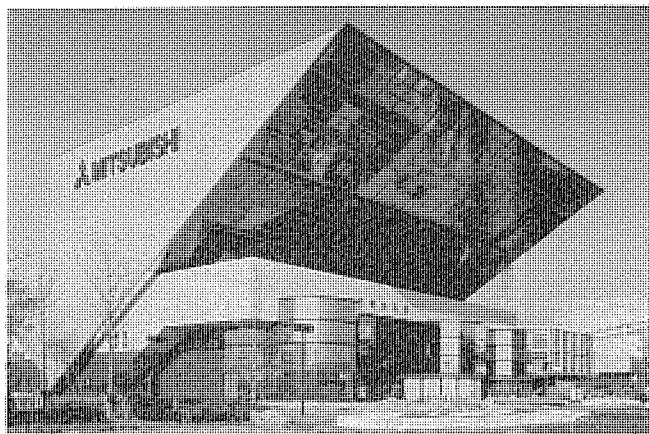


図 3. 三菱未来館の外観

また、待ち空間としては、パビリオン自体の建築の形状とミラー効果を出す材料、建築正面の外部における水と光の様々な組合せによる演出などによって来館者の待ち時間への配慮がされている。

## 3. パビリオン建築と外部空間

### 3.1 パビリオン外観

博覧会はまたパビリオンの展覧会の場でもある。各館がその主張・技術をおり込んで独特の会場の雰囲気を出し出す。

三菱未来館は逆三角形の相似形が構成するユニークな形状で、建物正面はガラスと《アルルック》(商品名)の鏡面が、開けゆく宇宙と、生活環境を映し込む人間空間をシンボライズする。そしてうらやに展開する来館者の姿が周囲の情景の中に様々に動き、水・光の外部演出と



相まって活気ある外部空間を演出する。

建築面積は 3,632 m<sup>2</sup>、延床面積は 4,395 m<sup>2</sup>。鉄骨構造の高さ 28 m（丸ビルとほぼ同じ高さ）。

### 3.2 外部空間の演出

敷地は 6,300 m<sup>2</sup> であるが、各館とも敷地の 10% を公開空地として提供しており、この部分を含め、緑の木蔭など快適な待ち空間を作り出す工夫がなされている。

三菱未来館の位置の特徴として、西ゲートに面しており、ほぼ東西に通るモール“南大通り”に接し、合せて北ゲートから Bブロックの主道路である“丸ビル通り”からアプローチする場合は、視界の正面に三菱未来館がクローズアップしてくる。以上の立地条件も十分に活かした建築と敷地活用を図った。

### 3.3 建築の特徴

前述の通りパビリオンは博覧会の顔の役割をもつ。しかも観客の安全を第一とし、かつ展示を如何に効率よく配置するか、これらの調和が大切である。

これらを満たすため、三菱未来館としては、観客の動線をすべて 1 階の一平面にて処理するよう、館内を配置した。

また緊急事態への対処のため、特に満員の観客が在館している場合にも円滑な避難ができるように、監督官庁の御指導も仰ぎ入念な計画のもとに設計を実施した。また展示を含めてすべて難燃材を使用するなど耐火性、そして各消火設備など恒久建築と同様に設備してある。

## 4. 展 示

### 4.1 展示の概要

三菱未来館では、テーマ“すばらしい地球・人間”をダイナミックに展開するために、「21 世紀への旅立ち」という表現手法をとり、“みつびし 21”に乗って 50 年後、2030 年の世界へタイムスリップする。2030 年は、現実に月面に人類の基地作りが行なわれ、ガリレオ計画で木星の惑星への移住が具体的スケジュールに上ってくる時点である。この未来世界への旅の中で、三つのサブテーマがくり広げられる。

- (1) 人間の仲間たち
- (2) 豊かな明日を創る科学技術
- (3) 地球をとりまく宇宙環境

そして、これらのテーマを、プロログの「創造性」、エピログの「調和」の理念で前後をそれぞれまとめ、すべての生命が共存できる地球環境を維持するための科学・技術—その新しいイメージを提起する。

### 4.2 展示の構成

大きく分けると次の四つの部分から成る。

- (1) 外部空間
- (2) エントランスホール プロログ
- (3) “みつびし 21”による体験空間
- (4) エピログ

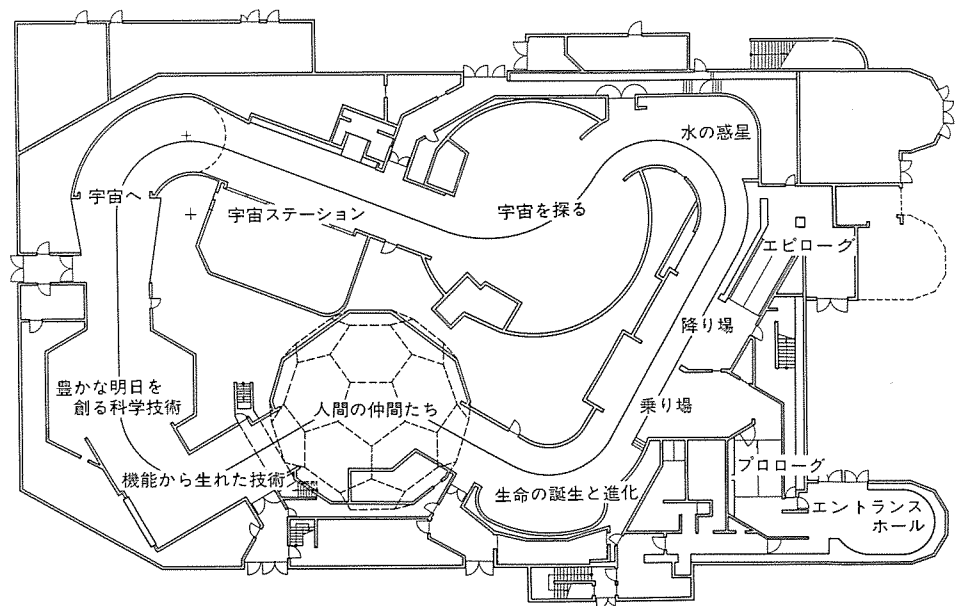


図 4. 三菱未来館配置図

演出時間は、“みつびし 21”の 1 周 10 分間に前後約 2 分を加えた合計約 12 分間である。

### 4.3 MC カー“みつびし 21”

博覧会のパビリオンは、その観客の運営面から分類すると、三つの方式が考えられる。すなわち観客誘導方式として；—

- (1) 強制動線方式
- (2) 自由動線方式
- (3) 劇場型入替方式

(1) は何らかの乗り物に観客が乗り、プログラムされた時間に、定められた空間を通過し展示を観覧する。

(2) は絵などの展覧会のように観客の意志により歩いて観覧するもの、(3) は文字の通りである。

(1) の特徴は、観客の立場からは、安全で楽に展示を観ることができるとともに、待っている間も常に少しずつ前へ進んでいるので、待っていることがそれ程苦痛にならない。また展示運営の立場からは、より多数の観客を迎えることができ、また展示場面の展開における同期化が可能となり、展示の全体システムとして効率的で、体験空間作りが容易となる。

今回の三菱未来館の観客誘導方式は、過去の博覧会の発展、集大成であり、博覧会の話題の一つとなろう。

その構造と外観は図 5. と図 6. の通りであるが、コンピュータコントロールにより運行制御を行なう一種の電動・自走式交通システムで、1 台 50 人乗り。これにより、三菱未来館入場者 900 万人を案内する

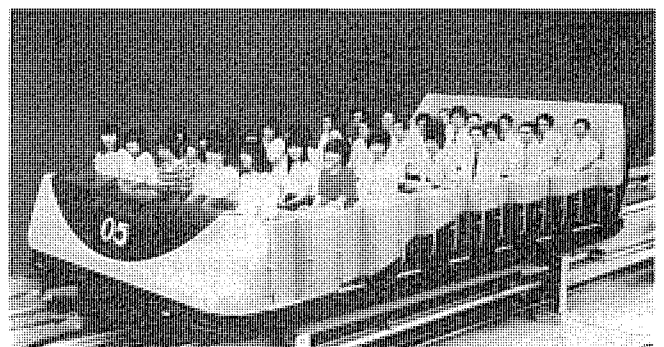


図 5. MC カー“みつびし 21”外観

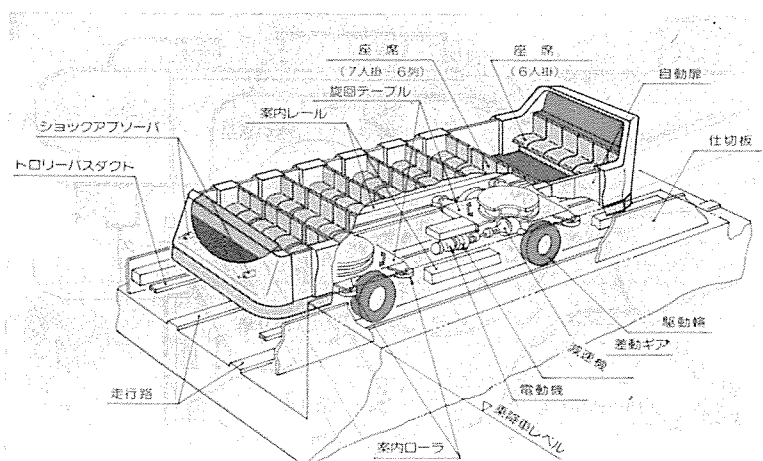


図 6. MC カーの構造概要

ことができる。

座席は7人掛7列、最後列は身障者用として使用可能な設計となっている。音響システムのうち、観客への説明（ナレーション）は座席下のスピーカーにより行なわれ、最後列は外国人向けにハンドスピーカーから英語が流される。これら音声は各展示場面におけるセンサーの信号に対応して、CD（コンパクトディスク）により再生される。

“みつびし21”は、1周10分間、合計16台により1サイクル約800名の観客を誘導するもので、特に乗降の安全発進保護装置（乗降完了確認のうえ“発進OKスイッチ”による発進、非常停止ボタン、二重引込扉の人体保護など）を設備するとともに、災害対策として避難誘導に対するモニタリングシステムによる監視を含め、二重三重の安全対策が講じられている。

#### 4.4 展示の詳細

##### (1) 外部待ち空間

観客は館正面に設けられたステンレス製の樹木の造形に飛び散る水のしぶきと小さな流れ、雲を形どったテント、エントランスホールへ太陽光を集めて送る“ひまわり”を眺め、さらに見上げれば観客自身の動きが環境の情景の中に映し込まれるファサードを楽しみながら行列を進めて行くこととなる。さらに行列が長くなった場合にはパビリオンに沿って設けられている緑地帯まで利用できるように考慮されている。

また、夜間には噴水の樹木から出る光が水に躍り、雲が照らされるなど昼間と違う情景を作り出すとともに、パビリオンをふち取るネオンが祭りの雰囲気を盛り上げ、会場内の遠くからも楽しい姿を望見できることとなる。

##### (2) エントランスホール

愈々三菱未来館へ第一歩をふみ入ると、そこには“ひまわり”から光ファイバーケーブルにより導かれた太陽光を分光させるオブジェが中央におかれている。「宙の祭り」と名付けられたこのオブジェは、ハーフトミラー、アクリルプリズム、液晶ガラスによって構成され、太陽スペクトルが周囲の壁面と観客を7色に染める。

##### (3) プログラム“科学する眼”

自然界の不思議を解き明かしつつ“科学”は発達し、これを人間の知恵が“技術”として育ててきた。大きな眼をのぞき込むと、リアプロジェクションTVに映るリンゴの落下や、鳥の飛ぶ姿が飛行機のイメージに移り変わるなど、歴史的な発見・発明をモチーフにしたアニメーションが見える。

##### (4) スペースポーター“みつびし21”乗り場

観客は7列に並ぶ。正面の窓には夕陽に染まる空が臨まれ、愈々ここで観客は“みつびし21”に乗り込む。

“みつびし21”は約40秒ごとに、整然と乗り込んだ来館者とその期待を乗せて未来の空間へ発進して行く。

エントランスホールからスペースポーターまでは、コンパニオンとコンダクターが来館者を迎え、ご案内する。

##### (5) 生命の誕生と進化

愈々発進。遥れ動く光のカーテンのミストスクリーンを通り抜ける。これは生命の原点を暗示する。

胎内を想定した空間に、生命の発生から進化の過程が展開する。原始的な植物の群生した類から、広葉樹に至る植物の葉の変遷を背景に、単細胞から、魚、鳥、両棲類、そして哺乳類に至る動物の進化の姿が、生命の河のイメージを通じて、生命の神秘を伝える。

これらは、5面13台の“スライドマルチスクリーン”が映し出す。

##### (6) 人間の仲間たち

地球上に命あるもの136万40種。人間とそれらとの共存・調和。

新たに開発された《ルミノプリント》と呼ばれる特殊印刷技術と、35mm映画と駆動機構付16mm映写機の組合せによる“マルチムーブスクリーン”が、直径15mの半球ドームの内面に動物の曼荼羅の世界を映し出す。

左前方で眠っていたチーターがむっくり起き上り突然ジャンプすると、来館者の頭上を跳びこえて右側の壁面に現れたり、また、ダチョウが右から左へ一斉に走り出すと、ドームを一周して又壁面の世界に溶け込んでしまう。これは近紫外線によって初めて視認できる絵画《ルミノプリント》と可視光線の映画との組合せによる新しい手法の複合映像空間である。

“みつびし21”に乗った観客は、生物の世界から次の場面に進む。

##### (7) 機能から生まれた技術

正面に現れる3.7m×1.6mの液晶TV《スペクタス》。

コンピュータグラフィックスによる鮮やかなアニメーションが、「見る」、「聞く」、「話す」、「考える」など、人間の機能の発展が、技術の成果を生み出してゆく様子を書き出す。例えば、より遠くを「見たい」願望が、望遠鏡を考案し、電波望遠鏡によって宇宙の遥か遠い世界を探ろうとしていると言うように。

##### (8) 生活を豊かにする科学技術

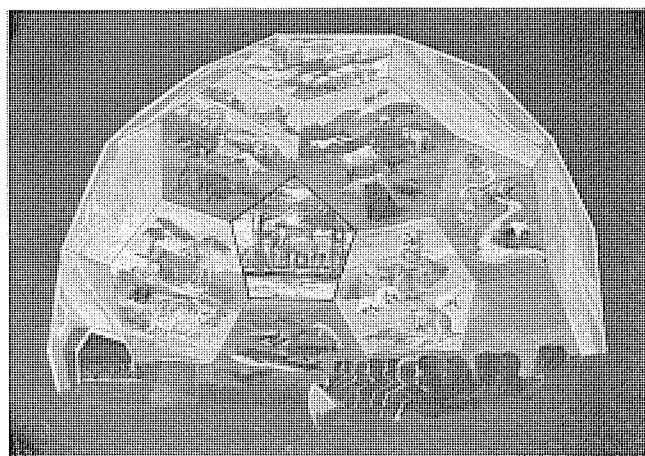


図 7. 人間の仲間たち

パイプで構成された地球状のドーム。その上に組込まれた地形は、照明の操作により、ブルー一色の世界に溶け込んで海底の世界に変化する。

正面スクリーンは、2.5m×12mの超ワイド画面で、4台の16mm映写機により21世紀の海が展開される。

海底牧場、採鉱プラント、海底コロニー、発電プラント。

先端科学技術の集約とも言える海の利用の種々相を見ながら、あたかも潜水遊覧船に乗ったように進んで行く。

これらは、海中ロケーション撮影およびミニチュアによる特殊撮影の映像により構成されるが、“みつびし21”の前進移動と相俟って、海の中の浮遊感を体感できるであろう。

#### (9) 宇宙へ

突然、ロケットの噴射音。ディジタル方式による臨場感溢れる低周波音響。観客は“みつびし21”に乗って宇宙旅行の疑似体験へ。

#### (10) 宇宙ステーション

ここは2030年を想定した宇宙ステーションの内部。観客は、ディスプレイパネルに映し出される宇宙連絡船の運航、地球上の気象データなどを見、窓を通して船外活動をする宇宙飛行士、展開されゆく太陽電池（何れも精巧なミニチュア）が、そしてさらに遙か遠くに地球も望見される。

#### (11) 宇宙を探る

宇宙ステーションを飛び出すと、そこは直径25mの大ドームスクリーン（内面積約1,000m<sup>2</sup>）に展開される宇宙空間。そして駆動式35mm映写機3台と、特殊スライドプロジェクタ（星投影機）が太陽系の星の動きを映し出す。

“みつびし21”は、ここでは宇宙探査艇になったように、小惑星群に出合い、ハレー彗星の急接近、隕石との遭遇などスリリングかつダイナミックな宇宙の謎を解明する旅行を続け、無重力状態、宇宙の無限の広がりを感じ取る。

#### (12) 水の惑星

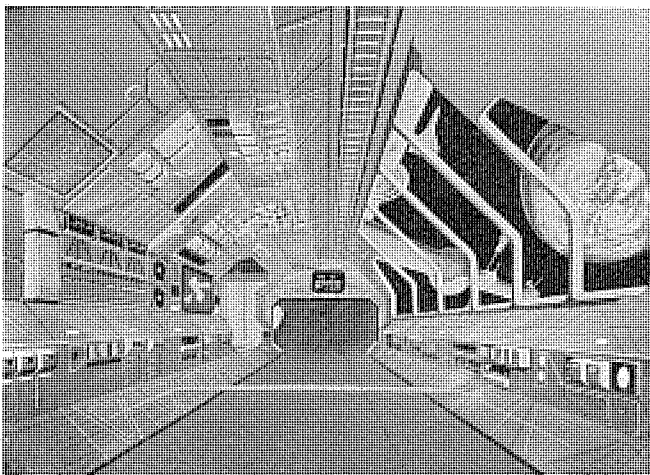


図 8. 宇宙ステーション

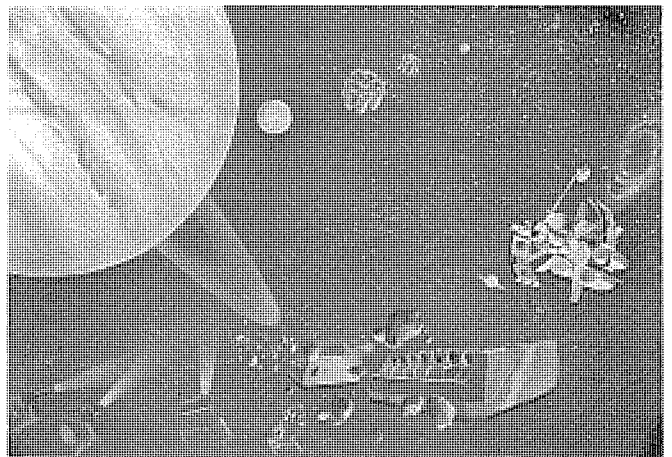


図 9. 宇宙を探る

無限の空間に、ポツリ浮く青い地球。

太陽系にあって、唯一生命が存在するこの水の惑星—地球。巨大なミラーワークにより、回転する地球が鮮明に浮かび上る。

ここでは、「私達のかけがえのない地球を大切にしたい」との思いを来館者に伝えたい。三菱未来館のテーマもここにあると言えよう。

#### (13) 降り場、そしてエピローグ

美しい地球のイメージを抱いた観客は無事地球に帰還。

“みつびし21”を降りると、木洩れ日の光の世界に進む。それは「調和」によって保たれる美しい自然の象徴的な情景である。出口へ向かう来館者へのメッセージは、ダイナミックな体験旅行の印象の中に刻み込まれる“すばらしい地球・人間”である。

## 5. む す び

以上、内容の性格からやや物語的となったが、建築・展示のハードおよびソフトの御紹介を終る。然し来館者に如何に快適に、安全に、そして楽しい印象をもって帰って頂くかは運営が大きな要素となると考える。来館者に接する館員、特にコンパニオン、そして展示保守、運転担当者など全員が各々任務を全うして、来館者を迎える所存であることを申し添えさせて頂きたい。

科学万博—つくば'85、そして三菱未来館への御来館をお待ち申し上げる次第である。

#### 三菱未来館に関する参考事項

出展参加企業 三菱電機(株)ほか三菱グループ 計35社

同上 組織 三菱科学万博総合委員会

同上 委員長 島田 秀夫 (三菱重工業(株)監査役)

総合プロデューサー

田中 友幸(東宝映画(株)・日本創造企画(株)社長)

建築設計監理 三菱地所(株)

展示設計監理 日本創造企画(株)

# 科学万博——つくば'85“三菱未来館”の音響システム

成木利正\*・久山浩二\*\*・檜森聖二\*

## 1. ま え が き

国際科学技術博覧会（科学万博——つくば'85）“三菱未来館”は、政府館に次ぐ規模をもち民間パビリオンでは最も大きなスケールを誇り、三菱グループ35社で構成する三菱科学万博総合委員会が提案する“すばらしい地球・人間”をテーマとして自然すなわち地球・更に宇宙と、そこに住む人間とが調和を保っていくための科学技術とは何であるかを考えていく場として展開される。

パビリオンは大小二つの相似形三角形の建築外観からなり、正面入口には巨大なミラー面を設けてある三菱グループでは、このミラーを「開けゆく宇宙と生活環境を映し込む人間空間をシンボライズするとともに、プラザに展開する来館者の活動的な姿を様々に映しだす鏡」と位置づけている。

過去の博覧会においても圧倒的な人気を得た三菱未来館の観客誘導システム—強制動線方式—は、科学万博——つくば'85では初登場のミニ交通システムで、モーションコントロールカーと呼ばれる50人乗りの“みつびし21”を16台約5m間隔でコンピュータコントロールさせ、1サイクル10分間で映像・展示物の空間を移動していく。

三菱未来館の入場者数は約900万人と予想されており、観客は“みつびし21”に乗ってすべての映像・展示物・音響を立体的に楽しみ、時間・空間を超えた21世紀の体験旅行を満喫することができることになる。

エントランスホールから乗り場までの軽快な音楽、“みつびし21”内での歯切れのよいナレーション、各シーケンスの映像と同期した効果音など三菱未来館すべてを科学技術博にふさわしい演出計画に基づいて音響システム設計をしたので紹介する。

## 2. 基本構想と音響システム

三菱グループ35社は、“すばらしい地球・人間”をテーマに出展する三菱未来館の構想を昭和58年1月に発表した。これは同グループで作っている三菱科学万博総合委員会がまとめたもので、立体画像や立体音響を使っただけのスペースファンタジーや生命の誕生と進化などを幻想的に展示することになった。

図1. は三菱未来館の外観構想であり、科学万博会場のBブロックの敷地6,300m<sup>2</sup>内に建設され、パビリオンの建築面積は3,400m<sup>2</sup>で、外形は人間・地球と科学技術との結びつきを表現しているという近代建築である。

図2. は観客誘導システム—強制動線方式—モーションコントロールカー“みつびし21”の外観構想図である。

図3. は三菱未来館展示構想図で、音・光・映像からなる複合的なマルチディスプレイを使い科学者群像、オーロラの空間、生命の誕生と進化、先端科学技術、宇宙利用、スペースファンタジー、緑の地球、生命の輝きといったマクロからミクロに至る科学の世界を約10分のサイクルで制作・展示する計画である。

観客はそれを見ながら歩くのではなく、21世紀の宇宙遊覧船と

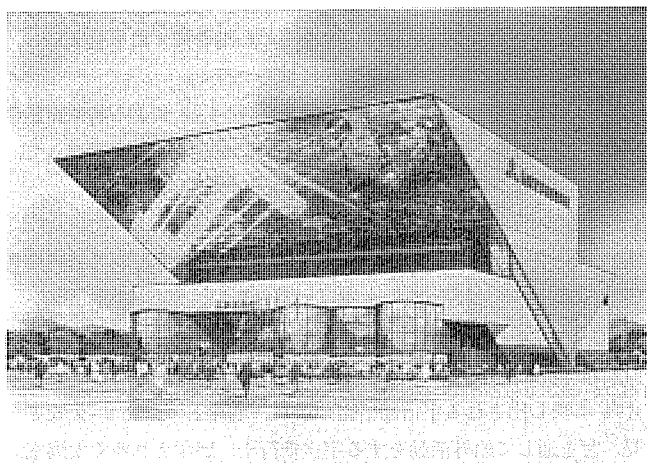


図 1. 三菱未来館の外観構想

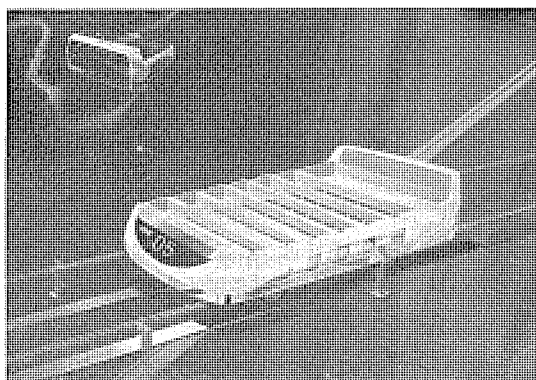


図 2. モーションコントロールカー“みつびし21”の外観構想

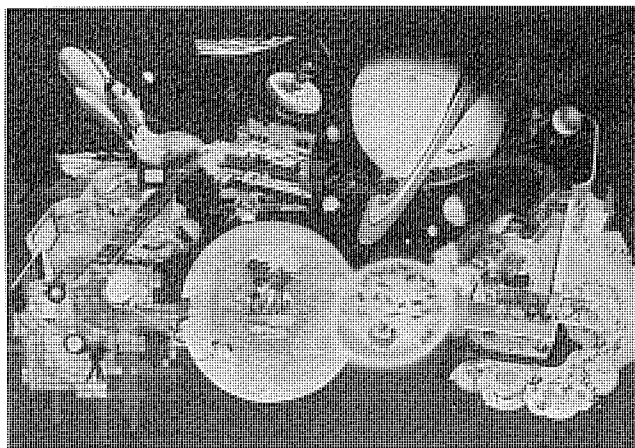


図 3. 三菱未来館展示構想

もいへような“みつびし21”に乗って移動していく。体験的に旅行しているような感じになるよう、演出効果を盛り上げなければならぬ。

昭和58年2月に図1.～図3.の提示を受けて同年6月に実施設計に入るまで、三菱科学万博総合委員会のプロデューサーやスタッフの方々と、科学万博に相応しい音響システムは何であるかの論議からは



じまり、音響システムの構想設計を進めた。

当社では過去、大阪万博・沖縄海洋博・神戸ポートアイランド博とそれぞれの三菱未来館の音響システムを担当してきた。大阪万博では業務用の音響システムを提供し、《ダイアトーン》音響の効果のすばらしさが話題になった。家庭用の音響商品は年々音質が向上すると同時に耐久性・信頼性とも向上している。これを実証するため、沖縄海洋博ではすべての音響システムを、家庭用《ダイアトーン》音響機器で設計した。沖縄・神戸とも博覧会会場は海に面しており、高温・多湿の悪条件での連続使用にも、《ダイアトーン》音響機器がその偉力を発揮し、十分にその使用に耐え抜いたことを実証している。

近年のオーディオ業界の技術の進歩はめざましく、アナログオーディオからデジタルオーディオに変化しつつあり、再生系ではレコードプレーヤーの非接触化、すなわち光学再生方式、増幅器では低ひずみ率・高出力化のプリメインアンプ、そしてデジタル対応スピーカーシステムと、全系統の再生周波数特性をはじめとする諸特性が驚異的に改善され音質が向上している。

我々は三菱未来館の音響システムの構想設計の結論として、全館の再生系にデジタル再生方式を採用することにした。そしてモーションコントロールカー内の音響システムには主にナレーションを担当させ、会場内の音響システムには主に効果音を担当させることに決めた。

音源には三菱未来館専用に直径12cmのコンパクトディスクを制作し、これをコンパクトディスクプレーヤーでプログラムアクセスを行い、演出脚本に応じて自動的に再生するデジタル再生方式を採用することにした。

三菱未来館の音響は、すべてデジタルオーディオシステムということになる。

### 3. 実施設計

昭和58年6月から実施設計に入った、会場の音響システム、モーションコントロールカー“みつびし21”の音響システム、それらのシステムを構成する音響機器について説明する。

#### 3.1 会場内音響システム

図3.の展示構想に従って三菱科学万博総合委員会のプランニングスタッフのもとで展示構成が決った。

表1.はその展示構成で、エントランスホールからエピローグまで13場面の演出になる。建築設計も進み、図4.のように三菱未来館シークェンスもプロデューサーから提示を受けた。我々は展示構成と演出計画の説明を受けながら、各シークェンスを想定し、作曲家気分でスピーカーの配置を決めていくことにした。

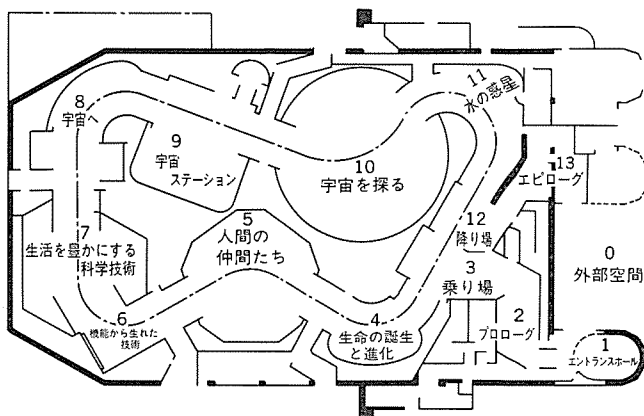
会場内音響システムは、スピーカーの選択と配置がその良否の大部分を決定する。演出計画によりスピーカーの種類の選択、音量を得るためのパワーの検討を行い、建物の構造、部屋の大きさ、騒音レベル、残響時間、使用目的を考慮しながら、スピーカーシステムの配置を決めた。

図5.にスピーカーシステムの配置を示

す。スピーカーの配置には集中方式、分散方式、集中分散方式の3種類の方式があるが、三菱未来館では分散方式を採用した。分散方式の利点はスピーカーを数多く分散配置するので均一な音圧レベルが得られる。残響時間の長い部屋でも明りょう度が良くなる。これは1

表1. 三菱未来館展示構成表

1.	エントランスホール
2.	プロローグ
3.	乗り場
4.	生命の誕生と進化
5.	人間の仲間たち
6.	機能から生れた技術
7.	豊かな明日をつくる科学技術
8.	宇宙へ
9.	宇宙ステーション
10.	宇宙を探る
11.	水の惑星
12.	降り場
13.	エピローグ



演出時間12分(乗車時間10分)

図4. 三菱未来館シークェンス

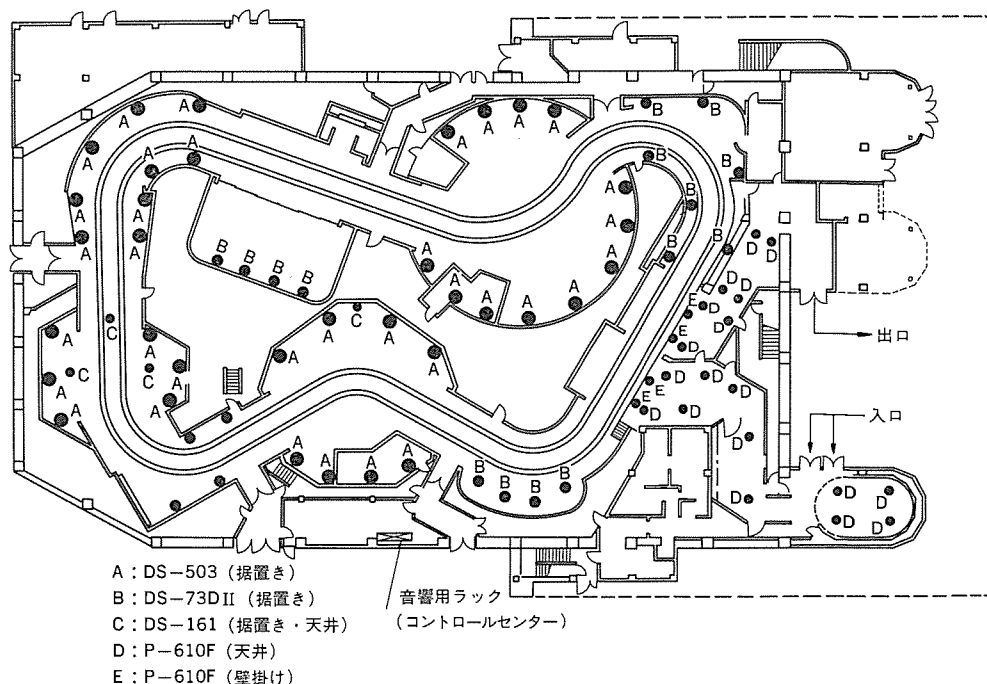


図5. 三菱未来館会場内スピーカーシステムの配置

個のスピーカーに小電気入力を加えて音を聞かせる範囲を少なくすると、室内の材料面からの反射音も少なくできる利点がある。騒音レベルの大きい場所で、遠距離までスピーカーの音を到達させるためには、大出力のスピーカーを必要とするが、この方式では家庭用などの小出力スピーカーでも処理できる。

音の距離による減衰量は各シーケンスごとの残響、すなわち部屋の大きさ、吸音処理状況などで一定に変化しないが、一応の計算の目安として、自由空間音場を想定して距離が倍になれば音圧は6dBずつ減衰し、10倍離れると20dB減衰する。音圧レベルの増加は、スピーカーに倍の電気入力を入れるごとに3dBずつ増加する、10倍の電気入力を入れると10dB増加する。

モーションコントロールカーに乗っている観客の音圧レベルは、次の計算式で近似的に求めることができる。

$$SPL = S + 10 \log_{10} PWL - 20 \log_{10} \frac{r}{r_0} \quad (\text{dB})$$

$SPL$  : 観客の受音点の音圧レベル (dB)

$S$  : スピーカーの出力音圧レベル (dB) (1W/1m)

$PWL$  : スピーカーに供給される電力 (W)

$r_0$  : ある距離 (通常 1m)

$r$  : スピーカーと観客の距離 (m)

モーションコントロールカーの速度は、最高 50 m/s になる設計である。各シーケンスの最高の見せ場で最良の効果音を観客に提供しなければならない。上式からも分かるように大音響の必要なシーケンスは、観客になるべく接近してスピーカーシステムを配置し、静かな音楽を流すシーケンスは観客から離してスピーカーシステムを配置して分散方式の利点を生かした設計とした。

図 6. に三菱未来館内音響システム系統図を示し、各シーケンスとモーションコントロールカーのナレーションの関連及び映像機器の配置を図示した。

### 3.2 モーションコントロールカーの音響システム

50名乗りのモーションコントロールカー“みつびし21”の音響システムは、設計構想の時点から多数のアイデアが出て論議的になったところである。結果的には三菱未来館のナレーションを主として分担させることになり、歯切れのよいナレーションを再生することに注力した。

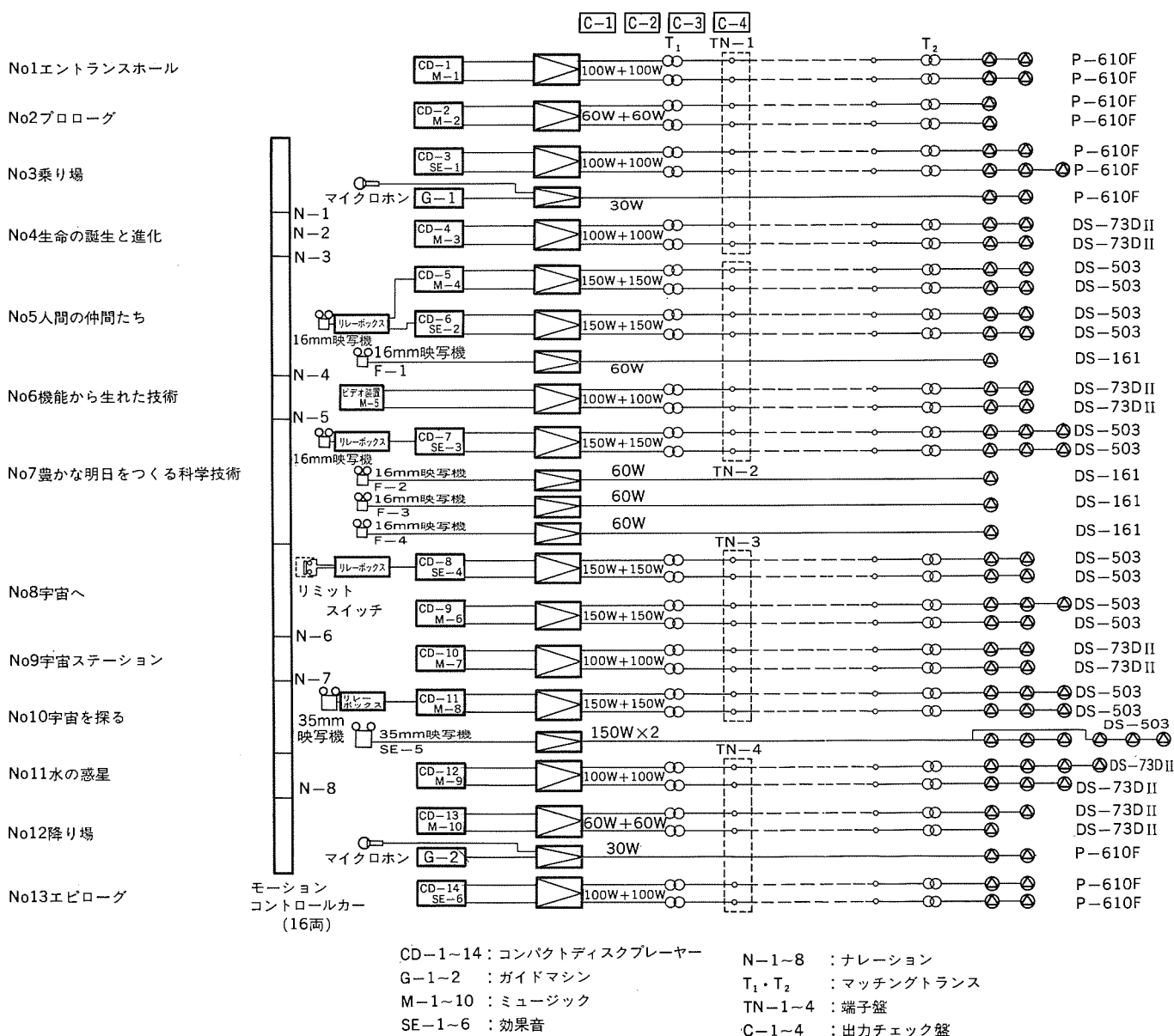


図 6. 三菱未来館内音響システム系統図

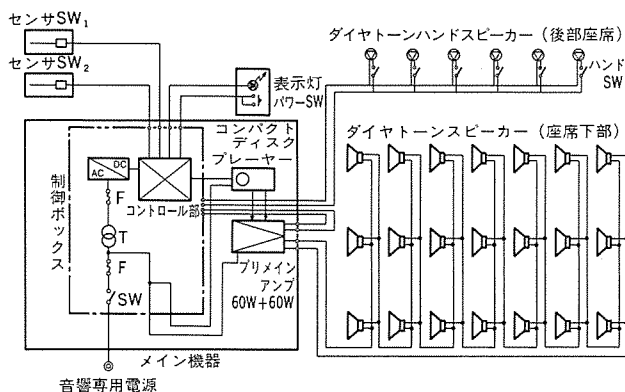


図 7. モーションコントロールカー 音響システム 系統図

図 7. にモーションコントロールカーの音響システムを示す。モーションコントロールカー“みつびし 21”は1列7名掛けの座席が7列あり、最後列は V.I.P 席又は身障者用にも使われる。スピーカーシステムは、1列3台×7列に平等に分散配置をして座席下部に取り付けた。観客がどこに腰掛けても均等な音圧レベルが得られるよう配置した。

更に後部座席には、カールコード付きのハンドスピーカーを6個設置し、外人観客に英語でのナレーションが、ハンドスピーカーのスイッチを押すことで聴けるよう配慮した。コンパクトディスクプレーヤーは、もちろんステレオ再生方式でありチャンネルセパレーションが90 dB以上の実力があり、Lチャンネルは日本語、Rチャンネルは英語の再生を分担させる方式とした。

最後部座席下にコンパクトディスクプレーヤー、プリメインアンプ、コントロールアンプを収納しており、“みつびし 21”のガイドレールに配置されたセンサによりセンサSW<sub>1</sub>・SW<sub>2</sub>を動作させ、各シーケンスと連動した歯切れのよいナレーションを観客が聞くことができる。

電源は“みつびし 21”の動力用電源と音響用電源は別系統にし、耐ノイズ性を改善させる配慮もした。

### 3.3 コンパクトディスクプレーヤー

オーディオ業界で夢のデジタルオーディオといわれているコンパクトディスクプレーヤーは、昭和57年から一斉に発売され、オーディオの革命をもたらした。年々その音質の魅力が認められ普及の途上にある。

コンパクトディスクプレーヤーの音の入口である光ピックアップは、たった1本のレーザー光がコンパクトディスクに記録されたミクロン単位のデジタル信号を読みとる。その構造はきわめて高い精度が要求される。世界で初めて PCM レーザ方式のデジタルオーディオディスクプレーヤーを完成させた当社は、この光ピックアップの研究開発にも早くから着手し、1本のレーザー光を音楽信号を読みとる信号検出ビームと、正確なトラッキング信号を読みとる2本のトラッキングサーボ用ビームとに完全分離し、正確なサーボ制御を実現した3ビーム方式の光ピックアップを開発した。

半導体レーザー技術から、LSI、超精密加工技術に至るまで、当社の

総合技術を高い次元で結晶させた3ビーム方式レーザーピックアップを搭載した《ダイアトーン》コンパクトディスクプレーヤーは、音の入口として従来のアナログのプレーヤーでは達成不可能な特性を実現する。ダイナミックレンジ94 dB以上、周波数特性5 Hz~20 kHz±0.5 dB、水晶発振子精度と同じ極小のワウフラッター0.003%の低びずみ、チャンネルセパレーション90 dB以上という驚異的な特性をもち、三菱未来館で優れた性能を発揮することになる。

三菱未来館のコンパクトディスクプレーヤーは形名を“DP-205 つくば”と称し、《ダイアトーン》市販商品と基本性能は全く同等であるが、用途が一般家庭用オーディオ機器と異なるため以下の機能を追加して対応することにした。

- (1) 会場内の特定のシーケンスで効果音を繰返し連続再生させるのに、マニュアルプログラムを行わなくても電源が入れば直ちに特定トラックを自動的に繰返し連続再生させる機能。
- (2) 会場内の映写機などの映像スタート信号で再生開始できるように、電源が入れば直ちに特定トラックを頭出ししてポーズモードになり、映像スタート信号で映像と同期再生を行い、終了すればリピート頭出しして、次の映像スタート信号を待つ機能。
- (3) モーションコントロールカー内のナレーションを順送り再生させるのに、電源が入れば最初のトラックを頭出ししてポーズモードに待機し、ガイドレールのセンサからセンサスイッチの検知によって再生開始し、1トラックを再生終了すると次のトラックの頭でオートポーズ、次のセンサで2トラックの再生スタートを順次繰返す、全トラック終了後は最初のトラックを頭出ししてポーズモードとなる機能。
- (4) 夜間の電源OFF時及び偶発事故による停電など発生した場合にプログラムメモリを保持し、電源復帰時に自動的にスタンバイできる機能。

これらは、メインマイコンとのインタフェース用サブマイコンを利用することで可能になる。図8. に三菱未来館用コンパクトディスクプレーヤー“DP-205 つくば”のブロックダイアグラムを示す。

サブマイコンはEPROM搭載形マイコンを使用し、あらかじめEPROMにプログラム順、トラックNo.などを入力しておく。EPROMは電源OFF時にもプログラムメモリなどは保持されるので、電源復帰時にプログラム順、トラックNo.などを自動的にメインマイコンに送信し、再生再開又はスタンバイ状態とさせてくれるものである。この方式は会期中のメンテナンスを大幅に省力化することができ、この種の催し場にコ

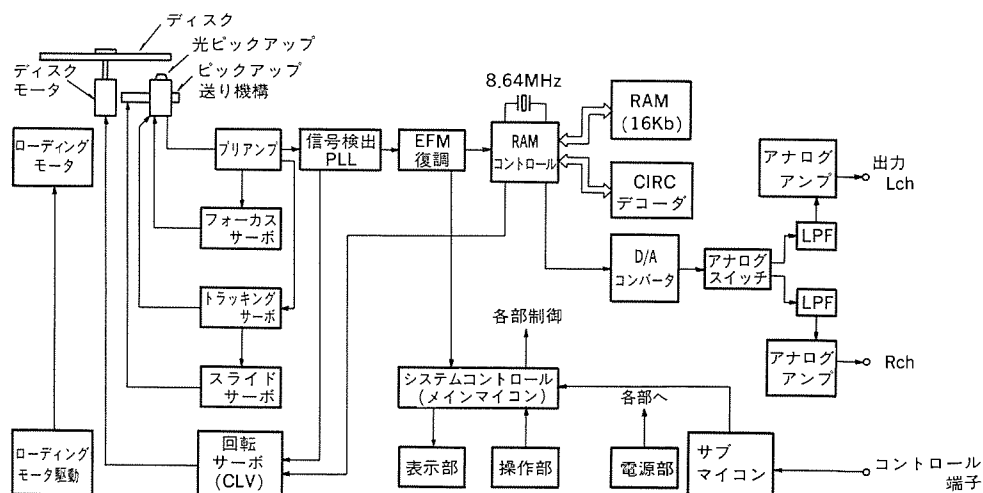


図 8. 三菱未来館用コンパクトディスクプレーヤーブロックダイアグラム

コンパクトディスクプレーヤーの用途を拡大するための重要な機能である。またモーションコントロールカーなどの用途のため耐震性能も向上させる配慮をした。

### 3.4 プリメインアンプ

オーディオのプリメインアンプの回路技術は近年めざましい進歩を遂げ、静特性・動特性とも測定限界に近づいてきた。弾むような音の躍動感・緊張感に満ちた音楽の静寂といった音楽の静と動の表現を自在に演出する実力をもった、デジタル時代にふさわしいプリメインアンプを三菱未来館に採用した。プリメインアンプは測定技術の極限に迫るほど完成度が高く、各回路ブロックは

技術的にほぼ検討し尽くされてきたといえる。コンパクトディスクの周波数帯域は上限が20kHzまで可能であり、それと音の立上りがシャープになる。それを受けるデジタル対応プリメインアンプは、音の応答速度の良いものが必要になってくる。

三菱未来館では各シーケンスの容積、演出計画から会場内の効果音、音楽用として150W+150W、100W+100W、60W+60W（8Ω負荷）の実効出力を有するステレオプリメインアンプを駆動させ、モーションコントロールカーでのナレーション用として1車両当り60W+60W（8Ω負荷）の実効出力を有するステレオプリメインアンプを駆動するシステムを構成した（図6.、図7.）。

### 3.5 スピーカーシステム

オーディオの世界を大きく変えてしまったデジタルオーディオ、この驚異的スペックを持つプログラムソースの魅力を100%表現しきるために、スピーカーシステムはどうあるべきか。《ダイヤトーン》は低域・中域・高域それぞれのユニットに素材、構成から加工技術、成形技術によってエンクロージャーを見直し、あらゆる面からデジタル化への高速な対応を目指しつづけている。そして再生周波数帯域、ダイナミックレンジの拡大を果たして誕生したデジタル対応スピーカーシステムのDS-503・DS-73DII形を中心に三菱未来館用として送り込んだ。

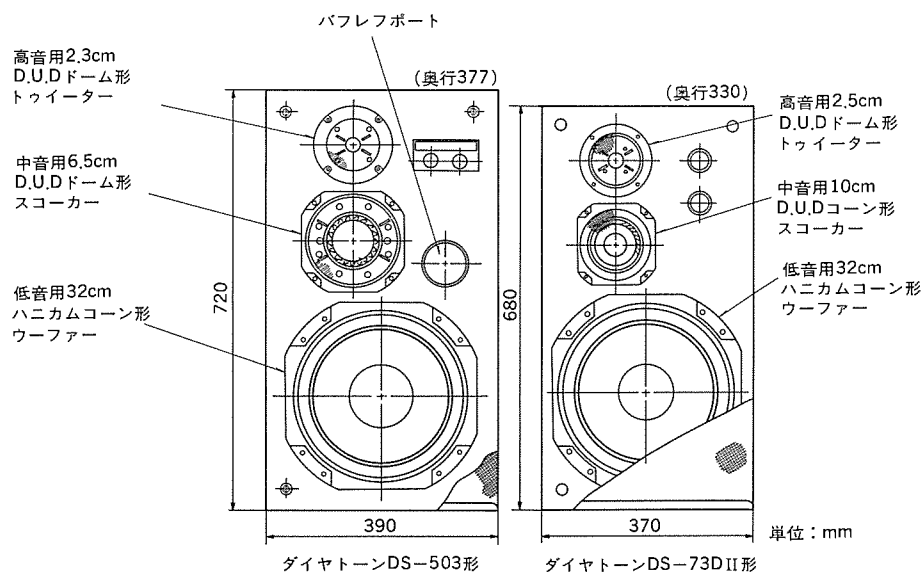


図9. 三菱未来館のデジタル対応スピーカーシステム

三菱未来館の会場内のスピーカーシステムは、音楽・効果音用としてDS-503形を35台、DS-73DII形を19台、映写機用としてDS-161形を4台据え置き、エントランスホール・乗り場・降り場・エピソードには天井取付け・壁掛け用としてP-610F形を22台、モーションコントロールカーの日本語ナレーション用にSB-6R4形を21台/両×16両で336台、英語ナレーション用に特製ミニスピーカー6台/両×16両で96台と総計512台のスピーカーシステムを駆動することになる。

三菱未来館の代表的なデジタル対応スピーカーシステム、DS-503形・DS-73DII形の外観を図9.に示した。

## 4. む す び

以上、科学万博——つくば'85“三菱未来館”の音響システムについて述べた。21世紀を創造する科学技術のビジョンを内外の人々に示し、科学技術に対する理解を深め、特に青少年に未来科学技術を正しく理解させ、立派な人材を科学技術の分野に誘引する博覧会の目的の一助として、音響システムが仲立ちできることを期待している。

終りにあたり、企画において多大な御指導をいただいた三菱科学万博総合委員会並びにプロデューサーをはじめとする関係者の方々に謝意を表する。  
(昭和59-10-10現在)



# “三菱未来館”に設置した《スペクタス》 ——大画面フルカラー液晶ディスプレイ——

神谷 隆\*・渡部 一浩\*\*

## 1. ま え が き

国際科学技術博覧会（科学万博——つくば'85）は、先端科学技術を広く一般に示す場として各パビリオンともそれぞれ趣向をこらしているが、技術的にも興味があり、かつ一般の関心も高い映像並びにディスプレイ関係の出展が目立っている。三菱未来館でも様々な映像を駆使して来館者を魅了するよう工夫しているが、その中の一つとして当社の液晶ディスプレイ《スペクタス》が採用されている。本稿ではここに設置した《スペクタス》について概説する（図1. 参照）。

《スペクタス》は、表示素子として液晶を使用した世界で初めての大型フルカラーディスプレイシステムで、近距離から見る事ができる汎用形屋内ディスプレイを指向している。スクリーンサイズは自由に設定でき、また表示内容もビデオ画像、パソコン出力による文字、グラフィックパターンなど情報の複合化に伴う多様なニーズに対応できるよう設計されている。したがって今回のように、博覧会場のパビリオン内部に設置された場合にもその特質を十分生かすことができ、ディスプレイ自身の崭新さも加わって注目を浴びるものと期待される。

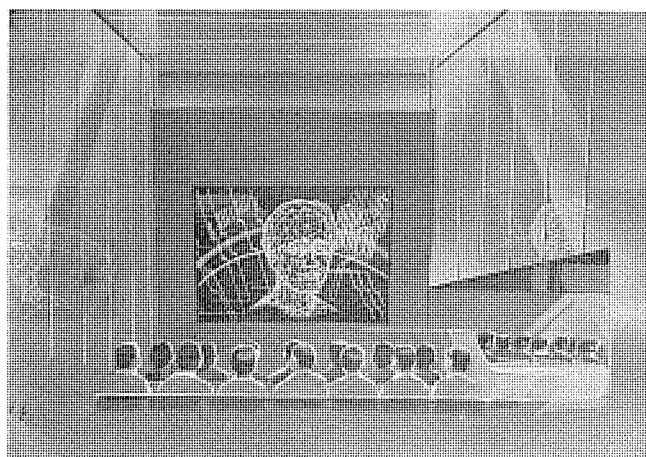


図 1. 三菱未来館設置《スペクタス》の外観

## 2. 《スペクタス》の原理と特性

《スペクタス》は透過形 TN 液晶を用いた表示装置で、スクリーン背面に組み込まれた光源の透過光量を液晶により制御して画像を現出する。液晶セル面にはマトリクス状に数多くの画素を配列し、各画素は図2. に示すように、赤、緑、青のカラーフィルタによって彩色された3個のピクセルからなっている。フルカラーの画像は、この3色の輝度を各々独立に変化させ加法混色させることによって得られる。

画面は8×64画素のユニット単位で構成しているため、自由なサイズが可能である。スクリーンはこのユニットを支持枠に組み込むことにより構築していくが、ユニットの継目で画像の不連続が生じないように構造上の配慮をしている。これにより、大画面の場合にも連続した一つのスクリーンを形成することが可能になった。

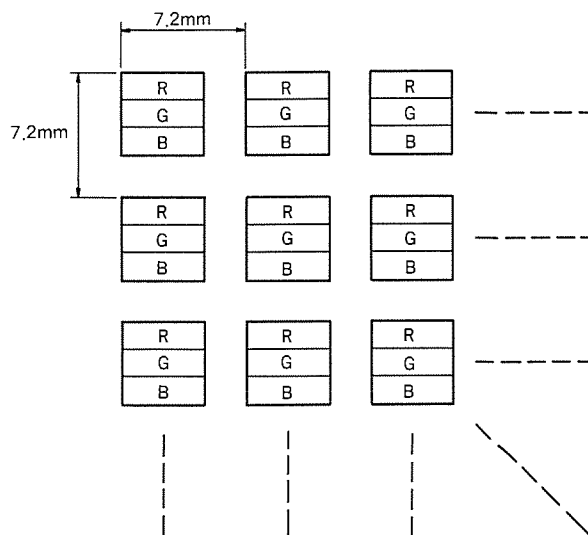


図 2. 画素構成図

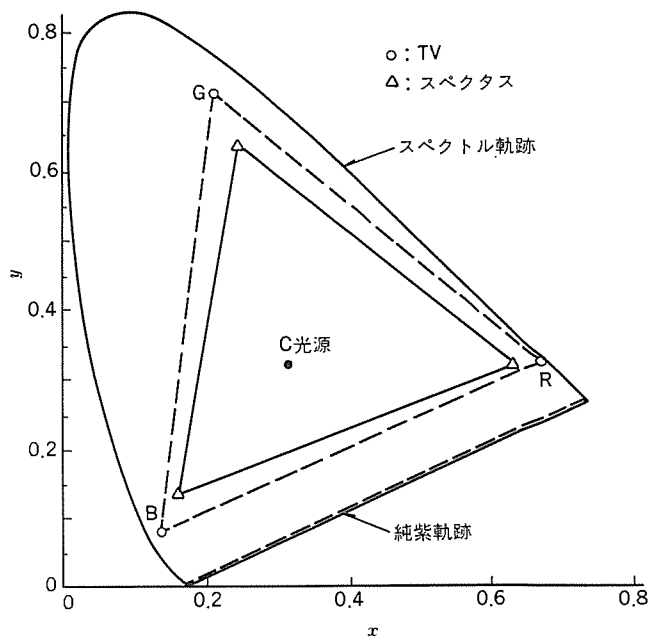


図 3. 色の再現範囲

以下に表示装置としての《スペクタス》の一般的特性及び性能を述べる。

### (1) 色再現性

色再現性はカラーフィルタ、液晶セル、光源などの総合的な光学特性によって決定される。光源には3波長タイプの特種蛍光ランプを専用に開発し、3原色の色純度を高めるとともに、3色混合時の白色の色度値を色温度 6,500 K のいわゆる C 光源に近似させた。また中間色再現のため、3原色ピクセル各々を64階調に制御し、図3. に示すように通常のカラーテレビ用ブラウン管に近い色再現性を実現した。

## (2) 応答性

ビデオ信号 (NTSC) のフレーム周波数は 30 Hz である。これに対して使用している TN 形液晶の応答速度は、常温で 30 ms 以下であり、映像のすばやい動きにも追従でき、残像を生じることは無い。

## (3) 表示機能

通常《スペクタス》は、スクリーンのきょう(筐)体内部に、

(a) ビデオ信号処理回路

(b) パソコン出力によるデジタル画像表示回路

を持ちビデオ画像(動画)、デジタル画像(文字、グラフィックパターンなど)を表示できる。これらを重ね合わせて表示することも可能である。また使用目的に応じてビデオ画像専用、デジタル画像専用のものも製作することができる。

## (4) 観視距離

画素ピッチは 7.2 mm であり、近距離からの観視にも耐えられる。観視距離については、主観評価実験などを行い、中間色の多いビデオ画像は 6 m 以上、デジタル画像のように境界の明確な画像は 3 m 以上の距離からみて問題の無いことを確認した。

## 3. 三菱未来館設置《スペクタス》の仕様

### 3.1 画面サイズ

三菱未来館に設置する《スペクタス》は、スクリーンユニットを縦 27 段、横 8 列配列し、縦 1.6 m×横 3.7 m の大画面を実現している(アスペクト比は 3:7)。一般のテレビ画面と比較すると横長の画面になっているが(テレビ画面のアスペクト比は 3:4)、これはユニット構造の特長を生かし、テレビ画面では得られない独特の映像表示を意図して決定したものである。

このサイズの《スペクタス》のスクリーン部仕様を表 1. に示す。

### 3.2 表示画像

ここで用いる《スペクタス》は、VTR テープに収録されたコンピュータグラフィックスのみを表示することになっているためビデオ表示専用とした。また、前項にも述べたとおりアスペクト比が標準ビデオ信号による映像と異なっているため、図 4. に示すようにビデオ信号の有効表示エリアの一部分を表示するようにした。全エリアをこのスクリーンの中に表示することはもちろん可能であるが、コンピュータグラフィックスの特質を生かし、効果的に映像を再現するため、このように設計した。

このスクリーンは縦 216×横 512 の画素を持ち、ビデオ信号の走査線と横 1 列の画素が 1 対 1 で対応しているため、元の信号の解像度を落とすことなく忠実に画像を再現できる。

### 3.3 設置形態と観視範囲

スクリーンは会場の壁に埋め込む形で設置し、MC カー(モーションコントロールカー)に乗った来館者が最適な角度で画面を観視できるようにとの配慮から、図 5. に示すように前方へ 8 度傾斜させている。スクリーンは液晶を用いているため角度特性があるが、この設置形態にお

表 1. スクリーン部の仕様

項 目	仕 様
(1) スクリーンサイズ	縦 1,570 mm×横 3,690 mm
(2) 画素数	縦 216 画素×横 512 画素 (赤緑青 1 組で 1 画素とする)
(3) スクリーンユニット数	縦 27 段×横 8 列
(4) 入力信号条件	ビデオ: 標準テレビジョン信号 (NTSC 複合信号)
(5) 消費電力	6.6 kW
(6) 所要電源	AC 100 V 13 kVA
(7) 外形寸法	2,400 mm(H)×4,900 mm(W)×400 mm(D)
(8) 重 量	約 1,100 kg

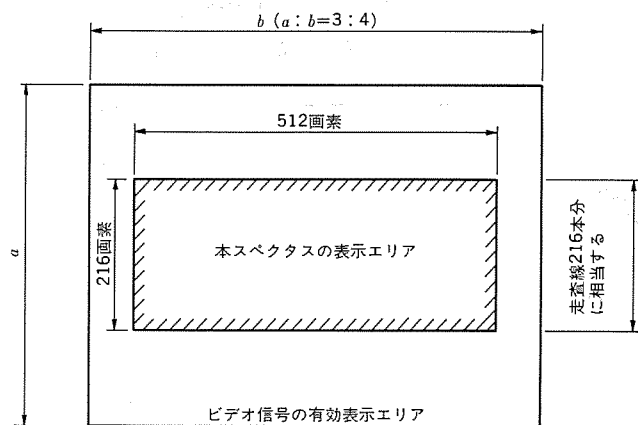


図 4. 《スペクタス》の表示エリア

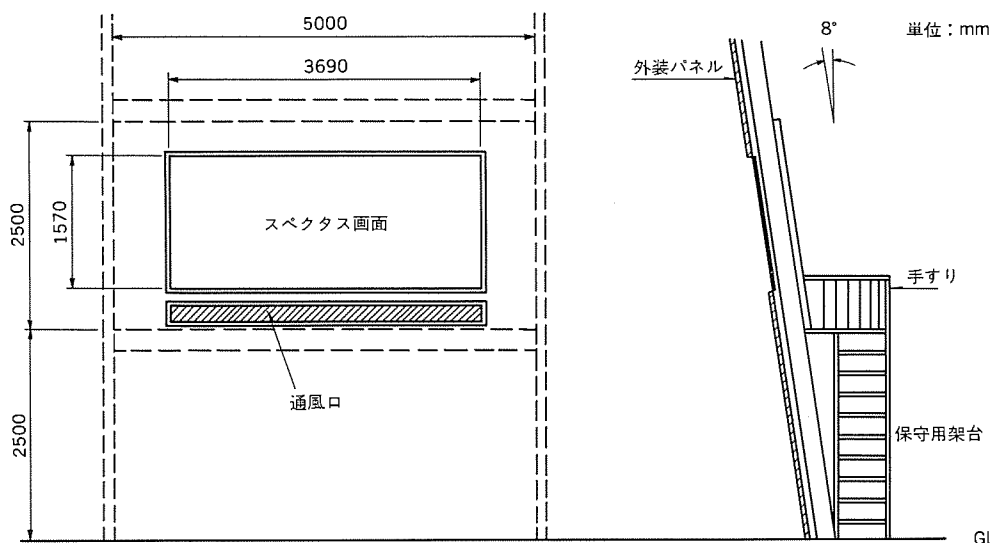


図 5. 《スペクタス》の設置概念図

ける適視範囲を図 6. に示す。図からも分かるように《スペクタス》は、この種のディスプレイとしては広範囲が観視でき、MC カ- 上の乗客に対して十分な映像 サービスが可能である。

### 3. 4 冷却方式

光源の発熱により スクリーン 画は温度上昇するが、通常的环境下では換気 ファン による通風冷却を行うだけで十分である。今回は前面をエアーテン 状に通風する方式を採用した。この方式により、前面液晶パネルの温度分布を一様にするとともに温度上昇値を 10 度以下にし、温度による液晶の特性変化を表示性能上差支えない範囲に抑えた。

### 3. 5 調整, 保守

スクリーンユニットは前面から組込み、取り外しが簡単にでき、保守交換が容易である。また制御回路などの調整は、スクリーン 後方の保守用架台で行えるようにした。なお壁埋込形であり、かつ今回のように後面からの保守ができない場合も想定して、すべての調整、保守作業が前面だけで行える構造のスクリーン も開発し、既に製作している。

## 4. 映像表示システム

### 4. 1 システム構成

このシステムでは、3/4 インチ VTR を用い、次節に示す内容を繰返し

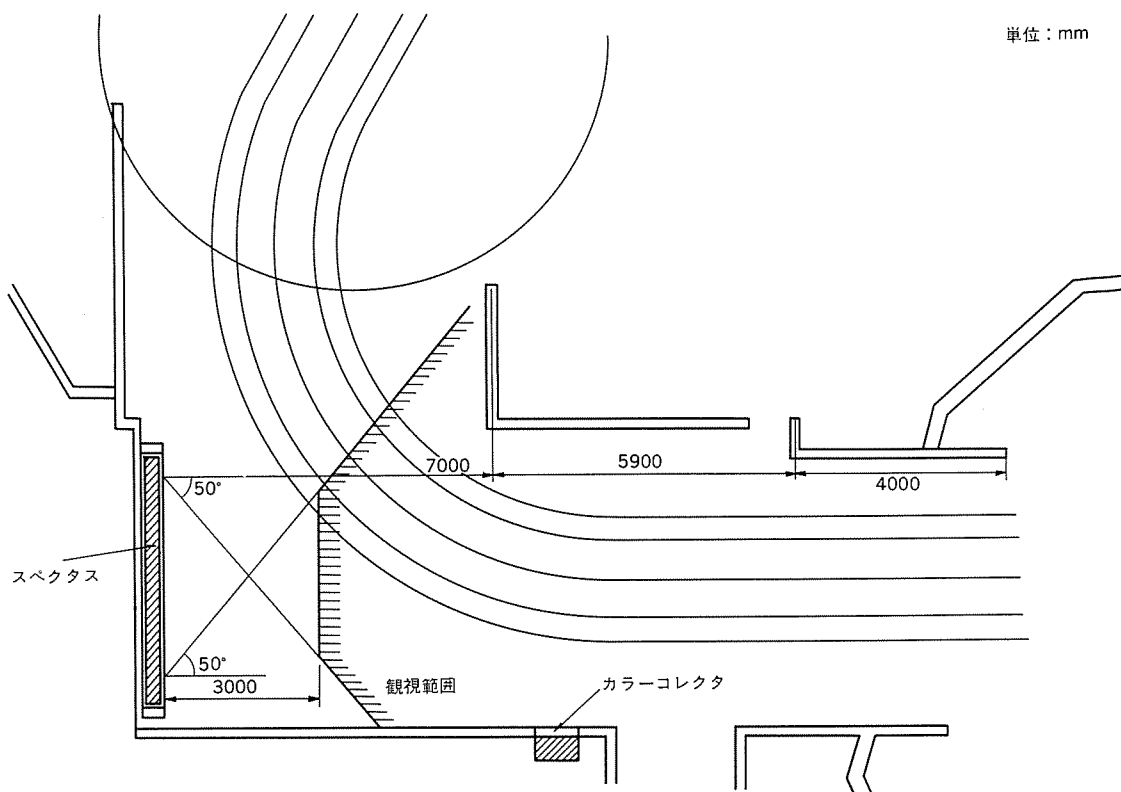


図 6. 観視範囲 (水平方向)

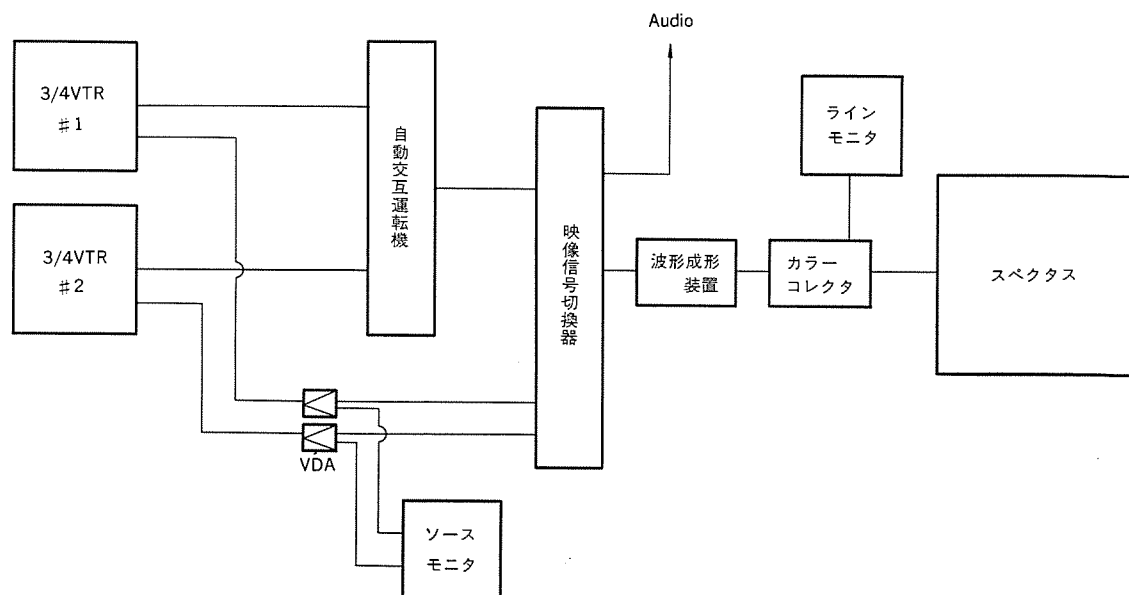


図 7. システム 構成図

再生放映することになっている。《スペクタス》への表示は、常時は連続自動運転とするため、2台の再生用 VTR 及び VTR の自動交互運転装置を採用した。すなわちテープ末尾に記録された切替用信号により、VTR の起動、停止、巻戻しなど一連の操作を自動で行うことができる。

なおこのシステムでは、このほか図 7. に示すように、映像信号切替器（手動送出力）、カラーコレクタ（色補正用）、モニタなどを装備している。

#### 4. 2 運用操作

##### (1) 日常操作

常時は《スペクタス》本体の電源を投入し、VTR、自動交互運転装置を起動すれば、以後無人で間断なく映像を表示し続ける。

##### (2) 画像の色度、輝度調整

カラーコレクタにより、表示画像の色調、明るさ、コントラストを細かく調整できる。カラーコレクタはその性質上表示画面のよく見える場所に設置することが望ましく、そのためこのシステムではコントロールルーム内には設置せず、図 6. に示す位置に置くことにした。

#### 4. 3 異常時対策

##### (1) 《スペクタス》本体の異常監視

本体の電源系統など異常時には、他の展示機器と同様コントロールルーム内に警報を発し、異常を検知することができる。またスクリーン正面には、防災防犯用を兼ねて ITV カメラがセットされており、これにより電氣的に検出しにくい表示画像の異常を監視することが可能になっている。

##### (2) 手動運転

VTR 自動交互運転装置の異常などにより自動運転が続行できなくなった場合は、映像信号切替器を用いて交互運転装置を切り離し、手動運転することができる。手動運転時には、表示内容に断絶を生じないように2台の VTR の切替タイミングに留意する必要があるが、このシステムではモニタを監視しながらスムーズに切替えられるよう配慮してある。

##### (3) VTR 故障時の処理

VTR 故障時のバックアップ用として予備の VTR を用意している。自動交互運転中に使用中の VTR が異常をおこした場合は、直ちに待機中の VTR と切り換え、故障機は予備機と交換する。予備機との交換作業は《スペクタス》表示中にも行うことができ、交換終了後はそのまま通常の自動運転を再開することが可能である。

### 5. 演出及び表示内容

#### 5. 1 《スペクタス》の仕掛け

既に紹介されているように、三菱未来館では“すばらしい地球・人間”というテーマで、MC カーに乗り込んだ来客に対して種々の展示

が行われる。この中で《スペクタス》は“機能から生まれた技術”というテーマで、人間の“見る”，“聞く”，“考える”といった諸機能が科学技術につながっていく様子を映像で表現する。表示する映像（ソフトウェア）は、(株)三菱総合研究所がスーパーコンピュータを駆使して作成した三次元コンピュータグラフィックスである。

#### 5. 2 表示内容

一連の表示は約 45 秒で完結するが、内容的には各 15 秒ずつ次の三つのパートに分かれている。

(1) 人間の眼がカメラ、望遠鏡、顕微鏡などに変化していく様子

(2) 人間の耳がパラボアンテナなどに変化していく様子

(3) 人間の脳が電子回路、コンピュータへと変化していく様子

MC カーは約 5 秒の間隔をあけて次々と《スペクタス》の展示ゾーンに入り、同時に2台の MC カーがゾーン内に入っていることもある。したがって表示内容は MC カーの動きと、特に連動させることはせず、非同期で表示することにした。そのため上記三つのパートは、どれから見始めても差支えないよう、それぞれ独立した内容になっている。

ここで用いるコンピュータグラフィックスは画面サイズ、アスペクト比、表示画素数などあらゆる点で《スペクタス》の特質を十分発揮できるように設計されており、迫力ある大画面の中に美しく、かつ軽妙でスピーディな映像を提供することができる。

### 6. む す び

《スペクタス》は昭和 58 年 6 月発売以来、さん新な表示媒体として多方面から注目を浴び、既に新宿、渋谷などの街頭や銀行の店舗内あるいは競艇場などに設置され、情報化社会の一翼を担っている。表示される情報量、表示画面サイズなどの点で、この種の表示媒体は最も要求の多い分野であり、その技術面での進歩、発展には常に多くの関心が払われてきた。

今回の科学万博における三菱未来館には、会期中 1,000 万人近くの入場者が見込まれている。この博覧会への《スペクタス》出展を通じ、より多くの人々に大画面ディスプレイについて認識していただけることと思う。またそれに応じて《スペクタス》の新たな応用面も開けるものとする。当社でもこれを機会に様々な人々の意見を聴取し、広く社会に役立つ製品となるよう今後とも性能、機能の向上を図っていく所存である。

最後にこの《スペクタス》に関し多大な協力を賜った日本創造企画(株)の方々をはじめ、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) 今井、太田：三菱電機技報，57，No. 12，p. 48（昭 58）



# 科学万博光総合情報サービスシステム用 大型画像表示装置《オーロラビジョン》

岡 富士郎\*・徳永光彦\*・二石俊一\*・橋村信義\*\*

## 1. ま え が き

国際科学技術博覧会 (EXPO '85) は、21 世紀に向って、人間、居住、環境のあるべき姿を求め、科学技術の新しいイメージをさぐるために開催される。博覧会の円滑かつ効率的な会場管理、防災、安全対策、観客に対する情報サービスなどのために多種多様な情報が生みだされ、この情報の伝送と処理のために優れた情報通信サービスが必要である。

科学万博会場内で計画されている光総合情報サービスシステムは、大形のコンピュータを設置した情報通信センターと会場各所の端末とを最新の光テクノロジーにより結合し、総合的な情報サービスを行うものであり、未来の情報通信システムを志向したものとなっている。この光総合情報サービスシステム端末として、大型画像表示装置《オーロラビジョン》が採用され、会場内広場に設置される。

図 1. に大型画像表示装置《オーロラビジョン》の全景を示し、以下、この装置の概要を紹介する。

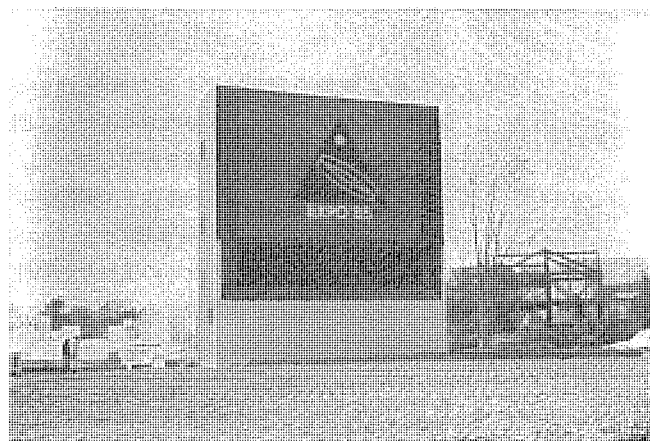


図 1. 大型画像表示装置《オーロラビジョン》の全景

光総合情報サービスシステム  
情報通信センター

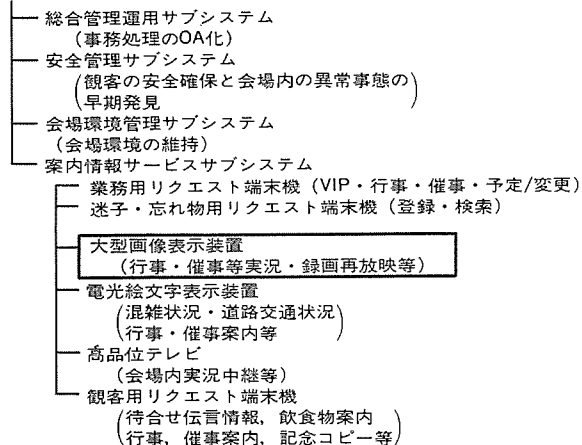


図 2. 光総合情報サービスシステムの構成

## 2. 光総合情報サービスシステムの概要

光総合情報サービスシステムは、科学万博の情報通信システムの中で、コンピュータと光ファイバケーブルによる会場内システムとして位置づけられている。光総合情報サービスシステムは、四つのサブシステム(図 2. 参照)から構成され、大型画像表示装置の属している案内情報サービスシステムは、案内情報提供のためのミニコンピュータと各種情報ファイル及び各種端末から構成されている。

図 3. に光総合情報サービスシステムの情報伝達経路、図 4. にネットワーク接続図を示す。

## 3. 大型画像表示装置の概要

大型画像表示装置《オーロラビジョン》は、赤、緑、青の3色のCRT式光源管を配列したカラー動画、静止画用主スクリーン部と、緑色のCRT光源管を配列したメッセージ表示用補助スクリーン部により構成され、センターから送出される情報を大形スクリーンに表示するものである。

### 3.1 仕様

大型画像表示装置《オーロラビジョン》の仕様は、次のとおりである。

#### 3.1.1 全体仕様

全体仕様を表 1. に示す。鉄骨造り4階建のうち1階は、操作室及び6kV 高圧受変電室、2階は補助スクリーン部、3、4階は、主スクリーン部である。建屋はブロック建造タイプであり、ユニット、モジュール、パネル類を各々のブロックに組み込んで製作し、現地でこのブロックを積み重ねるものである。またこの建屋は、建築基準法の建築物に該当するため建築基準法及び消防法に準拠している。

図 5. に大型画像表示装置《オーロラビジョン》の機器構成を示す。

#### 3.1.2 スクリーン部仕様

一般のカラーテレビに用いられているブラウン管は、そのフェースガラス内に赤、緑、青の3原色の蛍光体が規則正しく塗り分けられて各画素を構成している。大型画像表示装置《オーロラビジョン》の主スクリーン部は、このブラウン管面を更に拡大して各画素を独立させ、赤、緑、青の単管単色の光源管を多数配列し、個々の光源管を点滅制御すること

表 1. 大型画像表示装置の全体仕様

項番	項目	仕 様
1	外形寸法	高さ 11m 横幅 10m 奥行 2.5m (鉄骨造り 4 階建)
2	総重量	55t
3	所要電源容量	3φ 3W, 6.6kV, ±10%, 200kVA, 平均消費電力 130kW (昼)
4	冷却方式	給気扇による空冷方式
5	視認距離	20m 以上
6	視認角度	水平 ±60° (中央から) 垂直 ±35°
7	気 温	-10~+40°C
8	湿 度	30~95%
9	ボード強度	風速 60m/s に耐える



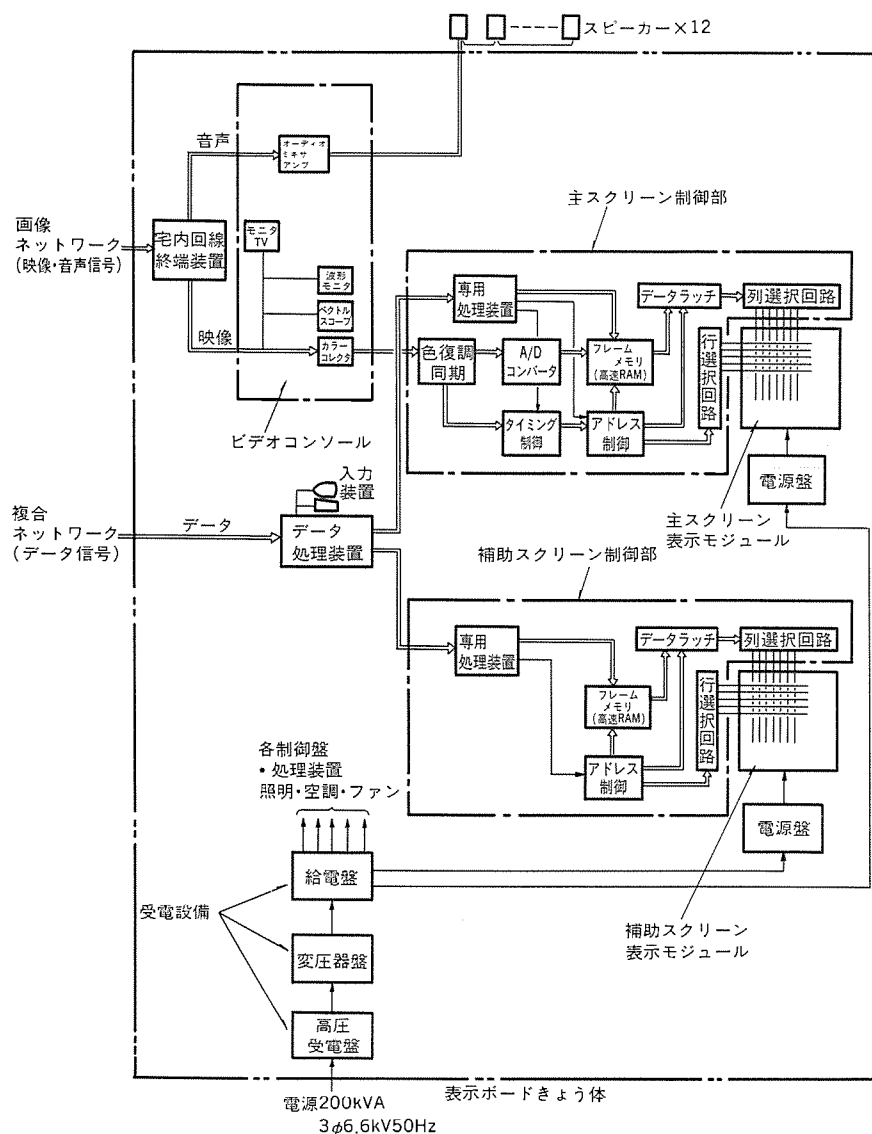


図 5. 大型画像表示装置機器構成

表 2. スクリーン 部の仕様

項番	項 目	主スクリーン部仕様	補助スクリーン部仕様
1	表示サイズ	縦 5.76 m 横 8.1 m	縦 1.6 m 横 8.1 m
2	表示面積	46.7 m <sup>2</sup>	13.2 m <sup>2</sup>
3	発光素子	φ 20 mm 3 色 (赤・緑・青) 高輝度 CRT	φ 28 mm 緑色高輝度 CRT
4	明るさ(面輝度)	1,700 nit 以上 (白色表示)	1,500 nit
5	表示階調	64 階調	
6	輝度調整	32 階調	32 階調
7	発光素子数	縦 240×横 336=80,640	縦 36×横 176=6,336
8	表示内容	ビデオ信号入力による動画、静止画	上, 下に 2 か国語又は上, 下 3 段に英数字を表示

センターから送出されるデータ信号を受信し、専用処理装置を制御するためのものである。

(a) 中央処理装置 1 台

語表 : 16 ビット  
最大記憶容量 : 512 K バイト  
サイクルタイム : 550 ns  
素子 : n MOS LSI

(b) フロッピーディスク 1 台

記憶容量 : 1 M バイト×2  
転送速度 : 62 K バイト/s  
シークタイム : 平均 83 ms

(c) 固定ディスク装置 1 台

記憶容量 : 21 M バイト  
転送速度 : 996 K バイト  
シークタイム : 平均 38 ms

(d) カラーキャラクタディスプレイ 1 台

画面寸法 : 250 mm×150 mm  
表示文字数 : 80 字×25 行

キーボード付き

(e) タイプライタ 1 台

印字方式 : ワイヤドットインパクト方式  
印字数 : 132 文字/行  
印字速度 : 30 字/秒

### 3. 1. 4 高圧受変電室

高圧受変電室は 6.6 kV で受電し、200 V、100 V に変圧して大型画像表示装置内の各機器に給電するもので、常時線受電盤、予備線受電盤、変圧器盤、給電盤から構成されている。この受変電設備は、6.6 kV、200 kVA であるため、JIS C 4620 で規定されている「キュービクル式受電設備」及び高圧受電設備指針に準拠している。仕様は次のとおりである。

受電方式 : 2 回線受電 CB 方式 (真空遮断器 12.5 kA)

変圧器 : 6 kV 3φ 200 kVA

乾式モールド変圧器 絶縁階級 6 号 A

表 3. 光源管の特性

光源管サイズ	φ 20	φ 28
方 式	単管単色フラッドビーム電子銃	
機 械 的 寸 法 (mm)		
全 大 部 径	20.5	28.6
全 長	118.0	132.0
ネ ッ ク 径	20.5	28.6
電 気 的 定 格		
陽 極 電 圧 (kV)	8.5	8.5
ヒータ電圧 (V)/電流 (A)	2.5/0.3	6.0/0.161
輝 度 (nt)		
赤	3,700	—
緑	8,700	8,000
青	2,500	—

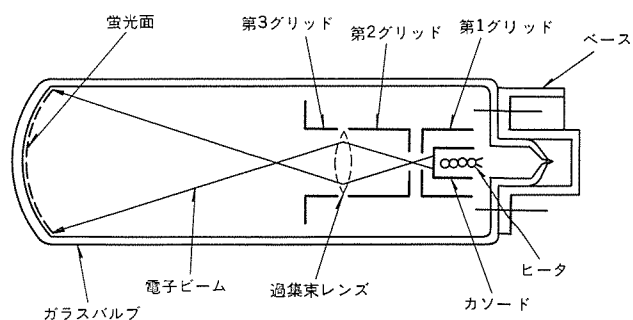


図 6. 光源管の基本構造図

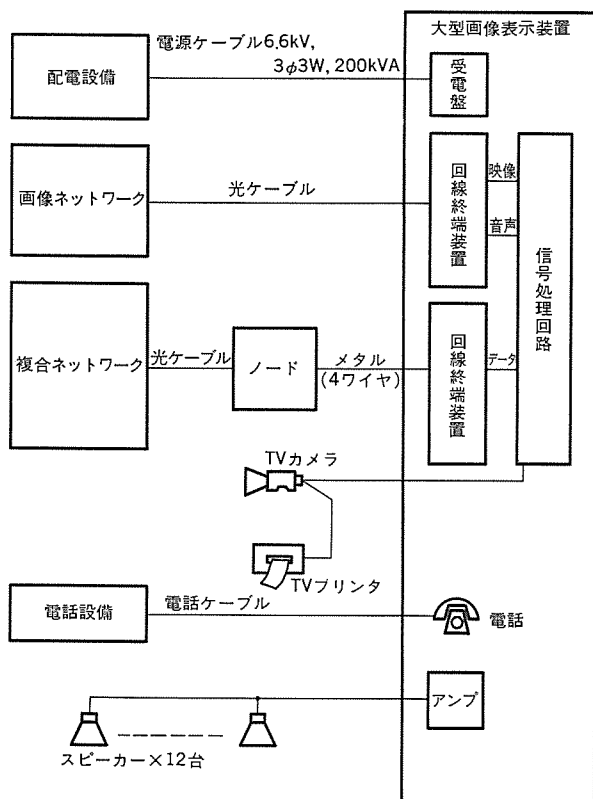


図 7. 大型画像表示装置のインタフェース

### 3. 2 インタフェース

大型画像表示装置《オーロラビジョン》と画像ネットワーク及び複合ネットワークとのインタフェース（図 7. 参照）の条件を次に示す。

#### (1) 画像ネットワーク

大型画像表示装置内のコントロールルームに設置の宅内回線終端装置は、光ファイバケーブルにより画像ネットワークに接続される。

##### (a) 映像信号（下り）

###### ・接続条件

NTSC 複合映像信号  
1 Vpp 75 Ω UBAL  
50 Hz~4 MHz

画像ネットワークに接続

###### ・物理インタフェース

BNC 接栓

##### (b) 音声信号（下り）

###### ・接続条件

-10 dBm 600 Ω BAL  
50 Hz~10 kHz

画像ネットワークに接続

###### ・物理インタフェース

D-SUB コネクタ

#### (2) 複合ネットワーク

大型画像表示装置内のコントロールルームに設置の回線終端装置(DSU)は、金属ケーブルにより複合ネットワークに接続される。

表 4. 大型画像表示装置によるサービス情報

サービス項目	サービス内容	備考
行事・催事 実況中継	各パビリオン、広場、催事場などで開催される行事・催事の中継車による実況中継	放送局などの実況中継の画像を放映する場合も考えられる
会場内実況中継	カラーカメラによる会場内の状況、観客などの中継	カラーカメラは安全管理サブシステムに含まれる
記録画再放映	会場内の主要な行事・催事の記録、再生放映 開会式、ナショナルデー、催物、VIP 訪問記録など	サービス項目①及び②による画像の録画編集も行う
行事・催事案内	各パビリオン、広場、催事場などの行事、催事の案内又はパビリオンからの画像提供による案内	
テレビ再中継	NHKテレビの受信・復調によるニュース、天気予報などの放映	
自主番組	○EXPO '85 のテーマ紹介 ○ふるさとテレビ ○コンピュータアニメーション ○光総合情報サービスの紹介	主として既存のものを入手し、編集する
その他	○閉門案内 ○時刻案内	

##### (a) データ信号（下り）

入力レベル :  $3 \pm 0.45$  Vpp

信号形式 : バイポーラ (50 % duty)

インピーダンス : 110 Ω

ケーブル : 平衡 2 対

### 3. 3 大型画像表示装置の運用

北ゲート近くの会場内広場に設置される大型画像表示装置《オーロラビジョン》は、行事、催事案内、大催事場の催し物同時実況中継、録画再放映、パビリオン案内などを放映する。更に大型画像表示装置が設置される広場では、この装置と直結した TV カメラ、電子プリンタにより、マスコット人形の「コスモ星丸」との記念撮影なども計画されている。

表 4. に大型画像表示装置によるサービス情報内容を示す。

## 4. む す び

以上、国際科学技術博覧会における光総合情報サービスシステムに使用される大型画像表示装置《オーロラビジョン》について、概要を紹介した。昭和 55 年に開発した《オーロラビジョン》は、屋間、屋外で大スクリーンによるカラー映像を提供できるニューメディアとして好評を博し、既にスタジアムや競馬場などに 60 台以上の納入実績がある。今回の科学万博における最新の通信情報システムとの統合による運用によって、《オーロラビジョン》の利用が今後ますます重要視されるものと考えられる。

## 参 考 文 献

- (1) 国際科学技術博覧会協会、光産業技術振興協会：国際科学技術博覧会会場における光総合情報サービスシステム実施設計（昭 58-6）
- (2) 川島：科学万博における情報通信システムの概要について
- (3) 吉岡ほか：三菱電機技報，57，No. 6，p. 17（昭 58）



# 高品位40形CRTディスプレイ装置

杉本孝之\*・岩崎安男\*\*・渡辺尚友\*・鈴木吉輝\*・茅嶋 宏\*

## 1. ま え が き

高品位テレビ<sup>(1)</sup>とは、高精細であるばかりでなく、臨場感、迫力感といった心理的效果にも訴える次世代テレビとして、NHKを中心に研究開発されたテレビジョンシステムである。主な特長は、高精細の画像を得るため走査線数を現行のテレビの約2.2倍の1,125本としたこと、臨場感、迫力感を得るためアスペクト比(画面の縦横比)を3:5(現行テレビ方式では3:4)とし画面をワイド化したことである。また本格的な放送も近い将来、衛星を使って行われようとしている。

当社では、それに先駆け昭和60年3月に開催される国際科学技術博覧会(科学万博——つくば'85)で行われる本格的デモンストレーションに参画するため、世界最大の直視形40インチ高解像度CRTを用いたディスプレイ装置、及び高品位テレビ衛星放送を受信するためのMUSE方式高品位テレビ受像機を開発した。以下、その概要を述べる。

## 2. ディスプレイ装置

### 2.1 ディスプレイの仕様

このディスプレイ装置の仕様は、NHK提案の高品位テレビジョン規格に基づいて作成された直視形大形CRTディスプレイ装置実施設計書<sup>(2)</sup>に従っている。主な仕様を表1.に、外観写真を図1.に示す。

### 2.2 電気回路

ディスプレイ装置の構成図を図2.に示し、その主な特長を述べる。

#### 2.2.1 電気回路

入力信号は、R・G・B信号及びY・C<sub>W</sub>・C<sub>N</sub>(C<sub>W</sub>・C<sub>N</sub>は色差信号)の2系統からなり、Y・C<sub>W</sub>・C<sub>N</sub>をマトリクス回路にてR・G・B信

号に変換している。また、図3.に示す回路構成のアパーチャ補正回路<sup>(3)</sup>にて、水平方向の輪郭を補正している。補正量は、中心周波数

表 1. 高品位ディスプレイの主な仕様

(1) 走査線数	1,125本
(2) 毎秒像数	29,970
(3) インタレース比	2:1
(4) アスペクト比	5:3
(5) 水平走査周波数	33.716 kHz
(6) 垂直走査周波数	59.940 Hz
(7) 映像入力信号	R, G, B 信号 0.7 Vp-p 正極性 Y, C <sub>W</sub> , C <sub>N</sub> 信号 0.7 Vp-p 正極性 (Yは同期信号付き 1.0 Vp-p)
同期入力信号	複合同期 0.3 Vp-p

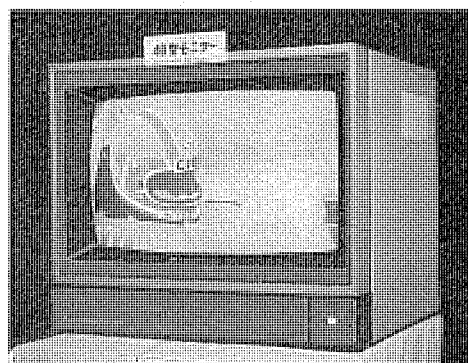


図 1. 外観写真

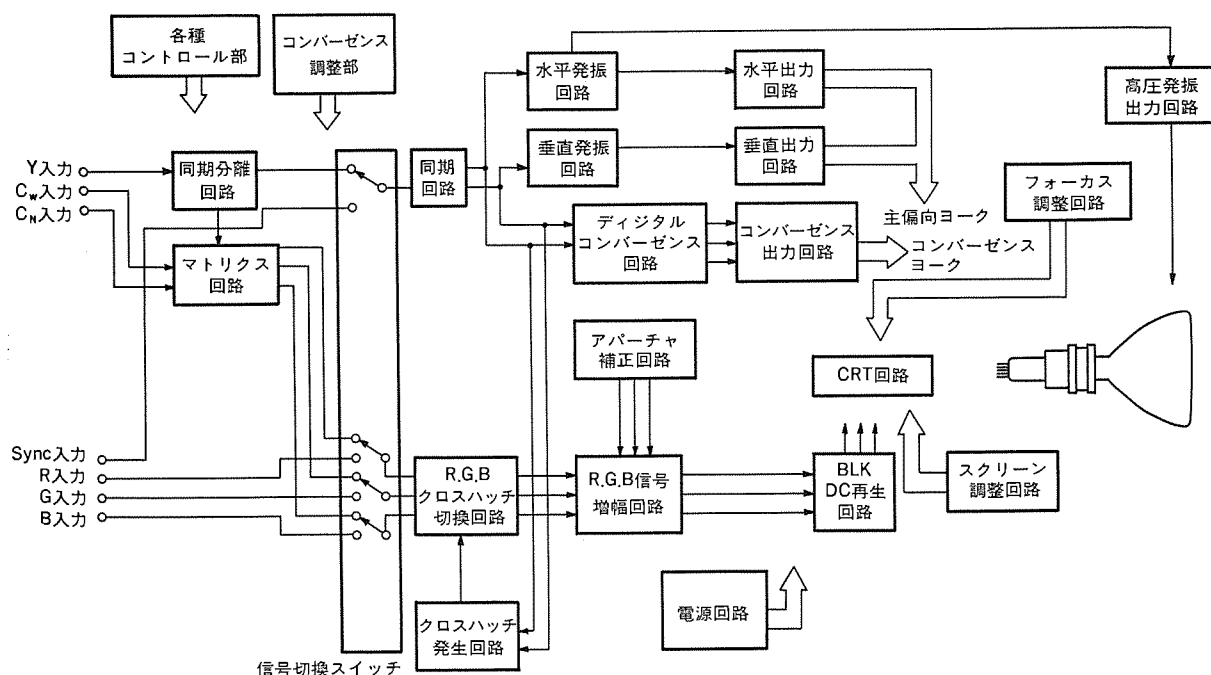


図 2. ディスプレイの構成図

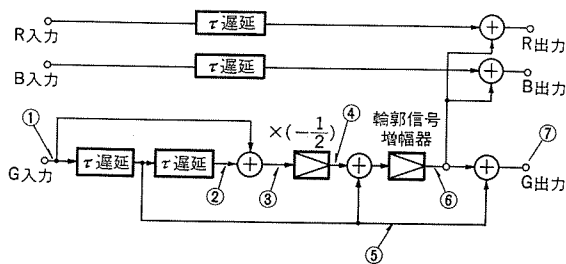


図 3. アパーチャ 補正回路

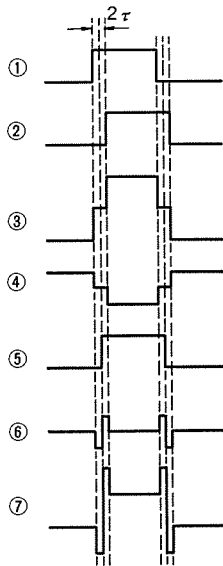


図 4. アパーチャ 補正回路の説明図

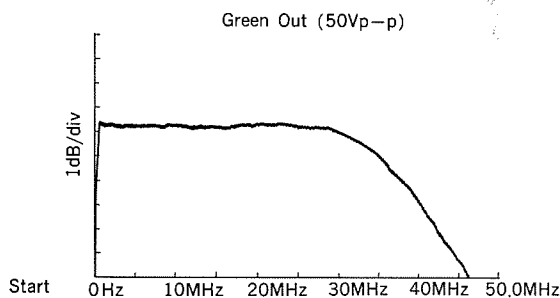


図 5. 映像回路総合周波数特性

25 MHz で最大 10 dB である。図 3. の遅延線の遅延時間  $\tau$  は、中心周波数が 25 MHz であるから、

$$f_F = 25 \text{ MHz} = 1/2 \tau$$

となり、遅延時間  $\tau$  は、

$$\tau = 20 \text{ ns}$$

となる。アパーチャ 補正信号は G 信号から作り、 $\tau$  時間遅延した R・G・B それぞれの信号に加えている。矩形波が入力した場合の各部の波形を図 4. に示す。

映像出力回路は、カスコード形増幅回路とし、DC 再生回路はフィードバッククラップ方式を採用した。総合周波数特性はアパーチャ 補正量が零のとき、図 5. に示すように 0~30 MHz まで  $\pm 0.5 \text{ dB}$  (50 Vp-p 時) 以内の特性を得ている。

## 2. 2. 2 偏向系

40 形高品位 テレビ は、水平周波数 33.716 kHz、垂直周波数 59.94 Hz のインタレース方式であり、その高精細化、大画面化の必要上、従

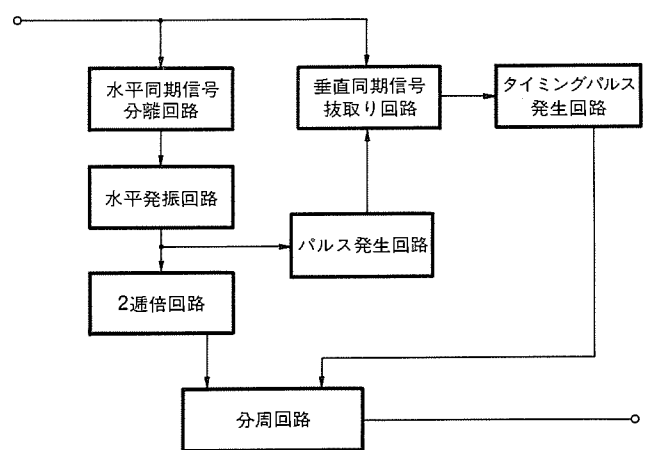


図 6. 分周形垂直同期信号発生回路

来テレビと比較して、より安定な偏向及び正確なインタレースが要求される。

まず水平偏向回路では、その周波数が従来テレビの約 2 倍であり、アノード電圧約 30 kV、ビーム電流は約 1.0 mA 程度必要であるため、回路内損失は増大する。そこで偏向・高圧分離方式を採用することにより、安定な偏向・高圧出力を得ることができた。また、水平偏向回路電源レギュレータ出力に垂直パルスを重畳し、水平偏向出力をパルソ状に振幅変調することにより、左右糸巻ひずみ補正を行っている。

垂直偏向回路では、良好なインタレースを可能とする分周形垂直同期信号発生回路(図 6.)を設け、従来の積分形同期信号抜取回路と比較し、インタレースの改善を実現している。また内部切換スイッチで後者回路にも切換えられるものとし、各種同期信号に対応可能とした。偏向回路については、従来テレビ周波数とほぼ変わらないため、その構成は従来テレビの偏向回路と同様のものとした。また上下糸巻ひずみ補正は、水平パルソ電圧により垂直偏向ヨーク電流を変調して行っている。

## 2. 2. 3 デジタルコンバーゼンス

高品位テレビ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。そこで任意のコンバーゼンス補正量をデジタルメモリに記憶させて、補正波形を得るデジタルコンバーゼンス方式を採用した。以下にこの方式の概要について説明する。

### (1) 構成

デジタルコンバーゼンス回路の構成図とその仕様をそれぞれ図 7.、表 2. に示す。画面上に図 8. のような、縦 13 本、横 9 本からなるクロスハッチを映し出し、その各交点を調整点とした。これら 13×9 個の調整点のみの補正では、画面周辺部の補正精度が上がらないので画面外にも補正点を設け、その補正量は画面内の調整点の補正量から演算で自動的に求められるようにした。また、調整点間の垂直方向のデータを補間するため、クロスハッチの横線上のデータからその間のラインのデータが演算で自動的に求められるようにした。表 2. に示すように、この方式を適用した△形電子銃の場合の電子ビームの移動方向は、赤、緑、青のそれぞれラジアル方向と青のラテラル方向の 4 種類ある。図 7. は共通部分を除き、1 系統のみを示している。実際には、ビームの移動方向に対応して 4 系統の並列構成としている。

### (2) 補正データの書込み

クロスハッチの交点のアドレスは、パターン発生部の基準カウンタのカウンタアドレス(水平:4ビット 垂直:4ビット)と対応しており、これはその

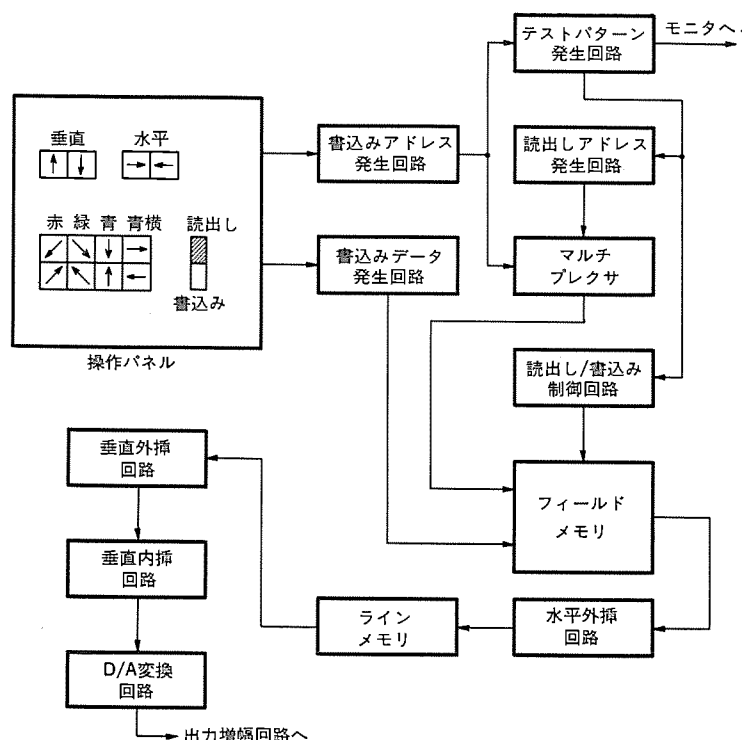
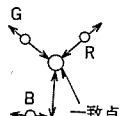


図 7. デジタルコンパゼンス 回路の構成

表 2. デジタルコンパゼンス の仕様

調整点数	水平 13×垂直 9
補正点数	水平 16×垂直 11
量子化	8ビット
補正法 (格子内)	水平：単独手動調整 垂直：直線内挿
(格子外)	水平、垂直とも直線外挿
補正動き	赤：ラジアル方向 緑：ラジアル方向 青：ラジアル方向 ラテラル方向



ままフィールドメモリ (約 1 K バイト) のアドレスとなっている。

書込み状態で操作パネルのアドレス選択スイッチを操作することにより、調整点のアドレスを設定するカウンタが UP/DOWN 動作する。水平・垂直方向のアドレスが更新するごとに、画面上で輝線が移動していくので、この輝線を所定の調整点に移動させる。こうして書込みアドレスが、可逆カウンタに設定される。書込みデータも別の可逆カウンタに設定される。このカウンタには最初に該当するアドレスの補正データがセットされる。そして、操作パネルのデータ選択スイッチを操作することで、カウンタの内容が変化していく。この内容は、各フィールドでフィールドメモリの所定の書込みアドレスに書き込まれる。一方画面上では、該当する調整点の電子ビームが移動していくので、赤、緑、青 3 色の最適な位置を目で見て判定して、書込みを中止する。

### (3) 補正データの読出しと演算処理

図 7. に示したように、フィールドメモリから読み出されたデータは、水平外挿回路、垂直外挿回路で直線外挿により画面外の補正点のデー

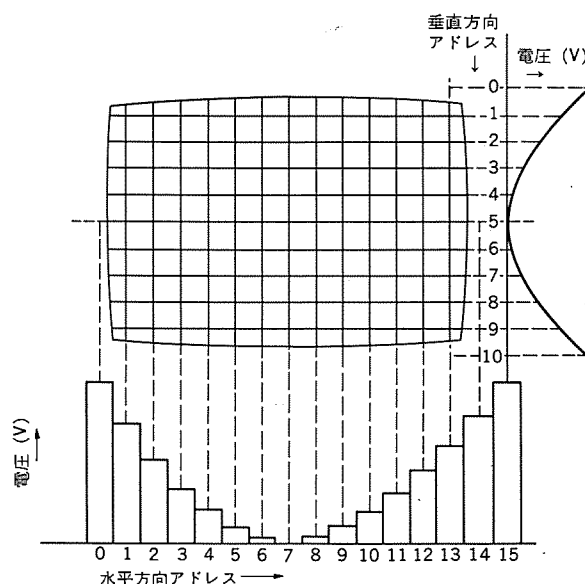


図 8. デジタルコンパゼンス の調整点

タを演算した後、垂直内挿回路で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。こうして求められたデータの系列を、D/A 変換回路にてアナログ量に変換し、出力増幅回路へ送り出している。図 8. の電圧波形は、画面中央の水平方向、垂直方向の D/A 変換出力波形である。

フィールドメモリからのデータの読出しは、実際の走査よりもかなり早めに行っている。その理由は、垂直方向の演算回路では隣り合うクロスハッチの横線 2 本分のデータが必要となるからである。同じ理由で、ラインメモリも 2 組設けてある。D/A 変換出力が実際の走査と一致するためのタイミング調整は、ラインメモリからのデータ読出しタイミングを操作することで比較的容易にできる。図 8. に示す水平方向の電圧波形は、コンパゼンスコイルで平滑される。また、垂直方向の平滑精度を上げるため、垂直内挿回路の 8 ビット入力データ系列の演算結果のビット数を、12 ビットに拡張している。

## 2. 3 40 形高解像度 CRT

### 2. 3. 1 CRT の基本仕様

最大径部	対角 1,013 mm (40"), 水平 908 mm, 垂直 583 mm
全 長	約 770 mm
NECK 径	36.5 mmφ
偏向角	対角 90°, 水平 82°, 垂直 52°
蛍光面寸法	対角 940 mm, 水平 830 mm, 垂直 490 mm
アスペクト比	5 : 3
蛍光面	ドットデルタ配列, ブラックマトリクス方式 P 22 高色純度 RGB 蛍光体 ADP (耐ドウミング処理付) 蛍光面 蛍光面ピッチ 0.467 mm (マスク 0.450 mm)
電子銃	マルチステップフォーカス (MSF) 方式
陽極電圧	30 kV (標準) ソフトフラッシュ方式
画面平均輝度	50 cd・m <sup>-2</sup> 以上
水平解像本数	1,000 TV 本以上
防爆方式	PPG+シェルボンド方式
全重量	約 90 kg (防爆構造体を含む)

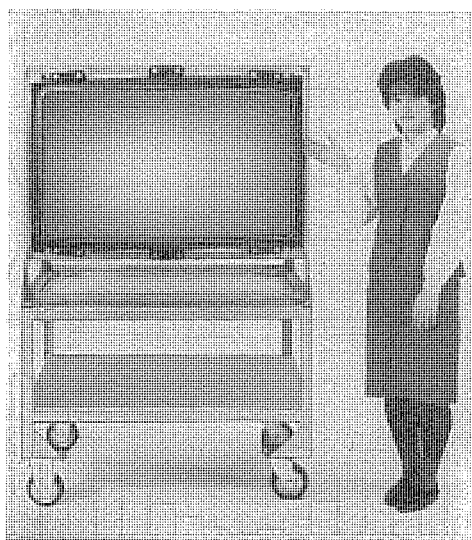


図 9. 三菱高品位 40 形 カラーブラウン 管

## 2. 3. 2 CRT の基本性能

### (1) 解像度

CRT の画像の解像度は、一般に MTF (空間周波数 レスポンス 特性) により評価される<sup>(4)</sup>。シャドウマスクの幾何学的特性による MTF を  $Y_{MASK}$ 、電子銃のビームスポットによる MTF を  $Y_{BEAM}$  とすると CRT の画像の総合的な MTF  $Y_{CRT}$  は次式で与えられる。

$$Y_{CRT} = Y_{MASK} \times Y_{BEAM} \quad (1)$$

$Y_{MASK}$  についてはマスク孔のサンプリング効果による空間周波数特性より次式のように求められる。

$$Y_{MASK}(u) = \sin(\pi l u) / \pi l u \quad (2)$$

(ここで、 $u$  は空間周波数、 $l$  は水平方向に換算したマスクピッチ)

$Y_{BEAM}$  については、蛍光面での静止ビームスポット径  $d_s$  を実測し、このビームスポットの輝度分布を Gauss 分布と仮定して Fourier 変換して次式のように求められる。

$$\begin{aligned} Y_{BEAM}(u) &= \exp\{-(2\pi u)^2 \cdot d_s^2 / 48\} \\ &= \exp(-\pi^2 N^2 d_s^2 / 48 H^2) \quad (3) \end{aligned}$$

ここで、 $N$  は水平方向に黒白のしま(縞)状のパターンを表示したときに表示し得るパターンの総数を表す。

40" 高品位ディスプレイの場合、画像の細密化及びワイド化の二つの命題を輝度性能を維持しながら解決せねばならない。このため高電流域でも電子ビームのスポット径の劣化を小さく抑えた新デザインの MSF 電子銃を採用した。MSF 電子銃を使用した 40 形高解像度 CRT の場合実測値で  $d_s = 1.7 \text{ mm}$  (ビーム電流  $300 \mu\text{A}$ ) であった。以上式(1)～式(3)及び  $d_s$  の値から、40 形高解像度 CRT の画像の総合的な MTF  $Y_{CRT}$  は図 10. のように表される。この  $Y_{CRT}$  によると 1,000 TV 本での総合的なレスポンスが 0.32 である。これは -9.9 dB に相当する。またこのときに CRT に表示される映像の白色輝度は  $70 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$  であり、総合的に考えて高品位ディスプレイ用として十分対応できるレベルである。

### (2) 輝度及びコントラスト

図 11. は 40 形高解像度 CRT の蛍光面電流対白色発光輝度の特性を示す。ディスプレイされる映像の平均白色輝度としては、 $50 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$  以上、またピーク輝度として  $150 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$  以上の性能をもっている。コントラストとしては、50:1 を目標としている<sup>(5)</sup>。また高電流域での CRT の動作においてはシャドウマスクの熱変形(ドッキングと称してい

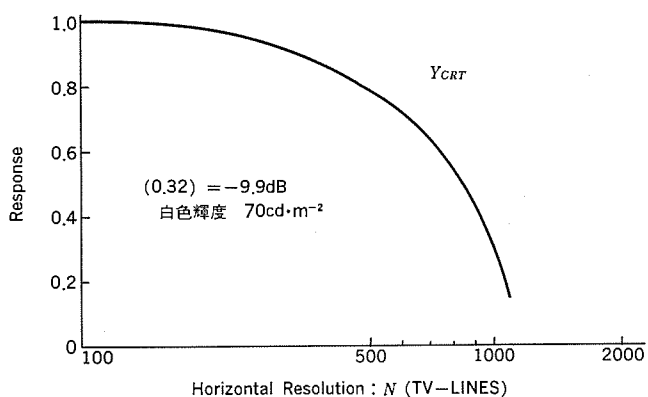


図 10. 40 形高解像度 CRT の MTF 特性

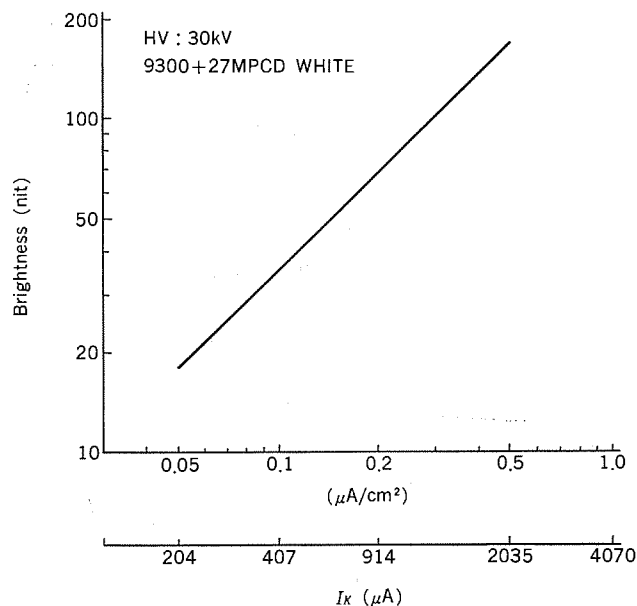


図 11. 40 形高解像度 CRT の輝度特性

る)による色ずれが問題となるが、この CRT では蛍光面の熱吸収特性を改良して(ADP 方式)シャドウマスクの熱を蛍光面へ放散させることにより、この問題の解決を図っている。

### (3) 色再現性

高品位ディスプレイの場合、映像の高解像度化による細密化に加えて、映像の色再現範囲を拡大して総合的な視覚情報量を向上させることも重要である。このため高品位 TV 用としては、従来の NTSC 方式よりも色再現範囲を拡大した系が提案されている<sup>(5)</sup>。この 40 形高解像度 CRT では、RGB 3 原色蛍光体の発光特性を改良することにより、図 12. のように従来よりも大幅な色再現範囲の拡大を実現した。

### (4) 防爆構造

40 形高解像度 CRT の場合、真空と大気圧との圧力差により、ガラスバルブに作用する力は、ばく大なものとなる(概略 10 t 以上)。したがって、万が一何らかの理由によりこの超大形 CRT が破壊した場合の爆縮エネルギーは、従来とはけた違いなものとなる。このため高品位ディスプレイ用としての基本的な表示性能に加え、CRT の防爆構造に関する綿密な検討を行った。この結果、図 13. で示すように CRT のフェースプレート前面に強化板ガラスを透明な樹脂で接着して補強

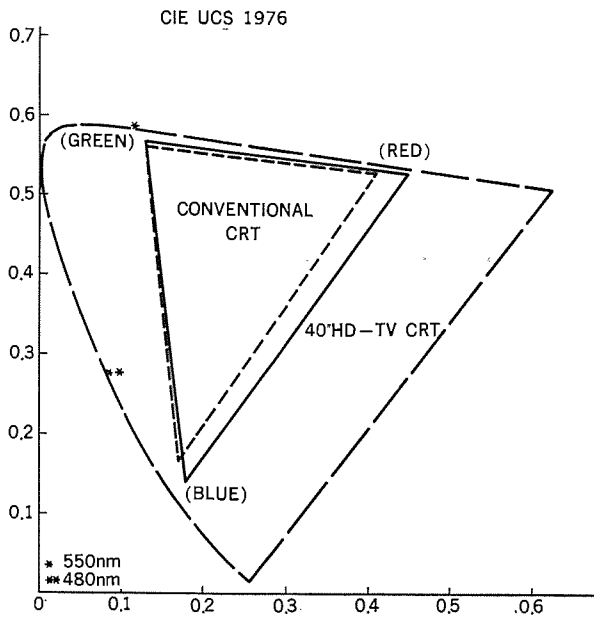


図 12. 40 形高解像度 CRT の色再現性

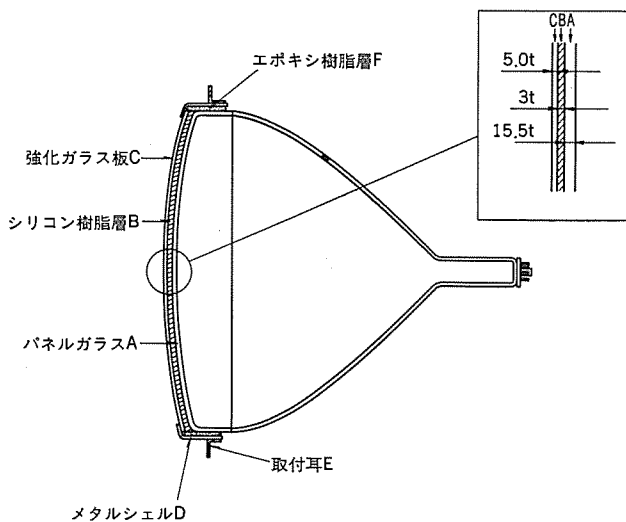


図 13. 40 形高解像度 CRT の防爆構造

する (PPG 方式) とともに、フェースプレート側壁を金属枠とエポキシ樹脂で強化 (シェルボンド方式) すれば、危険な爆縮を回避できる結論を得た。

### 3. MUSE 方式高品位テレビ受像機

高品位テレビはニューメディア時代の中核をなすものと期待されており、この普及のためには放送にのせるための技術的問題点を解決する必要があった。NHK の開発した MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) 方式<sup>(9)</sup> は、これにこたえるもので、衛星放送の 1 チャンネル 27 MHz の無線帯域幅により、高品位テレビの伝送を可能とする帯域圧縮技術を利用したものである。

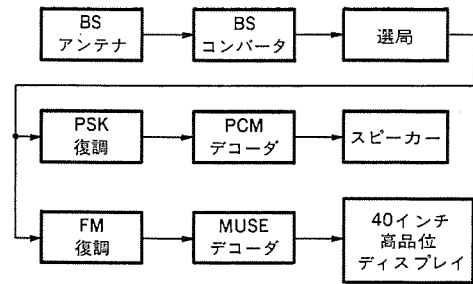


図 14. MUSE 方式高品位テレビ受像機

MUSE 方式では、1 枚の画から画素を 1/4 に間引いて伝送し、受像機側では 4 フィールド分のフィールドメモリを用いて元の画を復元する多重サンプリング技術を用いる。これにより、30 MHz のベースバンド域の高品位テレビ信号を 8 MHz 帯域に圧縮することができる。MUSE 方式高品位テレビ受像機は、NHK との技術契約により開発したもので、12 GHz 帯で送信される FM 変調された MUSE 方式の映像信号と、RF 時分割多重 PSK 変調された PCM 音声信号とを受信、復調する装置であり、この構成を図 14. に示す。高品位テレビ放送は、放送衛星などにより実現され、これにより視聴者の多様な要望にこたえとともに、新たなニーズを喚起すると予想される。

### 4. む す び

以上、今回開発した 40 形直視形高品位 TV ディスプレイ装置、及び MUSE 方式高品位テレビ受像機について、その構成と特長について述べた。これら開発した機器は、科学万博に出展することを目的としているため、民生用機器として使用するためには、まだ幾多の改良点が残っている。今後、高品位テレビ時代に備え、更に高性能、低コスト化を図り、高品位テレビ受信システムの普及に寄与したい。また高品位テレビはテレビ放送ばかりでなく、映画の製作、書画の伝達・印刷など応用範囲も広く、これらの方面の開発も進めたい。

終りに、当開発にあたり、御指導、御尽力を賜った関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- (1) 藤尾：「高品位テレビシステムと今後の課題」テレビジョン学会技術報告 (昭 58-10)
- (2) 国際科学技術博覧会協会/NHK-ES：「直視形大形 CRT ディスプレイ装置」実施設計書 (昭 58-3)
- (3) 三橋：「1,125 本方式広帯域輪郭補償器」NHK 技術研究, 28, No. 2, p. 24~36 (昭 51)
- (4) 大石：「受像管のレスポンス特性」テレビ学会誌, 18, No. 4 (昭 39)
- (5) 藤尾：「高品位テレビ研究開発の現状と将来」NHK 技研月報, 25, No. 8 (昭 57)
- (6) 二宮ほか：「高品位テレビの衛星 1 チャンネル伝送方式 (MUSE)」テレビ技報, TEBS 95-2 (昭 59)



# プラネタリウム制御装置

藤野正太郎\*・小池三男\*・朝比奈衛\*・山田敏之\*

## 1. ま え が き

プラネタリウムは、1923年（大正12年）カールツァイス社によって発明され、日本には昭和12年大阪市立電気科学館に初めて登場した。その後、幾多の改良と付加機能を加えられ、最近ではマイクロコンピュータによるプログラム自動演出も可能な段階に至っている。しかしプラネタリウム本体（恒星・惑星投映機）は、カールツァイス社が発明したものと基本的に変わっていない。この従来形のプラネタリウムは機械式天体シミュレータであり、機械自身が地球上からみた天体（恒星と惑星の相対位置）を再現する仕組みにつくられており、地球から飛び出して他の惑星から天体を眺めることはできない。また数千年という単位の過去あるいは未来を再現しようとしても、惑星の軌道を組み込んだギヤ機構を長時間運転しなければならず、事実上不可能であった。

ミノルタカメラ(株)と当社が今回開発したプラネタリウムは、従来の地球上からみた天体のシミュレーションはもちろん、他の惑星、ハレーすい(彗)星、等速直線あるいは軌道運動をする宇宙船などからみる天体の動きをシミュレーションすることができるとともに、時間を飛び越えて過去、未来の天体の姿をその場でシミュレーションすることも可能である。開発はプラネタリウム本体（投映機）をミノルタカメラ(株)が、その制御装置を当社が担当した。

この新開発のプラネタリウムはインフィニウムと呼ばれ、この中の制御装置は特にコンピュータイデッドプラネタリウムCAPコントローラと呼ばれていて、国際科学技術博覧会（科学万博一つくば'85）に採用され、政府館の「つくばエキスポセンター」のロジックホールに設置、会期中宇宙ショーを上演することになっている。

## 2. プラネタリウムの開発概念

今回開発したプラネタリウムの特徴及びその開発概念を以下に示す。

- (1) 地球上からみた天体のシミュレーションだけでなく、火星、ハレー彗星、飛行する宇宙船などから眺めた天体のシミュレーションができること。
- (2) 時刻を指定することにより、過去、未来のどの時点へも即座にゆき、上記(1)項のシミュレーションができること。
- (3) 上記(1)、(2)項のシミュレーションの結果として、恒星及び惑星などの星の投映位置が正しく、かつ見かけの運動が円滑なものであること（科学性の追究、専門家の研究用としても有効なものであることなど）。
- (4) プラネタリウムシステムを自動（あらかじめ作成された自動演出プログラムの実行）、及び手動モードの双方において制御、管理できること（演出の多様性、自由性、一般人の参加性）。
- (5) 自動演出プログラムはマンマシンインタフェースにより、簡単に作成が可能であること（専門のプログラマー、オペレータだけでなく一般人の参加性）。
- (6) システムの動作状況、シミュレーションしている天体の状況（惑星の位置、光度など）をコンソール及びCRTディスプレイにモニタできること。

上記の(1)、(2)、(3)項は今回の開発で特に重要な概念として要求されたものである。この要求に対し今回開発したプラネタリウムは、恒星投映機を一球一光源レンズ投映方式とし、太陽、月、惑星投映機を分離・独立させ自由に動けるようにして各投映機の投映位置をリアルタイムで演算、サーボ制御することで可能とした。

## 3. 投 映 機

投映機とは、恒星あるいは惑星などの星を映す装置であり、ランプと光学部で構成される投映機と、投映機を支えこれを位置づめる機構部とから構成されるものをいう。今回のプラネタリウムは、恒星投映機と、恒星投映機から分離した太陽投映機、月投映機及び水星投映機、金星投映機、地球投映機、火星投映機、木星投映機、土星投映機などの惑星投映機とから構成されている。分割配置された投映機の様子を図1に示す。

### 3.1 恒星投映機

図2に恒星投映機を示す。図のスターボールの中心に5kWのランプが組み込まれており、恒星はスターボール面に配置された幾つかの投映機から分割投映されるようになっている。投映される恒星の数は、7.4等級まで23,000個である。

図2においてF1は従来形のプラネタリウムの日周軸（地球の自転による恒星の1日の動きを再現する軸）に相当し、F2は従来形プラネタリウムの緯度変化軸（地球上の緯度により恒星のみえる位置を変える働きをする軸）に相当している。F3はF2を支え旋回する軸である。さて、例えば火星の自転軸は地球の自転軸と一致しているわけではないので、火星の日周運動を実現するには、F1、F2、F3軸上でない仮想軸を中心にして回転する必要がある。この仮想軸を中心にした回転はF1、F2、F3の合成回転でしか実現できない。同様に火星上の緯度変化もF1、F2、F3の合成回転として実現される。制御装置は与えられたデータ、つまり観測位置（例え

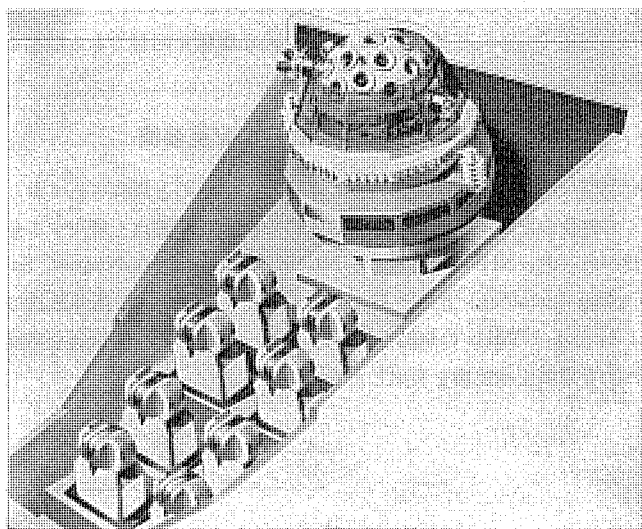


図1. 分割配置された投映機

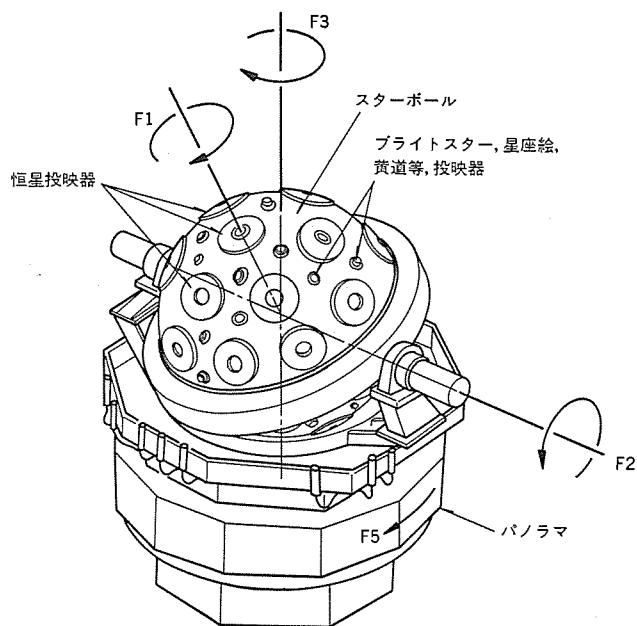


図 2. 恒星投射機

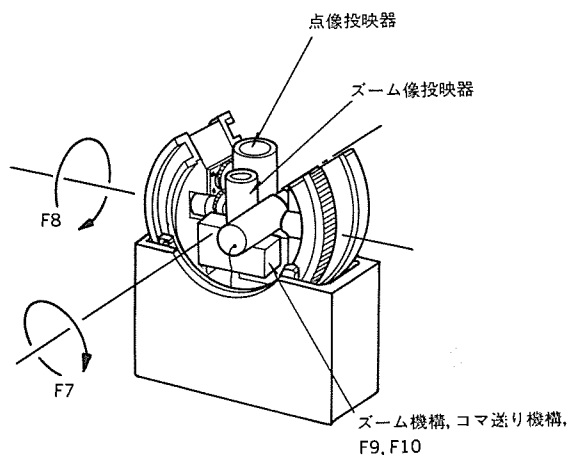


図 3. 惑星投射機

ば火星上), 運動 (日周運動, 緯度変化など), 時刻に基づいて, リアルタイムで F1, F2, F3 制御角を算出し, F1, F2, F3 をサーボ制御する。

図 2. に示す F5 はパノラマ投射機を搭載した軸で, パノラマとは例えば月面上あるいは火星上の全周風景を投射する装置であり, 投射された絵を F5 の回転により動かすことができる。F5 もサーボにより制御される。

恒星投射機には, 恒星を映す投射機のほか, 特に明るい恒星であるブライトスター, 変光星, 銀河, 赤道, 黄道, 子午線, 銀河赤道, 才差円目盛, 極点, 天頂点, 星座絵のほか, 星を指示するポイントなどの投射機を搭載している。これらの投射機のランプもすべて制御装置により制御される。

### 3. 2 惑星投射機

図 3. に惑星投射機を示す。惑星投射機は点像投射機とズーム像投射機を搭載している。点像投射機は, 観測視点から見える各惑星の光度変化 (等級) を正しくシミュレーションするための投射機であり, この光度変化は制御装置により計算, 制御される。ズーム像投射機とは, 地球, 金星, 火星などの各々の惑星の拡大像を投射する投射機

であり, ズーム機構と, 拡大像を切替えるコマ送り機構を備えている。

さて投射機の投射位置は, 図 3. に示すサーボ制御軸 F7 と F8 の合成回転により決定されるが, その結果投射された拡大像は, 投射位置が変わっても直立したままである。これはプラネタリウムの上映を見ている観客に奇異な感じを与える。この拡大像が見掛け上の自転軸に沿った回転をするよう補正する機構がズーム投射機に組み込まれており, これを F9 (像回転補正機構) と称している。F7, F8, F9 とも制御装置により, リアルタイム演算, サーボ制御される。

月投射機と太陽投射機の基本構成は惑星投射機と同じであるが, 太陽投射機には F9 が不要なく, 月投射機には月の満欠けを表現する F10 (月位相軸) がある。F10 もリアルタイム演算, サーボ制御される。

### 3. 3 汎用投射機

今やプラネタリウムは, 単に恒星と惑星の位置を正しくシミュレーションしてみせるためだけの装置でなく, 天文教育設備あるいは宇宙映像ショー設備として, シミュレーションのポイントポイントで適切な説明文, 天体の軌道解説図, あるいは美しい投射像を適宜投射し, 効果的な音響とともに全体として最大限の演出効果をねらったトータル的な装置となっている。汎用投射機とは, これらの演出効果を引き出すために, 恒星投射機, 惑星投射機とは別に設置される投射機群である。汎用投射機はその用途により, ズーム機構, コマ送り機構, 投射像を回転するスピン機構を内蔵し, 制御装置からの指令により制御される。

今回開発したプラネタリウムでは, 汎用投射機は 1 対 1 に接続された「汎用投射機コントローラ」によって制御される。汎用投射機コントローラは制御装置にバス接続され, アドレスとデータとオン (又はオフ) 信号により起動, 所定のシーケンスに従い汎用投射機を制御する。今回開発した汎用投射機 (同コントローラ) は 13 種 36 台であるが, 増設が可能である汎用投射機はミノルタカメラ (株) が, 汎用投射機コントローラは当社が開発を担当した。

## 4. 制御装置

### 4. 1 制御可能な天体シミュレーション

分割配置した恒星投射機と惑星投射機を制御してできる天体シミュレーションの組合せを図 4. に示す。図に示すとおり今回開発したプラネタリウムが, 脱地球形の新しいプラネタリウムであることがよくわかる。このプラネタリウムでは, 恒星あるいは惑星の投射位置は計算機により, リアルタイム演算される。したがってソフトウェアのみの追加により, 図 4. の「観測視点」は簡単に増やすことができる。なお, 図 4. において「L 天体」とは等速直線運動をする天体をいい, 「P 天体」とは計算された曲線軌道を飛行する天体をいう。

### 4. 2 制御装置の構成と機能

プラネタリウム制御装置のハードウェア構成を図 5. に示す。これらのハードウェアを収納する架構成を図 6. に示す。図に示すように, 中心に三菱電機ミニコンピュータ《MELCOM 70/30》(M70/30) を配置, ミニコンピュータによりサーボ計算, その他の機器の制御, 管理を集中的に行うシステム構成としている。

#### 4. 2. 1 サーボ系のコントロール

図 5. に示すように同時制御されるサーボ軸は 29 軸ある。ミニコンピュータ (以下, 計算機という) は, これら 29 軸分のサーボ指令角をリアルタイムで計算し出力する。図 7. に計算機が処理しているサーボ制御計算の概要を示す。図において F1 ~ F10 は投射機のサーボ軸 (2

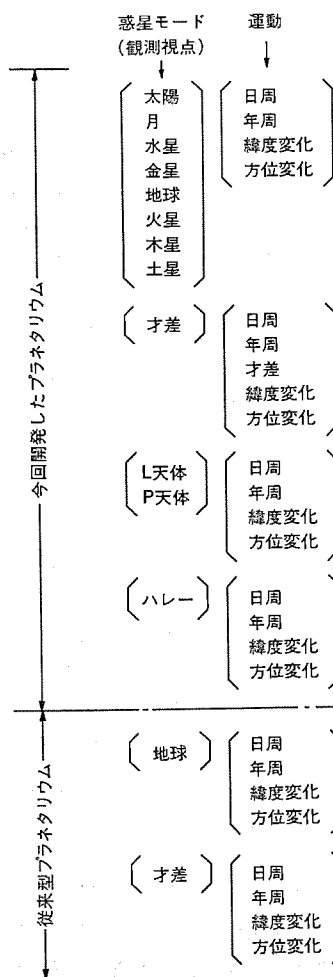


図 4. 制御可能な天体 シミュレーションの組合せ

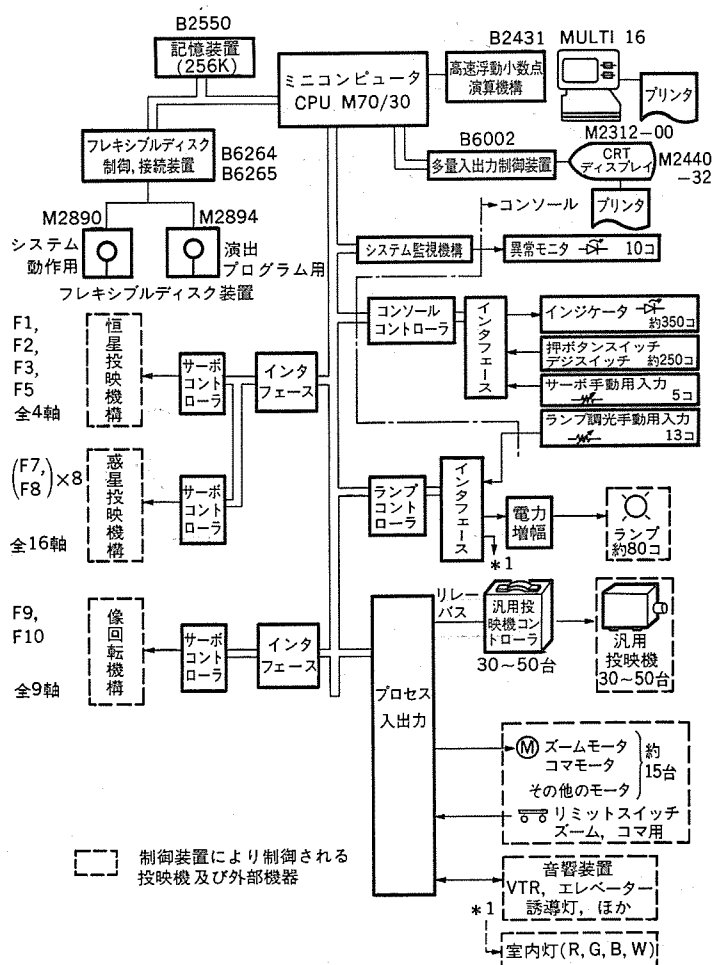


図 5. 制御装置のハードウェア構成

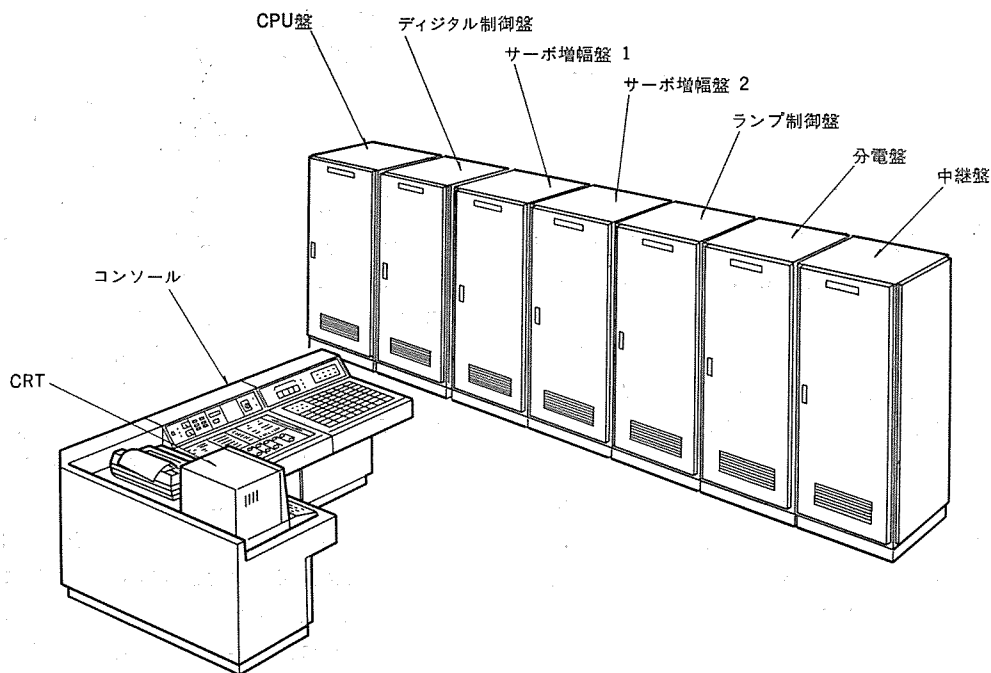


図 6. 制御装置の架構成

章参照)を示している。図 7. の「手動入力」は、各々該当する運動の速度を与えるものである。これは手動操作のときに用いられるものであり、自動演出においては自動演出プログラムにこれに対応するデータが書き込まれる。リミット判定とは、惑星の位置がドーム

半球の水平境界線より上か下かの判定を行うものであり、もし下であれば該当惑星投映機のランプは消灯される(電子シャッター機能)。

計算機から出力された各サーボ軸の角度指令は、サーボコントローラに

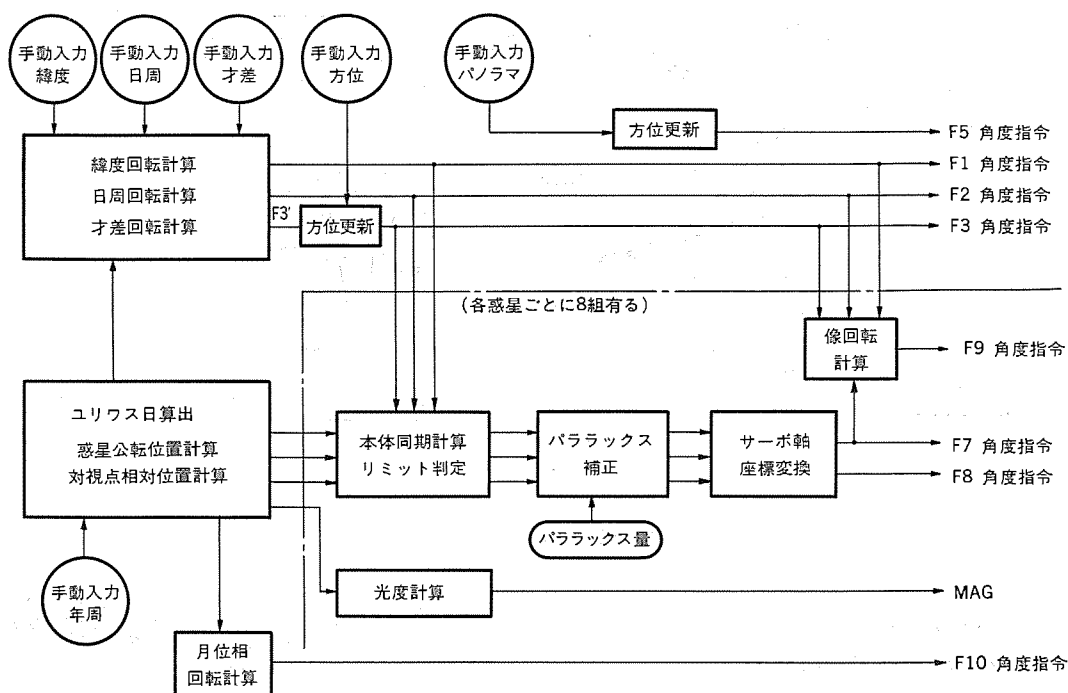


図 7. サーボ制御計算概要

出力される。星の投射位置精度を上げるため F 1 ~ F 8 軸サーボは、十分な精度をもった位置検出器を用い、速度誤差補償形(2形)とした。またプラネタリウムにとって致命的なジャッキング(Jerking)動作も視覚されない領域まで追込むことができた。F 9, F 10軸についても必要十分な精度とスムーズな動きが実現できた。

#### 4. 2. 2 ランプコントロール

恒星・惑星投射機に搭載されているランプは、全部あわせて約110個ある。図 5. のランプコントローラは、計算機から最終光量と最終光量到達時間(傾斜)データを受け、このデータに基づきフェードイン(FI)、フェードアウト(FO)カーブを出力する。惑星の点像ランプの光量は、該惑星と視点と太陽を結ぶ位置関係で決まる等級により制御される。この等級計算は、計算機でサーボ同様リアルタイム計算され(図 7. の MAG), ランプコントローラに出力される。ランプコントローラは、このデータに基づき惑星の点像ランプの光量を制御する。

#### 4. 2. 3 その他の機器のコントロール

図 5. に示すように、汎用投射機、ズームモータ、コマモータ、音響など外部機器は計算機のプロセス入出力につながれ、これから制御される。

#### 4. 2. 4 システムの操作とモニタ

このプラネタリウムの操作は、すべてコンソールで行われる。手動モードにて、惑星モードの選択、運動の指令、日年 ON/OFF 選択、ランプの FI/FO, 汎用投射機の ON/OFF などすべてがマニュアル操作でき、手動操作による演出が可能なパネル面構成としている。自動モードでは作成された任意のプログラムを選択起動すれば、後は完全自動で演出が実行される。なお、自動演出中であっても、説明などのための一時停止が可能であり、更にこのときは手動モードと同様の操作が可能である。一時停止解除後は元の状態に復帰し、再び自動演出が再開される。

ズーム、コマモータ、ランプ、汎用投射機、その他の機器すべての動作状況がコンソール上に配置されたインジケータによりモニタ可能である。またリアルタイム計算結果(惑星の座標、等級、サーボ指令角など)が

DATE	1984/10/16	TIME	14:45:35	( AUTO - POSE - )
MODE	トビ			
ナンショウ	1985/01/01	00.0		
ニョウ	0.0			
イト	73.1			
ボウ	5.8			
グロウ	21.8	9.910	48.96	15.82
リキ	*****	*****	*****	*****
スイ	6.5	9.703	50.78	16.46
ン	0.5	10.628	48.45	15.71
ン	1.7	10.574	53.02	16.97
カ	5.1	11.009	44.19	14.58
モ	-0.6	8.864	19.02	5.19
ト	*****	*****	*****	*****

図 8. CRT モニタの例

DATE	1984/10/16	TIME	14:39:05	( EDIT - EDIT - INPT )
ファイル	L1			NO. 1 777 1984/04/20
PAGE	1	0:01	モード	デフォ
2				
3	0:03	ナンショウ	1985	1/ 1 0:00 S1
4	0:03	ニョウ	コペイ	18:00 2H
5	0:04	イト	セウ	67:00 2H
6	0:04	ボウ	セウ	0:00 2H
7	0:14	ラン	コペイ	100% 6S
8	0:15	ラン	グロウ	100% 3S
9	0:16	ラン	スイ	100% 3S
10	0:17	ラン	ン	100% 3S
11	0:18	ラン	ン	100% 3S
12	0:19	ラン	カ	100% 3S
13	0:20	ラン	モ	100% 3S
14	0:21	ラン	ト	100% 3S
15				
DATA>				
INPUT:シコ?				

図 9. 演出プログラム

CRT 上にモニタできる。図 8. にその例を示す。図は土星からみた各惑星の座標を示している。

#### 4. 2. 5 演出プログラム

自動演出プログラムは、図 5. に示す CRT ディスプレイと対話しながら作成、編集が可能である。図 9. に作成中の演出プログラムの例を示す。演出プログラムは、1行ないし2行で一つの命令が構成され、CRT 1画面に15行まで書き込むことができる。この1画面を1ページとし、演出ソフトウェアの要求する内容と順序に従い命令をインプ

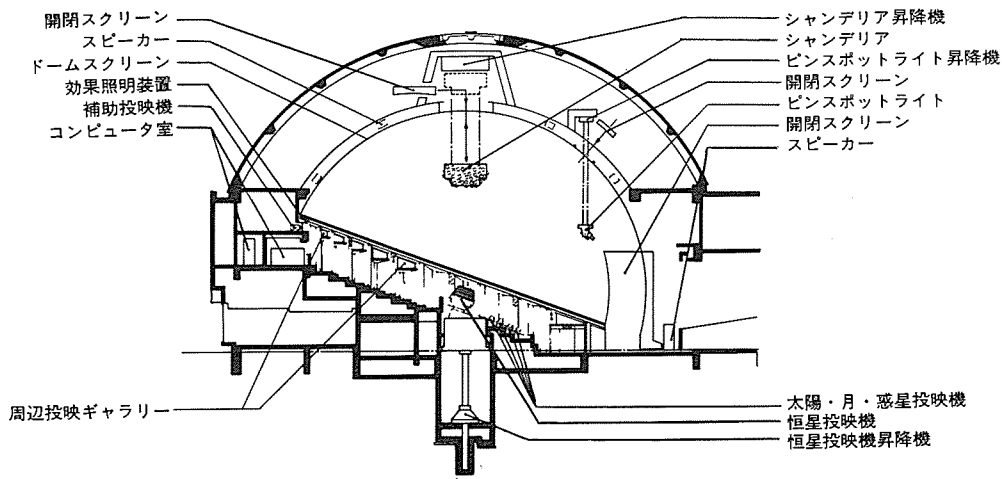


図 10. コズミックホール の断面説明図

ットし、ページを増やしてゆく。インプットされた演出プログラムはナンバと名称を付してフレキシブルディスクシートにファイルされる。

図 5 に示す パーソナルコンピュータ《MULTI 16》は、制御装置本体からオフライン設置されるものであるが、別途開発したソフトウェアにより本体 CRT と全く同じ対話形式により、演出プログラムの作成、編集、ファイルが可能である。

フレキシブルディスクシートに書き込まれている演出プログラムの内の一つが、コンソールからの選択操作により計算機の記憶装置にロードされる。コンソール上から起動をかけることにより実行を開始する。個々の命令は、そのページのその命令が指定する時間（そのページ処理開始からの相対時間）になり次第実行される。ページの処理は音響装置からの信号「キュー」により開始される。このキュー信号により音響装置とプラネタリウム本体の同期がとられ、全体として完全な自動演出が進行する。

## 5. 筑波への設置

このプラネタリウムは“科学万博——つくば'85”に採用され、政府館の「つくばエキスポセンター」のコズミックホールに設置される。図 10. に設置の状況を、図 11. に上映想像図を示す。図 10. に示すように、傾斜ドームの中央に恒星投映機が、その前方（下方）に惑星投映機が設置される。当社の開発した制御装置は図 10. のコンピュータ室と指示されている位置に設置される。このプラネタリウムは、万博会期中の昭和 60 年 3 月 17 日～9 月 16 日の間、宇宙映像ショーを上演することになっている。プラネタリウムは、エキスポセンター内の他の施設とともに、万博後も恒久施設として運用される予定になって

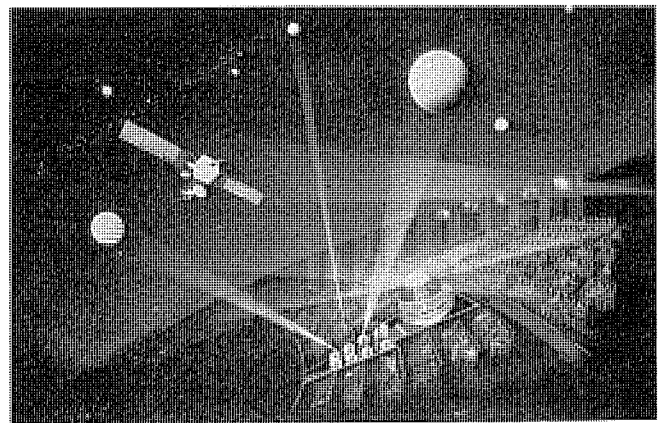


図 11. プラネタリウム 上映想像図

いる。

## 6. む す び

当社は計算機利用による座標変換、あるいは特殊な関数演算が入ったリアルタイムサーボ制御を含むシステム製品を得意な分野としてきた。今回開発した制御装置は、まさにこの技術の延長線上にあり、またミノルタカメラ(株)の投映機の開発技術とあいまってこのプラネタリウムを文字通りオプトメカトロニクスの典型的な装置として完成することができた。

最後にミノルタカメラ(株)をはじめ、このシステムの完成に御尽力下さった関係者各位に深く感謝の意を表する。



## DBS受信用GaAsFET低雑音アンプモジュール

森 哲郎\*・阪本 進\*・藤岡孝司\*・池田保一\*・鈴木 武\*

## 1. ま え が き

1984年5月、我が国では世界に先駆けて、放送衛星「ゆり2号」からの電波を各家庭で受信する直接衛星放送(DBS)が実施された。この衛星放送では、赤道上空35,800 kmの静止衛星からのTV電波をパラボラアンテナで直接受信するので、地上放送と比較してゴースト障害がなく、しかも映像帯域が4.5 MHzと広く、音声はデジタル化されているので、高品質な映像と音声を得られるという特長がある。また、将来的には、独立音声放送、高品位(高精細度)放送、ファクシミリ放送などの新しい試みも計画されており、大きな発展が期待されている。

これらの特長のある衛星放送を受信するには、従来のTV受信機以外に、BSアンテナ、BSコンバータ及びBSチューナーが必要である<sup>(1)</sup>。したがって、DBSの普及には、BSコンバータやBSチューナーに使用されている部品を集積化して、高性能でかつ低価格の受信システムを供給する必要がある。しかし、BSコンバータは、非常に高い周波数であるSHF波の信号を処理するので、通常個別部品で構成されている。今回、BSコンバータの高周波特性を決定する重要部品である低雑音アンプを、厚膜セラミック基板を用いてハイブリッドIC化したので、その回路構成及び高周波特性について述べる。

## 2. 低雑音アンプの構成

## 2.1 厚膜セラミック基板の特性

BSコンバータは、図1.で示すように低雑音アンプ、ミキサー、ローカルオシレータ、IFアンプ及び電源回路から構成される。従来マイクロ波回路で

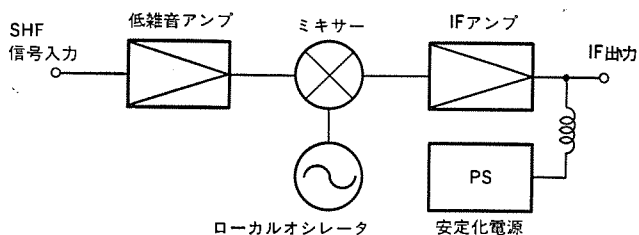


図1. BSコンバータのブロック図

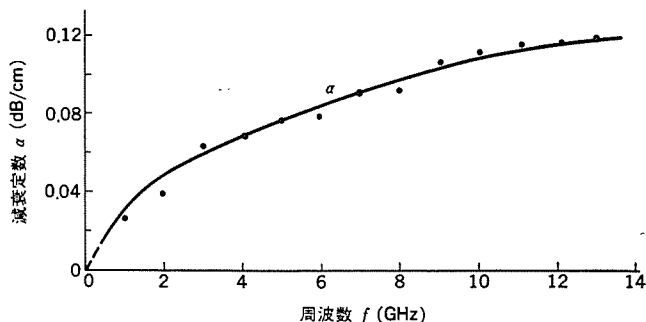


図2. 厚膜基板で形成したマイクロストリップラインの損失

ある低雑音アンプ、ミキサー、ローカルオシレータは、回路損失の少ない銅張テフロン基板やテフロン基板が用いられている。しかし、今回開発した低雑音アンプは、コストと量産性を考慮して厚膜セラミック基板を用いた。回路パターンは、半導体パッケージの内部電極などに用いられているタングステン導体を、厚膜アルミナ基板上に印刷し、金めっきを施して形成した。

なお、マイクロ波回路での実績の少ない厚膜基板が、低雑音アンプの周波数である12 GHzでも使用できるかを判断するため、長さ25 cm、特性インピーダンス50 オームのマイクロストリップラインを作り、回路損失を評価した。その結果を図2.に示す。図から、タングステン導体で作った厚膜回路の損失は、約0.12 dB/cmであり、薄膜回路の損失約0.06 dB/cm<sup>(2)</sup>に比較して約2倍大きい。しかし、12 GHzでのアルミナ基板上の波長は約1 cmと短く、低雑音アンプの入力整合回路は長さ0.5 cm以内で構成できる。したがって、アンプのNF特性に直接影響する入力回路損失は約0.06 dBであり、コストパフォーマンスを考慮すると、低雑音アンプに厚膜基板を用いることは十分意義があると判断した。

## 2.2 GaAs FETの整合回路

我が国の本州地域においては、直径75 cmのパラボラアンテナを用いる場合、映像受信品質が良いと言われる評価基準「4」以上の画像を得るには、降雨マージンを2 dBとしてNF=2.5~3.0 dBのコンバータを必要とする<sup>(3)</sup>。この場合の低雑音アンプの仕様は、ミキサー以降のNF値を8~11 dBとすると、利得G=17 dB, NF=2.3~2.6 dBが要求される。

この仕様を満足させるため、低雑音アンプは、当社で開発した低雑音GaAs FET, MGF 1300シリーズを用いた2段アンプとした。なお、MGF 1300シリーズは、短ゲート長化やソース抵抗の低減などの低雑音設計がなされている。アンプの初段は、NF=1.7 dBのMGF 1304を、2段目はNF=1.8 dBのMGF 1303を用い、入出力整合回路は次の手順で設計した。

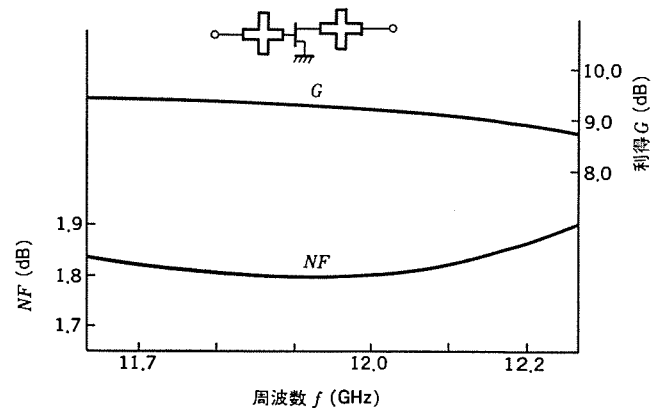


図3. 1段オープンスタブによるGaAs FETアンプのシミュレーション結果(入力ロス0.1 dB)

- (a) GaAs FET の S パラメータ と雑音 パラメータ の測定
- (b) オープンスタブ による雑音指数最小 インピーダンス への整合
- (c) 実験による整合 パターンの修正

図 3. に入力回路の損失を 0.1 dB とし、オープンスタブで MGF 1304 を整合した 1 段 アンプ の シミュレーション 結果を示す。図から、GaAs FET 1 段 アンプ で、周波数 11.7~12.2 GHz において、 $NF=1.8\sim1.85$  dB、利得  $G=9\sim9.5$  dB の特性が得られる。したがって、MGF 1300 シリーズを用いた GaAs FET 2 段 アンプ で、十分 BS コンバータ 用低雑音 アンプ の仕様を満足することが分かる。

### 2.3 低雑音アンプモジュールの構造

上記の設計方法で開発した低雑音アンプモジュール FA 12201 の外観写真を図 4. に、その等価回路を図 5. に示す。低雑音アンプモジュールは、入出力整合回路と バイアス 回路を印刷した厚膜 セラミック 基板 (12.7 mm×25.4 mm) に、GaAs FET と チップコンデンサ をはんだ付けし、ねじ止め穴の付いた接地板及び部品保護用プラスチックキャップを取り付けて構成した。信号入力端子は、幅 0.6 mm、厚さ 0.08 mm の金めっきした金属板で形成し、導波管及び MIC 化された ミキサー 基板が容易に接続できるようにした。

アンプモジュールの動作は、基板の側面にあるドレインバイアス端子に 3

V の電圧を印加し、初段のドレイン電流  $I_{D1}=10$  mA に 2 段目のドレイン電流  $I_{D2}=15$  mA に ゲートバイアス 端子に設定することで行う。2 段目のドレイン電流を初段より大きくしてある理由は、2 段目のアンプの利得を上げ、ミキサー以降の回路の影響による NF 劣化を減らすためである。

### 3. 高周波特性

低雑音アンプモジュール FA 12201 の高周波特性は、マイクロ波ネットワークアナライザと自動 NF メータを用いた図 6. の回路で測定した。図 7. に、アンプモジュールの NF、利得及び VSWR 特性を示す。周波数  $f=11.7\sim12.2$  GHz で、 $NF=2.1\sim2.2$  dB、利得  $G=18\sim20$  dB、入力 VSWR=1.8~2.2、出力 VSWR=1.9~2.4 の特性が得られた。この結果を踏まえて製品化した低雑音アンプモジュール FA 12201 の仕様を表 1. にまとめた。

更に、今回開発した低雑音アンプモジュールに、ミキサー、ローカルオシレータ、IF アンプを接続し、BS コンバータとしての評価も行った。評価に用いたミキサー及びローカルオシレータ<sup>(4)</sup>も、アンプと同様の厚膜基板を用いた。図 8. に BS コンバータの高周波特性を示す。周波数  $f=11.7\sim12.0$  GHz で、 $NF=2.4\sim2.6$  dB、利得  $G=45\sim49$  dB 得られ、低雑

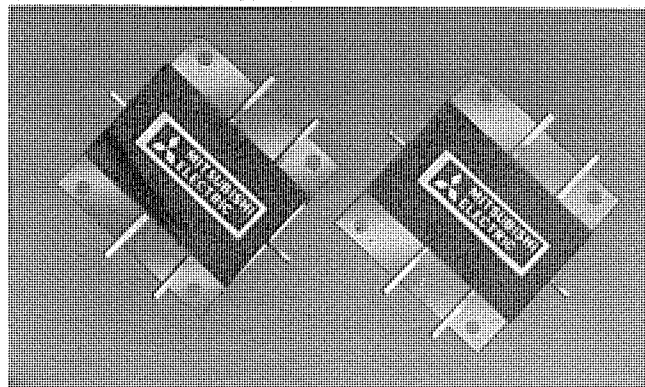


図 4. 低雑音アンプモジュールの外観

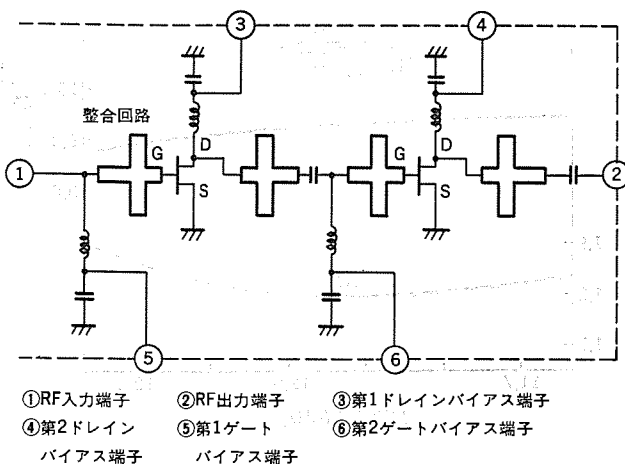
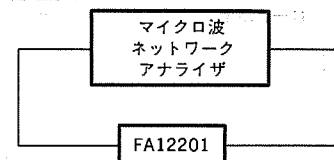


図 5. 低雑音アンプ FA 12201 の等価回路

利得、VSWR測定回路



NF測定回路

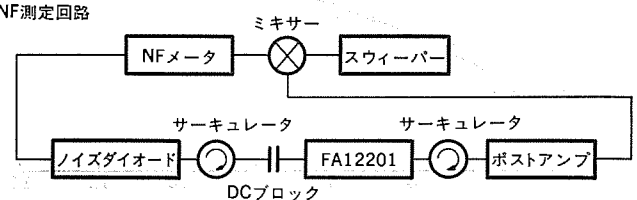


図 6. 低雑音アンプモジュールの特性測定回路図

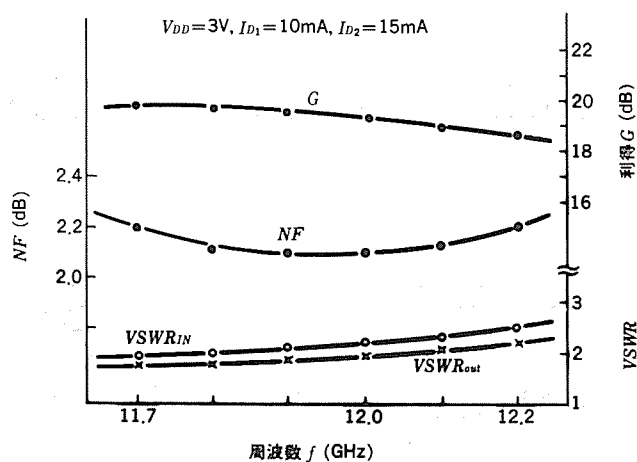


図 7. 低雑音 アンプモジュール FA 12201 の高周波特性

表 1. 低雑音 アンプモジュール FA 12201 の製品仕様 (電気的特性)  
( $T_a=25^{\circ}\text{C}$ )

記 号	項 目	条 件	特 性 値			単 位
			最 小	標 準	最 大	
$G_a$	利 得	$V_{DD}=3\text{ V}$ $I_{D1}=10\text{ mA}$ $I_{D2}=15\text{ mA}$	16	18	—	dB
$NF$	雑 音 指 数	$Z_g=50\ \Omega$ $Z_L=50\ \Omega$ $f=11.7$	—	2.2	2.4	dB
$VSWR_{in}$	入力 VSWR	$f=11.7$	—	2.5	3.0	—
$VSWR_{out}$	出力 VSWR	$\sim 12.2\text{ GHz}$	—	2.3	2.5	—

音 アンプモジュール FA 12201 で優れた特性の BS コンバータが構成できることを確認した。

#### 4. む す び

以上、今回開発した BS コンバータ用低雑音 アンプモジュール FA 12201

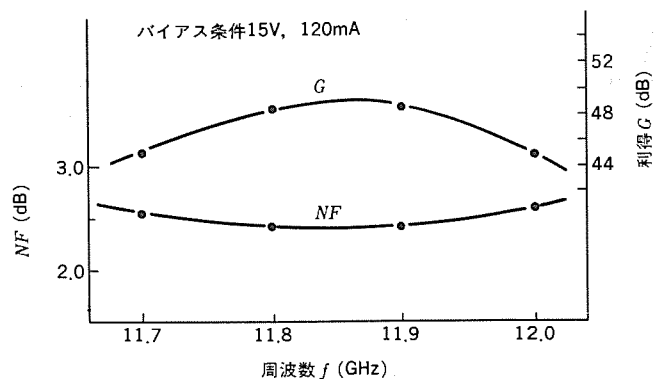


図 8. FA 12201 の用いた BS コンバータの特性

について、その構成と高周波特性を中心に述べた。開発にあたっては、民生用機器である BS コンバータのモジュールとして、性能はもとより低コスト化を考慮して、基板にはマイクロ波回路基板としての実績の少ない厚膜セラミック基板を十分評価し採用した。

なお、この低雑音増幅モジュールは、衛星放送受信システム以外にも、工場とオフィス間を通信衛星を通じて結ぶビジネス通信システムなど他の分野への応用も可能である。

最後に、DBS 受信用 GaAs FET 低雑音増幅モジュールの開発にあたり、御指導、御尽力賜った関係各位に深く感謝の意を表す。

#### 参 考 文 献

- (1) 浦崎ほか：直接衛星放送受信システム，三菱電機技報，58，No. 9，p. 6 (昭59)
- (2) 西木，結城：厚膜回路の高周波特性，信学会マイクロ波研資，MW-79，p. 133 (昭54)
- (3) NHK 編：衛星放送の受信入門，日本放送出版協会，昭和59年発行，p. 92～95
- (4) Mori et al. : A Highly Stabilized GaAs FET Oscillator Using a Dielectric Resonator Feedback Circuit in 9～14 GHz Band, IEEE MTT-S, Symposium Digest, Washington DC (1980)

# 高電圧大容量ガス絶縁変圧器

栴山 諭一\*・吉田 良男\*・三浦 良和\*\*・玉置 栄一\*\*・博多 哲郎\*\*

## 1. ま え が き

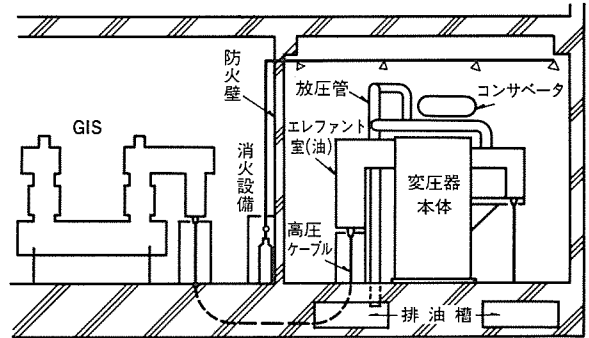
近年、大都市への電力需要の集中がますます進む傾向にあり、都心部への大電力供給のため、154 kV、275 kV 系統の拡大強化、更に将来には 500 kV 系統の新規導入などが必要となると予想される。特に我が国のように用地取得の困難な場合は、よりコンパクトなスペースに大容量変電所を建設する必要がある。これらに対し、関西電力(株)では、ガス絶縁開閉装置 (GIS) 等のガス絶縁機器と、近年受配電用途を中心に急速に普及しつつあるガス絶縁変圧器の技術を拡大適用し、変電所をトータルガス絶縁化することが有力な解決策であると考えている<sup>(1)</sup>。この際変電所が住居地域に近接する結果、不燃化、低騒音化などの環境調和性の向上にも十分配慮する必要がある。

これら変電機器、特に電力用変圧器に対する小形軽量化、不燃化、低騒音化、更に省資源、省エネルギー化などの諸課題に答えるため、関西電力(株)と三菱電機(株)は、ガス絶縁変圧器の高電圧大容量化による適用範囲の拡大を推進してきた。既に昭和 56 年には、77 kV、40 MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器を開発し<sup>(2)</sup>、翌 57 年から同クラスの実使用を開始している。このたびこれら従来技術をいかし、新しい絶縁、冷却方式を採用した初の超高圧 (EHV) 級ガス絶縁変圧器を開発完成し、実用化に向けて歩を進めることができた。ここでは今回開発した変圧器の特長及び技術内容を中心に述べる。

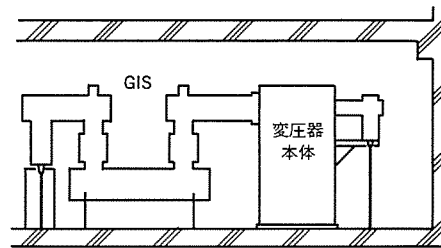
## 2. ガス絶縁変圧器の特長と導入の効果

ガス絶縁変圧器は、絶縁を  $\text{SF}_6$  ガスと固体との複合絶縁に依存する、鉱油からの脱却を図った不燃性変圧器である。大容量器では冷却を改善するため、やはり不燃性の液体冷媒を併用している。この結果、ガス絶縁変圧器を導入することにより次のような効果が生じる。

(1) 不燃性、防災形で建屋内、地下などにも設置でき、消火装置、排油槽などの防災設備が簡素化又は省略できる。



(a) 油入変圧器



(b) ガス絶縁変圧器

図 1. 変圧器室の比較

(2) オイルレスのため軽量コンパクトで建屋容積が縮小でき、GIS 直結などによる変電所トータルガス化、大容量化が可能である。

(3) オイルレスのため現地作業が清浄であり、作業性、保守性が向上し、ガスの遮音効果により騒音が低いなど環境調和性が高い。

これらの特長を油入変圧器と比較して、図 1. 及び表 1. に示す。

## 3. 275 kV ガス絶縁プロトタイプ変圧器

### 3.1 変圧器仕様

今回開発したプロトタイプ変圧器を図 2. に、またその仕様を表 2. に示す。これは超高圧変電所用変圧器の代表的な定格であり、154 kV 更には 500 kV 級への技術の展開が可能な 275 kV、300 MVA 級変圧器の実用化を目標として選定した。

仕様の選定に当たっては以下のほか、①絶縁、冷却は実用器(以下、実器という)と等価であること、②実器並みの工作技術の検証ができること、③付属装置、周辺装置はすべて備えること、④耐久試験が実施できることなどを前提とした。絶縁は実器と全く等価な寸法、構造とした。また単位面積当りの放熱量及び巻線上下高さを実器と同等にして冷却の等価性を保ち、かつ経済性も考慮した容量とした。

### 3.2 絶縁・冷却構造

図 3. に絶縁・冷却構造を示す。変圧器本体は、複数のコイルとこれを取り巻く鉄心をタンクにより強固に締付固定した、いわゆる外鉄形フォームフィット構造である。タンク内には絶縁媒体の  $\text{SF}_6$  ガスと、冷却媒体のフロロカーボン  $\text{C}_8\text{F}_{16}\text{O}$  液が封入してある。 $\text{C}_8\text{F}_{16}\text{O}$  液、 $\text{SF}_6$  及

表 1. 油入変圧器とガス絶縁変圧器との比較

項 目	油 入 変 圧 器	ガ ス 絶 縁 変 圧 器
絶 縁 媒 体	電気絶縁油 (鉱油)	$\text{SF}_6$ ガス
冷 却 媒 体		フロロカーボン液 ( $\text{C}_8\text{F}_{16}\text{O}$ )
使 用 場 所	屋内、屋外	屋内、屋外
燃 焼 性	難燃性 (ただし、銅板タンクに密封)	不燃性
騒 音	基準値	従来形に比べ 3~5 ホン減
寸 法	100	90
重 量	100	80
設 置 ス ペ ース	100	85
容 積	100	75
付 属 設 備	油冷却器 油面調整装置	液冷却器 圧力調整装置
耐 用 年 数	30 年	30 年

注 単位のない数値はそれぞれ油入を 100 とした比率の概略値 (275 kV、300 MVA)

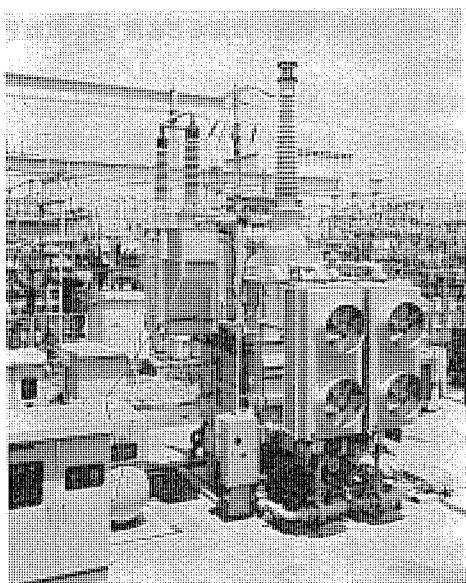


図 2. 長期耐久試験中の 275 kV ガス絶縁 プロトタイプ 変圧器

表 2. 275 kV プロトタイプ 変圧器の仕様

形 式		外鉄形ガス絶縁送液風冷式 真空スイッチ式負荷時タップ切替器付き
媒 体	ガ ス	SF <sub>6</sub> ガス
	液	フッロカーボン (C <sub>8</sub> F <sub>10</sub> O)
容 量		200,000/3 kVA*
相 数・周 波 数		単相, 60 Hz
電 圧	高 圧 側	F 287.5~R 262.5~F 237.5/√3 kV
	低 圧 側	77/√3 kV
絶縁階級	高 圧 側	200 号 (中性点 80 号)
	低 圧 側	70 号
内 部 圧 力		0.8~1.0 kg/cm <sup>2</sup> g (圧力調整方式)
規 格		JEC-204-1978

注 \* 熱設計は 300,000/3 kVA 相当である。

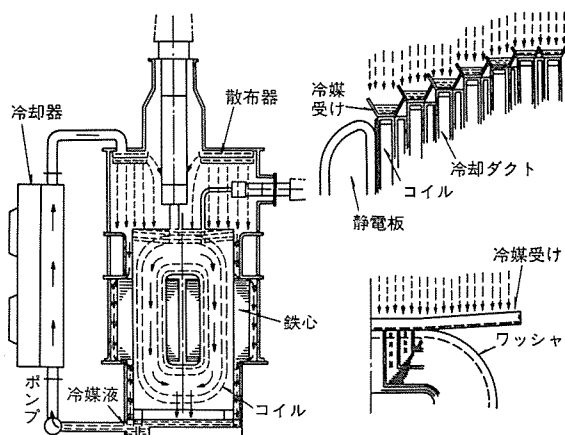


図 3. 絶縁・冷却構造

び鉱油の物理特性を表 3. に示す。C<sub>8</sub>F<sub>10</sub>O 液は高い絶縁耐力を示し、粘度の極めて低い冷却媒体であることがわかる。この液をポンプでく(汲)み上げ、散布器からコイル、鉄心上へ散布する循環回路を備えている。液に伝達された変圧器の損失熱は、この循環回路途中に備えた液冷却器により大気中に放散される。

散布された液は、コイルとこれに接する絶縁板(ワッシャ)との間に設けた冷却ダクトを、コイル導体長方向に沿って流下し、鉄心表面も

表 3. 物理特性比較

諸 元	フッロカーボン液 (C <sub>8</sub> F <sub>10</sub> O)	SF <sub>6</sub> ガス	絶 縁 油
分 子 量	420	146.06	—
密 度 (kg/m <sup>3</sup> )	1,760	6.1	866
粘 度 (cP)	1.44	0.0153	31.6
比 熱 (kcal/kg°C)	0.24	0.154	0.452
融 点 (°C)	—	-50.8	—
流 動 点 (°C)	-88	—	—
沸 点	102	—	—
比 熱 電 率	1.87	1.0	2.3
絶 縁 耐 力 (kV/mm)	30~35	8.9	31~37

注 20°C 大気圧における値を示す。

表 4. 周辺機器の仕様

名 称	仕 様
負荷時タップ切替装置	真空スイッチ式ガス絶縁 LTC 定格ステップ電圧/通過電流 1,100 V/400 A 最大タップ点数 35 点 (仮位又は極性切換) 中性点 100 号
冷 却 装 置	送液風冷式冷却器 冷却容量 200 kW/台×2 台 定 格 流 量 1,500 l/min×2 台 ファン及びファンモータ各 2 台、ポンプ各 1 台
ガ ス 圧 調 整 装 置	変圧器本体調整圧力 0.8~1.0 kg/cm <sup>2</sup> g オイルフリー風冷式圧縮機 レシーバタンク最大使用圧力 10 kg/cm <sup>2</sup> g 圧力計、圧力スイッチ、液面計など
付 属 装 置 制 御 盤	ガス圧調整装置運転 冷却器運転、制御 LTC の制御 保護装置動作、故障表示、警報

同様に流下してこれらを冷却する。この冷却構造は今回開発し優れた冷却特性が得られることを検証した新構造であり、熱伝達が液の温度上昇(顕熱)に依存するいわゆる液冷却式構造である。

### 3.3 補機及び付属装置

このプロトタイプ変圧器は実器並みの十分な検証を行うため、表 4. に示す周辺機器を開発又は適用している。

#### (1) 負荷時タップ切替装置 (LTC)

77 kV ガス絶縁変圧器用に開発した真空スイッチ式 LTC<sup>(1)</sup>を適用した。対地 100 号絶縁化、18 コンタクト化などを新たに実現し、高電圧化、コンパクト化に対処するとともに、ローラコンタクト、無潤滑軸受などを採用し保守性の向上を図った。同時に真空スイッチ電極材料の開発、各種大容量化モデルによる検証を行い実用化に備えている。

#### (2) 冷却装置

大容量送液風冷式冷却システムを開発した。冷却器本体は冷媒液物理特性に応じた最適設計を図り、内部洗浄、ガスリーク試験などを厳しく管理した。ファンは FRP 扇、無潤滑軸受とし、ポンプも 77 kV 蒸発冷却式で開発した C<sub>8</sub>F<sub>10</sub>O 用ポンプを大形化して特殊軸受を採用し、軽量化、長寿命化、保守性向上を図った。

#### (3) ガス圧調整装置

ガス温度にかかわらずガス圧をほぼ一定に調節するガス圧調整装置を開発した。これにより、本体タンクを圧力容器とすることなく従来の角形タンクで 200 号絶縁変圧器を実現した。また実用形として寒冷時起動用液予熱ヒータも備えている。

#### (4) 付属装置制御盤

付属装置、保護装置の性能検証、無人での長期耐久試験を行う制御保護盤である。ガス圧自動調整、冷却器温度制御、LTC プログラム制



御及び変圧器主回路、ガス圧、温度、液流、液面、LTC、ポンプ、圧縮機などの保護を行う。

### 3.4 試験及び結果

完成した変圧器に対し、電気学会 JEC 204 変圧器全項目の試験及びその他の特殊試験を実施し、いずれも満足な結果を得、この変圧器が十分な性能を有することを確認した。

交流（誘導 460 kV）及びインパルス（F. W. 1,050, C. W. 1,155 kV）耐電圧試験は、冷媒散布有り、無しの両条件について検証した。部分放電は、交流誘導時（BGN<100 pC）及び 1.5 E 1 時間 - 2 E 5 分 - 1.5 E 1 時間（ただし、 $E=287.5/\sqrt{3}=166$  kV）の条件下（BGN<20 pC）にいずれもバックグラウンドレベル以下の無コナであった。

巻線温度上昇は高圧 47.3°C、低圧 53.4°C であり、タンク壁温度は下部最高液温以下で場所による変化は 5°C 以下であった。また、のぞき窓から冷媒液の散布状態が良好であることを確認した。冷媒液循環による高圧巻線の流動帯電電圧は 300 V で飽和し、77 kV 蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器と同レベルの全く問題ない値であった。

## 4. 高電圧大容量化技術開発

今回の開発は、77 kV、40 MVA 蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器<sup>(2)</sup>の技術をベースに、その開発が完了した昭和 56 年に着手し<sup>(3)</sup>、高電圧大容量器固有の多面的な課題に対し、図 4. に示す工程で十分な検証を行った。

### 4.1 基礎研究

275 kV、300 MVA 級変圧器の開発可能性の検討を中心に、使用材料、絶縁特性、冷却特性、変圧器構造などについて検討した。その結果、77 kV、40 MVA 蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器の先行技術を活用すれば、十分開発の見込があるとの見通しを得た。このうち、高電圧大容量器の絶縁及び冷却に関しては、

- (1) インパルス 電圧に強い絶縁構造を得るため、詳細な電界解析などにより最適な電界緩和電極構造を得ること及び  $C_8F_{16}O$  液と  $SF_6$  との混在場の絶縁特性を実器寸法、実試験電圧領域で把握すること。
- (2) 熱伝達率及び熱輸送量の大きい冷却方式を採用するため、蒸発冷却方式、液冷却方式などについても、モデルにより、コイル 面液流分布、温度分布を詳細に把握すること。

などが必要であることがわかり、各種モデル 試験を計画した。

### 4.2 基礎試験

基礎研究における検討結果の妥当性を確認し、実変圧器設計データ

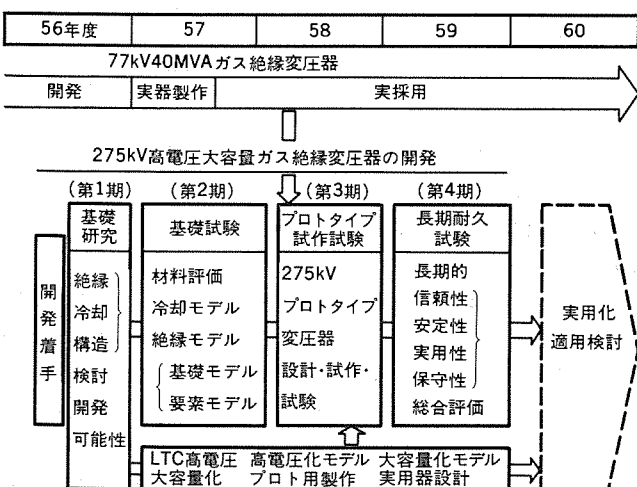


図 4. 高電圧大容量 ガス 絶縁変圧器開発工程

を蓄積するため、材料、絶縁、冷却など各種モデル 試験を行った。

### (1) 材料特性

77 kV の実績をもとに、 $SF_6$ 、 $C_8F_{16}O$  及びポリエチレンテレフタレート (PET) の複合絶縁システムを基本材料とした。個々の材料は 77 kV の開発で十分検証したので、ここでは新材料も含めた多種類の材料混在時の適合性を検証した。全材料を実使用比率を考慮して容器に入れ、90°C 及び 110°C で 200 時間加熱したのちも、固有抵抗、溶解ガス、誘電正接、絶縁破壊電圧、水分量、引張強さなど各特性に大きな変化がなく十分な適合性を有することがわかった。

### (2) 絶縁特性

図 5. に示す内径 1.7 m、高さ 5 m の容器内に、裸、被覆、沿面など変圧器の各絶縁部位を模擬した実寸法規模の電極を取り付け、 $SF_6$ 、 $C_8F_{16}O$  (散布) 混在場での絶縁耐力を測定した。結果を図 6. に示す。これより  $C_8F_{16}O$  液の混在は、いずれも絶縁耐力にきわめて有利に働くことが確かめられた。また、図 7. に示す巻線要素モデルの破壊試験の結果、放電は最大電界点から発生しており、詳細な電界解析にもとづき電界緩和を図った絶縁構成の妥当性が確かめられた。

### (3) 冷却特性

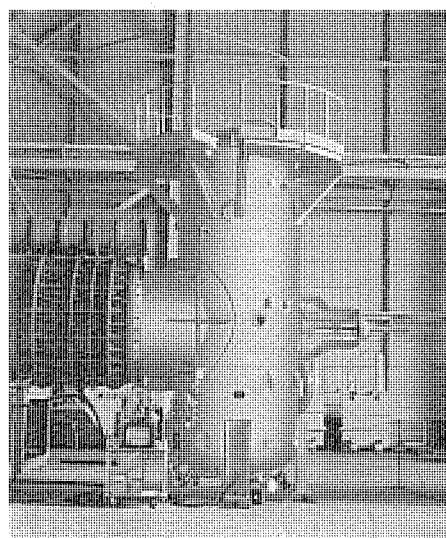


図 5. 基礎絶縁モデル

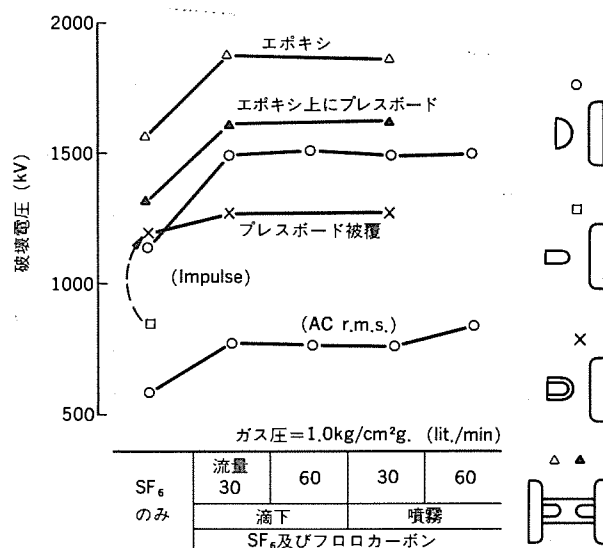


図 6. 基礎絶縁モデル 試験結果 (フロロカーボン 散布の影響)

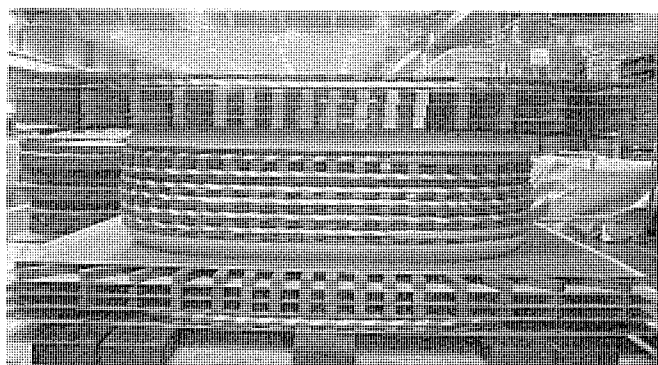


図 7. 変圧器巻線要素絶縁 モデル

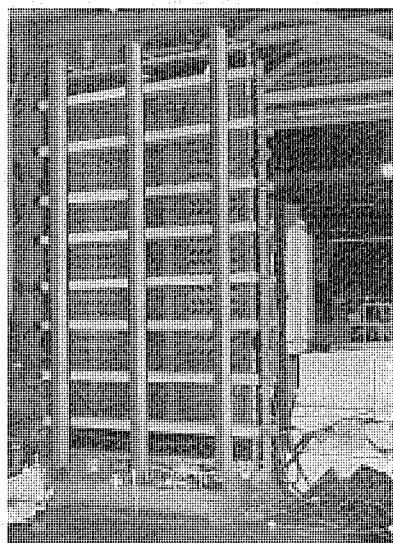


図 8. コイル 分流モデル

冷却液  $C_6F_{10}O$  は、粘度が鉱油よりはるかに低いので、これを効果的に冷却に利用する技術が必要であった。最適なコイル冷却ダクト構造を得るため、図 8. に示す実物大コイル面内の冷却液の分流を観察するモデルを製作した。冷却ダクトは、従来の油入変圧器の菱形スペーサのダクト及び絶縁板にコイル導体方向に多数の溝を設けたダクトについて形状を変えて試験した。溝形ダクトを図 9. に示す。このダクトは従来形での液流観察、冷却液の物理特性の検討をもとに新しく開発したもので、優れた冷却液分流、冷却特性が得られた。次に冷却ダクトとして溝形ダクトを用いた実物大コイルに 200 点を越える熱電対を取り付け、コイルに通電して局部温度分布を測定した結果を図 10. に示す。冷却液を上部から流す方式のため、コイル内温度分布は下部の方が高くなっているが、変化はコイル内外周ともほぼ一様である。この試験結果により、局部過熱のない冷却効果の高い新形ダクト構造が得られ、プロトタイプ変圧器に適用した。

#### 4.3 プロトタイプ変圧器の設計・試作

図 11. に表面電荷法によって求めたコイルグループ絶縁構造の電界分布を示す。ガス-固体複合絶縁のガス部分の電界を緩和するため、コイル支持スペーサの配置には特に注意し、固体絶縁物の量を極力減らすことに努めた。変圧器構造を外鉄形とし、コイルも従来の平角銅線に PET 巻きし、角形タンクとしたため、インピーダンス、損失、短絡機械力などについては従来の油入変圧器の解析技術が利用でき、設計上全く問題はなかった。

工作は従来の大容量変圧器製作技術に加え、静電遮へい板加工技

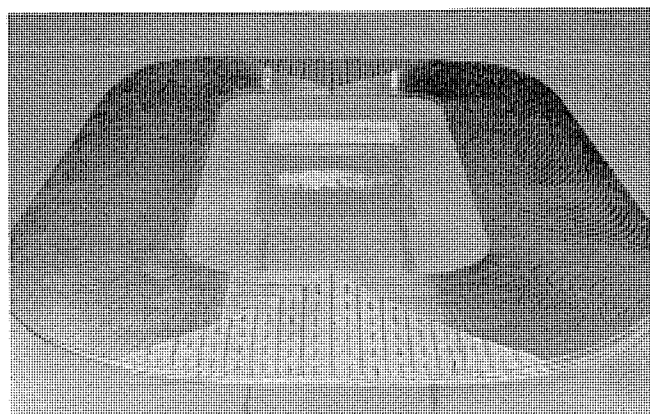


図 9. 溝形ダクト

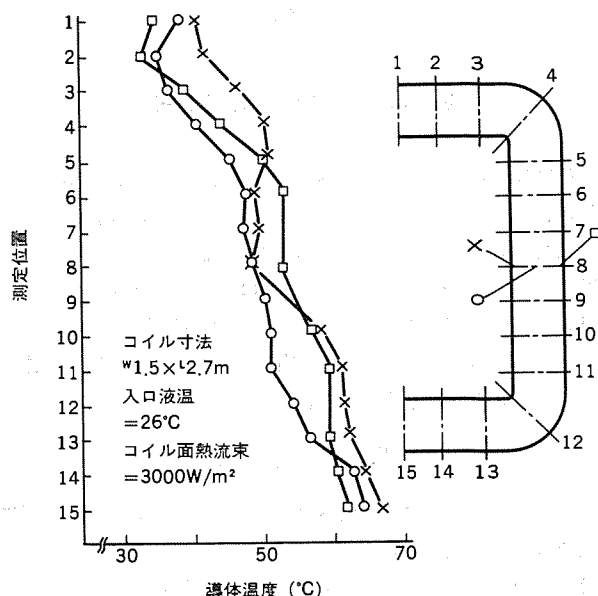


図 10. コイル冷却モデル試験結果

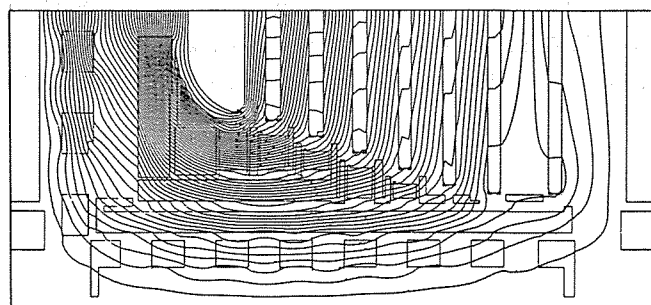


図 11. 高圧巻線インパルス耐電圧試験時電界分布

術、溝形ダクト切削技術などに新技術を開発適用した。またコイルグループ前処理乾燥後の再吸湿を防止するため、先に開発したコイルグループをフィルム絶縁物でパックする CGPA (Coil Group Packed Assembly) 変圧器の技術<sup>(4)</sup>を用い、絶縁物の再吸湿を 500 kV 油入変圧器と同等レベルまで下げることができた。これらにより 275 kV、300 MVA 級大容量変圧器の製作が十分可能であることがわかった。

#### 4.4 長期耐久試験

高電圧大容量変圧器の実用体制を最終的に確立するため、長期耐久試験を実施中である。これは定格電圧励磁とタップ差循環電流とから、電圧及び熱的ストレスを長期にわたって印加する実使用を模擬した試験である。試験はすべて自動、無人にて行い、タップ切換により

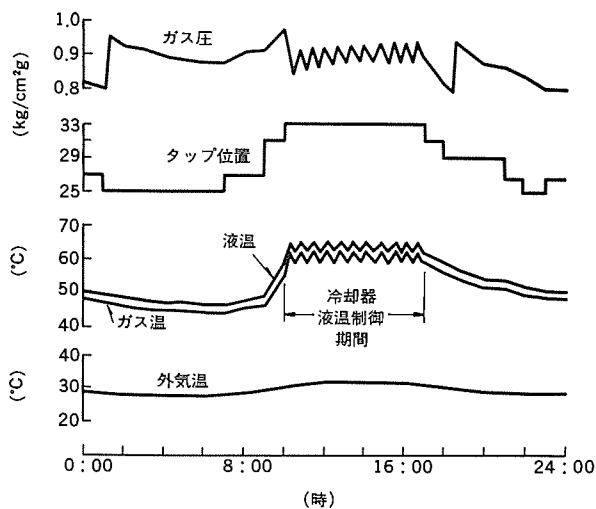


図 12. 長期耐久試験結果の一例

変電所における日負荷曲線を模擬する。また液温制御，ガス圧調整も行い，補機，付属装置の耐久試験をも兼ねている。試験状況を図 2. に，試験結果の一例を図 12. に示す。

試験は昭和 59 年 7 月 20 日から，約 1 年間の予定で継続中であり，8 月末からガス圧を低減した電圧加速試験に移行している。この試験終了後，絶縁性能，材料劣化の有無などを確認し，実器製作，実用体制の確立を図る予定である。

## 5. む す び

高電圧大容量変圧器の実用化へのステップにおいて，今回の開発により次の事項を達成した。

- (1) 275 kV EHV 級 ガス 絶縁 プロトタイプ 変圧器を完成し，十分な性能を有することを確認した。
- (2) 77 kV, 40 MVA 蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器で用いた材料の多くがそのまま使用可能であることがわかった。
- (3) BIL 1,050 kV の ガス 絶縁を比較的低い ガス 圧のもとで達成

した。また  $C_6F_{10}O$  液は絶縁にきわめて有効に作用することがわかった。

- (4) 液体冷媒の冷却性能を十分にいかした新しい液冷却方式を完成し，同時に 200 kW/ユニット の大容量冷却器を開発した。
- (5) ガス 圧調整方式及び装置を開発した。
- (6) 従来の高電圧大容量変圧器製作技術を活用し，新技術も加味して，このクラスの ガス 絶縁変圧器の製作が十分可能であることを実証した。
- (7) 真空 スイッチ 式 LTC の 275 kV 系統向高電圧化を完了した。

一方，今後の課題として次の各項目がある。

- (1) 長期耐久試験後の絶縁検証，材料劣化の有無を検証すること。
- (2) プロトタイプ 変圧器へ適用した保護 システムを実器向け保護 システムとして完成すること。
- (3) LTC 用真空 スイッチ 及び通電接点の大容量化を図り，高電圧大容量 ガス 絶縁変圧器用 LTC を実用化して，既に現在使用中の 77 kV 級用とのシリーズ化を図ること。
- (4) ガス 絶縁変圧器を更に上位の電圧，容量クラスへ適用拡大するため，例えば高 ガス 圧化の開発研究を行うこと。

(昭和 59-11-16 受付)

## 参 考 文 献

- (1) 所ほか：蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器の開発と変電所のトータル ガス 絶縁化，OHM 68, 9, 18 (昭 56-9)
- (2) 春本ほか：蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器，三菱電機技報，56, No. 12, p. 48 (昭 57-12)
- (3) 春本ほか：高電圧大容量蒸発冷却式 ガス 絶縁変圧器の基礎開発，昭 58 電気学会全国大会，619, 631, 632
- (4) 松村ほか：CGPA 変圧器—変圧器の新しい輸送方式—，三菱電機技報，54, No. 11, p. 37 (昭 55-11)
- (5) 黒田ほか：275 kV ガス 絶縁変圧器の開発，昭 59 電気関係学会関西支部連大，G 3-39
- (6) Y. Harumoto, et al.: "Development of 275 kV EHV Class Gas-Insulated Power Transformer" IEEE 85 WM (1985)

# 72～120kVパuffers形ガス遮断器のエアレス化技術

大沼 昭栄\*・萩野 巖\*・細見 守\*・奥野 満晴\*

## 1. ま え が き

当社は我が国で最初のガス遮断器(GCB)を納入して以来、数々の画期的なGCBを製品化し、既に10,000台以上の納入実績を有している。

一方、送変電機器に対する信頼性の向上、保守・点検の省力化の観点から、圧縮空気発生装置を必要としないエアレス機器の要求が強くなっている。圧縮空気使用機器では、据付け時の配管作業、压力容器に関する諸手続、日常のドレン作業などが必要で、配管内の水分の凍結、シール部品の取替え、空気漏れなどに対しても考慮しなければならない。

この度、300kV一点切りGCB、550kV二点切りGCBの消弧室ユニットの高電圧化技術、24/36kVクラスのばね操作機構の技術、更に空気操作機構の実績などを背景に、エアレス機器としてばね操作タンク形GCB、がいし形GCBを製品化した。

ばね操作機構の採用により、操作機構にゴム系のシール部品がないなどのため、保守・点検が省力化され、信頼性が高いなど多くの特長を有するものであるが、当社ではその信頼性の確認と実証のため、実用性能検証に積極的に取り組み多くの成果を得た。特に実用性能検証の一環として、当社伊丹製作所内に新しく完成した大形環境試験設備を使用し各種環境試験を実施した。高温、低温、冠雪、凍結など過酷な環境条件に対し、正常に運転できるかその信頼性を検証することは容易ではない。従来は部品又は部分組立単位の高低温試験で信頼性を推定していたが、この大形環境試験設備の完成により、完全組立状態、製品状態で高低温試験、冠雪試験などが可能となったもので、フルスケールでの各種検証により一段と信頼性確認精度が向上したほか、従来得がたかった数々の貴重なデータを得る

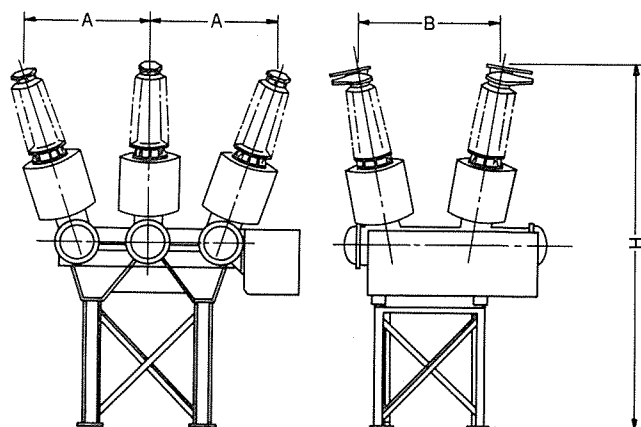
ことができた。

以下にばね操作ガス遮断器のエアレス技術、環境試験結果、その他試験結果について述べる。

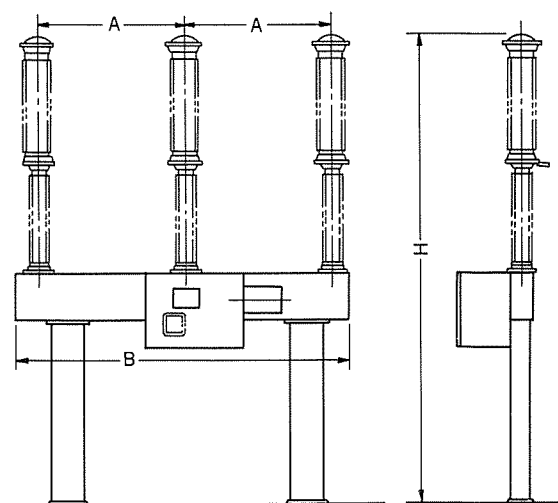
## 2. 遮断器の小形化とエアレス化

ばね操作ガス遮断器の外形図を図2に定格及び外形寸法を表1に示す。ばね操作ガス遮断器の特長として、小形化とエアレス化が挙げられる。小形化は単体機器としての据付け面積の縮小の効果も大きいですが、ガス絶縁変電所(GIS)へ適用した場合は、GISの配置自由度の向上と縮小化にも大いに寄与できるものである。エアレス化は前述のように基本的に保守・点検の省力化、信頼性の向上などの特長を持ったものである。また後述の諸試験により、その高い信頼性を確認している。

このGCBの開発の要点は次のとおりである。



(a) タンク形 GCB



(b) がいし形 GCB

図 2. ばね操作ガス遮断器外形図

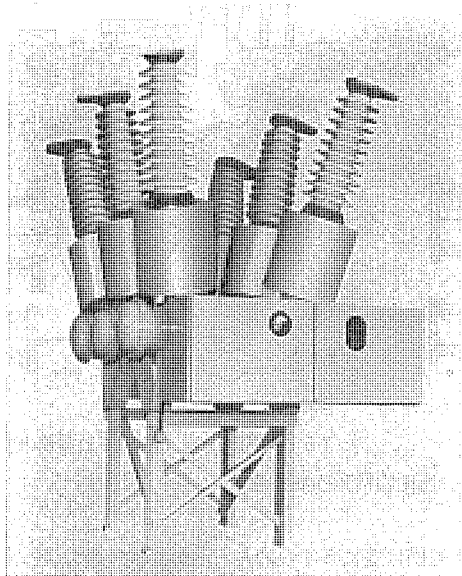
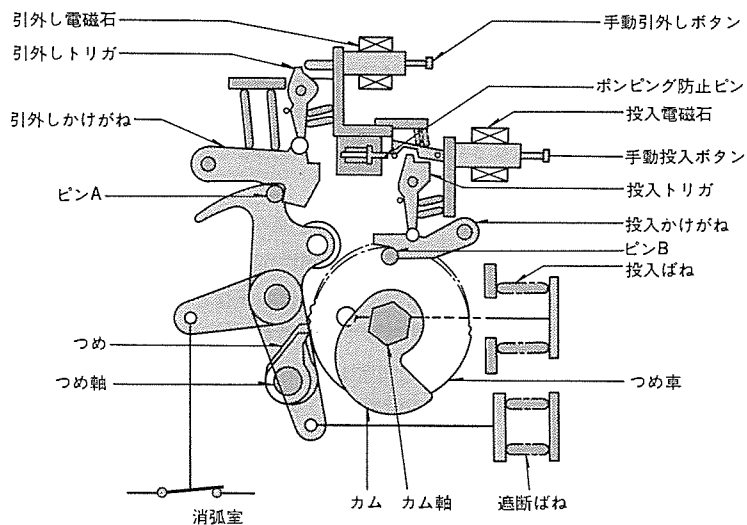
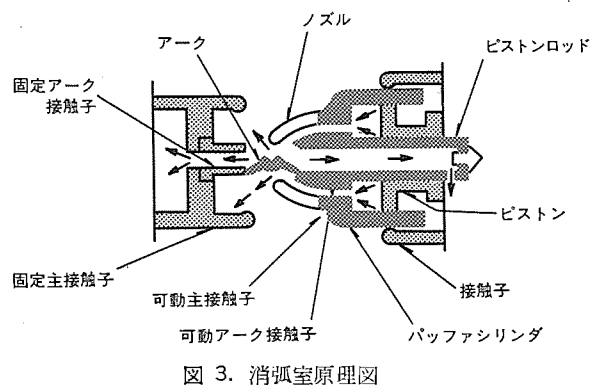


図 1. ばね操作タンク形 GCB (70-SFMT-32 B 形 GCB)

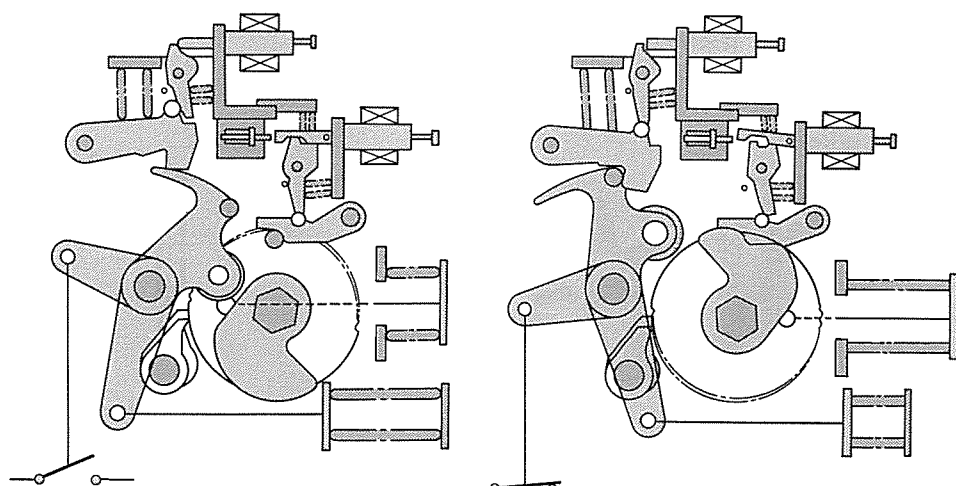
表 1. 定格及び外形寸法

機 種		タンク形 GCB			がいし形 GCB		
形 名		60-SFMT-32 B	70-SFMT-32 B	100-SFMT-32 B	70-SFM-32 B	100-SFM-32 B	120-SFM-32 B
定 格	電 圧 (kV)	72	84	120	72.5	123	145
	電 流 (A)	1,200, 2,000, 3,000			1,250, 2,000		
	周 波 数 (Hz)	50/60					
	遮 断 電 流 (kA)	25/31.5					
	遮 断 時 間 (サイクル)	3/5					
	投 入 電 流 (kA)	63/80					
	投 入 時 間 (s)	0.15					
標 準 動 作 責 務		A/R					
操 作 方 式		投入 - ばね 遮断 - ばね					
ばね蓄勢電動機出力 (W)		300					
外 形 寸 法	A (mm)	1,140	1,170	1,480	1,100	1,500	1,700
	B (mm)	1,300	1,330	1,530	2,600	3,400	3,800
	H (mm)	3,010	3,110	3,650	3,700	4,300	4,600

注 記：がいし形 GCB は IEC 基準に基づいている。



(a) 閉路状態（投入ばね蓄勢状態）



(b) 開路状態（投入ばね蓄勢状態）

(c) 閉路状態（投入ばね放勢状態）

図 4. ばね操作機構動作説明図

## 2. 1 小形化した消弧室

先に製品化した 300 kV 一点切り、550 kV 二点切り GCB において、消弧室ユニット電圧の向上を目的として開発した新技術、例えば計算による遮断現象のシミュレーション技術などを最大限に生かし、ガス流の効果的利用を図ることによりノズル形状などの最適設計を行い小形化を達成した。

消弧室原理図（図 3.）に示すように、消弧室の二方向吹付け化による性能向上を行い必要な操作力を最小化して、ばね操作機構との協調を図っている。

## 2. 2 ばね操作機構

フィールドでの故障統計によると、故障のうちかなりの比率のものが操作機構部に起因したものである。操作機構の信頼性は重要で、その基本性能、実用性能の信頼性評価には細心の注意をはらう必要がある。したがって、その重要部分については従来から良好な運転実績のある操作機構の技術を活用することを基本方針とした。

(1) 引外し及び投入 ラッチ 機構には、当社の従来の空気操作機構の投入側 ラッチ 機構をそのまま活用する。

(2) 蓄勢機構は既に多くの納入・運転実績を持つ 24/36 kV GC B のばね操作機構と同じ方式をベースに厚さなどの改良を行う。

また、ピン部などの回転部には、すべて転がり軸受又は無潤滑軸

受を使用するなど信頼性、保守上から多くの配慮を処している。なお、ばね操作機構の動作説明図を図4.に示す。

### 3. 環境試験

電力の安定供給を確保するため信頼性向上は重要なテーマであるが、大形環境試験設備の完成も信頼性向上のための一つの施策である。特に、この設備では降雪状態、冠雪状態での諸試験が可能であり、豪雪地域における問題の解決にも寄与することができるものである。大形環境試験設備の主な仕様を表2.に示す。

エアレス化による高信頼性を確認するため、この設備により各種実用性能検証試験を実施し良好な結果を得た。

表2. 大形環境試験設備の主な仕様（試験室寸法諸元）

幅	(m)	8
奥行	(m)	8
高さ	(m)	8
床面耐荷重	(t/m <sup>2</sup> )	10
温度範囲	(°C)	-40～+80
湿度範囲	(%)	20～95
降雪量	(mm/h)	50
通電電流	(kA)	8 (3 phase)
交電試験電圧	(kV)	460
雷インパルス電圧	(kV)	1,050

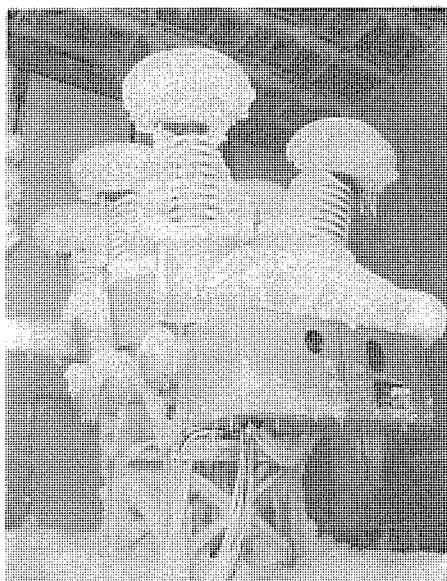


図5. 冠雪試験状況 (60-SFMT-32 B形 GCE)

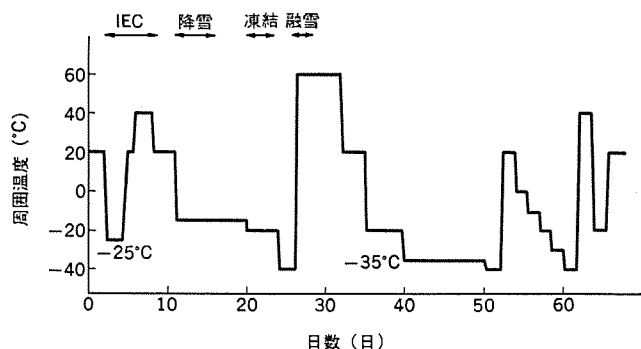


図6. 環境試験プログラム

### 3.1 試験の概要

環境試験には72 kV ばね操作タンク形 GCB 及び145 kV ばね操作がいし形 GCB を供試した。今回のばね操作 GCB は、72 kV から120 kV まで（がいし形 GCB は72.5 kV から145 kV まで）同一の消弧室、操作機構を採用しているため、全シリーズが検証できたものとなる。環境試験プログラム(図6.)に示すように、+60°C から-40°C の範囲で試験を実施し、試験期間も2か月に及んだ。環境試験のプログラムには、国際規格 IEC 56-4 (草案) で規格化を検討中の高低温試験も組み入れている。高低温試験テストシーケンス (図7.)に示すように IEC 規格では、開路及び閉路状態にて24時間施し、その直後の動作特性を調査すること、高低温時の多数回動作などきびしい検証内容を記載しているが、動作特性には問題となる変化は認められず、ガス漏れについても問題のないことを確認した。

IEC の検証項目以外にも、高低温下における多数回操作、冠雪時の諸特性、耐電圧、凍結時の機械的強度、部分組立単位での摩擦など種々の検証を行っている。

### 3.2 試験結果

#### 3.2.1 開閉特性

温度-開閉特性(表3.)に示すように、開路特性は-40°C の極低温となってもほとんど変化しない。閉路特性は低温域においては若干の投入時間の遅れが現れるが、多数回操作しても同一条件でのばらつきは少なく実用上問題とはならない。周囲温度と各特性(投入

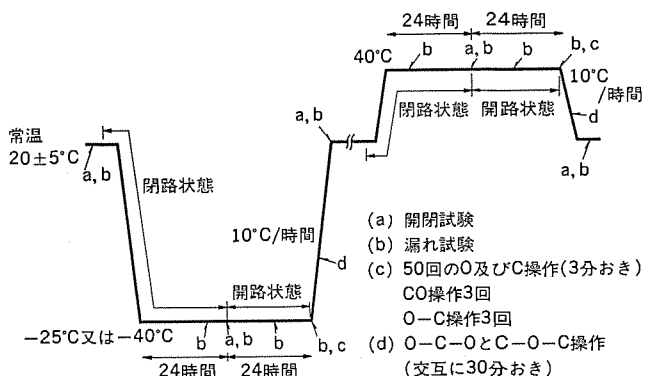


図7. 高低温試験 テストシーケンス (IEC 56-4)

表3. 温度-開閉特性

周囲温度 (°C)	-40	-35	-30	-25	-20	20	40	60
開極時間 (ms)	27	27	27	27	26	26	26	26
投入時間 (ms)	126	117	111	107	105	105	105	104

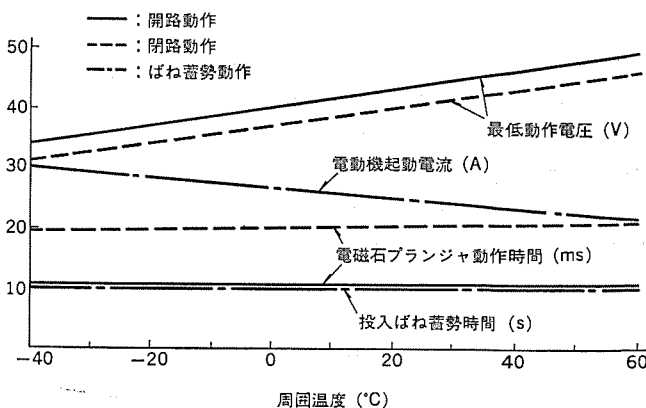


図8. 周囲温度と各特性との関係



ばね蓄勢時間など)との関係を図 8. に示す。各種温度条件において長時間放置後の開閉特性は、IEC に基づいた 40°C、-25°C、-40°C にて 24 時間、更に追加として -35°C で 120 時間、60°C で 24 時間の放置直後の開閉特性の調査を行ったが、その温度における多数回動作時の開閉特性といずれも差がなく良好であった。

常温における 10,000 回操作試験とは別に、環境試験室にて下記の多数回操作 (合計 4,200 回) を行い、いずれも開閉特性変化、機械的トラブルもなく良好な結果であった。

+60°C	50 回
+40°C	50 回
-20°C	2,000 回
-25°C	50 回
-35°C	2,000 回
-40°C	50 回

### 3. 2. 2 部分組立単位の特性

前項で述べた フルスケール での試験に加えて、各部の高温低温特性を更に詳細に分析するため、部分組立単位での試験も合わせて実施した。今回の試験では、ばね操作機構のモデル機、消弧室ユニット、緩衝器、軸シールユニットなどの部分組立品を機器と同時に供試した。

ばね操作機構のモデル機の動作特性は、各温度においてほとんど変化を示していない。これは、ばね操作機構の回転部にすべて転がり軸受、無潤滑軸受を使用したためであり、グリース類の粘性の変化を考慮しても極めて安定した信頼性の高い操作機構と言える。緩衝器、軸シール部については、-40°C の低温になると摩擦力の若干の増大が認められたが、動作特性や動作信頼性に影響を与えるほどでなく実用上問題がないことが確認された。

消弧室ユニットでは、低温時に接触子のしゅう(摺)動摩擦が増加することが分かった。機器のフルスケール試験にて開閉特性試験を実施し、低温時でも実用上問題のないことを確認しているが、-40°C を越える場合など、より低温域への適用に対しては、接触子の構造・材質や潤滑方式・材料などの研究を行う必要があることが分かった。

### 3. 2. 3 主回路通電性能

いずれの環境条件にても主回路抵抗を測定したが異常がなく、主回路通電機能が十分であることを確認した。

### 3. 2. 4 漏れ試験

いずれの環境条件にてもガスの漏れは認められなかった。今回の試験では、低温用 O リングと一般用 O リングの双方を供試器に組み込んだが、いずれも問題なくこの程度の低温期間では異常が発生しないことが確認できた。

### 3. 2. 5 付属品の機能

遮断器では制御回路などに多くの付属電気部品を使用しており、それらの対環境性能の確認も重要な検証項目である。継電器、ガス温度補償圧力スイッチなどの制御部品の動作試験や投入ばね蓄勢用電動機の起動特性、蓄勢時間測定なども実施したが、実用上何ら問題のないことが確認された。また実機のフルスケールにおける多数回開閉試験中、これらの電気部品の誤動作などの異常の有無や低温下における電線被覆の硬化による異常の有無なども合わせて調査したが、いずれも問題のないことが確認された。

### 3. 2. 6 冠雪時における絶縁性能

冠雪によりブッシングの外部絶縁性能が低下することは幾つかの実験例もあり、冠雪量とせん(閃)絡電圧との関係に V 特性や W 特性の

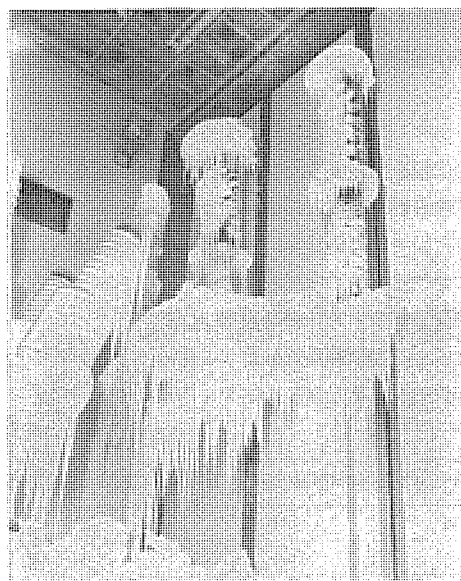


図 9. 凍結試験状況 (145 kV がいし形 GCB)

あることも知られている。今回、環境試験設備を利用して人工雪の冠雪時の商用周波にてのブッシング閃絡特性を得た。約 50 % の冠雪時に閃絡電圧が最も低くなり、乾燥時の閃絡電圧に対し約 60 % となった。供試した 60 号ブッシングの乾燥時の AC 閃絡電圧は、JEC 規格値に対し 2 倍以上の裕度があり、人工雪が冠雪しても絶縁性能上問題となることはないと考えられるが、雪質、冠雪状態、融雪過程や風の影響など実フィールドにおける現象は複雑であり、今後も機会あるごとに実験や検討を積み重ねて行くことが重要と考えられる。

### 3. 2. 7 凍結時の機械的強度

凍結時における機器の信頼性の確認も重要である。凍結時における機器への影響調査の一例として凍結試験を実施した。その結果、ガス漏れ、クラック、変形などの異常は全く認められなかった。

## 4. その他検証試験

前項では環境試験の内容を中心に紹介したが、それ以外の諸試験についても JEC-181、電力用規格、その他に規定されている形式試験、参考試験をはじめとして各種の実用性能試験、信頼性試験を実施している。次にそれらの主な試験結果について述べる。

### 4. 1 温度試験

三相 60 Hz 電源にて、定格電流を通電し各部の温度上昇を測定したが、いずれの部分も規格値に対して十分余裕のあるものであった。

### 4. 2 耐電圧試験

商用周波耐電圧試験、雷インパルス耐電圧試験、フラッシュオーバー試験、V-t 特性試験などを実施し、耐電圧性能が十分であることを確認した。また、ガス圧大気圧の条件で、常規対地電圧の 1.3 倍の電圧を 10 分間印加し、良好な結果を得た。部分放電試験では、常規対地電圧の 1.3 倍の電圧で遮断器内部の部分放電を測定したが、有害な内部放電は認められなかった。低温時、冠雪時の耐電圧試験は前述のとおり良好なものであった。

### 4. 3 遮断試験

JEC の改定作業が進められており、近々発効の予定であるので、この改定案を考慮し、短絡時の再起電圧上昇率を 2 kV/μs とするなど厳しい条件にて試験を行った。試験結果を表 4. に示す。

表 4. 遮断試験結果

試験項目	試験方法	動作責務	試験電圧 (kV)	遮断電流		固有再起電圧		備考
				対称分 (kV)	直流分 (%)	波高値 (kV)	上昇率 (kV/μs)	
進み小電流遮断試験	単相直接	“O” 12回	120	20 A, 80 A, 100 A	—	238	2.0	$\pi/6$ ほどの位相制御, 開 閉過電圧1倍以下 再点弧, 再発弧なし。
遅れ小電流遮断試験	単相直接	“O” 12回	104	6 A, 20 A	—	—	—	$\pi/6$ ほどの位相制御, 開 閉過電圧 1.1~1.6 倍
短絡 (BTF)	2号	単相合成	“O” 3回	104	9.5	220	5.0	脱調条件を含む。 異相地絡条件を含む。
	3号		“O” 3回	174	18.9	306	3.0	
	4号		Oc-Q-CcU-1分- CcO-3分-O	120	31.5	238	2.0	
	5号		“O” 3回	104	31.5	206	2.0	
近距離線路 故障遮断 (SLF)	0.9 I	単相合成	“O” 3回	104	28.4	206	2.0	波動インピーダンス 450~480 Ω 振幅率 1.7 以上
	0.75 I				23.6			
	0.6 I				18.9			

#### (1) 大電流遮断試験

短絡2号条件, 脱調遮断を兼ねた短絡3号条件, 異相地絡を兼ねた短絡4号条件, 直流分の入った短絡5号条件, 近距離線路故障条件での試験を実施し, 良好な結果を得た。三相同時に短絡電流を流して操作力に問題がないことや, 20回の累積遮断試験なども実施し, 十分な実用性能を備えていることを確認した。

#### (2) 小電流遮断試験

進み小電流遮断試験では, 非有効接地系での1線地絡時の健全相遮断条件を考慮した電圧で実施し, 無再点弧で良好な結果であった。遅れ小電流遮断試験においても過電圧の発生も小さく, 良好な特性であることを確認している。

#### 4.4 実用性能検証試験

以上の検証試験のほかに, 種々の実用性能の検証も行った。騒音測定では, ばね操作機構の採用により圧縮空気などの排気音が全くなく, 20 m 値で投入時 73 ホン, 遮断時 65 ホンと小さな値を示している。また, 投入ばねの蓄勢音についても更に低レベルの特性である。

一般道路, 高速道路における輸送試験を実施したが, 異常なひずみの発生は認められず, 全装輸送ができ, 現地でのガス処理が必要なく信頼性の高い据付けが可能という特長を十分発揮できることが確認された。遮断器の責務の特異性を考慮した操作機構の検証項目

の一つとして, 多数回動作と希頻度動作があるが, いずれも動作特性の変化のないことを確認した。そのほか, 部品公差, 組立公差などを考慮した種々の動作試験, 高速度カメラによる動作解析, 光弾性試験による応力解析など実施している。

#### 5. む す び

新形ばね操作 GCB は保守の簡素化, 信頼性の向上など最近のニーズにこたえた新しいエアレス化機器として電力供給の一層の安定化に寄与するものと考えられる。この GCB の製品化にあたって, 当社では規定の試験のほかに数々の実用性能試験, 信頼性試験を実施してきたが, 特に今回新たに完成した大形環境試験設備を駆使し, 高低温試験, 降雪, 冠雪試験並びに凍結試験などを行い, 実機を実際に厳しい環境条件に遭遇させ, 直接その信頼性を確認するなど数々の成果を得た。

今後はこれらの貴重なデータを更に詳しく分析, 検討し, ますます信頼性の高い機器の製造に努め, 電力輸送の信頼性確保の一翼を担って行きたいと考えている。

終りに, 各電力会社をはじめ関係各位から寄せられた貴重な御意見, 御指導に深く感謝を申し上げるとともに, 今後もより一層の御指導, ごべんたつをお願いする次第である。

# 四国電力(株)伊方発電所の放射線総合管理システム

平尾 俊行\*・榊原 哲郎\*・田辺 昌三\*\*・狩野 守\*\*\*・星 純一+

## 1. ま え が き

原子力発電所の放射線管理では、発電所内の作業環境及び発電所の環境における放射線レベルを監視し、不要な被ばく(曝)を避けることを主目的として、放射線を測定し、その結果を判断、評価して適切な放射線防護の処置に結びつけている。この放射線管理で取り扱う情報は、施設内放射線管理、環境放射線管理、環境放射能影響評価及び放射性廃棄物管理など広範囲にわたっており、多様かつ膨大であることが特徴的である。

これらの放射線測定、管理に関し種々の規制及び指針が制定されており、例えば「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」などの中で放射線の測定方法及び集計方法が具体的に示されている。このような中で従来の放射線管理を一層充実させるために、

- (1) 多様な情報を相互に結合し、わかりやすい形で情報を提供する。
- (2) 膨大な情報を迅速に処理し効率的に管理を行う。

などを主眼とした新しい管理システムの開発が強く要請されていた。

このたび三菱電機(株)と三菱原子力工業(株)では、四国電力(株)指導のもとに、計算機を中核とした放射線総合管理システムを開発し、伊方発電所に納入した。本稿では、この伊方発電所の放射線総合管理システムについて紹介する。

## 2. 放射線総合管理システムの目的

原子力発電所の放射線管理は、発電所の運用にあたり所内の作業員及び周辺の一般公衆の放射線被曝を「合理的に可能な限り低く」抑えた施設管理及び運用管理を行うもので、このシステムは下記を目的としている。

- (1) 放射能汚染防護のための施設管理
- (2) 発電所施設内外における放射線レベルの監視及び管理
- (3) 万一の放射線事故時に発電所周辺の放出放射能による影響を評価し、適切な防災活動を実施するための情報提供
- (4) 放射性廃棄物の周辺環境への影響をできるだけ低く保つ放出管理

## 3. 放射線総合管理システムの概要

放射線総合管理システムは、種々の放射線モニタ装置及びプラント運転情報などの放射線管理に必要な情報をオンラインで収集し、計算機により情報処理を行って、放射線管理業務の省力化と管理密度及び管理精度の向上を図ったものである。

### 3.1 システムの構成

図1.に伊方発電所の放射線総合管理システムの構成を示す。このシステムは、計算機を中心に発電所建屋内の各監視点における種々の放射線モニタ装置及び可搬形の放射線モニタ装置、周辺監視区域境界付近の野外モニタ装置、各種計算機端末装置などで構成されている。

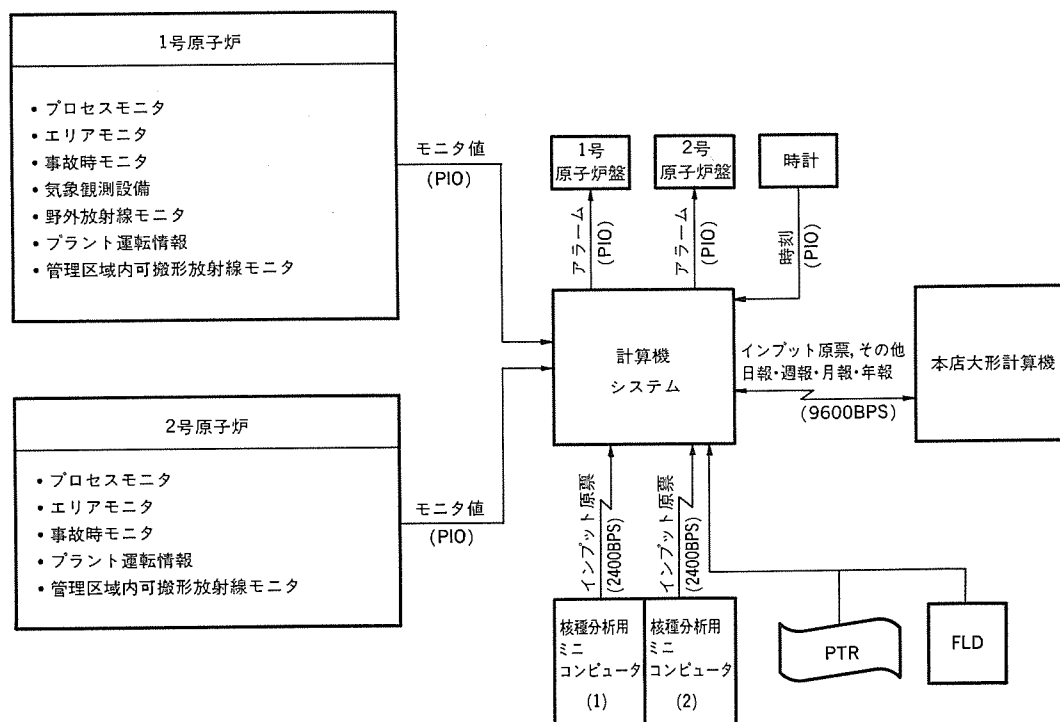


図1. 放射線総合管理システムの構成図

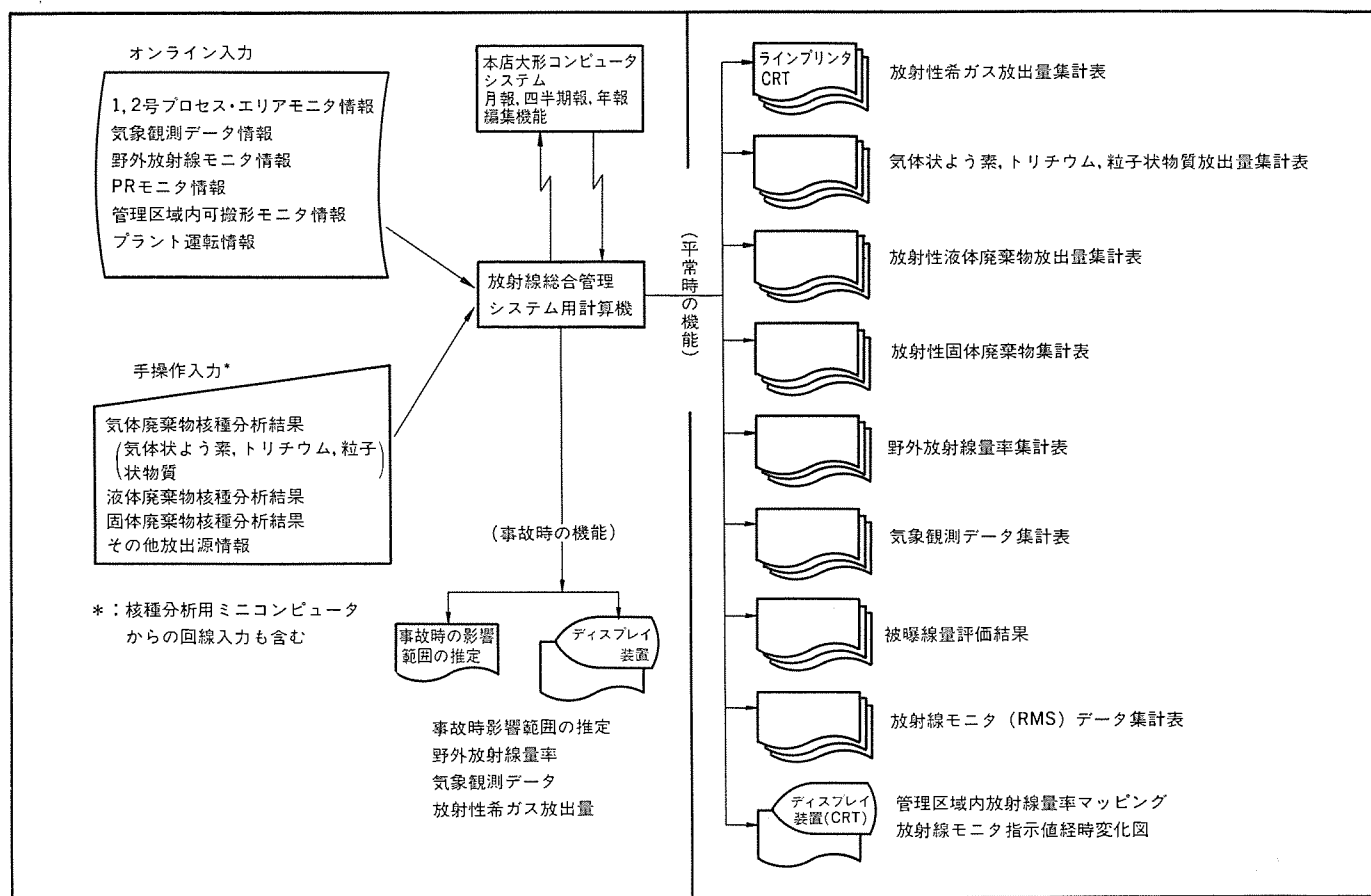


図 2. 放射線総合管理システムの機能図

### 3.2 システムの機能

図 2. に伊方発電所の放射線総合管理システムの機能を示す。このシステムは、発電所の運転に起因する放射線量及び被曝線量の情報収集及び情報処理をオンラインで処理し、施設・周辺環境及び廃棄物にかかわる放射線管理業務を総合的に処理している。これらの放射線管理業務は相互に密接な関連があり、各放射線管理業務を総合的に処理することにより、厳重な放射線管理を可能としている。またオンラインで処理した放射線管理情報を早期にフィードバックすることにより、きめ細かな放射線管理を可能としている。

### 3.3 計算機システム

放射線総合管理システムの中核は、工業用計算機《MELCOM 350-50/A 2500》2台により構成されている。図 3. に計算機システムの構成を示し、表 1. に構成機器の数量及び設置場所を示す。

図 3. に示すように、2台の計算機は計算機間結合装置（CLA）及びデータウェイ《MDWS-5》、ディスククロス機構により結合された二重系システムを構成しており、補助記憶装置はクロスコール機構を介して、また各周辺装置は切換装置を介して両方の計算機に接続され、いずれの計算機からも使用できるようになっている。また、データの収集及びデータのファillingはすべて二重化しており、一方のシステムが故障してもシステムの運転に支障をきたさないようになっている。更に、同種端末間の代替機能などにより端末の故障に対しても考慮されている。

このシステムは、常時はロードシェアで負荷を分散し、万一1台の計算機が停止した場合には自動的に残った1台の計算機により瞬時に全業務を引き継ぐ稼働率の高い高信頼度形の運転方式をとっている。

表 1. 計算機システム 機器一覧

機 器 名 称	台 数	用 途	設 置 場 所
CPU	2		事務別館計算機室
システムタイプライタ	2	計算機メンテナンス システム保守リクエスト	
フレキシブルディスク	1	計算機メンテナンス システム保守データ入出力	
ラインプリンタ	2	警報メッセージ印字 リクエスト確認印字 日報など報告書作成 入力原票印字	事務本館
CRT/リクエストパネル	5	画面表示及び各種リクエスト (監視用)	中央制御室
		画面表示及び各種リクエスト (監視用)	放射線管理室
		画面表示及び各種リクエスト (総合管理用)	事務本館
		画面表示及び各種リクエスト	緊急時対策所
ハードコピー	4	CRT画面のハードコピー	緊急時中央司令所 放射線管理室 事務本館
紙テープリーダー	1	本店伝送データ読み込み	事務別館計算機室
状態表示パネル (うち1台はシステム制 御パネル)	3	計算機システム状態表示	事務別館計算機室 事務本館 放射線管理室

### 3.4 マンマシンコミュニケーション

放射線総合管理システムの運用においては、計算機により収集、集計、評価した種々の放射線管理情報を任意に表示でき、この情報をもとに放射線量あるいは被曝線量の評価を行い、適切な放射線被曝の防護対策や合理的かつ安全な運用管理などが行えることが重要である。

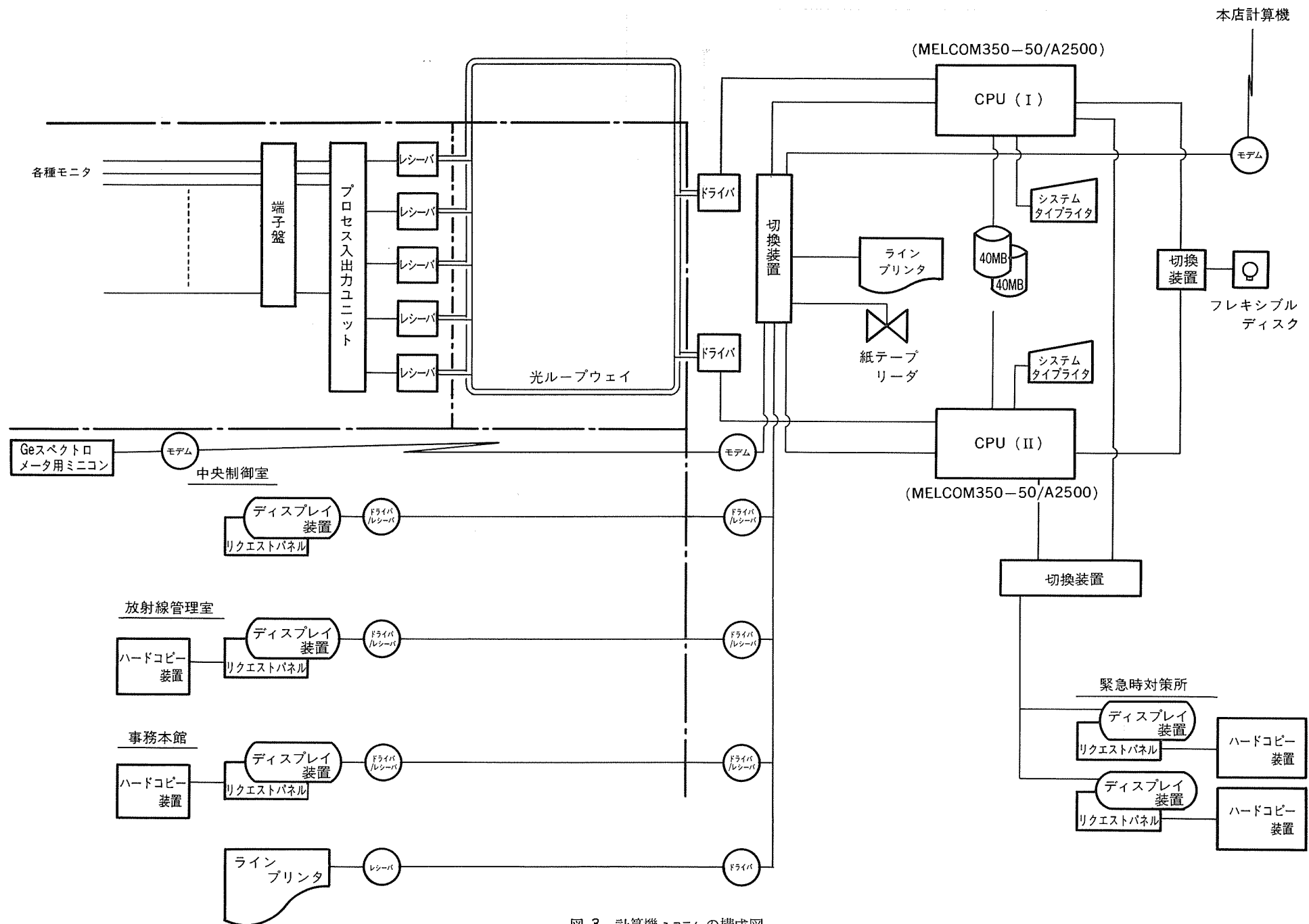


図 3. 計算機システムの構成図

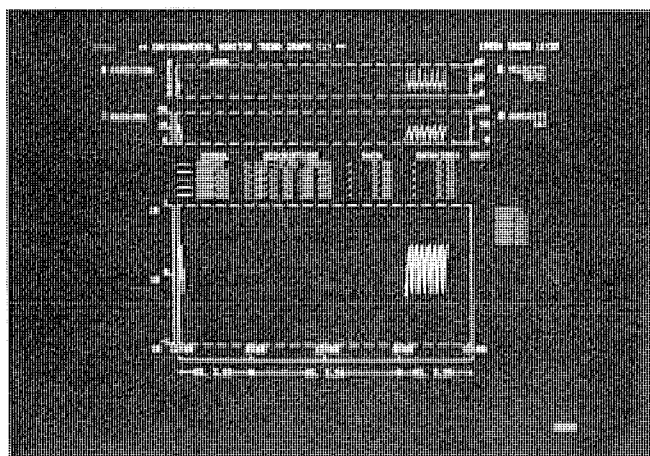
このためこのシステムでは、マンマシンコミュニケーション方式として操作性、応答性、情報伝達性に優れている CRT ディスプレイ 装置による方式を採用し、4 箇所の離れた場所において種々の放射線管理情報を任意に表示できるようにしている。操作方法としては、表示項目の大項目に対応した要求ボタンにより索引画面を呼び出し、索引画面中の項目を順次キーボードにより選択する会話形オペレーションとし、また情報の表示方法としては表形式のレポート表示のほかに、グラフ表示、図形表示を多用し、更に管理基準を超えた情報については色別

表示及びフリッカ表示、サウンド鳴動などを行い、操作及び情報の把握を容易にしている。

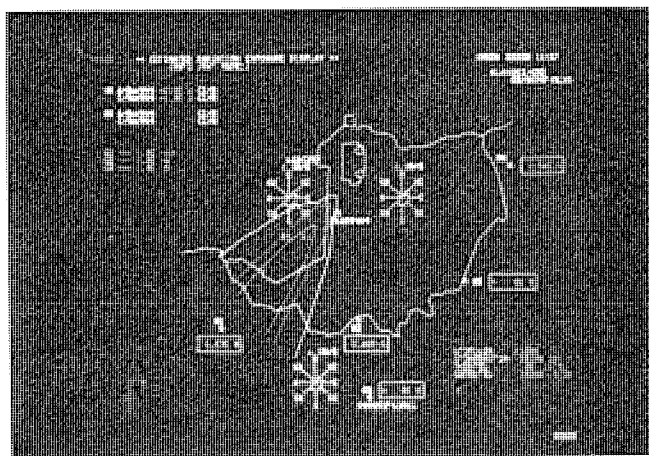
なお CRT ディスプレイ 装置に表示した内容は、ハードコピー装置により記録保存ができる。図 4. に表示内容の一例を示す。

### 3. 5 情報の管理

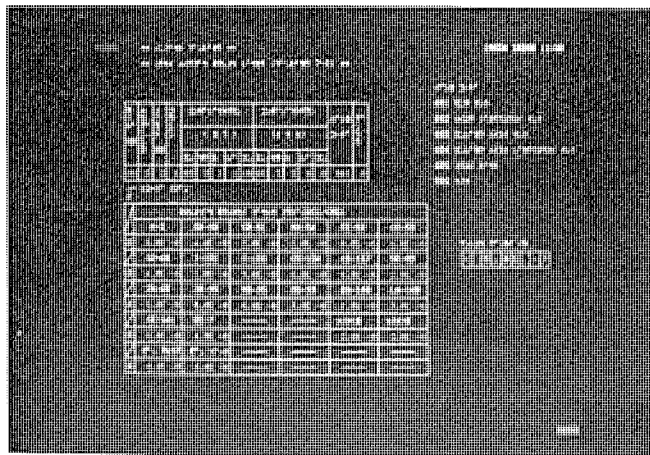
すべての情報は二重化され、計算機トラブルにより情報が失われないようにしており、また計算機の管理上必要な情報についてもラインプリンタに記録されるなどシステムの信頼性向上を図っている。



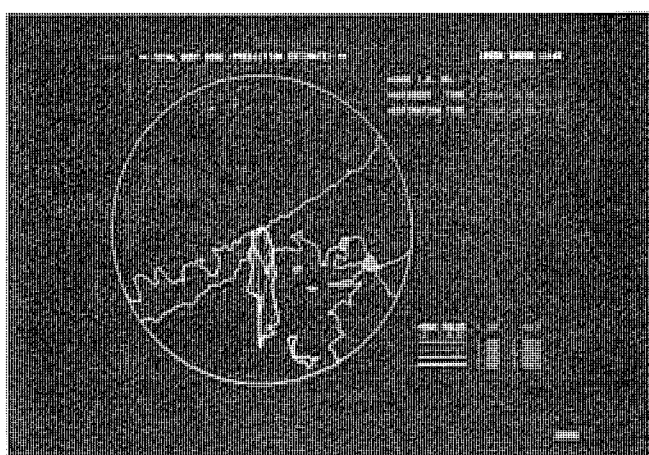
(a) 経時変化図



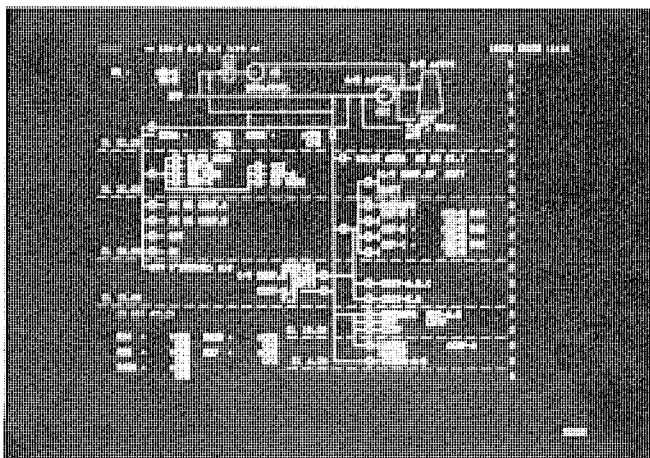
(d) 周辺監視区域内等値曲線



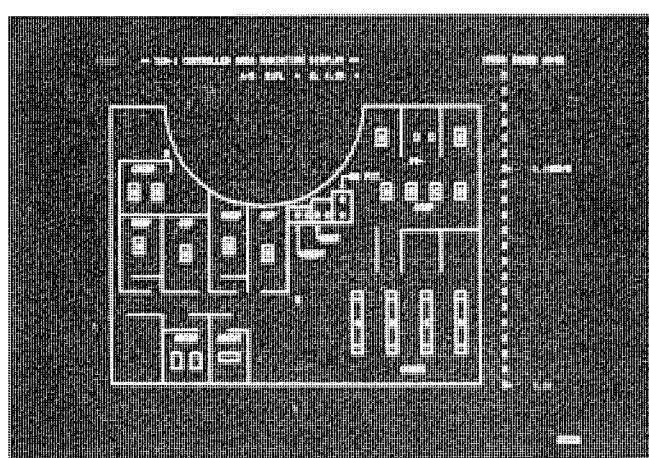
(b) インプット原票(廃棄物)



(e) 周辺環境の等値曲線



(c) 換気系統図



(f) マッピング表示

図 4. CRT 表示内容例

### 3.6 他計算機システムとのネットワーク

液体廃棄物などを核種分析する専用ミニコンピュータ、及び四国電力(株)本店に設置されている大形計算機と専用回線で接続され、各種情報をリアルタイムに送受信し、より早く、より精度の高い情報を提供している。

## 4. 施設内放射線管理

このシステムでは、種々の放射線モニタ装置を介してオンラインで放射線レベルを監視し、放射線レベルが管理基準を越えた場合又は大幅に変動した場合に警報を発して早期対策を促している。また収集した放射線情報を記憶しておき、CRTディスプレイ装置により過去48時間の変動状況をグラフ表示したり、図形表示により測定箇所と測定情報を対応付けて表示し、状況の把握を容易にしている。

更に収集した情報をもとに、統計処理を行って、その結果を管理レポートとしてCRTディスプレイ装置及びラインプリンタに出力するとともに、磁気ディスクに過去10日分を保存し、必要の都度出力できるようにしている。この管理レポートは本店の大形計算機に毎日送信され、年報、四半期報などの基礎情報として取り扱われている。また必要に応じて過去10日分以前のデータについてもリクエストにより本店大形計算機と連携し、データを受信できるようになっている。

### 4.1 作業環境の放射線管理

作業環境の放射線管理は、発電所構内の各作業場所における放射線レベルの状況を把握し、作業環境を安全かつ満足な状態に維持、管理して、作業者を不必要な放射線被曝から防護することを目的として、各作業場所に設置した可搬形のエリアモニタ、ガスモニタなどの放射線モニタ装置からの放射線情報を収集し管理している。

### 4.2 プロセス放射線管理

プロセス放射線管理は、発電所の運転管理にかかわる系統及び放射性物質の放出管理にかかわる排気、排水系統にガスモニタ、水モニタなどを設置して、プロセス流体中の放射性物質濃度を連続的に測定、監視するとともに、定期的あるいは必要に応じて適時にサンプリングなどにより放射性物質の核種分析、濃度測定などを実施し、詳細な解析、管理を行っている。

## 5. 環境放射線管理

原子力発電所では周辺の環境を安全な状態に維持、管理して一般公衆を放射線被曝から十分安全に防護するために、発電所周辺における放射線量などを把握し、発電所の運転にかかわる放射性物質による一般環境への影響を評価しなければならない。

このシステムでは、周辺監視区域境界に設置した野外放射線モニタ装置を介してオンラインで測定した情報に基づき、周辺環境への放出放射能や周辺環境の放射線量について監視を行っている。

## 6. 環境放射能影響評価

原子力発電所では、万一の放射線事故時に一般公衆を放射線被曝から十分安全に防護するために、放射性物質による発電所周辺の環境にあたる影響を評価し、適切な防災活動をする予定である。この

システムでは、排気中に含まれる希ガス、よう素による被曝の評価、及び周辺監視区域内外に設置された放射線モニタ装置による空間線量の管理を行っている。

希ガスによる被曝の評価は、原子力発電所を中心に半径15kmの範囲まで、排気筒モニタ装置からの放出放射能の情報、気象観測情報などをもとに、各評価地点(半径1km以内は50m間隔同心円、半径1km以遠は500m間隔同心円と32方位の交点)における濃度、線量を算出し評価している。

よう素による被曝の評価も希ガスと同様に、半径15kmの範囲まで各評価地点における濃度、内部被曝線量を算出し、評価している。放射性よう素による甲状腺(腺)被曝線量は、核種(I-131, I-133)、及び被曝評価対象者の年齢(成人、幼児、乳児)により影響度が異なるため、排気中の放射性よう素の濃度に基づき、年齢別に核種ごとの被曝線量を算出し、その総和として甲状腺被曝線量を算出し評価している。

## 7. 放射性廃棄物管理

発電所の運用によって生じる放射性廃棄物には、気体廃棄物、液体廃棄物、固体廃棄物があり、放射性廃棄物の処理は、濃縮、固化などにより閉じ込め、発電所内で貯蔵している。

### 7.1 気体廃棄物の管理

このシステムでは、気体廃棄物にかかわる情報をリアルタイムで入力し、これらの情報をもとに周辺環境へ放出された放射能を評価し、その情報を管理レポートとしてラインプリンタ及びCRTディスプレイ装置に出力している。また、これらの情報は本店の大形計算機にも伝送される。

### 7.2 液体廃棄物の管理

このシステムでは、核種分析専用のミニコンピュータから液体廃棄物の核種分析結果を入力し、オンライン入力されるプラント運転情報をもとに統計処理を行い、液体廃棄物の放出量の管理を行っている。

### 7.3 固体廃棄物の管理

このシステムでは、固体廃棄物について、廃棄物ごとの発生場所、内容物、保管年月日、保管場所などの情報をCRTディスプレイ装置から入力し、固体廃棄物を個別に管理するとともに、これらの情報をもとに統計処理を行い、固体廃棄物の保管量の管理を行っている。

## 8. む す び

以上、四国電力(株)伊方発電所納めの計算機を利用した放射線総合管理システムの概要について述べた。このシステムは、原子力発電所における放射線管理業務のオンライン化を目指したものであり、このシステムの運用によってリアルタイムでのきめ細かな放射線管理を実施することにより、合理的かつ安全な管理及びプラントの運転が期待される。

今後、管理内容の充実、操作性の向上に基本をおき、更に一層の改善を図っていく所存である。

最後に、このシステムの開発に際し、終始御協力をいただいた関係各位に厚く感謝する次第である。



# 小容量遠方監視制御装置《MELFLEX 220》

村田 尚生\*・犀川 真一\*・岡野 勝\*・田中英和\*・居安正勝\*

## 1. ま え が き

遠方監視制御装置の小規模システムへの適用においては、コストパフォーマンスを含んだコンパクト性と柔軟性を踏まえた多様性が特に重要な評価ポイントである。《MELFLEX シリーズ》では、小容量を取り扱う遠方監視制御装置として、従来から《MELFLEX 200》を適用しており好評を得ているが、更にコストパフォーマンス向上と多様性向上を主眼として、マイクロプロセッサ及び専用カスタム LSI を駆使した多機能かつコンパクトな小容量遠方監視制御装置《MELFLEX 220》を開発した。

以下、開発目標、システム概要、適用例について紹介する。

## 2. 開 発 目 標

冒頭にも述べたとおり小規模システム用遠方監視制御装置は、コンパクト性と多様性が重要な評価ポイントである。しかし、多様性とコンパクト性は互いに相反し合う条件でもある。我々は《MELFLEX 220》の開発にあたり、双方の条件を満足させ、かつ取扱い性も向上させるべく次の点を重点目標とした。

### (1) コストパフォーマンス向上

多様化・高度化するニーズにこたえ得る機能と高信頼性をもち、小規模システムとしての経済性を兼ね備えたシステムの実現。

### (2) 取扱い性向上

システム構成に柔軟性をもち実装場所を選ばないシステムを実現し、ハードウェア・ソフトウェア両面にわたる生産性・メンテナンス性の向上を図る。

### (3) ハードウェアのコンパクト化

高機能化に伴うハードウェア量の増大を抑制したコンパクトなシステムの実現。

これらの目標を達成するために次の手段にて解決した。

#### (a) インテリジェント化

#### (b) 実装テクニックの改革

#### (c) LSI 化

### 2.1 インテリジェント化

遠方監視制御装置は、伝送符号方式、優先伝送処理、表示方式などにおいて適用システムに応じた多様な対応を必要としている。また、小規模システムにおいても、計測データ一次処理(工学値変換)、上位処理装置とのインタフェースなどの機能高度化傾向にある。

これら多様性・高機能性をコンパクトなシステムで実現させるため、マイクロプロセッサ搭載によりインテリジェント化を図った。通信回線処理、データ収集、データ変換、プロセス IO 制御、異常検出・警報出力などの処理機能をソフトウェアに持たせている。プログラムはファームウェア化し、システムごとに異なる変化要素(対向方式、符号フォーマット、入出力点数、処理内容など)は、システム定義パラメータとしてバッテリーバックアップ付き RAM に外部ツールから設定する方式とした。

更に、計算機などの上位処理装置との接続を容易に実現させるため、汎用インタフェース機能(RS 232 C)を設けた。

### 2.2 実装テクニックの改革

取扱い性向上を構造的な面から実現するため、

(a) プロセス IO~処理部間をシリアルラインにて結合させ、プリントカード間の信号線を削減する。

(b) カードバスケット構造を追放し、すべての保守を前面から可能なスタイルとする。

の2点に検討を加えた。(a)にはシリアル IO, (b)にはカートリッジ化実装法にて対処し、新しい実装形態を構築した。

#### 2.2.1 シリアル IO

処理部~IO 部間のバスは、一般的には並列信号(ビットパラレル)バスにて構成されている。並列信号の場合、転送スピードは速いが配線数が多く、この配線を背面でのバックボードなどにより処理している。したがって構造的にカードバスケット構造とする必要があり、壁掛け盤、計装盤などへの前面保守スタイルとしての適用に難がある。

しかし、IO 部へのアクセスは、それほど速い転送スピードを要求されるものではないので、バスを直列信号(ビットシリアル)にすることが可能である。シリアル化により配線数を大幅に削減でき、バス配線を前面にもってこることが可能となり、背面でのバックボードなどをなくすることができる。

以上により、《MELFLEX 220》では、直列信号バス(シリアルライン)にて構成する方式とした。この方式による IO をシリアル IO と呼ぶ。シリアル IO には、前面配線化を可能とする効果のほかに、次の特長を持たせることが可能となった。

#### (1) IO 分散設置が可能

#### (2) IO までの配線のコンパクト化

#### (3) IO~処理部間距離を長くとれる

#### (4) IO の活線挿抜が可能

なお、IO バスのシリアルライン化により、新たに必要となるハードウェアは後述する LSI により吸収させている。

#### 2.2.2 カートリッジ化実装

プリントカード間の信号数を大幅に削減した IO バスのシリアルライン化により、背面での配線を要したカードバスケット構造を追放した新しい実装構造の構築が可能となった。

新しく採った構造は、プリントカードをケースに収納したもの(カートリッジと呼ぶ)を実装単位とするカートリッジ化実装法である。この方式は、マウンティングベースにカートリッジを必要数固定することによりラックを構成するものである。必要カートリッジに合わせて自由なラックを容易に構成でき、実装制約を大幅に改善している。更にシリアルライン化されたバスも含め、各種入出力信号線をすべてカートリッジ前面にて直接接続する構造であり、前面保守スタイルを実現させている。

図 3. に外観を示す。なおシリアル IO, カートリッジ化実装法については、参考文献(2)も併せ参照願いたい。

### 2.3 LSI 化

高機能・多機能化を実現しながら小形化を図るため、回路の LSI 化を徹底して進めた。これには、高信頼度化・低消費電力化を図るこ

表 1. 監視制御用通信制御 LSI 概略仕様

PS-LSI 仕様	
(1) 形 名:	M 56307-059 S
	テクノロジー: CMOS ゲートアレー (2 層メタル配線)
	ゲート数: 2,600 ゲート (2 入力 NAND 換算; 内, 使用率=約 70%)
	パッケージ: 28 ピン・デュアルインラインパッケージ
	電 源: +5 V $\pm$ 10%, 1 mA
(2) 伝送フォーマット:	電気学会方式/電気協同研究会方式 (44/40/64 ビット)
	隣接位相反転符号方式 (52/58 ビット)
(3) 通 信 制 御:	サイクリック/ポーリング
(4) 伝 送 速 度:	max 1,200 b/s
SP-LSI 仕様	
(1) 形 名:	M 56307-082 S
	テクノロジー: CMOS ゲートアレー (2 層メタル配線)
	ゲート数: 2,600 ゲート (2 入力 NAND 換算; 内, 使用率=約 64%)
	パッケージ: 28 ピン・デュアルインラインパッケージ
	電 源: +5 V $\pm$ 10%, 1 mA
(2) 伝送フォーマット:	(a) 電気学会方式/電気協同研究会方式 (44/40/64 ビット)
	(b) 隣接位相反転方式 (52/58 ビット)
(3) 同 期 方 式:	(a) の場合……フレーム同期+従属形ビット同期
	(b) の場合……ワード同期+調歩形ビット同期
(4) 誤 り 検 定 方 式:	(a) の場合……反転連送照合+パリティ
	(b) の場合……隣接位相反転照合+パリティ
(5) 伝 送 速 度:	max 1,200 b/s

ともねらいとしている。LSI 化範囲は、マイクロプロセッサとその周辺部分、伝送路との インタフェース 部分、シリアル IO 制御部分などであり、主要な処理回路はすべて LSI 化させている。

マイクロプロセッサなどの汎用 LSI のほかに、下記のカスタム LSI を搭載した。

#### (1) 監視制御用通信制御 LSI

遠方監視制御装置として欠くことのできない PS 変換、SP 変換の各機能について、制御回路も含めセミカスタム LSI (CMOS ゲートアレー: M 56307-059 S, M 56307-082 S) に収めた。表 1. にこの LSI の仕様を示す。

#### (2) シリアル IO 用 LSI

IO バスのシリアルライン化により、並・直列変換、直・並列変換の各機能と通信制御の機能が新たに必要となるが、この部分のハードウェア量の増大をセミカスタム LSI (CMOS ゲートアレー: M 56307-020 S) にて吸収させた。LSI の仕様は参考文献 (2) による。

#### (3) 低速モデム用 LSI

低速モデム用 LSI (M 54930 P) により、周波数偏移方式モデム部分を小形化した。LSI の仕様は参考文献 (1) による。

### 3. システム概要

#### 3.1 システム構成

《MELFLEX 220》は、

1:1 構成の親局 (制御所) 側、

子局 (被制御所) 側

1: N 構成の子局側

に適応させることをねらいとしている。他方、伝送路を介さない単独構成も可能である。図 1. にシステム構成を示す。

#### 3.2 機器構成

カートリッジ化実装法にて構築するラック形式とし、基本ラックと拡張ラックを準備した。基本ラックはテレメータ・テレコンの基本機能が凝縮されたものであり、拡張ラックはプロセス IO の拡張を収容するものである。図 2. に装置構成、図 3. に基本ラック外観、表 2. に機能概要。図 4. に処理部ブロック図を示す。

また、インテリジェント化に伴い、システム定義パラメータを処理部内の RAM に設定する方式を採用しているため、設定・メンテナンスを容易に行いうるサポートツールの用意が必ず (須) である。サポートツールには、工場でのシステム定義パラメータ生成用としての CAD/CAM システムとのリンク、現地における保守・メンテナンス用としてのメンテナンスツール (テスト) を用意した。

工場用ツールとして使用する CAD/CAM システムとは、上位処理装置用インタフェース (RS 232 C) を介して接続し、対話形式にてシステム定義パラメータの設定を行うことができる。現地用ツールとして開発したテストは、取扱操作性を考慮し図 5. に示すハンディタイプとした。簡単なキー操作にてシステム定義パラメータの設定・変更、通信回線データの表示・設定、プロセス IO データの表示、パルス積算データの設定・校正を行うことができる。

#### 3.3 仕様

表 3. に装置仕様、表 4. にファームウェア処理機能、表 5. にプロセス

表 2. 機能概要

電 源 部	電 源 回路結合
通信回線インタフェース部	周波数偏移方式変復調 通話制御
処 理 部	通信制御 (PS 変換, SP 変換, HDLC) プロセス IO 制御 上位処理装置インタフェース システム監視
システム共通 IO 部	システムに共通した信号の入出力 (システム異常ステータス, 警報停止, フリッカ停止 など) 電源異常, 処理部異常の検出
プロセス IO 部	プロセスとの入出力

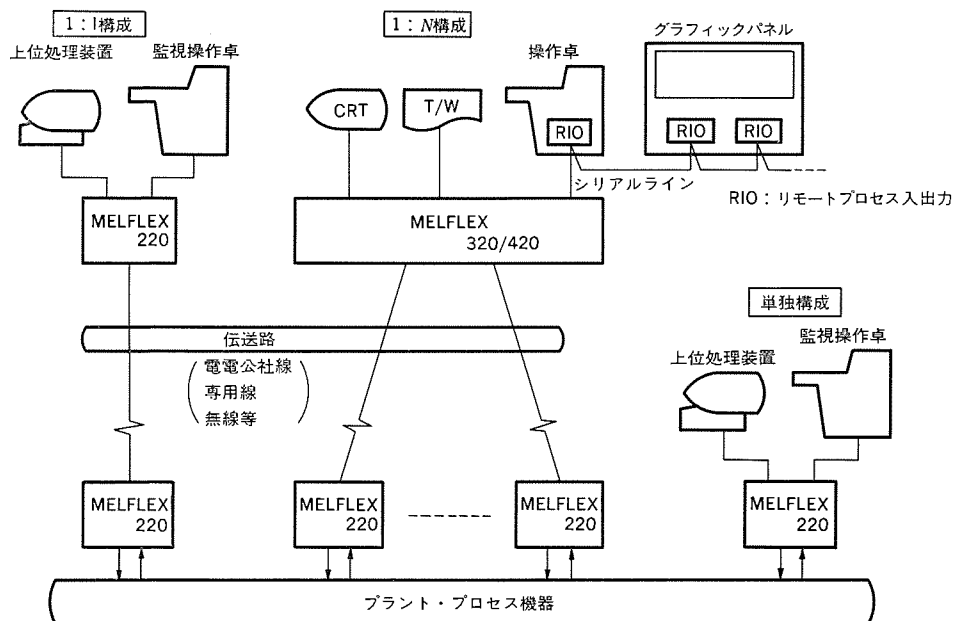
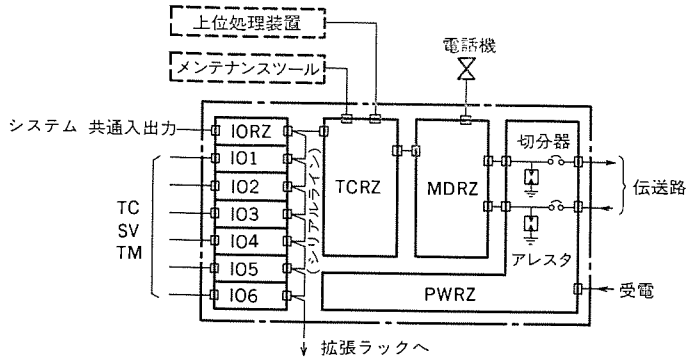


図 1. システム構成

(a) 基本ラック



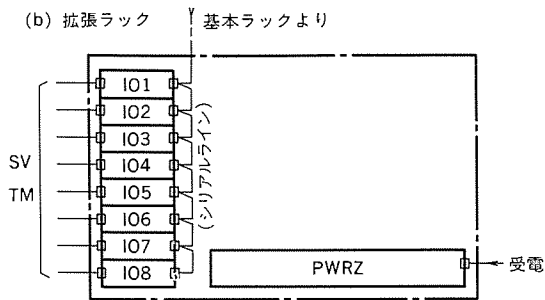
PWRZ : 電源部  
MDRZ : 通信回線インタフェース部  
TCRZ : 処理部  
IORZ : システム共通IO部  
IO1~6 : プロセスIO部 (CI, DI, AI, PI, CO, DO, AO)

(a) 基本ラック

基本ラックの実装

IO実装スペース						共通	電源	
						IORZ	TCRZ	MDRZ
1	2	3	4	5	6			PWRZ

(b) 拡張ラック



PWRZ : 電源部  
IO1~8 : プロセスIO部 (DI, AI, PI, DO, AO)

(b) 拡張ラック

拡張ラックの実装

IO実装スペース								電源
								PWRZ
1	2	3	4	5	6	7	8	

図 2. 装置 構 成

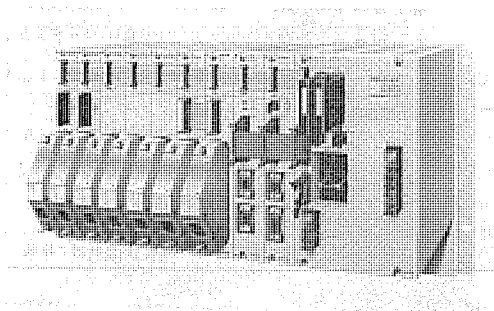


図 3. 装置 の 外 観



図 5. メンテナンスツール (テスト) の外観

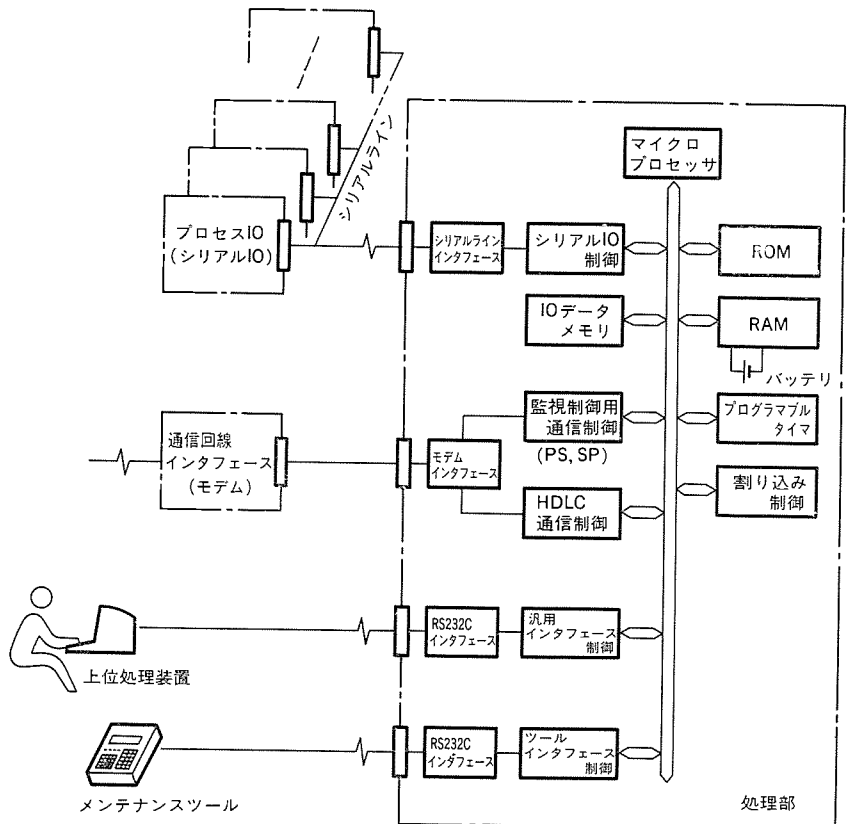


図 4. 処 理 部 ブ ロ ッ ク 図

IO仕様を示す。

#### 4. 適用例

《MELFLEX 220》はその特長を生かし、機能的、規模的、及び形状的な種々要求に柔軟に対応でき、最適のシステム構築が可能である。

##### 4.1 1:1 小規模構成

《MELFLEX 220》の基本構成であり、小規模な設備の遠方監視制御に用いられる。親局、子局にそれぞれ《MELFLEX 220》を1台

表 3. 装置仕様

項目	仕様			
対向方式	1:1 1:N (子局のみ)			
伝送路	電電公社専用線 帯域品目 D-1/符号品目 50 b/s 又は同等私設回線 電電公社公衆通信回線 無線回線 (70/400 MHz) 光ファイバケーブル			
情報伝送方式	時分割多重化サイクリック伝送方式/ポーリング方式			
通信方式	単向/半二重/全二重			
伝送速度	50/200/600/1,200 b/s 但し、50 b/s は、電電公社専用線 符号品目 50 b/s のみ使用			
伝送符号形式	NRZ 等長符号			
符号方式	電気学会方式 電気協同研究会方式	隣接位相反転方式 (52/58ビット)	HDLC方式	JIS ベーシック方式
誤り検定方式	反転2連送照合 +パリティ検定 制御は、定マーク 検定併用	隣接位相反転照合 +パリティ検定 制御は、定マーク 検定併用	CRC 検定 制御は、定マーク 検定併用	パリティ検定
通話機能	有り			
電源	AC 100 V $\pm$ 10%, 50/60 Hz CC 24 V $\pm$ 10% DC 110 V $\pm$ 30% -20%			
周囲条件	性能保証 温度 0 $\sim$ 40 $^{\circ}$ C, 湿度 40 $\sim$ 85% 動作保証 温度 -10 $\sim$ +50 $^{\circ}$ C, 湿度 30 $\sim$ 90%			
絶縁耐圧	電源入力端子一括対電源出力端子一括 } AC 2,000 V, 1 分間 電源入力端子一括対 FG			

表 4. ファームウェア処理

通信回線処理	各種符号方式への変換 特殊伝送処理 (優先伝送, スーパーコンピュータシミュレーション)
プロセスIO処理	シリアル IO 制御 表示処理 (状態検出, 瞬時入力保持, フリッカ制御, 反転) 試験, ランプテストなど 計測処理 (工学値変換, パルス積算, 2ワード連結処理, 上下限レンジチェックなど) 制御処理 (ON-OFF 制御, 調整制御, 設定値制御, 多重) 選択検出, 定マーク検定など
システム監視	システム異常検出, 警報出力 回線異常検出 (回線断, 符号渋滞) プロセス IO 異常検出 システム監視ステータスの転送
上位インタフェース	会話形データリンク 状態データ出力 アナウンスメントデータの生成 ワードシリアル・ビットパラレル処理
メンテナンスツール	オフライン処理 (システム定義パラメータの設定) オンライン処理 (通信回線データの設定/表示) パルス積算データの設定/校正

表 5. プロセスIO仕様

監視	表示	表示入力 [DI]	入力点数	32 点/16 点, 一括絶縁
			入力レベル	印加電圧 DC 24V, 流出電流 10 $\sim$ 15mA
			入力継続時間	100 ms 以上/50 ms 以上
		表示出力 (オープンコレクタ) [DO]	出力点数	32 点, 一括絶縁
			出力レベル	印加電圧 DC 30 V 以下, 駆動電流 150 mA 以下
			表示方式	JEM-1318 A $\sim$ D 方式可
	計	アナログ出力 (電圧) [AO]	出力点数	32 点, 一括絶縁
			出力レベル	無電圧 a 接点 印加電圧 AC/DC 110 V 以下, 駆動電流 150 mA 以下
			表示方式	JEM-1318 D 方式可
		アナログ入力 [AI]	入力容量	8 量, 個別絶縁
			入力レベル	DC 0 $\sim$ $\pm$ 5 V, DC 1 $\sim$ 5 V, DC 4 $\sim$ 20 mA (50 $\Omega$ シェント抵抗付き)
			精度	電圧入力 $\pm$ 0.2%, 電流入力 $\pm$ 0.3%
制御	計	アナログ出力 (電流) [AO]	出力容量	8 量, 非絶縁
			出力レベル	DC 0 $\sim$ 5 V, 負荷抵抗 5 k $\Omega$ 以上
			精度	$\pm$ 0.2%
		アナログ入力 [AI]	出力容量	2 量, 個別絶縁
			出力レベル	DC 4 $\sim$ 20 mA, 負荷抵抗 450 $\Omega$ 以下
			精度	$\pm$ 0.3%
	制御	パルス入力 [PI]	入力容量	16 量, 一括絶縁
			入力レベル	印加電圧 DC 24 V, 流出電流 10 $\sim$ 15 mA
			入力継続時間	50 ms 以上
		デジタル入力 [DI]	積算けた数	BCD 3 けた/6 けた, 停電保証付き
			入力容量	2 量/1 量, 一括絶縁
			入力レベル	印加電圧 DC 24 V, 流出電流 10 $\sim$ 15 mA
制御	計	デジタル出力 [DO]	入力継続時間	100 ms 以上
			入力コード	BCD 3 けた/6 けた (ストロブ信号付き)
			出力容量	2 量/1 量, 非絶縁
		デジタル入力 [DI]	出力レベル	印加電圧 DC 30 V 以下, 駆動電流 30 mA 以下
			出力コード	BCD 3 けた/6 けた (ストロブ信号付き)
			出力項目数	20 項目 (個別入力)/100 項目 (コード入力), 一括絶縁
	制御	制御入力 [CI]	入力項目数	20 項目 (個別入力)/100 項目 (コード入力), 一括絶縁
			入力レベル	印加電圧 DC 24 V, 流出電流 10 $\sim$ 15 mA
			入力継続時間	100 ms 以上
		制御出力 [CO]	入力コード	選択 $nC_1$ ( $n \leq 20$ ) 制御 $sC_1$ /群 $10C_1$ 点 $10C_1$ 制御 $sC_1$
			出力項目数	3 位制御 (開, 閉, 停) 2 項目, 2 位制御 (入, 切) 8 項目
			出力レベル	無電圧 a 接点 印加電圧 AC/DC 110 V 以下, 駆動電流 150 mA 以下

設置し、伝送路を介して接続される。図 6. に構成図を示す。この構成の特長は以下のとおりである。

- (1) 小形で前面保守が可能であるため、計装盤、壁掛け盤などへの収納が可能であり、省スペース化が実現できる。
- (2) 親局では工学値変換後のデジタル表示、故障種別に対応した表示灯の点灯・フリッカ・警報が可能である。
- (3) 警報停止・フリッカ停止・ランプテストなどの入力処理が可能であり、スイッチ入力用及び表示・警報出力用の補助リレー類が一切不要である。

上記基本構成の応用として、上位処理装置とリンクさせた構成とすることもできる。《MELFLEX 220》は、処理装置と接続する汎用インタフェース (RS 232 C) を有しており、例えばパーソナルコンピュータなどと接続して CRT での監視、プリンタによる作表などが可能である。図 7. に構成図を示す。この構成の特長は以下のとおりである。

- (1) 重要な表示・計測値は、監視制御卓に表示、詳細データは



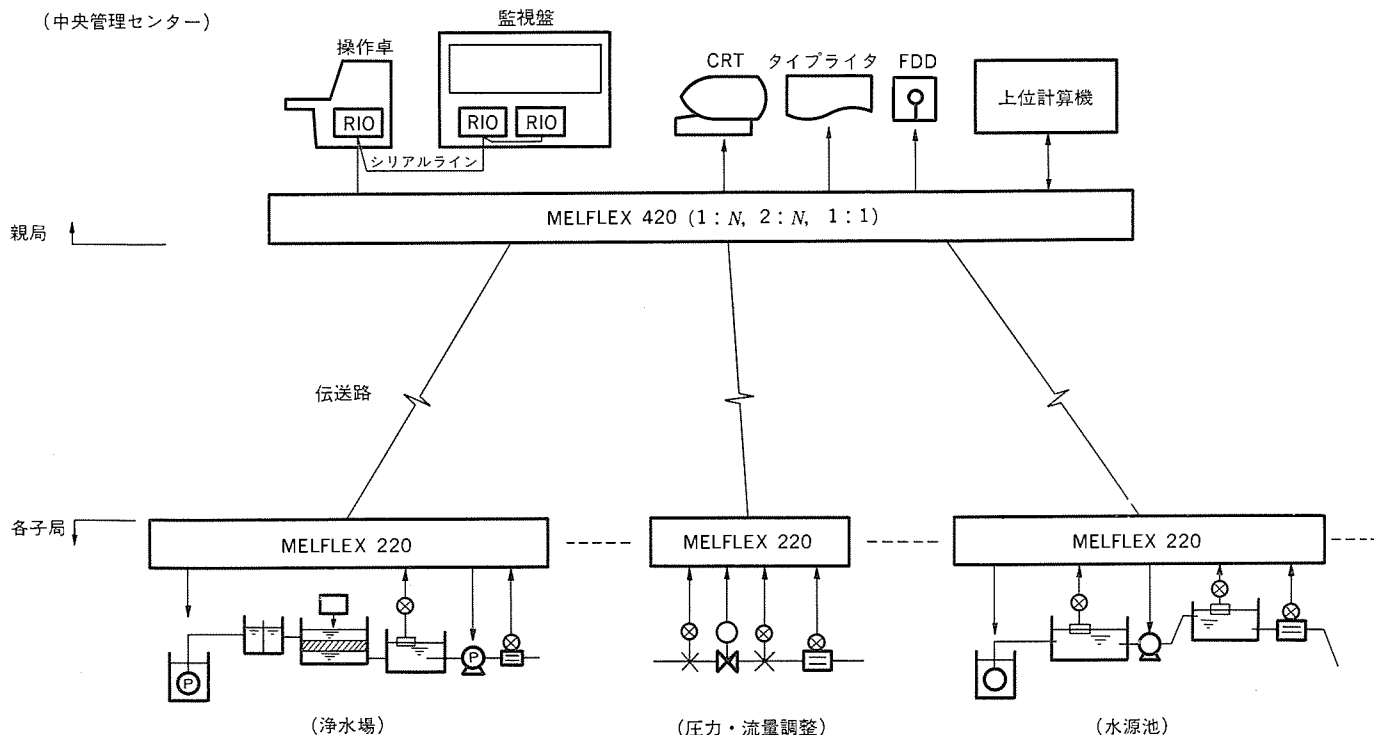


図 9. 中・大規模構成

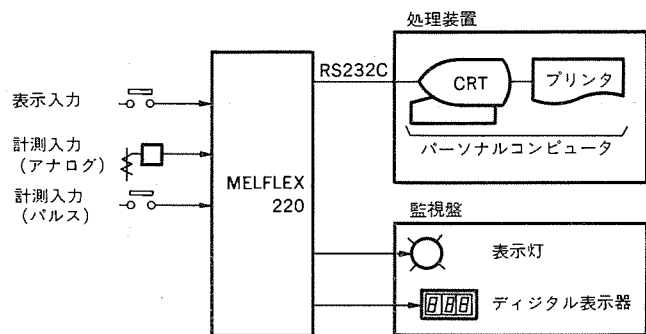


図 10. 単独構成

種々の応用が可能である。

## 5. む す び

以上、小容量遠方監視制御装置《MELFLEX 220》についてその概要を述べた。

インテリジェント化、シリアルIO化によりシステム構築の柔軟性が向上し、ユーザー各位の期待に十分こたえるものと確信する。

LSIの進展は目ざましく、遠方監視制御システムへのインパクトも今後とどまるを知らないであろう。今回の開発をベースに更に、①高信頼化、②高機能化、③低価格化を目ざしてまい(邁)進する所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 勝見ほか：1チップ低速モデム用LSI，三菱電機技報，56，No. 4 (昭57)
- (2) 村田ほか：三菱広域監視制御装置《MELFLEX》のシリアルIO，三菱電機技報，58，No. 4 (昭59)

例えば処理装置にパーソナルコンピュータを使用すれば、前述4.1節と同じ機能が実現する。

### (2) 自局データの収集・処理

親局側にも監視・制御対象設備のあることが多い。このとき、自局データの収集・処理用として使用すれば、テレコン・テレメータ装置の親局と同一扱いができ、監視・操作方式の統一を図ることができる。

以上、適用例の一部について述べたが、更に階層構成システムなど

# 三菱高精細度画像処理・画像ファイル装置

藤野正太郎\*・藤村 成男\*・三浦 直彦\*

## 1. ま え が き

画像処理、画像 ファイル に対する ニーズ は近年ますます増大し、その利用分野も拡大する傾向にある。その中で、高解像度を必要とし、かつ階調性を必要とする画像を取り扱う分野においては、画像データの容量が膨大になることから、その電子化が遅れていた。近年、記憶素子の集積度の向上、低価格化が進み、これらの分野においても比較的低価格で実現できるようになってきた。また、記録媒体として容量が飛躍的に増大した光ディスクの登場により、高精細度画像のファイリングが現実的なものとなってきた。この装置は、このような背景のもとに写真付き文書のファイリング、X線写真の解析、ファイリングなどの分野に目標を設定し、開発されたものである。

この報告では、この装置の構成、機能概要、処理画像例について紹介する。

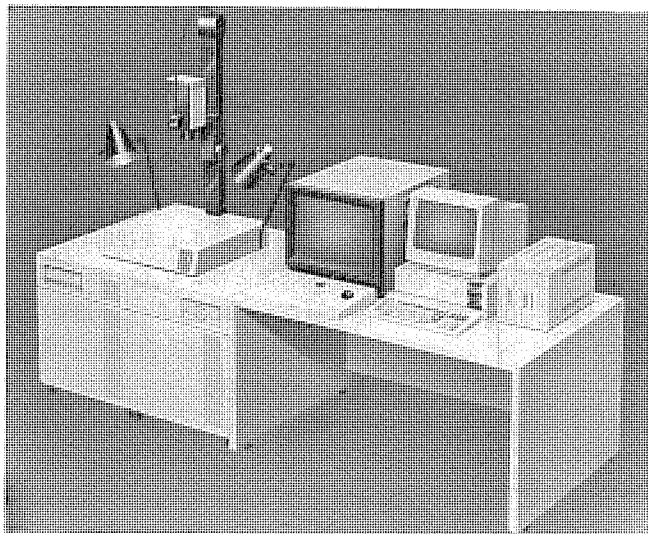


図 1. 装置の外観

## 2. 概 要

この装置は階調性を持つ高精細度画像の画像処理・画像ファイル用に開発されたもので、従来のものよりも高品位な画質を要求する分野において画像の電子化を目指したものである。高解像度のTVカメラによる画像入力、光ディスク装置による画像のファイリング、ハードウェア、マイクロプロセッサによる画像処理機能にその特長を有する。開発にあたり設定した基本仕様は次のとおりである。

- (1) 高解像度、階調性が要求される画像に対応可能で、十分従来の写真と置き変り得る画質を有すること。
- (2) 画像処理機能をリアルタイムに実現でき、かつ専用キーボード化により、簡単に操作できること。
- (3) 従来、時間のかかっていた画像入力を短時間に行えること。
- (4) 十分なファイル容量を有する媒体を用い、ファイルスペースの削減、検索の容易性を実現すること。

主な画像処理機能は階調処理、拡大、画像間演算、疑似カラー、濃度分布表示などである。

## 3. ハードウェア構成

この装置は図 2. に示すように画像入出力装置 (IIO : Image Input Output equipment) と画像処理装置 (IP : Image Processor) を中心に、画像入力部として高解像度 TV カメラ、画像出力部として高解像度 ディスプレイ、ファイル装置として光ディスク装置及び制御用計算機から構成される。その他 オプションのハードコピー機器としてフォトプリンタの接続が可能である。図 2. にシステム構成、表 1. にハードウェア仕様を示す。

### (1) 画像入力部

走査線約 1,500 本の高解像度 TV カメラを使用している。そのため短時間に画像を取り込むことが可能である。

### (2) 画像入出力装置 (IIO)

4 画面分のフレームメモリ及び TV カメラ、高解像度 ディスプレイ、光ディスク装置、制御用計算機、画像処理装置とのインタフェース機能を持ち、画像データの入出力を行う。その内部構成を図 3. に示す。

### (3) 画像処理装置

この装置の中核をなす部分であり、画像メモリ (2 画面)、ビットプレーンメモリ、ルックアップテーブル (LUT)、ALU、各種インタフェース、専用キーボードからなり、これらの専用ハードウェアをマイクロプロセッサで制御することにより、各種画像処理、グラフ表示などをリアルタイムで行う。専用キーボードには各種ファンクションキーが有り、各種画像処理を行うことができる。また、表示部、トラックボールを有し、画面上のアドレス、濃度の表示及びアドレスの指示、各種パラメータの設定を行うことができる。これらにより、画面及び表示部を見ながら各種画像処理を容

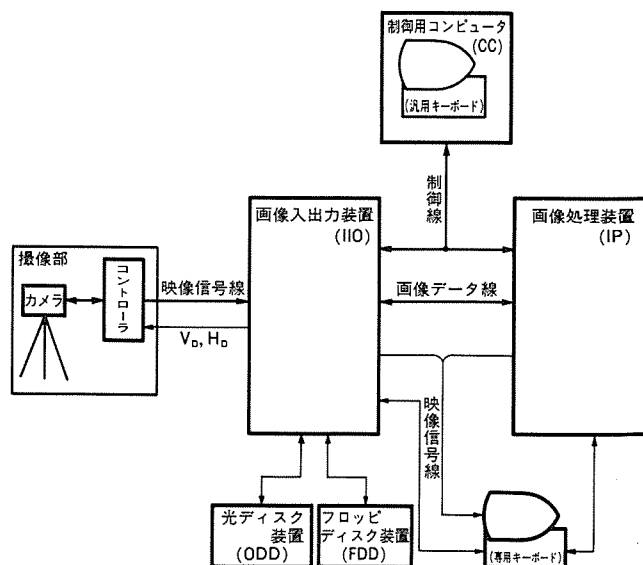


図 2. システム構成図



表 1. ハードウェア仕様

機 能	仕 様	備 考
画 像 メ モ リ	IP 1,440×1,440×8 ビット 2 画面 I/O 1,440×1,440×8 ビット 1～4 画面	
ビットプレーンメモリ (オーバーレイ用)	IP 1,440×1,440×1 ビット 1 画面	
ルックアップテーブル メモリ (階調処理用)	IP { RGB 共通処理用 1 式 RGB 個別処理用 1 式 入出力濃度圧縮/拡大用 1 式	256 B
入 出 力 機 能	I/O 複合映像信号入力 1,536 本 " 出力 1,505 本 2:1 インタレース (1,440×1,440 ピクセル表示)  シリアル入出力 4 Mb/s GPIB インタフェース 光ディスク装置インタフェース フロッピーディスクインタフェース RS-232 C インタフェース  IP 複合映像信号出力 1,505 本 2:1 インタレース (1,440×1,440 ピクセル表示)  シリアル入出力インタフェース 4 Mb/s GPIB インタフェース フォトプリンタインタフェース キーボードインタフェース 計算機 GPIB インタフェース RS-232 C インタフェース	カメラ入力用 モニタ出力用  画像データ転送用 制御用 画像ファイル用 " 拡張用 モニタ出力用  画像データ転送用 制御用  制御用 拡張用
画像ファイル機能	光ディスク装置 約 350 画面/枚 フロッピーディスク装置 1 画面/2 枚	
ハードコピー機能 (オプション)	フォトプリンタ/接写式	

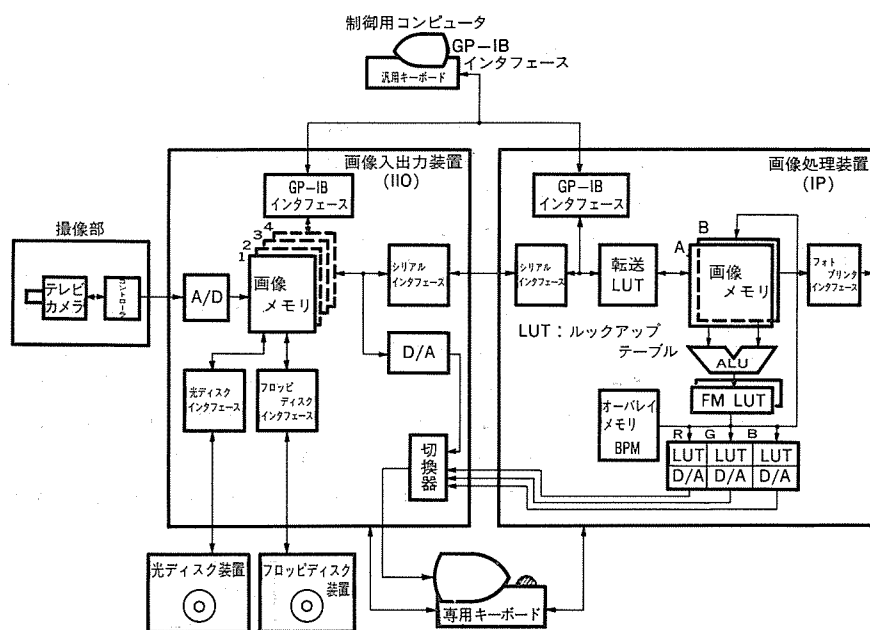


図 3. 画像入出力装置、画像処理装置の内部構成

易に行うことができる。画像処理装置の内部構成を図 3. に示す。

#### (4) 高解像度ディスプレイ

高解像カラーモニタディスプレイを使用し、高精細度のモノクロ画像、疑似カラー表示が可能である。

#### (5) 光ディスク装置

約 700 MB/枚の容量を持つ光ディスク装置を使用し、光ディスク 1 枚当たり約 350 枚の画像をファイルすることが可能である。

#### (6) 制御用計算機

画像登録、検索制御用にこの装置はパーソナルコンピュータ《MULTI 16》を使用している。この計算機では、画像入出力装置、画像処理装置、光ディスク装置間の画像データの転送制御、画像データの登録、検索を行い、検索情報はフロッピーディスクにより管理する。インタフェースは高速 GPIB を採用しているため、他のホスト計算機などとの接続も容易

に行える。

#### (7) フロッピーディスク装置

画像の編集などのため、一時的に画像を記録しておく必要が生じた場合、フロッピーディスク装置に記録する。画像データが 1 枚当たり約 2MB であるので、2 枚で 1 画面を記録することになる。

### 4. 機能概要

この装置では前述のハードウェアを用い、以下に示す機能をファームウェア及び制御用計算機のソフトウェアにより実現している。

#### 4.1 画像処理機能

画像処理装置の専用キーボードのキー操作及びトラックボールによるパラメータ、画像データ内位置の設定により表 2. に示す各種の処理を 1,440×1,440 ピクセルについてリアルタイムに行い表示する。処理内容は拡大(ズームング)、部分切出しなどの画像の部位に関する処理、階調補正、疑似カラー表示の画像の強調、修正に関する機能、画像間演算、グラフ表示機能などを有する。表 2. に画像処理機能一覧表を示し、以下に代表的なものを説明する。

##### (1) 階調補正

ルックアップテーブルと呼ばれる濃度変換テーブルを画素データに適用することにより、画像の階調を補正する。補正テーブルは画面上にグラフとして表示され、トラックボールを使用して、グラフを変化させることによりその補正画像をリアルタイムで見ることができる。この機能によりコントラストの強調、任意の濃度部分の強調などの処理が可能である。

##### (2) ズームング

画像データを 2 倍の大きさに拡大して表示することができる。2 枚の画像メモリを使用し、拡大を繰返すことにより、 $2^n$  倍の拡大が可能である。

表 2. 画像処理機能

機 能	仕 様
階 調 補 正	IP { RGB 共通処理 RGB 個別処理 入出力時処理 トラックボールによるルックアップテーブルの変更固定パターン
カ ラ ー 表 示	RGB 個別処理によるシェードカラー表示トラックボールにより可変
ズ ー ミ ン グ	$\times 2^n$ に画像拡大
ローミング	モニタ画像の高速移動 (トラックボールによる)
部 分 処 理	四角形切出し機能による部分処理、曲線形の切出し記憶、ローミング/イメージコンパインとの組合せによる合成
プ ロ フ ァ イ ル	切断面上の濃度分布のグラフ表示
マ ル チ ス ク リ ー ン	縦面転送により 4 画面同時表示
イ メ ー ジ コ ン パ イ ン	2 画面間の加減算、論理演算
そ の 他	ルックアップテーブル内容のグラフ表示 スーパーインポーズ (英数字、カナ)

### (3) ローミング

モニタ画像を移動させる機能で、トラックボールを操作することにより、表示されている画像を任意の方向へ移動させることができる。

### (4) プロファイル

画像の指定された線上の濃度レベル分布をグラフ表示する機能で、トラックボールにより表示したい線を画面内に設定することにより、任意の位置の濃度レベル分布を表示することができる。

### (5) イメージコンバイン

二つの画像メモリを用い、2種の画像間の加減算、論理演算を行うことができる。演算の種類は制御用計算機により指定する。この機能により、2画面間の相違、組合せが可能となる。

### (6) 画面位置・濃度表示

画面上に表示されたカーソルの位置、及びその点の濃度を数値表示する機能を持つ。トラックボールにより画面上の任意の点を指示することが可能であり、画像データの定量的把握、階調処理への応用が可能となる。

## 4. 2 画像ファイル機能

制御用計算機により光ディスクに画像を記録・登録し、検索する機能を有する。

### (1) 画像データの登録

画像データの登録に際しては、画像データとともにルックアップテーブル、検索情報を登録する。また、ディスク単位・画像データ単位にコメントを付加することも可能である。

### (2) 画像データの検索

登録された検索情報により、画像データを検索する。検索情報としては、シーケンシャルナンバーと標題があり、各々をキーとして検索することができる。

### (3) ルックアップテーブルの登録・ファイル

ルックアップテーブルを画像データとともに記録することにより、画像処理内容の再現が可能になる。またルックアップテーブルは標準パターンのほか、ユーザーがパターンを作成し、登録することも可能である。

### (4) 濃度圧縮ファイル

画像データの濃度をルックアップテーブルを経由することにより、256段階から16段階、4段階、2段階へ圧縮してファイルすることが可能である。この機能により、例えば文書のような2値化が可能な画像の場合には、光ディスクの容量を節約して登録することが可能となる。

## 4. 3 文字・グラフ表示機能

1ビットの画像メモリであるビットプレーンメモリを使用することにより、グラフや文字を表示する機能を有する。ルックアップテーブルのグラフ表示、濃度パターンの表示、英数字・カナの表示が可能である。文字パターンの入力、制御用計算機から行う。文字などを表示した状態で光ディスクに登録することも可能である。

## 5. 画像処理例

この装置により入力した画像の例及び処理した画像処理例を図4.～図9.に示す。

### 5. 1 入力画像例

図4.～図6.に示すように写真付き文書、X線写真、打刻印字写真などが十分な解像力でファイルすることが可能である。

### 5. 2 画像処理例

図7.～図9.に各々画像処理をほどこした処理例を示す。

#### (1) 階調補正

図7.に図4.のX線写真を階調補正し、画像の強調を行った例を示す。またこの例ではトラックボールにて入力したルックアップテーブルのオーバーレイ表示を行っている。このようにユーザーはトラックボールを操作することにより、所望の画像をリアルタイムで得ることができる。

#### (2) 拡大処理

図8.は図5.を2倍に拡大した例であり、十分な解像力を有することを示している。この操作を繰返すことにより $2^n$ 倍の拡大が可能である。

#### (3) 濃度プロファイル

図6.は濃度プロファイルを表示した例を示す。図に示されたグラフが十字線で示す線上の濃度の分布を表している。トラックボールを操作することにより、任意の位置の濃度の表示が可能である。

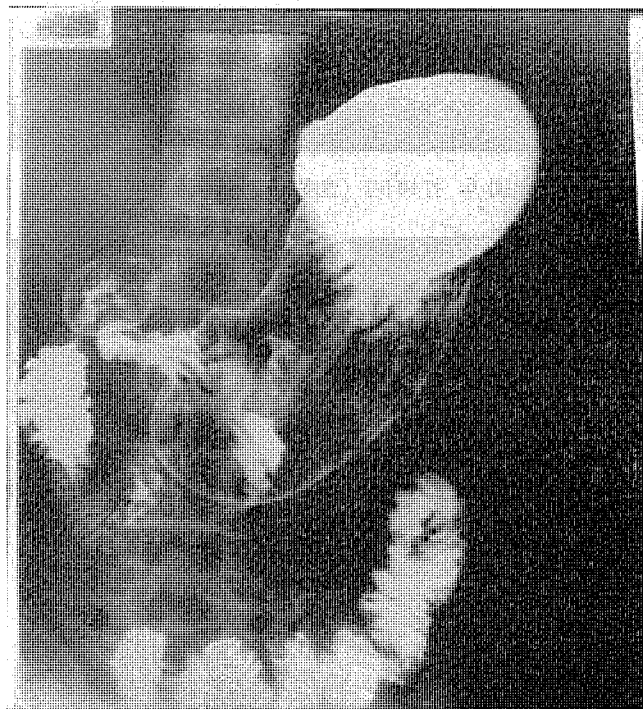


図 4. X線写真 (原画)

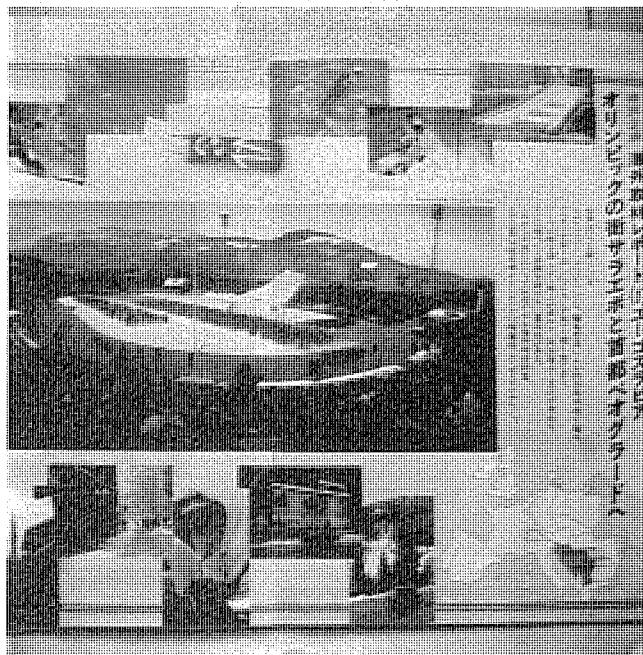


図 5. 写真付き文書 (原画)



図 6. 打刻印字 (濃度 プロファイル 表示)



図 8. 写真付き文書 (拡大処理)

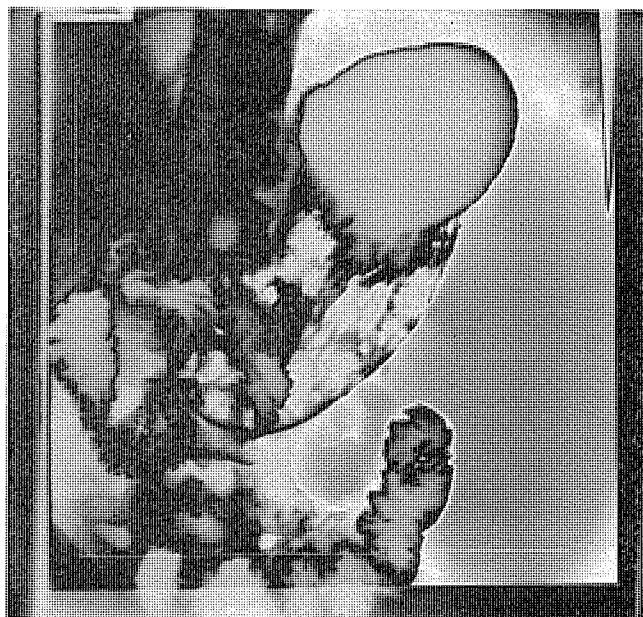


図 7. X線写真 (階調処理)

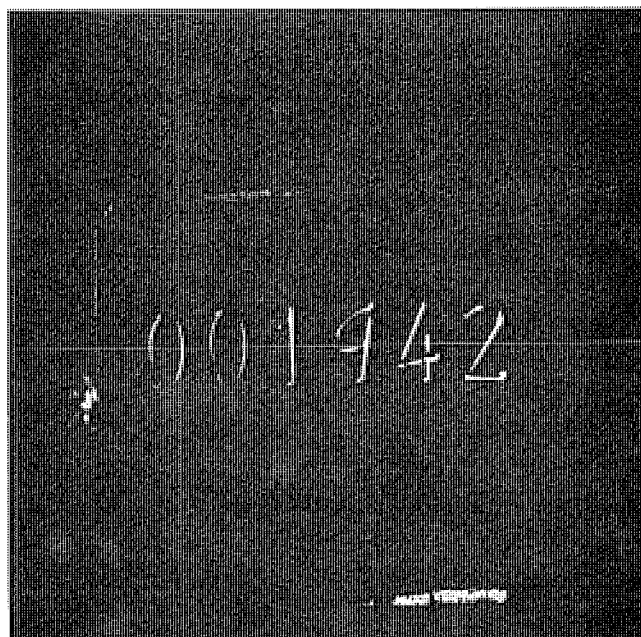


図 9. 打刻文字 (階調処理—2 値化)

#### (4) 2 値化画像例

図 9. は階調補正により 2 値化した例を示している。このような画像例はファイル登録時に同様に 2 値化圧縮登録することにより、データ圧縮した形で記録することができる。

### 6. む す び

以上、このたび開発した高精細度画像用の画像処理、画像ファイル装

置の機能概略、処理画像例などを紹介した。この装置は、写真を含む文書のファイル、X線写真のファイル・解析などの分野に利用されることが期待される。今後は大容量の画像データを画質を損なうことなくデータ圧縮する技術の応用、及び高画質かつ取扱い容易なハードコピー機器の採用を行い、この装置の利用分野を拡大していく所存である。

# インバータ搭載ヒートポンプエアコン《霧ヶ峰》

松田 謙治\*・手塚 興文\*・杉山 肇\*\*・山田 秀彦\*・新井 弘明\*

## 1. ま え が き

近年の暖房機市場においてヒートポンプ（暖冷房兼用形）エアコンの伸長が著しく、エアコン全体からみてもヒートポンプの構成比が、昭和59年度では過半数を越えるまでに至っている。特にヒートポンプエアコンは、安全、清潔、省スペースの点で、他の暖房機にないメリットがあり、更に低消費電力化、高暖房能力化が大幅に改善され暖房機としてその性能が多くのユーザーに注目されてきた。その中でも省エネルギー性、快適性を追求したインバータエアコンの開発が業界間で活発に行われており、当社もエアコン《霧ヶ峰シリーズ》として、インバータと独自の省エネ冷凍サイクル《ミクロス》回路、液晶表示付きワイレスリモコンを搭載したデラックスタイプのMSHZ-2230 R、2830 S形（図1.）と普及タイプながらワイレスリモコンを搭載したMSHZ-2231 RF形を開発し、インバータエアコン機種系列の拡大、充実を図った。

ここでは、より商品性を向上させたインバータエアコン《霧ヶ峰》の構成、特長とその省エネルギー性、快適性をデラックス機種（MSHZ-2230 R形）について紹介する。

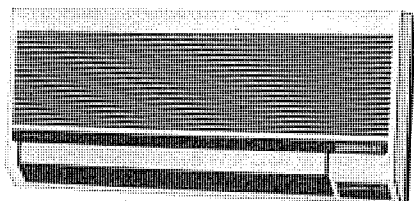


図 1. MSHZ-2230 R-W/BR/M, MSHZ-2830 S-W/BR/M 形室内ユニット

## 2. 開発のねらい

インバータ自身の特性向上を基本に、ヒートポンプエアコンとしてのインバータ搭載エアコンの特性向上という観点から開発を行ってきた。開発ポイントをまとめると次のようになる。

### （1）省エネルギーの推進

インバータによる容量制御に《ミクロス》回路を付加して、あらゆる点でより省エネルギーを追求する。

### （2）快適性の推進

暖房性能の改善として立上り特性、低温特性をインバータエアコンにて対処するとともに、エレクトロニクスドライの充実及び快適コントロールを、温度、湿度、空力特性の面から追求する。

### （3）トータル空調

機能性の向上として自動運転の採用やオールワイレスリモコン化、更に加湿、換気も含めた制御もエアコンに取り入れ、トータル的な空調を可能にする。

### （4）機種系列の拡大

様々な市場ニーズに十分対応できるように、能力面、価格面、デザイン面から機種系列を拡大、充実させる。

## 3. インバータエアコンの構成と特長

### 3.1 制御系統

このユニットの制御系統の構成図を図2.に示す。室内側はワイレスリモコンと室内ユニットで構成され、各々マイコンにより制御されている。ワイレスリモコン内のマイコンは、入力系統として、操作部（キースイッチ部）、センサ部（温度センサ、湿度センサ）、出力系統として表示部、送信部からなっている。リモコン用マイコンでは、使用者が選択した運転モードを受取り、温度センサ、湿度センサで検出された温・湿度データを基に運転内容を演算し、表示部へ出力するとともに、送信部の発光ダイオードから運転モードや温・湿度信号などをシリアル信号により室内マイコンの受信部へ伝送している。表示部は、使いやすさ、低電力化の観点から液晶表示を採用し、温度、時間、運転モードをデジタル表示している。また表示部と操作部が一体化され、操作性の向上も図られている。

室内ユニット用マイコンでは、受信部を通してワイレスリモコンから送信されたシリアル信号によって運転状態を判断し、室内送風用電動機や吹出し方向を変化させる同期電動機をもった制御部を駆動させるとともに、室温と設定温度との温度差データや運転モードなどをシリアル信号によって室外ユニットへ伝送している。また室内熱交換器の温度信号や室外ユニットからの霜取信号を受け取って、上記電動機の

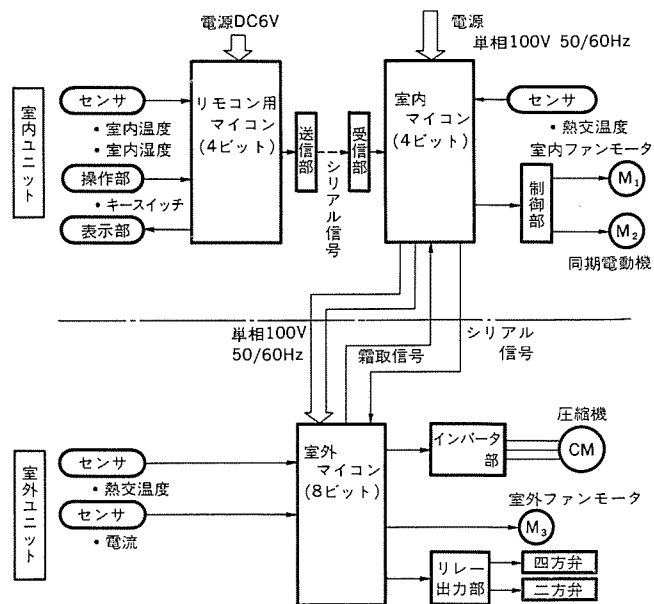


図 2. 制御系統構成図

制御も室内マイコンで行っている。

室外ユニットは、室外マイコンを中心として、インバータ部、電流センサ、室外熱交換器温度センサリレー出力部で構成されている。室外マイコンは、室内からのシリアル信号を解読することにより、室温の変化及びその時間的変化を知り、圧縮機の適正運転周波数を演算し、周波数をインバータ部へ出力する。インバータ部は三相交流を圧縮機へ出力し、電流センサからの情報を勘案しながら、許容電流の範囲内で最高の圧縮機運転周波数で運転する。

また室外マイコンは、室外熱交換器の温度センサの情報によって自動的に霜取運転を行い、霜取信号を室内マイコンへ伝送している。ワイヤレスリモコンから室内マイコンへ伝送するシリアル信号は、33 kHzの搬送波で近赤外光による29ビットのPCM方式、室内マイコンから室外マイコンへ伝送するシリアル信号は、専用の伝送線による12ビットのPWM方式で送っている。

### 3.2 インバータ部

このユニットに採用した周波数可変装置は、出力電圧と周波数を一定率で変化させる可変電圧、可変周波数形のインバータである。インバータは室外ユニット内に設置され、その電源は室内ユニットからVVFケーブルを通して送られる単相100Vを用い、インバータ出力は圧縮機モータの効率の点から三相交流としている。表1.にインバータ仕様の概要を示す。

表 1. MSHZ-2230 R 形仕様

項 目		数 値
性 能	冷 房 能 力 (kcal/h)	2,240
	暖 房 能 力 (kcal/h)	3,500
	除 湿 能 力 (l/h)	1.6
	室 内 風 量 (m <sup>3</sup> /h)	480
	冷 暖 面 積 (m <sup>2</sup> )	冷房 12~18, 暖房 14~18
電 気 特 性	電 源 (φ・V)	1・100
	周 波 数 (Hz)	50/60
	消 費 電 力 (W)	冷房 850, 暖房 1,370
	全 電 流 (A)	冷房 9.9, 暖房 15.3
	力 率 (%)	冷房 90, 暖房 90
機 造	エネルギー消費効率 (kcal/hW)	冷房 2.52, 暖房 2.55
	始 動 電 流 (A)	7
	圧 縮 機 出 力 (W)	750
	送 風 機 出 力 (W)	室内 14, 室外 20
	コンセント定格	125 V, 20 A
インバータ	外形寸法	高さ (mm) 室内 380, 室外 540 幅 (mm) 850 760 奥行 (mm) 129 230+25
	製 品 重 量 (kg)	室内 10, 室外 34
	インバータ方式	正弦波近似 PWM
	出 力 容 量 (kVA)	三相 1.5
	出 力 電 圧 (V)	70~165
周波数可変範囲 (Hz)	30~130	
	始 動 周 波 数 (Hz)	10

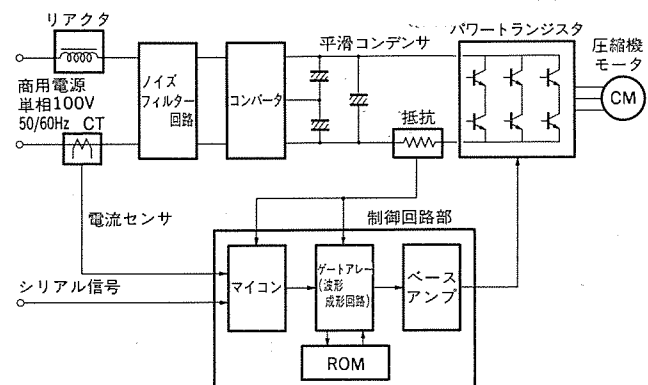


図 3. インバータ構成図

図 3. にインバータ構成図を示す。インバータの主回路は、単相100Vの交流を倍電圧整流によって280Vの直流に交換するコンパクタ部、その直流を更に平滑する大容量コンデンサ、そして出力トランジスタを保護するための電流検出抵抗を経て、6個の出力トランジスタを適宜スイッチングして、直流を再び三相交流に変換するインバータ部で構成されている。そしてルームエアコン専用であることを考慮して、雑音が外部に漏えいするのを防止するノイズフィルター、力率を改善するための交流リアクタなども付加されている。制御回路部にあるマイコンでは、室内ユニットからのシリアル信号、電流センサなどの情報を元に圧縮機の運転周波数（回転数）を決定し、周波数データを波形成形部へ出力する。次に波形成形部によって、正弦波近似PWM信号を発生し、ベースアンプを通じてインバータ部のトランジスタのスイッチングを行い、各周波数の出力波形を成形していく。

### 3.3 インバータ用圧縮機

インバータ駆動用可変速圧縮機は、2極三相誘導電動機駆動の密閉形ロータリ圧縮機を採用している。周知のように、誘導電動機の回転数を変化させる手段としては、周波数を可変とするか極数を可変とするかの二つの方式が考えられるが、今回開発したインバータ用圧縮機は前者の周波数可変方式に当る。また周波数制御に伴い、システムとしての所要負荷特性を満足すべく電圧も可変としている。起動は10Hzによるソフトスタートとし、実運転範囲は30~130Hzで設計している。

可変速圧縮機は、暖冷房負荷に応じて冷媒吐出量が大きく変化するるので、各周波数域での負荷をシミュレーションとシステムの実運転により算出し、軸受部など、しゅう（摺）動部材の検討も行っている。また、高速域での吸入、吐出流速増加による流体損失の増加を低減すべく吸入、吐出ポート部の改良と吐出冷媒への圧縮機冷凍機油の混入比を低減すべくオイル分離構造の採用により、システムとしての性能を十分発揮できるようにしている。

更に、広い駆動周波数範囲に対しての低騒音化も図っている。

### 3.4 冷媒回路

図 4. にこのユニットの冷媒回路を示す。インバータを使用しているため、暖冷房の能力比を圧縮機の回転数を変化させることにより設定でき、従来のエアコンのように暖房、冷房別個に減圧装置を設ける必

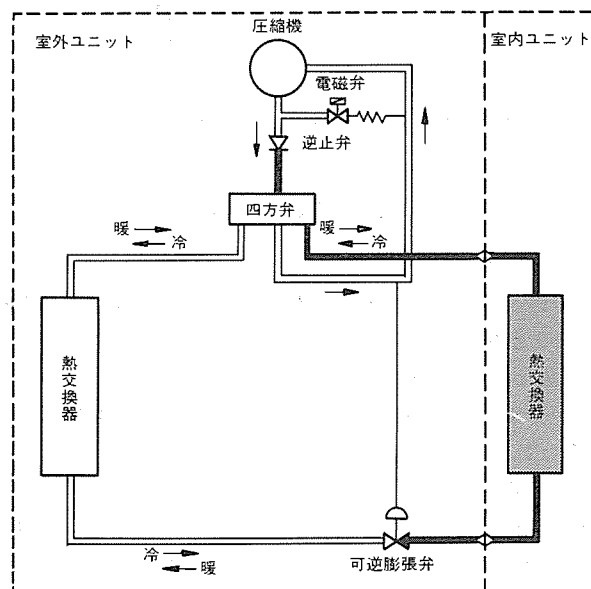


図 4. 冷媒回路図



要もなく、従来の暖房機種に比べて単純な冷媒回路となっている。更にこのユニットでは、当社独自の省エネルギー回路である《ミクロス》回路を採用し、一層の省エネルギー改善を進めている。

《ミクロス》回路とは、圧縮機のオンオフによるエネルギーロスを改善した新冷凍システムで、図4.のように、逆止弁、可逆膨張弁、電磁弁による圧縮機高低圧バイパス回路により構成されている。例えば冷房運転時、圧縮機がオフすると、逆止弁、膨張弁によりメイン回路が瞬時に遮断され、冷媒回路内の高・低圧の圧力状態、冷媒が保持される。これにより、先に述べた圧縮機オフ時の圧力バランス、冷媒移動により、再運転時生じるエネルギーロスの発生がなくなり、再スタート時にはすばやく安定状態に復帰することになる。また、高・低圧が保持されていても圧縮機の起動をスムーズに行うために、圧縮機オフ中と起動時に圧縮機の吐出管、吸入管を電磁弁を介してバイパスさせる回路も設けられている。《ミクロス》回路の省エネ効果については後で述べる。

#### 4. 省エネルギーの推進

##### 4.1 圧縮機容量制御による効果

インバータによる周波数変換を行うことにより、インバータに使用されるエネルギー分の効率低下(約10%)が発生するものの軽負荷時の効率が良くなることと、圧縮機がオンオフしないことによるロスが軽減され、大幅な省エネ効果が生みだされる。

##### 4.1.1 軽負荷時の効率改善

通常のエアコンは、年間のどのような発生負荷に対しても希望環境が得られるように、最大負荷を設定し機種が選定される。負荷の発生は、設定した負荷に対しはるかに低い軽負荷が中心であり、年間を通したエネルギー効率(SEER)は軽負荷時の効率がポイントとなる。インバータのない通常のエアコンは、軽負荷時には圧縮機をオンオフ制御することにより、負荷と能力とをバランスさせている。これに対し、インバータによる容量制御をもつエアコンは、負荷低下に対し圧縮機の容量を低下させ、能力を減少させて負荷とのバランスを保つ。このように圧縮機の容量を低下させた場合、圧縮機容量に対する熱交換器容量の比率が増加するため、圧縮機は容量変化のない場合に比べ低圧縮比運転となり高効率の運転となる。

このユニットは、JIS暖房条件にて、圧縮機周波数90Hzにて定格暖房能力3,500kcal/h、EER2.55の特性を有している。必要暖房負荷が1,750kcal/hの場合、容量制御がないと、オンオフによる効率低下がないとしても前記EERにて、運転率50%にてオンオフ運転を行う。これに対しインバータにより容量制御されると、圧縮機周波数は約40Hzまで低下し、EERは定格時に比べ、約40%改善され、負荷とバランスした能力にて連続運転となる。実際には、オンオフ運転を行うと次に述べる効率低下が生じるため、容量制御による効率改善は更に拡大される。

##### 4.1.2 圧縮機オンオフ時ロスの低減

前記のように通常のエアコンは、圧縮機のオンオフ制御により能力と負荷とをバランスさせている。圧縮機がオンオフした場合、エネルギーロスが発生し運転効率が低下する。その主な要因は、圧縮機がオフすると冷媒回路中の圧力がバランスし、冷媒が移動し有効エネルギーを失うからであり、再度オンした場合、再び定常運転にするには、失ったエネルギー分を費やしてしまうからである。これに対し、インバータによる容量制御をもつエアコンは、圧縮機容量下限(30Hz運転)の能力に対応する負荷まで、負荷追従の連続運転が可能となり、圧縮

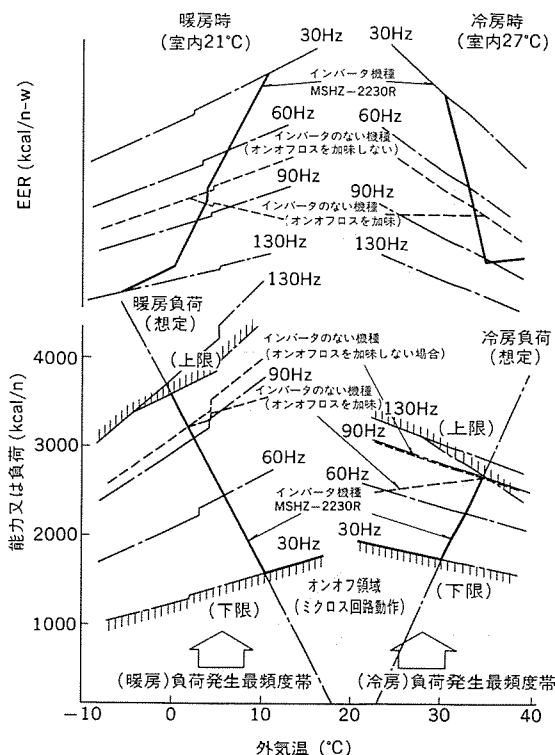


図5. 運転特性(安定時)

機のオンオフが低減し、運転効率が確保される。通常エアコンが50%の運転率にてオンオフ運転すると、サイクル時間によっても異なるが、約15%効率が低下するといわれており、インバータエアコンの負荷追従による省エネ効果も重要なポイントとなる。図5.に外気温、能力、EER、運転周波数による特性図を示す。実線はこのユニット(MSHZ-2230R形)の特性であり、破線はインバータを搭載しない当社標準タイプエアコン(MSHE-2532R形、60Hz)の特性である。負荷発生頻度の高い軽負荷時のEERが大幅に改善され、年間を通した省エネ性が改善されている。冷房の場合、現状の30~130Hzの容量可変幅では、負荷追従制御が完全でないが、このユニットの場合、負荷追従からはずれた圧縮機オンオフ領域になると、次に述べる《ミクロス》回路が効果を有し、この領域での省エネを確保している。

##### 4.2 《ミクロス》回路による効果

《ミクロス》回路の構成、動作原理は先に述べたが、この回路をインバータ搭載機種に導入すると、より大きな省エネ効果、特にエレクトロニクスドライ運転時に効果を発揮する。これは、後で述べるが、エレクトロニクスドライ運転時、温度を下ずに除湿効果を高めるには、頻繁な圧縮機のオンオフが生じるからであり、図6.に示すように、運転率が小さく、1サイクルの時間が短いほど、オンオフ時の効率が低下していき、《ミクロス》回路導入効果が増していく。圧縮機オン時間3分、オフ時間3分の場合を例にとると、《ミクロス》回路導入により、除湿効率(除湿量/入力)は20%程度改善される。

また、冷房・暖房運転時には、圧縮機容量制御により、圧縮機オンオフを極力なくすようにコントロールされるが、図5.に示したように、特に冷房時には現在の容量制御幅では最低周波数で運転させても、負荷とバランスしきれず、圧縮機がオンオフせざるを得ない場合も生じる。この場合、《ミクロス》回路によりオンオフロス発生が抑えられることになる。このように、インバータによる圧縮機容量制御に《ミクロス》回路が加わると、圧縮機のオンオフロスは、あらゆる運転モードで省エネが改善されることになる。

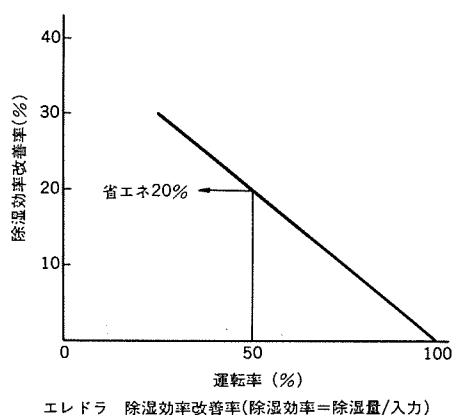
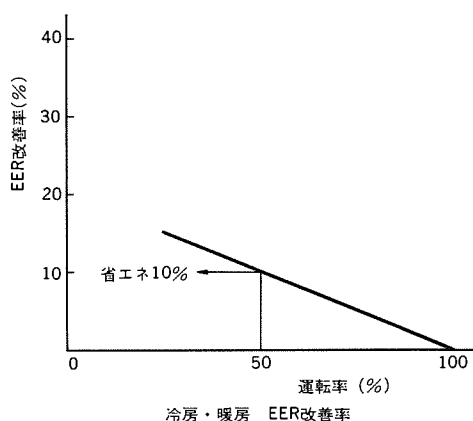


図 6. ミクロス回路の省エネ効果(ミクロス回路なしの場合との比較)

## 5. 快適性の推進

### 5.1 暖房性能の改善

インバータを搭載しないエアコンでは、外気温が低下すると、暖房能力も低下していくが、インバータエアコンの場合、外気温が低下して必要負荷が増加した場合は、圧縮機を最高回転数(130 Hz)まで上昇し、暖房能力を確保していく。このため、外気温 0℃においても暖房能力 3,600 kcal/h を確保している。

同様に、暖房立ち上りの必要負荷の大きい時には、高暖房能力を発揮するため立ち上がり時間も大幅に改善される。また負荷追従により、圧縮機オンオフが低減されることになり、省エネ性の改善だけでなく、オンオフ時の室内温度変化による不快感が解消され、更に霜取運転中には、圧縮機を高回転で運転するため、霜取時間も縮小され霜取運転中の室内温度低下による不快感も解消されるというように快適性の面で大幅な効果が得られる。

### 5.2 エレクトロニクスドライ

エレクトロニクスドライとは、冷媒回路を切換える方式でなく、マイコンにより圧縮機と室内外のファンコントロールをすることにより、除湿主体の運転モードを作り出したものであり、負荷に応じて温度降下を許容限度内にコントロールして、湿度降下を最大限に生み出した冷房の除湿主体モードである。

このユニットでは、温度センサに加えて湿度センサにより、ユーザーの希望する湿度設定を可能にし、設定湿度以下になれば運転を停止させて省エネ運転を実施するだけでなく、図 7. に示すように、温湿度センサによる快適・湿度ライン制御を行っている。快適・湿度

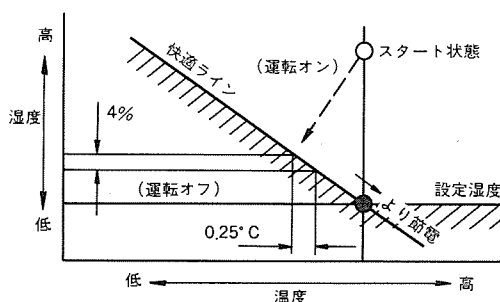


図 7. 快適・湿度ライン制御

ラインとは、温度と湿度により相対的に決定される快適性のうち、同一快適性を得ると考えられる点を結んだラインである。図 7. に示すように、ユーザーが希望する湿度を設定すると、室温と設定湿度により快適・湿度ラインが決定され、このラインに沿って運転がコントロールされてゆく。スタート時の高湿時には、希望する快適性を保ちながら、やや室温を下げて運転し、湿度が低下してくるにつれ、室温を上昇させていき、最終的には希望する湿度になるよう運転を実行していく。このように快適・湿度ラインの導入は、温度降下をユーザーの希望する快適性に合わせてコントロールし、より確実な快適性の制御を可能としている。更に室温の低い場合でも除湿できるように、能力を極力抑えた暖房とエレクトロニクスドライを交互に行って暖房気味除湿運転も可能にしている。

### 5.3 吹き出し方向自動制御

エアコンは対流式の空調機であることから、吹き出し角度のコントロールが快適性のコントロールに結びつく。通常壁掛け形エアコンの設置場所は、省スペースの点から居住空間より上方になることが多い。したがって部屋の温度分布を考えると冷房時は水平吹き、暖房時は下吹きにして部屋全体を空調させることが望ましい。このユニットでは運転モードに応じて吹き出し角度を自動制御する上に、吹き出し温度に応じて吹き出し方向制御を行っている。例えば、暖房運転開始直後は、吹き出し温度が十分上がっていないため、風を直接肌にあけると不快感を与えるので水平吹きにし、暖まってくると下吹きにする制御をとっており快適性を重視している。また冷房時は、通常水平吹きにして温度分布を確保しているが、ユーザーが極度に下吹きにして使用した場合でも一定時間経過すると自動的に水平吹きにして、居住空間の快適性、健康的な冷房を重視している。

### 5.4 その他の改善

快適性の追求として、その他にスイッチ一つでマイコンが居住空間の最適空調手段(運転モード、設定温度、設定風速など)を選定する自動運転を採用して機能性の向上も図っている。また換気ユニット、加湿ユニットを加えてエアコン本体から集中制御を行い、より自然に近いトータル空調を実現し、快適性を更に向上している。

## 6. む す び

以上、インバータエアコン《霧ヶ峰》の特長、機能を述べた。今後、ヒートポンプエアコンは、省エネ性、快適性を中心に生活空間を総合的に空調する手段として開発され続けていくはずである。このためにも、機能の充実、コストの低減をより推し進め、市場のニーズに合った製品を開発するつもりである。



# 低消費電力, 高速大容量128KビットCMOS EPROM

豊本 英晴\*・山下 正之\*・張間 寛一\*・安東 亮\*・和気 節雄\*

## 1. ま え が き

FAMOS (Floating Gate Avalanche Injection Metal Oxide Semiconductor) 構造の不揮発性メモリを利用した読出し専用メモリは、紫外線により消去、電氣的に書込みが可能であり EPROM(Erasable and Programable Read Only Memory) と呼ばれている。

この種の EPROM は、ユーザー側で記憶内容を自由に書き換えることができるため、マイクロコンピュータシステム用プログラムメモリなどに幅広く利用されており、CPU (Central Processing Unit) の進歩及びその応用分野の拡大に伴い、大容量化、高速化、高信頼性化の要求が高まっている。当社においても、2 Kビットに始まり、現在では 32 K、64 K、128 K ビットの容量を持つ EPROM を製品化し、市場に供給している。この間、集積度の向上だけでなく、5 V 単一電源化、インタフェースの簡略化などが図られ極めて使いやすくなり、市場の拡大を更に促進した。また、最近ではシステムの小型化などの要求のため、より低消費電力化が望まれるようになり CMOS 化が進められてきた。

この理由は、CMOSIC が高速かつ低消費電力であり、単一電源電圧動作、論理信号電圧の変動幅が大きい、更に広い動作電源電圧を持つなど、デジタル IC として優れた特長を数多く合わせ持つユニークな半導体デバイスであるからである。しかし、EPROM の CMOS 化は、他の半導体デバイスに比べて非常に遅かった。これは、データ書込みの際、高電圧印加を必要とする FAMOS と、本来低電圧で動作する CMOS とを組み合わせることがデバイス的に困難であったためである。さらに、CMOS は同一 Si 基板上に P チャネルと N チャネル MOS トランジスタが共存するデバイス構造を採るため、pnpn 構造を持つ寄生サイリスタを構成し、これがラッチアップ現象を引き起こすことがある。しかし、最近以上のような問題について検討がなされ、CMOS EPROM の開発が行われるようになってきた。

今回、我々は超微細加工技術と高速化回路技術を組み合わせることにより、当社の 128 K ビット nMOS EPROM M5 L 27128 K と完全コンパチブルで、極めて低消費電力、最大アクセスタイム 200 ns の読出し特性を有する 128 K ビット CMOS EPROM M5 M 27 C 128 K を開発した。

ここでは、低消費電力、高速大容量 128 K ビット CMOS EPROM の回路構成、プロセス上の特長及び電氣的諸特性について紹介する。

## 2. 回 路 構 成

M5 M 27 C 128 K は 16 K ワード×8 ビット構成の 128 K ビット CMOS EPROM であり、図 1. の外形写真に示すように、紫外線透過ガラス付きの 28 ピン DIP (Dual Inline Package) に搭載されている。チップの顕微鏡写真を図 2. に示す。チップサイズは  $4.80 \times 6.27 \text{ mm}^2$  で、当社 128 K ビット nMOS EPROM と比較して、CMOS 構造としたにもかかわらず面積で逆に 6.6% 減少している。これは、縮小投影露光法、ドライエッチングなどの超微細加工技術により、表 1. に示す

ようなプロセスパラメータを可能としたことによるものである。

128 K ビット CMOS EPROM のブロック図を図 3. に示す。データ出力は 1 ワード 8 ビット ( $D_0 \sim D_7$ ) 構成であるので、16 K ワードの選択に 14 本のアドレス信号 ( $A_0 \sim A_{13}$ ) が必要となる。また、モード制御信号としては、チップ内回路全般の起動、待機を制御するチップイネーブル信号 ( $\overline{CE}$ )、出力バッファ回路を制御するアウトプットイネーブル信号 ( $\overline{OE}$ )、及びプログラム時の高圧回路を制御するプログラム信号 (PGM) の 3 ラインがある。電源は、プログラム時には 21 V のプログラム電源 ( $V_{PP}$ ) と 5 V の直流電源 ( $V_{CC}$ ) を必要とするが、読出しは 5 V 単一電源で可能である。さらに、入出力レベルは全モードにおいて、TTL コンパチ

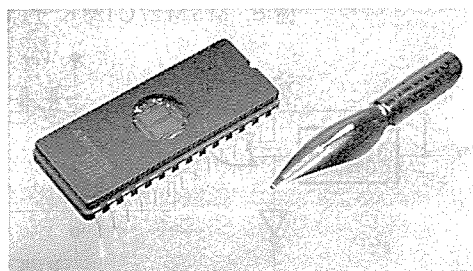


図 1. 128Kビット CMOS EPROM  
M5 M 27 C 128 K の外形

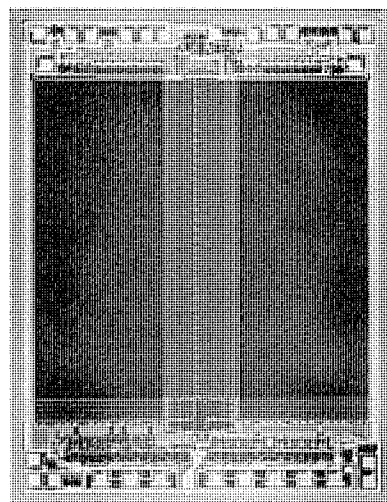


図 2. 128Kビット CMOS EPROM  
M5 M 27 C 128 K のチップ写真

表 1. Main Process Parameters and Design Rules

Transister	Gate length	Oxide
Memory cell	3.0 $\mu\text{m}$	1 G/2 G=700 Å/1,200 Å
N-channel Tr.	2.0 $\mu\text{m}$	500 Å
P-channel Tr.	2.5 $\mu\text{m}$	500 Å
N-channel LDD Tr.	4.0 $\mu\text{m}$	500 Å
P-channel LDD Tr.	4.0 $\mu\text{m}$	500 Å
Diffusion	Width/Space	3.0 $\mu\text{m}$ /3.0 $\mu\text{m}$
Poly Si	Width/Space	2.0 $\mu\text{m}$ /2.0 $\mu\text{m}$
Al	Width/Space	3.0 $\mu\text{m}$ /3.0 $\mu\text{m}$

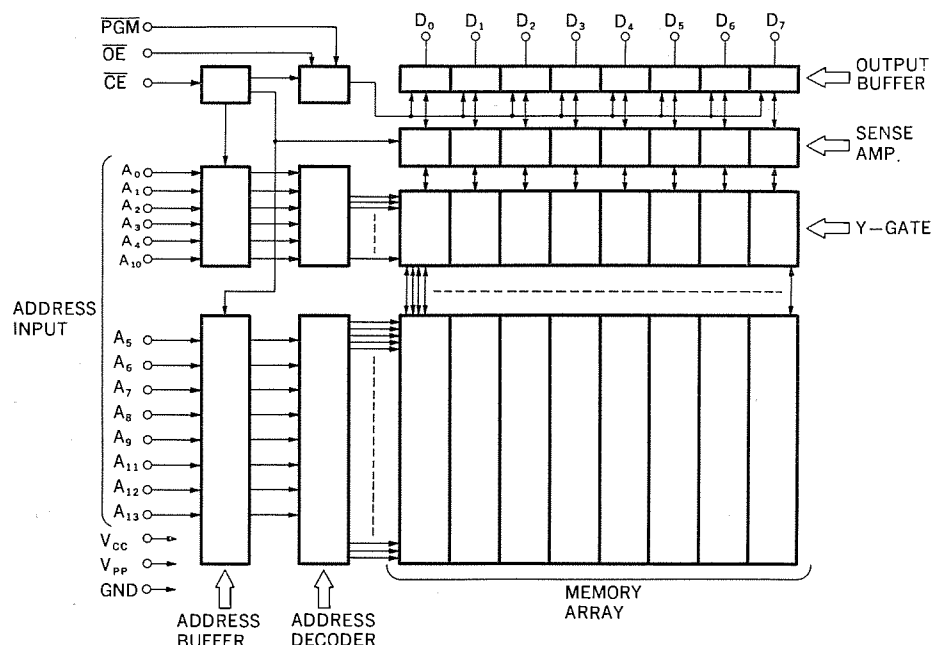


図 3. M5M27C128K ブロックダイアグラム

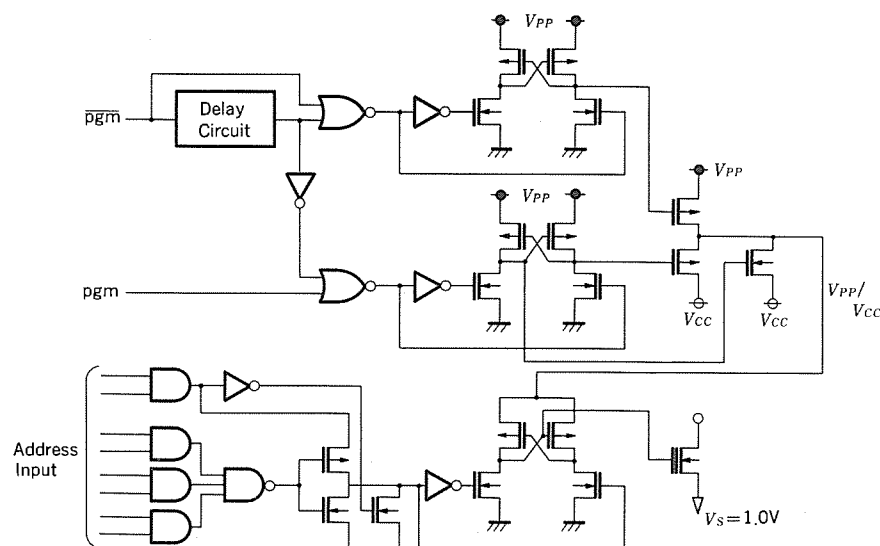


図 4. Voltage Detector & X-Decoder

ブルである。

また、書き込みは従来同様、FAMOS 形 メモリトランジスタのドレインとコントロールゲートに正の高電圧を印加し、チャンネル領域から酸化膜を通してホットエレクトロンをフローティングゲート上に蓄積することによって行われる<sup>(1)</sup>。以上の動作により、読出し時ある一定電圧をコントロールゲートに印加すると、書き込まれた FAMOS 形 メモリは非導通となり、書き込まれていない消去状態のメモリは導通することにより二値の情報を記憶することが可能となる。

我々は、EPROM の開発において回路技術的に最も重要な点は、いかにして FAMOS 形 メモリトランジスタの書き込み効率を向上させるかであると考えた。つまり、いかにしてメモリのコントロールゲートに与える電圧として、外部プログラム電源のレベルを落とすことなくそのまま導くかである。このため、128 K ビット CMOS EPROM には図 4. に示す高圧回路を使用した。図に示すように、プログラム電源 ( $V_{PP}$ ) と電源電圧 ( $V_{CC}$ ) の切換回路を P チャネルトランジスタで構成したことにより、n チャネルトランジスタを使用したときに生じるようなしきい値電

圧分のレベル低下がなく、書き込み時電圧切換回路の出力 ( $V_{PP}/V_{CC}$ ) は  $V_{PP}$  と同レベルとなる。さらに、メモリトランジスタのコントロールゲートのドライブ回路にフリップフロップを使用することにより、コントロールゲートには、ほぼ  $V_{PP}$  レベルの電圧が印加されることになる。これはフリップフロップが、二つの安定な値を取ることができ、この場合、その出力は書き込み時  $V_{PP}$  レベルとなり、非書き込み時 GND レベルとなる特性を持っているからである。また、この特性により、フリップフロップの消費電力は出力レベル決定後、ほぼ 0 となり CMOS の低消費電力特性を生かす上で非常に有効である。さらに、我々は書き込み後のペリファイモード ( $V_{PP}$  に高電圧印加状態での読出し) についても考慮し、電圧切換回路の出力に、更に n チャネルトランジスタを付け加えた。これにより同出力の電流供給能力が向上し、安定動作が可能になり、高速書き込みにおいても十分な書き込みが行えるようになった。

以上のような回路構成に加え、64 K、128 K ビット n MOS EPROM で行われているように 128 K ビット CMOS EPROM においても、書き込み時メモリトランジスタのソースを約 1 V、基板 0 V とすることにより、選択ビットと同一ドレインライン上にある非選択ビットにバックゲートバイアスを印加し、同ビットのパンチスルーを防止し、十分な書き込みを可能としている。以上、述べた回路構成及び回路技術により、書き込み動作は安定に行うことができる。

また、他の回路的特長としては、図 4.

に示すようにメモリトランジスタのコントロールゲートを選択する X-デコーダにおいて、同回路を完全 CMOS とすることにより、低消費電力化を、更にプリデコーダ方式を採用することにより、高集積化を実現している。

### 3. プロセス上の特長

CMOS と FAMOS を組み合わせて EPROM を作る場合、n ウェル CMOS と n チャネル FAMOS の組合せが動作速度及び耐ラッチアップ性の面で勝れている。このことから、我々は 128 K ビット CMOS EPROM において、図 5. に示すように周辺回路には n ウェル CMOS を、メモリトランジスタには n チャネル FAMOS をそれぞれ採用した。さらに、今回は FAMOS 書き込み時に発生するアバランシェ電流をトリガとしてラッチアップが発生しないように、P<sup>+</sup> カット層及び、周辺回路のトランジスタのソース部に基板と同じ導電形の拡散層を形成、接地し、基板の電位安定化を図っている。

また、書き込み時に高電圧が印加される回路には、2 回にわたる不純物注入により、ドレイン拡散層のチャンネル近傍の不純物濃度を操作し、

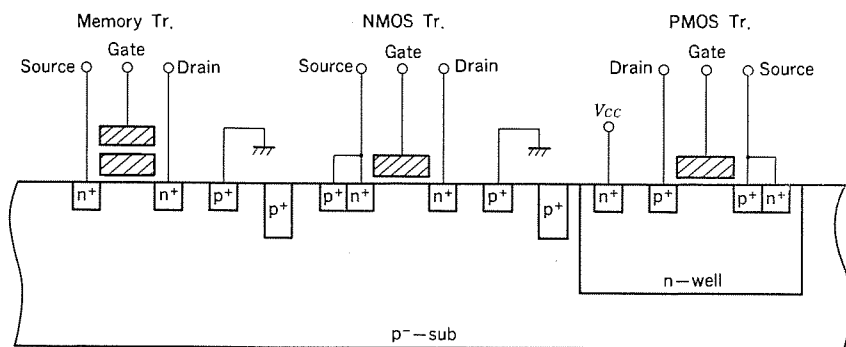


図 5. n-well CMOS Structure

ドレインに高電圧印加時、ドレイン—チャネル間の電界強度を低く抑えた高耐圧 MOS トランジスタを使用した。この操作により、同トランジスタのドレイン耐圧は約 25V と向上した。

#### 4. 電氣的諸特性

##### 4.1 アクセスタイム

読出しは、 $\overline{CE}$  と  $\overline{OE}$  信号で制御され、両信号を“L”レベルにすることにより、選択されたアドレスに相当するメモリトランジスタの記憶内容がデータ端子に現れる。この場合、消去状態のメモリトランジスタの記憶内容は“H”レベルに相当し、書き込み後の記憶内容は“L”レベルに相当している。

アクセスタイムは、基準とする入力信号により  $\overline{CE}$ 、 $\overline{OE}$ 、アドレスの 3 種類で定義され、M5M27C128K の標準サンプルにおけるアクセスタイムの電源電圧依存性は、図 6. に示すとおりである。図から、電源電圧  $V_{cc}=5V$  に対するアクセスタイムは、 $\overline{CE}$  が 130 ns、 $\overline{OE}$  が 50 ns、アドレスが 110 ns といずれも極めて高速であり、当社の nMOS EPROM と比べて何ら遜色ないものとなっている。この理由としては、回路技術的には従来の nMOS EPROM で周辺回路に必要とされていた複雑なブートストラップ回路などが、CMOS 化により簡単化され遅延を引き起こすゲート数が減少したためである。また、プロセス技術的には、微細加工技術をフルに活用したことが上げられる。図 7. にアクセスタイムの周囲温度依存性を示す。図からアクセスタイムの単位温度当たりの変化量は、 $\overline{CE}$  が  $0.45 \text{ ns}/^\circ\text{C}$ 、 $\overline{OE}$  が  $0.17 \text{ ns}/^\circ\text{C}$ 、アドレスが  $0.34 \text{ ns}/^\circ\text{C}$  といずれも周囲温度に対して安定に

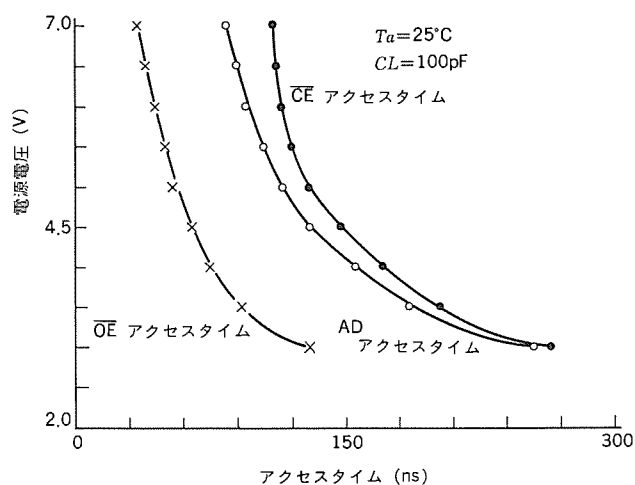


図 6. アクセスタイムの電源電圧依存性

動作している。

##### 4.2 電源電流

メモリ以外の周辺回路に CMOS 構造を採用したため、電源電流は大幅に減少した。表 2. に同容量の nMOS EPROM M5L27128K との比較を示す。表から M5L27128K と比較し、待機時は 99.8%、動作時は 98.9% 電源電流は減少したことがわかる。また、消費電力の周波数依存性を図 8. に示す。図から周波数 4 MHz、電源電圧  $V_{cc}=5.0V$  において、その消費電力は 70 mW 程度であり、静止時 (0 Hz) は 5 mW

まで低下する。さらに、待機時の電源電流の周囲温度依存性を図 9. に示す。同図は  $V_{IH}/V_{IL}=V_{CC}/GND$  の場合であり、図から周囲温度  $25^\circ\text{C}$  において電源電流は 20 nA となっている。以上のような低消費電力特性は、温度上昇による素子の劣化が常に問題と

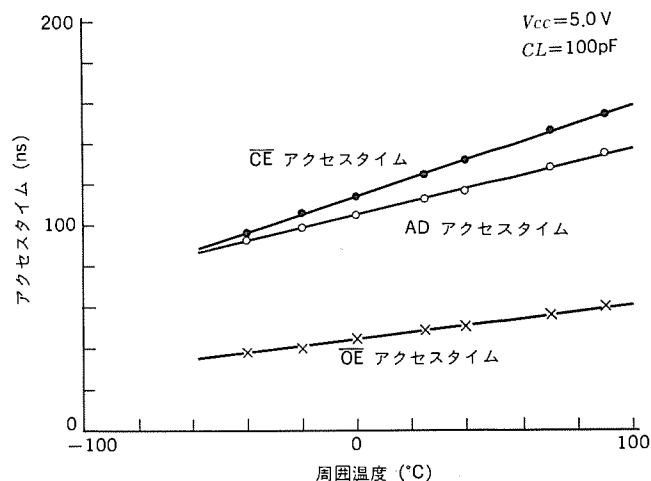


図 7. アクセスタイムの周囲温度依存性

表 2. M5M27C128K と M5L27128K の電源電流比較

	待機時 ( $\overline{CE}=V_{IH}$ )	動作時 ( $\overline{CE}=\overline{OE}=V_{IL}$ )
M5M27C128K	84.0 $\mu\text{A}$	1.1 mA
M5L27128K	45.0 mA	100.0 mA

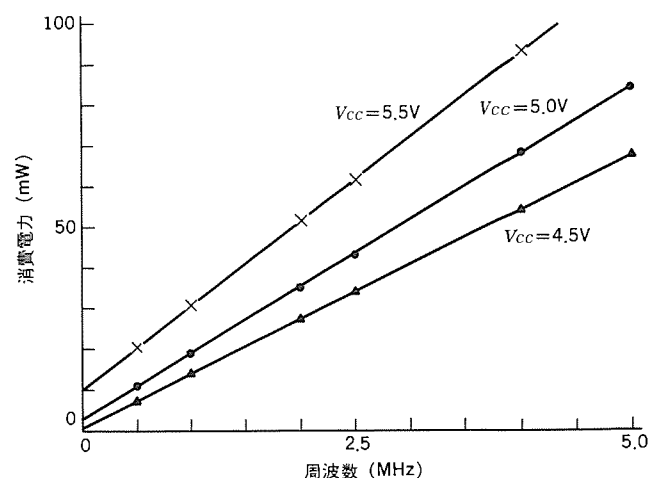


図 8. 消費電力の周波数依存性

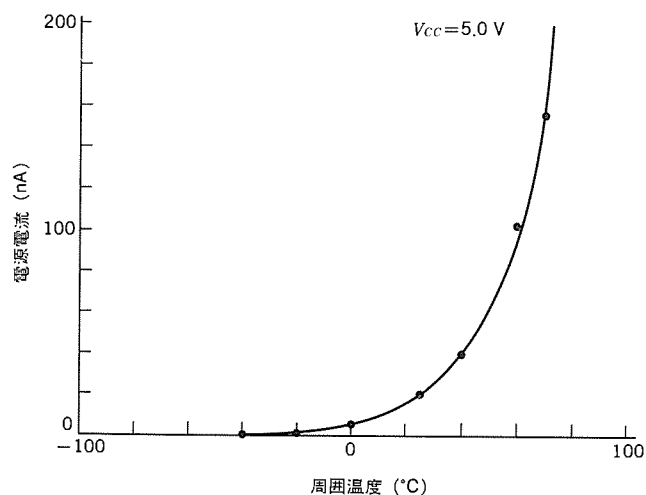


図 9. 電源電流の周囲温度依存性

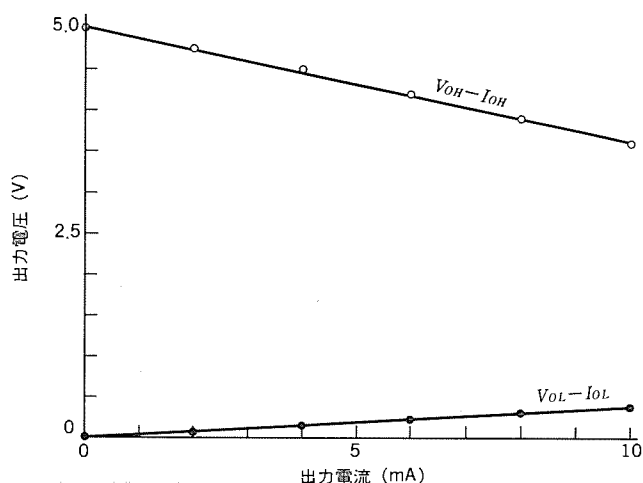


図 10. 出力電圧の出力電流依存性

なる FAMOS 形メモリの信頼性向上にとって極めてよい効果を与えるものである。

#### 4.3 その他の特性

出力電圧 ( $V_{OH}$ ,  $V_{OL}$ ) の出力電流 ( $I_{OH}$ ,  $I_{OL}$ ) 依存性を図 10. に示す。図から、出力電圧の単位電流当たりの変化量は  $V_{OH}$  が  $-0.14 \text{ V/mA}$ ,  $V_{OL}$  が  $0.04 \text{ V/mA}$  であり、CMOS ならではの特長を示すとともに、出力トランジスタの特性向上も示すものである。

#### 5. む す び

EPROM は、マイクロコンピュータと共に、そのプログラムメモリとして発展し、大容量、高速化の道を歩んできた。ところが、nMOS 構造による高集積化が進むにつれて消費電力が増加し、特別な冷却装置を使用しなければ高信頼性を得ることが困難となってきた。このため、低消費電力特性を生かした CMOS の適用が検討され、今回、 $2 \mu\text{m}$  ルールの超微細加工技術と高速化回路技術を組み合わせることにより、低消費電力 128 K ビット CMOS EPROM の製品開発を行った。ここでは、その回路構成、プロセス上の特長及び電気的諸特性について述べた。

CMOS は、回路技術及びプロセス技術の進歩により、その特有の欠点を取り除かれつつあり、高集積回路においては不可欠の技術となってきた。また、今後更に高集積化が進み、EPROM においても 256 K, 512 K ビットと開発が進むと、プロセスの微細化に伴い、CMOS においてもトランジスタそのものの特性、信頼性の面で新たな問題、例えば ホットキャリア 効果、短チャネル 効果などの問題が表面化することは必ず(須)であり、今後の課題である。

#### 参 考 文 献

- (1) P. J. Salsbury et al: ISSCC Dig. Tech. Papers. Feb, P. 186 (1977)



このたび三菱電機では、今年3月から9月まで開催される国際科学技術博覧会〈つくば'85〉の会場内設備として大型画像表示装置（三菱オーロラビジョン）を完成しました。

この装置は、北ゲート側ダベリング広場に設置され、観客に行事、催事実況中継、会場内実況中継、記録画再放映、テレビ中継や自主番組、一般広報などの情報を大形カラースクリーンにより提供するものです。

### 特長

- 世界各国に60台以上の納入実績をもつ三菱オーロラビジョンの経験を生かした最新の大型画像表示装置です。
- 赤、緑、青のカラーCRTを使用した動画及び静止画表示用主スクリーンと緑色CRT単色のメッセージ表示用補助スクリーンの組合せにより、双方の機能を生かしたスクリーン構成となっています。
- 主スクリーンには新しく開発したライティングユニットを使用し、近距離においても高密度の美しい映像を提供します。
- 情報通信センターとは最新の光ネットワークシステムで結合され、未来の情報通信システムを志向したものとなっています。

- 操作室をオーロラビジョン内部に設けており、ローカルにおける放映や実況中継も可能です。
- 最大受電容量 200kVAの省エネルギータイプです。

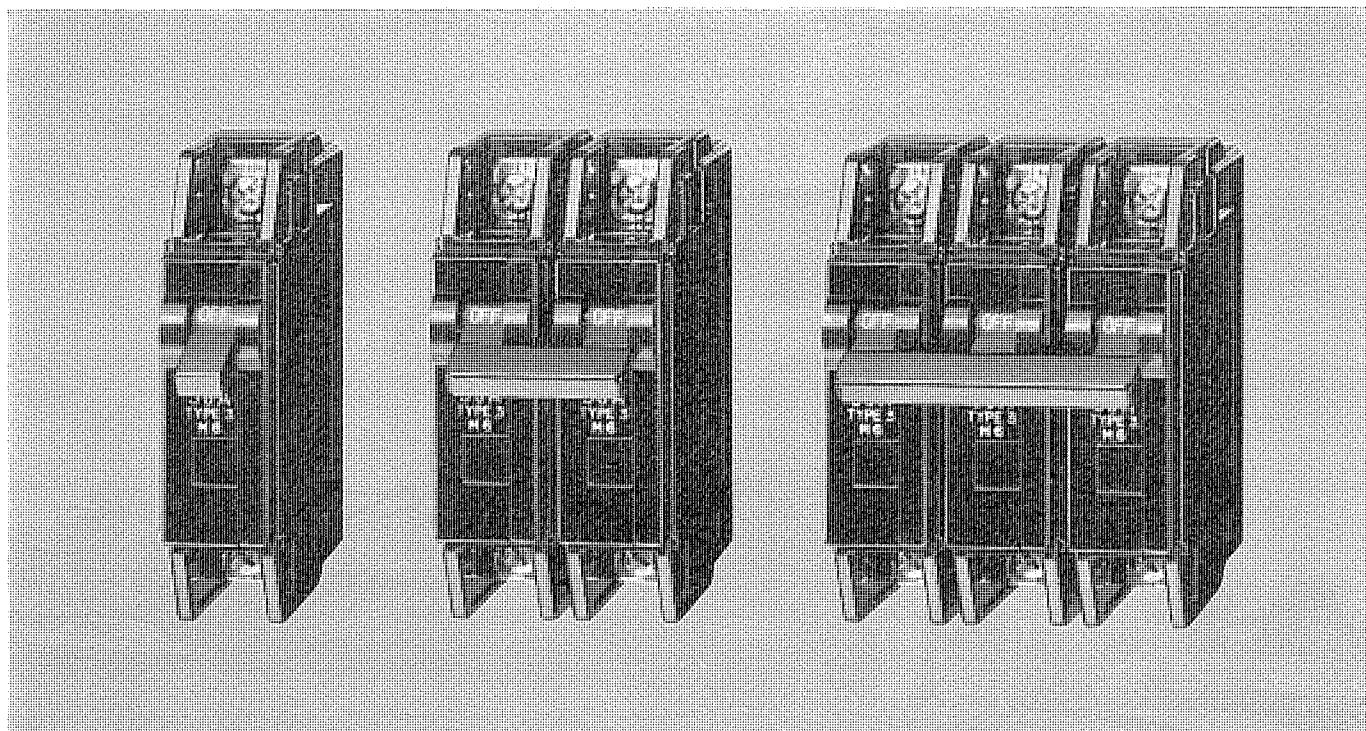
### 全体仕様

項目	仕様
外形寸法	高さ11m×横巾10m×奥行2.5m（鉄骨造4階建）
総重量	55ton
所要電源容量	3φ3W、6.6KV、±10%、200KVA、平均消費電力130KW（昼）
冷却方式	給気扇による空冷方式
視認距離	20m以上
視認角度	水平±60°（中央から）垂直±35°

### スクリーン仕様

項目	主スクリーン部仕様	補助スクリーン部仕様
表示サイズ	縦5.76m 横8.1m	縦1.63m 横8.1m
表示面積	46.7m <sup>2</sup>	13.2m <sup>2</sup>
発光素子	φ20mm3色（赤・緑・青）高輝度CRT	φ28mm緑色高輝度CRT
明るさ（面輝度）	2000nit以上（白色表示）	1500nit
表示階調	64階調	
輝度調整	32階調	32階調
発光素子数	縦240×横336＝80640	縦36×横176＝6336

## 三菱分電盤用ノーヒューズ遮断器 BH-S形



このたび三菱電機では、海外市場における小形分電盤用遮断器に対する高遮断容量化及び引外し特性の多様化の要求に応え、従来のBH形ノーヒューズ遮断器と同一外形の海外市場向け高遮断容量遮断器BH-S形を発売しました。

このBH-S形ノーヒューズ遮断器は、高速開極機構、磁気駆動転流遮断方式などの新技術を採用した、高速高限流遮断器です。

### 特長

#### ●高速高限流遮断

瞬時引外し機構が直接接点を開極させる高速開極機構と、発生したアークを瞬時に消弧装置に転流させて限流遮断を行う磁気駆動転流遮断方式を採用。従来品に比べ、遮断時間を $\frac{1}{2}$ 以下に、通過エネルギーを $\frac{1}{2}$ 以下におさえた高速高限流遮断を実現しました。このため、上位遮断器との選択協調も有利に行うことができます。

#### ●高遮断容量

240V/415V 6KAと、従来品の2倍以上の遮断容量があります。

●各種の引外し特性があります。負荷機器の特性に応じて自由な選択が可能です。

●BS、IEC、CEE等の多くの国際規格に適合しています。輸出専用品です。

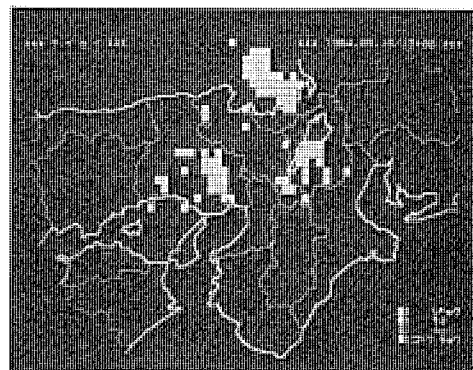
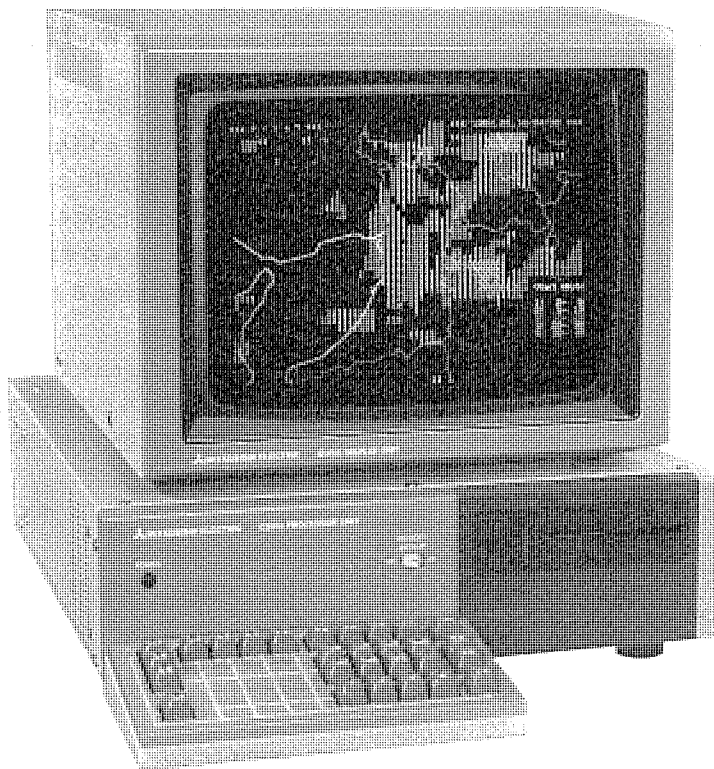
●BH形ノーヒューズ遮断器と主要外形寸法及び取付寸法を合わせています。

### 仕様

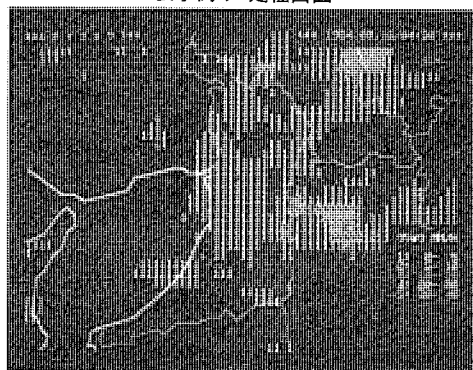
形 名	BH-S	
極 数	1	2、3
定格電圧 VAC	240/415	415
定 格 電 流 A	5.10.15.20.30 40.50.60	10.15.20.30 40.50.60
定格遮断容量	AC240/415V 6KA	AC415V 6KA
引 外 し 方 式	熱動-電磁	



## 降雨の状況がひと目でわかる防災業務に最適な レーダ雨量計用簡易型データ傍受端末装置



表示例 1 定性画面



表示例 2 定量画面

レーダ雨量計は、気象による災害防止や水資源の有効利用に極めて重要な、広い範囲の降雨状況を即時にキャッチし、更に雨域の進行方向、速度などを把握できる気象レーダとミニコンピュータの結合から生まれた画期的なシステムです。このシステムからは、ミニコンピュータで作成した各種降雨情報とミニコンピュータへの入力である原始データとが回線を介して広くサービスされています。

簡易型データ傍受端末装置では、原始データを受信して2種類の基本情報をCRTに表示すると共に、更にオプションにより履歴再生、流域別雨量などの多様な情報を表示することができます。

### 表示する画面と情報

#### ＜基本画面＞

- レーダサイトを中心に半径約200kmの降雨の概況が表示されます。(定性表示；表示例1)
- 同じく半径約100kmの範囲の定量的な降雨状況も表示されます。(定量表示；表示例2)

これらの表示は5分毎に最新の情報に更新されますので、降雨の変化にも十分対応できますし、また表示区分は局地的な豪雨も捕えることのできる程、十分に小さいので、見逃しがありません。

#### ＜オプション画面と機能＞

基本画面に加えて更に次の画面を表示することができます。

- 15分毎に記録しておいた過去の情報を任意の時刻から次々と再生、表示することにより、雨域の移動、降雨の成長、衰退の様子がよみとれます。(履歴再生表示)
  - 任意の形をした地域別の雨量を表形式で表示します。(流域雨量画面表示)
  - 降り始めから現在までの総雨量を表示することにより、特定地点の雨量を把握できます。(累加雨量分布表示)
  - 更に路線を重ね合わせて表示することにより、路線管理に有効な情報とすることができます。(路線雨量表示)
- これらの表示の他、特定地点における累加雨量が設定値を超えた時、警報を発する機能を付加すること、及び画面をそのままコピーするハード・コピーを接続することができます。

\* \* \*

- 建設省標準仕様に合致しています。
- デスクトップ型ですから設置場所をとらず、面倒な取付工事はありません。
- データ受信にはモデムを介して回線(1回線)につなぎ込むだけです。
- データ分岐と伝送は、最寄りの建設省事務所に設置された端末からデータを受け、公杜線もしくは自営回線を利用して伝送します。



## 溶 接 方 法 (特公 昭59-21704, 15750, 13307)

発 明 者 島 田 弥, 町 田 一道, 星之内 進, 平本 誠剛, 岡 田 勝

この発明は被加工母材上に肉盛溶接を施工する場合極めてなじみの良好な平滑ビードを得ることを可能とする画期的な溶接方法に関するものである。

一般に肉盛溶接では肉盛金属は母材との熔融混合により成分希釈を生じ特性が劣化する。したがって高品質肉盛を行うには母材の溶融を極力少なくすることが必要となるが、従来のサブマージーク溶接やミグ、ティグ溶接では、いかに入熱を制御したところで、少なくとも700~1,000  $\mu\text{m}$  程度の溶込みが得られるうえ、凸状の肉盛形状を呈する。この発明は逆極性プラズマーク熱源を用い母材の溶込みを少なくしようとするもので、シールドガス中に微量の $\text{CO}_2$ や $\text{O}_2$ を添加するとともにその添加量をトーチオシレーション速度に応じて変化させ、アークの安定化を図っている。

図1はこの発明の特性を示すもので、肉盛溶接現象の分類を示している。図中(a)領域は安定なアークが維持され平滑かつ溶込みの極めて少ない肉盛溶接が可能な条件域である。この領域からはずれ

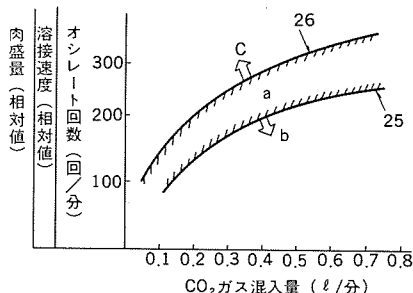


図 1

た(b), (c)ではアークが不安定となり、肉盛部に割れ等の欠陥が発生する。なお、アーク安定化のために使用する $\text{CO}_2$ や $\text{O}_2$ はこの程度の添加量であれば、逆極性アークの清浄作用によりほとんど消費されるので、肉盛金属の脆化や耐食性の劣化を招くことはない。

図2はオシレーションを行った施工状況を示すものである。オシレーション速度の増加とともに $\text{CO}_2$ や $\text{O}_2$ 量を増加させるとアーク(15)が安定になり平坦な肉盛ビード(8)が得られる。

このように $\text{CO}_2$ や $\text{O}_2$ を微量添加したシールドガスを用いた逆極性ソフトプラズマ溶接法は高品質肉盛溶接に最適であるばかりでなく、ビードの平滑性を利用して溶接継手止端部処理に適用すれば疲労強度を大幅に向上することも可能である。

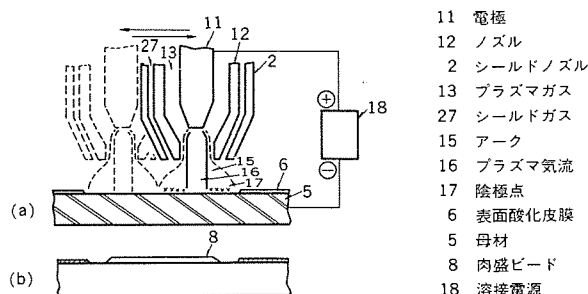


図 2

- 11 電極
- 12 ノズル
- 2 シールドノズル
- 13 プラズマガス
- 27 シールドガス
- 15 アーク
- 16 プラズマ気流
- 17 陰極点
- 6 表面酸化皮膜
- 5 母材
- 8 肉盛ビード
- 18 溶接電源

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 59 No. 4 産業用シミュレーション技術特集

### 特集論文

- シミュレーション技術の動向
- PWR 原子力発電所運転員訓練用シミュレータ
- 火力発電所運転員訓練用シミュレータ
- 東京電力(株)殿納め給電技能訓練用シミュレータ
- 最近の鉄道車両運転訓練システム
- 鉄鋼プラント加熱炉のシミュレーション解析
- トンネル内換気系シミュレーション
- プロセス制御系向きブロック図形式シミュレータ《MICRO SIMPLE》

### 普通論文

- 福島県納め岐川水系ダム総合管理設備
- 三菱ビル遠隔監視システム《メルセントリー U》
- 車いす乗用ステップ付きエスカレーター
- 新形(82形)テレビ中継放送装置
- 薄形5インチ固定ディスク装置 MR521/MR522
- 高速大容量1Mビットマスク ROM

### 三菱電機技報編集委員

委員長	馬場 準一	委 員	酒井 靖夫
副委員長	岸本 駿二	"	馬場 俊晃
"	三 浦 宏	"	山 内 敦
委 員	峰松 雅登	"	武富 大児
"	翠 川 祐	"	瀬辺 国昭
"	三 道 弘明	"	竹内 政和
"	大 年 倉 像	"	徳 山 長
"	吉 田 太 郎	"	柴 山 恭一
"	川 井 尚	"	永 井 昭夫
"	立川 清兵衛	"	小 原 英一
"	的 場 徹	"	尾 形 善弘
"	田 中 克 介	幹 事	岡 田 俊介
"	野村 兼八郎	3号特集担当	柳 下 和 夫

### 三菱電機技報 59 巻 3 号

(無断転載を禁ず) 昭和60年3月22日 印刷  
昭和60年3月25日 発行

編集兼発行人 岡 田 俊 介  
印 刷 所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地  
大日本印刷株式会社  
発 行 所 東京都千代田区大手町2丁目6番2号 (〒100)  
菱電エンジニアリング株式会社内  
「三菱電機技報社」Tel. (03) 243 局 1767  
発 売 元 東京都千代田区神田錦町3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 500円送料別 (年間予約は送料共 6,700円)



これまでのホットプレートは焼きものだけでしたが、深さ38mmの三菱グリルパンは「焼く」「蒸す」「煮る」「炒める」と作る楽しさがグンとひろがった新時代の調理器です。朝はトースト、ハムエッグ、昼はスパゲティ、晩はすき焼き、といったように、いつもテーブルに置いてクッキングできます。個食からだんらんまで幅広くお使いいただけます。

### 特長

#### ●広いメニューの料理が楽しめる

- ・く焼く…焼肉、フレンチトースト、ハムエッグ、お好み焼、ハンバーグ、ぎょうざ、ホットケーキなど。
- ・く蒸す…あさりのワイン蒸し。
- ・く煮る…すき焼。
- ・く炒める…焼きそば、野菜炒め、ピラフ、スパゲティなど。



モーニングセット

#### ●水洗いができる熱板着脱式

ワンタッチの熱板着脱式なので、プレートははずして水洗いができます。また、プレート面はテフロックIIハードコート加工により、油污れも簡単に落ちるので、いつも清潔です。



スパゲティ



すき焼き

#### ●大形保護ガードで安心して使える

プレートに直接手などが触れないように、その周囲側面を大形保護ガードで囲み、安全面にも配慮しています。



#### ●置きやすいスタンド式のフタ

調理中や食事中など、フタをテーブルの上に立てて置けます。フタが内側にカールしているので、水滴がフタからこぼれるようなことはありません。



#### ●便利なコード巻兼用脚

コードは本体からはずせるので、ついでどこかに置き忘れてしまいがちなもの。このコードを本体の脚に巻いておけるようにしたため、とても便利です。



### 仕様(HL-1P形)

消費電力		100V・1100W
プレート	寸法	260×260mm
	深さ	38mm
	面積	650cm <sup>2</sup>
	材質	テフロックIIハードコート加工
付属品		調理ヘラつき
本体寸法		幅312×奥行289×高さ159mm
重量		2.4 kg
自動温度調節器		80～200℃
価格		¥12,800