

# MITSUBISHI

# 三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.59 No.7

7  
1985

## 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》特集



## 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》特集

### 目 次

#### 特 集 論 文

汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の開発背景と設計思想	1
武藤達也・炭谷 昂	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の概要と特長	3
田淵謹也・沢井善彦・野地 保・仙波 良・石橋利英	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のハードウェアシステム	7
横山繁盛・坂本 巍・有賀幾夫・渡辺照久・中村俊一郎	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のネットワークシステムMNA	12
藤間孝雄・桂川泰祥・龍田 隆・太田 潔・富川哲司	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の分散情報処理システムCIMS II	16
片岡信弘・中嶋 昇・森嶋俊一・堀 茂樹・難波恒雄	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のデータベース管理システム	
RDMS II, EDMS II	20
小野修一・石井俊次・佐々木良男・古金谷 博・佐藤正昭	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のエンドユーザー支援システム	
《DIATALK》	24
山本正勝・田口和男・加藤文夫・九鬼隆彦・立花昌和	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のソフトウェア生産性向上支援	
システム《SWEET》	29
宮西博彰・山本森樹・津滝文雄・山口和彦・桐瀬信男	
汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のハードウェア設計支援システム	33
清尾克彦・高橋 章・村井真一・佐藤興二・藤満洋一	

#### 普通 論 文

原子力発電所運転支援インストラクションシステム	37
1. インストラクションシステムの全体構成	
岡本佳三・加藤彰朗・田中光雄・谷 衛・増井隆雄	
原子力発電所運転支援インストラクションシステム	43
2. インストラクションシステムの要素技術	
荻野敬造・辻 秀一・藤田雄三・岡本佳三・仲尾政春・横山輝邦・吉村徳次	
77kV蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の実用化	48
工藤 淳・朝倉正勝・志知 勝・水野宏和・伊藤克明	
高速マイクロコントローラのディジタルレーダ ディスプレイへの応用	53
徳丸芳孝・森脇慎一	
複合計算機による核融合実験モニタリングシステム	58
大蔵 煎・安達和夫・松尾和馬・福地陽一・香本靖男	
分散処理志向教育用支援システム	64
長谷部正子・佐藤安一郎・松本裕司・梶川 登	
マイコン制御によるかくはん式洗濯機《Mr.かくはん》	69
吉田義雄・野田富士夫・廣岡 博・杉野武嗣・田中 満	
特許と新案	74
フリップフロップ回路	
スポットライト	
三菱オフィスコンピュータシリーズ《MELCOM 80》システム40・30・20・10… (表3)	

#### 表紙

#### 汎用電子計算機《MELCOM EX シリーズ》

パソコンから汎用計算機まで含む情報処理分野と、光技術、ディジタル技術などの進歩により急速に伸長している情報通信分野とが、互いに協力し合って高度情報化社会への扉を開こうとしている。

汎用計算機はこの新しい局面を迎えて、情報処理の中心的役割を担うとともに、情報通信の中核としての機能が求められている。

《MELCOM EXシリーズ》は、この動向を踏まえ、大量のデータを処理・管理するデータベースとマルチメディアを考慮したネットワーク機能に重点をおき開発された計算機である。

表紙はEX840を中心としたシステムを示す。



## アブストラクト

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の開発背景と設計思想

武藤達也・炭谷 昇

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P1~2

当社の計算機階層の中で、最上位に位置付けされる汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》は、現行機種《MELCOM-COSMOシリーズ》に替る新汎用計算機シリーズで、これから高度情報化社会への時代に対応して、OA, FA, 社会システムそして分散処理などのあらゆる形態の適用分野における“システムの中核となるコンピュータ”を基本思想としている。ここではその開発の背景、設計思想について述べ、本誌各論の序文としている。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の分散情報処理システムCIMS II

片岡信弘・中嶋 昇・森嶋俊一・堀 茂樹・難波恒雄

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P16~19

CIMS IIはシステム開発の容易性と分散処理システム構築の容易性を、その設計思想として開発を行った。これによりユーザーは容易に分散処理時代にふさわしいオンラインデータベースシステムを開発することが可能である。またこのシステムは各種のシステム開発支援機能を提供しております、これによりシステム開発の生産性向上が期待される。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の概要と特長

田渕謹也・沢井善彦・野地 保・仙波 良・石橋利英

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P3~6

《MELCOM EXシリーズ》は、《MELCOM-COSMOシリーズ》の後継汎用計算機として、デュアルプロセッサモデルも含め3モデルを開発した。このシリーズは、高度情報化社会における“システムの中核コンピュータ”として、ネットワークアーキテクチャMNA、エンドユーザー支援システム《DIATALK》などにその特長があり、OA, FA, SAなど多様な分野に適用することができる。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のデータベース管理システムRDMS II, EDMS II

小野修一・石井俊次・佐々木良男・古金谷 博・佐藤正昭

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P20~23

オペレーティングシステムGOS/VSでは、利用者の業務内容や処理の目的に応じた効率的なデータ処理を可能とするため、2種類のデータベース管理システムEDMS IIとRDMS IIを用意している。EDMS IIは大規模オンラインデータベースの構築を可能とするCODASYL形、RDMS IIは利用者の要求の多様化や業務の変更に柔軟に対応できる本格的リレーションナルデータベースである。EDMS IIとRDMS II相互間のデータ抽出、投入も容易である。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のハードウェアシステム

横山繁盛・坂本 巍・有賀幾夫・渡辺照久・中村俊一郎

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P7~11

《MELCOM EXシリーズ》のハードウェアシステムは、3モデルからなる本体装置と、周辺端末装置で構成される。本体装置は、6000ゲート/モジュールのECL-LSIや超高速ECL-RAM及び256KビットのDRAMを採用し、それを高密度実装することにより、高性能化と1m<sup>3</sup>のコンパクト実装化を実現した。更に2種類のバッファ記憶や、高速乘除算ユニット、デュアルプロセッサなどの方式技術により高い価格性能比を実現した。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のエンドユーザー支援システム《DIATALK》

山本正勝・田口和男・加藤文夫・九鬼隆彦・立花昌和

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P24~28

《DIATALK》は、エンドユーザー部門のデータ処理への参加を促進し、システムOAの構築を支援する統合ソフトウェアで、リレーションナルデータベース処理、CODASYL形データベース処理をはじめ、使いやすい対話形インターフェースでの帳票作成、グラフ作成、ワークステーションサイトへのファイル転送、意思決定支援など広範な機能を提供する。ここでは、《DIATALK》の特長、製品構成、機能概要について述べる。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のネットワークシステムMNA

藤間孝雄・桂川泰祥・籠田 隆・太田 潔・富川哲司

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P12~15

《MELCOM EXシリーズ》のネットワークシステムを制御するソフトウェアは、ネットワークアーキテクチャMNAのもとに設計され、当社ネットワーク製品のサポート、異機種計算機との接続、及びDDX網、LANなど新しい通信メディアへの対応を主眼に開発された。ここでは、このソフトウェアがサポートする各種ネットワークとその設計思想について紹介する。

### 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のソフトウェア生産性向上支援システム《SWEET》

宮西博彰・山本森樹・津滝文雄・山口和彦・桐瀬信男

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P29~32

GOS/VSではソフトウェアの生産性向上へのアプローチとして、日本語の対話形支援ツールの充実によるマンマシンインタフェースの向上、ソフトウェア管理情報の一元化による管理能力の向上、プログラムのパターン化、再利用を要とした高生産性言語の提供、及びそれらを実際に使って行くためのシステム運用の省力化を図ることで対処している。ここでは上記の考えを実用化したアプリケーション開発支援システムとシステム運用機能の概要を述べる。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 16 ~ 19 (1985)

## The Communication and Information Management System (CIMSII) of the MELCOM Series EX Computers

by Nobuhiro Kataoka, Noboru Nakashima, Shun'ichi Morishima, Shigeki Hori & Tsuneo Namba

The CIMSII system was developed for the MELCOM Series EX computers to simplify system development and the configuration of distributed processing systems. The system readily enables the user to develop on-line data-base systems for distributed processing configurations, and it also offers a full range of system development-support capabilities that greatly facilitates system development.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 20 ~ 23 (1985)

## The Database Management Systems (RDMSII, EDMSII) of the MELCOM Series EX Computers

by Shuichi Ono, Toshitsugu Ishii, Yoshio Sasaki, Hiroshi Koganeva & Masaaki Sato

Two database management systems, EDMSII and RDMSII, have been developed for the GOS/VS environment of the MELCOM Series EX computers. The two systems are designed for efficient data processing with a variety of fields and processing objectives. EDMSII is a CODASYL-type system capable of configuring large-scale on-line databases, while RDMSII is a relational database system that provides the flexibility needed to cope with diversification of user needs or changes in operational objectives. Communication between EDMSII and RDMSII for data extraction or entry is also excellent.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 24 ~ 28 (1985)

## The DIATALK End-User Support System for the MELCOM Series EX Computers

by Masakatsu Yamamoto, Kazuo Taguchi, Ayao Kato, Takahiko Kuki & Masakazu Tachibana

The DIATALK end-user support system is an integrated software package that enables the end user to implement specialized data-processing procedures. The system offers powerful, broad-ranging capabilities that permit relational and CODASYL database processing, and provides an easy-to-use interface for report and graphics generation, file transfer to the workstation site, decision support, and other operations. The article introduces the features, structure, and capabilities of the DIATALK system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 29 ~ 32 (1985)

## The SWEET Integrated Software-Development System of the MELCOM Series EX Computers

by Hiroaki Miyanishi, Moriki Yamamoto, Fumio Tsutaki, Kazuhiko Yamaguchi & Nobuo Kiribuchi

To improve software productivity, the GOS/VS environment of the MELCOM Series EX incorporates Japanese-language interactive support tools that facilitate the man-machine interface, unified software-control data that raise management capability, patterned programming, a high-productivity language based on patterned programming and the reuse of software, and a new system of implementation that provides quick and easy access to these tools. The article outlines the application development-support system and the implementation system that realize these capabilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 1 ~ 2 (1985)

## The Development Background and Design Concept of the MELCOM Series EX Computers

by Tatsuya Muto & Akira Sumitani

The new MELCOM Series EX general-purpose computers succeed the MELCOM COSMO Series as Mitsubishi Electric's top-of-the-line computer system. The new series was designed to provide the computing power essential in the office-automation systems, factory-automation systems, distributed-processing systems, and other types of information-intensive systems and networks required for an information-oriented society. The article introduces the development background and design concepts of the new series, providing an introduction to all the articles on the series in this issue.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 3 ~ 6 (1985)

## An Outline of the MELCOM Series EX Computers and Their Features

by Kinya Tabuchi, Yoshihiko Sawai, Tamotsu Noji, Ryo Semba & Toshihide Ishibashi

MELCOM Series EX general-purpose computers, developed as successors to the MELCOM COSMO Series, are available in three models, including one with a dual-processor configuration. Designed to serve as the central computer in the increasingly prevalent information-intensive systems, the series has multishared network architecture (MNA), the DIATALK end-user support system, and other features designed to facilitate automation in the office, factory, and many other areas.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 7 ~ 11 (1985)

## The Hardware System of the MELCOM Series EX Computers

by Shigemori Yokoyama, Takashi Sakamoto, Ikuo Aruga, Teruhisa Watanabe & Shun'ichiro Nakamura

The hardware system of these computers consists of one of three types of mainframes in combination with peripherals and terminals. The mainframe incorporates ECL LSIs with 6,000 gates/module, very high-speed ECL RAMs, and 256K DRAMs in a high-density configuration that boosts performance while reducing the size to a compact 1m<sup>3</sup>. In addition, two types of buffer storage, a high-speed multiplier/divider unit, dual processors, and other methods have been used to boost cost/performance.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 59, No. 7, pp. 12 ~ 15 (1985)

## The Multishared Network Architecture (MNA) System of the MELCOM Series EX Computers

by Takao Fujima, Yasuyoshi Katsuragawa, Takashi Kagota, Kiyoshi Ota & Tetsugi Tomikawa

The control software of the MELCOM Series EX network system implements this series' Multishared network architecture in supporting the Corporation's network products, linking with other types of computer systems, and adapting to digital data-exchange networks, local-area networks, and other new communication media. The article introduces the different types of networks this software can support and discusses the design concepts of these networks.

## アブストラクト

汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のハードウェア設計支援システム

清尾克彦・高橋 章・村井真一・佐藤興二・藏満洋一

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P33~36

近年の半導体テクノロジーの急速な進歩は、汎用計算機分野での競争を激しいものにしている。競合力向上のために機能の高度化・高性能化が求められるとともに開発期間の短縮が要求されている。このような状況において、ハードウェア設計支援システム（CAD）が、製品開発の一つのキーポイントとなってきている。ここでは新汎用計算機《MELCOM EXシリーズ》の開発で適用したCADシステムについて、その開発思想と概要について述べる。

高速マイクロコントローラのデジタルレーダ ディスプレイへの応用

徳丸芳孝・森脇慎一

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P53~57

近年、デジタル化の波に乗って、アナログからデジタルへの移行が行われて久しいが、レーダディスプレイの分野においても、操作性、保守性の観点からデジタル化が進んでいる。当社では、レーダ信号処理もファームウェアで処理するために、高速のマイクロコントローラMCを開発した。今回、このMCを用いてデジタルレーダ ブライトディスプレイ装置の実用化に成功し、運輸省航空局に納入したので、その概要を紹介する。

原子力発電所運転支援インストラクションシステム

1. インストラクションシステムの全体構成

岡本佳三・加藤彰朗・田中光雄・谷 衛・増井隆雄

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P37~42

原子力発電の比重が増すにつれ、その運転信頼性と稼動率の向上がますます重要な課題となっている。この目的を達成するために、昭和55年度から5か年計画の通産省補助事業の一環として、PWR原子力発電所運転支援のためのインストラクションシステムを開発した。このシステムは異常の早期検出と診断及び操作ガイドを与えて運転員を支援するものである。ここでは開発背景やシステム機能、構成について述べ、更に有効性確認のための検証試験の概要を述べる。

複合計算機による核融合実験モニタリングシステム

大蘇 熊・安達和夫・松尾和馬・福地陽一・香本靖男

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P58~63

この複合計算機システムは、複数のCAMACクレート、《MELCOM 70/30 C》、《MELCOM70/250》で構成され、日本原子力研究所納め高性能トカマク開発試験装置（JFT-2 M）で発生する実験データの収集・解析・格納を行うものである。このシステムは効率の良い核融合実験装置の運用を目的とし、実験データの一元管理・解析をねらったもので、高速データ収集、拡張性に富んだ階層化システム構成、使いやすい利用者インターフェースなどの特長を備えている。

原子力発電所運転支援インストラクションシステム

2. インストラクションシステムの要素技術

荻野敬迪・辻 秀一・藤田雄三・岡本佳三・仲尾政春・横山輝邦・吉村徳次

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P43~47

インストラクションシステムの高度な要求を満たすには、開発開始当時からみると幾つかの革新的な要素技術の開発を必要とした。ここでは、このうち最も重要なとして、異常診断技術、分散処理計算機、フルグラフィックCRT技術及びプラントシミュレータ技術を紹介する。これら要素技術の開発は、開発期間の前半から中盤にかけ成功裡に完了し、実用的なレベルのトータルシステムである実証システムの実現に不可欠のものとなった。

分散処理志向教育用支援システム

長谷部正子・佐藤安一郎・松本裕司・梶川 登

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P64~68

教育用システムにおいても、端末接続要求の増大、パーソナルコンピュータの普及、教育内容の多様化などにより分散処理への要求が急速に高まってきた。このような要求に呼応して、東京大学教育用計算機センターでは汎用大形機、スーパーミニコン、パーソナル端末による階層型分散ネットワーク（マルチシェア レイヤド システム）を構成し、各階層を有機的に結合するとともに、分散処理における教育を支援する各種ソフトウェアを開発したので紹介する。

77kV蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の実用化

工藤 淳・朝倉正勝・志知 勝・水野宏和・伊藤克明

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P48~52

ガス絶縁変圧器の大容量化を目指す新しい冷却方式として蒸発冷却方式の開発が進められているが、この度、実用第1号機として関西電力㈱西白浜変電所向けに屋外用蒸発冷却式ガス絶縁変圧器を納入したのに続き、屋内変電所用として新たに屋上冷却器方式を採用し、スペースの有効利用を図った屋内用蒸発冷却式ガス絶縁変圧器を完成し、関西電力㈱板宿変電所に納入した。電力用変圧器としては画期的な構造をもつこの変圧器の性能上、運用上の特長及び構造について紹介する。

マイコン制御によるかくはん式洗濯機《Mr.かくはん》

吉田義雄・野田富士夫・廣岡 博・杉野武嗣・田中 満

三菱電機技報 Vol.59-No.7-P69~73

我が国における衣類の洗浄方式は、かくはん式そして現在主流の渦巻式にと変遷したが、《Mr.かくはん》は従来のかくはん式とは異なり、かくはん翼の回転状態を検出し、これに基づいてモータを正逆回転制御することにより、かくはん翼を約1回転内で往復回転運動させ、衣類をふり・もみ・押し洗いで洗浄を行うマイコン制御のかくはん式であり、渦巻式と同等の洗浄力をもち、布をからめない、更には洗濯物の量に応じて自動的に水流が変化するなどの特長をもっている。

## Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 53 ~ 57 (1985)

### The Application of a High-Speed Microcontroller to a Digital Radar Display

by Yoshitaka Tokumaru & Shin'ichi Moriwaki

In recent years there has been a steady changeover from analog to digital instrumentation. This trend has also entered the field of radar-display equipment, where digital techniques have been effectively used to improve operability and maintainability. Mitsubishi Electric has developed the MC high-speed microcontroller to implement radar-signal processing in firmware. The article describes an MC-based bright digital-radar display developed successfully by Mitsubishi Electric and delivered to the Japan Civil Aviation Bureau.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 58 ~ 63 (1985)

### A Two-Computer Monitoring System for Use in Nuclear-Fusion Experiments

by Isao Dyabu, Kazuo Adachi, Kazuma Matsuo, Yoichi Fukuchi & Yasuo Komoto

This system is used at the Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) to collect, analyze, and store test data generated by JAERI's JT-2M experimental fusion torus apparatus. It consists of ten CAMAC (computer-automated measurement and control) crates, a MELCOM 70/30C computer, and a MELCOM 70/250 computer, and was designed to raise the operating efficiency of the JT-2M and to provide integrated management and analysis of test data. The system has a layered architecture for high-speed data acquisition and ease of expansion, an easy-to-use interface, and many other unique features.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 64 ~ 68 (1985)

### An Educational Support System with Distributed Processing

by Masako Hasebe, Yasuichiro Sato, Yuji Matsumoto & Noboru Kajikawa

The demand for distributed processing in educational computer systems has risen rapidly due to the larger number of on-line terminals, increasing the use of personal computers, and the diversifying educational curricula that these systems have to support. To cope with this demand in its own facilities, the Educational Computer Centre University of Tokyo (ECCUT) has configured a layered, distributed network (the Multishare Layered System) based on a general-purpose large-scale computer, super minicomputer, and personal terminals. Jointly developed by ECCUT and Mitsubishi Electric, the system features a layered architecture with full interlayer integration and a comprehensive range of educational support software developed especially for distributed processing. The article describes the system and its software.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 69 ~ 73 (1985)

### A Microcomputer-Controlled Agitator-Type Washing Machine

by Yoshio Yoshida, Fujio Noda, Hiroshi Hirooka, Takeshi Sugino & Mitsuru Tanaka

Most Japanese washing machines are the agitator type and the majority of these employ a modified pulsator-type vane that periodically reverses its rotation. Mitsubishi Electric's new computer-controlled agitator-type washing machine employs a vane-rotation detector and microcomputer control that reverses the vane rotation within approximately one revolution, agitating, kneading, and scrubbing clothes clean. The new machine's cleaning performance is equivalent to that of conventional agitator machines, but it does not tangle the clothes. In addition, it automatically varies the tub water level to match the clothing load.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 33 ~ 36 (1985)

### The Hardware-Design Support System of the MELCOM Series EX Computers

by Katsuhiko Seo, Akira Takahashi, Shin'ichi Murai, Koji Sato & Yoichi Kuramatsu

The rapid advances made by semiconductor technology in recent years have accelerated competition in marketing general-purpose computer systems. To remain competitive, computers must provide ever higher performance and increasingly sophisticated functions; moreover, they must be developed rapidly over a very short period. Computer-aided design of hardware is of vital importance to this process. The article discusses the design concept and developmental background of the CAD system used to generate the hardware for the MELCOM Series EX general-purpose computers.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 37 ~ 42 (1985)

### A Computerized Operator-Support System for PWR Nuclear-Power Plants in Japan (Part 1: The Overall Configuration)

by Yoshizo Okamoto, Akio Kato, Mitsuo Tanaka, Mamoru Tani & Takao Masui

As nuclear power plants begin to generate a larger proportion of electric power, the operational reliability and availability of these plants become increasingly important. To realize improvement in these areas, a computerized operator-support system (instruction system) for PWR nuclear-power plants has been jointly developed by Mitsubishi Heavy Industry, Mitsubishi Atomic Power Industries, and Mitsubishi Electric as part of a five-year project beginning in 1980 and supported by the Ministry of International Trade and Industry (MITI). The system assists operators by early detection, diagnosis, and provision of operation guidelines during abnormal transient operation. The article outlines the system's development background, functions, and configuration, and summarizes the results of a validation test designed to gauge the system's effectiveness.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 43 ~ 47 (1985)

### A Computerized Operator-Support System for PWR Nuclear Power Plants in Japan (Part 2: Technological Developments)

by Takamichi Ogino, Shuichi Tsuji, Yuzo Fujita, Yoshizo Okamoto, Masaharu Nakao, Terukuni Yokoyama & Tokaji Yoshimura

The essential first step in producing a highly sophisticated operator-support system for PWR nuclear-power plants was the development of several revolutionary new elemental technologies. These technologies were successfully developed over the first half of the system's five-year development period and proved invaluable to the completion of the total system. The article introduces the principal elemental technologies for plant simulation, anomaly diagnosis, distributed computer systems, and CRT graphics.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 59, No. 7, pp. 48 ~ 52 (1985)

### A 77kV Vapor-Cooled Gas-Insulated Transformer

by Atsushi Kudo, Masakatsu Asakura, Masaru Shichi, Hirokazu Mizuno & Katsuaki Ito

Mitsubishi Electric has produced and delivered a large-scale vapor-cooled, indoor-use, gas-insulated transformer with a space-saving rooftop cooling unit for the Itayado Substation of the Kansai Electric Power Company. The new transformer is the successor to an outdoor-use vapor-cooled gas-insulated transformer previously delivered to Kansai Electric Power Company's Nishi-Shirahama Substation. The article discusses significant features of the new transformer's performance, operation, and structure.

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の開発背景と設計思想

武藤 達也\*・炭谷 銀\*\*

## 1. まえがき

近年計算機の利用形態は、ビジネス、科学計算、技術計算、産業用の各分野において、ますます多様化し高度化してきた。

いわゆる汎用計算機からスーパーコンピュータ、ミニコンピュータ、オフィスコンピュータ、パーソナルコンピュータそして端末に至るまで計算機システムはハードウェアとソフトウェアの技術のいちじるしい進歩に裏うちされて、これらの時代のニーズにこたえつつある。

また、高度情報化社会の実現に向けて、上述の汎用計算機から端末に至る各種コンポーネントと、それらを結合する LAN 又はネットワークにより OA、FA、社会システム、HA 等々、多様な計算機システムが展開しつつある。

こうした社会環境の中で、当社は昭和 60 年 1 月に、汎用計算機の新機種として《MELCOM EX 830、EX 840、EX 850》の 3 機種を発表した。これら新機種は、現行機種《MELCOM-COSMO シリーズ》に替る新汎用電子計算機《MELCOM EX シリーズ》の第 1 弾となるもので、高度情報化社会に対応して、あらゆる形態の“システムの中核コンピュータ”となり得べく、ハードウェア、ソフトウェア両面から慎重に開発を進めてきたものである。

ここでは、その開発の背景、設計思想について述べ、以下本誌の各論の序文としたい。

## 2. 開発の背景と設計思想

新・汎用電子計算機《MELCOM EX シリーズ》(以下、EX シリーズとよぶ)は、当社の計算機システム階層の中で最上位に位置付けされる(図 1.)。従来この領域は、《MELCOM-COSMO シリーズ》(以下、COSMO シリーズとよぶ)で対応してきた。しかし INS 時代に向けて、世の中のニーズは、高度で多様なネットワーキングを要求し、システム規模、性能の拡大・向上への対応、アプリケーションの多様化、データ量の増大に伴うソフトウェア生産性向上への対応などが強く求められてきた。

こうしたニーズに十分にこたえるには、従来機種の部分的改良では対応が困難で、ハードウェアもソフトウェアでも拡張性に限界があった。この壁を打破するには、ハードウェア、ソフトウェア両面での根本的なアーキテクチャ変革が必要になる。また一方、既存の COSMO シリーズユーザーにとって、既にかかえているばく大なアプリケーションソフトウェアの財産、設置済みの入出力機器、手慣れたオペレーションという無形の財産などがあり、当然これに対する互換性が求められる。この二つの重要な要求を如何に

解決するかが新機種シリーズ開発にとって大きな課題になったわけである。

そこで、COSMO シリーズの世界から、EX シリーズの世界への一層の発展という形で以下に示す事項の展開を図り、この問題の解決と時代のニーズへの対応をねらったのである。

### 2.1 システム規模の多様化・高度化への対応

先にも述べたように、INS 時代に向って汎用計算機の利用形態は、OA、FA、社会システム、HA、分散処理システムなどますます多様化しつつある。また汎用計算機上で走行するアプリケーションソフトウェアについても、ビジネス、科学技術計算の各分野において様々なシステム構築に適応すべく、より高度の処理性能要求が増大する傾向にある。

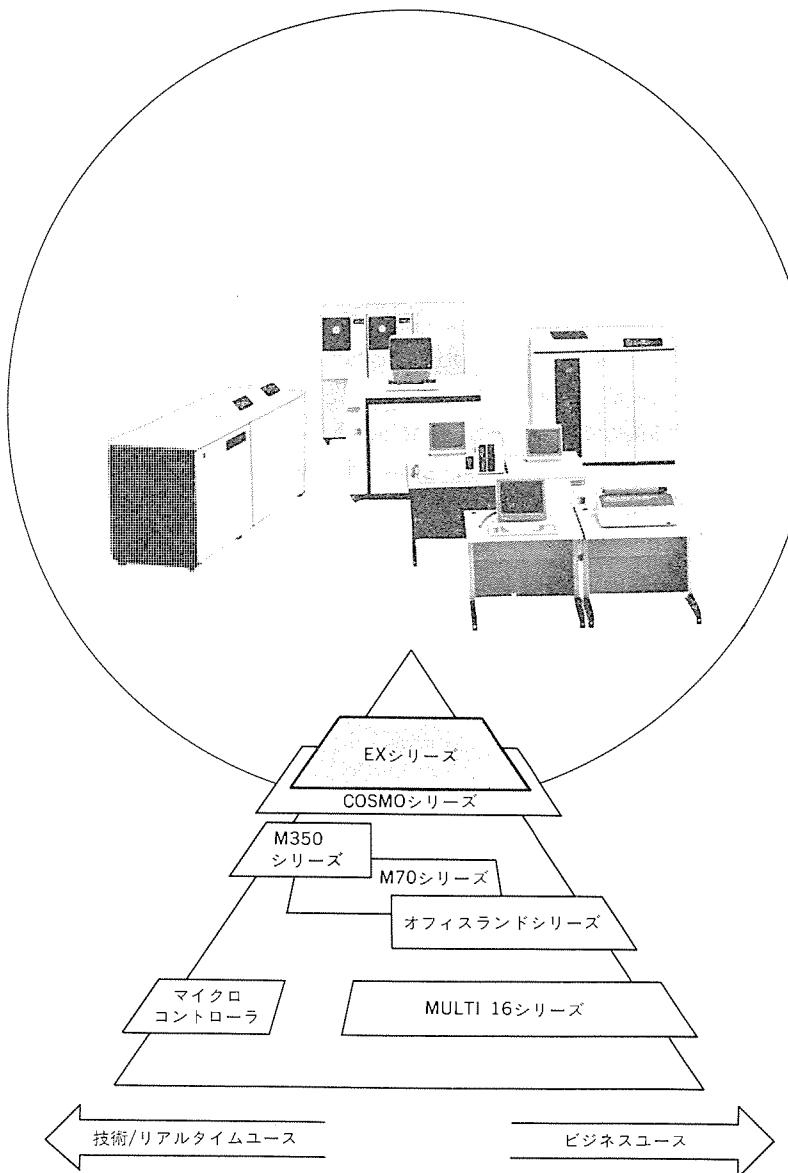


図 1. 《MELCOM EX シリーズ》の位置付け

EXシリーズでは、これらのニーズに対応して行くため、ソフトウェア面ではまずOSのアーキテクチャを一新し、COSMOシリーズで強かった科学技術計算に加えて、事務計算及びデータベースに強いものとするとともに論理空間、接続デバイス数などの拡張性での制約を取り除こうとした。またハードウェア面でも、最新のテクノロジーを駆使して、このクラスの汎用機としては他に類のないコンパクトな本体を実現し、更に設置後の拡張が容易で、経済的にデュアルプロセッサを構築できるデュアルプロセッサアーキテクチャとし、ユーザーのシステム拡大への対応を容易にすることをねらいとした。

## 2.2 INS時代におけるネットワークへの対応

高度情報化社会に向って、OA、FA、社会システム、HAへの発展はめざましいものがあるが、これらの根底をなすものは、分散処理と分散化された処理コンポーネントを結合するネットワークシステムである。そこには、OAネットワーク、FAネットワーク、分散処理ネットワーク、他系ネットワーク、そしてグローバルなネットワークシステムの諸形態が存在し、これらネットワークの中核となる汎用計算機に対しては、より高度で、より高性能な通信処理機能とデータベースの管理が要求される。

EXシリーズでは、このニーズに対して三菱ネットワークアーキテクチャMNAで対応すべく、ハードウェア面では、本体のチャネル機能・性能を高度なものとするほか、インテリジェンスを持つ多回線通信制御装置を開発するとともに、ソフトウェア面では、基本OSに仮想通信アクセス法を始めとするネットワーク制御機能を持たせて、多種多様な通信形態に対応できるようにした。

## 2.3 エンドユーザーが求める“使いやすさ”への対応

従来計算機システムは、導入部門の専門スタッフによって利用かつ運用されてきた。しかしミニコンピュータ、パーソナルコンピュータ、端末などの発達普及によって、企業の個人個人が利用するに至り、更にはこれらがネットワークによって結合されることにより社会全体で利用される形態に発展してきている。こうしたマルチユーザー環境の中で、汎用計算機に求められるものは、多種・多様のシステム資源とアプリケーションを効果的に管理する能力であり、統合機能の提供である。またそれとともに、マンマシンインターフェースにおいて、ユーザーからみたオペレーションの親しみやすさ、使いやすさであろう。

EXシリーズは、エンドユーザーにとって親しみやすく、使いやすいものにすることを、開発思想の重要なポイントの一つとした。特に、エンドユーザー支援システムDIATALKは、この理念のもとにまとめ上げられたソフトウェアの集大成で、対話形で、日本語をベースに、パーソナルコンピュータを使うような感覚で汎用計算機を利用できるようにしたものである。

## 2.4 アプリケーションソフトウェアの生産性向上

INS時代に向って、上述のように計算機の利用形態が多様化するに伴い、ユーザーの作成するアプリケーションソフトウェアは、今後ますます増大し、かつ複雑化していくことが予想される。こうした環境の中で、これらの“中核コンピュータ”となる汎用計算機に求められるものは、当然のことながらソフトウェアの生産性向上のための手段でありツールであろう。

EXシリーズでは、こうしたアプリケーションシステム規模の拡大への対応として、開発から保守までの一貫したソフトウェア生産工程でのアプリケーション開発支援システムSWEETを開発整備し、ユーザーに提供して行くことをねらいとした。特に当社のOAシステムの中で、オフィスコンピュータM80シリーズのユーザーが上位のEXシリーズに展開できるように、事務用簡易言語をサポートするなどの配慮もしている。

## 2.5 COSMOシリーズからの移行への対応

当社の現行汎用機種COSMOシリーズを愛用していただいている顧客のソフトウェア財産、入出力機器を、新機種にできるだけ容易に、効率よく移行できるように配慮することは、新機種開発に当るメーカー側の義務であると認識している。

EXシリーズは、ハードウェアも、基本OSもCOSMOシリーズとは異なる新しいアーキテクチャを採用した新汎用計算機システムであるが、COSMOシリーズとはできる限り互換性を持たせ、COSMOユーザーのもっているアプリケーションソフトウェアの財産、入出力機器、端末をすなおに移行できるようなアーキテクチャとし、更に移行のための各種ツールを用意して、スムーズなリプレースを可能とすることを、開発のねらいの重要なポイントの一つとしたのである。

## 3. むすび

以上、EXシリーズの開発に至る背景と開発思想について述べた。EXシリーズの特長、概要及びハードウェア、ソフトウェア、設計支援ツール“CAD”などについては、本誌の以下の章で詳しく論じている。

冒頭に述べたように、高度情報化社会の実現に向って計算機システムの利用技術が、ますます多様化、高度化して行くものと予想されるが、それに伴いより複雑なアプリケーションの発生、データ量の増大、ユーザーインターフェースの高度化などにより、今後、汎用計算機への依存度が増し、性能向上への要求が一層強まるものと考えられる。

我々は、これらのニーズにこたえて、COSMOシリーズから飛躍的な変革・発展をもたらしつつあるこのEXシリーズを、今後ソフトウェア、ハードウェア両面で一段と発展させ、強力なものとしていく考えである。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の概要と特長

田渕 謙也\*・沢井 善彦\*・野地 保\*・仙波 良\*・石橋 利英\*\*

## 1. まえがき

計算機の社会への急速な広がりとともに、ユーザーのニーズは多様化・高度化してきている。《MELCOM EXシリーズ》(以下、EXシリーズとよぶ)はこれらに対応し、様々な分野に適用できる“システムの中核コンピュータ”として開発したものである。

EXシリーズは、パーソナルコンピュータ、オフィスターミナル、オフィスコンピュータ、産業用コンピュータ、ミニコンピュータ、汎用計算機などで構成される当社のOA、FAシステムなどの“ホストコンピュータ”として位置付けることができるとともに、他の大規模なネットワークシステムに対しては、“分散コンピュータ”としての機能を実現することができる。

EXシリーズは、《MELCOM-COSMOシリーズ》(以下、COSMOシリーズとよぶ)での経験と特長を生かしつつ、上に述べた目的を達成するためハードウェア、ソフトウェアの両面からアーキテクチャの拡充・発展を行ったものである。

本稿では、EXシリーズの以下に示す四つの特長と、それらを支えている各種技術を中心に述べる。

- (1) システムの規模・性能の拡大・向上にこたえるデュアルプロセッサシステム
- (2) INS 時代に対応するネットワークシステム MNA
- (3) 使いやすく親しみやすいエンドユーザー支援システム《DIATALK》
- (4) ソフトウェアの生産性向上を追求した統合化アプリケーション開発支援システム《SWEET》

## 2. ハードウェアシステムの概要と特長

時代の要請にこたえ、特にネットワークシステムとデータベースシステムの高度化に対応できる汎用計算機として開発したEXシリーズは、ハードウェアとソフトウェアのバランスにおいて、開発設計したものである。

EXシリーズ本体については、当社LSI研究所で開発した最先端テクノロジを採用することにより、汎用計算機としては画期的な1m<sup>2</sup>、1m<sup>3</sup>(EX 830、EX 840の場合)の省スペースマシンを実現した。素子としては、論理回路にゲート遅延時間500ピコ秒/ゲート、集積度6,000ゲート/モジュールの高速・高密度ECL-LSIを実装し、主記憶装置には、256Kビット/チップの超高密度LSIを採用している。

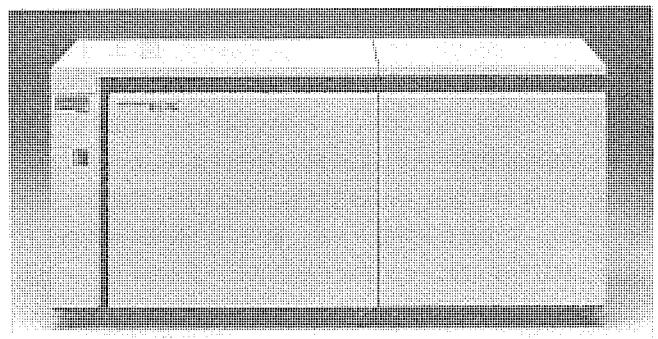


図 1. EX 850 の外観

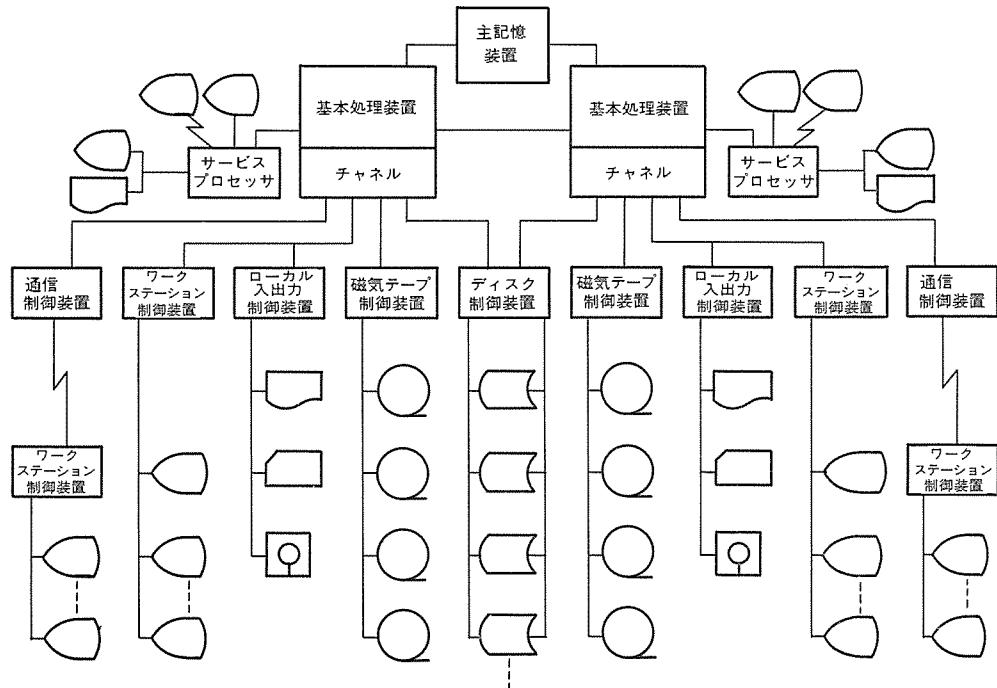


図 2. EX 850 のシステム構成例

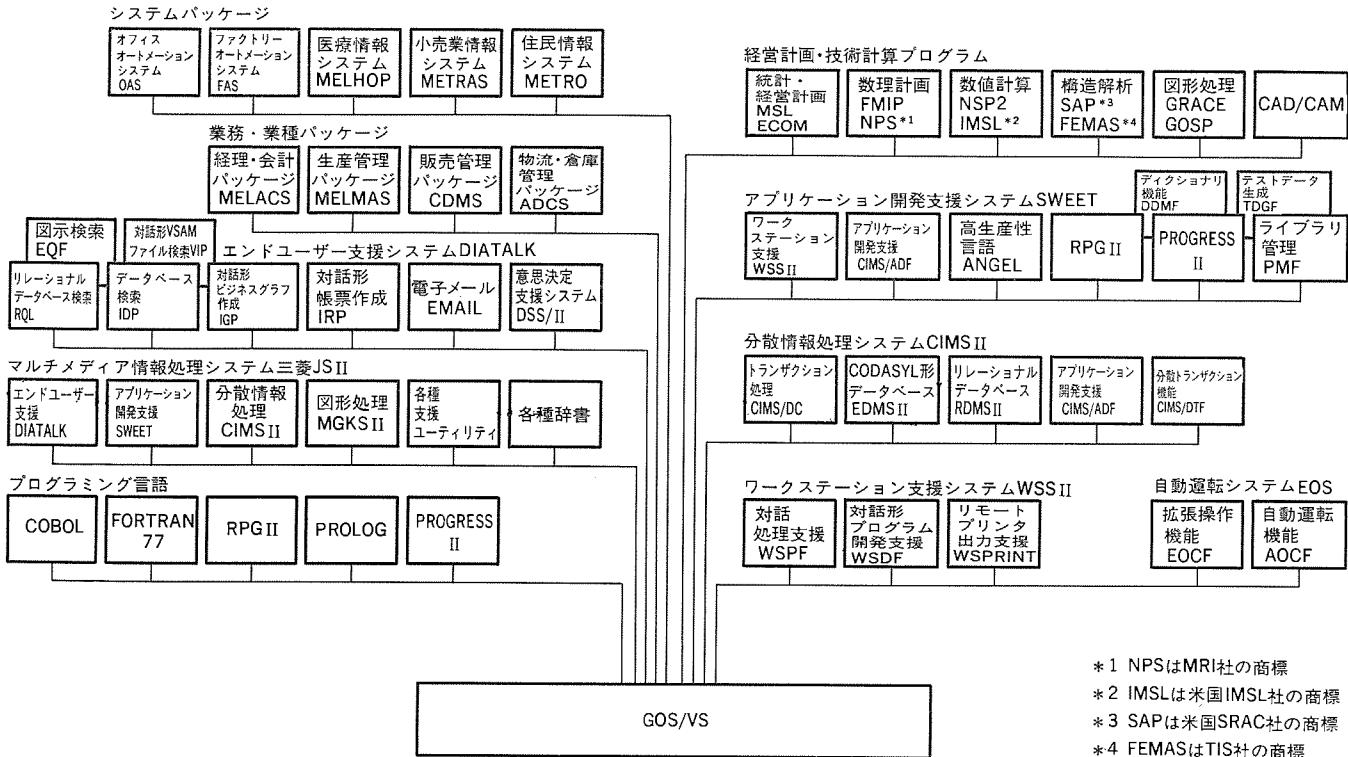


図 3. オペレーティングシステム GOS/VS の体系

図 1. に示すように、EX シリーズの最上位モデル EX 850 は、このクラスの汎用計算機としては他に類を見ないデュアルプロセッサシステムであり、EX 840 に増設プロセッサ架を付加するだけで構成できるフィールドアップグレード可能な計算機である。図 2. に EX 850 を中心としたシステム構成例を示す。この例に示すように、EX 850 は、一つの主記憶を 2 式の基本処理装置及びチャネルが共有する形をとり、一つのオペレーティングシステム GOS/VS の制御下で、処理の最適配分、順序制御を行うことにより、EX 840 に比べ約 1.7 倍の性能を実現している。また、演算性能のみならず、入出力チャネルの処理能力を倍加させることができ、システム規模の拡大に伴うデータ処理量の増大に対処しうる拡張性を持ったアーキテクチャである。

EX シリーズの周辺機器では、大容量データベースシステムに対応して、1.2 G バイト、2.5 G バイトの磁気ディスク装置の利用を可能とするほか、ネットワークシステムに対しては、DDX を始めとする広域網、三菱ローカルエリアネットワーク《MELNET》との接続などが可能な通信制御装置を開発した。

### 3. オペレーティングシステム GOS/VS の概要と特長

“システムの中核コンピュータ”を実現するオペレーティングシステム GOS/VS の体系を図 3. に示す。

各システムごとの概要と特長を述べる前に、これらのシステムを支える GOS/VS 基本部の特長をまとめる。

#### (1) システム規模に対する拡張性

最大ユーザー数、最大端末数、最大接続デバイス数が、COSMO シリーズに比べて約 10 倍拡張できる。

#### (2) システム処理能力の向上

デュアルプロセッサシステムのサポートのほか、計算機の各種資源利用の最適化を図る機能を強化した。

#### (3) 情報蓄積能力の拡大

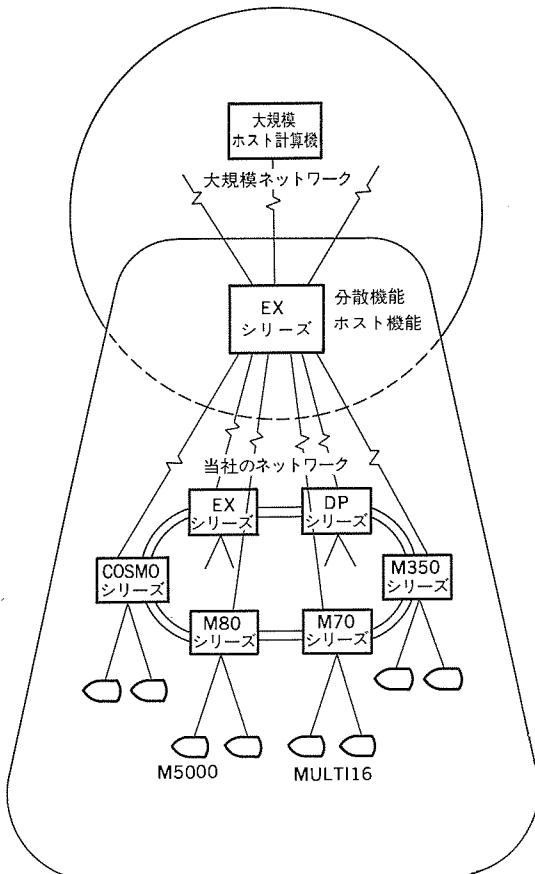


図 4. MNA における EX シリーズの位置付け

1.2 G バイト、2.5 G バイトの大容量磁気ディスク装置のサポートを始め、大容量、マルチメディアに対応したファイルシステムが構築できる。

#### (4) システム構築の容易性

TSS/バッチで同一のコマンドプロシージャ機能が利用できるほか、システム運用・操作を簡素化できるオペレーションプロシージャ機能が利用できる。

#### (5) 信頼性の向上

障害発生時の検出及び情報収集機能に加えて、障害回復又は障害の局所化を行い、システムダウンの発生を減少させる。

以下、GOS/VSの主要なシステムについて概要と特長を述べる。

### 3.1 三菱ネットワークアーキテクチャ MNA

図4.に示すように、EXシリーズは、当社のパーソナルコンピュータ、オフィスターミナル、オフィスコンピュータ、産業用コンピュータ、ミニコンピュータ、COSMOシリーズを含む汎用計算機と統一されたネットワークアーキテクチャMNAで結合することができる。

EXシリーズでは、ネットワークに特長あるシステムとするため、通信速度50bps~56Kbps、最大32回線まで接続できるコンパクトな通信制御装置を開発した。この上で動作するネットワーク制御プログラムは、EXシリーズ本体上の仮想通信アクセス法と機能分担し、特定回線、公衆回線はもとよりDDX網、リング形LAN、バス形LANなど、目的的用途に応じた接続を可能とする。

また、他の大規模なネットワークシステム、例えばIBM計算機で構成されるネットワークに対しては、EXシリーズをIBM計算機と共に存させることも可能としている。更に先に述べた「分散」「ホスト」の両機能をもつ計算機として、RJE(リモートジョブエンタリ)、端末バススルーモードに加え、分散ファイル転送/アクセス、分散トランザクション処理、システム間通信といった機能により、「開かれたネットワーク」の実現を目指している。

### 3.2 分散情報処理システム CIMS II

計算機と通信回線網の発達と普及に伴い、在庫管理、生産管理を始めとするオンライン処理に対して、多種多様のデータへの要求が強まり、高度のデータベース機能が不可欠となりつつある。

EXシリーズでは、この要求にこたえて、オンライン機能とデータベース機能を統合し、更に分散処理への展開をめざす分散情報処理システムCIMS IIを提供する。

データベース機能としては、データベースの構築が容易で表形式を基本とするリレーションデータベースRDMS II及び大規模システム向きのデータベースとして、CODASYL形のEDMS IIが利用可能である。オンライン機能は、COSMOシリーズにおけるオンラインシステムCIMS及びTIMSの技術を生じ、更に分散処理に対応して、異なる計算機上でのオンラインシステム間の通信を行うことを可能としている。またこれらに加えて、オンラインシステムでのプログラム作成を容易にするため、画面編集支援GREENを始めとするアプリケーション開発支援機能CIMS/ADFがある。

### 3.3 エンドユーザー支援システム《DIATALK》

「OA、FAシステムの中核コンピュータ」としてのEXシリーズは、エンドユーザーにとっての使いやすさ、親しみやすさを追求したものである。

このエンドユーザー支援システム《DIATALK》は、各種のデータベースやファイルの検索、帳票(レポート)・ビジネスグラフの作成、電子メール、電子ファイリング、意思決定支援機能の実行などを、日本語をベースにメニュー主体の対話形式で操作できることを特長にしている。図5.に示すように、これらの機能が《DIATALK》モニタの下で互いに有機的な関連を持つ形で統合されている。

OA業務で考えるなら、計算機の専門家でなくてもこのシステムを利用することによって、各種データを検索しその結果を帳票やビジネスグラフとして表示したり、意思決定支援機能を利用してシミュレーション

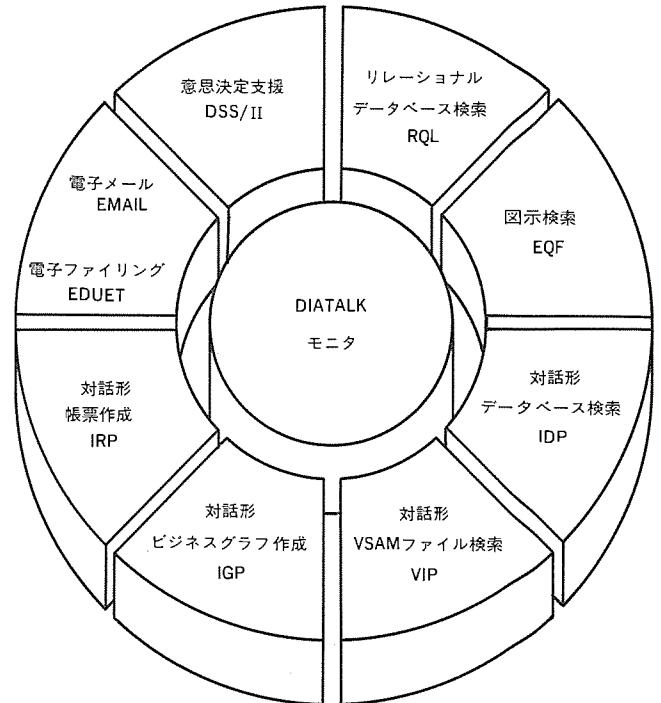


図5.《DIATALK》の構成

などの結果を報告書として作成できる。更に電子メール/電子ファイリング機能を使って、それらの処理情報を蓄積・配達することもできる。すなわち、データ処理と文書処理とメール処理の機能が統合されている点が、使いやすさを特長づけている。

### 3.4 アプリケーション開発支援システム《SWEET》

高度情報化社会の進展に伴い、企業などでのプログラム開発ニーズは急速に高まっており、計算機を管理運営するシステム部門でのプログラム開発量は増大するばかりで、大きな問題となってきている。これを解決する手段として、一つはエンドユーザー自身が自部門で、例えばエンドユーザー支援システム《DIATALK》を用いて、主に非定型的処理を行っていくことである。今一つは、定型的処理用のプログラム開発に際し、プログラムのライフサイクルを統一的に管理し、各段階で支援ツールを利用してプログラム開発の生産性を向上させていくことである。

アプリケーション開発支援システム《SWEET》は、後者の支援を目的としたシステムであり、図6.に示すように、日本語をベースとした対話形式で、設計から保守までの一貫した支援環境を提供する。

### 3.5 マルチメディア処理システム三菱JS II

エンドユーザーが、身近に計算機を利用できるためには、データ、日本語、文章、イメージ、グラフ、音声などの幅広いメディアを必要に応じて利用できることが重要である。

EXシリーズでは、GOS/VSの基本部を始めとし、《DIATALK》、《SWEET》などのシステムにおいて、マルチメディア処理を前提とした構造を組み込み、オフィスターミナル、ファクシミリ、日本語プリンタなどの機器と組み合わせて、親しみやすいマルチメディア処理を実現している。

### 3.6 システム運用性の向上

一般に、計算機システムは複雑化・拡大化する傾向にある。OA化に代表されるように、多くの人々が計算機を利用するようになっている現在、この複雑化・拡大化傾向に更に拍車がかかっている。

このため、GOS/VSでは、ハードウェア機構も効果的に利用し、システム運用の向上を三つの点から実現している。

(1) システム生成時間の短縮、対話形導入支援プログラムにより、シ

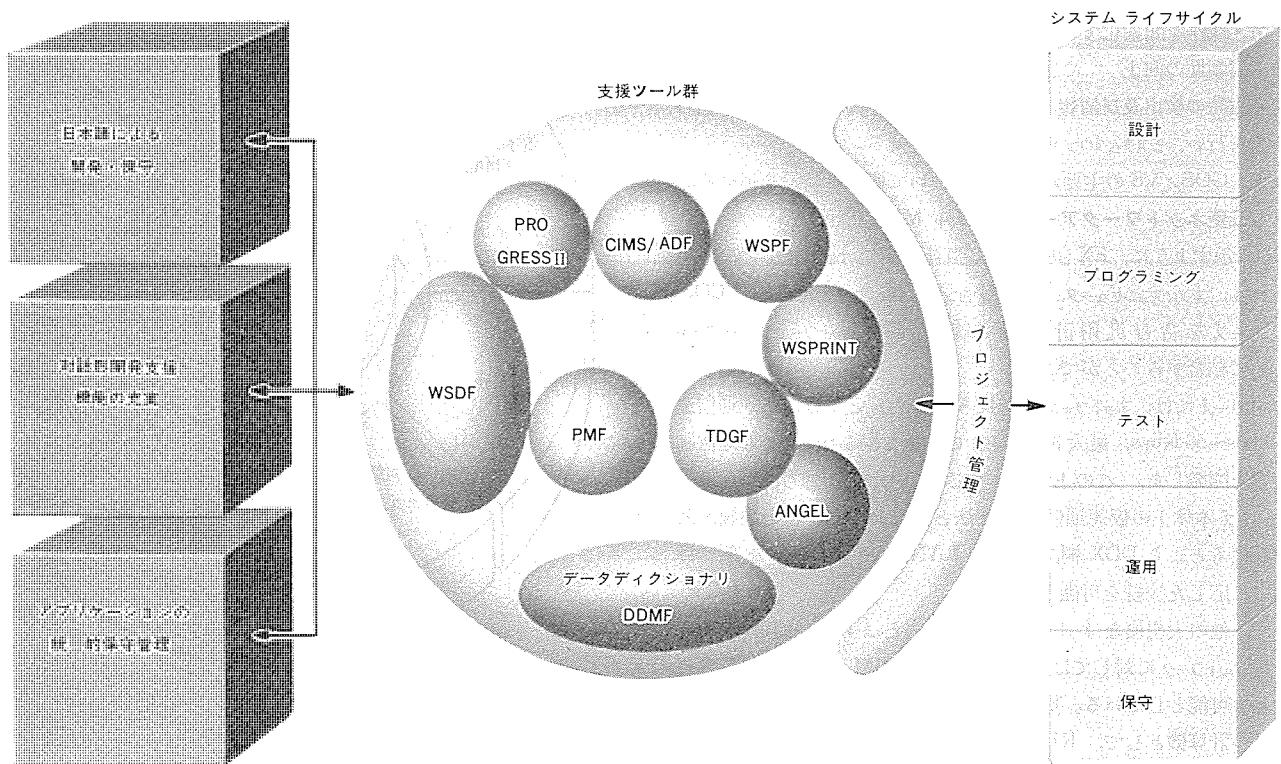


図 6. SWEET の構成

システムを円滑に導入できる。

- (2) ハードウェア、ソフトウェア両面からの RASIS 機能により、システムを安定して運用できる。
- (3) 自動運転システム EOS により、自動電源 ON/OFF の月間スケジュール、ジョブの自動スケジュール、コマンドの自動応答の機能が利用でき、人手をかけない効率的な運用ができる。

### 3.7 ワークステーション支援システム WSS II

GOS/VS では、端末からフルスクリーンで対話しながら計算機を利用することを基本としている。このため、GOS/VS では、端末、プリンタなどを構成要素とするワークステーションからの対話処理システムとして、ワークステーション支援システム WSS II が利用できる。

この WSS II は、GOS/VS におけるシステム、例えば、《DIATALK》、《SWEET》などのベースを提供する基本システムでもある。

### 3.8 プログラミング言語

GOS/VS では、ANSI に準拠した COBOL、FORTRAN 77 に加えて、COBOL プログラミングの生産性を高める言語 ANGEL、当社のオフィスコンピュータで利用されている事務用簡易言語 PROGRESS II、人工知能用言語として脚光を浴びている PROLOG なども使用可能。

である。

### 3.9 各種システムパッケージ

いろいろな分野でユーザーのニーズに合ったシステムを容易に構築できるように、GOS/VS では、OA、FA、SA などに各種システムパッケージを用意した。これらのシステムパッケージの有効活用により、“OA、FA システムの中核コンピュータ”としてはもちろん、住民情報システム、医療情報システム、セルスオートメーションシステムなどの“社会システムの中核コンピュータ”として利用できる。

## 4. むすび

以上、当社の新汎用計算機 EX シリーズの概要と特長について述べた。

EX シリーズは、高度情報化社会における OA、FA、SA などの各種システムの中核として利用できるように、ソフトウェア、ハードウェア共大幅なアーキテクチャ拡充を行った。今後は、この上に立って、ネットワークアーキテクチャ MNA やエンデューザー支援システム《DIATALK》を始めとするシステムの機能・性能をより一層充実させることにより、開かれたそして親しみやすい計算機とする考えである。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の ハードウェアシステム

横山繁盛\*・坂本 巍\*・有賀幾夫\*・渡辺照久\*・中村俊一郎\*\*

## 1. まえがき

《MELCOM EXシリーズ》(以下、EXシリーズとよぶ)のハードウェアは、あらゆる形態の分野におけるシステムの中核となる汎用計算機システムとして開発され、中形汎用計算機である本体装置と、それに接続される周辺端末装置から構成される。システム構成の例を図1に示す。

本体装置には、EX 830, EX 840, EX 850 の3モデルがあり、最上位のEX 850は、一つの主記憶を共有する二組の基本処理装置と、それに接続されるチャネル装置によるデュアルプロセッサ構成をとっている。また基本処理装置、チャネル装置、主記憶制御装置を全面的に超高速LSI化し、主記憶装置のメモリ素子に256Kビット/チップの超LSIを採用し、それを高密度実装化することにより、1m<sup>2</sup>の面積、1m<sup>3</sup>の体積にコンパクト化することができた。

周辺端末装置は1.2Gバイト/2.5Gバイトの磁気ディスク装置や、多様なネットワークが構築可能な通信制御装置、各種LAN装置、高速ディジタル多重化装置、更に日本語ラインプリンタや日本語ワークステーションなどが接続可能である。

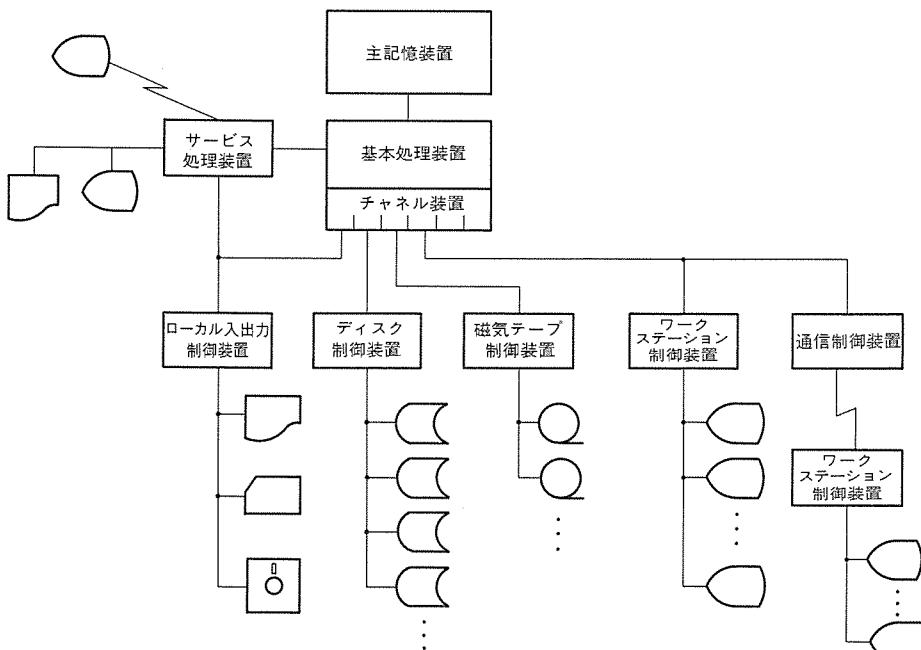


図1. 《MELCOM EXシリーズ》システムの構成例

## 2. EXシリーズ本体装置

### 2.1 概要

#### (1) 最新テクノロジーの採用

遅延時間500ピコセカンド、1モジュールあたり最高6,000ゲートの超高速ECL-LSIと、アクセスタイム7ナノ秒及び10ナノ秒の超高速ECL-RAMを、基本処理装置、主記憶制御装置、チャネル装置に全面的に採用し、

内部処理速度の大幅向上を図っている。また主記憶装置には、256Kビット/チップの超LSIメモリを採用し、高密度化に役立っている。

#### (2) ざん新なハードウェアーアーキテクチャ

命令の処理速度の向上のため、命令先行制御を行うとともに、バッファ記憶を命令用とデータ用に専用に持つことにより、命令フェッチとデータフェッチの同時動作を可能にしている。またEX 840、EX 850では高速乗除算機構を標準として持ち、技術計算性能向上に役立っている。

#### (3) フィールドアップグレードが可能

EX 830は設置面積を変えずに、EX 840にフィールドアップグレード可能、EX 840は、増設プロセッサ(DP)架を追加することにより、容易にEX 850にフィールドアップグレードが可能である。

#### (4) 自動運転装置の装備

あらかじめ設定されたスケジュールに従ってシステム電源の投入・切断が可能である。

#### (5) 高信頼化の実現

全面的なLSI化により部品点数を大幅に削減したことによる高信頼化とともに、主記憶のエラー自動訂正機能や、命令再試行機能、キャッシュメモリの自動縮退などによる高信頼化を行っている。また障害検出時の内部状態記録機能や、障害発生前後の内部状態を時系列的に記録するトレースメモリを装備し、障害回復時間の短縮化を図っている。

#### (6) 高速化エンジン

高速化エンジンは、オペレーティングシステムGOS/VSの使用頻度の高い命令セットをファームウェア命令化することにより、システム性能の向上を図っている。

### 2.2 本体装置の構成

#### (1) 構成

図2にEX 840の本体装置の構成を示す(以下、特にことわらない限りEX 840で説明する)。本体装置は、主記憶装置、基本処理装置、チャネル装置、サービス処理装置で構成される。基本処理装置には、16Kバイトの命令バッファ記憶と、16Kバイトのデータバッファ記憶と、高速乗除算ユニットを含む。

表1にEX 830、EX 840、EX 850の本体諸元を示す。

#### (2) 基本処理装置(BPU)

BPUは命令ユニット(IU)、実行ユニット(EU)、記憶制御ユニット(SCU)で構成される。IUはEUと独立に動作し、EUで実行中の命令の次の命令を主記憶から読み出して命令のデコードまで行う。また主記憶からの命令アクセスを高速化するため、16Kバイトの命令バッファ記憶

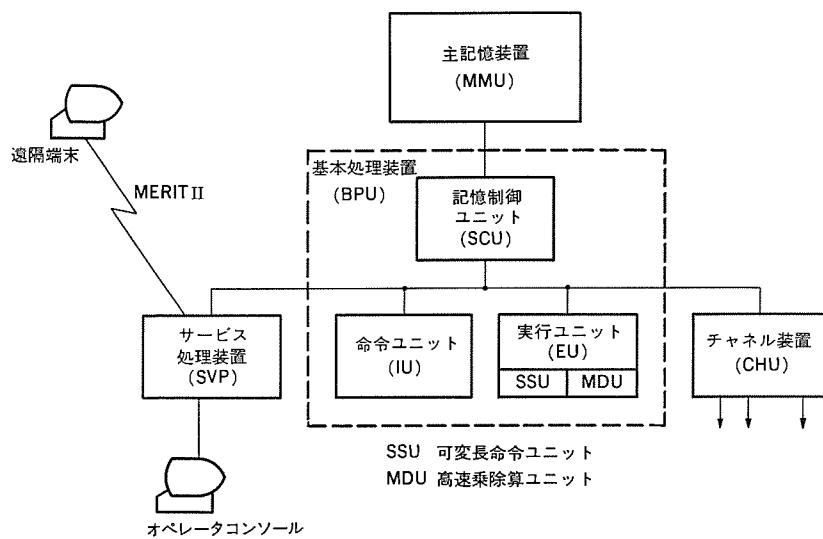


図 2. EX 840 本体装置の構成

表 1. EX シリーズ 本体の諸元

項目	機種	EX 830	EX 840	EX 850
基本処理装置数		1	1	2
命令	数	184	184	184
	命令長	2/4/6 バイト		
	種類	基本, 10 進命令, 浮動小数点命令, 制御		
	形式	RR, RX, RS, SI, SS, S		
データ	形式	固定小数点, 浮動小数点, 論理データ, 可変長論理データ		
	語長	バイト, 半語, 語, 倍長語, 4 倍長語, 可変長バイト (最大 16 バイト, 256 バイト)		
汎用レジスタ		16 個 (32 ビット)		
浮動小数点レジスタ		4 個 (64 ビット)		
制御レジスタ		16 個 (32 ビット)		
割込み		6 レベル		
タイマ		タイムオブティクロック, クロックコンバータ, CPU タイマ, インターバルタイマ		
仮想記憶	論理アドレス	24 ビット		
	セグメントサイズ	64 K バイト 1 M バイト		
	ページサイズ	2 K バイト 4 K バイト		
アドレス変換バッファ (TLB)		256×2 エントリ	256×2×2 エントリ	
記憶保護		キー制御保護 (2 KB/4 KB ページ) セグメント保護 低アドレス保護		
高速乗除算ユニット		なし	あり	あり
高速化エンジン		あり	あり	あり
命令バッファ記憶	容量	8 K バイト	16 K バイト	16 K バイト×2
	構成	256 セット×2 ブロック	256 セット×4 ブロック	256 セット×4 ブロック×2
	ブロック長	16 バイト		
	制御方式	セットアソシティブ方式		
データバッファ記憶	容量	8 K バイト	16 K バイト	16 K バイト×2
	構成	256 セット×2 ブロック	256 セット×4 ブロック	256 セット×4 ブロック×2
	ブロック長	16 バイト		
	制御方式	ストアスルー方式・セットアソシティブ方式		

憶が用意され、一度主記憶にアクセスされると、16 バイトブロック 単位で命令 バッファ 記憶にロードされる。以後の主記憶アクセスで、命令 バッファ 記憶に命令があれば、高速に読み出される。命令 バッファ 記憶の構成は 256 セット×4 ブロック で構成され、マッピング 方式は セットアソシティブ 方式を採用している。

EU は 36 ビット/ワード のマイクロプログラムで制御され、IU でデコードされた命令を受け取り、命令の実行を行う。EU は更に一般命令や制御命令を行う算術論理演算ユニット、メモリ間の可変長オペランドを扱う SS 形式命令の実行を行う SS ユニット、乗除算命令を高速に実行するための高速乗除算ユニットで構成される。

SCU は、IU、EU、チャネル装置と接続され、各ユニットから主記憶へのアクセスのプライオリティを取って主記憶へのアクセス制御を行う。SCU は更に、論理アドレスから実アドレスへのアドレス変換を高速に行うための TLB、主記憶へのデータフェッチを高速に行うためのデータバッファ記憶を備えている。TLB は 256×2 のエントリで構成される。データバッファ記憶は、16 K バイトの容量を持ち、16 バイトブロック、256 セット×4 ブロックで構成され、セットアソシティブ 方式で制御される。ストアリクエストの処理は、主記憶と、データバッファ記憶の両方にデータを書く方式を採用している。更にキーロック 方式の記憶保護の制御も SCU で行っている。

#### (3) 主記憶装置 (MMU)

MMU は、主記憶制御装置 (MCU) と基本記憶ユニット (BMU) で構成され、BMU は 256 K ビット/チップのダイナミックメモリを使用し (図 3.)、最大 16 M バイトまで実装可能である。BMU のアクセスの単位はダブルワードであり、64 データビット + 8 ECC ビットで構成され、1 ビットのエラー訂正、2 ビットのエラー検出を行う。また主記憶の高信頼化のため、4 M バイト単位での主記憶の切り離しや、交替主記憶機構を装備することにより、4 M バイト単位での主記憶の再構成が可能である。

#### (4) チャネル装置 (CHU)

CHU は基本処理装置から入出力命令を受け取り、主記憶装置と入出力装置との間でのデータ転送の制御を行う。CHU には、バイトマルチプレクサチャネル (MCH) と、ブロックマルチプレクサチャネル (BCH) の 2 種のチャネルがあり、MCH は 1 本、BCH は最大 7 本まで実装可能で

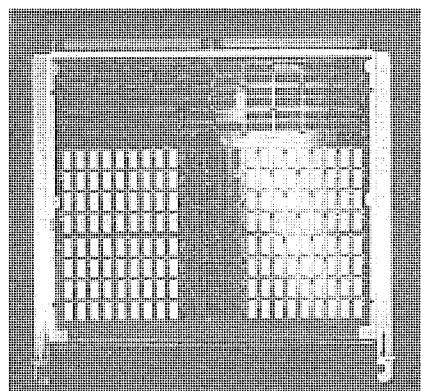


図 3. 4 M バイトメモリカード

ある。MCH は、カードリーダ、ラインプリンタなどの比較的低速の入出力装置の制御を行い、1 バイトから数バイトの単位で時分割で各入出力装置とのデータ転送を行う。BCH は、磁気ディスク装置や磁気テープ装置などの高速の入出力装置の制御を行い、データストリーミングモードでは 3 MBps までのデータ転送が可能である。

#### (5) サービス処理装置 (SVP)

SVP は基本処理装置と独立した処理装置であり、主として次のような本体装置の運転管理を行う。

- (a) システムの電源投入切断、システムの起動停止
- (b) 主記憶装置などの再構成制御
- (c) オペレータコンソール制御
- (d) 入力電源異常、DC 出力電源異常、温度異常、冷却ファン異常などの検出と記録を行う環境モニタ機能
- (e) 障害時の内部状態記録機能と、マイクロプログラムアドレスなどの重要な信号について時系列的に記録し、表示を行うトレースメモリの制御
- (f) あらかじめ決められたスケジュールに従って、システムの投入や切断を自動的に行うための自動運転制御
- (g) MERIT II と呼ばれる、遠隔診断機能の制御

#### (6) RAS 機能

EX シリーズの本体装置は、基本処理装置、チャネル装置、主記憶制御装置の全面 LSI 化や、主記憶装置のメモリの超 LSI 化によって部品点数の大幅削減を行い、高信頼化を行うとともに次のような豊富な RAS 機能を持っている。

- (a) レジスタやデータバスのパリティチェックや、演算器などの回路の二重化による比較チェック
- (b) 主記憶の ECC 回路による 1 ビット誤りの自動訂正、機械語命令やチャネルコマンドの再試行機能
- (c) 命令バッファ記憶やデータバッファ記憶のブロック単位の切り離しによる自動縮退機能、主記憶装置の 4 M バイトの縮退機能や交替機能、EX 850 の場合には、基本処理装置の切り離し機能
- (d) シフトイン・シフトアウト回路内蔵によるレジスタなどの内部状態のログアウト機能やトレースメモリ機能、環境モニタ機能による監視と記録機能
- (e) 障害箇所検出のためのマイクロ診断機能
- (f) 各種マージン制御機能や障害状態表示と警報機能
- (g) MERIT II による遠隔診断機能
- (h) 各種診断プログラムによる命令機能、システム機能の総合診断

### 2.3 実装方式

EX シリーズの本体装置は、最新の LSI 技術、パッケージ技術、冷却技術により、事務所感覚のコンパクトなキャビネット（幅 1,240 mm、奥行 780 mm、高さ 1,000 mm）に収容されている。以下これらの技術について述べる。

#### (1) LSI 技術

基本となる論理素子の決定は、冷却方法との関連から装置の実装方法を左右する重要な要素である。EX シリーズでは、1,500 ゲート／チップ、500 ピコ秒／ゲートの高集積、高性能を持ち、かつ平均 2.3 W／チップという低消費電力の ECL ゲートアレー LSI を開発した。最新の半導体プロセス技術の採用とともに、回路構成及び応用技術でも以下の工夫がなされている。

- (a) [2 電流スイッチ、5 入力、3 出力]／セルの基本セル構造
- (b) ワイヤード論理 (Wired-AND, Wired-OR) の採用

- (c) 電源電圧の低減及び内部信号の小振幅化
- (d) 内部ゲート及び入出力バッファの負荷駆動能力が選択可

上記 (a), (b) により、従来の [単一ゲート]／セル方式のゲートアレーに比較すると、約 1.5 倍の論理が収容できるようになった。更に論理バス上の電流スイッチ段数が減少できることにより、高速動作が可能となった。また (c), (d) により、高速、高集積の性能にもかかわらず、EX シリーズの品種展開では平均 2.3 W／チップ、最大 2.9 W／チップという低消費電力が達成された。表 2. にこの ECL-LSI の仕様を示す。本体装置では全面的にこの LSI を採用し、約 90 品種の LSI を開発した。

制御メモリ、命令バッファ記憶、データバッファ記憶、TLB などには、1 K～4 K ビット／チップの集積度でアクセスタイムが、7～15 ナノ秒の高速 ECL メモリを使用している。この ECL メモリは、上記 ECL ゲートアレー LSI と直接、接続可能である。

#### (2) 高密度パッケージング技術

高速 ECL ゲートアレー LSI は高密度実装を実現するために、外形寸法 29 mm 角、リードピッチ 0.76 mm の小形リードレスチップキャリヤに実装されている。これは通常のプラグインパッケージに比較して約 40% の面積減少となっている。この LSI パッケージは、65 mm × 71 mm のセラミック基板に最大 4 石実装され、モジュール当たり 6,000 ゲートの高密度実装を実現した(図 4.)。

カードは 290 mm × 310 mm のサイズで、セラミックモジュールを最大 9 個実装可能である。経済性を考慮してカード仕様は、2.54 mm ピッチ間隔に 2 本の信号線を通す X 級で、信号層数は最大 6 層で実現している。高密度実装によるカードへの入出力信号の増大に対応するため、

表 2. ECL-LSI の仕様

項目	仕様
基本回路	ECL
セル構成	電流スイッチ : 2 入力 : 5 出力 : 3
集積度／チップ	1,500 ゲート
電源電圧	-2.8 V
平均消費電力／チップ	2.3 W
パッケージ	124 端子リードレスチップキャリヤ

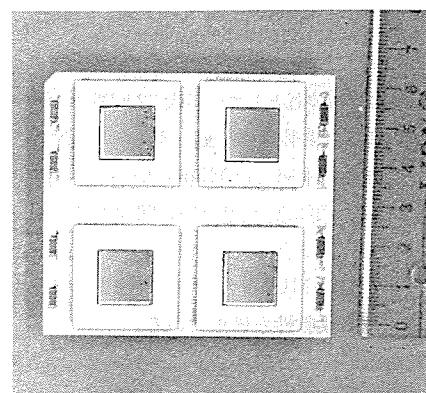


図 4. 6,000 ゲート ECL-LSI モジュール

表 3. 主な周辺装置

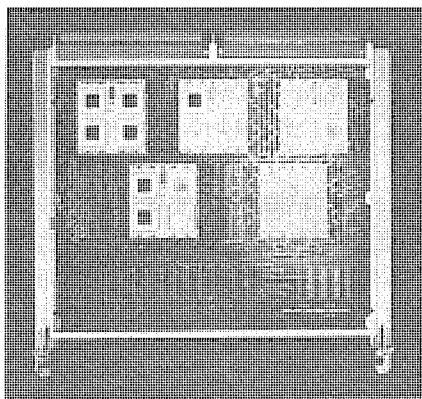


図 5. ECL-LSI モジュール搭載カード

従来の《MELCOM-COSMO シリーズ》の実装に比較して倍密度の 200 極コネクタを 2 個実装している(図 5.)。これらのカードは、ボードと呼ばれるプリント基板に実装され、効率の良い三次元実装になっている。

#### (3) 冷却技術

放熱は素子の信頼性を決定する重要な技術である。高速、高密度実装では、特別な放熱フィンの採用や水冷方式の採用が一般的であるが、保守性、経済性の面から特殊な放熱フィンも使用しない空冷方式を採用した。この実現のため、前述の低消費電力LSIの開発とともに、熱解析シミュレーションを設計段階で実施し、最適な部品配置を決定することにより、素子温度上昇を効率よく抑えている。また高性能両軸シロッコファンの採用により、騒音と架の高さを抑えた空冷システムが可能となった。冷却空気吸込口、吹出し口の位置を十分に検討し、冷却空気流が本体装置周囲を循環したり、使用者に不快感を与えないような配慮をしている。

#### (4) 電源技術

素子の高密度実装が進むにつれて、電源の実装体積に占める割合が大きくなっているが、EXシリーズでは新しい電源を開発することにより、架内で電源の占める割合が従来の《MELCOM-COSMO シリーズ》では約37%であったものが約22%まで減少でき、架のコンパクト化に大きく貢献できた。

この電源の小形化は電力半導体を効率よく利用する電力変換方式の採用、大電流化を可能にしたトランジistor、チョークコイルの採用、制御回路のハイブリッドIC化などによる実装方法の改良及び電源内部の電力損失の低減により達成された。

### 3. 通信制御装置・周辺端末装置

#### 3.1 概要

EX'シリーズの通信関連装置として、最大32回線及び最大160回線収容できる2種の通信制御装置の接続、また、LAN装置として高速(32Mbps)リング形、中速(12Mbps)リング形、中速(10Mbps)バス形LANの接続、更に高速デジタル回線を使って、データ、音声、ファクシミリ、映像などを統合して経済的高効率に伝送できる高速デジタル多重化装置《MELMUX》の接続ができる、用途、規模に応じたネットワーク構築に対し柔軟性を備えている。

一方、周辺端末装置として、磁気ディスク装置を始めとする周辺装置(表3に代表的な周辺装置を示す)の接続、CAD用グラフィックディスプレイ装置、OA端末としてオフィスターミナル、パーソナルコンピュータの

装置名	記憶容量	平均アクセス時間	転送速度
E 1850	1.2 G バイト	25.5 ms	1,859 MBps
E 1880	2.5 G バイト	24 ms	3 MBps
装置名	記録密度	トラック数	転送速度
E 1720-04/02	6,250/1,600/800 RPI	9	313/80/40 KBps
E 1720-14/12			781/200/100 KBps
E 1720-24/22			1,250,320/160 KBps
装置名	記憶容量	ホップスタッカ	転送速度
E 1840	1 M バイト/枚	なし	50 KBps
E 1840 B		あり	62.5 KBps
装置名	読み取り速度	マークカードの読み取り	
E 1505	600 枚/分	可	
E 1505 B	1,250 枚/分	オプションで可	
装置名	印字速度	活字種類	印字けた数
E 1603-1 X	580/930行/分	126/62種	136字/行
E 1603-90	1,060/2,000行/分	108/48種	136/150字/行
装置名	印字速度	収容文字種	印字けた数
E 1600	2,670行/分 (8 LPI)	最大8,192字	108字/行 (8 CPI)
装置名	印刷速度	用紙	文字ピッチ
M 4217-1	10枚/分(A4)	B5, A4, B4, A3	AN; 10, 12, 15 CPI 漢字; 5, 8, 10 CPI
M 4217-2	15枚/分(A4)		

接続、日本語の他グラフ、イメージ処理が可能なページプリンタ、ラインプリンタの接続、ファクシミリ装置として《MELFAS》の接続などができる、業務に最適なシステム構成を提供することができる。

以下に、中規模ネットワーク構築用として32回線まで収容可能な、通信制御装置、日本語、ビジュアルグラフ、イメージ処理端末用ローカル及びリモートワークステーション制御装置、及びフレキシブルディスク装置、ラインプリンタ装置、カード読み取り装置などの周辺装置を統合して制御するローカル入出力制御装置について紹介する。

これら制御装置の共通的特長は、

- (1) オフィス環境にも適用できる統一された省スペースキャビネット(高さ700、幅600、奥行700mm)
- (2) 2台のチャネル間を切換可能とする2チャネルスイッチ機構
- (3) 柔軟性、拡張性に富んだマイクロプログラム制御方式の採用が上げられる。

#### 3.2 通信制御装置

装置に内蔵される通信制御用プログラムによって動作し、通信回線及び端末装置を包含したネットワーク制御を行う最大32回線収容可能な通信制御装置で、図6に構成、表4に仕様を示す。

この通信制御装置は、基本制御部のメモリにECC機構が付加されており、更に基本制御部にはシステム管理機構が内蔵され、保守専用コンソール、フレキシブルディスク装置を保有し、診断プログラムのロード、実行、エラーログなどが行え、これらにより大幅にRAS機能の向上を実現している。

#### 3.3 ワークステーション制御装置

ローカル及びリモートワークステーション制御装置は、統一されたMNA手順でEXシリーズに接続され、最大16台の端末装置を制御できる。

ローカル及びリモートワークステーション制御装置の構成(図7.)は、基本制御部と4台のステーション接続機構から構成されており、1台のステーション接続機構に4台の端末装置をポイントトゥポイント、又はマルチポイントで接続する構成をとっている。

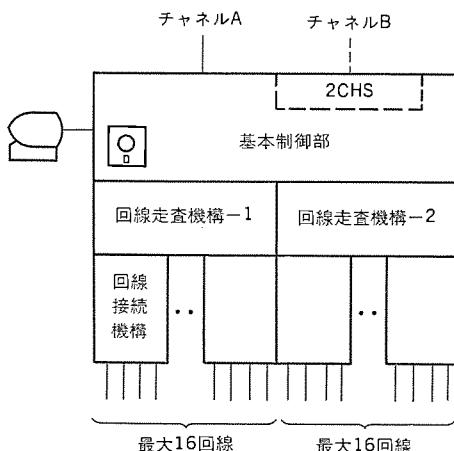


図 6. 通信制御装置の構成図

表 4. 通信制御装置の仕様

項目	仕様
適用回線	特定通信回線、公衆通信回線、パケット交換、回線交換、構内通信回線
通信速度	50~56,000 bps
最大接続回線数	32回線 (半二重/全二重)
回線走査機構	最大2 (4回線接続機構/回線走査機構)
回線接続機構	最大8 (4回線/回線接続機構)
通信方式	半二重通信、全二重通信
同期方式	調歩同期、SYN同期、フレーム同期
単位数	5, 6, 7, 8
同期クロック	内部クロック; 50~56,000 bps 外部クロック; 任意
回線インターフェース	CCITT V 28/V 24 100シリーズ V 28/V 24 200シリーズ (自動ダイヤル) V 11/X 21 (DDX) V 35/V 24

基本制御部は、マイクロプログラム制御方式を採用しており、2台のフレキシブルディスク装置を内蔵している。フレキシブルディスクには、マイクロプログラムのほか、使用頻度の高いJIS第一、第二水準漢字とユーザー選定文字を含め約1万字近くの文字を収容できる。また、フレキシブルディスクに収容されない文字に対しては、ホストから文字パターンのコードを可能としているため、扱える文字種は更に拡大される。

リモートワークステーション制御装置は、2,400~9,600 bps、HDLCで通信回線に接続できる。

### 3.4 ローカル入出力制御装置

フレキシブルディスク装置、ラインプリンタ装置、カード読取り装置などの入出力装置を統一した制御方式で制御することを実現した制御装置で、

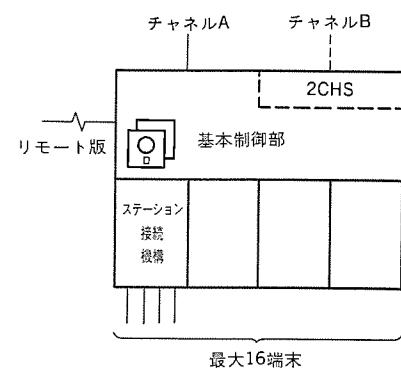


図 7. ワークステーション制御装置の構成図

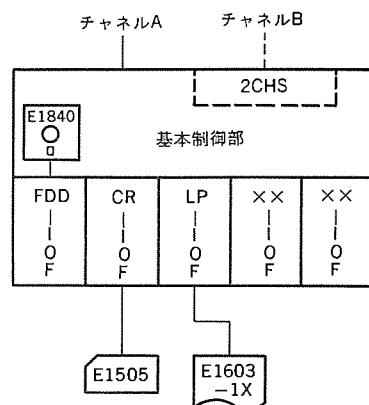


図 8. ローカル入出力制御装置の構成図

最大5台の入出力装置の制御ができる。ローカル入出力制御装置の構成(図8.)は、基本制御部の下に、各入出力装置対応の接続機構(IOF)を付加し、IOFの下に対応する入出力装置を接続する方式を採っており、各IOFは独立に動作するマイクロプログラム制御方式で構成されている。

この制御装置のキャビネットは、IOF以下のフレキシブルディスク装置を1台内蔵、カード読取り装置をキャビネット上に設置できるよう設計されている。

## 4. むすび

『MELCOM EXシリーズ』ハードウェアシステムは、最新のテクノロジーと、ざん新な方式技術により、高性能コンパクト化することができた。今後更にシステムを拡充発展させ、ユーザーの要求や期待にこたえていく考えである。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の ネットワークシステムMNA

藤間孝雄\*・桂川泰祥\*・籠田 隆\*\*・太田 潔\*・富川哲司\*

## 1. まえがき

コンピュータネットワークを取り巻く現状は、ニューメディア時代に対応し、また情報通信の効率化を図るために、従来の通信網に加えて、高速デジタル回線サービス、衛星通信サービスなどへと機能拡張が図られてきている。更に情報通信の高度な利用形態として、キャプテンサービス、新ファクシミリ通信サービスなどの網サービスが充実されつつある。コンピュータネットワークシステムとして、従来の網を活用した広域網(WAN)とOAやFA、HAなどでの構内網(LAN)との相互通信を目指した統合化ネットワークへの要望が高まっている。

一方、日本電信電話公社の民営化、回線の自由化の波により企業間通信、異機種間通信が今後ますます必要となる。これらのネットワークへの迅速な対応が、分散ネットワークシステム構築のかぎとなる。本稿ではこれらを実現するため、開かれたネットワークの構築を目指して開発した、ネットワークシステムについて紹介する。

## 2. 概 要

ネットワークシステムでは、開かれたネットワークの構築を可能とするため、次の機能を実現した。

### (1) 通信機能の統合

仮想通信アクセス法(VTAM)により、ハイレベル形通信を基調に、ベースック形通信も含めて統一したインターフェースで通信機能をアプリケーションプログラムに提供する。

### (2) 分散処理への適合

複数の計算機間を通信機能で接続するシステム間通信を可能とし、こ

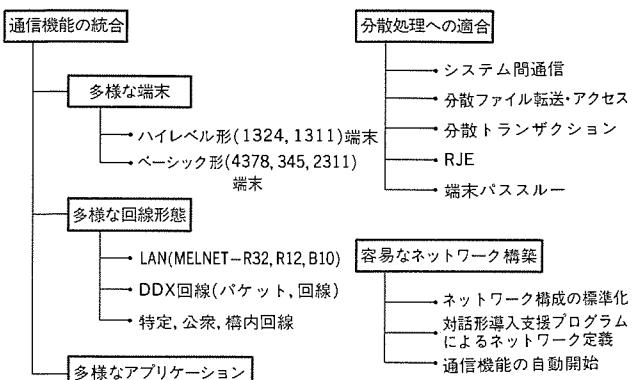


図 1. 開かれたネットワークの構築

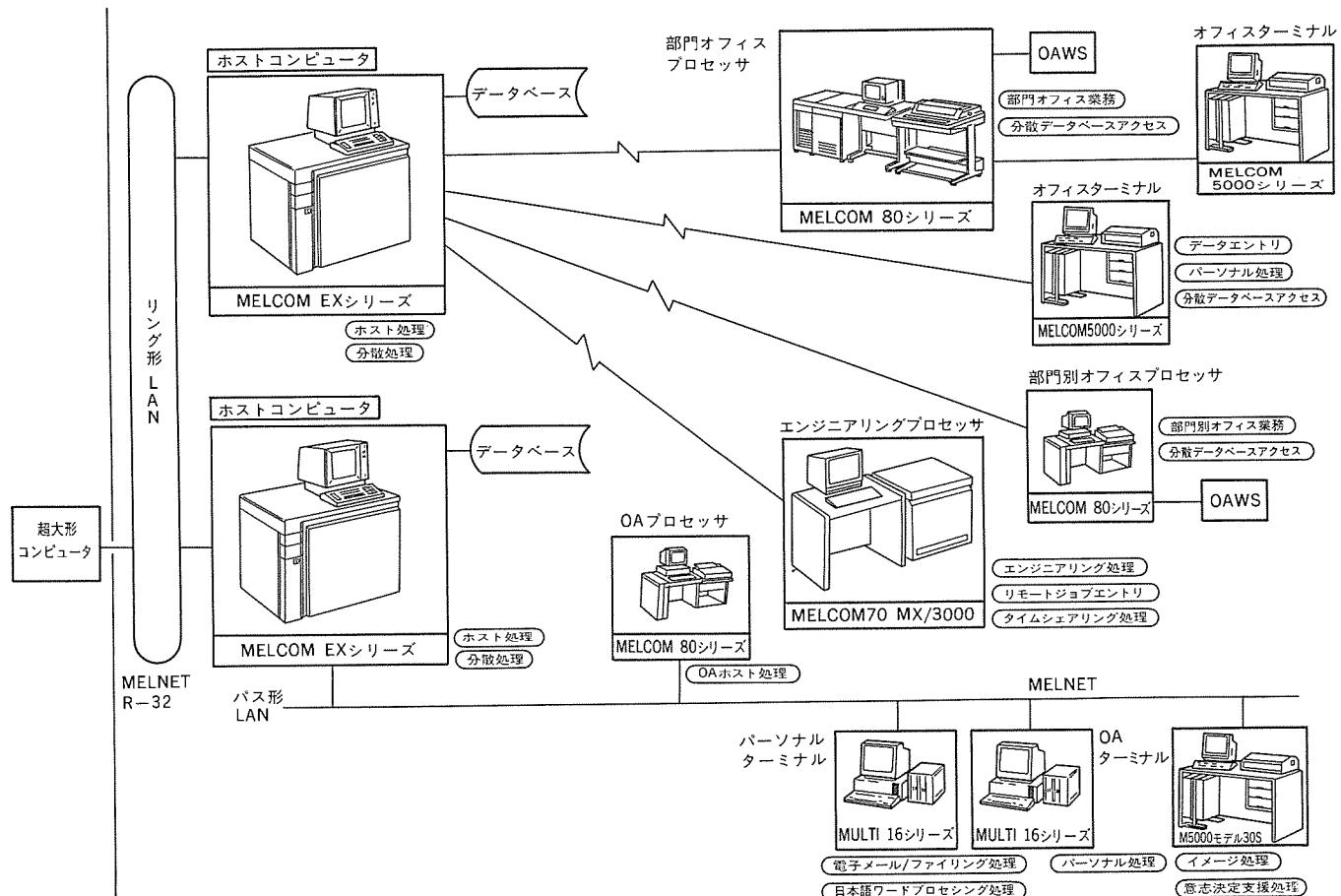


図 2. MELCOM ネットワーク構成例

れを利用した分散ファイル転送・アクセス、分散トランザクション、リモートジョブエンタリ(RJE)及び端末バススル機能を提供し、分散処理への適合を図る。

### (3) 容易なネットワークの構築

ネットワーク構成の標準化を進め、大部分のシステムでネットワークの再構成を不要としている。複雑なネットワークの構成に対しても、迅速にネットワーク構築ができる手段を提供する。更に日常業務に対しても通信システムの省力化機能を提供する。

以上をまとめたものが、図1.の開かれたネットワークの構築である。

## 3. 各種ネットワークへの対応

高度情報化社会におけるネットワークに対し、当社のネットワークアーキテクチャMNAを更に充実し、《MELCOM EXシリーズ》(以下、EXシリーズとよぶ)に適用した。このMNAにより実現されるネットワーク構成例を図2.に示す。

ネットワークシステムに接続する計算機、端末の種類により、次のように分類することができる。

- (1) 端末/パーソナルコンピュータ/オフィスター/オフィスコンピュータ/ミニコンピュータとの接続
- (2) 《MELCOM-COSMOシリーズ》との接続
- (3) 《MELCOM EXシリーズ》との接続
- (4) 異機種計算機との接続

### 3.1 端末/パーソナルコンピュータ/オフィスター/オフィスコンピュータ/ミニコンピュータとの接続

EXシリーズは、ネットワークの中核計算機として、HDLC手順を持つハイレベル形の端末類から、従来の無手順、BSC手順及びM345手順を持つベーシック形の端末類に至るまで、当社のあらゆる製品と接続する機能を備えている。また、接続の形態として、特定通信回線接続、公衆通信回線接続に加え、DDX網を介しての接続及びLANでの接続を可能にし、多様な形態のネットワークを構築できるようにしている。

端末類とアプリケーションプログラムとのインターフェースは、ハイレベル形を基調としている。従来のベーシック形については、端末仮想化機能(NVT)により、ハイレベル形との違いを吸収し、ハイレベル形と同様のインターフェースでアクセスできるようにしている。

図3.に、接続形態、伝送制御手順及び接続できる端末類を示す。

### 3.2 《MELCOM-COSMOシリーズ》との接続

《MELCOM-COSMOシリーズ》(以下、COSMOシリーズとよぶ)のネットワークは、MNA/IRSS(Intelligent Remote Station Support)を基調に実現されている。EXシリーズは、MNA/IRSSを包含した拡張MNAによりCOSMOシリーズとのネットワークを図4.に示されるように実現する。この拡張MNAにより次の機能が使用可能となる。

- (1) 相互TSS
- (2) 相互トランザクション
- (3) 相互ファイル転送
- (4) 相互RJE
- (5) システム間通信(アプリケーション通信)

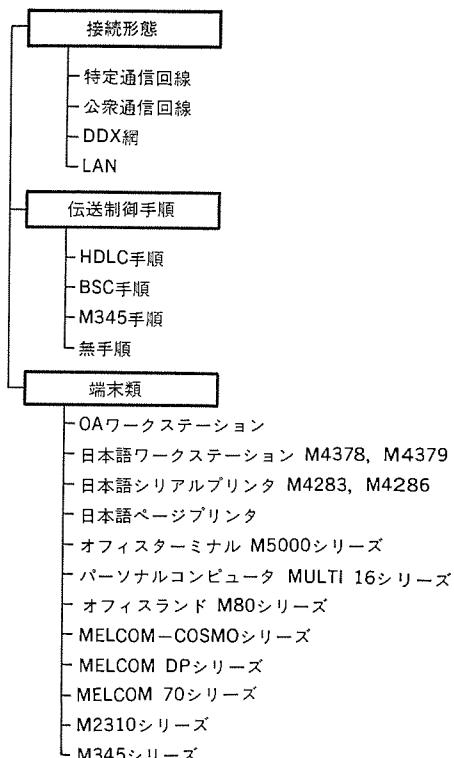


図3. 接続形態、伝送制御手順及び端末類

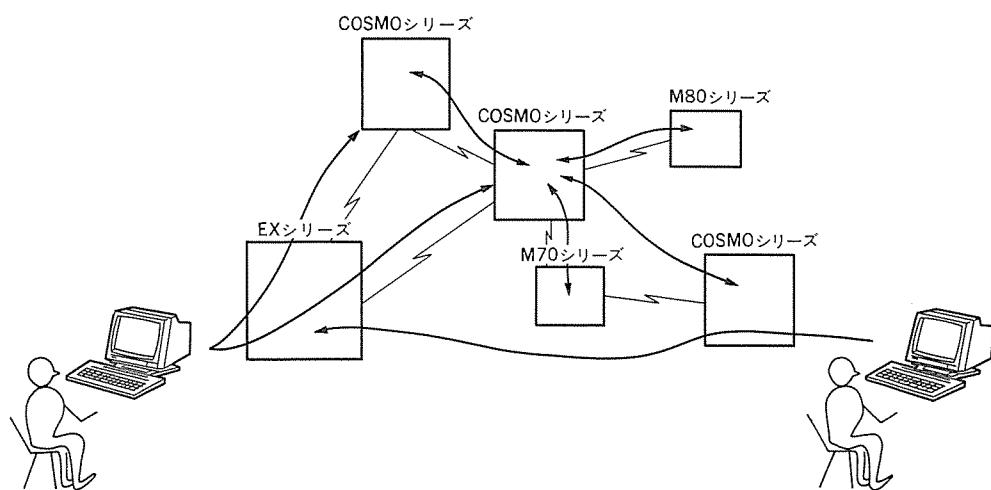


図4. 《MELCOM-COSMOシリーズ》との接続

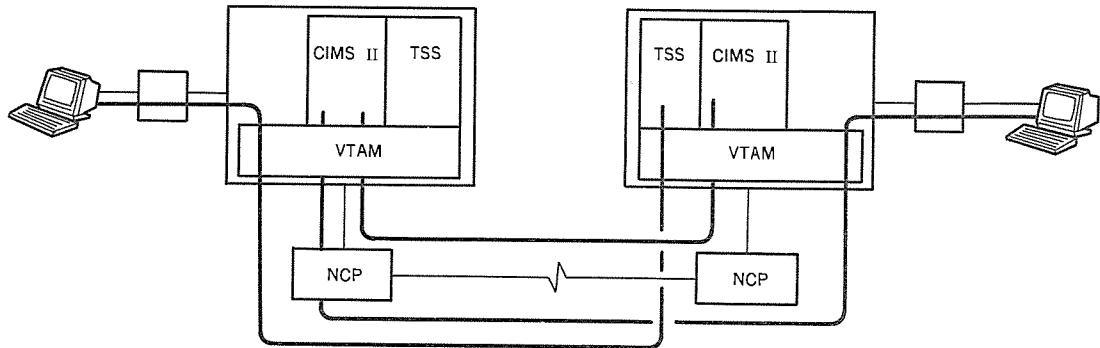


図 5. システム間通信機能

①順次ファイル、区分ファイル、VSAMファイルの転送 ②VSAMファイルのレコード・アクセス

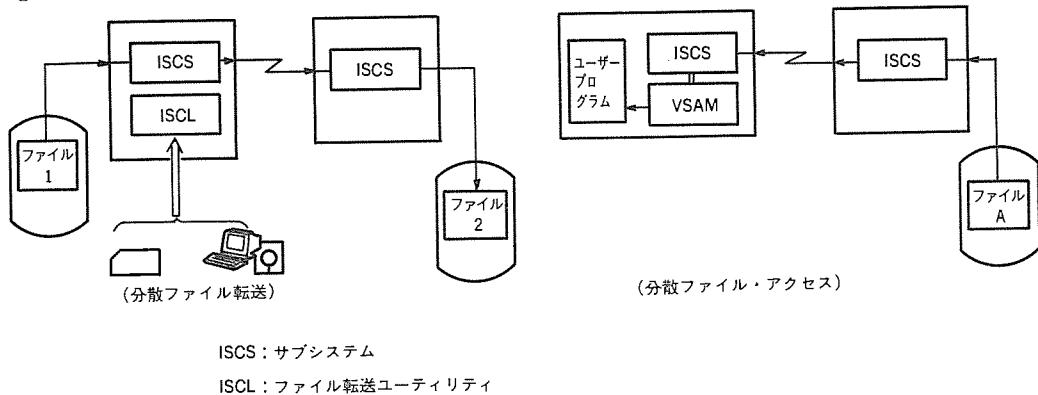


図 6. 分散ファイル転送・アクセス

### 3.3 『MELCOM EX シリーズ』間の接続

EX シリーズは、単に、単一のシステムでネットワークを構成できるだけではなく、複数のシステムを相互に接続し、より大規模なネットワークを構成できる機能も備えている。システムを相互に接続する場合には、端末などの接続に比べ高速性が要求されるため、伝送制御手順としては HDLC 手順を採用し、接続の形態としては特定通信回線接続、DD X 網及び LAN による接続を可能とした。

VTAM の一機能である MNF (Multi Network Facility) は、この複数システムの相互接続を図 5. に示されるように実現し、次のようなシステム間通信機能を提供している。

- (1) 自システムのアプリケーションプログラムと他システムのアプリケーションプログラムとの通信
- (2) 自システムの端末、パーソナルコンピュータなどと他システムのアプリケーションプログラムとの通信
- (3) 自システムのアプリケーションプログラムと他システムの端末、パーソナルコンピュータなどとの通信

アプリケーションプログラムは、この機能により自システム内の端末、パーソナルコンピュータなどとの通信と同様に、他システムの端末、パーソナルコンピュータなどと通信できる。

このシステム間通信機能を使用して実現した機能に、分散ファイル転送・アクセス機能がある。分散ファイル転送は、自システムのファイル及び他システムのファイルを相互に転送できる機能で、順次ファイル、区分ファイル、VSAM ファイルについて可能である。分散ファイル・アクセスは、アプリケーションプログラムが他システム内のファイルのレコードを通常のデータ管理インターフェースでアクセスできる機能で、VSAM ファイルについて可能にしている。図 6. にファイル転送・アクセスの例を示す。

### 3.4 異機種計算機との接続

開かれたネットワークの構築を目指す EX シリーズは、異機種計算機と柔軟に相互接続を行うため、NVT/ゲートウェイ機能を開発した。異機種計算機との相互接続で問題となるのが、各計算機メーカーごとのネットワークアーキテクチャである。そこで NVT/ゲートウェイでは、他社ネットワークシステムから当社ネットワークシステムへのプロトコル変換を行い接続する方式を実現している。これにより、端末パスルー、RJE、ファイル転送、システム間通信を可能としている。

## 4. ネットワークアーキテクチャ

### 4.1 MNA の基本概念

MNA は、高度情報化社会の進展に即応したネットワークを実現するため、“開かれたネットワーク機能”的の提供を主眼に、当社が開発したネットワークアーキテクチャである。MNA のネットワークでは、音声・イメージ・画像などの様々なメディアを自由に駆使でき、LAN、更には他社ネットワークシステムにも柔軟に対応することができる。

これらのことを行うため、MNA には以下に示すような基本的な概念が確立されている。

- (1) ネットワークの構成要素が持つ機能を合理的に構造化し、ネットワークの連続性を維持した、拡張を可能にするネットワーク層の考え方
- (2) ハイレベル形端末を基調に、ベーシック形端末の接続及びパケット網、LAN など各種の網との結合において、統一した通信インターフェースを提供する仮想化機能
- (3) 経済性の高いネットワークの構築を可能にするネットワーク資源の共用概念

### 4.2 仮想化機能 (NVT)

MNA は、ホスト計算機から端末までのネットワーク全体を包含し、統

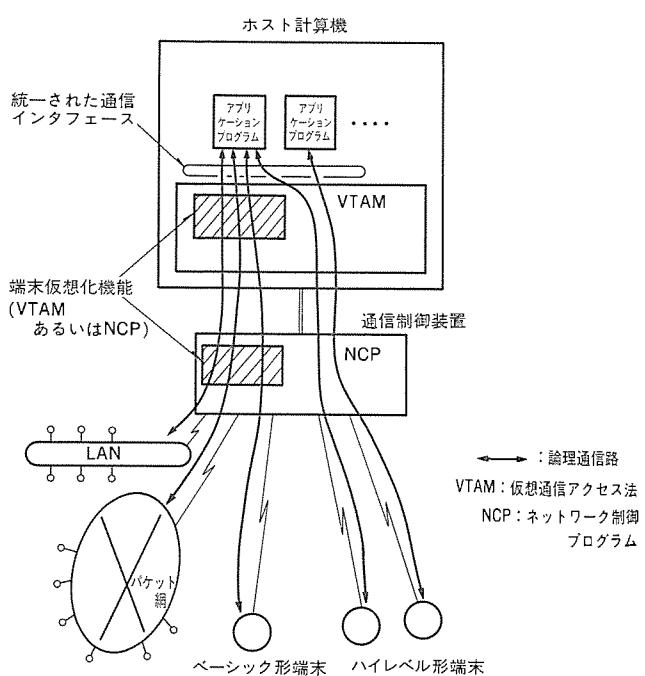


図 7. 仮想化機能の概要

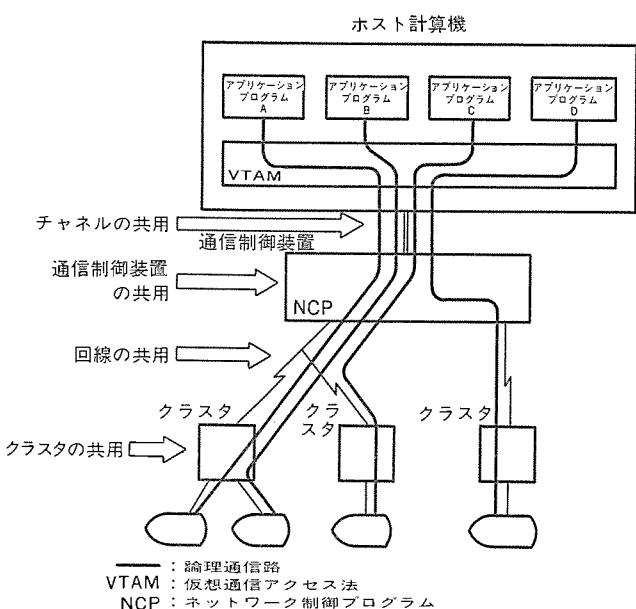


図 8. ネットワーク資源の共用

合した ネットワークアーキテクチャ である。したがって通信処理は、ネットワークアーキテクチャに対応するための機能を備えたハイレベル形が基調となっている。一方、ベーシック形端末の接続や、パケット網、LANとの結合においては、それぞれ標準化された通信インターフェースが確立されている。

仮想化機能は端末に対しては NVT により、異機種間通信に対しては NVT/ゲートウェイにより実現されている。この標準化された機能により、アプリケーションプログラムに対して統一したインターフェースを提供する。この仮想化機能は、図 7. に示されるように、接続対象に応じて VTAM あるいはネットワーク制御プログラム (NCP) の中に実現している。

#### 4.3 ネットワーク資源の共用

アプリケーションプログラムが端末と通信する際、ネットワークの中の様々な資源が利用される。これらのネットワーク資源としては、通信制御装置、クラスタ、端末、回線、チャネルがあげられる。ネットワーク層の考え方を基盤にして、メッセージの分解・組立てによる転送データのユニット化、論理通信路の形成も考慮しているが、これらの考え方方がネットワーク資源の共用にも応用されている。

図 8. はネットワーク資源の概要を示している。VTAM は、アプリケーションプログラムからの論理通信路の確立要求を受けた時点で動的に端末を割り当てる。端末の解放は、アプリケーションプログラムが目的の通信を終え、論理通信路の終結を要求した時点で行われる。したがって、ネットワークに存在する端末は、時系列上で逐次的に複数のアプリケーションプログラムから共用されることになる。

一方、ネットワーク内の経路上に存在するネットワーク資源として、通信制御装置、クラスタ、回線、チャネルがあるが、これらは特定のアプリケーションプログラムに占有されることなく、常に共用状態におかれる。これは、転送データがユニットに分解されて経路を流れるので、ネットワーク資源を特定の通信に連続して割り当てる必要がないことから可能になっている。

#### 5. むすび

本稿では、オペレーティングシステム GOS/VS におけるネットワークシステム制御ソフトウェアを中心紹介した。今後 INS 時代に対応して OA、FA、SA、HA などを統合したネットワークシステムが、より高度に、より大規模になる状況で、ネットワークシステムの重要性はますます増加する。今後も高度なネットワークに対するユーザーの要求、期待に答えるためネットワークシステム制御ソフトウェアの開発に取り組む考えである。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の分散情報処理システムCIMS II

片岡信弘\*・中嶋昇\*・森嶋俊一\*\*・堀茂樹\*・難波恒雄\*

## 1. まえがき

今日の情報処理において処理データを発生時点とらえて処理するオンライン処理は、なくてはならないものとなっている。また、一方では効率的な情報処理のため種々のデータを、データベースとして集中統合する必要がありますます強くなっている。このオンライン処理とデータベース処理を統合したオンラインデータベース(DB/DC)システムは、計算機処理の中核をしめるものとなりつつある。

《MELCOM EXシリーズ》のDB/DCパッケージCIMS IIは、このような背景のもとに、《MELCOM COSMOシリーズ》におけるオンラインシステムCIMS及びTIMSの技術を基礎にGOS/VSにふさわしい規模の拡大と性能向上を目指しつつ、

### (1) 使いやすさ (Fitness for use)

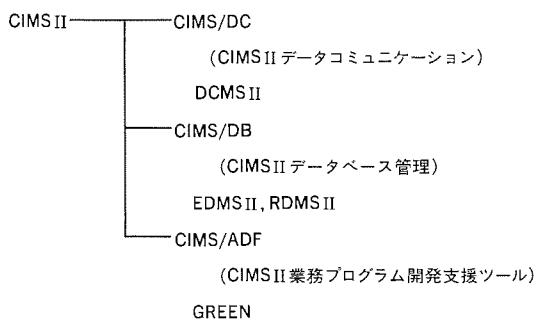


図1. CIMS IIの製品構成

### (2) 分散処理システム構築の容易性

を目標に開発したものである。これによりユーザーは、小規模なシステムから大規模なシステムまで柔軟にシステムの構築が可能である。

CIMS IIの製品構成は図1.に示すとおりであり、データコミュニケーション機能(CIMS/DC)、データベース管理機能(CIMS/DB)、業務プログラム開発支援ツール(CIMS/ADF)から構成される。この論文ではCIMS/DCとCIMS/ADFについて紹介する。

## 2. 機能/特長

オンラインデータベースシステムで必要とされる機能として、一般的に以下のものを挙げることができる。

(1) 通信回線によって遠隔地の端末及び計算機とデータの交換ができる。

(2) 遠隔地の端末/計算機からの要求により、データベースファイルの検索・更新ができる。これらの処理要求は、トランザクションという形で、ランダムに、また同時多発的に起きる可能性があり、処理はデータファイルの一貫性を保ちながら同時多重アクセスを保証しなければならない。

(3) 計算機のハードウェア/ソフトウェアの障害発生時に、それ以前の処理の整合性を保証し、連続性を持って処理が再開できなければならない。

(4) システムの運転が、その場に応じてダイナミックに行えること。

CIMS IIでは、これらの機能を満足するオンラインシステムを容易に開発できるよう、以下の機能を提供している。

### 2.1 ネットワーク機能

CIMS IIのネットワーク機能は、当社のネットワークアーキテクチャMNAの上に構築されている。CIMS IIでは、MNAのアーキテクチャをもとに、次のことを可能にしている。

(1) 論理装置の間の接続という意味で、一つの物理的回線の上に複数のストリームを乗せることができる。

(2) 複数の計算機間に渡るパスを通して、端末は直接接続した計算機ばかりでなく、幾重もの間接接続した計算機との会話が可能である。

(3) 二つの計算機間で、業務プログラム間同士の通信が可能である。

(4) 物理的回線としては、従来の特定回線、公衆回線のほかに、DDX、LANの接続の可能である。

(5) サポート端末は、M 1320のようなMNA端末はもとより、BSCコンテナジョン、M 345など従来の接続手順の端末を網羅している。

CIMS IIのネットワーク機能による一般的形態を図2.に示す。

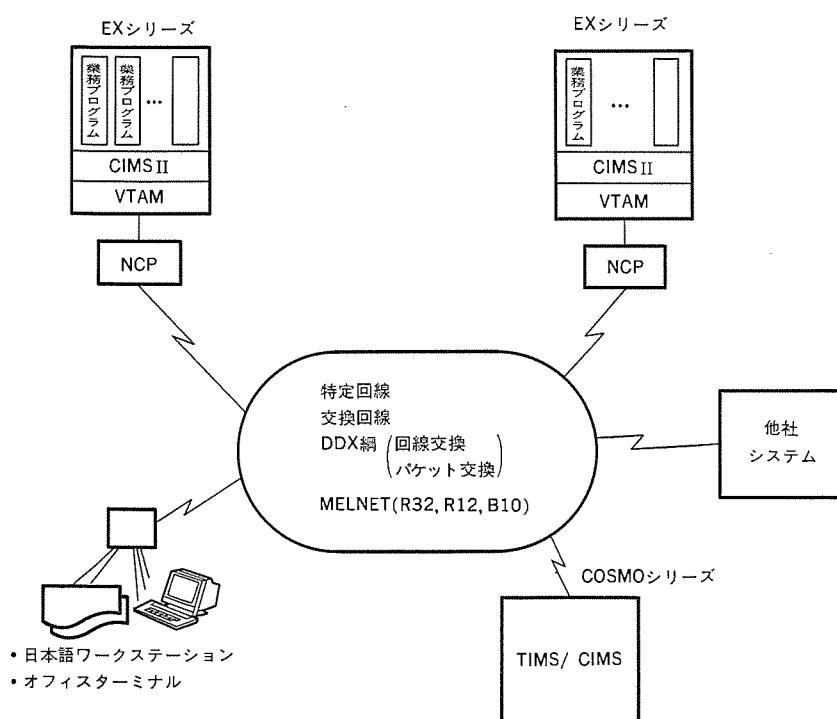


図2. CIMS IIのネットワーク機能



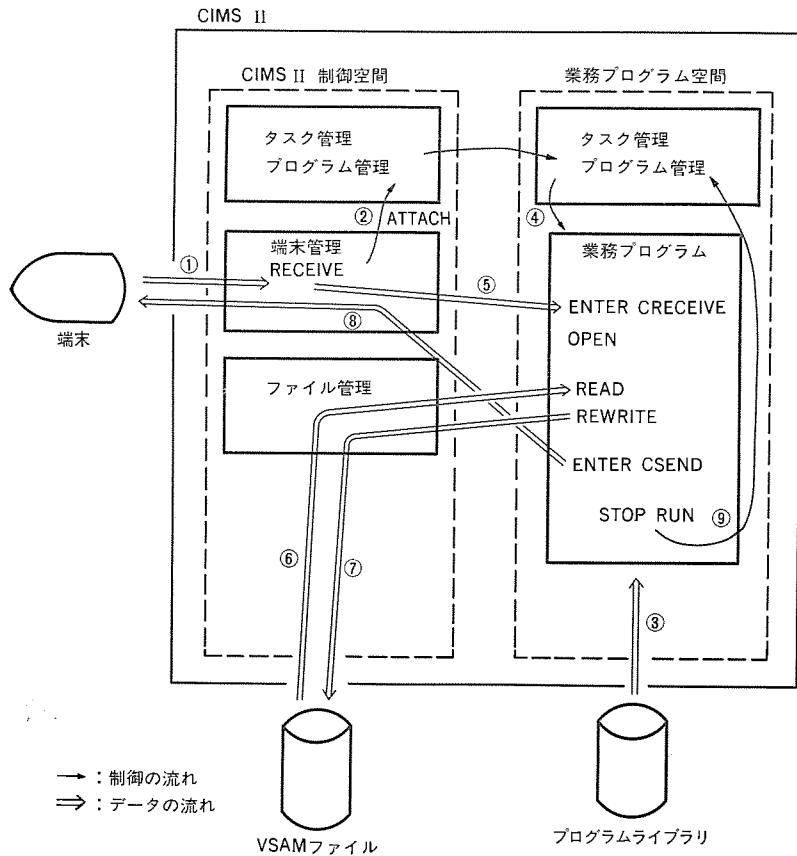


図 6. CIMS II におけるトランザクションの処理の流れ

ムとしてシステムに登録することにより、データ部のみ端末ごとに存在させ、ロジック部は共用化させて、仮想記憶容量の縮小が可能である。

### 3.2 トランザクションの処理の流れ

図 6. によって、CIMS II のトランザクションの処理の流れを説明する。

CIMS II では、まず端末管理が端末に対して VTAM を通して入力要求 (RECEIVE マクロ) を出して待つ。端末からトランザクションコードが入力される (①) と、端末管理はタスク管理を通してトランザクションの内部実体であるタスクの起動 (ATTACH) を要求する (②)。するとタスク管理によるタスク生成そしてプログラム管理による業務プログラムの主記憶上へのロード (③) を経て、制御がその業務プログラムに渡る (④)。業務プログラムが CRECEIVE を出すと、入力されていたトランザクションがメッセージとして渡される (⑤)。更に READ/REWRITEなどの命令でマスタファイルなどの参照・更新を行い (⑥, ⑦)、処理結果メッセージを CSEND で端末へ出力する (⑧)。最後に STOP RUN を出すことにより、業務プログラム終了 (⑨) となり、主記憶上からのプログラム消去及びタスク消滅がされる。その後端末は最初のトランザクション入力待ちの状態に戻る。

### 4. ユーザープログラムに提供される機能

CIMS II の業務プログラムは、COBOL 言語による記述を基本としており、次のような機能が利用できる。

#### (1) VSAM ファイル

バッチジョブのプログラムと同じく、COBOL の通常の入出力命令 (READ, WRITE など) でアクセスすることができる。

#### (2) EDMS II データベース

ENTER 形式の EDMS II 命令を使用してアクセスできる。

### (3) その他の CIMS II 各種機能

下記のような機能を、EXCEL と呼ばれる命令を使用して利用することができる。EXCEL 命令の一覧を表 1. に示す。

#### (a) 端末入出力

端末装置あるいは計算機 (業務プログラム) とのデータ入出力が可能。後者の場合は相手計算機上の業務プログラムを一つ仮想端末とみなして入出力することになる。

#### (b) 画面編集

端末の物理属性を意識することなく、端末とのデータ入出力が可能。

#### (c) 待ち行列

業務プログラム間の通信や、入力トランザクション/出力メッセージなどの一時的蓄積に利用できる (FIFO 形……先入れ先出し方式である)。

#### (d) 一時記憶

業務プログラムでのデータの一時的保管や、他プログラムとの共用データの一時保管などに利用できる。

#### (e) トランザクション時間起動

指定された時間にトランザクションを内部的に発生させることができる。

#### (f) サービス機能

業務プログラムからバッチジョブの投入、またバッチや TSS ジョブからのトランザクションの投入 (業務プログラムの起動) などが可能である。

表 1. EXCEL 命令一覧

機能群名	EXCEL 命令	説明
端末入出力	CSEND	メッセージを端末へ送る。
	CRECEIVE	メッセージを端末から受け取る。
画面編集	CMAPOUT	テキストを編集してメッセージを端末へ送る。
	CMAPIN	メッセージを編集してテキストにして業務プログラムへ渡す。
待ち行列入出力	CQPUT	データを待ち行列へ入れる。
	CQGET	データを待ち行列から取り出す。
一時記憶アクセス	CTSGET	データを一時記憶から取り出す。
	CTSPUT	データを一時記憶へ入れる。
	CTSREP	データを置き換える。
	CTSDEL	データを削除する。
トランザクション時間起動	CTGEN	時間指定でトランザクションを起動することを要求する。
サービス機能	CJOBOPN	バッチジョブのストリームをオープンする。
	CJOBPUT	バッチジョブのストリームを書き出す。
	CJOBCLS	バッチジョブのストリームをクローズし、ジョブキューに入れる。
	CAPP	トランザクションを投入する (バッチ、TSS のプログラムで使用可)

## 5. システムの操作

### 5.1 インストールから運転開始まで

オンラインデータベースシステムを構築する人にとって重要なことの一つは、そのシステムが「容易にインストールでき、利用者の望む処理形態に応じて容易にシステムの変更ができる、かつシステムの運転が容易であること」である。

CIMS II は次のような三つの段階を実行することによって、システムの運転を開始することができる。

第1段階 システムのインストール：標準のインストール JCL により、標準のインストール MT を計算機に読み込ませる。これにより CIMS II のシステムファイルの構築、ライブラリファイルの構築、ロードモジュールファイルの構築などが自動的に行われる。

第2段階 システム環境の設定：CIMS II 定義情報を TSS 端末から作成する。設定された定義情報は、CIMS II の運転開始時に自動的に実行系ファイルに移されシステムは運転開始の状態となる。また、運転中でも定義情報の変更が可能である。

第3段階 業務プログラムの作成：2 章で説明した画面管理機能 GREEN を用いることによって簡潔にプログラムを作成できる。作成したプログラムは業務プログラムライブラリに登録する(図 7.)。

### 5.2 システムの定義情報

オンラインシステムを、そのユーザーに最も適した状態に構築し、また運用していくために、CIMS II ではシステムの定義情報を設定するシステム定義プログラムを用意している。これによりユーザーはバッチモードにおいても、TSS 端末からでも、容易にシステム定義情報を設定できる。

システム定義情報には例えば次のものがある。

- (1) トランザクションの同時動作制御指定
- (2) オペレーターのクラス及び特権の指定
- (3) トランザクションのテストモード指定
- (4) ファイルレコードの排他制御の指定

### 5.3 システムの運転

CIMS II の運用管理機能は、運転管理プログラム (TONBO) により実現される。オペレーターはコンソール及び CIMS II 端末から TONBO を呼び出し、コマンドを投入することによって、CIMS II の運転状態及び資源利用状態をダイナミックに表示したり変更することができる。したがって CIMS II では特別な運転管理席を必要としない。

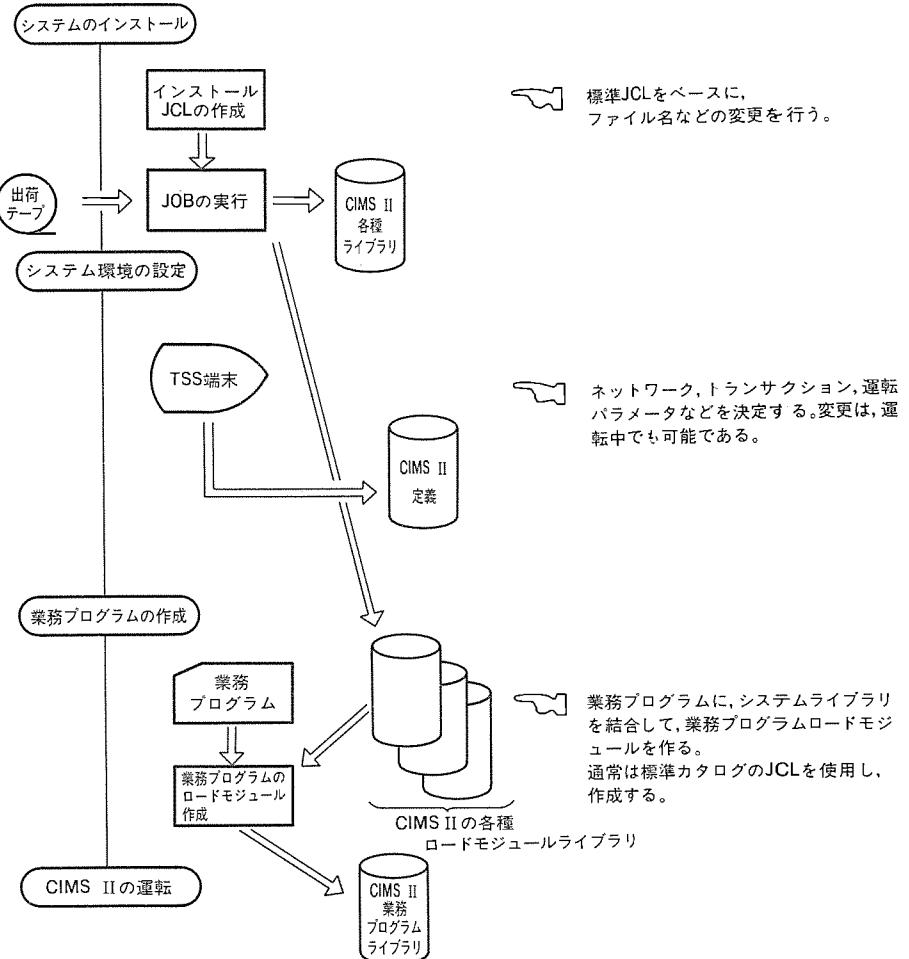


図 7. CIMS II の運転開始手順

運用管理機能には次のようなものがある。

- (1) システム状態表示
- (2) システム停止
- (3) ファイル状態表示及び変更
- (4) トランザクション状態表示及び変更

### 5.4 システム運用ログ

オンラインシステムを常に正常でかつ最適の運用するためには、日常の運転情報を採取し監視することが必ず(須)である。CIMS II では、①システムの運転状態情報、②システム性能評価情報、③エラー発生情報、の三つの観点から、きめ細かくデータを採取している。

## 6. むすび

オンラインデータベースシステムは、今後更に他社との差別化製品としてその重要性を増していくが、バッチ処理とオンライン処理の融合、システム開発のための支援ツールの拡充を、今後の大きなテーマとして製品開発を行っていく予定である。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》のデータベース管理システムRDMSII, EDMSII

小野修一\*・石井俊次\*・佐々木良男\*・古金谷博\*・佐藤正昭\*\*

## 1. まえがき

近年ますます増大し、かつ多様化してきている各種のデータ処理要求に対して、適格かつ柔軟に対応するため、オペレーティングシステムGOS/VSでは2種類のデータベース管理システムを用意し、導入先との要求内容に応じた最適なシステム構築を可能としている。

- EDMS II (Extended Database Management System)
- RDMS II (Relational Database Management System)

EDMS II は CODASYL DBTG 提案に沿い、かつそれを拡張した機能を持つ高性能、高信頼性のシステムである。このシステムは、企業レベルの生産管理や在庫管理といった大規模データベースから、部課単位の販売管理などの中小規模のデータベースのいずれにも適しており、CIMS II の下での高度なオンラインデータベースの構築が可能である。

一方、RDMS II は利用者の新たな処理要求や業務の変更や拡張とともに処理内容の変更にタイムリーに、かつ柔軟に対応できる点を特長とする本格的リレーションナルデータベース管理システムである。利用者は業務形態や処理内容に応じて2種類のシステムのどちらか一方だけを導入することもできるし、両方共に導入し、それぞれに適した処理を分担させることもできる。例えば、図1.に示したように企業全体の生産情報をEDMS II データベースとして構築し、そこから定期的に抽出した製品単位のデータをRDMS II データベースに投入し、よりきめ細かな生産管理を行うことが可能である。

また、この二つのシステムには、エンドユーザーによるデータベース定義、検索、更新を容易にすることをねらいとし、同一の言語仕様を持つ

対話形検索プログラムIDP (EDMS II) とRQL (RDMS II) が用意されている。IDPとRQLは、エンドユーザー支援システムDIATALKの下でファミリを構成しており、相互間のデータ授受や取り出されたデータに基づく帳票作成、グラフ作成などが効率的に行えるよう配慮されている。

## 2. データベース管理システムの特長

2種類のデータベース管理システムは、それぞれ以下に挙げるよう点を特長としている。

### 2.1 RDMS II の特長

- (1) データベースは分かりやすい表の形で表現され、習得しやすくかつ使い方の簡単なRQL言語により、エンドユーザーでも簡単にデータベースの定義、検索、更新を行える。
- (2) ただ一つの言語を覚えるだけで、端末からもプログラムからもデータベースをアクセスすることができる。
- (3) 期日計算などが可能なDATEや、イメージデータなどの格納に適したTEXTなどのデータタイプが用意されている。
- (4) データ自体だけでなく、列(欄)名にも日本語が使用できる。
- (5) 動的な索引定義機能により、業務に応じた処理の高速化が図れる。
- (6) 頻繁に行われる検索手続きを視点(ビュー)と呼ぶ論理的な表で定義し、操作を簡略化することができる。視点はまた、機密保護のためにも有用である。

### 2.2 EDMS II の特長

- (1) データ表現形式として、階層構造より強力な表現力を持つネットワーク構造を採用しており、複雑な現実世界を忠実にデータベースにマッピングでき、効率的なアクセスが可能である。
- (2) 数千Gバイト級の大規模なデータベースの構築や、32Kバイトまでの長大レコードの定義ができる。
- (3) 二次キー(転置索引)による多面検索が可能である。
- (4) データの暗号化機能、レコードやフィールド単位のアクセス制御などセキュリティ機能が充実しており、故意や過失によるデータ破壊や漏えいからデータベースを保護している。
- (5) IDPにより、リレーションナルデータベース同等の手軽さでデータベースの検索、更新が可能である。

## 3. RDMS II

### 3.1 リレーションナルデータベース

一般にリレーションナルデータベースの要件として、表に対して、選択(SELECTION)、投影(PROJECTION)、結合(JOIN)の各操作が自由に、かつ非手続き的に行えることが挙げられる。「自由に、かつ非手続き的」いうたどり書きを満たさないものは表形式データベースとして分類され、あくまでもリレーションナルデータベースとは別なものである。表形式データベースはリレーションナル「形」と称されることが多い。

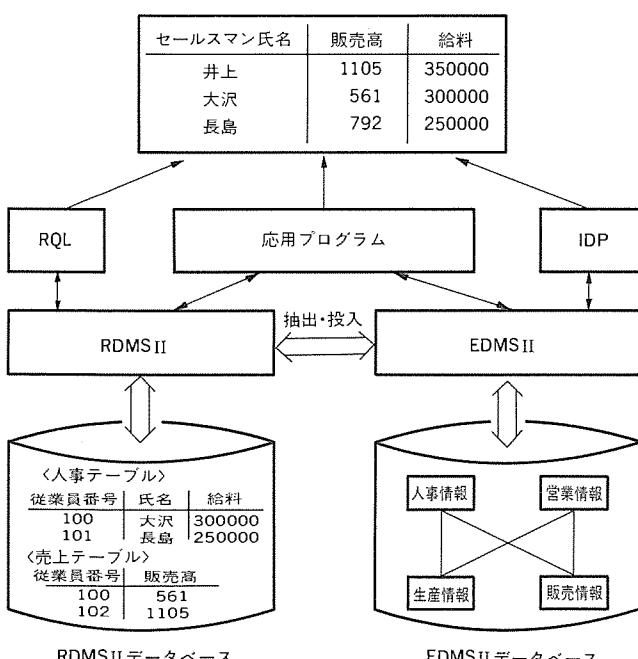


図1. EDMS II と RDMS II データベース

RDMS II は、強力な非手続き形言語 RQL (Relational Query Language) によって、自由に様々な処理を実行する本格的なリレーショナルデータベース管理システムである。図2.はリレーショナルデータベースのデータ表現と基本操作を示したものである。

### 3.2 RQL文

RDMS IIに対する処理は、RQL文を通じて要求する。RQL文は、検索に限らず、定義、操作、制御を含めて、すべてのRDMS IIへの処理要求を記述する言語である。また、RQL文は端末を用いた会話形の処理だけでなく、応用プログラムの中でも記述することができる。このことは、RDMS IIを会話形処理で用いるか、バッチ処理で用いるかによらず、常に単一の言語で要求を出せることを意味し、

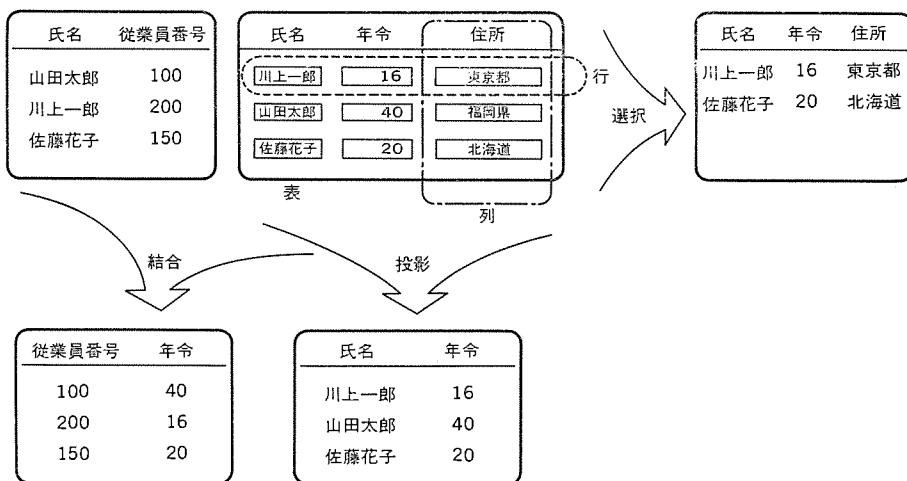


図2. リレーショナルデータベースのデータ表現と基本操作

〈検索〉  
 SELECT 項目名の並び  
 FROM 表の名前の並び  
 WHERE 検索の条件  
 ORDER BY 表示の順序  
 〈格納〉  
 STORE 表の名前  
 VALUES (列のデータ)

図3. 代表的なRQL文

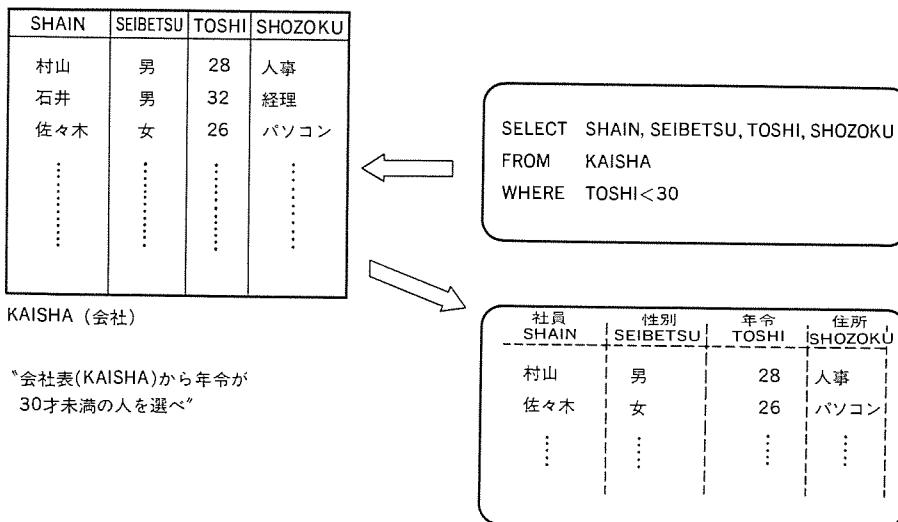


図4. SELECT文による検索例

利用者の負担を軽減している。更にデータベース管理者向けの機能もRQL文で記述される。すなわち、RQLはRDMS IIに対する単一の窓口であり、処理の内容、動作モード、利用者の資格にかかわらず利用できる言語である。

### 3.3 検索機能

データベースに対する問い合わせは、RQLの内「SELECT」文で行う。SELECT文では、「どうやって、データを取り出すかではなく、「何を」取り出したいのかを指示すればよい。SELECT文の基本構造を図3に示す。

項目名は必要なデータ項目の名前を指定するが、全項目を要求するときには「\*」を指定する。また項目名の位置に組込み関数や算術式、定数を書いてもよい。FROMの

次の表の名前は、どの表からデータ項目を取り出すかを指定するもので、最大16個の表を一度に指定することができる。加えて、幾つかの表をまとめたり、一定の条件を附加したりして、実際には存在しない論理的な表（視点）を用いることも許している。逆に一つの表に幾つかのラベルを与えて、同じ表が幾つも存在しているかのような取扱いも可能である。WHEREの後には、算術式や論理式を用いて複雑な条件を指定しても構わない。

図4.はSELECT文によるデータベース検索の例である。また、条件式の中に別なSELECT文が含まれていてもよい。

このような場合には、条件式中のSELECT文を先に評価し、その結果を用いて

条件式が評価される。また、入力に手間のかかる日本語データを検索条件に用いるときなどのために、文字列の先頭の何文字かだけを指定するような機能も用意されている。検索結果を表示するときの順序指定は、ORDER BYで行う。この順序指定も昇順、降順は無論、算術式の評価結果に対して用いることができる。同じ属性、値を持つものごとの集計処理(GROUP BY)も可能である。

### 3.4 操作機能

データ投入はSTORE文、更新はMODIFY文、削除はERASE文によって行う。STORE文で1行分のデータを投入する場合、列のデータは直接に定数を記述するが、ホスト言語を用いた応用プログラムでは、ホスト言語で用いている変数名を記述することもできる。会話形で多数のデータを投入するときのためには、最初に一度だけ表の名前を指定しておいて、後にデータ値だけを入力する形の支援機能も用意している。更に、VALUESの後にSELECT文を書くこともできる。このときには、SELECT文の検索結果を入力として別な表を作成することができる。図5.はSTORE文、MODIFY文及びERASE文の使用例である。

〈STORE文〉 '会社' 表に新入社員を追加する。  
新人なので所属は未定とする

```
STORE KAISHA
VALUES ('新田', '男', 23, '未定').
```



社員 SHAIN	性別 SEIBETSU	年齢 TOSHI	所属 SHOZOKU
村山	男	28	人事
代田	男	32	経理
佐々木	女	26	パソコン
新田	男	23	未定

た、イメージデータなどの非数値情報を取り扱う TEXT データタイプ、期間計算が可能な DATE データタイプも用意されている。更に、RQL ではコマンドの簡略形や検索文の保存機能、表示画面の欄単位の左右スクロール機能などにより操作の簡略化が図られている。

#### 4. EDMS II

##### 4.1 EDMS II のデータ構造

EDMS II では、複雑な現実世界を忠実にかつ厳密に表現するために、ネットワーク構造と呼ばれる論理的なデータ表現を採用している。ネットワーク構造は、データ間の関係づけを自由に行うことのできる、柔軟性に富んだ表現形式で、ツェンにより任意個のデータ間を任意の方向で任意のレベルまでつなぐことができる。

図 7. は、EDMS II のデータ構造を示したものである。

一方、データをデータベース上に物理的に配置する方法として次の四つがあり、データの特性に合わせた効率的な格納、検索を行うことができる。

(1) CALC : レコード内の複数のフィールド値の数量化により、その物理的格納位置を決める。ランダムな検索に適している。

(2) VIA : 付隨的なデータを格納する場合に利用される方式で、レコードは主レコードの物理的近傍に配置する。

(3) DIRECT : レコードの物理的格納位置を使って検索、格納する。

(4) IS : レコードをキーとなるフィールド値の順に配置する方式で、CODASYL 提案にはない独特の方式。順次処理とランダム処理の両方が必要な処理に適している。

これらに加えて、レコード検索の効率化を図るため、フィールド値を二次キーとして定義し、処理に応じた多面検索が可能である。

##### 4.2 データベースの定義と操作

データベースは、データベース定義言語により定義され、スキーマと呼ばれる定義体に変換される。個々の応用プログラムでは、スキーマ上の定義されたレコードと、レコード間の関係のうち、その応用プログラムで必要な部分のみを取り出したサブスキーマを使用する。サブスキーマでは、スキーマ上のレコードのフィールドの並び順を変更したり、一部を削除することも可能である。サブスキーマとして取り出されたレコードと、レコード間の関係は登録集として作成されるので、利用者は個々の応用プログラムで面倒なデータ定義を必要としない。

応用プログラムからは、データの検索、更新、削除に応じて用意されたマクロ命令を使ってデータベースをアクセスする。また、IDP を使えば、データベースの構造を知らないてもリレーショナルデータベース同等の気軽さで、検索、更新を行うことができる。

##### 4.3 障害回復と排他制御

EDMS II は、システムの障害、ハードウェア障害、応用プログラムの不正終了といった各種の障害に対し、データベースの保全を行うために完全な障害回復機能を用意している。また、複数の利用者が同時にデータベースの検索、更新を行う場合のデータの一貫性を保証する排他制

〈ERASE文〉 転勤になった人を '会社' 表から削除する。

```
ERASE KAISHA
WHERE SHAIN = '新田'.
```



社員 SHAIN	性別 SEIBETSU	年齢 TOSHI	所属 SHOZOKU
村山	男	28	人事
佐々木	女	26	パソコン
新田	男	23	未定

〈MODIFY文〉 全員の年齢を一歳プラスする。

```
MODIFY KAISHA
SET TOSHI=TOSHI+1.
```



社員 SHAIN	性別 SEIBETSU	年齢 TOSHI	所属 SHOZOKU
村山	男	29	人事
佐々木	女	27	パソコン
新田	男	24	未定

図 5. データベース操作例

〈会社表を定義する〉

```
CREATE TABLE KAISHA
SHAIN    社員 NCHAR(8)
SEIBETSU 性別 NCHAR(1)
TOSHI    年令 NUMBER(2)
SHOZOKU  所属 NCHAR(10)
```

〈所属を索引とする〉

```
CREATE INDEX IDX1
ON KAISHA (SHOZOKU)
```

図 6. データベース定義例

#### 3.5 定義機能

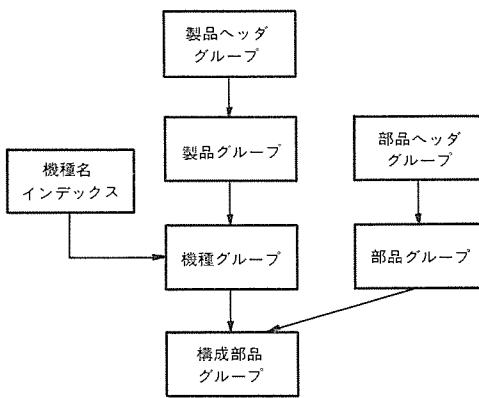
データを格納するための表や、論理的な表である視点の定義、削除、表の検索効率を向上させるための索引の定義、削除は、いつでも自由に行うことができる。索引は SELECT 文などでの指定には関係なく検索性能の向上に役立つ。図 6. は表の定義と索引の追加例である。既にデータが格納されている表に対しても、後から必要となった新しい項目を追加することができる。更に、データベース管理者用の機能として、表を格納するための論理スペースの定義や、データ量が増加して格納できなくなったときのディスクスペースの追加定義も、いつでも自由に行うことができる。

#### 3.6 その他の機能

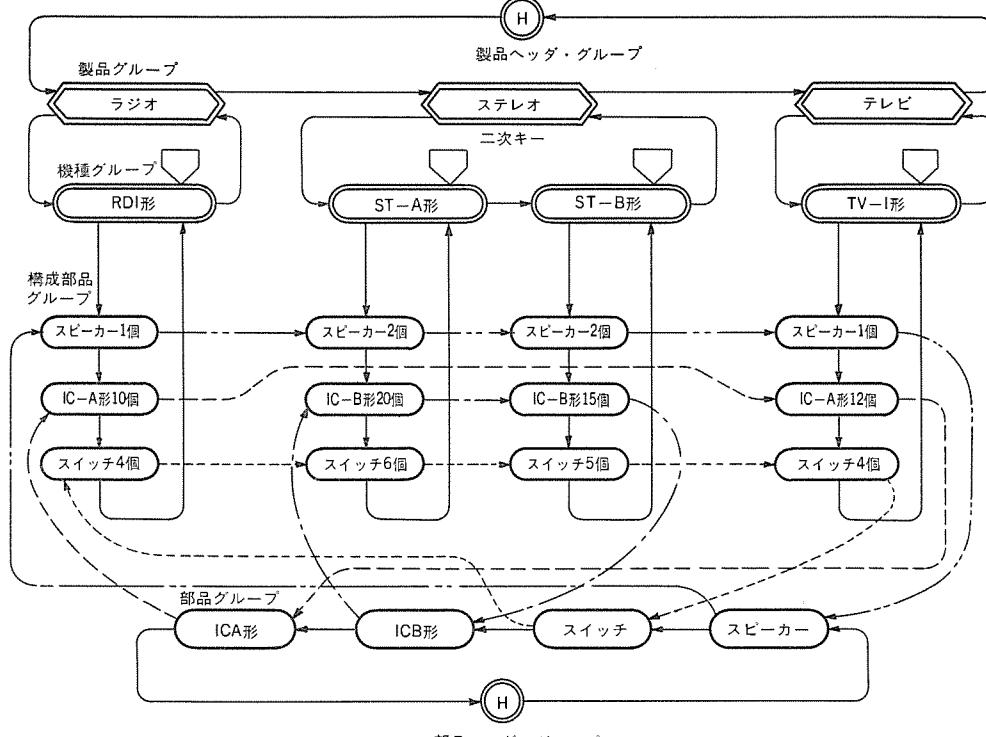
データベースを効率的に運用するためには、データベース管理者に全権をゆだねる必要があるが、一方で利用者のデータ自体は管理者の目から保護したいという矛盾した要求を解決するために、暗号化機能が用意されている。これにより管理者は物理的なデータにだけ全権をもち、利用者のデータの論理的意味は知り得ないようにできる。ま

製品グループ		
製品コード	製品名	仕様
機種グループ		
機種コード	機種タイプ	機種名
部品グループ		
部品コード	数量	
構成部品グループ		
部品コード	単価	在庫数
部品名		

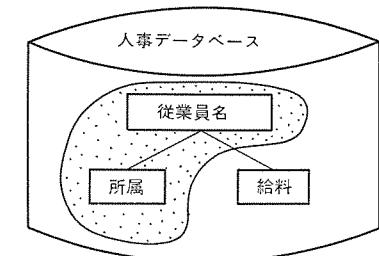
(a) グループ(レコード)の形式



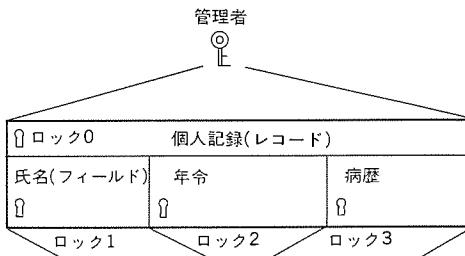
(b) データベースの構造



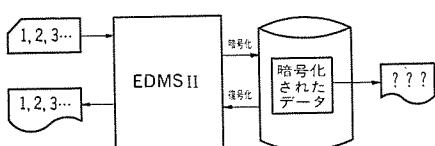
(c) データベースの内容



(a) サブスキーマによるアクセス制御



(b) ロックによるアクセス制御



(c) 暗号化によるデータ保護

御をきめ細かく行っており、更に広域多段 LRU (Least Recently Used) 方式により、主記憶装置とデータベース間のデータ転送回数を最小化し、処理の最適化を図っている。

#### 4.4 機密保護機能

EDMS II は、データベース上のデータの不用意な、若しくは悪意による漏えいや破壊から守るため、図 8. に示したような多重の機密保護機能を用意している。

##### (1) サブスキーマによるアクセス制御

全体のデータベースから、機密に関するデータを外した部分をサブスキーマとして定義することができる。

##### (2) レコードやフィールド単位のプライバシーロック機能

レコード全体や一部のフィールドに錠(ロック)をかけ、それに対するかぎ(鍵)(キー)を持たないプログラムからのアクセスを防止できる。

##### (3) データベースの暗号化機能

ディスク上のデータベースを物理的にダンプし、内容をのぞき込む悪意を持つ第三者から機密データを保護することができる。

## 5. むすび

今後、ますますデータベース化される業務範囲とデータ量は増加し、更にそれを利用する利用者の幅も広がっていく傾向にある。オペレーティングシステム GOS/VS の二つのデータベース管理システムは、そうした傾向に適格に対応し、業務内容や目的に応じた効果的な使い分けができるこをねらっている。今後ともデータディクショナリ機能をバックボーンとして両システム間の隔離性を高め、利用者によるデータベース開発、利用を促進するための機能拡充、性能向上を図っていく予定である。

図 7. EDMS II のデータ表現

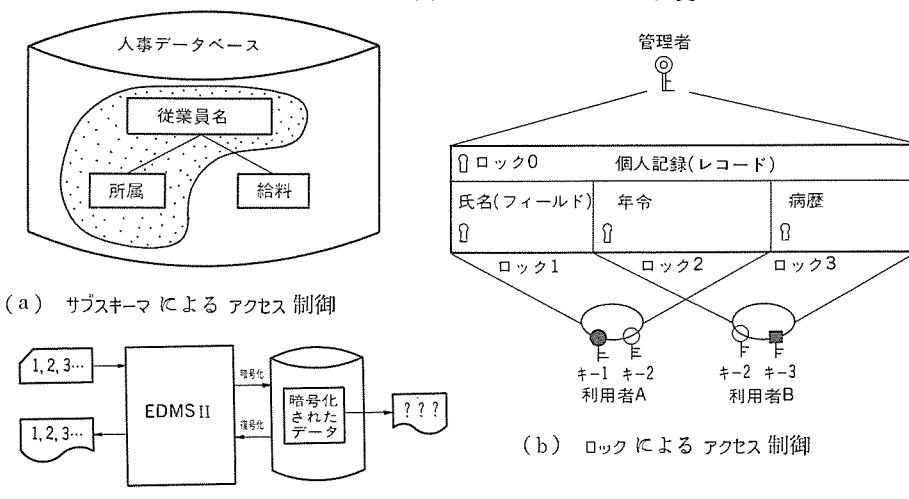


図 8. 機密保護機能

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の エンドユーザー支援システム《DIATALK》

山本 正勝\*・田口 和男\*・加藤 文夫\*・九鬼 隆彦\*・立花 昌和\*\*

## 1. まえがき

近年、一般企業のデータ処理部門では、開発に着手できないまま積み残されている開発要求（バックログ）の急増が重大な問題となっているが、バックログ問題の解決には、データ処理部門の生産性向上とともに、エンドユーザーによるデータ処理への参加が必要とされている。

一方、パーソナルコンピュータ（以下、パソコンとよぶ）や多機能オフィスマシンの性能面、機能面での急速な発達は驚異的で、エンドユーザーのための豊富な種類のソフトウェアパッケージの利用や、他のユーザーを全く意識することなく使用できる高い独立性などの理由から、ワークステーションサイトでのマイクロプロセッサ類の利用も盛んになってきている。汎用機と事務用のマイクロプロセッサ類は単に共存するだけでなく、両者による協同処理が行われてこそ、より有益なものとなる。

また、エンドユーザー部門で容易に情報システムを活用していくためには、日本語情報、グラフ、イメージなど幅広いメディアを利用できなければならぬ。《MELCOM EXシリーズ》のエンドユーザー支援システム《DIATALK》は、上で述べた背景を踏まえて開発されたエンドユーザーのための統合ソフトウェアである。

## 2. 特 長

《DIATALK》の特長は、次のとおりである。

(1) 《DIATALK》モニタの下に統合されたプログラムは、統一され

た画面形式を通して使用することができる。ユーザーは、メニュー選択と問合せに対する応答を行う対話形のインターフェースで《DIATALK》を操作できる。したがって、プログラミングによるデータ処理経験がないエンドユーザーでも十分使いこなすことができるよう配慮されている。

(2) 個々の製品要素プログラムは、《DIATALK》のマスタメニューで該当するものを選択することにより実行される。また、一つのプログラムを使用しているときに、別のプログラムの機能が必要になった場合（例えばデータベース検索後に結果をグラフ形式で表示するなど）、再びマスタメニューに戻って指示することなく、現在使用中のプログラムに対して要求を出すことができる。この場合、呼び出されるプログラムに対する詳細な動作指示は、現在使用中のプログラムが自動的に作成する。また、呼び出されるプログラムに引き渡すデータは、主記憶内の共通スペース（《DIATALK》コミュニケーションスペース）経由でも外部ファイル（《DIATALK》コミュニケーションファイル）経由でも引き渡すことができる。《DIATALK》の全体概念を図1に示す。

(3) 日常のオフィスワークを支援する機能として、オフィス情報の蓄積、グラフ作成、他部門へのメーリングなどが含まれている。

(4) CODASYL形データベースEDMS II、リレーションデータベースRDMS IIのいずれに対しても共通のエンドユーザー言語を使用できる。

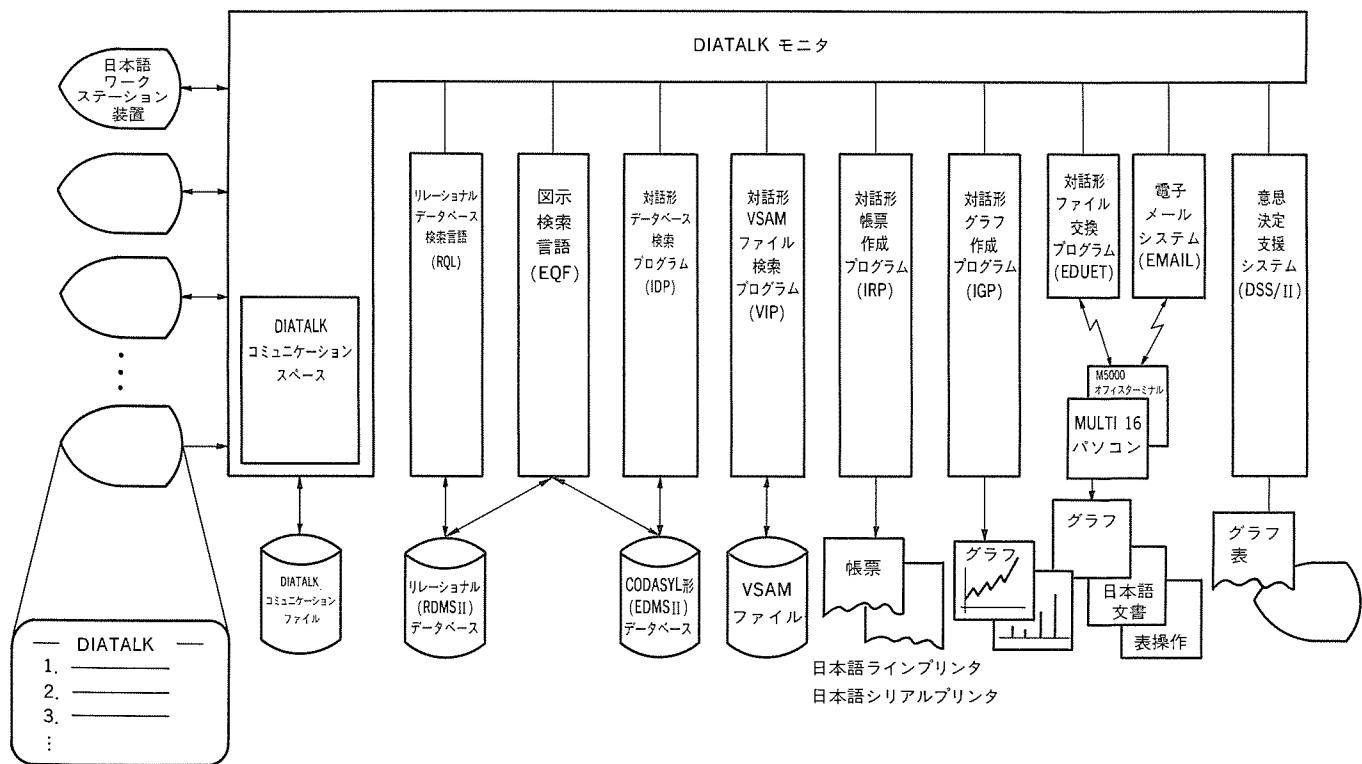


図 1. エンドユーザー支援システム《DIATALK》の全体概念図

### 3. 機能

#### 3.1 製品構成と機能概要

『DIATALK』の製品構成は、図1.に示すとおりで、機能概要を以下に述べる。

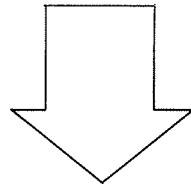
- (a) 対話形 ユーザーインターフェースによるリレーショナル データベース操作 (データベース作成、検索、更新)
- (b) 対話形 ユーザーインターフェースによる CODASYL 形 データベース操作 (データベース検索、更新)
- (c) 図示形 ユーザーインターフェースによる データベース操作 (データベース作成、検索、更新)
- (d) 対話形 ユーザーインターフェースによる VSAM ファイル操作 (VSAM ファイルの作成、検索、更新)
- (e) 対話形 ユーザーインターフェースによる日本語帳票の設計と帳票印刷
- (f) 対話形 ユーザーインターフェースによるビジネスグラフの設計と出力
- (g) 対話形 ユーザーインターフェースによる意思決定支援 プログラム 利用
- (h) CODASYL 形 データベースの一部分を抽出して リレーショナル データベースを作成
- (i) CODASYL/リレーショナル データベース又は VSAM ファイルの一部分を日本語帳票形式又はビジネスグラフの形式で出力印字する。

#### 3.2 リレーショナル データベース検索言語 RQL

リレーショナル データベース 検索言語 RQL は、リレーショナルデータベースの作成、検索、更新を対話形 インタフェースにより実行する。リレーショナル データベ

〈コマンドの形成〉

```
SELECT TEAMN, POSIT, BACKNO, PLAYRN
FROM BASEBALLT
WHERE UTSU='左打ち' AND
      AGE>22
ORDER BY TEAMN
```



〈検索、結果の出力〉

TEAMN 球団名	POSIT 守備位置	BACKNO 背番号	PLAYRN 選手名
巨人	投手	12	角 三男
巨人	内野手	6	篠塚 利夫
西武	投手	31	永射 保
西武	外野手	34	立花 義家
中日	投手	55	水谷 啓昭
日本ハム	外野手	24	島田 誠
阪神	投手	21	益山 性旭
阪神	内野手	31	掛布 雅之
阪神	外野手	1	植松 精一
広島	内野手	2	高橋 慶彦
ヤクルト	内野手	6	水谷真太郎

図 2. RQL の操作事例

ースの基本操作として、データテーブルから指定された条件を満足する行 (レコード) を選択する セレクション、データテーブルの中の指定項目を選択する プロジェクション、更に、二つのデータテーブルを組み合わせる ジョインを実行できる。

RQL の特長は次のとおりである。

- (1) エンドユーザー 部門の人でも容易に習得できる言語形式である。使用者は、データ処理の手順を指示することなく、データベースに対する要求だけを指示すればよい。
- (2) データベースの定義、データベースの操作、データベースの制御、をすべて統一された言語形式で指示できる。
- (3) 端末使用者が使用する指定形式と アプリケーションプログラム作成者が使用する指定形式が共通である。

RQL の操作事例を図 2. に示す。

#### 3.3 対話形データベース検索プログラム IDP

対話形 データベース 検索 プログラム IDP は、企業単位で構築される大規模 データベース用の CODASYL 形 データベースシステム EDMS II の データベース 操作を、対話形 インタフェースにより実行する。IDP は、エンドユーザーによる データベース 操作を可能にするばかりでなく、データ処理部門での データベース 处理における生産性向上 ツール としても活用できる。

IDP の特長は、次のとおりである。

- (1) リレーショナル データベース用の検索言語 RQL と同じ指定形式の コマンド 言語を使うことができる。
- (2) EDMS II データベース 操作の容易性の実現に加えて、データベース 处理の効率を向上させる オプション の指定ができる。
- (3) EDMS II の データベース 定義段階で指定される英数 カナ 文字表現の データ 項目名とは別に、データベース 検索結果の表示段階で漢字を含む日本語表現の表示用 データ 項目名を動的に指示できる。

IDP による EDMS II データベース 操作事例を図 3. に示す。

#### 3.4 図示検索言語 EQF

図示検索言語 EQF は、図示形 ユーザーインターフェースにより、エンドユーザーによる データベース 操作性を高めた言語である。EQF は、CODASYL 形 データベース EDMS II, リレーショナル データベース RDMS II, 及び VSAM ファイル に対する検索、更新を始め、検索結果に対する表操作、集計操作、グラフ出力、帳票出力などが実行できる。EQF の操作事例を図 4. に示す。

〈コマンドの形式〉

```
CONNECT BASEBALL .
SELECT TEAMN      '球団名'
      POSIT       '守備位置'
      BACKNO      '背番号'
      PLAYRN      '選手名'
WHERE UTSU='左打ち' AND AGE>22
ORDER BY TEAMN .
```

〈検索結果の出力〉

球団名	守備位置	背番号	選手名
巨人	投手	12	角 三男
巨人	内野手	6	篠塚 利夫
西武	投手	31	永射 保
西武	外野手	34	立花 義家
中日	投手	55	水谷 啓昭
日本ハム	外野手	24	島田 誠
阪神	投手	21	益山 性旭
阪神	内野手	31	掛布 雅之
阪神	外野手	1	植松 精一
広島	内野手	2	高橋 慶彦
ヤクルト	内野手	6	水谷真太郎

図 3. IDP の操作事例

〈ユーザーによる指示形式〉

社員表	社員番号	社員名	年齢	性別	基本給	出身県
	P	P	>=30	=“男”	P	

〈出力表示事例〉

社員表	社員名	年齢	性別	基本給
	田中一郎	30	男	¥160,000
	鈴木和男	34	男	¥200,000
	渡辺 弘	32	男	¥180,000
	山田太郎	40	男	¥250,000

図 4. EQF の操作事例

〈帳票作成指示画面の形式〉

----- DIATALK -----						
*ブレーク制御の定義*						
アイテム番号 1						連続表示 N
						ソート N
						*アイテム名一覧*
番号	アイテム名	編集形式	表示けた	B	R	S
1	BU		2	B		
2	KA		2	B		
3	KAKARI		2	B		
4	SHIMEI		6			
5	JUSHO		15			

〈帳票の形成〉

-----			
日付 84-08-27		ページ 1	
部	課	係	名前
人事	人事	人事	橋本 太郎 東京都杉並区
			中島 茂信 東京都中野区
			山下 稔 神奈川県藤沢市
	採用		黒田 千鶴子 東京都世田谷区
			野口 正一 東京都新宿区
			長山 和雄 神奈川県横浜市
経理	貸付		大谷 章 東京都杉並区
			山本 愛子 東京都品川区
			森本 豊 神奈川県藤沢市
	預金		石井 煙子 東京都練馬区
			野口 五郎 神奈川県川崎市
			長山 和雄 神奈川県横浜市
	給与		渡辺 邦子 東京都世田谷区
			田口 直子 神奈川県横浜市
			中森 明菜 神奈川県鎌倉市

図 5. IRP の操作事例

(4) 表題や項目名などに漢字やひらがなが使用できるので、読みやすいグラフが得られる。

(5) グラフの形式情報やグラフデータをファイルとして保存できるので、それぞれ別データや別形式のグラフを描くのに再使用することができる。

IGP のグラフ作成メニューの事例とグラフの表示例を図 6. に示す。

3.8 対話形ファイル交換プログラム EDUET

対話形ファイル交換プログラム EDUET は、大容量データベース機能、ネットワーク機能、高速・大量処理機能と M 5000 多機能オフィスターミナル、《MULTI 16》の持つ使いやすいローカル処理機能を結合する、マイクロ/メインフレーム 結合支援ユーティリティである。

オフィスで扱われる情報には、文字、表、グラフなど様々な基本形態があり、メディアと呼ばれる。このメディアは単独で処理する場合もあれば、複合形態(マルチメディア)で処理する場合もある。EDUET はホスト又はパソコンで作成されたこれらメディアの交換機能を提供するものである。EDUET で扱うことのできるメディアの種類を表 1. に示す。EDUET の特長は次のとおりである。

(1) 大容量データベースとパソコン OA 機能との結合

RQL や IDP などによりデータベース検索したデータを、パソコンのスプレッドシート処理、ビジネスグラフ処理、文書処理など OA パッケージで活用

3.5 対話形 VSAM ファイル検索プログラム VIP

対話形 VSAM ファイル検索プログラム VIP は、エンドユーザーによる VSAM ファイル操作を対話形インターフェースにより実行できる。VIP によりユーザーは、VSAM ファイルの検索、更新を始め、検索結果に対するグラフ出力、帳票出力などを実行できる。また、複数の VSAM ファイルに対する連結指示や、ファイルディクショナリによる集中管理や機密保護などの機能も含まれる。

3.6 対話形帳票作成プログラム IRP

対話形帳票作成プログラム IRP は、プログラミングの経験がないエンドユーザー部門の人でも、計算機システムとの対話形オペレーションを通して、公式に使用できる報告書や伝票の作成を可能にするソフトウェアである。IRP のユーザーは、IDP や RQL を使ってデータベースから抽出したデータをもとに、日常的に要求される公式文書をタイムリーに作成することができる。IRP の特長は、次のとおりである。

(1) IRP は、《DIATALK》モニタの下でデータベースの検索用プログラムである IDP や RQL と、有機的に連動して動作するように設計されている。IRP が処理するデータは、外部ファイル、又は主記憶上の共通スペースのどちらかを経由して引き渡される。

(2) データベース上には存在しないデータ項目を帳票形式定義段階で、クロスフット項目として定義することができる。集計値の印字は、たて、よこ両方向(クロストータル)が可能である。

(3) 帳票全体に対するレイアウト表示として、表紙、ページ見出し、フット見出し、ページ幅、用紙幅など各種の帳票に適応する豊富なオプションを任意に選択して指定できる。

IRP の操作事例を図 5. に示す。

3.7 対話形ビジネスグラフ作成プログラム IGP

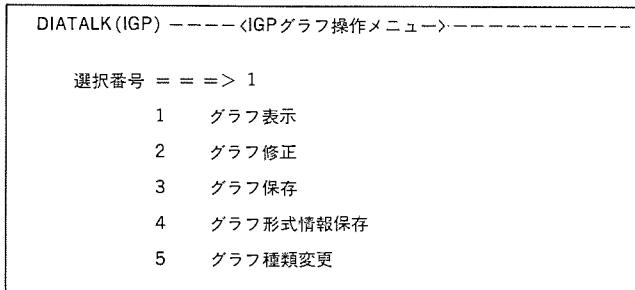
対話形ビジネスグラフ作成プログラム IGP は、グラフィック端末と対話をしながらビジネスグラフの作成、表示、修正、印刷などを簡単に行うことのできるプログラムで次の特長を持っている。

(1) 《DIATALK》の一構成要素として他の構成要素と組み合わせて使うことによって、データベースの検索結果をすぐビジネスグラフ化することなどができる。

(2) メニュー画面に従って操作を行うだけで、簡単にビジネスグラフを作成しディスプレイ画面に表示したり、プリンタ装置に印刷することができる。

(3) データ入力源はディスプレイ画面、ディスクファイル、主記憶テーブルのいずれでもよい。

### 〈IGPのメニュー事例〉



### 〈IGPが作成するグラフの事例〉

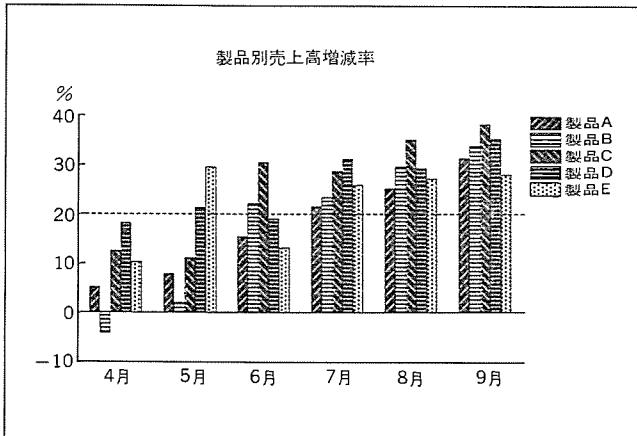


図 6. IGP の グラフ表示操作の例

表 1. メディアの種類

メディアの種類	メ デ ィ ア の 構 成
文字データ	文字の連なりで構成される
表(テーブル)データ	表の形式情報と数値データで構成される
ビジネスグラフデータ	ビジネスグラフの形式情報と数値データで構成される
図形データ	ベクトルデータの集合で構成される
イメージデータ	格子状に区切ったピット列の圧縮データで構成される
文書データ	文字列と文書の制御情報で構成される

することができる。

#### (2) 分散データ処理の支援

ホストのデータベースから必要なデータをパソコン側に取り出し、パソコンのCOBOLアプリケーションプログラムにより分散データ処理が可能である。また、データ処理におけるデータチェックや加工・編集はパソコン側で分散処理することにより、ホストマシンの負荷軽減や効果的運用が可能である。

#### (3) 電子キビネットとしての利用

ホストの大容量データベースを利用して、パソコンで作成されたデータや文書を格納することにより、共用キビネットや私的電子キビネットとして利用できる。

図 7. EDUET の構成を示す。

### 3. 9 電子メールシステム(EMAIL)

オフィスの業務はデータ処理、文書処理、コミュニケーション、意思決定の四つに分類されるが、この中でもコミュニケーション機能はシステムOA

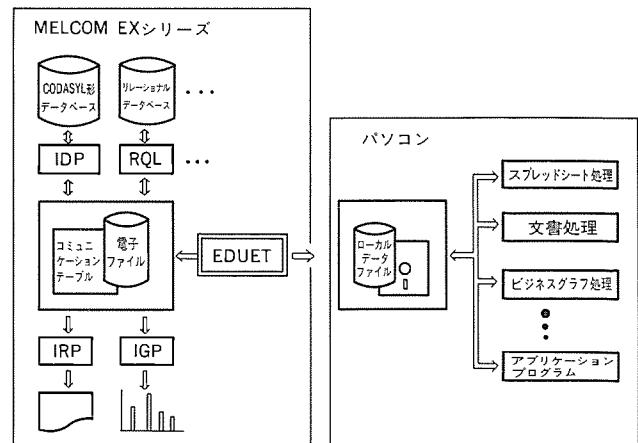


図 7. EDUET の構成

表 2. EMAIL の機能

分類	機能
送信機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>親展</li> <li>至急指定送信</li> <li>同報</li> <li>時刻指定</li> <li>回覧</li> <li>送信取消し</li> </ul>
受信機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>回覧</li> <li>掲示板</li> <li>メール文書の印刷</li> </ul>
問合せ	<ul style="list-style-type: none"> <li>メール文書の検索</li> <li>送受信メールの照会</li> </ul>

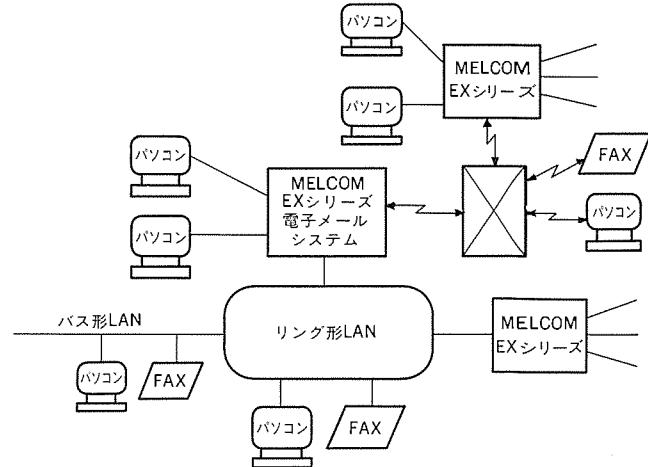


図 8. 電子メールシステムの構成

を構築する上で極めて重要な要素である。電子メールシステムEMAILは、M 5000又は《MULTI 16》により作成された文書を《MELCOM EXシリーズ》を中継して他のM 5000又は《MULTI 16》に伝達、配布するオフィス間コミュニケーション機能を提供するものである。EMAILは、M 5000又は《MULTI 16》で作成されたマルチメディア形式の文書を必要な相手に適切なタイミングで効率良く転送する。EMAILの特長は以下のとおりである。

#### (1) 文書の品質向上と省力化

電子的に作成された文書は手書きに比べて格段に品質が良く、またオフィス間コミュニケーションにおいて、紙、時間、労力などの削減が可能である。

#### (2) ネットワークの有効利用

《MELCOM EXシリーズ》のネットワーク機能を利用し、近距離や遠距

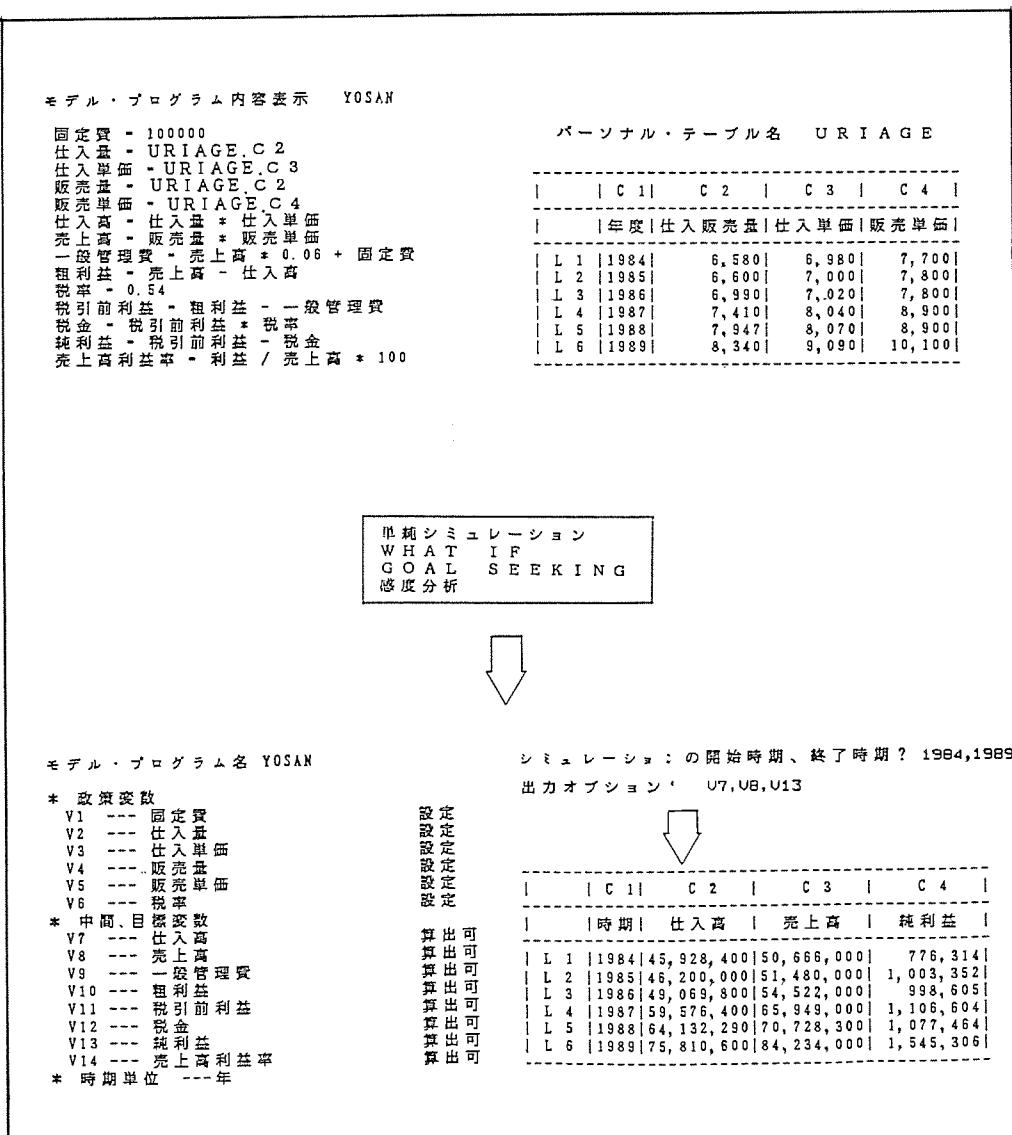


図 9. DSS/II の操作事例

離に対して柔軟にメールシステムを構築できるとともに、時刻指定などにより回線の有効利用が可能である。

### (3) 機密保護とオフィス活動時間の効率化

親権機能により機密保護され、またメールボックス、代行受信、代表受信などにより自動的に受信可能ためユーザーはより知的なオフィス活動に専念することが可能である。

EMAIL の機能を表 2. に、その構成を図 8. に示す。

### 3.10 意思決定支援システム DSS/II

意思決定支援システム DSS/II は、エンドユーザーが自ら使用することを前提に開発されたソフトウェアで、統計、分析、予測、経営モデルの作成、シミュレーションなどの機能が含まれている。また、既存のデータベースや、データファイルに蓄積されたデータを有効に利用するため、企業単位の既存データや情報をいかした意思決定が行える。

DSS/II に含まれている機能は、概略次のとおりである。

#### (1) 統計機能

相加平均、幾何平均、調和平均、最頻度、中央値、分散、標準偏差、標準誤差、最大値、最小値、範囲、せん(尖)度、ひずみ度の計算

#### (2) 分析機能

相関、順位相関分析、判別分析、主成分分析、因子分析、クラスタ分析、キャッシュフロー分析

#### (3) 予測機能

単純・多重回帰分析、ステップ・ワイズ回帰分析、多項式回帰分析、指數曲線、べき曲線、コンペルツ曲線、ロジスティック曲線などによる傾向曲線をあてはめて予測することができる。

#### (4) シミュレーション

WHAT-IF 分析、GOAL-SEEKING、感度分析などによるシミュレーションが行える。

DSS/II の操作事例を図 9. に示す。

### 4. むすび

以上で述べたように《DIATALK》は、今まで計算機とは無縁であった人々を、計算機によるデータ処理に参画させることにより、導入ユーザーの企業レベルでの生産性向上に寄与するものと確信する。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の ソフトウェア生産性向上支援システム《SWEET》

宮西 博 彰\*・山本 森 樹\*・津滝 文 雄\*・山口 和 彦\*・桐渕 信 男\*\*

## 1. ま え が き

最近の業務システムの大規模化・複雑化に対応して、計算機を導入するシステム部門にとって、ソフトウェアの生産性向上の必要性は改めていうまでもない。GOS/VSでは、ソフトウェアの生産性向上へのアプローチとして、設計から保守、運用までの一連のソフトウェアサイクルを統一的に管理・支援することを目的としたアプリケーション開発支援システム《SWEET》と、その実際上の運用を効率よくサポートするために統合化された運用システムを提供する。

ここでは、アプリケーション開発支援システムの体系と統合化された運用機能について概要を紹介する。

## 2. 開発の背景・目的

コンピュータ利用に対するニーズが急増するなかで、システム部門を中心に多くの費用と時間が、ソフトウェアの開発・保守に費やされている。ソフトウェアのライフサイクル的な観点から、従来のソフトウェア開発の現状を分析してみると、次のような問題点があった。

- (a) 従来の支援ツールは、プログラミング/テストフェーズに限られていた。
- (b) 他のフェーズでの支援ツールが存在しても、各々が独立して情報の受渡しがない。
- (c) 各々の支援ツールは、マンマシンインターフェースがばらばらでユーザーによって扱いにくかった。

(d) 新規作成することが中心で、プログラムを再利用することが体系的に考慮されていない。

(e) 運用・保守フェーズの考慮が十分されていない。

上記ソフトウェアの開発・保守の問題を統一的な立場から解決するために、GOS/VSでは以下のような方法をとった。

- (1) 統一した対話形インターフェースの実現 ((c)に対応)

日本語メニュー選択方式の統一したインターフェースで、初心者でも容易に作業ができる。日本語のメッセージ、ガイダンスも出る。

- (2) ソフトウェア管理の一元化 ((a), (b)に対応)

ソフトウェアのライフサイクル全体を一元管理するために、データディクショナリを用いてアプリケーションソフトウェアの各種情報を一元的に扱う。

- (3) ソフトウェアの再利用とパターン化 ((d)に対応)

既にあるものを流用し、新規に作る部分をできるだけ少なくするという考え方で、高生産性言語を用意した。

- (4) 運用機能の統合化による効率向上 ((e)に対応)

システムの導入・保守作業が簡素化され、かつ日常のシステム運用作業の省力化・自動化を推進することができるため、システム部門の要員が本来の任務である開発作業に専念でき、間接的にソフトウェアの生産性向上に貢献できる。

上記のような背景を踏まえ、GOS/VSでは具体的な製品として、アプリケーション開発支援システム《SWEET》と統合化された運用システムを開発した。

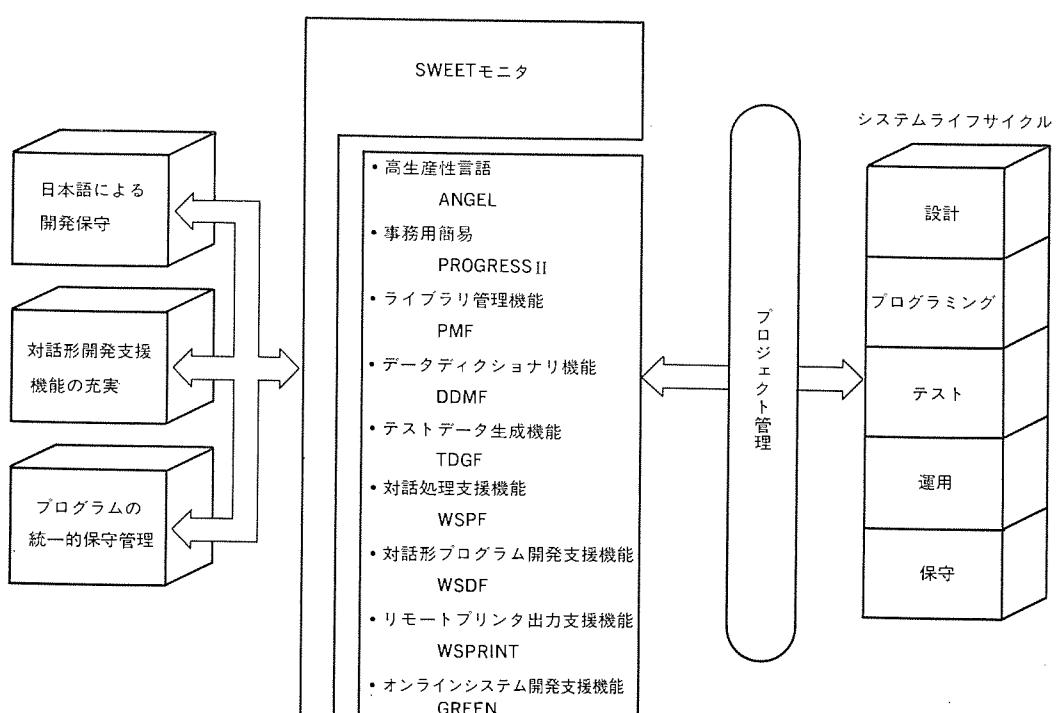


図 1. 《SWEET》の体系

### 3. アプリケーション開発支援システム

アプリケーション開発支援システム《SWEET》は、アプリケーション開発のライフサイクル全体のフェーズを一元管理することをねらいとしており、データディクショナリ機能を用いてアプリケーションの各種情報を一元的に扱うことができる。《SWEET》によるプログラム開発は日本語メニュー選択方式で統一されており、煩わしいJCLやコマンドなどを直接取り扱わなくてもよい。また《SWEET》配下の各コンポーネントは、GOS/VSの対話形処理として統一されたインターフェースでできているので、エンドユーザー支援機能など他の対話形支援機能との融合性もよい。図1.に《SWEET》の体系を示す。

#### (1) 《SWEET》モニタ

《SWEET》全体の管理を行う部分で、《SWEET》の各コンポーネントをメニュー形式で呼び出す。

#### (2) プログラム開発支援機能

《SWEET》は高生産性言語として、複雑なデータ処理向けのANGELと事務用簡易言語PROGRESS IIを提供する。更に実際のプログラミング環境を支援する対話形プログラム開発支援機能WSDF、対話形プログラムの作成を支援する対話処理支援機能WSPF、オンラインアプリケーションの画面定義を支援するGREEN、及びテストデータの作成を容易にするテストデータ生成機能TDGFが用意されている。

#### (3) ソフトウェアの統合的管理機能

アプリケーション開発情報の一元化を、データディクショナリ機能を用いて管理するDDMFと、ソフトウェア資産の物理的実体を管理するライブラリ管理機能PMFを提供する。

#### 3.1 プログラム開発支援機能

##### (1) 高生産性言語ANGEL

ANGELは、COBOLプログラムの各構成要素の標準化と部品化をねらったもので、プログラムの形態別に用意されている標準パターンと部品を使って構造化されたCOBOLソースプログラムを、内部的に自動生成する機能と、日本語での保守ドキュメントを自動生成する機能を持っている。プログラムの自動生成では、標準提供されているパターンとユーザー自身が指示する処理内容により、COBOL業務プログラムの大部分のパターンをカバーすることができる。

プログラム指示書	
010PROG1	
入力ファイル指示書	
010COLDMT~	
020D10	
030D	SNOOM~
040D	OLDREC~
010CTRAN~	
020D20	
030D	SNOTR~
040D	KYUYO~
050D	TREC~
出力ファイル指示書	
010ENEWM~	
020F	DNMR~

図2. PROGRESS II指示書の概略図

日本語での保守ドキュメント出力は、手書きの場合のプログラムとドキュメントの不一致という問題が解決でき、効率のよい保守作業が可能となる。

#### (2) 事務用簡易言語PROGRESS II

PROGRESS IIは、当社のオフィスコンピュータにおいて実績を持つ当社の独自仕様の事務処理用簡易言語である。PROGRESS IIは、処理に応じてあらかじめ準備されている指示書に適切な指示を記入することにより、演算、データチェック、ファイル更新、マッチング処理などの定型化された処理に対応したプログラミングが簡単にできる。指示書が処理単位に整理されているため、プログラムの修正、デバッグが簡単にでき、デバッグ命令により処理実行中の状態を知ることも可能である。

#### 図2.にプログラム指示書を簡略化して示す。

#### (3) 対話形プログラム開発支援機能WSDF

WSDFは、プログラム開発に必要な基本的な機能をメニュー形式のインターフェースで提供するもので、従来単独のコマンド、ユーティリティで行われていた各種機能を統合化したものである。WSDFの主要な機能には、日本語フルスクリーンエディタ、日本語ファイル表示機能、ファイル管理機能、スプール出力表示機能などがある。これらの各機能画面はすべて日本語表示が可能で、初心者でも容易に操作が行えるように日本語ガイド画面が用意されている。

#### (4) 対話処理支援機能WSPF

WSPFは対話形プログラムの作成と実行を支援する機能を提供する。特に複数のプログラムを有機的に結合して管理するプログラム群構築支援機能は、従来の画面定義だけのライブラリを提供する機能とは質的に異なるものである。プログラム群の間では、データの受渡しが自由に行える。図3.にプログラム群の構成例を示す。WSPFの画面定義は、プログラムとは独立に行うことができ、デバッグも別々にできる。

#### (5) テストデータ生成機能TDGF

TDGFはアプリケーションプログラムのテスト段階でのテスト用データの作成と内容検証の機能を持っている。テストデータの作成は対話形で行うことができ、既存のテストデータを少し変えて流用するなどの操作を簡単に行うことができる。またソースプログラムを分析してテストデータを自動生成する機能があり、テストデータ作成の手間を大幅に削減し、しかも有効なテストデータを作成することが可能である。

#### 3.2 ソフトウェアの統合的管理機能

##### (1) データディクショナリ機能DDMF

DDMFはアプリケーションの各種情報の相互関連付けを行うことを目

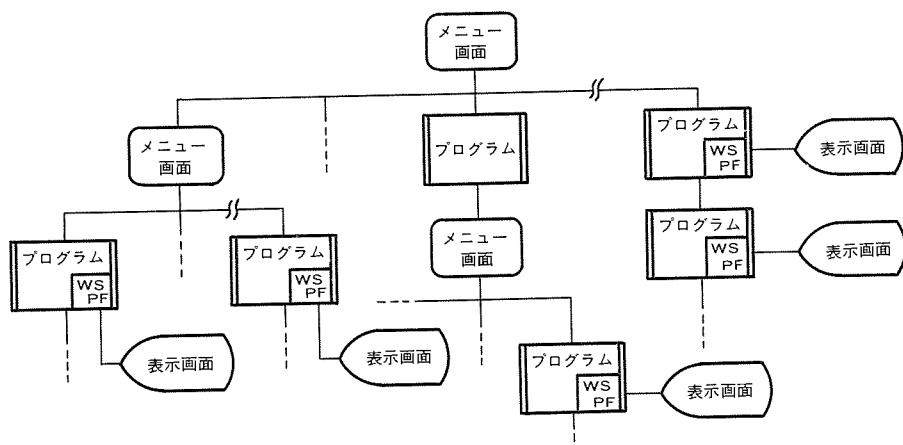


図3. プログラム群の構成例

的としたもので、ディクショナリ情報として管理しているものの検索、編集が自由にできる。編集された情報は日本語ドキュメントとして、開発及び保守作業の各フェーズにおいて役立てることができる。

#### (2) ライブライ管理機能 PMF

PMFはソフトウェア資産を一元的に管理するもので、ソフトウェアモジュールの各種情報管理、ソフトウェアの世代管理という基本的なライブラリ管理機能とディスク領域の節約と領域管理のために、データ圧縮機能、ライブラリ領域のユーザー単位、グループ単位での領域管理がある。

### 4. 効率的なシステム運用

計算機システムの運用作業には、システム設計、システムの導入、システムの保守及び日常の業務の運用作業がある。これらの作業は、計算機システムの利用形態が多様化するにつれ増大する傾向にある。GOS/VSでは、システム部門の生産性の向上を目的に、導入・保守作業の簡素化、日常の運用作業の省力化・自動化を推進した。

#### 4.1 システム運用の特長

GOS/VSのシステム運用の特長は以下の点にある。

- (1) あらかじめシステム生成された標準システムを提供することにより、従来のシステム生成作業からユーザーを解放し、システム導入が短時間で行える。
- (2) 標準システムから設置先の条件に合った最適システムへのチューニング作業、運用形態の変更や拡張があった場合のシステム構成の変更が対話形式で簡単にできる。
- (3) システムの立上げ、停止から異常発生時の臨機対応といったシステム運用の省力化・自動化を推進する自動運転システムEOSにより、繁雑なオペレーションからの解放と、容易なシステム運用が可能となる。
- (4) システムの課金処理、予防保守情報の入手、性能評価データの収集などの豊富な運用支援機能が提供される。

#### 4.2 システム運用の機能

##### (1) 標準システム

GOS/VSでは、オペレーティングシステムの基本機能を、あらかじめプリパッケージした形式で提供する。このシステムは、各種の業務に必要な基本ソフトウェアと、十分な能力の入出力機器で構成されているため、そのまま使用することが可能である。また、設置先の業務に合わせて、各種の独立プロダクトを選択して追加することになり、融通の

高い客先システムの構築も可能である。

##### (2) 対話形導入支援プログラム

GOS/VS標準システムは、標準的なシステムパラメータでチューニングされているため、設置先の条件によってはシステムパラメータを再チューニングし、最適のシステム環境を作る必要性も生じる。また、運用形態の変更、業務の拡張に応じたシステム構成の変更もある。これらのチューニングは、対話形導入支援プログラムの提供により、オペレーティングシステムに関する高度な知識が無くても、簡単な操作により可能となる。

図4. 対話形導入支援プログラムの機能を示す。

##### (3) 自動運転システム EOS

自動運転システムEOSは、計算機システムの効率的な運営を推進する機能であり、システムの立上げ・停止の自動化と、業務の運行に不可欠なシステム操作の省力化・自動化をつかさどる。

###### (a) 拡張操作機能 EOCF

従来のシステム操作機能をより柔軟にするために、TSSのコマンドプロシージャ相当のカタログされた操作コマンドを実行するオペレーションプロシージャ機能を実現した。この機能により、ワンタッチ操作とユーザー専用の操作コマンドの作成が可能となる。また、システムが提供する標準プロシージャにより、運転スケジュール表に基づいた運転の自動開始（電源の投入を含む）と、自動停止（電源の切断を含む）を行う。

###### (b) 自動運転機能 AOCF

拡張操作機能に加え、自動運転機能を導入することにより、無人運転、準無人運転が可能となる。自動運転を行うための基本機能が、運用パラメータにより自由に選択できるため、設置先のニーズに適した本格的な自動運転システムが構築できる。自動化の対象項目を以下に示す。

- ・運転スケジュール表に基づいた運転の自動開始と、ユーザー業務の自動開始
- ・運転スケジュール表に基づいた運転モードの切り換え（有人、準無人、無人の各運転モード）
- ・予約した時刻でのコマンドの発行（業務スケジュールへの応用）
- ・運転中に発生する事象の監視と対応処置（システムで標準化した監視・アクション定義を提供）
- ・システム異常の監視と応急処置

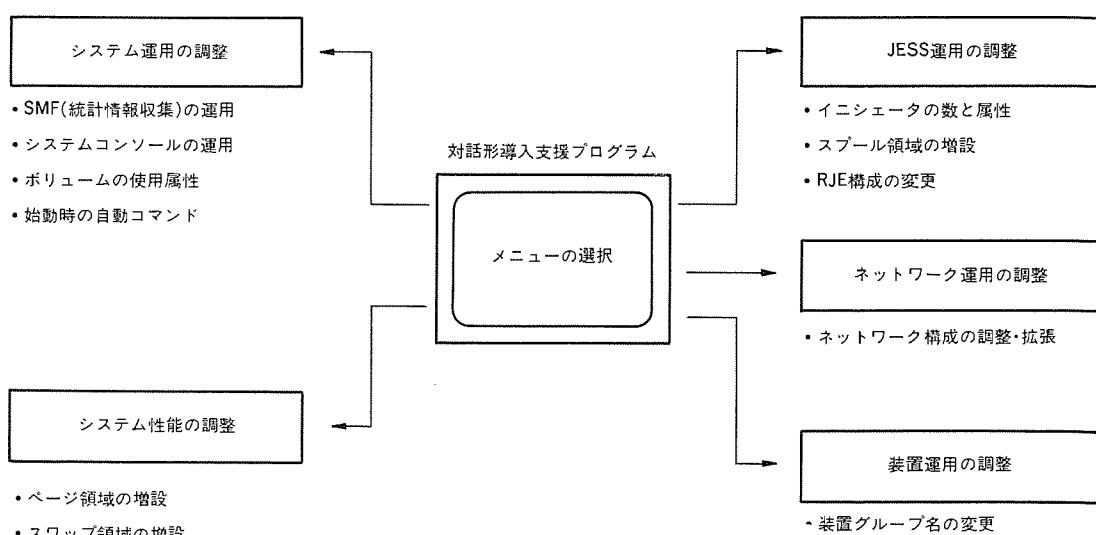


図4. 対話形導入支援プログラムの機能

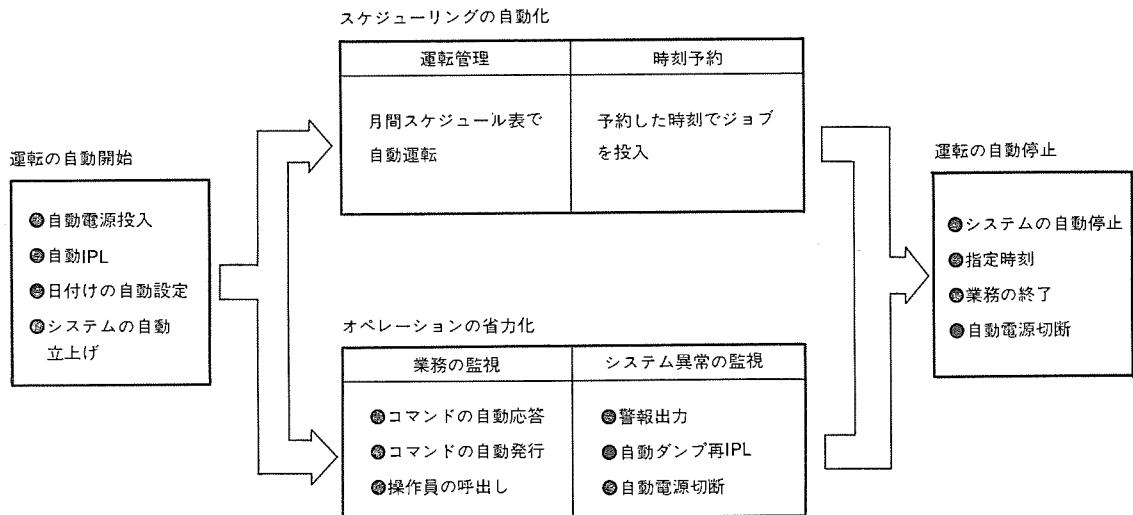


図 5. 自動運転機能の構成

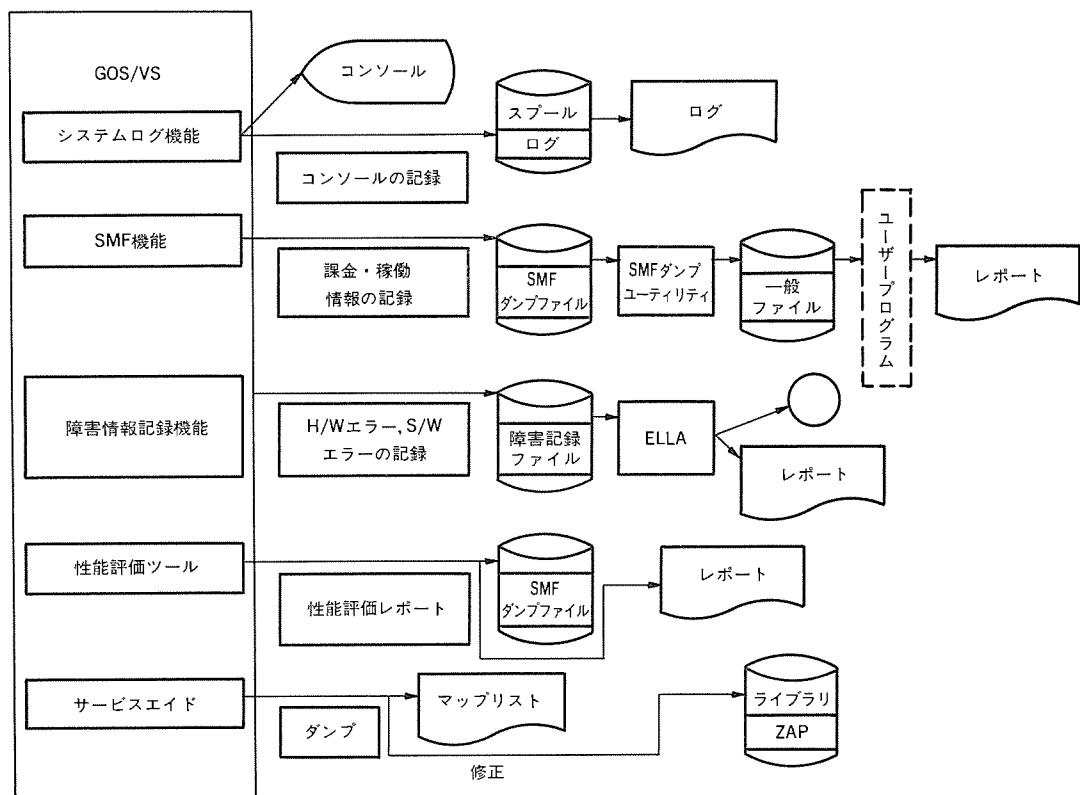


図 6. 運用支援機能

- ・指定時刻、又は業務の終了による運転の自動停止

図 5. に自動運転機能の提供する機能構成を示す。

#### (4) 運用支援機能

GOS/VIS では、システムの運用及び予防保守に必要な豊富な運用支援機能を提供する。これらの機能は、計算機システムの課金情報の作成、性能評価情報の入手、予防保守情報の入手などに使用することができ、システム部門では、これらの機能を使用してシステムの運用を効率的・効果的に実施することができる。図 6. に代表的な運用支援機能を示す。

#### 5. むすび

以上、GOS/VIS のソフトウェアの生産性向上への取組み方について、その概要を述べた。アプリケーション開発支援システムは、より体系的なアプリケーション開発支援システムへの第一歩となるものである。特にここで述べた開発支援システムのようなものは、実際上の使用経験を基に暫次進化していくものである。今後は、ユーザー各位の御意見などを基に、より機能を充実させ使いやすいシステムにするように努力したい。

# 汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》の ハードウェア設計支援システム

清尾 克彦\*・高橋 章\*・村井 真一\*\*・佐藤 興二\*\*\*・藏満洋一\*\*\*

## 1. まえがき

近年、計算機を中心としたエレクトロニクス分野は、半導体テクノロジーを核とした技術革新により激しい競争が行われている。このため、製品の寿命はますます短くなる傾向にある。一方、製品の競合力を高めるために、機能的には「重厚長大」化が、実装的には「軽薄短小」化が進められ、共に開発期間を延ばす要因となっている。

このような状況において、コスト/性能比の高い競合力のある製品を継続して開発していくためには、開発サイクルの短縮を図る必要がある。この開発サイクルの短縮化のためには、設計の効率化と品質の向上がキーポイントとなる。こうした背景のもとに、LSI化されたハードウェアの開発を支援する「ハードウェア設計支援システム」を構築し、新汎用計算機《MELCOM EXシリーズ》の開発に適用した。

ここでは、この「ハードウェア設計支援システム」(以下、CADとよぶ)の開発思想とシステムの概要を述べる。

## 2. システムのねらい

LSI化率の低いハードウェア開発においては、開発工数のバランスが、図1.(a)のようにハードウェア製造後の調整フェーズ(実機デバッグ)側に片寄る傾向にあった。しかし、今回の開発のようにハードウェアの大部分をLSI化する場合には、調整フェーズでのバグ(論理不良、タ

イミング不良)でLSIの再製作が必要となり大幅な工程遅延、開発コスト増大を招くおそれがあった。このため、製造前に論理不良をできるだけ取り除くために論理設計フェーズに重点をおくとともに、実装設計やテスト生成の自動化を推進することにより、図1.の(b)のよう開発サイクルの短縮を図ることにした。

これを実現するために、システムの目標を以下のように設定した。

### (1) 設計手法の確立

設計期間の短縮、設計品質の向上及び製造品質の向上をCADによる効果を最大限に活用して実現するため、設計フェーズにおいて階層設計手法、ベクタ表現可能な機能図表記法、及びテスト容易化設計手法を採用した。

### (2) 設計検証の充実

検証の目的別に、最適な検証ツールを適用した。

- ・設計規則違反 : 設計規則チェック
- ・タイミング不良 : タイミング検証(仮想、詳細遅延)
- ・論理不良 : 論理シミュレーション

### (3) 自動化の推進

- ・LSI配置・配線設計 : 不能解が少なく、発熱とタイミング遅延のバランスの最適化できる自動配置、配線プログラムを適用した。
- ・テスト生成 : テスト容易化設計の採用により自動化を図った。

### (4) EWS(Engineering Work Station)の採用

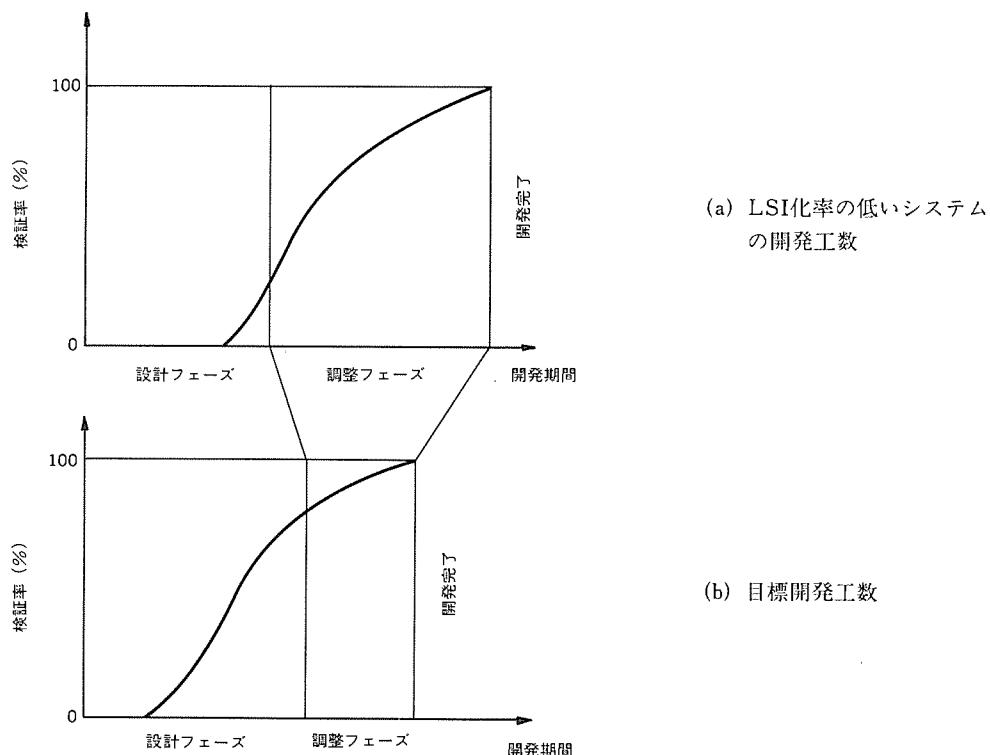


図 1. 開発サイクルの短縮化

設計者自らが端末（グラフィック端末、キャラクタ端末）を使用して計算機システムと対話しながら設計作業を進めることができるマンマシンインターフェース環境を実現した。

#### （5）トータルオンライン化

CADの機能及びそれを実行する機器を、開発作業の流れ及びCPU負荷量にあわせた形に配置した機能分散形のシステム構成とした。設計者とのインターフェースとなる各EWSやホスト計算機をローカルエリアネットワーク(LAN)や通信回線によって結合し、効率の良い設計環境を提供した。また、製造・検査装置のレベルまでオンライン接続することにより、論理入力から製造・検査までの作業時間の短縮化を図った。

### 3. システム構成

#### （1）CAD 対象

ハードウェア設計工程とそれをサポートするCADシステムの関係を図2に示す。

#### （2）ハードウェア構成

設計者は設計フロアにあるEWSから対話形式で作業を実行する。実行すべき目的及び規模に応じてネットワーク化されたホスト計算機を選択することができる。ハードウェア構成の概略を図3に示す。

#### （3）ソフトウェア構成

図4に画面データ・論理データ・実装データからなる分散設計データベースとそれをアクセスするCADプログラム群を示す。

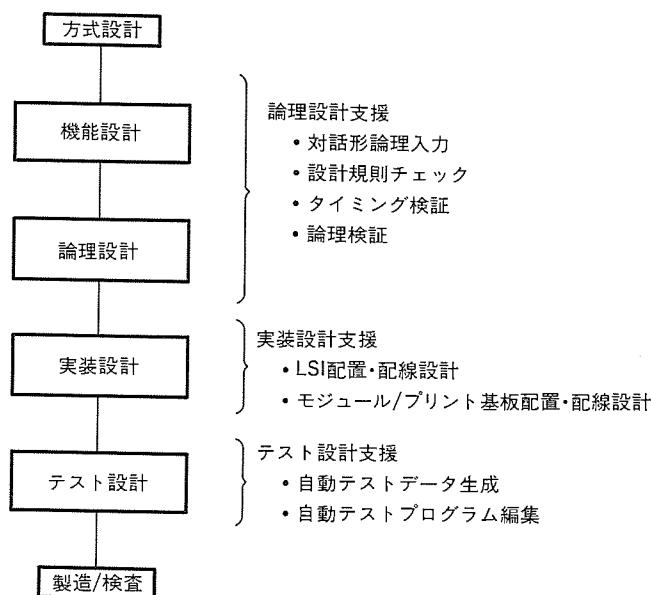


図2. 設計工程とCADシステムの関係

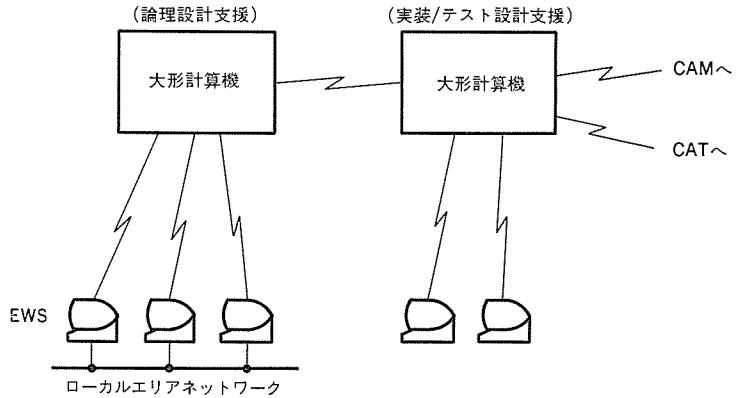


図3. CADシステムハードウェア構成

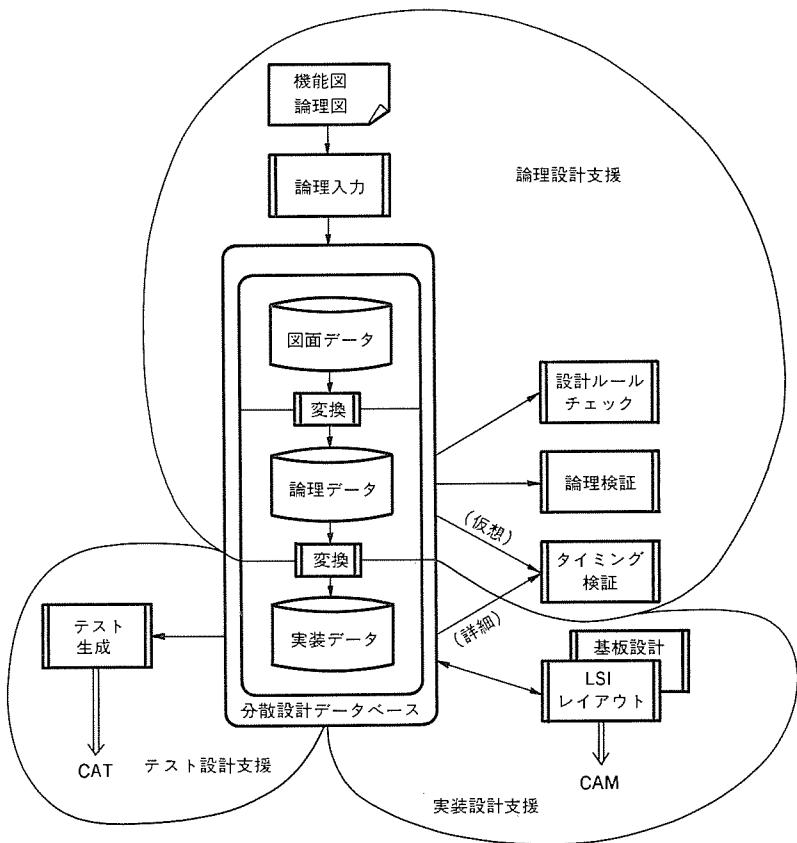


図4. CADシステムソフトウェア構成

### 4. 論理設計支援

論理設計フェーズをCADにより効率良く支援するためには、設計の時点でのCADの力を十分に発揮できるように設計手法を定めておくことが重要である。今回の開発において適用した設計手法と、それをもとに設計した計算機の開発を支援する論理設計支援機能について以下に述べる。

#### 4.1 設計手法

##### （1）階層設計の採用

図5で示すように、LSIテクノロジーとは独立な共通機能素子をインターフェースとして、設計者はその上位に機能的なモジュール階層を構築し、設計の手順に応じてモジュール単位に設計を進めていくことができる。未詳設計モジュールや検証対象外のモジュールを機能記述することにより、既設計モジュールと混在して検証を進めることができるので設計作業の効率化を図ることができる。

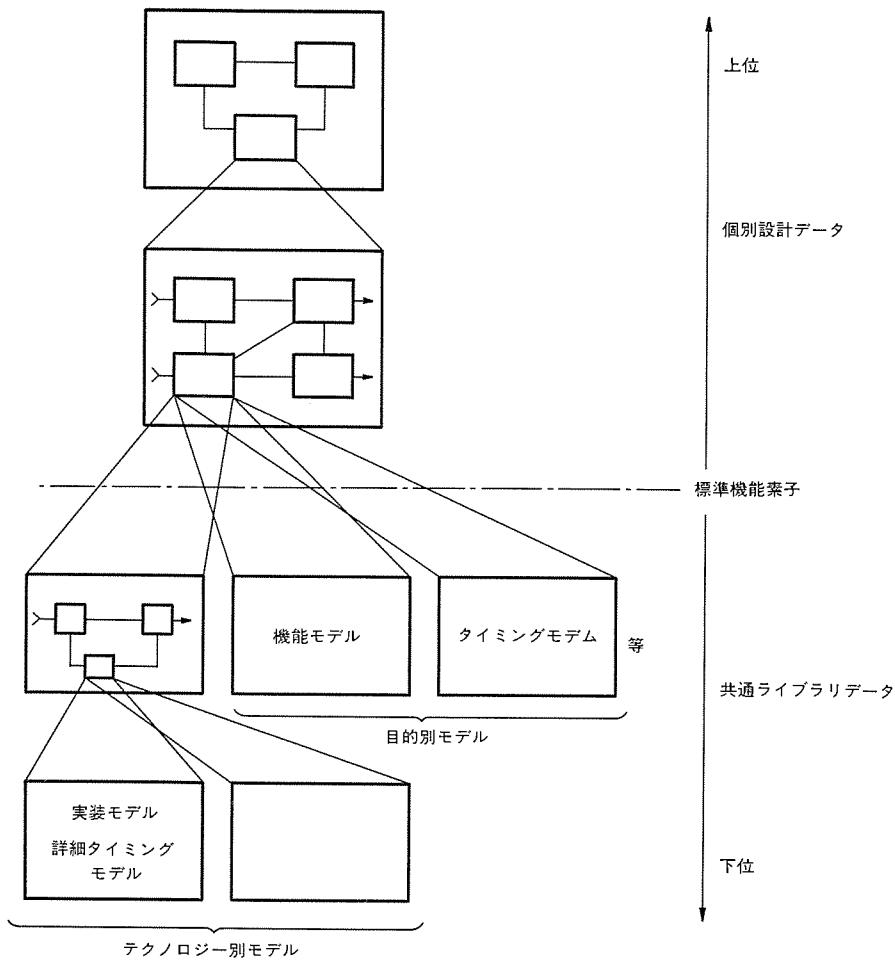


図 5. 設計データの階層構造

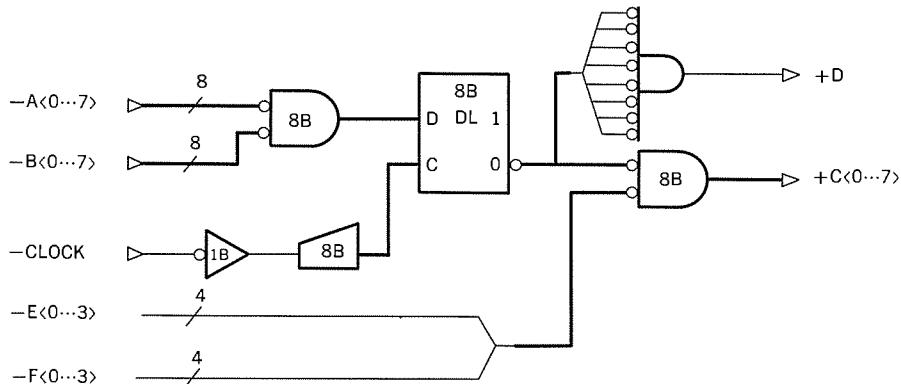


図 6. 機能図例

また、下位に対しては共通ライブラリとして、テクノロジー別及び目的別に階層構成を持たせることにより、処理の高速化及びテクノロジー変換の容易化を図ることができる。

#### (2) 機能図の全面適用

従来の設計図面は実装設計用や保守用を前提としたもので、論理設計者の設計思考とは必ずしも一致せず、この図面作成作業は設計者にとってかなり事務的な仕事となっていた。この事務的な作業の半減を目標に、図 6. に示すような機能図を全面的に採用した。機能図の採用により、データ量が大幅に削減され、作業時間の短縮、ミスの減少を図ることができ、同時に検証の高速化、大規模化が可能となった。

#### (3) 設計規則の設定

製造後の電気的なトラブルを防止し、高い故障検出率によりシステムの高信頼化を実現するために、論理設計の時点で守るべき設計規則を定め、事前に違反をチェックできるようにした。

#### 4.2 設計検証

4.1 節の設計手法に基づいて設計された対象に対して、不良の要因別に以下の三つのカテゴリに分けて検証を実施した。

##### (1) 設計規則チェック

- ・共通規則チェック：テクノロジーによらない規則（例えばソースがない信号など）のチェック

- ・電気的特性チェック：テクノロジーごとに定義されるファンアウト制限やワイヤード論理制限などが守られているかのチェック

- ・クロック系規則チェック：多相クロックの使用誤りのチェック

- ・テスト容易化規則チェック：各実装レベルでの検査における故障検出率向上のための規則のチェック

##### (2) タイミング検証

従来のタイミング検証は、詳細な遅延モデルを考慮した論理シミュレーションにより行われていた。しかし、この方式では、設計が完了しないと適用しにくいこと、テストケースによりすべての場合をつくせないこと、計算機時間が大量に必要なことなどの理由により十分な検証ができなかった。

今回、この問題を解決するために、パス解析方式のタイミング解析照査システム<sup>(1)</sup>を適用した。主な特長は以下のとおりである。

- ・論理設計レベルでの仮想遅延モデルと実装設計後の詳細遅延モデルをサポートする。
- ・同期回路を対象とする。また、非同期部分や他のモジュールとのインターフェースに、タイミング値を設定することにより、きめ細かい検証を可能としている。

#### (3) 論理検証

機能レベルとゲートレベルを取り扱えるミックスレベルシミュレータにより、階層設計の上位から下位に至るまで論理設計の工程にあわせて検証を行うことができる。上位レベルでは、機能モジュールをPASCALライクな記述することにより、処理の大規模化・高速化を図っている。

## 5. 実装設計支援

論理設計終了後、論理データをテクノロジーごとにゲートレベルに変換し、

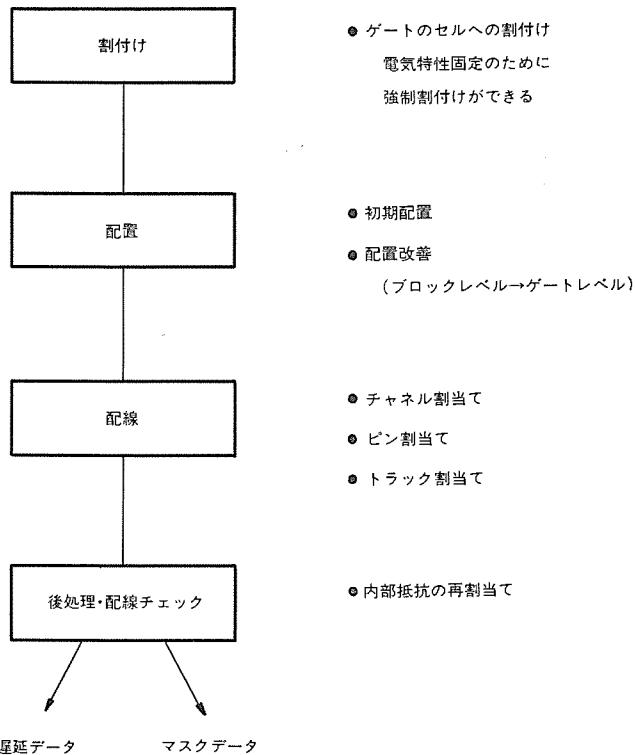


図 7. LSI 配置・配線設計フロー

実装設計 CAD の入力とする。この変換過程で、テクノロジーごとに最適になるように不用ゲートの削除やゲートタイプ名の置き換えを行う<sup>(2)</sup>。新計算機を構成する LSI、セラミックモジュール、プリント基板が実装設計の対象となる。実装設計終了後、詳細遅延データを算出し、前述のタイミング検証システムで詳細なタイミングチェックを行う。

#### (1) LSI 配置・配線設計<sup>(3)(4)</sup>

ゲートレベルに展開した設計データを、ゲートアレーの各セルに割り付けた後、セルを配置しその後不能解がでないように端子間を配線し、最後にマスクデータの生成と各種配線チェックを実施する。

LSI 化計算機の場合、LSI 内のタイミング設計が重要なウエートを占める。この自動配置配線システムは、ラッチなどのタイミング特性を固定するための強制配置配線機能と、個々の LSI に割り当てられた許容消費電力内で最大の性能ができるように、内部抵抗を切り換える機能を持っている<sup>(4)</sup>。作業フローを図 7. に示す。今回の計算機開発において、LSI の平均ゲート使用率は 80 % で、不能解は 0 であった。

#### (2) モジュール、プリント基板配置・配線設計

自動、対話及び人手設計を組み合わせて、配置・配線を行った。レイアウト設計終了後、各実装階層内及び階層間にわたって電気条件チェックを実施し、クロストークなどの電気的なトラブル要因を取り除いている。

## 6. テスト設計支援

LSI 化はそれ自体部品点数の大幅減により、製品としての信頼性を高めるが、逆に LSI 自体やそれを搭載したモジュールやプリント基板のテストを困難にしている。このため、前述のように各実装レベルでのテストを高い故障検出率と安いテストコストで実現するための規則を設け、それに基づいてテストデータの自動化を図った。

テスト設計支援システムは、テスト容易化規則チェック（通常は論理設計支援の一部として行う）、自動テストデータ生成と自動テストプログラム編集から構成されている。

#### (1) 自動テストデータ生成

拡張 D アルゴリズムと故障シミュレータを組み合わせることにより、高速に検証率の高いテストデータを生成している。LSI レベルと LSI を搭載したモジュールレベルに適用している。また、プリント基板レベルにおいては、基板全体ではなく搭載されたモジュールを独立にテストできるようにしている。また、テストデータとして機能データ以外に直流テスト用のデータの自動生成も行っている。

今回の開発においては、LSI レベルにおける平均故障検出率は 98 % であった。

#### (2) 自動テストプログラム編集

自動的に生成されたテストデータから、テスト装置対応にテストプログラムを自動編集する。

テスト容易化設計の採用により、テスト上のテストプログラムまで自動的に生成できるので、論理変更に容易に追随していくことが可能である。

## 7. む す び

以上、今回の新汎用計算機《MELCOM EX シリーズ》の開発で適用した設計手法と、それをサポートするハードウェア設計支援システムの概略を述べた。LSI を始めとするテクノロジーの進歩は今後も休みなく続き、市場競争はますます激しくなる状況にある。競合力向上のために、製品の高機能化・高速化とともに、開発期間の短縮を強く求められる時代である。

このような状況から、今回の開発で得た経験をもとに、LSI 化設計にふさわしい設計手法の開拓とその定着化、及びそれをサポートする支援システムの開発に今後とも力を入れていきたいと考えている。

最後に、このシステムの構築にあたり御援助いただいた関係各位に感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- 近江谷ほか：第28回情処全大、3 P-5, p. 1,439 (昭59-3)
- 柿沼ほか：情処設計自動化研資料、14-4 (昭57-10)
- 寺井ほか：情処論文誌、25, 3, p. 357-364 (昭59-5)
- 立木ほか：三菱電機技術、58, 3, p. 240 (昭59-3)
- S. Murai et al. : 16 th DA Conference, p. 18~23 (1979)

# 原子力発電所運転支援インストラクションシステム

## 1. インストラクションシステムの全体構成

岡本 佳三\*・加藤 彰朗\*\*・田中光雄\*\*\*・谷 衛†・増井 隆雄++

### 1. まえがき

現在、我が国の原子力発電は稼働中20基、建設中又は計画中の12基を含めると、昭和65年には総発電設備容量の約20%（約3,200万kW）に達するものと予想される。一方、原子力発電プラントは、ますます大規模化及びシステムの高度化により運転員の負担が増えていく。

三菱重工業(株)、三菱電機(株)及び三菱原子力工業(株)は、共同で通商産業省補助事業「原子力発電支援システム開発」の一環として、昭和55年度から5か年計画でインストラクションシステム（ISとよぶ）を開発した。このシステムは、PWR原子力発電プラントを構成する各種機器の運転状態についての情報及び適切な操作指示を提供して運転員を支援することにより、運転の信頼性と稼働率の一層の向上を図るとするものである。

### 2. システムの概要

#### 2.1 開発の背景

原子力発電は石油代替エネルギー源として、近年各国でその利用がますます盛んになっており、システムの大容量化から複雑化が進んでいく。プラントの運転操作は数名の運転員でなされ、多数の計器や警報などの情報に基づき、数百個のスイッチ操作を行う必要がある。この分野では、既に10年以上前からマンマシンシステムの改善が課題となり、英国やハルデンで研究が開始されたが、1979年3月に米国で発生したTMI-2原子力発電所の事故調査委員会報告として、原子力マンマシンシステムにおける問題点が指摘され、プラントの状態把握を容易にし運転員の誤操作を防止するために、制御室や制御盤の改良を行う

表 1. IS 開発の全体スケジュール

項目	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度
1. 基本設計					
2. 開発					
①信号伝送処理技術	検討・設計	設計・製作	特性試験	システム改良	
②機器異常診断技術	診断技術検討	システム製作	特性試験	システム改良	
③インストラクション技術	システム設計・製作(1)	システム設計・製作(2)	システム設計・製作(3)	システム設計・製作(4), 機能試験	総合システム試験・改良
3. 検証試験装置の製作		システム設計(1)	システム設計(2)	システム設計(3)	システム設計(4)
①プラントシミュレータ技術開発			システム製作(1)	システム製作(2)	システム製作(3)・改良
②プラントシミュレータの製作	装置設計・製作(1)	装置設計・製作(2)	装置設計・製作(3)	装置設計・製作(4)	運転特性試験
③機器異常診断試験装置の製作					
4. 検証試験				試験計画及検討	試験準備 検証試験
①試験					

よう勧告が行われた。

我が国でもこの時期と相前後して、CRTを主体とした原子力マンマシンシステム改良への取組が活発化したが、なお一層の稼働率向上の必要性が指摘された。このような背景のもとに、既にこの関連の研究開発がスタートしていた米国（EPRI）や西独（GRS）とも最新情報の交換を行いながら、前記マンマシンシステムの改良を基礎として、運転員の負担を軽減し、異常・事故時などを中心に適切な運転情報を提供することにより、運転員の判断・操作支援を行うISの開発を行うことになった<sup>(1)</sup>。

#### 2.2 開発方針

##### (1) 目標

ISの開発目標は、原子力発電所の一層の運転信頼性及び稼働率の向上にあり、そのために次に示す運転員支援システムを開発する。

- ・原子力発電所において異常状態が発生した場合でも、運転員が状況を迅速・的確に認識でき、更に適切な対応操作をとれるようすることにより誤判断や誤操作を低減する。

- ・運転員の日常の緊張や負担の軽減により、誤判断と誤操作の機会を減少させる。

##### (2) 開発テーマとスケジュール

IS全体の開発テーマとしては、①ISの中心となるインストラクション技術、②弁リーキ検出などの機器異常診断技術、③多量のプラント信号を効率よく中央制御室に伝送するための信号伝送処理技術及び④実プラントの代りとなるプラントシミュレータの4テーマがある。ただし、本稿ではIS開発の主技術範囲となる①と④について述べ、②と③の開発に関する報告は別の機会に譲る。

表 1. に全体開発スケジュールを示す。ISの開発は、基本設計、インストラクション技術の開発、検証試験装置（シミュレータ）の製作及び有効性の検証試験という順序で実施された。なお、これら開発は、①原子力プラント運転制御技術、②原子力プラントの解析設計コード技術、③人間工学及び④計算機ハードウェア・ソフトウェアに関する基盤技術を活用し、この上に新しく開発された要素技術を適用して実施された。要素技術の開発については統編にて報告しているので、それを参照願いたい。

### 3. システム機能

#### 3.1 全体機能

システム全体からみると、ISは、①入力処理機能、②診断ガイド

\* 三菱電機(株)制御製作所 \*\* 同コンピュータ製作所 \*\*\* 同中央研究所(工博)  
† 三菱重工業(株) ++ 三菱原子力工業(株)

機能、③出力処理機能、及び④プラントシミュレーション機能に大別される。IS の中枢部となる診断ガイド機能に応じた IS 機能の展開を図 1 に示す。これは運転モードで分けて次の 4 機能となる。

- ・待機系監視機能（通常運転中）
- ・異常時診断ガイド機能（通常出力運転中）
- ・ユニットトリップ時診断ガイド機能（ユニットトリップ発生後）
- ・事故時診断ガイド機能（事故発生後）

これらの機能の中で、異常の早期発見とその波及防止の観点、したがって稼働率の向上の面から、異常時診断ガイドの機能が最も重要なとなる。以下にそれぞれの機能について要点を述べる<sup>(2)</sup>。

### 3.2 待機系監視機能

プラントの通常運転中は待機状態にある系統、つまり工学的安全系と安全保護系が、安全動作を要求された場合に作動可能な状態にあるか否かを常時監視する機能である。安全注入系、所内電源系ほかの、弁位置、電源の有無、タンク水位、圧力などが監視対象となる。

### 3.3 異常時診断ガイド機能

プラントの通常運転中に何らかの異常が発生した場合に、運転員は指示計、警報などで異常を認知し対応処置を講ずる必要が生じる。このような場合に発生した異常を早期に検知してその原因を同定し、適切な操作ガイドとともに異常の波及予測情報を CRT と VAS（音声出力装置）により迅速に提供し、よって運転員の判断操作支援を行う機能である。

異常時診断は、CCT (Cause Consequence Tree, 因果樹木) を用いた独自の診断法を適用している。これは、前以て FMEA (Failure Mode and Effect Analysis, 故障の形と影響解析) により選択した事象間の因果関係を樹木により表現したプラントデータベースと、刻々と入力されるプラント信号を組み合わせて診断する方法である。更にこれを強化するためにモデル診断法を併用した。

異常原因となる対象機器には弁、制御器、センサなどの制御系の

要素機器などを中心に、表 2 の範囲から約 200 事象を選定した。

CCT の診断フローを図 2 に示す。この特長は、診断によって異常原因が同定されれば、原因と予測、操作ガイド情報を出力するが、原因が同定されない場合にも原因推定ロジックにより推定原因を提供

表 2. 異常時診断の対象範囲

大分類事象	具体事象	系統
炉心出力制御に影響を与える事象	制御棒の異常駆動	制御棒制御系
	一次冷却材のほう酸濃度の異常変化	化学体積制御系
炉心冷却能力に影響を与える事象	一次冷却材ポンプ異常	化学体積制御系 補機冷却系
	一次冷却材圧力の異常変化	加圧器圧力制御系
一次冷却材保有水量に影響を与える事象	蒸気発生器保有水の異常変化	主給水制御系 主蒸気系
	加圧器水位の異常変化	加圧器水位制御系
原子炉格納容器内への一次冷却材の放出のおそれのある事象	体積制御タンク異常	化学体積制御系
	加圧器逃がしタンク異常	一次冷却系
主要機器の機能維持に影響を与える事象	補機冷却系の異常	補機冷却系
	給水流量の異常変化	給水系
タービン及び補機の運転に影響を与える事象	脱気器水位の異常	復水系
	主タービン系の異常	主タービン系
	ドレン系の異常	ドレン系
	冷却水系の異常	冷却水系

運転員の役割	プラントセットアップの確立	異常の発生と影響の軽減	プラント安全機能の確保	事故の収束
インストラクションシステム機能	待機系監視 ・工学的安全系の待機状態の健全性監視	異常時診断ガイド ・プラント異常検出 ・異常原因の同定 ・異常の進展予測 ・復旧操作ガイドの提供	ユニットトリップ時診断ガイド ・プラント状態の同定 ・安全保護系機能確認 ・復旧・収束操作ガイドの提供	事故時診断ガイド ・プラント状態の同定 ・安全保護系機能確認 ・工学的安全系機能確認 ・安全収束ガイドの提供

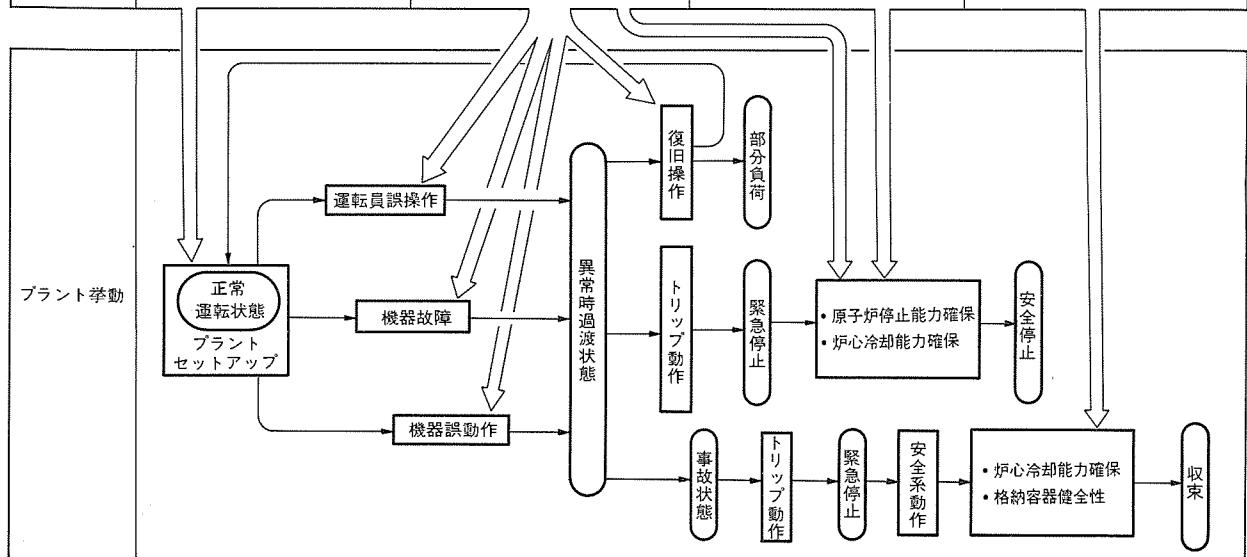


図 1. プラント状態に応じた IS の機能展開

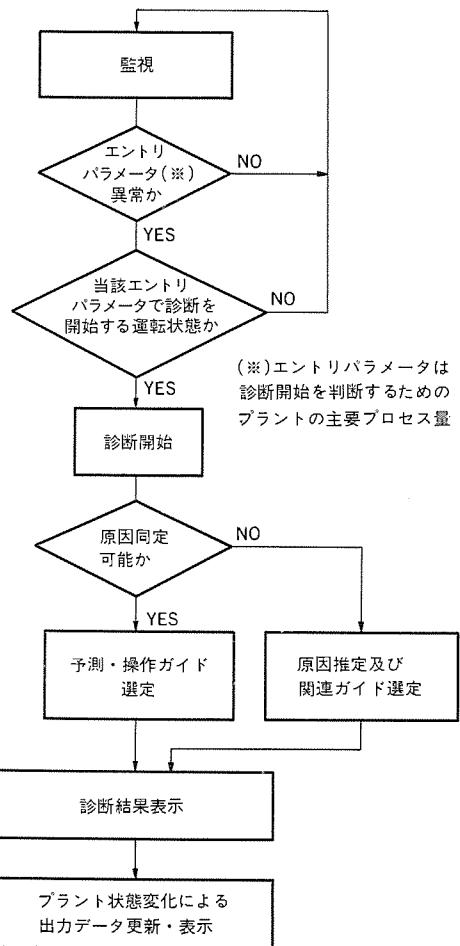


図 2. 異常時診断機能フロー

できる点にある。

異常原因が主給水制御器低側故障の CCT 例を図 3. に示す。例えれば、自動運転中に異常の診断に成功すると、診断・原因・操作・予測内容として、下記のようなメッセージが制御盤の中央部にある CRT (No. 4) に表示される。

- ・診断メッセージ (M 3)
- A—SG 水位偏差大
- ・原因メッセージ (M 1)
- A—主給水制御器 FC—460 C 低側故障
- ・操作ガイドメッセージ (原因メッセージに対応して設定)

要手動切換、弁開度調節

- ・予測 1 メッセージ (M 4)
- A—SG 水位低 & FW < SF トリップ
- ・予測 2 メッセージ (M 5)
- A—SG 水位異常低トリップ

この場合、運転員が操作ガイドにしたがって手動モードに切り換えると、操作ガイドメッセージは“要弁開度操作、要注意 SG 水位低下”に変る。事象が進展して予測 1、予測 2 の事象が実際に生起すると、メッセージの表示色が黄から赤に変り、したがって修復操作に失敗すれば、ついには蒸気発生器水位の異常低下により、原子炉トリップに至ることを示している。なお、メッセージの表示色は、診断の発生、回復状況、つまり発生、復旧、疑似回復及び回復の 4 ケースに応じて変えており、運転員による情報認知を容易にしている。

CCT 診断法を補足するためのモデル法には、コンポーネントレベルとシ

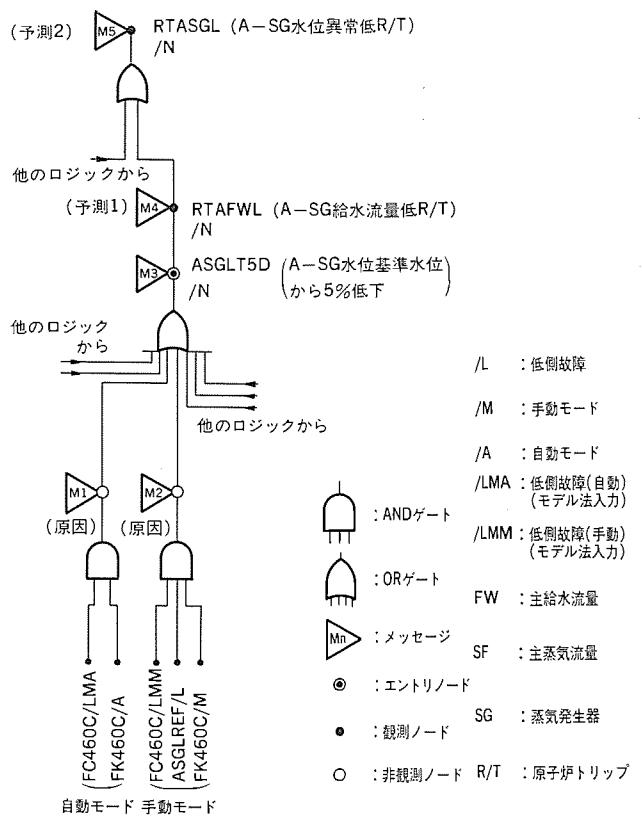


図 3. CCT ロジック例 (主給水制御器低側故障)

システムレベルの 2 種類を用いている。モデル法の出力は原因ノードやエントリノードに接続されるが、上の例ではコンポーネントレベルの出力が原因ノード（主給水流量制御器低側故障）に接続されている。システムレベルのモデル法の詳細は別途報告する。

### 3.4 トリップ時診断ガイド機能

プラントのトリップ（原子炉、タービン、発電機のユニットトリップ）発生時にその原因を明確し、運転員にプラント情報と操作ガイドを提供してプラントの再起動ないし安全停止操作を支援する機能で、図 4. に対象範囲を示す。ここで主要パラメータによる異常診断機能は、CSF (Critical Safety Function) と密接に関係する主要パラメータに着目したシンプトム（微候）ベースの診断方法であり、後述の事故時機能の場合と同様、シナリオベース（運転手順書ベース）の診断機能を補足強化するものである。

### 3.5 事故時診断ガイド機能

プラントの事故、つまり安全注入系統設備作動信号 (SI 信号) が発信された場合に開始される機能で、原因を明確し運転員にプラント情報と対応策を提供してプラントの安全停止を支援する機能である。図 5. に診断フローを示すように、この機能の特徴は診断機能の信頼性強化のために、診断ロジックの一部に運転員の判断介入の余地を残していることである。次に事故時機能について説明する。

(1) 事故原因の推定：加圧器圧力・水位、格納容器圧力、放射能レベル及び蒸気発生器圧力などにより、原因として一次冷却材喪失、二次冷却材喪失、蒸気発生器伝熱管破損及び SI 誤起動などのいずれの原因で SI 信号が発生したかを推定する。

(2) 自動作動機器・系統状態の確認と操作ガイドの提供：非常用電源状態、原子炉トリップ状態及び ECCS (緊急炉心冷却システム) シーケンス作動状態などを調べ、不正状態が見つかると対応操作情報を出力する。

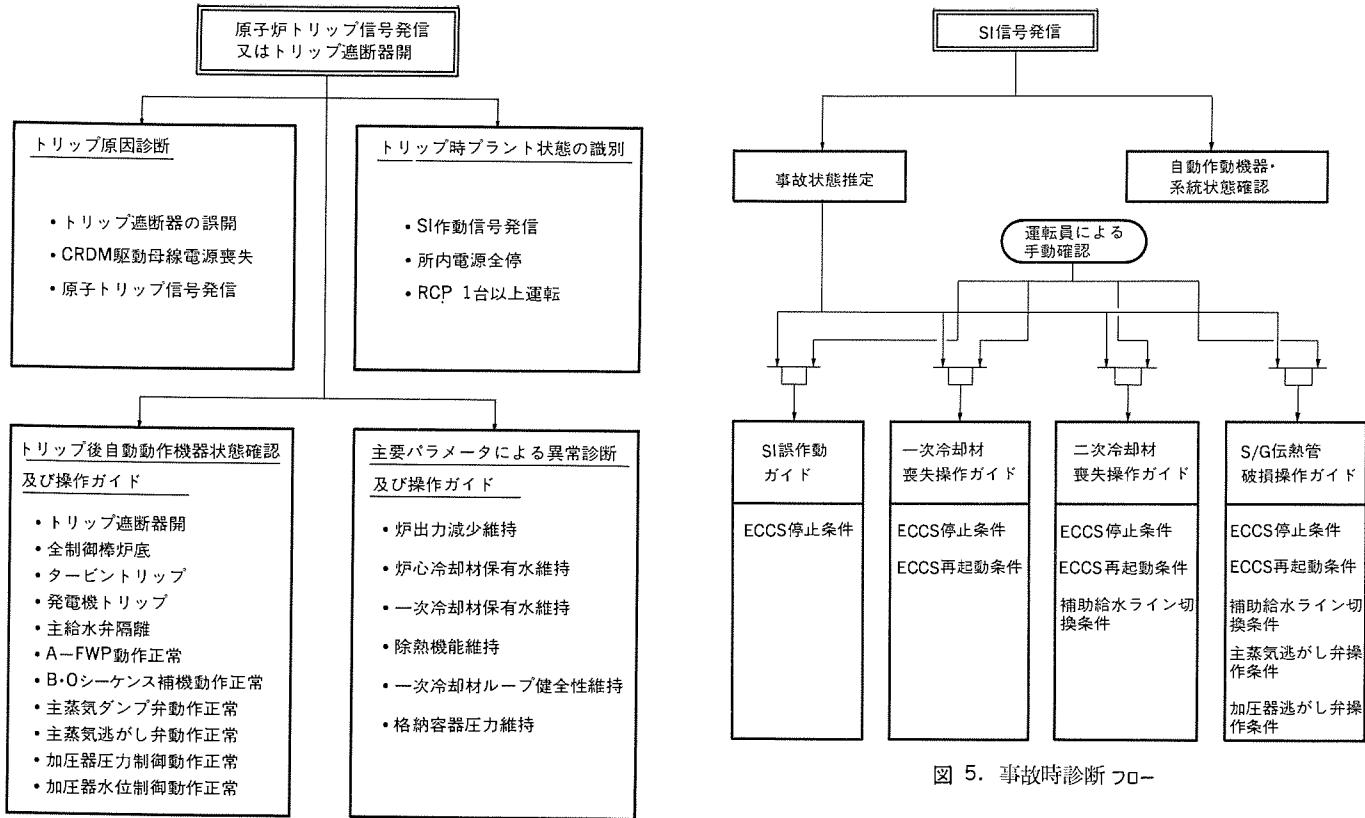


図 4. トリップ時診断機能の範囲

(3) 主要安全機能の確認及び操作ガイドの提供: トリップ時機能と共有のシンプトムベース診断機能で、主要パラメータの監視により、炉心出力、炉心冷却、一次冷却材健全性、除熱能力、格納容器健全性及び一次冷却材保有水量の六つの状態を監視し、これが侵されている場合にはその原因とともにCRT上に表示する。例えば一次冷却材圧力、ホットレグ温度から計算した炉心サブクール度が異常の場合には、トリップ時/事故時診断画面の「炉心冷却」とその原因「T<sub>HS</sub>低」が赤色表示される。更にこの場合加圧器ヒータがオフになっていると、診断メッセージとして“加圧器ヒータ断の可能性”が出力される。

#### 4. システム機能

##### 4.1 全体構成

ISはタイムリーな運転員の支援のために、応答性、高信頼性かつ拡張

性などの厳しい条件を満たすシステムとする必要がある。そのためこのシステムでは、複数のCPUによる機能分散化構成を採用した。システムの機能フローと全体ハードウェア構成を、それぞれ図6. 及び図7. に示す。

すなわち、全体システムはプラントの代用となるプラントシミュレータと、それ以外のサブシステムつまり入力処理部、診断部、マンマシン部及びサポートシステムから構成される。シミュレータは3ループ、出力870MWのプラントを模擬しており、このシミュレータから発生する約2,000点のアナログ信号及び1,500点のオノオフ信号を、データリンクにより入力処理部に送る。この部分では信号レベルの変換、リミットチェック処理などの演算処理を施してから、マンマシン部に送られて、合計13台のCRTに表示される監視主体の情報のほかに、プラントの生データのまま診断処理部に送られるものがある。ISの中心となる診断処理部では、上記データを用いてプラントの異常診断を行うが、その結果に基づき操作ガイドや予測のための処理をしてから、診断関連情報としてマ

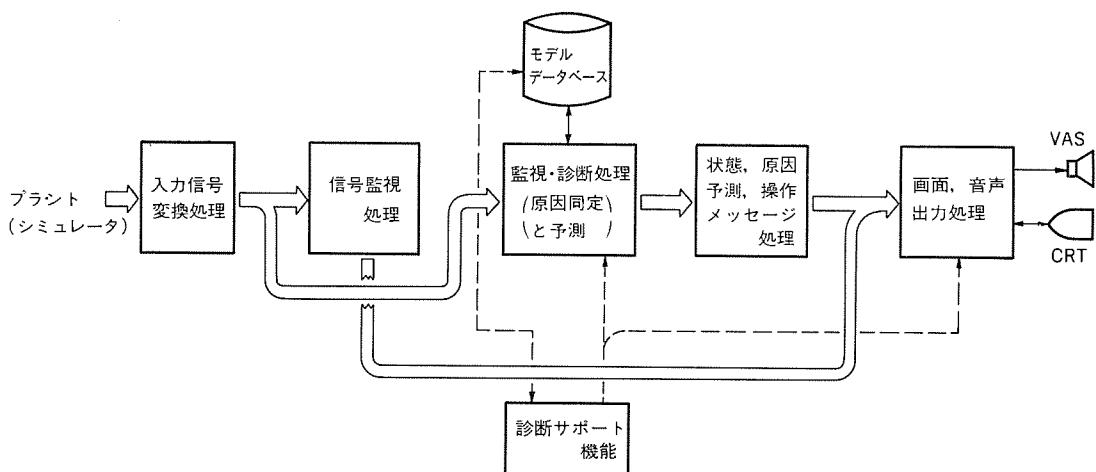


図 6. システム機能フロー

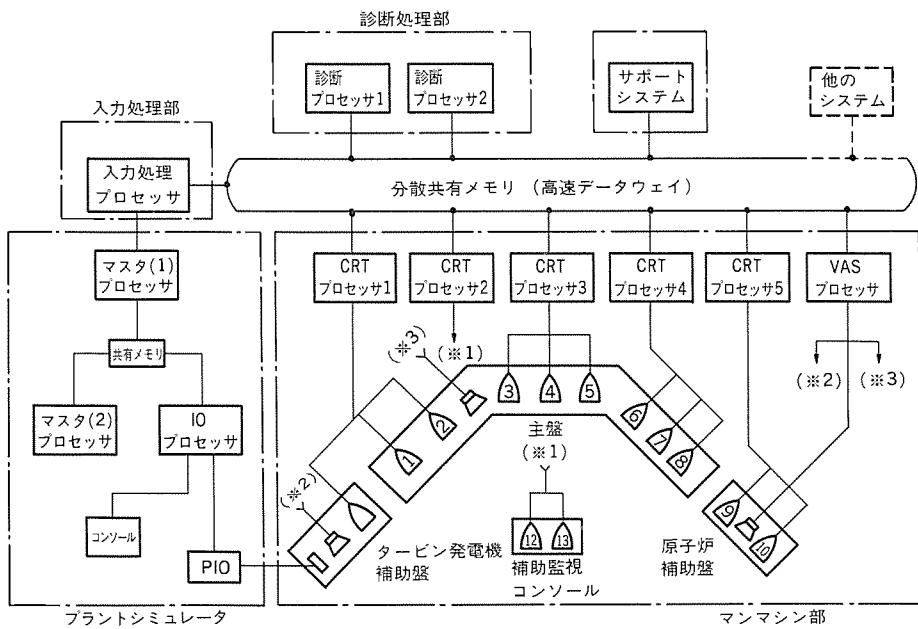
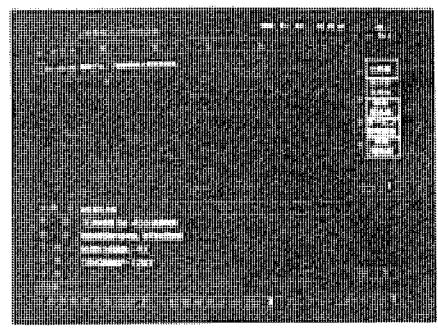
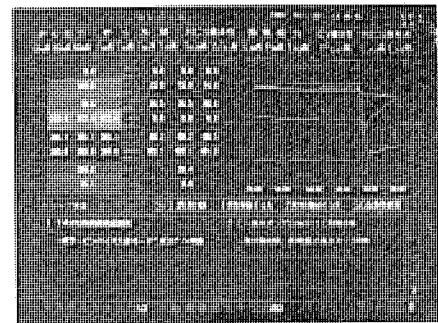


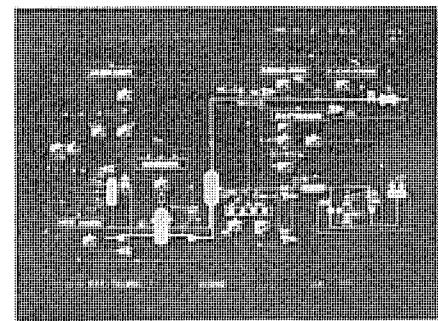
図 7. ハードウェアシステム構成図



(a) CCT 診断



(b) トリップ時診断



(c) モデル法診断

図 9. CRT 表示画面例

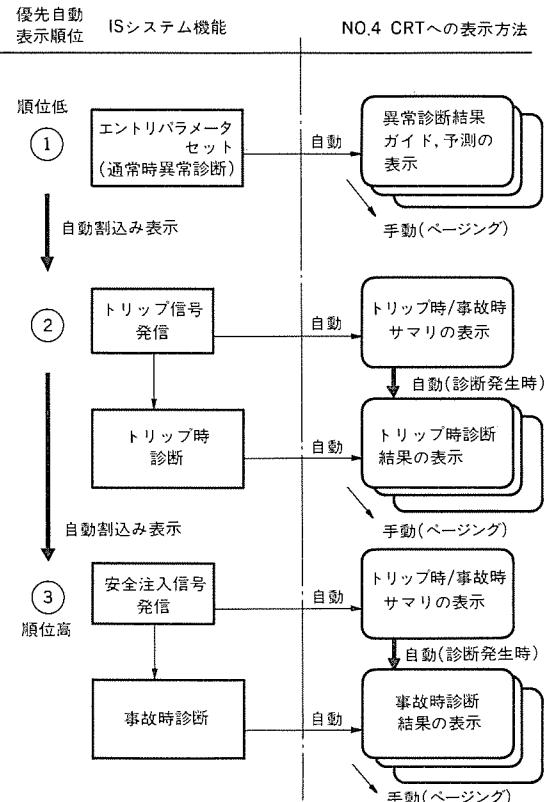


図 8. 診断情報の優先自動表示体系

マンマシン部に伝送する。マンマシン部ではこの情報を用いて、監視診断情報として CRT と VAS によりメッセージなどを出力する。

なお、CCT ロジックの製作と診断進行状況の確認を容易にした CCT ダイアグラムエディタ や、フルグラフィック CRT 画面作成ツールとしてのビュービルダなどのサポートソフトウェアシステムを開発し、実機適用への展開を容易にしている。

#### 4.2 マンマシンインタフェース

ISにおける運転員-システム間の接点となる マンマシンインタフェースは、診断処理部とともに最も重要な部分である。この開発システムでは、

マンマシン部に、図 7. に示すような改良形中央制御盤 (プラントシミュレータの操作パネル) に合計 13 台の CRT 表示器を配置し、更に VAS を設置している。

診断関連情報は、既に準備されている監視主体画面との一貫性を保ちながら、"必要な場所に必要な情報を提供する" という方針のもとに、No. 4 を中心として更に No. 9, 12, 13 その他の CRT 上にも表示される。表示情報は大別して、優先自動表示画面と運転員の要求により表示されるリクエスト表示画面の 2 種類となる。自動表示画面の優先表示体系は、図 8. のように 3 レベルの階層構造としている。この概念は事象の緊急対応の必要度合いから、異常時診断のレベルよりもトリップ時診断のレベルを、またトリップ時診断よりも事故時診断の表示レベルを上げている点を特徴としている。したがって、例えば、異常時診断画面の出力中にトリップが発生すると、その画面はトリップ時診断画面に自動的に更新されるが、もしも状態がトリップに進展しなければ異常時診断画面はそのまま持続表示される。図 9. に診断画面例を示す。

VAS は運転員による CRT 情報の認知を助ける手段として用いたもので、開発システムでは診断、原因情報やトリップや事故発生後の主要なプラント情報を示す簡潔な表現を採用した。

VAS メッセージの例を示す。

“SG 水位低、原因はループ ASG 水位検出器の低側故障です”

## 5. 検証試験

### 5.1 概要

IS の有効性を評価するための検証試験は、開発の最終段階として最も重要なステップであり、PWR 5 電力の合計 7 運転クルー並びにアドバイザとして訓練センターの協力をいただいて実施した。

検証はハルデン (OECD Halden Reactor Project) で行われた CFMS (Critical Function Monitoring System) の試験方法<sup>(3)</sup>なども参考にし、特に次の点に留意した。

- ・実プラントの中央制御室に極力類似した環境を作る。
- ・操作は実プラントの運転クルーにより行う。
- ・運転クルーに対する IS の十分な説明と訓練を行う。
- ・適切な事象を選び IS の有無の場合の結果を比較する。

試験は表 3. に示すように、1 クルー当たり 4 日間のスケジュールで、昭和 59 年 11 月～60 年 1 月にかけて実施された。

### 5.2 検証設備

検証のための設備は、三菱電機(株)制御製作所内に設置した。この設備の模擬運転室は、図 10. に示すように約 100 m<sup>2</sup> の面積を占めている。運転室の制御盤と IS 機能の関係を以下に述べる。

- (1) 主盤：通常運転中の監視操作と、出力運転中の原因診断ガイドなどの情報提供及び運転員の修復操作
- (2) 原子炉補助盤：トリップ、事故発生時の診断情報の提供と、運転員による一次系の対応操作
- (3) タービン発電機補助盤：トリップ、事故発生時の診断情報の提供と、運転員による二次系の対応操作
- (4) 補助監視コンソール：異常時、トリップ時、事故時の診断情報の提供と、当直長による全体監視と運転員への指示

評価データとしては、次のものを収集し分析した。

- (1) プラント状態記録：主要変数のトレンドや、機器、作動状態のイベントなどの記録
- (2) 警報記録：プラント変数のリミットチェックなどのアラーム発生等の記録
- (3) 操作記録：制御機器のオン・オフなどの操作記録や CRT 画面の表示等の記録
- (4) 診断記録：マルファンクション発生記録や診断ガイド関連のメッセージの内容と発生状況の記録など

- (5) 運転員の動作記録：VTR による各運転員の動きと、運転員間の会話の記録及び目視による運転員の動きの記録など

- (6) インタビューとアンケート：運転員との面接及びアンケート記入による情報の収集

### 5.3 結果の評価

検証試験の結果、IS システムの診断とマンマシン処理について、機能の改良と一層の向上を図るべき点はあるものの、とりわけ緊急時に多くの操作を必要とするような場合に、運転員の支援に有効であるという結果が得られており、所期の目的を達成した。なお、詳細結

表 3. 検証試験スケジュール

第1日目	○オリエンテーション ○IS の無いシステムの説明と操作訓練
第2日目	○IS 無しでの検証運転 ○運転員へのインタビュー
第3日目	○IS の説明 ○IS の有るシステムでの操作訓練
第4日目	○IS の有るシステムでの検証運転 ○インタビューの実施とアンケート記入



図 10. 模擬運転室の設置状況

果については別途報告を予定している。

## 6. むすび

以上、原子力発電所運転支援システムの中核となる IS システム開発の背景、目標、機能、構成などについて述べ、更に検証試験の概要を報告した。

今後、検証試験で得られた結果を基に、更に最新のソフトウェア及びハードウェア技術に積極的にチャレンジし、より良い支援システムの実現とともに、早期実用化に取り組む所存である。

最後に、このシステムの開発にあたり、御指導、御協力いただいた通商産業省殿、関西電力(株)殿、北海道電力(株)殿、四国電力(株)殿、九州電力(株)殿、日本原子力発電(株)殿、(株)原子力発電訓練センター殿及びその他関係各位に対し、深く感謝する次第である。

## 参考文献

- (1) 都甲ほか：原子力発電インストラクションシステムの開発、日本原子力学会誌、26, No. 6, P. 18～27 (昭58)
- (2) T. Masui et al : Diagnostic Technologies for the PWR Plant in Japan, IAEA Symposium on Nuclear Power Plant Control and Instrumentation, Munich, 11-15 (1982-10)
- (3) E. Hollnagel et al : The Experimental Validation of the Critical Function Monitoring System, HRW-111, OECD HALDEN REACTOR PROJECT (1983-5)

# 原子力発電所運転支援インストラクションシステム

## 2. インストラクションシステムの要素技術

荻野 敬迪\*・辻 秀一\*\*・藤田 雄三\*\*\*・岡本 佳三\*\*\*・仲尾 政春+・横山 輝邦++・吉村 徳次++

### 1. まえがき

原子力発電所の運転員を支援し、運転信頼性と稼働率の向上を目指すインストラクションシステム（以下、ISとよぶ）を実現するためには、ソフトウェア及びハードウェアの両面にわたる新しい技術開発が必要となつた。

ソフトウェア面では、ISの中核をなす診断技術として、外国の動向<sup>(1)</sup>をも参考にした独自のCCT（Cause Consequence Tree、因果樹木）と、更にこれの作成・保守を容易にする対話形サポートツールとして、CCTダイヤグラムエディタ及びCCTデータベース管理システムを開発した。計算機技術面では、分散処理システム構成技術、高速性・視認性に優れたフルグラフィックCRTとその画面作成を容易にするソフトウェア技術を確立した。更に、ISの検証のために、異常事象の模擬範囲を拡張したプラントシミュレータも製作した。

### 2. CCTを用いた診断技術

原子力プラントに異常が生じたときにその原因を迅速かつ的確に把握し、安全性と稼働率を可能な限り高めるための処置をとることは、運転員の役割の中でも最も重要なことである。この診断技術は、このような運転員の意志決定を支援するために開発されたものであり、ISの諸機能の中で中核的役割を果たしている。また、この技術の性能はCCTの内容に依存しており、その規模は膨大なものとなる。したがって、CCTの作成及び保守が効率的に行えることは、実機適用時に重要な条件となる。この要請にこたえるために開発されたのがサポートツールとしてのCCTダイヤグラムエディタ及びデータベース管理システムである。図1に診断システムとこれらサポートソフトウェアシステムの関係を示す。

#### 2.1 CCTを用いた診断システム<sup>(2)</sup>

診断は、観測可能なプロセス量間に成立する因果関係を記憶している

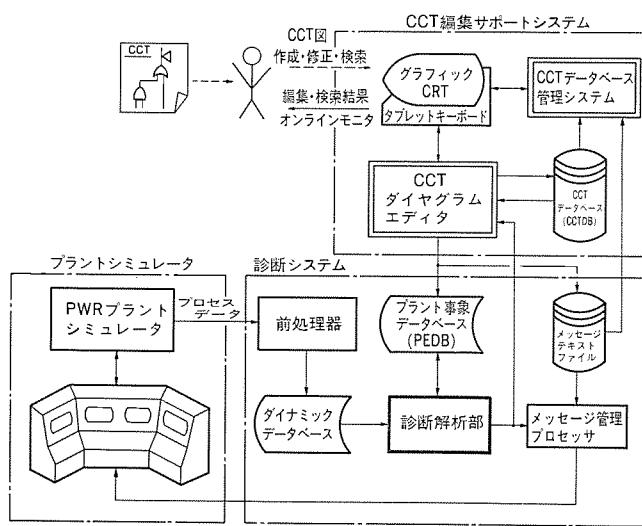


図1. 診断システムとサポートシステムの概略構成

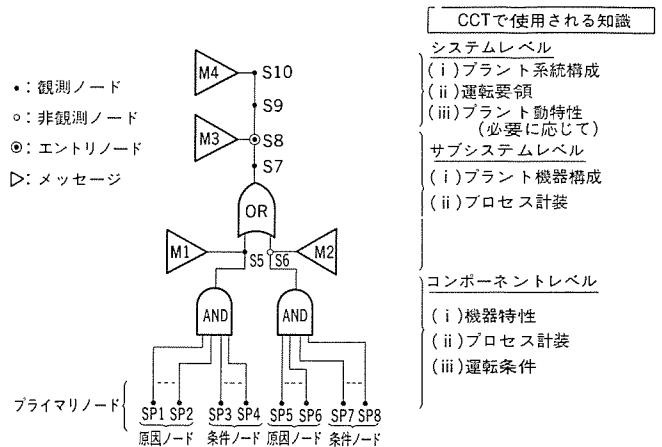


図2. CCTと利用される知識の関係

プラント事象データベース（PEDBとよぶ）と、時々刻々入力されるプロセス量とを組み合わせて実行され、異常の第1原因、復旧操作及びプラント状態予測などに関する情報を出力する。

#### 2.1.1 CCTの作成方法

CCTの構成を図2に示す。CCTは機器に生じた故障がプラント全体に波及する様子を記述したモデルと見なせる。CCTで使用するプロセス量はその基準値との比較により変換された論理値（しきい値を越したときに真値をとる。以下、ステータスとよぶ）であり、ステータス間の因果関係をAND, OR, Nout, of M, NOP (no operation)などの論理演算子を用いて表現する。

(1) プライマリノード：CCTの最下位に位置するノードで、原因ノードには対象となる機器の故障を判定するため必要なステータスが、また条件ノードにはインロックの作動状態や制御スイッチの位置のように故障がプラントに悪影響を及ぼすモードになっていることを示すステータスが用いられ、これらをANDでまとめて記述する。また原因ノードで用いるステータスを計算するために、次項で述べるコンポーネントモデル診断法を一部に適用している。

(2) エントリノード：警報に相当するステータスを割り当てており、このステータスが真値になると診断が開始される。

(3) ルートノード：診断システムが対象とする異常事象の中で、故障の影響が最も進展したステータスを割り当てる。ISではこの診断法を通常出力運転モードに適用したもので、ルートノードの事象は原子炉トリップである。

プライマリノード→エントリノード→ルートノードにおいて、故障の影響を受けて観測される異常事象が有れば、生じる順序で可能な限り多く割り当てる。また、異常が波及して運転員にその情報を提供する必要があるときは、該当ノードにメッセージを付ける。

#### 2.1.2 コンポーネントモデル診断法

CCTを用いた診断法において、過渡現象時への適応性及び複雑な特性をもつ機器の故障原因同定機能を強化するために開発した。こ

\* 三菱電機(株)中央研究所(工博) \*\* 同コンピュータシステム製作所(工博) \*\*\* 同制御製作所  
+ 三菱電機コントロールソフトウェア(株) ++ 三菱原子力工業(株) +++ 三菱重工業(株)

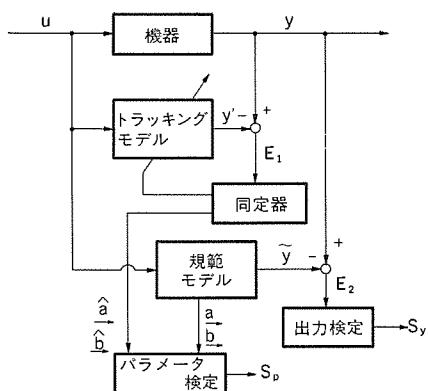


図 3. コンポーネントモデル 診断法

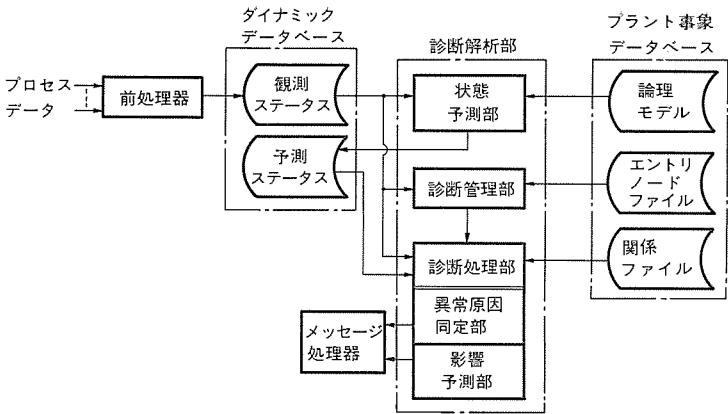


図 4. CCT を用いた診断システムの構成

の診断法の概念図を図 3. に示す。図において規範モデルとは機器の特性を表すモデルであり、同定器は機器の線形モデルの特定パラメータを実時間で同定する。

- (1) 出力検定：機器出力の測定値と規範モデルが推定する出力値との誤差  $E_2$  が、所定の範囲を越えたときに機器故障と判定する。
- (2) パラメータ検定：機器の特性パラメータと同定器が推定したパラメータ値とを比較し、その差が所定の範囲を越えたときに機器故障と判定する。

なお、モデル法からの出力は CCT の原因ノードの入力となる。

#### 2. 1. 3 診断解析部の構成

診断解析部及びそれと密接に関連する周辺部分を図 4. に示す。PEDB は、診断を効率よく実行できるように CCT で表現される情報を作成するためのデータベースであり、CCT ダイヤグラムエディタを用いて自動的に生成できる。診断解析部は PEDB から独立した構造となっており、データベースの変更だけで機能の修正追加が容易に行える。診断で使用されるステータスは前処理器で計算し、観測ステータスに記憶される。なお、コンポーネントモデル診断法は、前処理器の一部の機能として組み込んだ。

- (1) 状態予測部：プライマリノードの観測ステータスを用いて、CCT の論理演算を行い、それより上位にあるすべてのノードのステータスを計算する。この結果は予測ステータスに記憶される。
- (2) 診断管理部：プラントに異常が生じ、復旧操作によって正常に復帰するまでの診断モードの遷移を図 5. に示す。個々のエンティリードについて、その観測ステータスと予測ステータスの推移に着目して診断管理を行う。この診断システムは異常状態の復旧操作情報を提供するとともに、その操作が正しく実施されているか否かを監視する機能をもっている。図において、疑似回復とは異常原因が除去されないにもかかわらず、過渡時にエンティリードのステータスが一時的に正常になった状態を指す。
- (3) 異常原因同定部：異常事象の因果関係を展開したデータファイル（関係ファイル内）及び観測ステータスと予測ステータスの照合結果を用いて、効率よく異常原因を診断する。これは真値となったエンティリードからトップダウン方式で樹木探索を行い、最小カットセットを見いだす高速化処理を行っている。
- (4) 影響予測部：下位に異常原因の存在するエンティリードを、上位へと CCT をたどって（ボトムアップ法）、次に生じると予想される異常事象を探索する。

#### 2. 1. 4 診断法の機能評価

診断法の機能を原子力プラントシミュレータを用いて評価した。

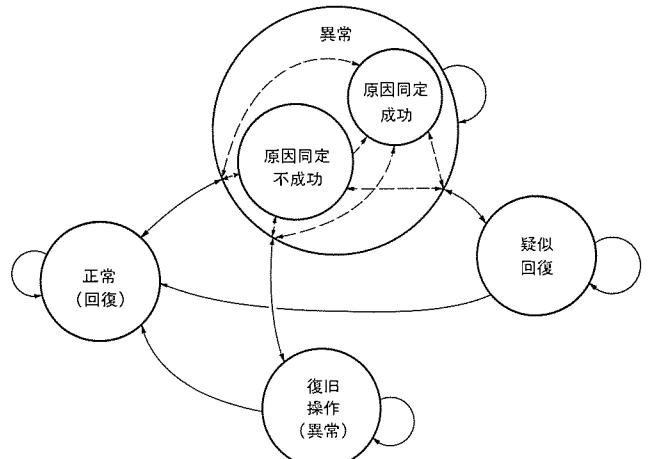


図 5. CCT による診断モードの遷移図

- (1) 信頼性：CCT に含まれる 65 種類の異常事象について、その大きさやパターンを変えて機能評価を行った。この結果、エンティリードのステータスが真値となる場合には、異常原因を完全に同定することができた。
- (2) 過渡現象への適応性：50% 負荷急減時においても、誤メッセージを出力することなく正しく診断が行えた。
- (3) 多重故障への適応性：多重故障を意識して CCT を作成しなくとも、個々の故障と強い関係をもつプロセス量を原因ノードとして選択的に使用することにより、大きな適用性が実現できた。
- (4) 高速処理：PEDB の構造と診断解析部の処理方式の工夫により、1 MIPS 程度の処理能力があれば、原子力プラント向けの診断システムを構築できる見通しが得られた。

#### 2. 2 CCT ダイヤグラムエディタ<sup>(3)(4)</sup>

オフラインでの CCT の作成、保守及びオンラインでの動作確認を容易に行うためのサポートソフトウェアで、図 6. にこのツールを用いて作成した CCT の例を示す。

##### 2. 2. 1 構成

- (1) ダイヤグラムエディタ：フルグラフィック CRT とタブレット／キーボードを用いて、対話的に CCT 図の編集が行える。CCT ロジックの情報は CCT データベース（以後、CCTDB とよぶ）に格納される。
- (2) CCT 言語プロセッサ：診断システムで使用する PEDB を作成する。
- (3) オンラインモニタ：CCT により表現されたロジックの動作状況を、CRT 上に表示された CCT 図上でトレースする。

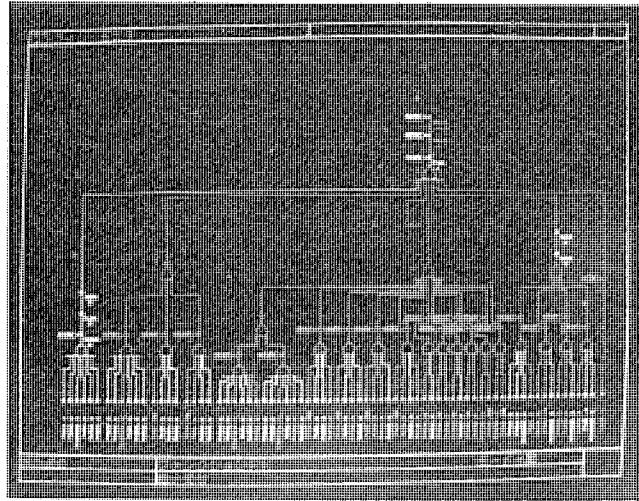


図 6. ダイヤグラムエディタにより作成した CCT 例

表 1. キーワードと検索特性の例

キーワード	検索属性											
	1 名 称 サ ブ C C T 番 号 T	2 シ ー ト 番 号 T	3 ノ ー ド 番 号 T	4 観 測 器 名 T	5 要 求 条 件 T	6 ノ フ ト ド 番 号 T	7 ノ ザ ト 番 号 T	8 ノ エ ン ト ド リ	9 ノ ブ ラ イ ド リ	10 ノ ル イ マ ド リ	11 番 メ ト ド リ	12 内 メ ッ セ ー 容 じ
1 サブ CCT 名称番号		○										
2 シート番号	○											
3 ノード番号	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
4 観測器名	○	○	○		○			○	○	○	○	○
5 要求条件	○	○	○	○								
6 エントリルート・ プライマリノード?	○	○	○	○	○							○
7 メッセージ番号	○	○	○	○	○			○				
8 メッセージテキスト												○

## 2.2.2 有効性

このエディタを用いることにより、計算機言語を用いて直接プログラミングする場合に比べ、次の点が改善された。

- 信頼性：簡単な图形操作のみなので、プログラミングに伴う誤りが少なくなる。また、プログラミング結果が CCT 図の形で表示されるので、入力の誤りを容易に発見できる。
- 生産性：图形入力により作成された CCTDB から、診断システムで使用する PEDB を短時間で自動的に生成できる。
- 保守性：CCT 図の変更箇所を CRT 上で修正するだけで、CCTDB と PEDB の関連場所の変更が即座に行える。
- ドキュメント管理とリードアビリティ：CRT ハードコピー又は X-Y プロッタで得られた CCT 図を最終ドキュメントとして利用することができ、リードアビリティに優れている。
- 検証性：オンラインモニタ機能により CCT ロジックの動作状況を可視化できるため、ロジックの検証が容易に行える。

## 2.3 CCT データベース管理システム

CCT ダイヤグラムエディタで作成された CCTDB 及び PEDB 内の情報へのアクセスを支援するためのサポートツールであり、以下の 3 機能から構成される。

- CCT 構成要素検索機能：表 1. に示すキーワードとそれに関する属性を選択指定することにより、構成要素情報を検索する。

(2) CCT 規模評価機能：CCT 構成要素名をキーワードとして選択指定することにより、現在のデータベースのファイル規模と追加可能なファイルスペースを計算する。

- 対話管理機能：キーワードに対して入力可能な属性を自動選択し、CRT 上にメニュー形式で表示する。また入力情報のエラーチェックも行う。

このシステムを使用することにより、膨大な規模の CCT の中から修正箇所を探したり、修正によって影響を受ける CCT を確認するなどの保守作業の効率を、大幅に改善することができた。

## 3. 分散処理計算機システム構成技術

IS の要求を計算機システム側からみれば、高速で大量の異常診断処理を含むのみでなく、従来のプロセスコンピュータの中心機能であるプロセス入出力処理、CRT 表示処理などを一層高度化かつ高信頼化するものとなっている。

これらの問題解決のため、分散処理システム技術を全面的に採用したシステム設計を行い、分散化構成技術を確立した。この技術により図 7. に示すように、プロセス入出力グループ、プラントマネジメントグループ（監視、診断、管理など）、CRT 表示処理グループなど多種多様な計算機を結合した機能別分散処理システムの実現が可能となった。このシステムでは次の成果が得られた。

- 処理能力の向上：膨大な処理量、処理能力を確保するのに巨大な CPU を必要とせず、標準的な工業用計算機で実現できる。
- 信頼性の向上：单一故障は特定の機能喪失に限定でき、重要システムについては比較的低コストで冗長化設計が可能となった。
- ソフトウェアの信頼性：全体システムの設計が完了した時点で、各プロセッサにそれぞれの専用機能を割り付けることができるので、

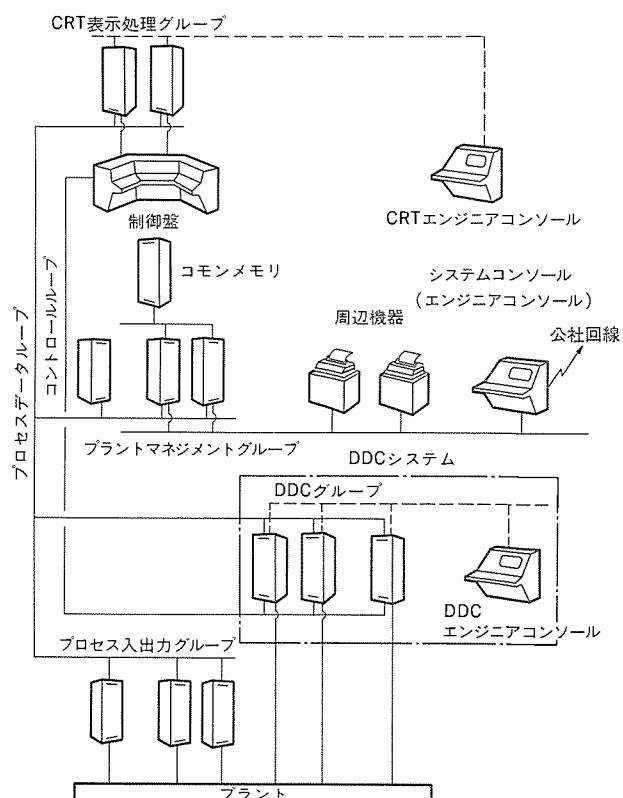


図 7. 機能別分散処理計算機システム概念図

ソフトウェアが単純化される。このため、バグの減少とテスト性の向上が実現される。

(4) 拡張性：システムの拡張要求に対し、追加変更を局所化できるため、全体システムの性能をそのまま維持することができる。

これら利点の反面、分散処理システムでは計算機間の結合手段が必要となり、この点が処理負荷分担方式とともに最も重要である。そのため、このシステムでは、高信頼・高機能な結合手段として、データウェイ《MDWS-60》を適用し、次の成果を得た。

(1) 高速応答性：ホスト計算機とのインターフェースが高度なレベルで設定されており、伝送制御手続などはファームウェアで実現できるので、ソフトウェアオーバヘッドが小さく高速応答が得られる。

(2) 多機種間結合：コモンメモリによる結合の際にみられる、同一機種間しか結合できず、かつ伝送距離を長くとれないなどの制約がなくなり、機能別分散化構成の要求に合致する。

機能別分散処理システムの実現に際し、特に留意した点を示す。

(1) 全体システムの集中管理：プラントの構成に関するデータベースなどは、各プロセッサの機能が異なっても共通である。このシステムでは中央にエンジニアコンソール（以後、CECとよぶ）を置き、各機能プロセッサのソフトウェアを一括管理するためのソフトウェア「システムビルダ」により、処理の分散化とデータの集中化を実現している。

(2) データ伝送の確定性：各プロセッサの機能分担の設計においては、処理要求などの制御データが飛び交うのを避け、一定量のデータが一定間隔で一定方向に流れるようにした。

(3) 機能プロセッサの単純化：機能プロセッサは磁気ディスクなどの補助メモリを持たず、主メモリのみにして高速応答性の確保を図った。またプログラムは CEC からダウンロードするようにし、システム保守とソフトウェア保守のためのハードウェア及びソフトウェアをここに集中して、各機能プロセッサの単純化を行った。

#### 4. グラフィック CRT 表示技術

ISにおいては、状況判断のためのプラントの運転データの提供のみでなく、状況判断や対応操作などの運転員の思考過程の支援もその機能に含まれる。そのためシステム側の処理結果を迅速に、分かりやすくかつ誤り無く運転員に伝えるマンマシン技術も、ISの最重要テーマの一つとなった。この問題に対処するため、新たにグラフィック CRTによる表示技術の確立を図った。

##### 4.1 フルグラフィック CRT の適用

CRT 表示は、IS のマンマシンインターフェースの中核となる。システムとして望ましい表示画面を検討した結果、画面の表現力、視認性及び高速表示性能に関し、従来一般的に使用されているセミグラフィック CRT では高度な要求を実現するのが困難なことが判明した。そこで、これらの要求に答えるために新機能を強化したフルグラフィック CRTM 4328<sup>(4)</sup>を適用した。主な成果を次に示す。

(1) グラフィック性：画素（文字）単位のはり合わせ的表示ではなく、任意ベクトル、円、塗りつぶしなどのドット単位での制御を行っており、理解しやすい画面作成の上で必要とされる表現力の柔軟性が増した。

(2) 図形の拡大、縮小、回転、移動：図形要素

の重要度に応じて任意の大きさ、かつ任意の方向に表示でき画面設計の柔軟性に富む。

(3) インタリージェンス、高速化：CRT コントローラは、世界の標準的な图形処理体系である ACM CORE の图形コマンドを受け取って、ファームウェアとハードウェアで表示画面に変換する。表示の高速化と同時にソフトウェアの負担軽減を実現できる。

(4) 日本語表示の全面的採用：約 3,000 字の漢字フォントをハードウェアとして持ち、容易かつ高速に日本語表示が行える。また、文字の大きさ、方向、表示位置を任意に選ぶことにより、視認性の高い画面を製作できる。

(5) 高分解能：1,024×1,364 ドットの高分解能を持ち、画面の精細度が増すとともに图形の正確さの向上と情報の強調表示（文字の大きさや太さ）が実現できる。

(6) カラー表示：64 色のカラー及びそれを混合した中間色表示が可能であり、表現色が向上した。

図 8. に IS で作成したフルグラフィック CRT 画面例を示す。

##### 4.2 ビュービルダ<sup>(5)</sup>

従来、CRT 画面プログラムは煩雑なものとされ、またプログラムコードか

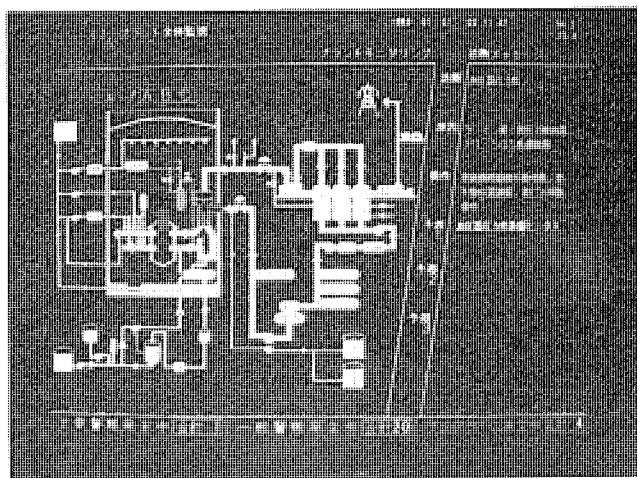
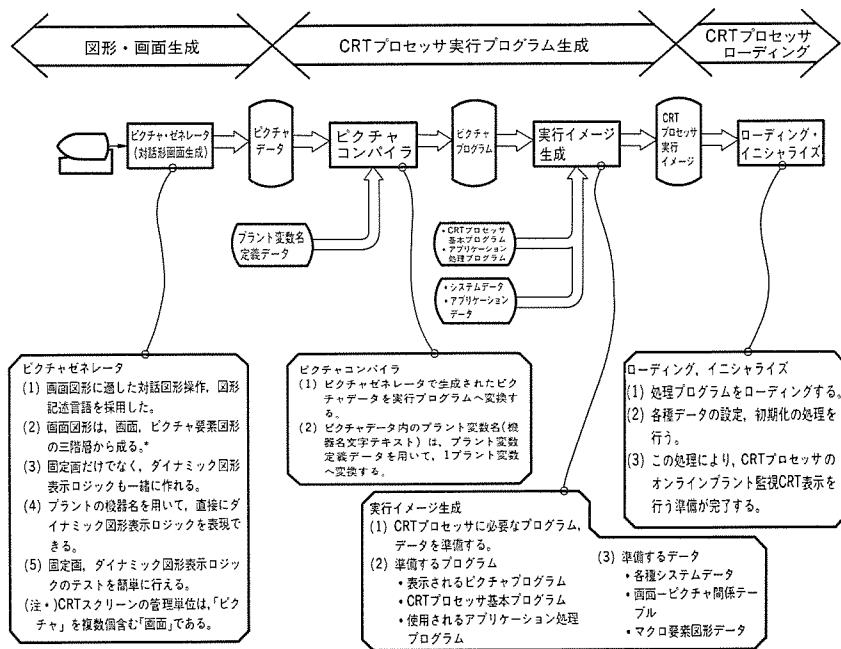


図 8. フルグラフィック CRT の画面例



ら画面を想定することが困難なために、誤りの発生しやすさとともに初期段階での発見も難しく、多くの問題があった。

この問題の解決のため、フルグラフィック CRT 画面のプログラムを作成するためのサポートソフトウェアとして、ビュービルダを開発した。その基本構成を図 9. に示す。これを使用して CRT との対話方式で、図形入力により表示プログラムを生成できる。ビュービルダは次のような特長を持ち、IS に適用されて マンマシン機能の開発のための強力なツールとなった。

(1) 信頼性: CRT 画面は図形として入力することが最も自然であり、また本質的に画面を定義するコマンド以外のプログラム内部構造上の問題は計算機側で処理するようにしたので、プログラミングに伴う誤りはほとんど皆無にすることできた。

(2) 生産性: ACM CORE の体系に基づく図形定義コマンド群及び外部変数名を直接引用できる動作定義コマンド群から構成された高位問題向言語であり、プログラムの生産性が高い。

(3) 完結性: 従来の対話形画面生成ソフトウェアは図形定義が中心で、外部変数の変化に対応する図形の操作は標準言語で書くものが多くあった。しかし、ビュービルダでは動作定義コマンドを加えることにより、対話形のみでプログラムを生成できる。

(4) ドキュメント管理とリーダビリティ: CRT ハードコピーを図形定義の最終プログラムドキュメントとできるほか、高位言語体系 PORCOL で動作コマンドも印刷されるので、プログラムの記述性、リーダビリティが高い。このため、機能設計者とプログラム製作者の意志の疎通がスムーズに行える。

## 5. プラントシミュレータ

プラントシミュレータは IS の有効性の検証に際して、実プラントの代りに各種異常事象を生起させる手段として不可欠である。模擬対象プラントとして、稼働中の 3 ループプラントを選定した。

シミュレータの製作に当っては、従来保有している原子力プラントのシミュレーション技術を基にし、特に IS では診断機能を詳細に評価する必要性から、構成機器の故障により引き起こされる事象を模擬することができるよう、マルファンクションの数を約 200 個分拡張した。模擬系統は図 10. に示すように、全プラント範囲にわたっている。シミュレータは動的モデル、制御モデル及びシーケンスモデルから構成されており、主要機器の動的モデルによる模擬内容を表 2. に示す。

## 6. む す び

原子力発電運転支援システムの一環として、IS 構築に不可欠な要素技術の開発を中心に紹介した。今後、知識工学などのより高度な診断技術や新しいマンマシン技術が出てくるものと予想されるが、これらの新しい技術を常に取り入れ、より良いシステム開発と実用化に努める所存である。

最後に、技術開発に当たり御指導いただいた通商産業省殿及びその他関係各位に対し、深く謝意を表する次第である。

## 参 考 文 献

(1) Long, A. B., et al : On-line power plant alarm and disturbance analysis system, EPRI NP-1379 (1980-4)

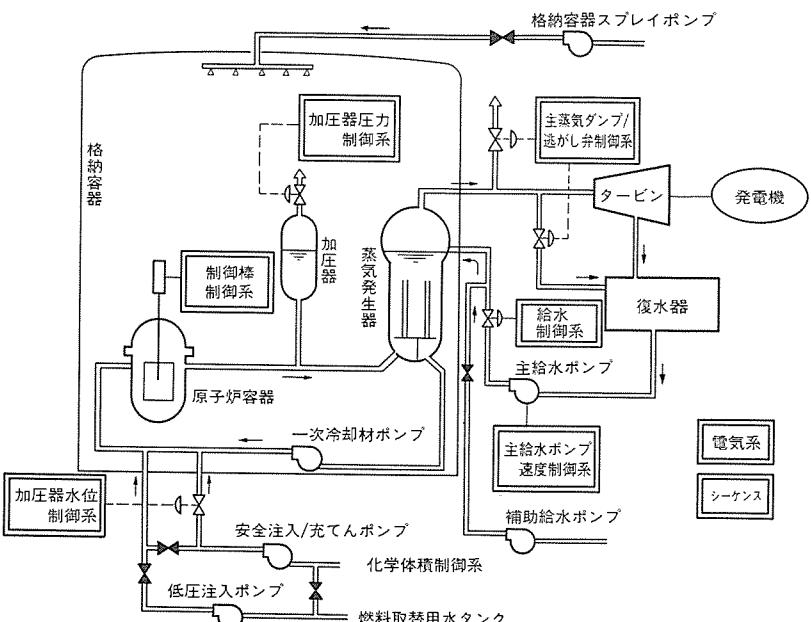


図 10. 検証用 プラントシミュレータ の主要模擬系統図

表 2. 主要機器の模擬内容

系 統	主 要 模 擬 内 容
原 子 炉 壴 心	中性子動特性: 一次元拡散、崩壊熱、反応度バランス 熱 流 束: 径方向燃料及び冷却材領域分割
原 子 炉 冷 却 系	流 動: 多分割ブロックごとの流量、圧力 (含自然循環) 熱 : 多分割ブロックごとのエネルギーバランス
加 圧 器	液 相: エネルギー・質量・体積バランス 気 相: 質量保存則、等エントロピー・プロセスの気相圧力変化
蒸 気 発 生 器	熱 : 一次側から二次側への熱伝達、二次側自然循環ループでの蒸気温度 (圧力) 水 位: 自然循環ループでの質量・体積バランス
化 学 体 積 制 御 系	体積制御タンクの保有水・圧力 原子炉補給水系流量・ほう酸濃度
復 水 給 水 系	復水器、ヒータ、脱気器等のエネルギー・バランス及び復水ポンプ、主給水ポンプ
タービン発電機系	蒸気流量・温度による電気出力
安 全 注 入 系	高圧・低圧注入ポンプ流量、アクチュエータ保有水・流量

bance analysis system, EPRI NP-1379 (1980-4)

(2) T. Ogino, et al : Diagnostic technique by use of plant event data base, IAEA Int'l Symposium on Operational Safety of Nuclear Power plants, Marseilles, France 2-6 (1983-5)

(3) A. Kato, et al : Programming the Diagnosis Logic by Means of the Conversational Graphic Input to the CRT Display Device, IAEA Specialist Mtg on Systems and Methods for Aiding Nuclear Power Plant Operations During Normal and Abnormal Conditions, Balatonaliga Hungary, 4-6 (1983-9)

(4) 辻ほか: 高性能工業用 グラフィックディスプレイシステム, 第 14 回画像工学カンファレンス 論文集 (昭 58-12)

(5) 辻ほか: 高機能対話型 グラフィック画面生成 システム, 情報処理学会, グラフィックと CAD シンポジウム 論文集 (昭 58-12)

# 77kV蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の実用化

工藤 淳\*・朝倉 正勝\*・志知 勝\*・水野 宏和\*・伊藤 克明\*

## 1. まえがき

都市配電における電力需要の増加に対応して、変電設備の新增設や容量アップが必要となってくるが、地価の高騰などにより近年、市街地での用地取得が困難を極めている。このため既設変電所における容量増大や、新設変電所のスペース縮小化、機器配置の合理化が重要な課題となってきており、変電所の主要機器である変圧器の小形軽量化を達成しなければならない。更に不燃化、防災化、低騒音化といった環境調和形変電機器の要求がますます強くなっている。

当社は、これらの要求にこたえるために500~20,000kVAクラスのガス絶縁変圧器を多数納入してきたが、大容量変圧器用として開発された蒸発冷却式ガス絶縁変圧器<sup>(1)(2)</sup>についても、実用第1号機を既に2年以上運転し、引き続き多数の蒸発冷却式ガス絶縁変圧器を製作している。

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は、ガス絶縁変圧器の不燃、軽量化などの特長を生かし、更に発熱体表面に冷却液を散布して得られる高い冷却効率を利用したものであり、変圧器の不燃化、軽量小形化を達成できる。更にガス絶縁開閉装置(GIS)などを含め、変電所の全ガス絶縁化、オイルレス化を達成することができ、地域の環境調和や防災対策面にも優れたものである。また、冷却器を変圧器室上部に配置した屋上クーラー方式により変電所の機器配置の合理化、省スペース化を達成することができる。ここでは、実用化した蒸発冷却式変圧器の構造と特性及びその適用例について述べる。

## 2. 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の概要

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は絶縁にSF<sub>6</sub>ガスを使用し、冷却には蒸発性の液体であるフロロカーボン液(C<sub>8</sub>F<sub>10</sub>O)を使用した変圧器である。フロロカーボンはふつ化炭素系の蒸発性冷媒であり、熱的、化学的安定性が良く、無毒で不燃性であり、また絶縁特性が優れていることなど変圧器の冷却媒体として優れた特性を持った液体である。

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の構造概念図を図1に示す。変圧器はSF<sub>6</sub>ガスを満たしたタンク内に密封されており、この密封系の中でフロロカーボン液をポンプによって循環させている。この蒸発冷却システムを図2によって説明する。

- (1) フロロカーボンたまりのフロロカーボン液をポンプにより変圧器上部の散布装置に導く。
- (2) 鉄心・巻線などの発熱部にフロロカーボン液を散布する。
- (3) 発熱部に散布されたフロロカーボン液は、発熱部から多量の蒸発潜熱を奪い蒸発する。
- (4) 蒸発したフロロカーボンは、ガスプロワによりSF<sub>6</sub>ガスとともに冷却器に導かれ、そこで凝縮し、大気中へ放熱する。
- (5) 凝縮液化したフロロカーボン液は、再びフロロカーボンたまりに戻る。

このようにフロロカーボン液の蒸発と凝縮のサイクルによって、高い冷却効率を得て巻線や冷却器の小形化を図ることができる。フロロカ

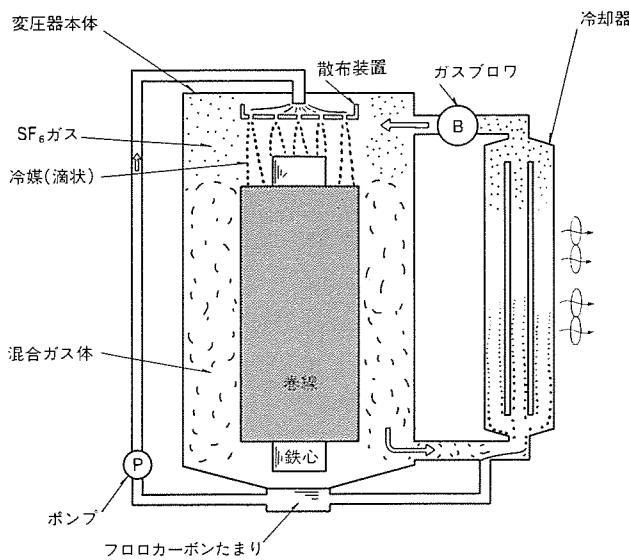


図1. 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の構造概念図

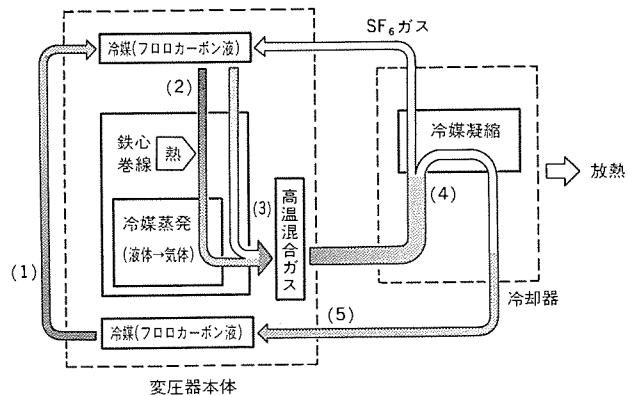


図2. 蒸発冷却システムの説明

ポンの散布方式には、液滴下法や噴霧法、浸し(漬)法などがあるが、フロロカーボン液量が少なくてすみ、冷却効率の良い方式として液滴下法を採用している。

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は、前述のような構造と冷却方式を採用しているため、次のような特長をもっている。

- (1) 軽量・小形である。
- (2) 不燃性である。
- SF<sub>6</sub>ガス、フロロカーボンは物理的、化学的に安定であり、不燃性かつ不活性である。このため消火設備や防災設備の大幅な簡素化が図れるばかりでなく、噴油対策、排油槽などの設備も不要となる。
- (3) 低騒音である。

変圧器外箱の遮音効果が大きく、騒音が小さい。

(4) 据付作業性, 運転の保守性が良い。

油入変圧器のように据付時の油のろ過, 脱気注油などの油処理が不要である。SF<sub>6</sub>ガス, フロロカーボンは化学的に安定しているので絶縁物の経年劣化は少なく, 長寿命が期待でき, 運転の保守性が良い。

(5) 変電所のトータルガス絶縁化が達成できる。

開閉装置, 母線などのガス絶縁化と合わせて変圧器をガス絶縁化することにより, 変電所のトータルガス絶縁化が達成できる。

### 3. 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の特性

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は, 蒸発性の液体を使用することから特異な性質があるが, それが変圧器の絶縁特性, 冷却特性, ガス圧力特性にどのように影響を与えるかなど蒸発冷却ガス絶縁変圧器特有の性質について述べる。

#### 3.1 絶縁特性

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の絶縁は, SF<sub>6</sub>ガスとフロロカーボンと固体絶縁材料の組合せによる複合絶縁であるが, フロロカーボンの蒸気は図3に示すように, 常温付近以下では蒸気圧が非常に小さく低温においてはその絶縁性能はほとんど期待できない。フロロカーボン液はそれ自身は鉛油とほぼ同等の優れた絶縁耐力があるが, 変圧器内においてはフロロカーボン液とその蒸気が混在した状態にあるため, 液の絶縁耐力をそのまま期待することはできない。したがって蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の絶縁特性は, SF<sub>6</sub>ガスと固体絶縁材料の絶縁耐力によってほぼ決定される。実際にはフロロカーボン液を散布することにより, 絶縁耐力が向上すると報告されている<sup>(3)</sup>。

SF<sub>6</sub>ガスの絶縁特性については多くの報告があるが, その特徴は絶縁耐力が電極表面の電界に依存し, 絶縁特性を向上させるには電界の均一化が最も重要である。そのため変圧器の巻線端部などには, 電界緩和シールドを配置して電界の均一化を図っている。SF<sub>6</sub>ガスの絶縁耐力はガスの圧力(密度)に依存し, 絶縁耐力を上昇させるにはガスの圧力を上昇させる方がよいが, 実際の変圧器ではタンクの強度や法的な制約があり, あまり圧力を上げることは得策でない。

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の場合は, フロロカーボン蒸気圧を含めてタンク内圧力を最大1kg/cm<sup>2</sup>・G以下としている。

#### 3.2 冷却特性

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の冷却特性は, フロロカーボンの蒸発, 凝縮による熱伝達とSF<sub>6</sub>ガス及びフロロカーボン蒸気の混合ガスの対流による熱伝達の複合冷却特性となる。図3に示すようにフロロカーボン蒸気圧は温度によって大きく変り, したがって変圧器運転温度によってその蒸発, 凝縮量が変化する。このため低温域においては混合ガ

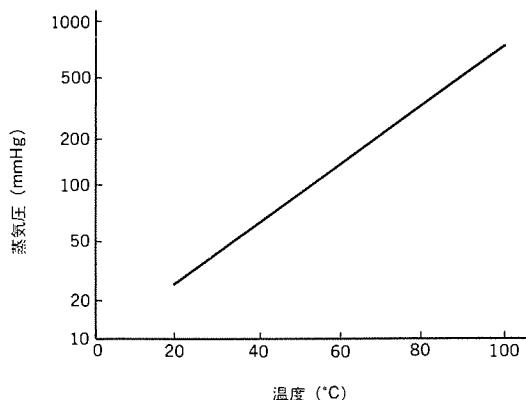


図3. フロロカーボンの蒸気圧特性

スの対流による熱伝達の分担が大きく、高温域においてはフロロカーボンの蒸発, 凝縮による熱伝達の分担が大きくなる特性をもっている。この関係を図4に示す。これは温度が高くなるほど, フロロカーボンの蒸発, 凝縮量が増加して冷却性能を向上させる効果のあることを示している。

#### 3.3 ガス圧力特性

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器のタンク内のガス圧力は, SF<sub>6</sub>ガス圧とフロロカーボン蒸気圧の和となり, それぞれが温度とともに変化する。また, フロロカーボン液中にはSF<sub>6</sub>ガスが溶解するため, ガス圧力の温度特性の管理はこの溶解, 放出特性を考慮したものとしている。図5に実器のガス圧力温度特性の例を示す。

変圧器内部事故時のタンク内圧上昇については, 大電流アーカによる模擬試験の結果, ガス絶縁変圧器の場合タンク内圧上昇は単位体積当たりのアーカエネルギーに比例するが, その値は油入変圧器の場合に比べてかなり小さいことがわかった。図6に事故時のタンク内圧上昇を油入変圧器と蒸発冷却式ガス絶縁変圧器とで比較した例を示す。油入変圧器に比べて蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の方が, 圧力上昇が1けた程度低い値となる。

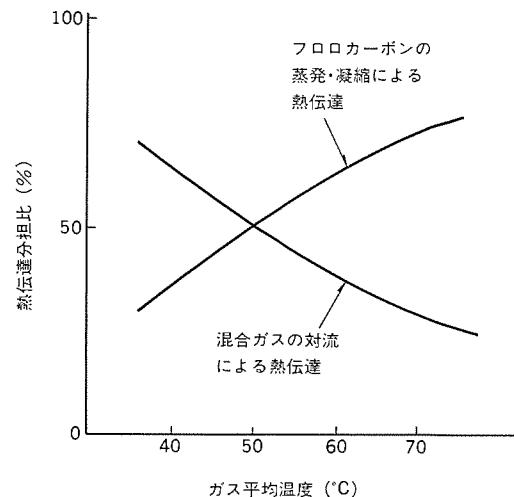
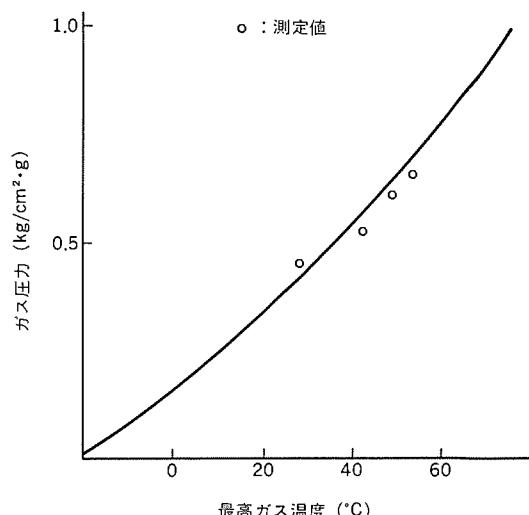


図4. 热伝達の分担比



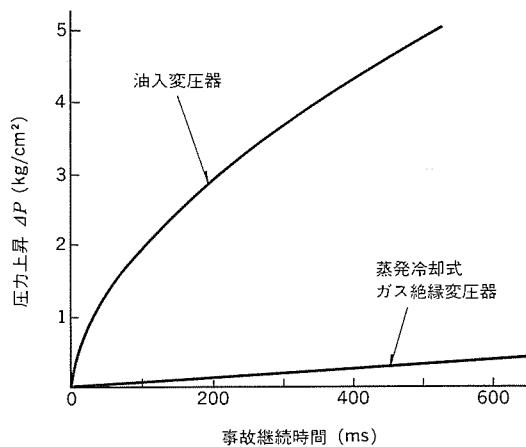


図 6. 事故時のタンク内圧力上昇試算例  
(66~77 kV, 20 MVA 相当変圧器)  
(23 kA 相間短絡時)

#### 4. 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の運用

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器を運用するために必要な保護システムと保守管理について述べる。

##### 4.1 保護システム

変圧器が何らかの原因で異常を起こした場合、故障原因を速やかに検知して故障の拡大を防止するとともに、変電所全体の機能を維持することは系統運用としてきわめて重要である。蒸発冷却式ガス絶縁変圧器では従来の油入変圧器と異なった絶縁、冷却方式を採用しているため、その保護システムもガス絶縁に適したものとする必要がある。表1に蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の異常の拡大防止策と保護システムについて示す。異常項目としては、絶縁、構造、補機、温度の4項目があげられ、それぞれ図に示す異常様相と経過をへて検出装置、保護装置が動作し、異常の拡大を防止するようになっている。保護装置は比率差動継電器など電気的保護は油入変圧器と変わらないが、機械的保護としてガス絶縁専用の衝撃圧力継電器(SPGリレー)や連成計、温度補償圧力スイッチ、液面計、液流指示器、ガス

表 1. 異常拡大防止と保護システム

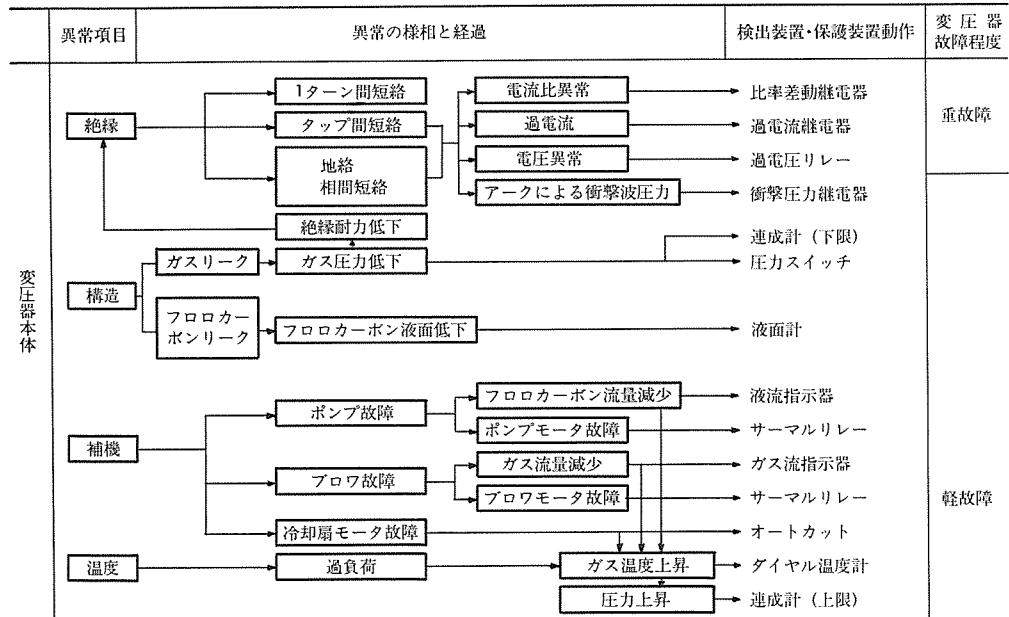


表 2. 保守点検比較

	蒸発冷却式ガス絶縁変圧器	油入変圧器
劣化とその防止対策	SF <sub>6</sub> ガスは化学的に安定であり、経年劣化がほとんどないので、ガス自身の保守は不要である。 また、SF <sub>6</sub> ガス中では他の絶縁物の劣化も少なく、長寿命が期待できる。 LTCには真空スイッチを使用しているのでアーカが発生せず、ガスの劣化はない。	油は直接外気に触れると酸化劣化する。 劣化防止のため、無圧密封劣化防止装置(ASC)を取り付けることがある。 LTC室中の油は切換時のアーカによって油劣化するので淨油等の保守が必要である。
漏れ	連成計及び温度補償圧力スイッチによりガス漏れを監視する。 液面計によりフロロカーボンの漏れを監視する。	目視により油漏れをチェックする。 油面計により油漏れを監視する。
内圧	衝撃圧力継電器により内部圧力を検出する。	衝撃圧力継電器により内部圧力を検出する。
温度	ダイヤル温度計(警報接点付)により監視する。	ダイヤル温度計(警報接点付)により監視する。
内部診断	ガス分析により判定する。	油中ガス分析により判定する。
構造	外観をチェックする。	外観をチェックする。
補機	異常音、振動をチェックする。	異常音、振動をチェックする。

流指示器など蒸発冷却式ガス絶縁変圧器に適した保護装置を備えている。

##### 4.2 保守管理

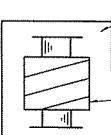
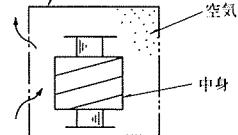
蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は、化学的に安定なSF<sub>6</sub>ガスとともに密閉されているため絶縁物の経年劣化は少なく運転の保守性が良い。表2に蒸発冷却式ガス絶縁変圧器と油入変圧器の保守点検比較を示す。蒸発冷却式ガス絶縁変圧器では、冷却液の蒸発などにより内部圧力が常時変化するので、ガス漏れなどによるガス圧異常を検知するにはガス温度と圧力の関係に十分注意して監視する必要がある。この作業を自動化するため蒸発冷却式ガス絶縁変圧器には、異常ガス圧低下を温度変化による分を補償して検知できる温度補償形の圧力スイッチを取り付けている。

変圧器の信頼性を保つためには、運転後の内部診断技術が重要となる。蒸発冷却式ガス変圧器は、ガス分析によって内部診断を行うことができる。ガス分析法としては気相部のCF<sub>4</sub>、CO、CO<sub>2</sub>に注目したガスクロマトグラフ分析法と副次的に加水分解性ふっ化物(SF<sub>4</sub>)量

を測定する湿式分析法がある。SF<sub>4</sub>はSF<sub>6</sub>の分解によって、CF<sub>4</sub>はC<sub>8</sub>F<sub>10</sub>Oの分解あるいはSF<sub>6</sub>ガスと絶縁物の反応によって発生するものであり、COは絶縁物の熱分解によって、CO<sub>2</sub>は主として絶縁物の酸化によって生ずる分解ガス成分である。

これらの分解成分の中でSF<sub>4</sub>は活性な気体であり、いったん生成しても時間の経過とともに吸着剤、その他によって吸着除去されるため、アーカなどが発生した後、比較的の短時間でなければガスクロマトグラフによる分析法あるいは湿式分析法で測定できない。

表 3. 防災性の比較

	蒸発冷却式ガス絶縁変圧器		乾式変圧器		
絶縁	PET, SF <sub>6</sub> ガス		ポリアミド紙, エボキシ樹脂, 空気		
冷却	SF <sub>6</sub> ガス フロロカーボン (C <sub>8</sub> F <sub>16</sub> O)		空気		
燃焼性	SF <sub>6</sub> ガス	不燃	空気	不燃	
	フロロカーボン	不燃	ポリアミド紙	難燃	
	PET	SF <sub>6</sub> ガス中では570°C に加熱しても不燃	エボキシ 樹脂		
防災性	中身が鉄製タンク内に密封され 空気に触れない。 タンク内には不燃性のSF <sub>6</sub> ガス 及びフロロカーボンが封入され ている。 したがって防災性は高い。		中身が空気(酸素)に触れる。 ケース内の空気は外気と入れ替 わる。		
			したがって防災性は低い。		
構造	 SF <sub>6</sub> タンク 中身		 ケース 空気 中身		

一方, CF<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub> は安定な気体であり, かつ C<sub>8</sub>F<sub>16</sub>O への溶解量も小さいことから, 気相部におけるこれらの成分の増加は生成量の増加と対応し, 油入変圧器で行われている油中ガス分析法と同様, ガスクロマトグラフ分析法を使用して測定することができる。

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の各部異常想定試験の結果に基づいて分解ガスパターンの特徴を調べた結果では, 気相部の相間短絡では CF<sub>4</sub> が, 気相部の微小放電では SF<sub>4</sub> が, 絶縁物内部の放電では CO が, 絶縁物の過熱では CO<sub>2</sub> と CO が, また, 金属の過熱では SF<sub>4</sub> と CO<sub>2</sub> が相対的に多く発生することがわかった。この結果から分解ガスの管理基準を決定している。しかし蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は, 油入変圧器に比べると運転実績が少ないので, 更に今後の運転実績の積み重ねによって内部診断技術の蓄積を行っていく必要があろう。

#### 4.3 防災性について

不燃, 難燃機器で構成された変電設備に対しては, 消防関連法規上も固定式消火設備の設置義務を緩和する方向にあり(消防予第37号), 都市によっては大型消火器の設置でよいところもある。ここでは蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の不燃性, 防災性の程度について述べる。SF<sub>6</sub>ガスはそれ自体は不燃性であるが, 変圧器巻線絶縁に使用するポリエチレンテレフタート(PET)について, SF<sub>6</sub>ガス中で燃焼性の試験を行った。その結果は PET をニクロム線で約 570°Cまで加熱しても発火せず, また, SF<sub>6</sub>ガスに 25~50%の空気を混ぜた場合も同様であった。フロロカーボン液については, ペンスキーマルテンス密閉式引火試験を行った結果, 引火性は認められず, また火災や放電火花を気液界面に近づけても着火しなかった。蒸発冷却式ガス絶縁変圧器と従来の乾式変圧器との防災性に関する比較を表3に示す。乾式変圧器は絶縁や冷却に油類を使用せず絶縁材料に不燃性, 難燃性のものを使用して火災に対する安全性を高めたものであるが, 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の場合も油類は使用せず, 絶縁物はタンク内で不燃性ガス中に密封しているため, 火災に対する安全性の程度はきわめて高いといえよう。

#### 4.4 負荷時タップ切換器

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器には, SF<sub>6</sub>ガス絶縁真空スイッチ式負荷時タップ切換器を採用している<sup>(1)</sup>。真空スイッチの採用によりアーカによ

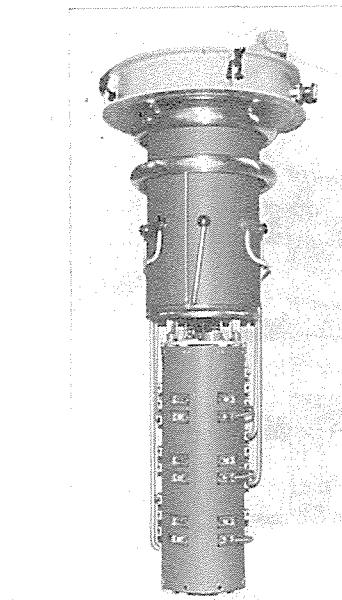
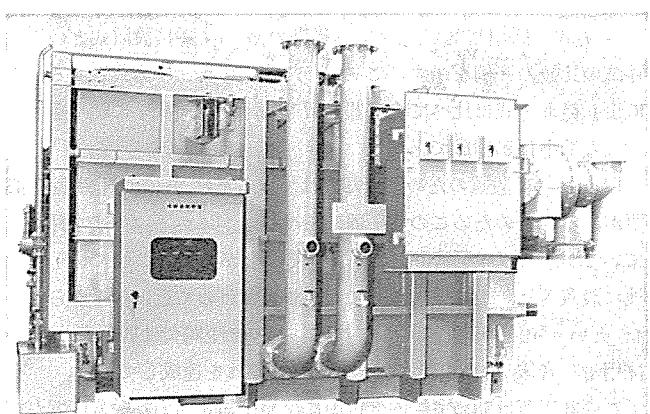


図 7. VSG 形ガス絶縁負荷時タップ切換器

る分解ガスの発生やガスの汚損がなく, このため活線浄油器が不要となるほか, 変圧器の保守点検作業において大きな比重を占める負荷時タップ切換器の点検周期の延長が可能となるという特長がある。切換開閉器室内は変圧器本体と同じ SF<sub>6</sub>ガスを密封しているが, 本体とはガス区分し本体ガスを抜かずにつ(吊)り上げ点検可能な構造となっている。また, ガス中で円滑な切換駆動を行わせるため接点部にはローラコンタクトを採用するなど, ガス絶縁に適した新しい方式を採用している。SF<sub>6</sub>ガス絶縁真空スイッチ式負荷時タップ切換器の外観を図7に示す。

#### 5. 関西電力(株)板宿変電所向け 20 MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の実用器として, 関西電力(株)西白浜変電所に 77 kV 20 MVA 屋外用低騒音形変圧器を納入したのに続き, 関西電力(株)板宿変電所に 77 kV 20 MVA 屋内用変圧器を納入した<sup>(5)</sup>。この変圧器の仕様は三相 60 Hz 20 MVA, 蒸発冷却ガス絶縁, 送ガス風冷式, 冷却器別置式, 一次電圧 75.25 kV, 二次電圧 6.9 kV, 負荷時タップ切換式となっている。この変圧器の特長は変電所が住宅密集地に設置されていることから, 機器の合理的配置による

図 8. 20 MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器本体の外観  
(冷却器は屋外に別置)

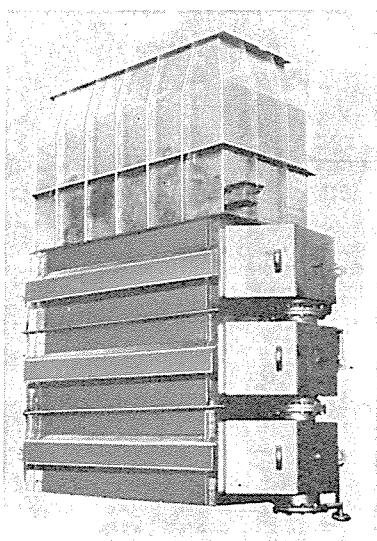


図 9. 冷却器の外観

設置スペースの縮小化、有効利用を目的として、屋上クーラー方式を採用したことである。また、変電所のレイアウトに合わせたケーブル引出しや低騒音化、不燃化対策による環境調和対策なども合わせて行っている。この変圧器の本体外観を図 8.

に、冷却器の外観を図 9. に示す。冷却器は変圧器室上の屋上に設置し天井貫通冷却配管によって本体とつないでいる。以下、この変圧器の屋上クーラー方式による利点や変電所の特長などについて述べる。

従来の油入変圧器では屋上クーラー方式にすると、クーラーと変圧器本体との高低差による油圧が変圧器本体に加わるため、その対応策が難しいという問題がある。蒸発冷却式ガス絶縁変圧器ではこの問題が解消され、屋上クーラー方式が比較的容易に採用できる。これはSF<sub>6</sub>ガスが油に比べて比重がはるかに小さく、高低差によって生じる圧力は無視できるほど小さいためである。例えば高低差 10 m の場合で油ではおよそ 0.9 kg/cm<sup>2</sup> の圧力となるのに対し、SF<sub>6</sub>ガスではおよそ 0.008 kg/cm<sup>2</sup> である。屋上クーラー方式の利点は、通常の変圧器室の隣にクーラーを別置する方式に比べて、1階部分のクーラー設置スペースを省略して変電所スペースを縮小するとともに、変電所のレイアウトの自由度を上げられるという点にある。図 10. に屋上クーラー方式を採用した変電所と、従来のクーラー隣接設置式との平面寸法の比較の一例を示す。このように屋上クーラー方式とすることにより従来方式に比べて変圧器設置平面積は、54% に縮小され、大幅な縮小化が達成できた。

屋上クーラー設置のため、冷却器はできるだけコンパクト化を図る必要がある。そのためこの変圧器は風冷のユニットクーラー方式を採用しているが、ファンの騒音問題を解決する必要があった。特に住宅密集地に設置され、かつ境界線までの距離がきわめて近いことから、45 ホンという超低騒音化が要求された。この変圧器では低騒音ファンの採用や防音ダクトの取付けなどによってこれを達成している。

この変電所は初めて屋内変電所に蒸発冷却式ガス絶縁変圧器が採用され、合わせて変電所の全ガス絶縁化が達成されたものである。

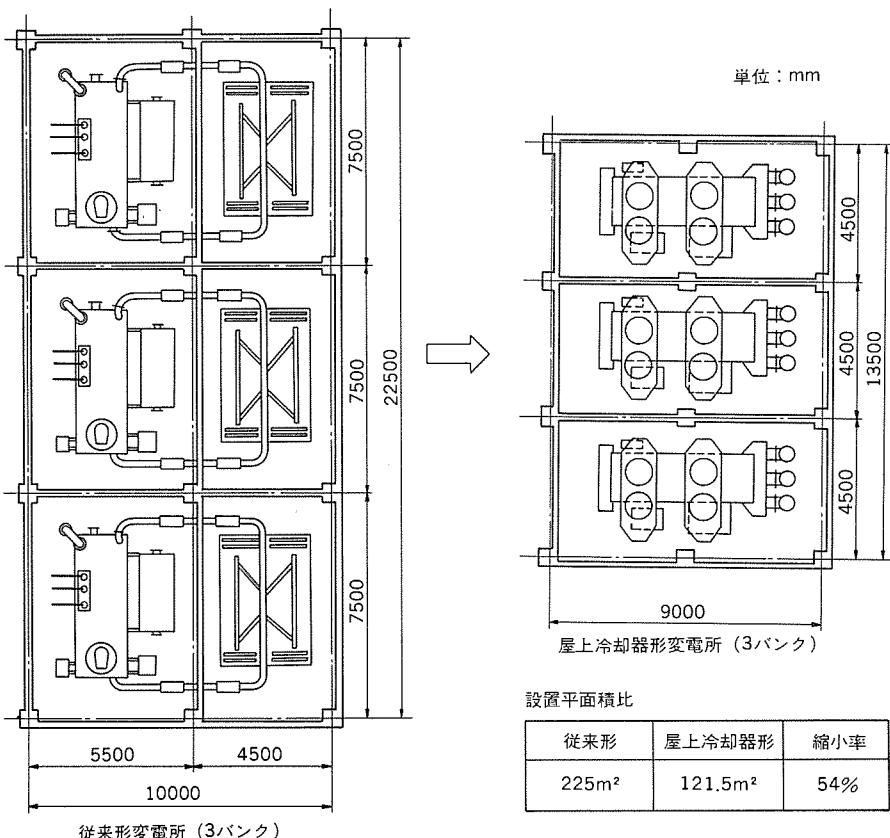


図 10. 変圧器設置スペースの比較

今後、これによる周辺地域への環境調和効果や消火設備などの付帯設備の軽減効果が見直され、また、運転の信頼性が実証されることにより、このような地域への蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の適用が促進されるであろう。

## 6. む す び

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の冷却システムの概要を述べ、その特性や運用上の問題などについて示した。更に、蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の屋内変電所への適用例と屋上クーラー方式の利点について述べた。

今後、設置スペースの縮小化、変電所の全ガス絶縁化による軽量化と防災化など電力用変圧器としては画期的な構造と特長をもつ蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は、都市環境に調和した変圧器として、一層の発展が期待される。

## 参 考 文 献

- (1) 春本ほか：77 kV 40 MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の開発、昭 57 年電気学会全国大会、No. 629
- (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 (昭 57)
- (3) 吉田ほか：ガス絶縁変圧器の絶縁技術、昭 59 年電気四学会連合大会、12-4
- (4) 松本ほか：最近の真空スイッチ負荷時タップ切換器の動向とその適用、三菱電機技報、55、No. 8 (昭 56)
- (5) 工藤ほか：屋内配電用変電所向 20 MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の完成、昭 60 年電気学会全国大会、No. 720

# 高速マイクロコントローラの デジタルレーダ ディスプレイへの応用

徳丸芳孝\*・森脇慎一\*

## 1. まえがき

近年のエレクトロニクスの進歩にはめざましいものがあり、とりわけデジタル技術の進歩は著しいものがある。集積回路の高密度化とICメモリの高密度化、高速化及び低価格化は、マイクロプロセッサの飛躍的な普及をもたらした。これらの応用技術も共に発達し、多種多様の分野でマイクロプロセッサの利用が進んでいる。エレクトロニクス化=デジタル化=マイクロプロセッサ利用によるファームウェア化といつても過言ではないほどである。レーダディスプレイの分野においても同様の流れがある。

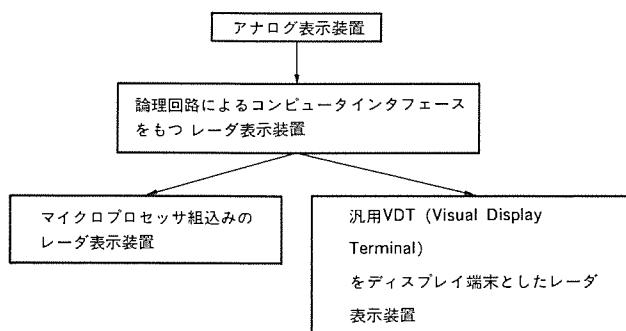


図1. レーダディスプレイの分野におけるデジタル化

ここで紹介する表示装置は、レーダ情報処理装置からデジタルデータを受け、リアルタイムの表示を提供するもので、マイクロプロセッサ組込みのレーダ表示装置に類するものである。

このたび運輸省航空局殿の御指導を受け、ターミナルレーダニューメタリック表示システム(TRN: Terminal Radar Numeric Display System)のデータを受け、空港管制塔に高輝度、高解像度のデジタルレーダ情報の表示を行うデジタルレーダライトディスプレイ装置を開発したので、その概要を紹介する。

この装置に使用したマイクロプロセッサは、レーダ信号処理用に開発した高速のマイクロプロセッサであり、市販のマイクロコンピュータ(iAPX 186, MC 68000)の約7~8倍の処理速度をもち、特にマイクロコントローラMCと称している。(本誌Vol. 57, No. 1, p. 63(昭58)「レーダ目標検出用高速マイクロコントローラ」として一部紹介)。

## 2. 高速マイクロコントローラ MC

### 2.1 概要

MCはレーダの信号処理(1目標を約3μsという短い時間内に処理する)の分野におけるハードウェアをファームウェアにおきかえるために開発した16ビットのプロセッサをベースとしたコントローラである。したがってその処理速度は非常に速く5MIPS(Million Instruction/Sec.)の処理速度を持ち、実用化されている5V系のプロセッサとしては最高速度の部類に属する。

### 2.2 特長

#### (1) 高速性

市販されている16ビットのマイクロコンピュータと比較して高速である。登録されているインストラクション(約160命令)は、メモリとレジスタ間の演算を含んで、すべて1ステップ(最高速度150ns)で実行する。

#### (2) 分散記憶方式

高速化を実現するために分散記憶方式を採用。

#### (3) パイプライン処理

高速化を実現するためにFetch系の実行と、Execute系の実行とを同時に実行するパイプライン処理を採用した。

#### (4) 複数バスの使用

データバスは入力及び出力にそれぞれ独立したバスを使用した。

#### (5) 多層基板の利用

6層基板を使用することにより、ノイズによる影響を最小限に抑えた。また信号の反射を最小にするために、信号ラインの分岐についても十分の配慮を行った。

#### (6) 高速ICの選定

容量性負荷及び耐ノイズ性を考慮して74FシリーズのICを使用した。

### 2.3 構成

MCは最小6種7枚のカードユニット(190mm×150mm)により構成されており、プログラムエリアは4Kワード(116ビット)であり、データメモリは4Kワード(16ビット)単位で64Kワードまで拡張可能である。

高速化を実現するために、プログラムメモリとデータメモリを分散し(分散記憶方式)、シーケンス制御回路、プログラムメモリ、命令デコード回路から構成されるFetch系と、レジスタ回路、データメモリ、演算回路、I/Oバッファから構成されるExecute系とを分離し、実行を同時に実行する(パイプライン処理)ようになっている。また、データバスは入力及び出力を独立に設け、バス切換の時間の無駄を省いてある。更にMCとユ

表1. MCの主要性能

No.	項目	内容
1	演算方式	2進並列、2の補数表示、固定小数点演算
2	命令	命令語長 1語(16ビット) 命令種類 約160種
3	データ	データ語長 16ビット
4	アドレス形式	直接アドレス指定 アドレスレジスタ指定
5	演算レジスタ	2個
6	割込み	なし
7	プログラムメモリ	容量 4Kワード×2(運用/診断)
8	データメモリ	容量 64Kワード(max)
9	演算速度	200ns以下(全命令)
10	カードユニット構成	カードサイズ(190mm×150mm) CPU ..... 4枚 プログラムメモリ ..... 1枚 データメモリ ..... 1~13枚

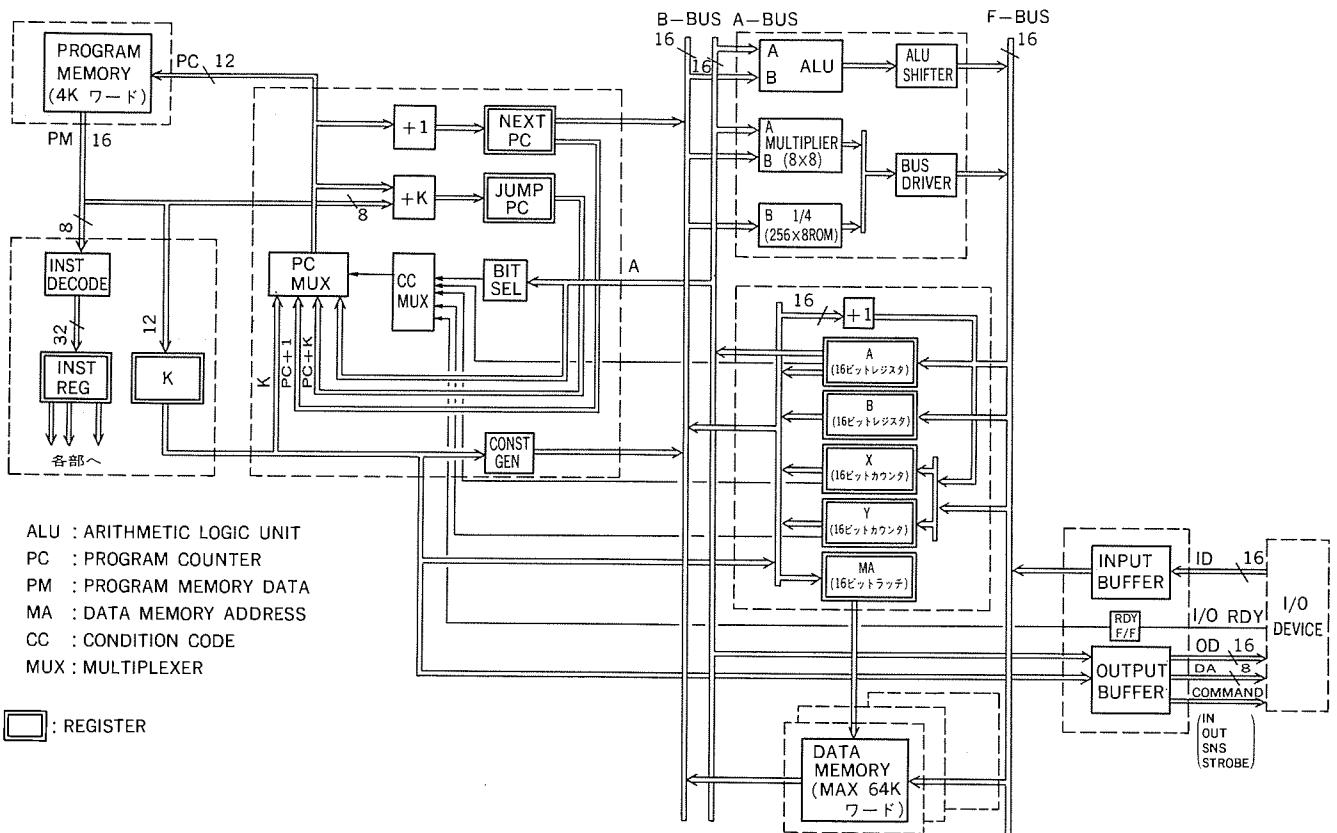


図 2. MC の回路構成

ユーザーードウェアとのインターフェースは、すべてI/O バッファユニットを経て接続している。もしユーザーが追加機能を希望すれば、関数ユニットを設計することにより、インストラクションとして新しいコマンドを登録することができる。MCの回路構成を図2.に示す。また主要性能を表1.に示す。

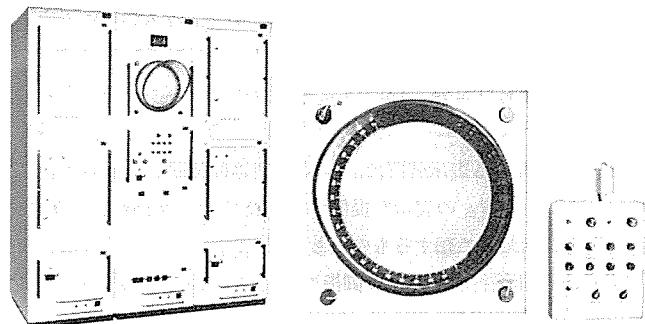
### 3. ディジタルレーダ ブライトディスプレイ装置

### 3.1 概要

一般にレーダ表示装置はPPI走査表示を行っており、CRT管面の残像によりレーダのビデオを見るため、周囲は暗くしておく必要がある。それに対して周囲の明るい管制塔において一次レーダである空港監視レーダ(ASR: Airport Surveillance Radar)からの航空機のビデオ、タグデータ及びマップを見ることができるように、PPI走査をTV走査に変換して表示するものがレーダブライトディスプレイ装置である。

従来、この種の装置は蓄積管を使用して PPI 走査を TV 走査に変換しており、マップの発生はマップを描いたフィルムを使用した光学方式であった。このように主要部分が、アナログで構成されているために経時変化が起こりやすく、短い周期で再調整が必要となり、更に調整に時間がかかる上に、熟練した保守者が必要であるなどの短所があった。またマップは光学式であるためラインの幅が太くなり、鮮明さに欠けるので見づらい画面となっていた。このため、高信頼性、高安定性の全固体化の ディジタルレーダ ブライトディスプレイ 装置の実現が望まれていた。

これに対し、今回 IC メモリ 及び高速マイクロコントローラ MC を用いて、CRT 部分を除き全固体化の「デジタルレーダ」ライトディスプレイ装置を実現し、運輸省航空局（新潟空港、大分空港）に納入した。この



( a ) 本 体

(b) 表示装置及び遠隔制御器

図 3. ディジタルレーダ ブライトディスプレイ 装置の外観

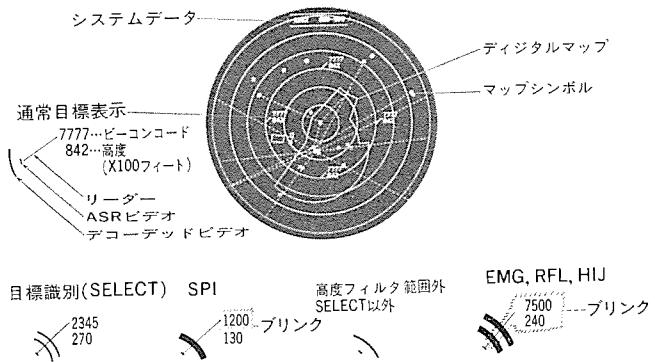


図 4. タグデータ 及び マップ の表示例

デジタルレーダ ブライトディスプレイ 装置の外観を図 3. に示す。

この装置は、一次レーダからのレーダ信号のTV走査変換と、TRNからの二次レーダのデジタルデータをVIDEO-RAMに書き込み、

TV 信号に同期して読み出すという動作とを別々に行ったのち、一つの画面に合成することによって、高解像度、高輝度の TV ラスタ走査によるレーダ 画像、タグデータ及びマップの混合 TV ビデオを管制塔の表示装置に提供するものである。

図 4. にタグデータ及びマップの表示例を、また図 5. にデジタルレーダ ブライトディスプレイ装置の TRN データ処理部分のブロック図を示す。

### 3.2 特長

#### (1) 映像が鮮明で見やすい

高輝度、高解像度、ハイコントラストの TV スキャン方式であるため、明るい管制塔でも鮮明な映像を見ることができる。

#### (2) 見やすい管制データ表示

表示装置は有効ラスタが 1,024 本の高精細度の TV を用い、レーダビデオ、ニューメトリックタグ及びマップの重複表示を行っている。またビデオ、ニューメトリック及びマップは高精度レジストレーションにより位置ずれがきわめて少ない。SSR ビーコンコード及びモード C 高度を独自に作った読みやすい字体の数字で表示している。更に  $1,024 \times 1,024$  ドットのメモリ上にマップを描画し、それを読み出すという TV グラフィック方式のマップ表示であるため、ライン(線)が鮮明で見やすくなっている。

また、表示装置は管制塔にあるがスペースがないので、走査変換装置は機器室に設置してある。その間を最大 400 m 離すことを可能とするために、光ファイバの広帯域(30 MHz)伝送としたのでケーブルによる損失も少なく高精細度の表示が実現できた。

#### (3) 高速マイクロコントローラの活用

信号処理用高速マイクロコントローラ MC を使用した高速リアルタイム処理としたため、表示処理に時間遅れが少ないリアルタイムの画面表示となっている。また、ROM に書き込んだ内蔵プログラムによる動作のため、電源投入時の立上げ操作が容易であるとともに瞬時に立ち上がる。更に自己の故障診断プログラムを内蔵しており、故障箇所が容易に判明する。

#### (4) 信頼性、保守性、整備性の向上

システムダウンを避けるために、走査変換装置はデュプレックスシステムとした。管制用の表示装置とは別に、モニタ用の表示装置を走査変換装置の近くに用意し、モニタ表示装置とすることにより、運用系、待機系走査変換装置のワンタッチ切換とモニタリングを可能にした。また、テストプログラム内蔵による BIT (Built in Test) 機能を持たせ、テスト結果を前面パネルに表示させ、更にカードユニットに LED を取り付け、障害の場合に点灯するようにしたので保守・診断が容易となり、MTTR (Mean Time to Repair) が大幅に短縮された。

### 3.3 入力処理

入力処理部は TRN からシリアルデータとして送られてくるターゲット情報(航空機の高度、距離、方位)、システム情報(地上気圧)及びマップ情報を受信し、シリアルデータをパラレルデータに変換した後、データの識別コードの判定を行う。次に受信 バイト長を判定し、入力メッセージをいったんバッファに蓄えた後、マイクロプロセッサ(8085)のコントロールの下にメモリ(RAM)に転送する。一方、高度を設定するスイッチから送られてくる高度情報を受信し、ペリフェラルポートを通してメモリに記憶する。マイクロプロセッサは ROM に記憶してあるプログラムの命令により、先に入力した高度情報の指示した高度の航空機情報のみ RAM のデータから抽出する。

次にそのデータを所定のデータフォーマットに作り直して、リフレッシュメモリへ転送し、1画面分のデータ(マップ 2 種類、システムデータ及びタ

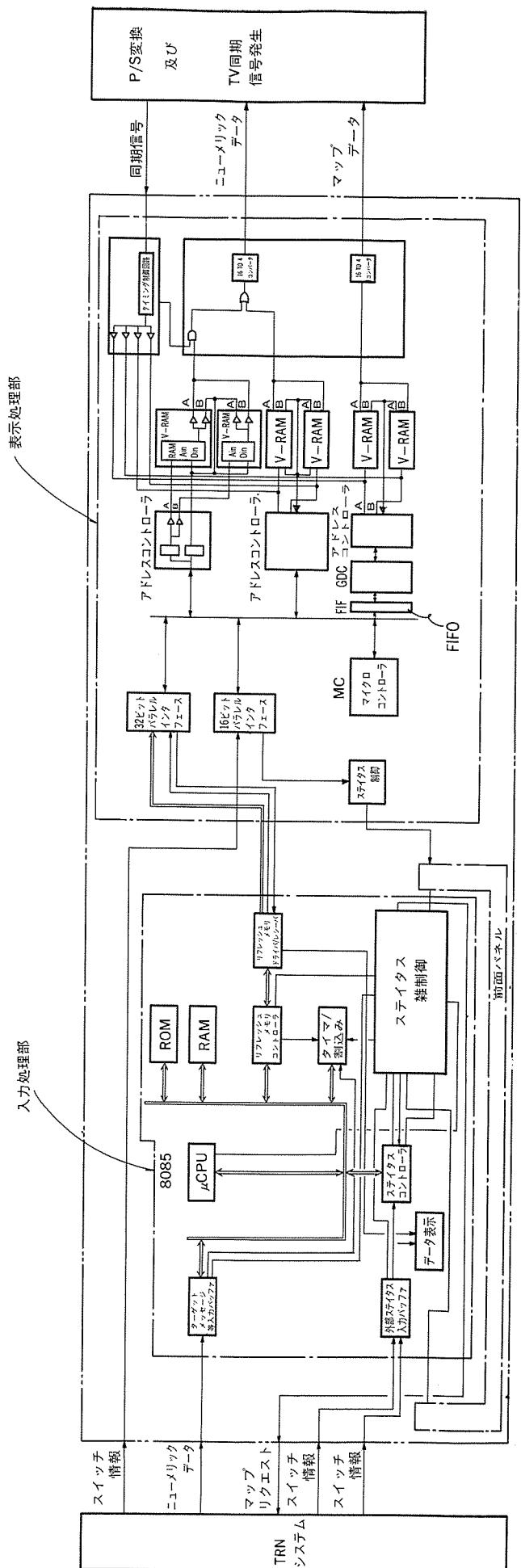


図 5. デジタルレーダ ブライトディスプレイ装置 TRN データ処理部のブロック図

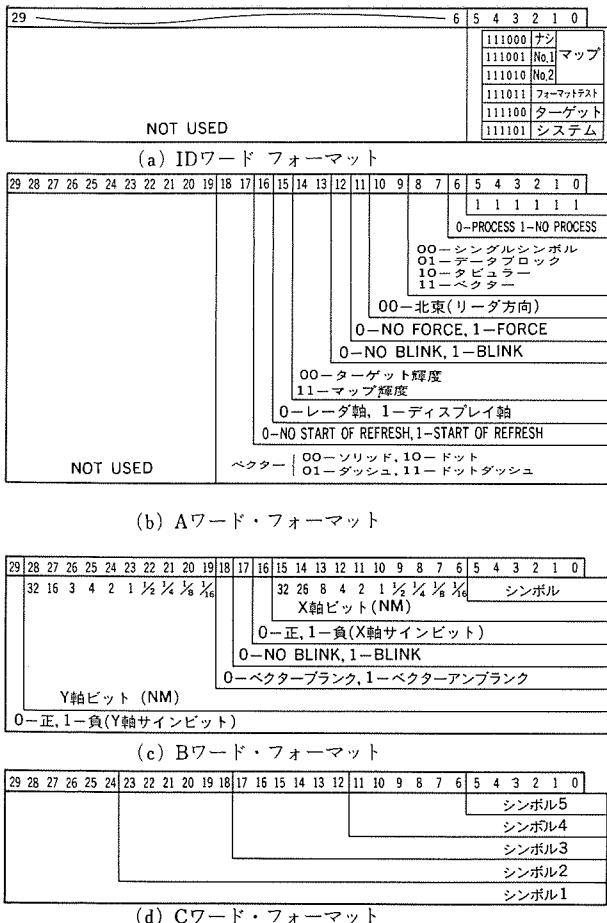


図 6. 入力処理部から表示処理部への転送 データフォーマット

ゲット情報) を蓄える。次に表示処理部からのリクエストによって表示処理部へデータを転送する。図 6. に入力処理部から表示処理部への転送データのフォーマットを示す。

### 3.4 表示处理

表示処理部は、入力処理部から転送される32ビットの表示データを受信し、バスラインを介してMCのメモリに格納する。MCで表示データを分析し、大きく3種のデータに分類する。すなわち、ニューメリックのプリントデータ、ニューメリックの非プリントデータ及びマップデータである。

表示メモリとして前記3種のデータに対応して、各2枚のビデオRAM (1,024×1,024ビット／1枚) を用意し、総計6枚のビデオRAMの構成とした。つまり障害時の保守性を考慮して1画面分を1枚とし、計6画面の構成とし、描画時に3画面、表示読み出し時に3画面を与えて、それらを30HzのTV周期で切り換えることにした。また複雑なアドレスコントロールを一括してアドレスコントロールユニットに収め、3系統のデータの流れに対して各1枚を配した。更にマップ系にはFIFO(First in First Out) 及びグラフィックディスプレイコントローラ(GDC: Graphic Display Controller)を設けることにより、マップ作成に関しMCの負荷を軽減し、マップ作成時においてもMCは他の表示処理を平行して行えるようにしたことにより、全体的な処理時間を短縮した。図7.にニューメリック系の表示処理概念を、図8.にマップ系の表示処理概念を示す。

### 3.4.1 表示メモリ

先に述べたように、物理的なスペースが限られていることと、メンテナ

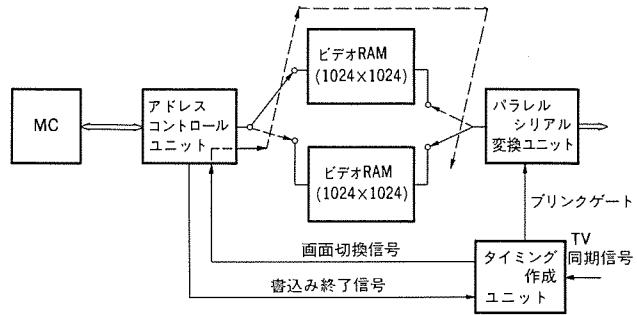


図 7. ニューメリック系の表示処理概念

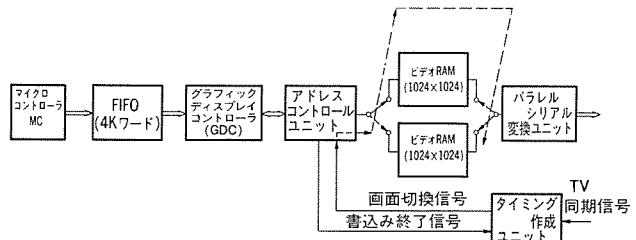


図 8. マップ系の表示処理概念

ンスの容易さから1画面に1枚のビデオRAMを割り当てたので、190mm×150mmの寸法のカードユニットに1Mビット( $1,024 \times 1,024$ ビット)のメモリとその駆動部を搭載しなければならなくなつた。当初、高速性及び低価格といふ面からダイナミックRAMの使用を考えたが、駆動回路部分の搭載スペースが限られているために、64Kビット( $8 \times 8$ Kビット)のスタティックRAMとし、そのパッケージもミニフラットパッケージと決めた。アクセスタイム100nsの64KスタティックRAMを入手することができたので、これを搭載した。

また、対ノイズ性及びパターン密度の観点から6層の基板とし、64KのミニフラットのICを16個搭載し、1Mビット( $16 \times 64\text{Kビット}$ )のビデオメモリを作製した。

### 3. 4. 2 文字、記号のパターン

表示文字の種類は、英数字とマップ用としての特殊な記号がある。図 9. に文字及び記号のパターンを示す。文字サイズは各空港でアノログの表示装置を使っておられる管制官の方々の意見を基に、管制塔の機器設置場所と管制席との物理的な位置を考え、更に文字が重複したときの見やすさも考慮して、縦 19 ドット、横 13 ドットとした。装置に搭載の際には、MC が 16 ビットのプロセッサであることを考慮し、データベースをすべて 16 ビットの整数倍としたので文字フォントは図 9. に示すように、横 16 ドット、縦 27 ドットの中に縦 19 ドット、横 13 ドットのフォントを含むように設計した。また記号については、GDC の IC が 8 ビット構成であったので、図 9. に示すように縦、横ともに 16 ドットとし、それを 4 分割 (8×8×4) して GDC へ転送、描画することにした。文字、記号の線の幅については、表示がインターレース方式であるために生じる画面のちらつき (インタラインフリッカ) を最小にするために、幅を 2 ドットとして設計した。ラインは図 10. に示すラインの基本パターンを GDC へ転送し、GDC 内部で直線・鎖線・一点鎖線・破線の 4 種類を発生させた。

### 3.5 表示装置

表示装置の規格を表 2. に示す。なお、ビデオ増幅器帯域幅は、以下の算出に基づき決定した。

TV は 1 秒間に 30 画面 (フレーム) 更新するから、1 フレーム表示す

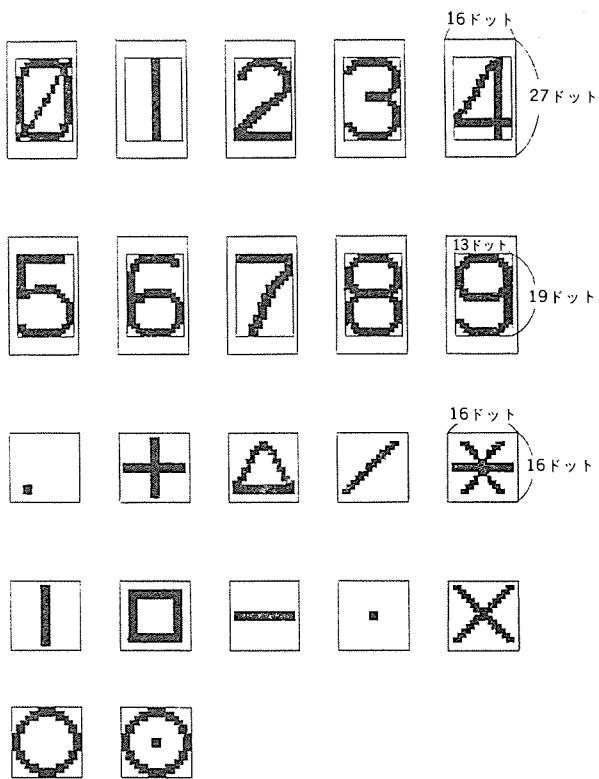


図 9. 文字及び記号のパターン

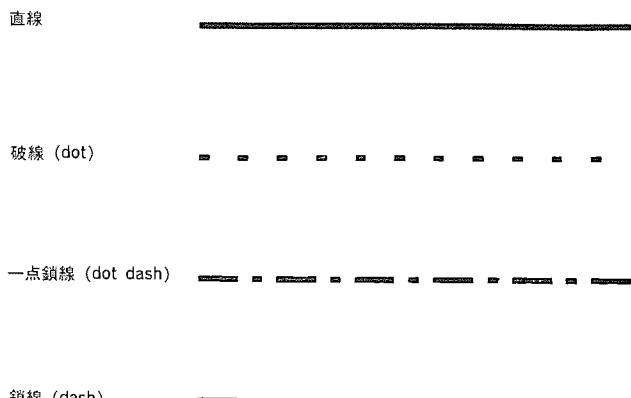


図 10. ラインの基本パターン

るのに要する時間は 33.33 ms である。これに対して、1 画面の走査線数は、1,051 本 (有効走査線数 1,023 本) とすると 1 走査線当たりの所要時間は、 $33.33 \text{ ms} / 1,051 = 31.7 \mu\text{s}$  となる。これから Back Porch 及び Front Porch の時間 ( $6.95 \mu\text{s}$ ) を差し引いたものが 1 走

表 2. 表示装置の規格

No.	項目	内容
1	C R T	口径 12 インチ B 31 丸形 電磁偏光電磁集束
2	輝度	CRT 蛍光面において $140 \text{ f-L}$ 以上であること
3	階調	管面照度 500 Lx のとき、黒レベルを含めて 8 段階の灰色レベルを識別することができる
4	解像度	有効画面内の 150 本の同心円が明瞭に分離して識別可能であること
5	走査	
5-1	走査線数	1,051 本
5-2	有効走査線数	1,023 本
5-3	垂直横返し周波数	60 Hz
5-4	水平周波数	31.5 kHz
5-5	フレーム数	30 枚/秒 2:1 インタースペース方式
5-6	縦横比	1:1
5-7	ラスタひずみ	表示画面直径 (260 mm) の 1% 以下
6	映像信号	
	ビデオ増幅器帯域幅	3 dB 低下点で 20 MHz 以上

査線における有効表示時間 ( $24.75 \mu\text{s}$ ) となる。この時間に 1,024 画素を描くことになるから、1 画素に割り当てる時間は  $24.75 \mu\text{s} / 1,024 = 24.17 \text{ ns}$  となる。

しかし、表示画面としては、黑白を交互に表示する場合が時間的にいちばん厳しいので、1,024 画素のうち半分の 512 画素を描くことを考えればよい。つまり、 $48.3 \text{ ns}$  で 1 画素を表示出来ればよいので、 $20.7 \text{ MHz}$  の映像周波数帯域が最低所要帯域幅になる。表示装置は余裕をみて  $30 \text{ MHz}$  の映像周波数帯域とした。また、CRT は蛍光体を B 31 とし、視認性を考慮した緑色とした。CRT のサイズは、管制塔で使用するので視界の防げにならず、しかも見やすい大きさの口径 12 インチと決まった。また形状もレーダの表示装置といふことで、従来イメージを考えて丸形とした。

#### 4. むすび

以上、今回開発した デジタルレーダ ブライトディスプレイ 装置について概要を紹介したが、この装置は運輸省航空局殿の御指導のもとに開発し、新潟空港及び大分空港に納入したものである。今後、従来のアナログ方式の ブライトディスプレイ に代って各空港に導入される予定である。

最後にこの デジタルレーダ ブライトディスプレイ 装置の開発にあたり、運輸省航空局殿をはじめ関係各位から御指導、御協力をいただいたことに謝意を表する次第である。

#### 参考文献

(1) レーダ目標検出用高速マイクロコントローラ、三菱電機技術、57, No. 1, p. 63 (昭 58)

# 複合計算機による核融合実験モニタリングシステム

大藪 熊\*・安達和夫\*\*・松尾和馬\*\*・福地陽一\*\*\*・香本靖男+

## 1. まえがき

この核融合実験モニタリングシステムは、日本原子力研究所（以下、原研と称す）納め高性能トカマク開発試験装置（JFT-2 M : JAERI FUSION TORUS-2 M）から発生する計測データの収集・解析・格納を行うもので、JFT-2 M モニタ信号処理システムといふ。このシステムは CAMAC データ収集部、データ一次処理部、データ処理部と明確に階層化された構造を持つ複合計算機システムである。

このシステムの構築によって、従来計測装置ごとに個別に行われていた JFT-2 M のデータ収集・解析が一元化され、効率の良い管理・運用が可能となった。本稿では、当社が保有するシステム技術を核融合研究分野へ適用した実例として、核融合実験モニタリングシステムを紹介する。

## 2. システムの概要

JFT-2 M は、約 2.5 分に 1 回の割合でプラズマ発生のための放電運転を行う能力を持ったトカマク型核融合実験装置である。この装置は 1 日に約 100 回のパルス状の放電運転（ショットと呼ばれる）を行っており、1 回のショットで電磁気的モニタ信号などの計測データが約 1.2 MB 得られる。モニタ信号処理システムは、これら計測データの収集・解析・格納を行うことを目的としている。このため、このシステムは高速データ収集・解析、大容量データ記憶、並列演算処理、及び研究者自身が使用することから使い勝手の良い利用者インターフェース

など、種々の機能を備えている。

### 2.1 JFT-2 M の概要

図 1 に高性能トカマク開発試験装置 JFT-2 M<sup>(1)</sup> のプラズマを発生させる真空容器本体及びその周辺装置の外観写真を示す。真空容器は

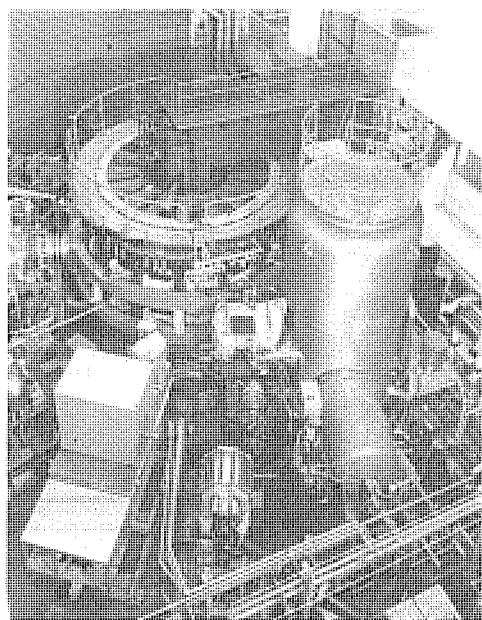


図 1. JFT-2M 本体の外観

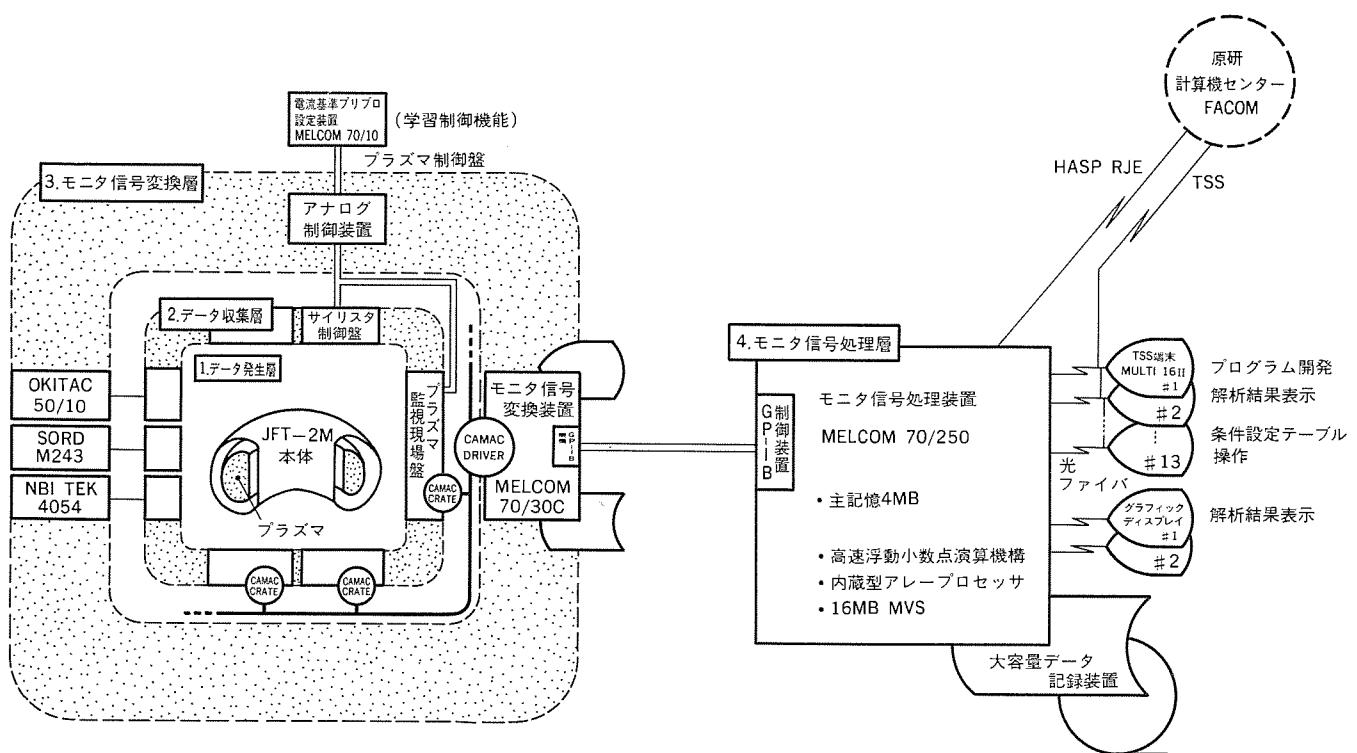


図 2. プラズマ制御設備の階層構造

\* 三菱電機(株)本社 \*\* 同制御製作所 \*\*\* 同コンピュータシステム製作所  
58(532) + 三菱電機東部コンピュータシステム(株)

ドーナツ型の中空構造であり、周辺には多数のプラズマ計測・制御機器が取り付けられている。JFT-2 M 本体<sup>(2)</sup>は1983年4月に三菱グループ(三菱電機(株), 三菱重工業(株), 三菱原子力工業(株)の3社)が原研に納入したもので、その後、原研により計測器などが据え付けられ同年4月末から実験を開始した。1984年12月からは初期計画どおり種々の増力工事が実施され、1985年6月から実験を再開して現在に至っている。

本体周辺は、大電流を扱う機器が集中しており強電磁的環境下にある。モニタ信号処理システムは、増力工事と並行して製作され、これら電磁誘導雑音の影響を考慮した設計がなされている。

## 2.2 モニタ信号処理システムの構成

モニタ信号処理システムは、JFT-2 M プラズマ制御設備の中で以下のようないくつかの階層構造の上に成り立っている。

層1: データ発生源層

層2: データ収集層

層3: モニタ信号変換層

層4: モニタ信号処理層

図2. にこの階層構造の概念図を示す。これらの階層構造をもつてモニタ信号処理システムを構築した主眼は以下のとおりである。

- (1) 層の機能を明確にし、実験を安定に行うとともに今後のシステム拡張性を考慮する。
- (2) 障害発生時でもその障害を層内で閉じさせ、他層への波及を防ぎ、障害解析及び縮退運転などを容易にする。
- (3) システム構築時にも層内での単体チェックを可能とし、信頼性の高いソフトウェア製作を行う。

図3. にモニタ信号処理システムのハードウェア構成図を示す。

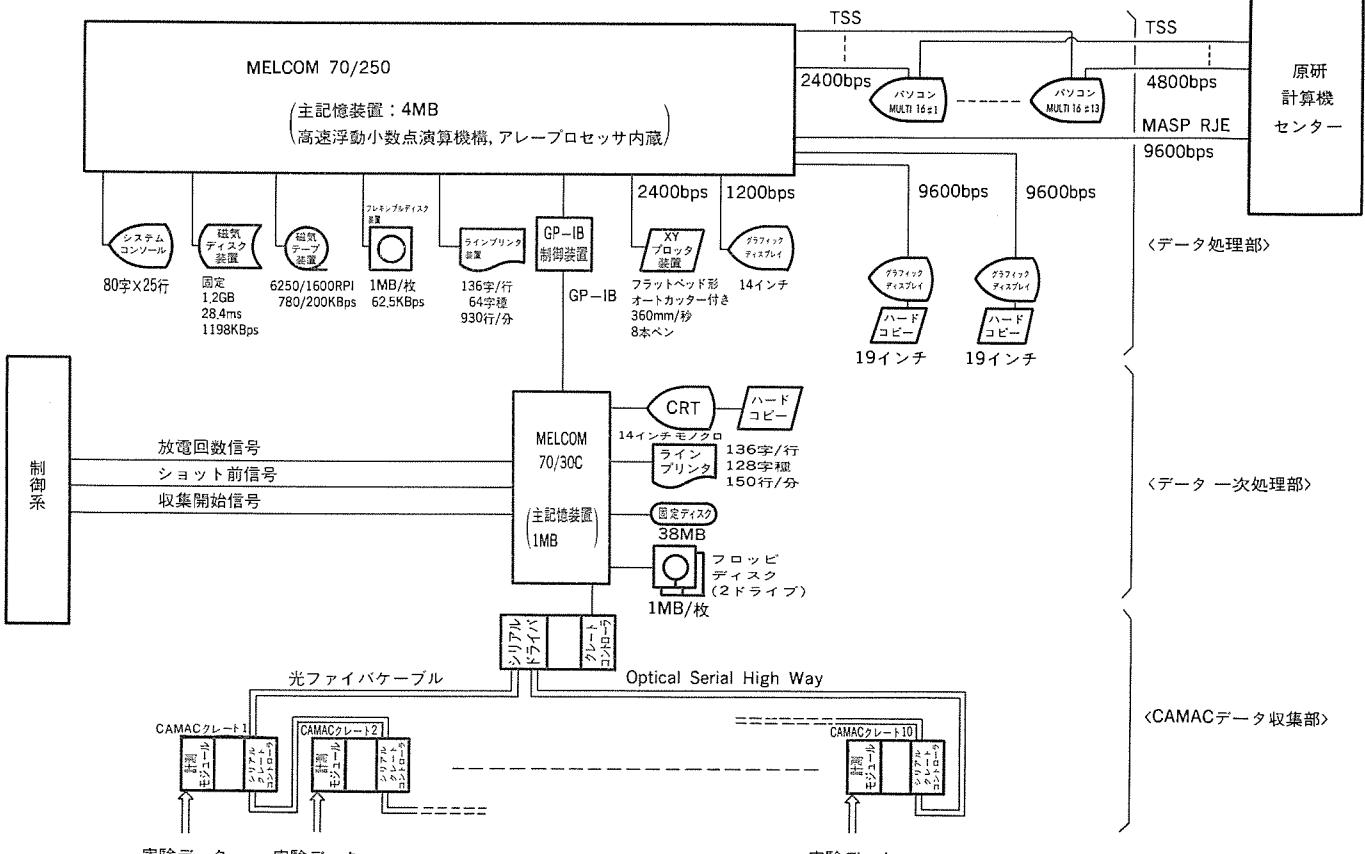


図3. モニタ信号処理システムの構成ブロック図

モニタ信号処理システムは、前述の層2～4の上にそれぞれCAMACデータ収集部、一次処理部、データ処理部の各ハードウェアが対応した構成となっている。

CAMAC (Computer Automated Measurement and Control) は、国際規格化された計算機制御による計測制御インターフェースの略称であり、このシステムのデータ収集部はCAMACシリアルハイウェイシステムと呼ばれる複数の計測用CAMACクレートを使用した構成である。一次処理部はミニコンピュータ《MELCOM 70/30C》を適用し、このCAMACデータ収集部とはDMA (Direct Memory Access) 接続されている。この詳細については4章に記述する。

データ収集部は、スーパーミニコンピュータ《MELCOM 70/250》及びパーソナルコンピュータ《MULTI 16 II》を含む各種端末装置で構成され、一次処理部とはGP-IB(General Purpose Interface Bus)で接続されている。モニタ信号処理装置は、収集データの解析・格納・出力など、研究者が直接操作する諸機能をもつとともにモニタ信号処理システム全体の一元管理・制御を行っている。

## 3. システムの動作

研究者は核融合実験を行うに当り、モニタ信号処理システムの利用形態(以下、動作モードといふ)を決定し、収集・解析の諸条件をシステム側に指示する。モニタ信号処理システムは、指示された内容に従い有機的に結合された計算機システムを動作させ、JFT-2 Mで発生する各種計測データの収集・解析・格納を行う。

### 3.1 動作モード

モニタ信号処理システムには、以下に示す動作モードと呼ばれるシステム利用形態がある。

- (1) 同期収集モード：ショット発生に同期して行う動作モードである。
- (2) テスト収集モード：同期収集モードと基本的に同じであるが、ショット発生は手操作による疑似信号で行う動作モードである。実験開始時にこのモードを指定し、システムの動作確認が行える。
- (3) 非同期収集モード：CAMAC計測クレートの中には、ショットと同期せずデータを計測しているものがあるが、このための動作モードである。利用者はショットとは非同期にこのモードを指定し、長期的なデータを収集することができる。
- (4) 再収集モード：モニタ信号変換装置へバックアップされているデータをモニタ信号処理装置へ再収集するための動作モードである。

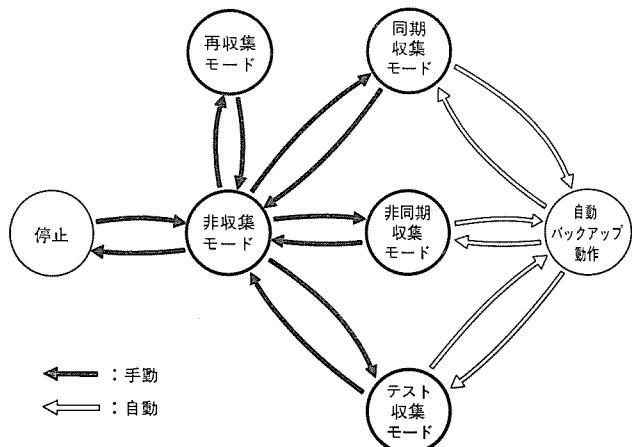


図 4. 動作モード遷移図

- (5) 非収集モード：モニタ信号処理システムのデータ収集待機モードであり、動作モード切換はこのモードを経由して行われる。

図 4. に動作モードのシステム遷移図を示す。モニタ信号処理システムの動作モード及び現在の運転状況は、一定間隔で特定端末（この端末を制御端末という）に自動表示されている。動作モード切換操作は、制御端末においてシステム管理者が発するコマンドで行われる。

### 3.2 機能

モニタ信号処理システムが持つ機能は、大きく分けて操作・設定・収集・転送・処理の五つがある。操作機能は、システム管理者向けに用意されている動作モードの管理・制御を行うためのものと、不特定多数の研究者向けに用意されている収集・解析条件の操作用がある。操作された内容はショット発生直前に、各計算機システムに設定される。ショットが発生すると、データ収集部は設定された収集条件に従い収集を開始し、収集データを上位層へ転送する。データ処理部は収集データを受け取ると、研究者によって設定されている解析条件に従い、収集データを解析し、その結果をグラフィックディスプレイ装置へ出力するとともにディスク装置へショット番号名で格納する。

図 5. にショット間でのデータの流れと処理の概念を示す。高速データ処理を実現するために、収集層のCAMACシリアルドライバクレート及び変換層の《MELCOM 70/30C》ではダブルバッファ方式を採用し、処理層においては主記憶ベースで解析と格納を並行に処理している。また変換層では、処理層あるいはインターフェース部分であるGP-IBに障害が生じたときに備えて、自動バックアップ機能を持っている。万

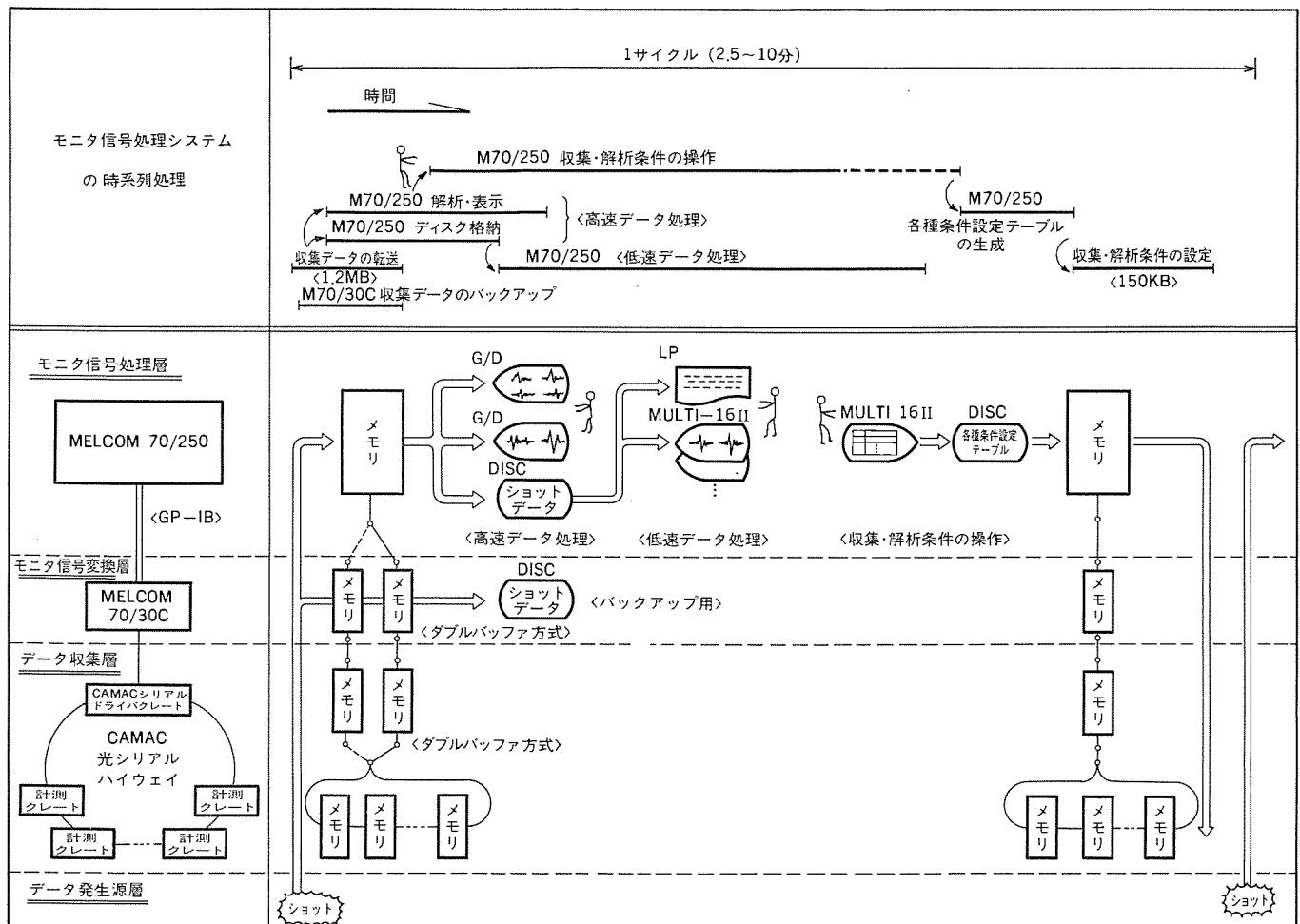


図 5. モニタ信号処理システムの概念図

一実験中、上位層で障害が発生しても縮退運転によって実験を継続させ、貴重な収集データの保全性を考慮している。

#### 4. CAMAC データ収集部及びデータ一次処理部

CAMAC データ収集部及びデータ一次処理部は、JFT-2 M 本体及びその周辺設備で発生する電磁気的モニタ信号などの各種データを受信し、デジタル量に変換したうえで一次的な処理を行うとともにデータ処理部へ転送する。また、逆にデータ処理部端末装置で設定された動作モード、収集条件などに従って利用形態を変化させるとともに、データ処理部の異常を検知し独立のシステムとしてバックアップ動作運転を行う機能を持っている。

##### 4.1 CAMAC データ収集部

CAMAC 計測 クレート 10 台とシリアルドライバ クレート 1 台及び クレート間を接続する光ファイバケーブルから構成される CAMAC シリアルハイウェイシステムである。この CAMAC シリアルハイウェイシステムは、広義の LAN(Local Area Network) と位置付けできるもので、光ファイバによるループ状の伝送路によって 11 台の クレートが接続されている。

表 1. に CAMAC シリアルハイウェイシステムの主仕様を示す。また図 6. に CAMAC クレートの外観を示す。CAMAC データ収集部は表 2. に示す 12 種類の信号系から成り立っており、それぞれの信号系統は同表に示した CAMAC モジュールの組合せによって計測を実施する。これらの CAMAC クレート及びモジュールは、既に原研にて個別に使用していたものと今回のシステム拡充によって新設したものを、シリアルクレートコントローラ及び U ポートアダプタと呼ばれる CAMAC モジュールを介してシリアルハイウェイで結合したもので、今後も拡充が容易にできるよう計画されている。

一方、シリアルハイウェイの制御を行い、データ収集部との接続を行うシリアルドライバ クレートには、当社で独自に開発したマイクロプロセッサ内蔵の高速 クレートコントローラとデータメモリモジュールを適用し、データ一次処理部を構成するミニコンピュータ《MELCOM 70/30 C》とは DMA 接続によって数百 K バイト毎秒の転送を可能としている。これらのモ

表 1. CAMAC シリアルハイウェイの主仕様

No.	項目	仕様	備考
1	伝送路形態	ループ状	
2	通信形態	1:N	
3	伝送速度	5 Mbps	
4	クレート数	11 台 (うち計測 クレート 10 台 シリアルドライバ クレート 1 台)	最大 64 台
5	クレート間距離	最大 2 km	
6	伝送路	光ファイバ (GI 50/125)	2 心構成
7	発光/受光素子	LED/PIN-PD	
8	変調方式	光直接輝度変調方式	CMI 符号使用
9	規格	IEEE std 595-1982 etc.	

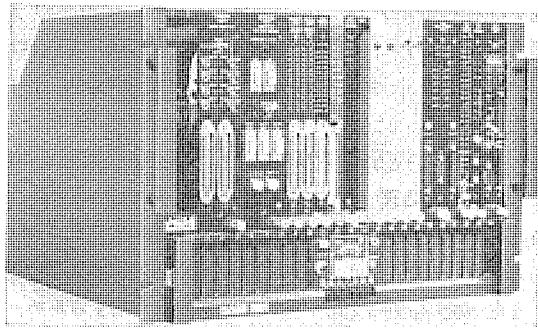


図 6. CAMAC クレートの外観

表 2. 信号系統名称及び CAMAC モジュール組合せ

信号名称	CAMAC	モジュール	組合せ
分光	LC 8212/8	+	LC 8800 + LC 8501
ICH モニタ	LC 8212/16	+	LC 8800 + LC 8501
断面形状モニタ I	LC 8212 A	+	LC 8800 + LC 8501
断面形状モニタ II	LC 8212 A	+	LC 8800 + LC 8501
NBI モニタ	LC 8212 A	+	LC 8800 + LC 8501
本体モニタ I*	LC 8212 A	+	LC 8800 + LC 8501
本体モニタ III*	LC 8212 A	+	LC 8800 + KS 3655
SX	LC 8590	+	LC 8801 + KS 3655 + PHA
CX	LC 4433	+	LC 8201 + LC 8501 + ADC
Newtron	LC 8590	+	LC 8201 + KS 3655
高 速 摆 動	LC 8210	+	LC 8800 + LC 8501
本体モニタ II*	LG 8252	+	KS 3655

注 (1) 信号名称に \*印を付したモジュールは同一クレート内に実装される。

(2) LC: レクロイ社, KS: ギネティック社

ジューを開発したことにより、当社の CAMAC モジュールはシリーズ化が強化され、種々のアプリケーション形態に応じたシステム構築が容易となった。

##### 4.2 データ一次処理部

データ一次処理部は、ミニコンピュータ《MELCOM 70/30 C》で構成されており、CAMAC データ収集部とは DMA で、データ処理部とは GP-IB で接続している。この計算機は今回のシステム構築に先だって、当社が原研に納入したプラズマ断面形状計測用データ処理系の計算機であったものを、ハードウェア増設、ソフトウェア再編成を施して、より広範囲な計測データを扱うこのシステムの前処理用計算機として位置付けた。このデータ一次処理部の存在によって上位のデータ処理部用計算機は、CAMAC データ収集部の直接的な制御業務から開放されデータ処理装置としての機能を高めている。またデータ処理部あるいは GP-IB に障害が発生し、正常動作が不可能となった場合にも実験データを失うことのないようバックアップ動作をとる機能をもたせている。

##### 4.3 バックアップ動作

このシステムの運用中、データ処理部に何らかの障害が発生した場合、データ一次処理部は、その障害を GP-IB 上の通信手順を介して検知し、バックアップ動作と呼ばれる異常処理動作に移行する。バックアップ動作中は、CAMAC データ収集部の収集条件を固定とし、収集データはデータ一次処理部の固定ディスク内に格納される。このバックアップデータは、データ処理系の障害が復旧した際に再収集モード(5 章で詳述)によってデータ処理部の固定ディスク内に再格納できる。

#### 5. データ処理部

データ処理部はモニタ信号処理システムの最上位に位置し、実験データの解析・格納及び利用者インターフェースをとり、システム全体の一元管理・制御を行う。この章では、モニタ信号処理システムを実現するため開発したソフトウェアを中心に解説する。

##### 5.1 階層化ソフトウェア

データ処理部のソフトウェアは信頼性・拡張性・保守性を考慮し、図 7. に示す階層化構造の上に構築されている。外側の層ほどソフトウェアの応用度は大きくなる。今回開発したモニタ信号処理ソフトウェアは、図 7. の斜線部で示してある基本ソフトウェアと制御ソフトウェアである。打点部は、基本・制御ソフトウェアで用意されている機能を使い、今

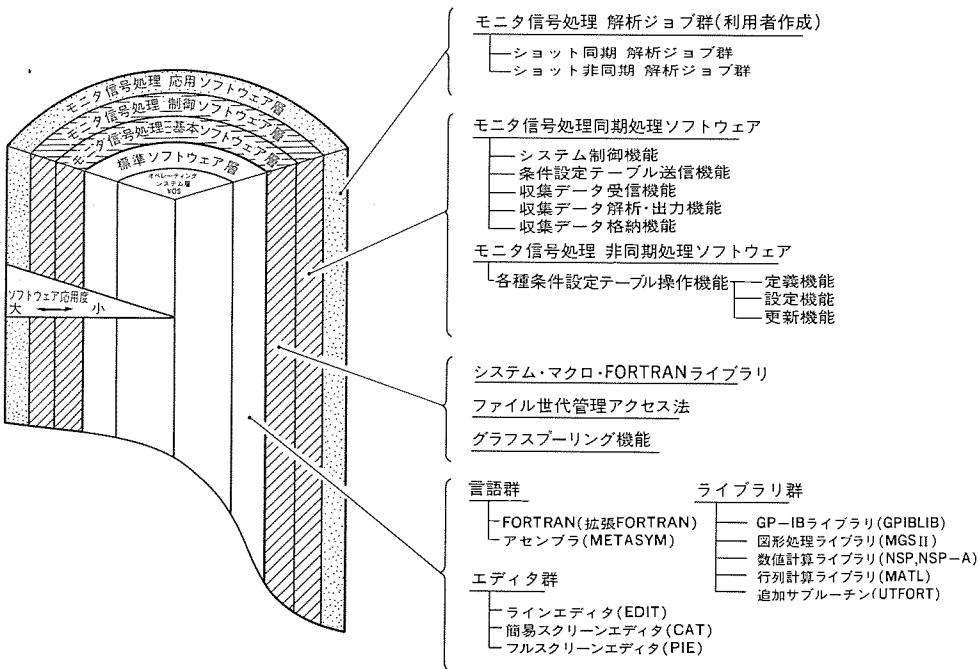


図 7. データ処理部のソフトウェア階層構造

後研究者が作成してゆく応用ソフトウェアである。このソフトウェアの階層化によって、研究者はよりきめの細かい、あるいは新しい解析手法による解析プログラムを容易に作成することが可能となった。またモニタ信号処理システムは、研究者が作成したプログラムを制御ソフトウェアの解析機能の一部として登録する機能を持っているため、研究者自身でシステムの拡張が行えるようになっている。

## 5.2 基本ソフトウェア

基本ソフトウェアは、上位ソフトウェアの製作を容易かつ信頼性を高める目的で開発したもので、制御・応用ソフトウェアで必要とされる基本機能をサービスするライブラリ群である。

### (1) システムマクロ FORTRAN ライブラリ

制御及び応用ソフトウェアは、保守性・信頼性を考慮し高級言語である拡張FORTRAN (ANSI 77 準拠) すべて製作することを基本的な考え方とした。このため従来アセンブラー言語でサポートされていた特殊システムマクロを、FORTRAN コーラブル化する必要があり、このライブラリを製作した。このライブラリの特長は単にシステムマクロをFORTRAN コーラブル化するだけでなく、パラメータの多いマクロ命令に対しては、従来の引数の並びに意味がある定位置パラメータ方式から、キーワードと値を組とするキーワードパラメータ方式とした。これによって必要なパラメータのみを指定でき、利用者の使い勝手を良くしている。

### (2) ファイル世代管理 アクセス法

従来《MELCOM 70/250》のオペレーティングシステム (VOS) にはなかったファイル世代管理を可能とするアクセス法を新規開発した。このアクセス法もFORTRANで使用可能のように、(1)項と同様に汎用的にFORTRANコーラブル化されている。

### (3) グラフスパlicing 機能

通常、グラフ出力は利用者プログラムの実行と同期して行われるが、この方式だとプログラム実行中グラフ出力装置を確保したままとなり資源の有効利用が図られない。そこで今回グラフ出力をスパlicing化し、プログラムの実行とは非同期にグラフ出力が行えるグラフスパlicingシステムを開発した。この機能によって利用者は同一装置へグラフ出力する

プログラムを並行に実行することができ、出力結果を待行列化しておくことが可能となった。

## 5.3 制御ソフトウェア

制御ソフトウェアはモニタ信号処理システムの中核をなすもので、利用者インターフェースをつかさどる非同期処理ソフトウェアとショット対応処理を行なう同期処理ソフトウェアから構成される。

### 5.3.1 非同期処理ソフトウェア

モニタ信号処理システムは、研究者と会話するため、以下の条件設定テーブルと呼ばれるインターフェースを用意している。

(1) 全体条件設定テーブル：動作モードの制御、収集データの格納／非格納などのモニタ信号処理システム制御パラメータを設定するためのテーブル。

(2) 同期収集条件設定テーブル：モニタ信号名(計測単位)ごとに収集条件(e.g. サンプリング周期)を設定するためのテーブル。

(3) 非同期収集条件設定テーブル：ショットとは非同期にデータ収集するCAMAC計測クレートに対し、収集条件を設定するためのテーブル。

(4) 解析条件設定テーブル：解析ジョブの解析条件を設定するためのテーブル。

非同期処理ソフトウェアは、これら4種類の条件設定テーブルを定義(# DEFINEという)・設定(# SETUPという)・更新(# CORCTという)する機能を持ったモニタ信号処理システムのユーティリティである。研究者は# SETUPを使って、次回ショットに対応する各種条件設定テーブルを操作する。# CORCTは、ショット番号名で格納済みの条件設定テーブルのコメントゲインなどを更新するのに使用される。# DEFINEは、データ収集部のCAMAC構成変更に対し、パラメータの新規登録・再定義で対応できるようになっていて、システムのフレキシビリティを高めている。またこれらユーティリティは、各種条件設定テーブルをフルスクリーンモード方式で編集可能とし操作性を高め、更新履歴をファイル世代管理機能で管理し実験計画を立てやすくしている。

### 5.3.2 同期処理ソフトウェア

同期処理ソフトウェアは、ショット発生時のデータ処理として表3に示す機能を持った五つのプログラムを用意している。これらのプログラム群は図8に示すように、研究者が# SETUPで操作する内容に従いデータ一次処理部とインターフェースを取り、一連のデータ処理(解析・格納・出力)を行う。モニタ信号処理システムの制御テーブル及び収集データは、すべてシステムコモン領域と呼ばれる主記憶固定領域において。これによって同期処理ソフトウェアを構成する各プログラムは、主記憶での情報交換及び収集データの逐次処理(転送開始直後、解析・格納・出力を並行処理する)が可能となり、高速データ処理が実現できた。またグラフィックディスプレイ装置を効率良く利用するため、グラフスパlicing機能を使い複数のグラフ出力要求に対応している。今後研

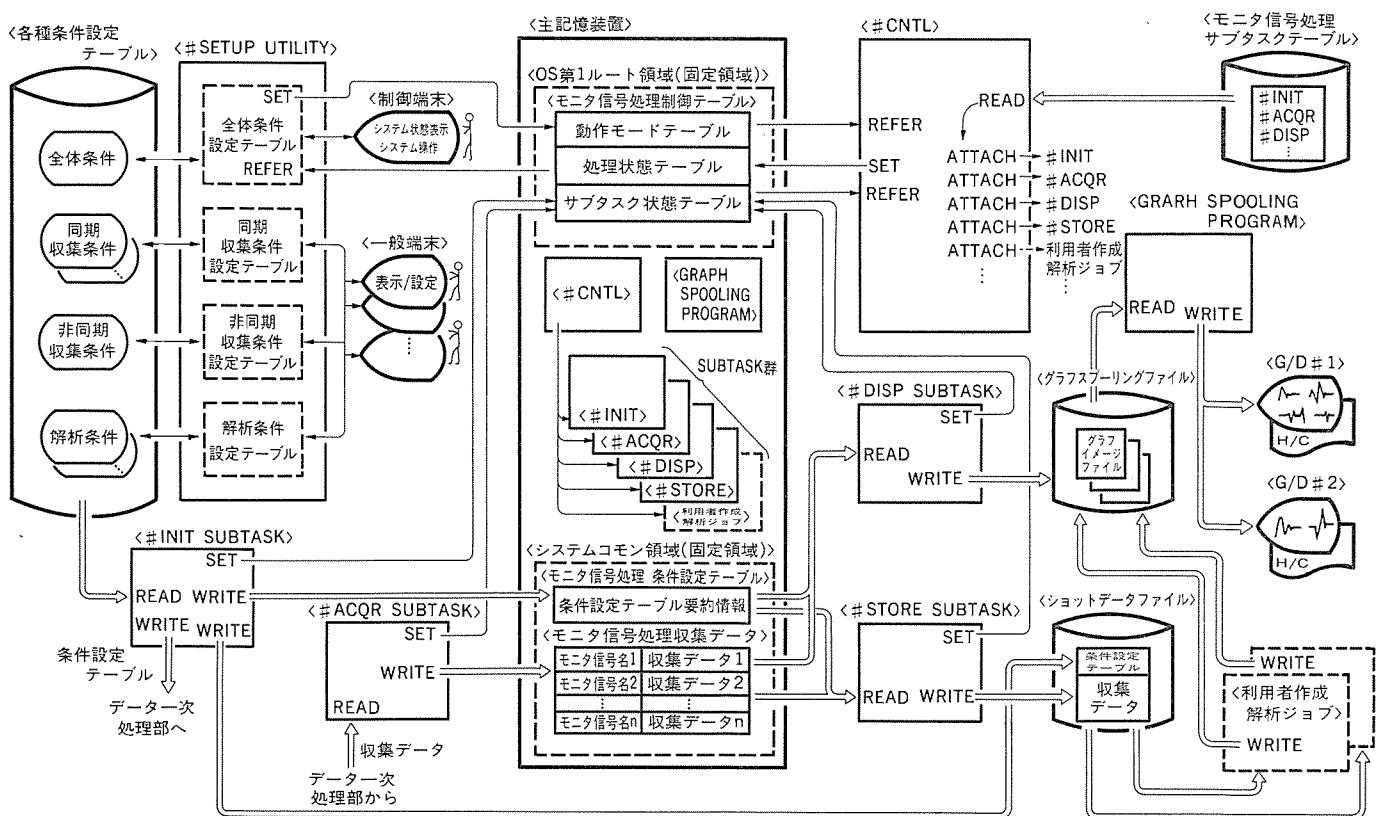


図 8. 同期処理 ソフトウェア の処理の流れ

表 3. 同期処理 ソフトウェア の機能

名 称	プロ グ ラ ム	機 能
# CNTL	制御プログラム	全体条件設定テーブルで設定された内容に従い、单一機能を持ったプログラム (#INIT, #ACQR, #DISP, #STORE) の起動/監視/停止を行う。
# INIT	収集条件設定プログラム	利用者が設定した収集条件設定テーブルを GP-IB 経由でデータ一次処理部へ送信する。
# ACQR	収集プログラム	データ一次処理部から GP-IB 経由で転送される収集データを受信し、主記憶へ展開する。
# DISP	解析・表示プログラム	利用者が設定した解析条件設定テーブルに従い、主記憶に展開されている収集データを解析し、グラフィックディスプレイ装置へ出力する。
# STORE	格納プログラム	全体条件設定テーブルで設定された内容に従い、主記憶に展開されている収集データをショット番号対応で磁気ディスク装置へ格納する。

究者が作成する応用 ソフトウェア の解析 ジョブは、モニタ 信号処理 サブタスクテーブルに ジョブ 名を登録することによって、同期処理 ソフトウェア と同じ位置付けにすることができる。これによって、研究者自身が解析処理を拡張することを可能としている。

## 6. む す び

当社の スーパーミニコンピュータ を核融合分野に適用した例として、JFT-2M モニタ 信号処理 システム の概要を紹介した。今後、この種の システム では、データ 収集の高速化、解析・処理の高度化、記憶装置の大容量化などの必要性がますます高まっていくものと予想される。これらの課題に対応した開発を行い、利用者のニーズに合致した計算機 システム の構築を更に進めて行く予定である。

最後に、本稿で紹介した システム の製作にあたっては、日本原子力研究所の関係各位に多大の御指導、御助言をいただいたことを記して、深く感謝申しあげる次第である。

## 参 考 文 献

- (1) 日本原子力研究所：核融合研究開発の現状、1984 年度版
- (2) 三菱電機技術報核融合特集、58、No. 4 (昭 59-4)
- (3) T. Narikawa et al. : CONSTRUCTION OF THE JET-2M TOKAMAK (5) DESIGN AND FABRICATION OF POLOIDAL COIL POWER SUPPLY SYSTEM, IEEE 10 TH SYMPOSIUM (1983-12)
- (4) I. Oyabu et al. : CONSTRUCTION OF THE JFT-2M TOKAMAC (6) DESIGN, FABRICATION AND TESTING OF NOISE PREVENTION AND GROUNDING SYSTEM, IEEE 10 TH SYMPOSIUM (1983-12)

## 分散処理志向教育用支援システム

長谷部正子\*・佐藤安一郎\*・松本裕司\*\*・梶川 登\*\*

## 1. まえがき

大学を中心として昭和40年代後半から設置され始めた教育用電子計算機システムは、10年以上の歴史と実績を積み重ね、システム規模の拡大は言うに及ばず、教育の方法、システムの利用形態でも大きな変革を遂げてきた。

図 1. のように、当初は バッチ 处理を中心とした教育 システム がほ

とんどであった。この時代に開発されたのが、カフェテリアシステムに代表されるセンター運営方式の省力化システムであり、各種機器の操作性の大幅な改良が行われた。その後、ICの登場により、メモリ、端末などの価格が急激に安価になってきたこともあり、昭和53年頃からTSSを志向した教育システムが急速に普及し始めた。TSSの普及は、授業形態に似た集団教育を可能とし、多端末を制御する授業援助システムも新たに開発され、効率的な教育が可能となってきた。

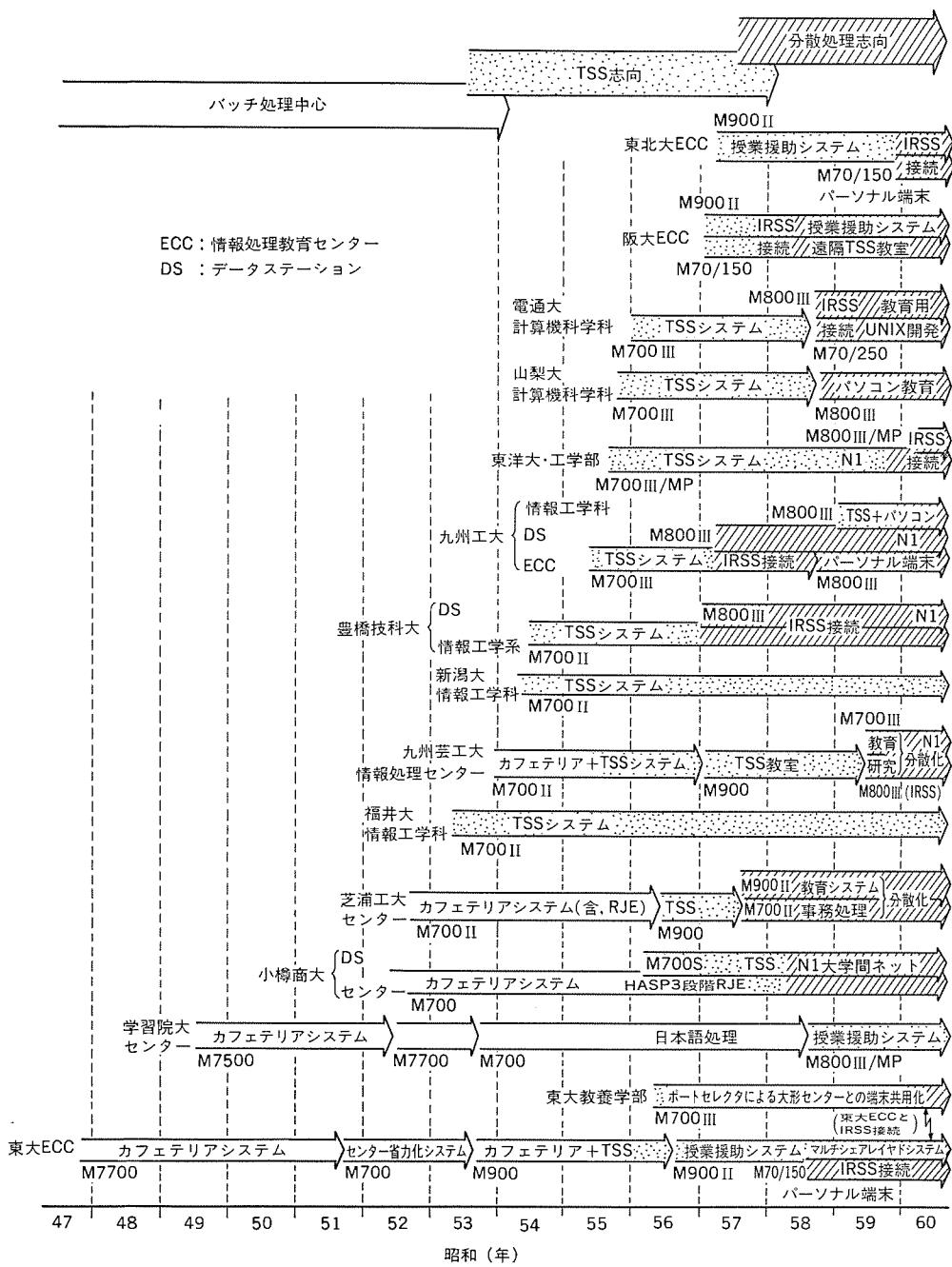


図 1. 情報処理教育 システム の発展過程

更に最近は、LSI技術の進歩により、低価格のパソコンを端末として接続できる環境が整ってきた。また、教育の内容も従来の言語主体から図形処理、日本語処理など多様化しつつある。このような変化と要求に対応し、更に教育システムの発展を図る手段の一つとして分散処理を志向する動きが、昭和57年頃から始めてきた。

今回、東京大学教育用計算機センターにおいて、従来の大形汎用機、スーパーミニコン、パソコンを階層的にネットワークしたシステムを構築し、「機能・負荷は分散、管理・運営は集中」を基本理念とした分散処理教育システムを開発したので報告する。

## 2. 分散処理教育システムの概念

分散処理による教育システムを構築するにあたって、「機能・負荷は分散」と「管理・運営は集中」という基本理念を次のように展開した。

### (1) 機能・負荷の分散

教育規模の拡大に柔軟に対応するために、分散させた拠点のそれぞれにおいて、従来の教育用システムでの授業援助システムのような教育支援を行う。更に、パソコンを有効に活用することにより、システムの末端においても教育支援を行う。ただし、図形処理・日本語処理などの教育に要する資源を効率的に利用し、ジョブの負荷を適正に分散するために、システム全体は有機的に結合する。

### (2) 管理・運営の集中化

教育支援のための機能・負荷は分散させても、システム全体の管理は一元化し、分散させた拠点の運営は全体の整合性を保ちながら行う。つまり、利用者の登録や課金集計などは中央で一括して行うようにし、予算管理などはシステム内の各拠点の間で常に矛盾が生じないようにする。

## 3. 分散処理教育システムの構成

教育支援を行うための分散処理システムは、大形汎用機、スーパーミニコン、パソコンなどで構成され、機能的な階層構造になっている。そこで、これを「マルチシェアレイヤドシステム」と名付けた。また、このシステムではシステムの有機的結合のためにIRSS(Intelligent Remote Station Support)ネットワークシステムを利用している。以下に、マルチシェアレイヤドシステムの構成と概要、IRSSネットワークシステムの機能について述べる。

### 3.1 マルチシェアレイヤドシステム

マルチシェアレイヤドシステムは、図2に示すように、機能面からみて、センターレイヤ、ディストリビューテッドレイヤ、ターミナルレイヤ、そしてアッパレイヤの四つの層を持つ階層的ネットワークシステムである。各レイヤの構成と位置付けについて以下に簡単に述べる。

#### (1) センターレイヤ

センターレイヤは、『MELCOM-COSMO 900 II』のような大形汎用機からなり、従来の教育システムにおけるような教育支援を行う拠点であるとともに、システム全体の管理・運営の中心として位置付けられる。センターレイヤでは、大形ジョブの処理、大容量ファイルの保持、図形処理・日本語処理などの特殊処理も行われる。

#### (2) ディストリビューテッドレイヤ

ディストリビューテッドレイヤは、『MELCOM 70/150』のようなスーパーミニコンなどからなり、センターレイヤとIRSSネットワークシステムで結合されている。ディストリビューテッドレイヤのスーパーミニコンなどは、学科・講座・教室などに分散して設置され、センターレイヤの管理のもとで、個々に従来の教育システムのような教育支援を行う拠点として位置付けられる。

#### (3) ターミナルレイヤ

ターミナルレイヤは、『MULTI 16』のようなパソコンからなり、ディストリ

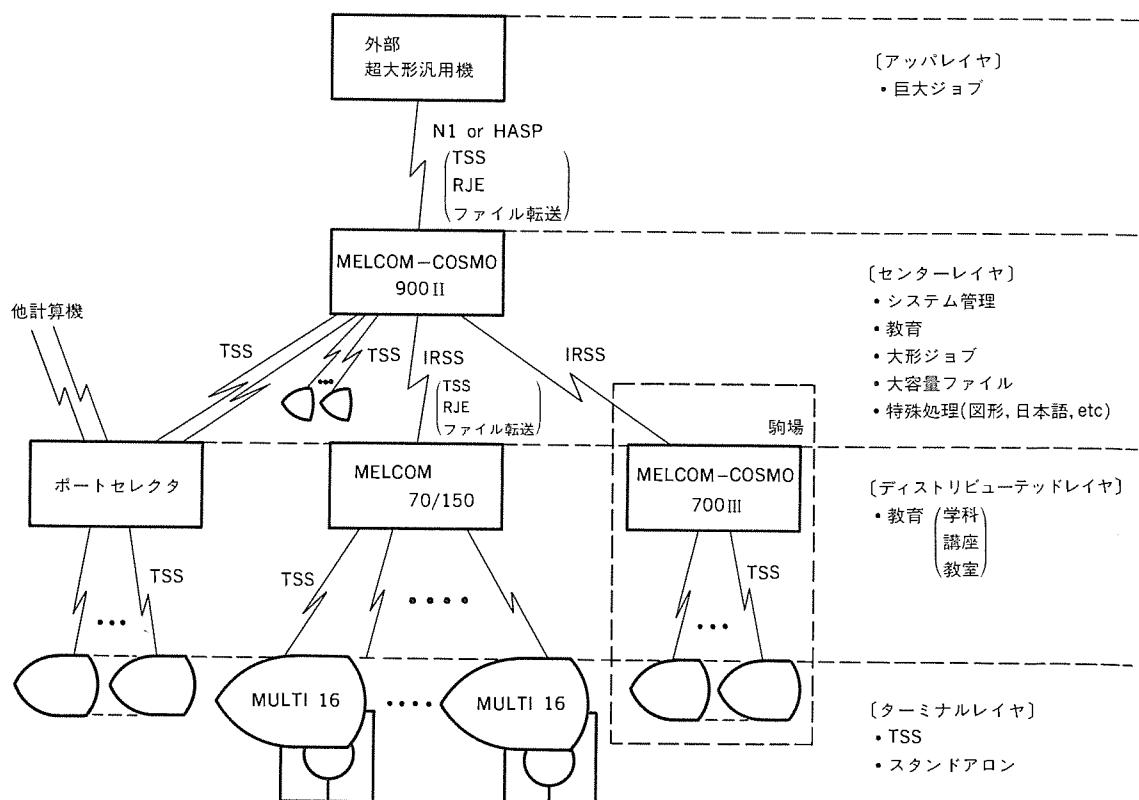


図2. マルチシェアレイヤドシステム（東京大学教育用計算機センターの例）

ビューテッドレイヤに接続されている。パソコンはホスト（この場合、ディストリビューテッドレイヤのスーパーミニコンなど）のTSS端末として位置付けられるとともに、スタンドアロン処理も行えるため、教育支援のための最小単位としても位置付けられる。

(4) アッパレイヤ

アッパレイヤは、外部の超大形汎用機からなり、センターレイヤと N1 ネットワークシステムや HASP で結合される。アッパレイヤでは、センターレイヤでも負荷の大きい巨大「ジョブ」の処理などが行われる。

### 3.2 IRSS ネットワークシステム

IRSS ネットワークシステム は、大形汎用機からミニコン までを対向形に接続する こ と が で き る 《MELCOM》 内広域ネットワークシステム で あ り、 1 本の回線で同時に多数の TS, RS, RJE, ファイル 転送を行 う こ と が で き る。マルチシェアレイヤシステム で は、 センターレイヤ の大形汎用機と、ディストリビューテッドレイヤ の スーパーミニコン など を IRSS ネットワークシステム で 結合し、次の機能を実現 し て い る。

- ・センターレイア、ディストリビューテッドレイア間の双方向のファイル転送
- ・バスルートによる相手側レイアのTSS利用
- ・相手側レイアへのRJE

#### 4. 分散処理教育システムのソフトウェア構成

分散処理教育システムにおける分散処理を実現するためのソフトウェアを表1.に、これらのソフトウェアによる分散処理教育システムの概念図を図3.に示す。表1.で\*印のものが、新たに開発したソフトウェアである。従来から分散処理用のソフトウェアとしては、IRSS ネットワークシステム(PTHRU, IRSS-RJE), ファイル転送ユーティリティ(ISCL, RATLER, PCLM)などが提供されていたが、教育用システムとして分散処理の効果を一層高めるために、これらのソフトウェアを開発した。以下に開発理由を簡単に述べる。

### (1) ネットワーク予算管理システム

従来から 1 ホスト 計算機上では ジョブ ごとに課金情報を累積し、予算管理を行えるようになっているが、複数の分散した ホスト 計算機を同一の利用者が使用した場合、各々の ホスト 計算機を使用しなければ予算使用額の合計を把握できない。予算は システム 全体に対して設定されるものであり、どの ホスト 計算機においても システム 全体における予算使用状況が把握できるものである。そこで、すべての ホスト 計算機で予算管理情報を相互に反映して、どの ホスト 計算機においても システム 全体の予算使用状況が把握できるようにするために ネットワーク 予算管理 システム を開発した。

## (2) ローカル課金プログラム

『MULTI 16』をオンラインモード(TSS)で利用した場合には、ホスト計算機の使用に対して課金が行われるが、スタンダロンで使用した場合は何ら課金などの管理は行われない。そこで、『MULTI 16』のスタンダロンモードでの使用に対しても課金が行えるようにするために、ローカル課金プログラムを開発した。なお、このプログラムでは課金を行うことで利用者のチェックも行われることになり、あらかじめ登録さ

表 1. 分散処理教育システムのソフトウェア構成

MELCOM-COSMO 900 II	MELCOM 70/150	MULTI 16
UTS/VIS (オペレーティングシステム)	VOS (オペレーティングシステム)	CP/M-86 (オペレーティングシステム)
IRSS	IRSS	TSS 端末エミュレータ (CAT 用)
IRSS-RJE (リモートバッチ) PTHRU (バススルー TSS) ISCL } (ファイル転送) RATLER }	IRSS-RJE (リモートバッチ) PTHRU (バススルー TSS) ISCL } (ファイル転送) RATLER }	TSS 端末エミュレータ (II) ローカル課金プログラム* ログ機能付き
PCLM (MULTI 16 ファイル転送)	PCLM (MULTI 16 ファイル転送)	TSS 端末エミュレータ (II)*
CAT (スクリーンエディタ)	CAT (スクリーンエディタ)	
ネットワーク予算管理システム*	ネットワーク予算管理システム*	ログ表示プログラム*

注 \*印は新たに開発したソフトウェア

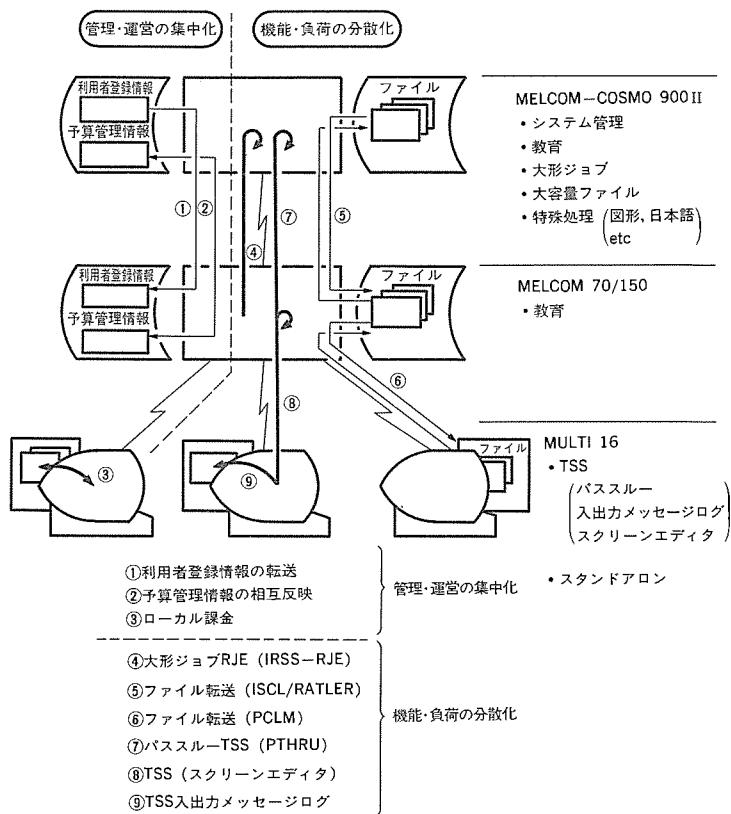


図 3. 分散処理教育システムの概念図

れた利用者以外は使用できなくするような運用管理も可能となる。

### (3) TSS 入出力 メッセージ ログ システム

『MULTI 16』をオンラインモードで使用した場合、その全会話内容（入出力メッセージ）をフレキシブルディスク上にログし、スタンドアロンモードでCRT上に再表示するため、TSS入出力メッセージログシステム（ログ機能付きTSS端末エミュレータ（II）及びログ表示プログラム）を開発した。これにより、教師による学生の学習課程の把握や、利用者自身による使用履歴の参照が可能となり、教育支援のための有効な一手段となる。

## 5. 分散処理教育システムの機能

教育用システムとしての分散処理のために開発したソフトウェアを中心

に、分散処理教育システムの特長となっている機能の詳細について以下に述べる。

### 5.1 ネットワーク予算管理

システム内のホスト計算機間で予算管理情報を相互に反映することで、システム全体で常に矛盾のない予算管理を行っている。この機能により、利用者がどのホスト計算機を利用しても、予算情報の表示時にはシステム全体における予算使用額の合計が表示される。ネットワーク予算管理の実現方法を以下に簡単に述べる。

個々のホスト計算機で行われる予算管理情報の更新(利用者による使用のたびに行われる)の際に、予算管理情報の相互反映のために作成しておいたファイルの内容も更新する。このファイルをシステム内のすべてのホスト計算機の間で、互いに定期的に転送し合うことで予算管理情報の相互反映を実現している。ファイルの転送には、IRSSネットワークシステムでのファイル転送を行うISCL/RATLERを利用している。ISCL/RATLERには自動ファイル転送機能があり、それを利用して定期的(例えば30分ごと)な転送を行っている。

### 5.2 パソコンの課金管理

『MULTI 16』のスタンドアロンモードでの使用に対しても課金を行うとともに、利用者のチェック・制限を行っている。以下に実現方法について簡単に述べる。

『MULTI 16』の利用可能者ファイルを、ホスト計算機の利用者登録ファイルに基づいてフレキシブルディスク上に作成し、『MULTI 16』の使用開始時には必ずローカル課金プログラムが起動されるように設定しておく(CP/MのGENSYSを用いる)。ローカル課金プログラムでは、利用可能者ファイルに登録されている課金番号(原則としてホスト計算機の課金番号と同一)が入力されると、課金番号と使用開始時刻をフレキシブルディスクの課金ファイルに記録する。この後、利用者はオンラインモード(TSS)での使用やスタンドアロンモードでの使用が可能となり、使用終了時には、終了時刻と使用時間が課金ファイルに記録される。ローカル課金プログラムに対して正しい課金番号が入力されない限り、『MULTI 16』は一切使用できなくなっている。ローカル課金プログラムによる課金管理の概要を図4に示す。

### 5.3 TSS入出力メッセージログ

『MULTI 16』をオンラインモードで使用しているときのすべての会話内容(入出力メッセージ)が、フレキシブルディスク上にログされるようになっている。ログされる内容は、キーボードから入力する文字及びホスト計算機からCRT上に出力される文字すべてである。ログされた内容は、スタンドアロンモードにおいて容易にCRT上に再表示できるようになっている。ログ採取はログ機能付きTSS端末エミュレータ(II)によって、ログの再表示はログ表示プログラムによって行われる。以下に、TSS入出力メッセージログの実現方法について述べる。

#### (1) ログファイル

『MULTI 16』のフレキシブルディスク上に作成され、781セクタ、100KBの容量を持っている。ログファイルは図5に示すように、セクタ1以降にログ管理情報が入り、セクタ1以降にログ本体が入る。セクタ1以降

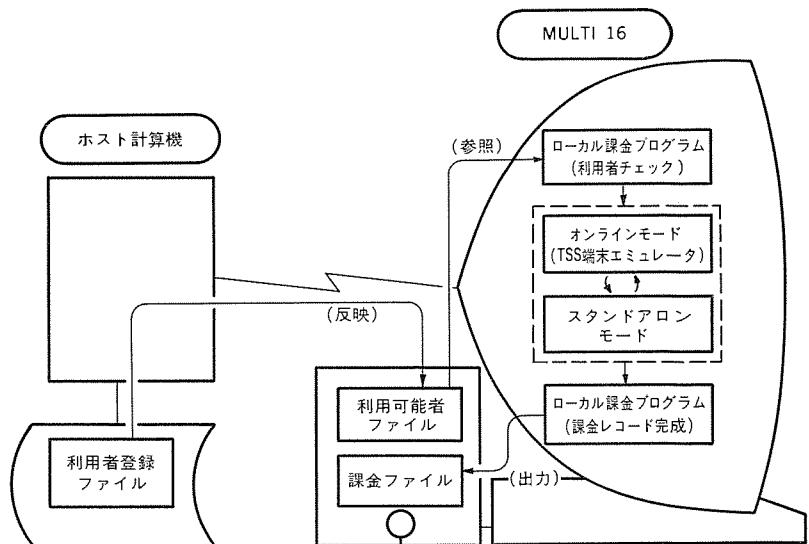


図4. ローカル課金プログラムによるパソコンの課金管理

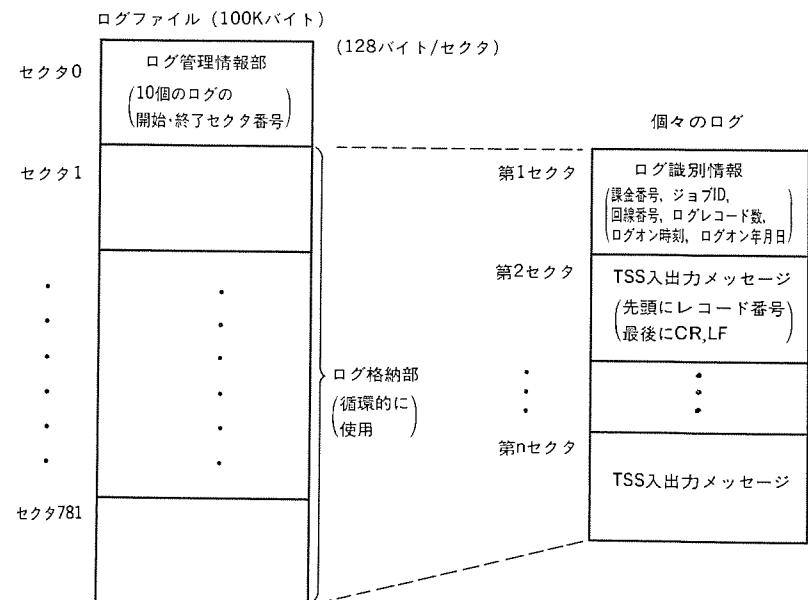


図5. TSS入出力メッセージのログファイルの構造

は循環的に使用され、最大10回までのTSSセッションのログを格納・管理できるようになっている。各TSSセッションのログは第1セクタにログ識別情報として、課金番号、ジョブID、回線番号、ログオン時刻、ログオン年月日が入り、第2セクタ以降に入出力メッセージが可変長、ブロッキングフォーマットで入れられる。

なお、ログファイルの容量は、代表的教育システムでのTSS使用実績を参考にし、2時間以上のTSS利用のログを格納できるものとした。

#### (2) ログ採取方法

『MULTI 16』とホスト計算機は、RS-232Cでフリーラン接続する。ログ機能付きTSS端末エミュレータ(II)は、ログ採取機能をTSS端末エミュレータ(II)にサブルーチンとして組み込んだものである。TSS利用においては、キーインした文字も原則として、ホスト計算機からエコーバックされて、TSS操作に対する応答と同様にホスト計算機からのメッセージとして、RS-232C経由で『MULTI 16』に入力される。ログ採取ルーチンでは、TSS端末エミュレータ(II)のRS-232C入力処理ルーチンからの出力を採取して、CR, LFごとにログファイルに出力

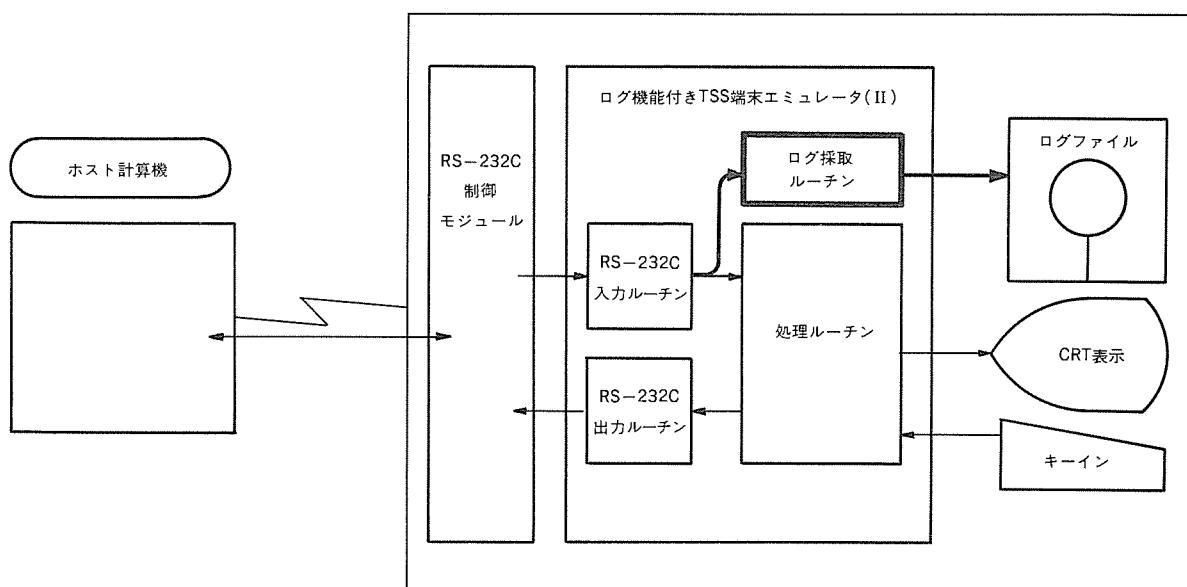


図 6. ログ機能付き TSS エミュレータ(II)でのログ採取

している。ただし、ログオン時にキーインする課金番号については、ホスト計算機からエコーバックされないため、ログオンに成功したときのキーイン内容を課金番号としてログ識別情報のセクタに記録している。図 6. にログ採取の概要を示す。

### (3) ログ再表示の方法

スタンダロンモードでログ表示プログラムを用いて、ログファイルの内容をCRT上に再表示することができる。ログ表示プログラムの操作方法は、ホスト計算機のDEMANDプロセッサと類似したものとなっている。

まず、現在ログファイルに格納されているすべてのTSSセッションの情報(回線番号、ジョブID、課金番号、ログレコード数、ログオン時刻、ログオン年月日)がログ番号を付けてログオン時刻、ログオン年月日の新しい順に表示される(ログ番号は0から最大9までである)。表示したいTSSセッションのログ番号を指定すると、DEMANDプロセッサと同様のポイント移動、表示のコマンドをキーインすることにより、自由に、そのTSSセッションの操作内容をCRT上に再表示することができる。

## 6. むすび

今回紹介した分散処理教育システムの開発によって、10年余りにわたって整備・強化してきた教育用システムは、新たな発展の段階に入りつつあり、今後、類似のシステムが東北大、東洋大学など、多くの大学において構築され、一層の機能強化が行われてゆくものと思われる。

そこで、教育用システムにおいて今後予想される発展の方向と課題について触れておく。

- ・パソコンとホスト計算機の間で、コマンド、エディタ、言語などの親和

性を高め、ユーザーインターフェースを可能な限り統一してゆくことが望まれる。

- ・大中形汎用機、ミニコン、パソコンによるLAN、更には、発展目覚しい高機能ワークステーションからなるLANが普及してくることは想像に難くない。これらのLANが持つ柔軟性を生かした教育支援、更には高機能ワークステーションを利用したCAIなども今後研究してゆくべき課題であろう。

最後に、分散処理教育システムの設計、開発に際し、貴重な助言をいただいた、東京大学教育用計算機センターの業務委員会、運営委員会の諸先生方に深く感謝の意を表する次第である。

## 参考文献

- (1) 東京大学教育用計算機センター：教育用計算機センター報告、No. 23 (昭59-4)
- (2) 猪瀬ほか：東京大学教育用計算機センター省力化システム、三菱電機技報、51, No. 7 (昭52)
- (3) 岡部ほか：多端末TSS志向教育用電算機の授業支援システム、三菱電機技報、56, No. 6 (昭57)
- (4) 三菱電機(株)：IRSS 使用手引書
- (5) 三菱電機(株)：IRSS 遠隔 バッチ 处理使用手引書
- (6) 三菱電機(株)：M 4170 パーソナル 端末装置 TSS 端末エミュレータ(II) 使用手引書
- (7) 三菱電機(株)：M 4170 パーソナル 端末装置 TSS 端末エミュレータ(CAT用) 使用手引書
- (8) 三菱電機(株)：MULTI 16 ファイル転送 ユーティリティ 使用手引書

# マイコン制御によるかくはん式洗濯機《Mr. かくはん》

吉田 義雄\*・野田富士夫\*\*・廣岡 博\*\*\*・杉野 武嗣\*\*\*・田中 満\*\*\*

## 1. まえがき

我が国における家庭用電気洗濯機は、現在普及率が99%に達し、家庭の必需品となっており貿易需要を中心として安定した市場をもつ、最も身近に愛用されている商品の一つである。

洗濯機の基本機能は、「衣類などに付着した汚れの除去」つまり一般に洗濯と呼ばれるものである。日本においては、この洗濯という機能を満たす洗濯方式として、まずかくはん式が導入され、噴流式更にこれを改良した渦巻式へと変遷してきた。この渦巻式は洗濯力が大きく短い時間で洗濯ができる、低価格などもあって我が国に定着し普及した。この渦巻式洗濯機において、最近洗濯に対する意識に変化がみられ、布がらみ・布傷みの少ないものであってほしいという要望が強くなってきた。

今回、これらの消費者ニーズにマッチした洗濯機として開発したの

が、図1に示すマイコン制御によるかくはん式洗濯機《Mr. かくはん》である。この《Mr. かくはん》は、従来のかくはん式と異なり、かくはん翼の回転状態をセンサで検出し、これに基づいてモータを直接正逆回転制御することにより、かくはん翼を約1回転内で往復回転運動させ、衣類をもみ・振り・押し洗いしながら洗濯を行う新しい洗濯方式の洗濯機である。

## 2. 日本における洗濯方式の変遷<sup>(1)(2)(3)</sup>

我が国では古くは、とき汁や豆類の粉末などを洗剤として、足踏み、手もみ、たたき洗いなどで衣類を洗っていた。江戸時代になると“洗濯屋”や“洗い物店”という名の洗濯を商売とする者が現れ、明治に入ると機械を導入する業者がでた。一般家庭用として、電気洗濯機が日本に初めて登場したのが大正末期であり、アメリカから輸入したかくはん式であった。図2に示すように、このかくはん式を改良し国産化を開始したのが昭和5年である。戦争のため一時製造中止となったが、24年に再び発売された。

かくはん式は、モータの回転をクランク・ギヤなどの機械的変換機構により、洗濯槽底面中心に設けたかくはん翼を所定角度の往復回転運動させ、衣類を振動かくはんして汚れを除去する洗濯方式である。この方式は「布からみ」・「洗いむら」・「布傷み」が少ないという長所がある面、洗濯力が小さく洗濯時間が長いという欠点があり、更に機構部の構造が複雑で高価であったこともあり、あまり普及しなかった。

昭和28年には、洗濯槽の側壁に設けた回転翼を回転させ、この回転運動によって洗濯を行う噴流式が開発された。これは洗濯時間が短く、かくはん式より低価格であったことから、市場が喚起され始めた。そして翌29年、噴流式の人気が高まり、数多く発売されるようになったが、洗濯槽外への水の飛び散り、水量が少ないと洗えない、布傷みが多いなどの欠点があった。やがてこれらを改良した渦巻式、つまり回転翼を洗濯槽底面に設け、この回転により洗濯を行う方式が開発され日本に定着した。

昭和35年にこの渦巻式に、ローラ式脱水に代って遠心脱水機を付けた2槽式が発売され、洗濯機が急速に普及した。その後、洗濯槽と脱水槽を兼用し、洗いから脱水までの工程を自動化した全自动、更には洗いからすすぎ、すすぎから脱水を自動化した自動2槽式が開発され現在に至っている。

なお過去にいく度か、ドラムを水平軸の回りに回転させて、衣類を持ち上げては水面に落下させ、たたき洗いで汚れを除去するドラム式が発売されたが、

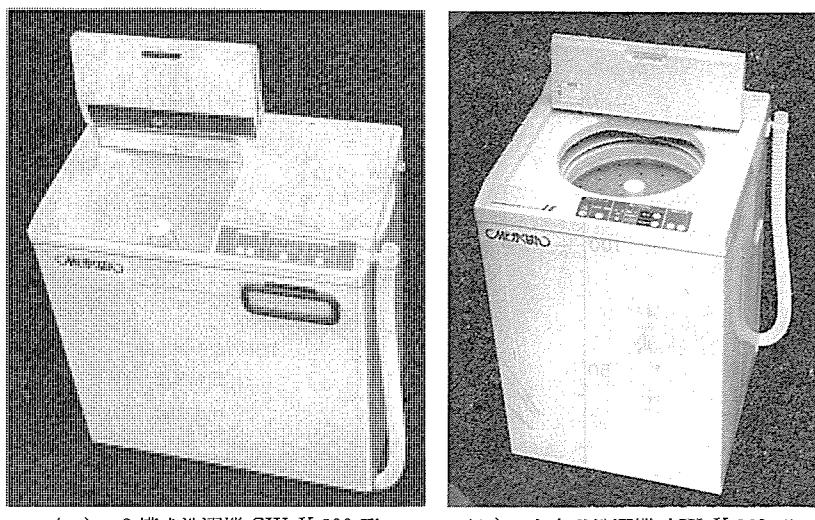


図1. マイコン かくはん式洗濯機《Mr. かくはん》

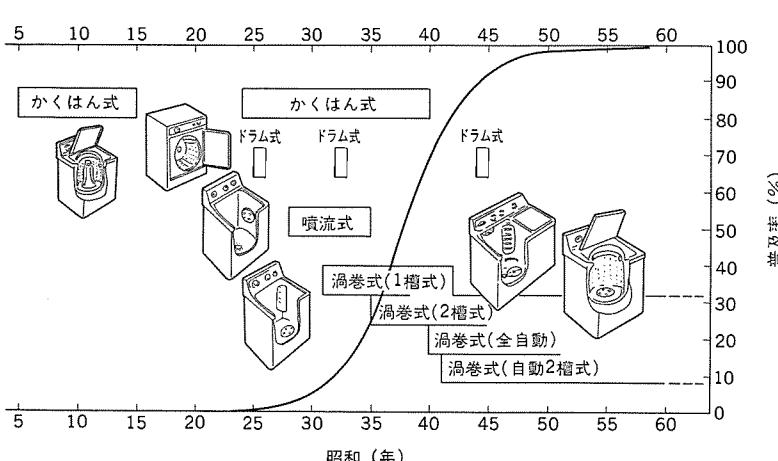


図2. 日本における洗濯方式の変遷

洗剤を含めた洗浄力、重さ、コストなどの問題で定着しなかった。更には衣類を上下方向振動して汚れをとる振動式も発売されたことがある。

### 3. 《Mr. かくはん》開発の背景

電気洗濯機は、「衣類の洗濯」という主婦にとって重労働であった家事行為に省力化をもたらしてきた。最近、生活の欧風化や生活水準の向上による衣類の多様化、絶対量の増加、更には毛布やカーテンなどの大物洗いの要望もあって洗濯機に対する不満がみられるようになってきた。

首都圏内の主婦 715 名を対象として、

(1) 現在使用している洗濯機に対する不満点

(2) 次に洗濯機を購入するときの重視点

について調査を行った。その結果を、それぞれの項目において不満である人・重視する人の割合を不満度・重視度として表したのが図 3. である。図で明らかに、不満度かつ重要度の高い項目とし「布がらみ」・「おしゃれ着洗い」・「襟・そでなどの部分汚れ」・「糸くず」・「使用水量」が上位にランクされ、重要度が高い項目として「布傷み」・「大物洗い」が挙げられる。

上述のように、長い間親しまれてきた渦巻式洗濯機を、最近主婦は必ずしも優れた、満足のいく洗濯機とは思っておらず、

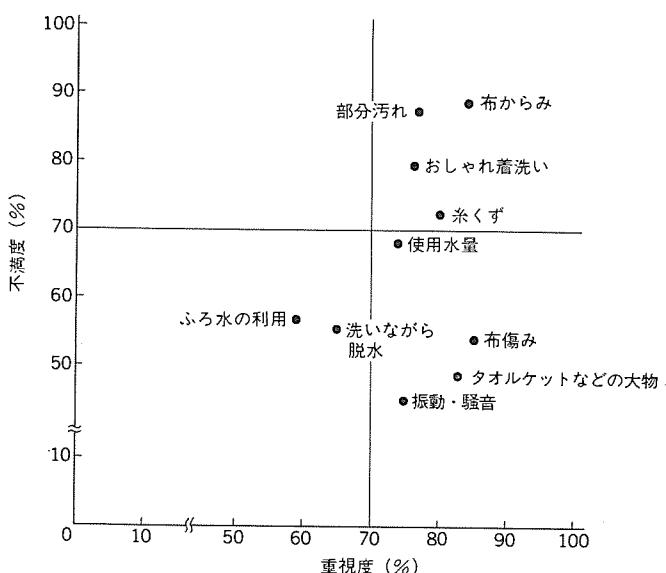


図 3. 洗濯機の不満点と重視点

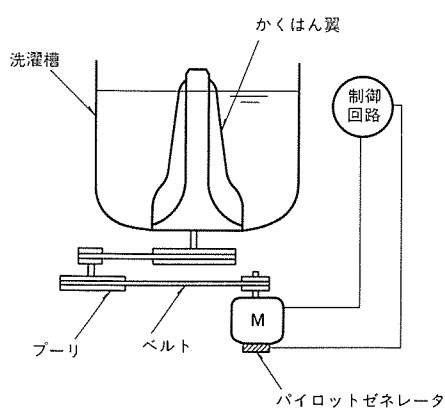


図 5. 洗浄機構の構成

- (1) 布がらみのない
- (2) おしゃれ着も安心して洗え、かつ洗浄力が大きい
- (3) 布傷みがなく、糸くずが付着しない
- (4) 使用水量が少なく、かつ大物が洗える

洗濯機を要望していることが分かった。これらの消費者ニーズの本質を把握・評価し《Mr. かくはん》の開発を行った。

### 4. 《Mr. かくはん》の洗浄方式

洗剤には纖維と汚れの粒子との間に働く力を弱くする作用や、纖維から除去された汚れの纖維への再付着を防止する作用がある。しかし単に洗剤液中に汚れた衣類を浸しておきだけでは汚れが除去される訳ではなく、汚れを除去するには纖維と汚れとの間に機械的エネルギーを与える必要がある。たらい・洗濯板を使った手洗い洗濯の時代には、衣類をもむ・ふる・押す・ときにはたたくことによって、纖維と汚れの間に機械的エネルギーを与えて、汚れを除去していた。

渦巻式洗濯機にあっては、洗濯槽底面に設けた回転翼の回転運動によって、衣類と洗剤液とに機械的エネルギーを与えるもので、回転翼の形状や回転条件の設定によって機械的エネルギーを大きくすることが容易であり、高い洗浄力を得ることができた。しかし渦巻式は、回転翼と衣類との機械的エネルギーの授受が回転翼近傍での局部的なものであり、回転翼から離れた衣類へのエネルギーは減衰し、かつ位相ずれを生じる。このために布がらみが発生しやすく、また回転翼近傍の衣類は回転翼とのこすれによる損傷をさけることができなかつた。

一方従来のかくはん式は、洗濯槽中央に設けたかくはん翼の往復

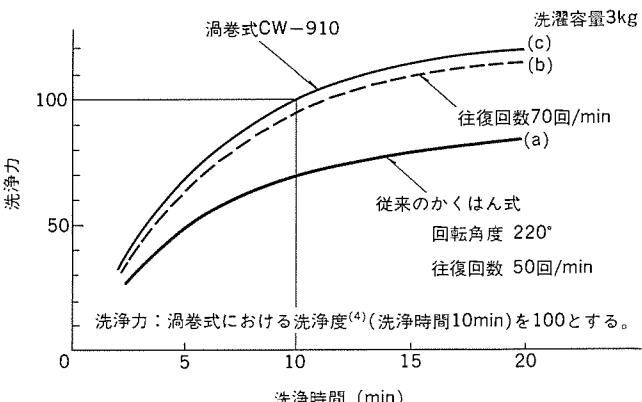


図 4. 従来のかくはん式における洗浄力

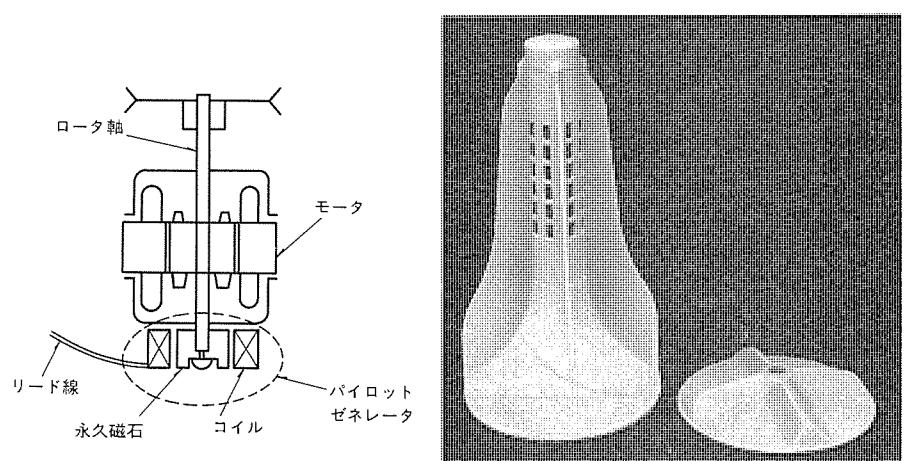


図 6. かくはん翼(左)と渦巻式の回転翼(右)

運動によって衣類を全体的に揺動かくはんし、位相ずれの少ない状態で機械的エネルギーをどの衣類にも万遍なく与えるもので、布をからめることなく、布傷み・洗いむらの少ない洗浄を行うことができた。しかし、図4に示すように、洗浄力は渦巻式に比べかなり低く、現在の消費者ニーズにマッチするものではなかった。この方式にあっても、かくはん翼の角速度を大きくし、衣類に与える機械力を大きくすることによって、図で明らかなように洗浄力を高めることができる。だがかくはん翼の往復回転運動は、機械的変換機構によって得られるものであり、衣類の量や衣類の動きに無関係にかくはん翼が運動するため、上・下死点でかくはん翼に加わる負荷抵抗が大きくなり、機械的衝撃が激しくなる。この衝撃を吸収することは、一般家庭の洗濯機を前提とする構造では困難であった。

#### 4.1 洗浄機構の構成

図5は『Mr.かくはん』の洗浄機構の構成を示すもので、この機構は、支柱に4枚の羽根を取り付けた図6の“かくはん翼”を洗濯槽中央に設け、減速手段を介しモータでかくはん翼を直接正逆回転駆動して衣類を揺動かくはんするものである。そしてモータに取り付けたパイロットゼネレータ（以下、衣類センサと呼ぶ）によってかくはん翼の回転状態を検出し、マイコンを主体とした制御回路で、衣類センサの情報に基づいてモータを正逆回転制御することによって、上述のかくはん翼の往復回転運動を得る。

制御の基本アルゴリズムは、かくはん翼が所定角度（以下、強制回転角と呼ぶ）回転したときにモータへの通電をやめ、かくはん翼の慣性回転が既に停止したのちに、モータに通電し、かくはん翼を逆回転させるものである。なお、かくはん翼が、慣性回転も含めて1回転を大きく越えないで往復回転運動するように、強制回転角を制御している。

#### 4.2 かくはん翼の回転角・角速度特性

この洗浄機構においては、かくはん翼の回転角・角速度特性が洗濯する負荷量によって大きく変化する。図7にその一例を示す。図中(a)、(b)で明らかのように、負荷条件の違いは強制回転状態にはあまりみられないが、通電停止後に大きく現れる。これは慣性回転時にかくはん翼に加わる抵抗が、負荷条件によって変るためであり、かくはん翼が停止するまでの時間（以下、通電停止時間と呼ぶ）、その間にかくはん翼が動く慣性回転角が大きく変化する。

##### (1) 負荷が多いとき

強制回転を主体とした強力な、速い周期の往復回転

#### 運動

##### (2) 負荷が少ないと

慣性回転角の大きなやわらかい、ゆっくりとした周期の往復運動に、かくはん翼の動きが自動的に変化する。

なお負荷量が同じであっても、洗濯物の形状や材質などによっても、かくはん翼に加わる負荷抵抗が違い、上記同様かくはん翼が自動的に異なった動きになる。例えば厚手の作業服やジーパンなどの負荷に比べて、同量でもランジェリーやワイシャツなど薄手のもの場合には、回転角度が大きく、ゆっくりとした周期でかくはん翼が衣類をやさしく揺動かくはんする。

#### 4.3 布の縦回り

洗濯槽内の衣類は、図6のかくはん翼の往復回転運動によって洗浄されるが、衣類はこの運動によって単に同一平面内で揺動かくはんされるだけでなく、ゆっくりと洗濯槽内を縦方向に回動しながら、万遍なく機械的エネルギーを受ける。

##### (1) 布の食い込み

図8.(a)に示すように、かくはん翼の羽根が下方ほど大きいので、これの往復回転運動によって近傍の衣類に働く遠心力には、上下方向に差が生じ、全体として矢印①の方向に吸引力が発生し、衣類はかくはん翼の支柱に沿って洗濯槽の底に引き込まれていく。

##### (2) 布の押し上げ

洗濯槽壁面近傍での衣類の動きは下方ほど大きく、壁面近傍の動圧

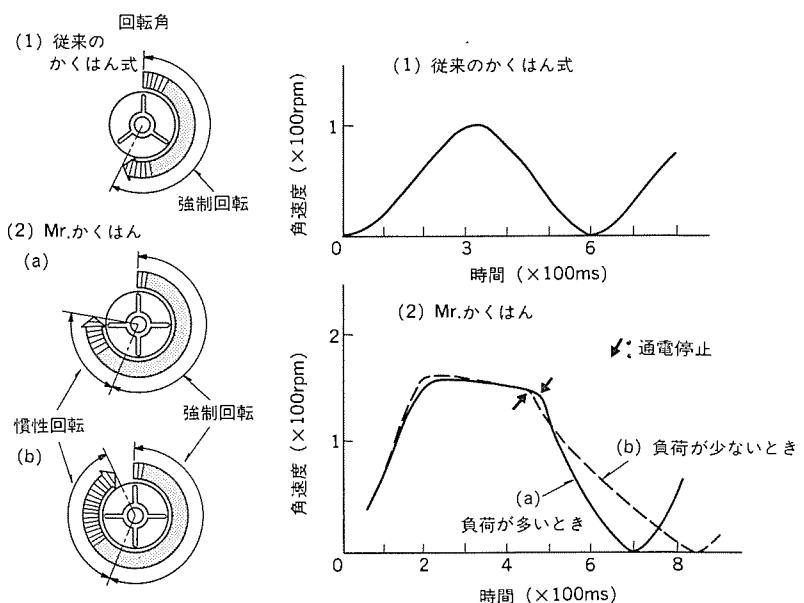
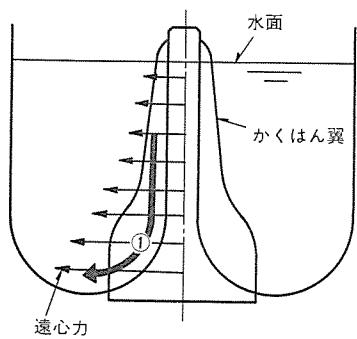
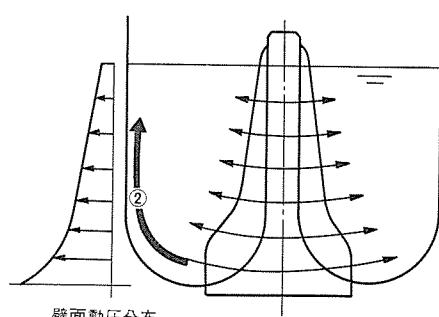


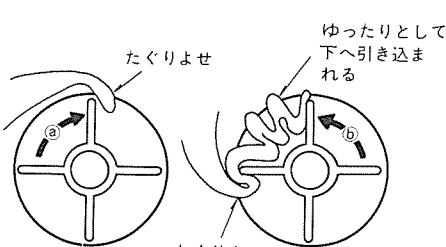
図7. かくはん翼の動特性



(a) 布の食い込み



(b) 布の押し上げ



(c) 布のたぐり寄せ

分布は図 8. (b) のようになり、かつ槽底面の曲線形状によって上方への合成功も加わり、矢印②の方向に衣類は押し上げられる。

### (3) 布のたぐり寄せ

図 7. (c) に示すように、水面に近い衣類はかくはん翼に接近し羽根に触れると、④、⑤の動きによってたぐり寄せられ、矢印①の吸引力によって下方に食い込まれていく。

以上のように、かくはん翼の往復回転運動によって、衣類は支柱に沿って下方に吸い込まれ、そして洗濯槽の壁面に沿って上方へと縦方向に回りながら、振動かくはんされる。したがって、かくはん翼の運動で、大きく振動されることによるふり洗い、小さく振動されるもみ洗い、そして下方へそして上方への移動中に押しつけられる押し洗いと手洗い洗濯感覚のメカニズムで、どの衣類も一様に機械的エネルギーを受け、付着している汚れがむらなく除去される。

## 4.4 洗浄特性

洗浄特性に影響を及ぼす要因として、

(1) 洗濯槽、かくはん翼の形状

(2) 浴比(負荷量に対する水量の割合)

そしてかくはん翼の動特性に関連する、

(3) かくはん翼の角速度

(4) かくはん翼の強制回転角

(5) かくはん翼の通電停止時間

を主なものとして挙げることができる。

ここでは、かくはん翼の動特性に関する項目と洗浄力の関係を一例として図 9. に示す。図で明らかなように、洗浄力を大きくするには、かくはん翼の、

(a) 角速度を大きくする

(b) 強制回転角を大きくする

(c) 通電停止時間を短くする

が挙げられる。

この洗浄機構の基本仕様設定にあたっては、洗浄性能のみならずモータの特性、更には消費者の感覚的とくに衣類の動きに関する視覚的評価をも十分に考慮している。

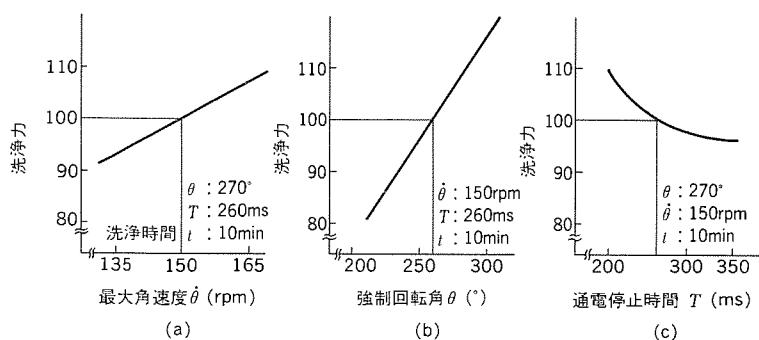
## 4.5 かくはん翼

かくはん翼は、洗浄性能だけでなく機械的強度についても検討を加え、その形状、諸元を設定している。かくはん翼を図 10. (a) に示すように、要素数 454、節点数 452 にモデル化し、

(1) 洗濯工程で発生する最大負荷トルク

(2) かくはん翼の先端にもたれかかる想定した荷重

の条件下で発生する応力、ひずみ及び変形状態を模擬し、疲労破壊



洗浄力:  $\dot{\theta} = 150\text{ rpm}$ ,  $\theta = 270^\circ$ ,  $T = 260\text{ ms}$ ,  $t = 10\text{ min}$ における洗浄度<sup>(4)</sup>を 100 とする

図 9. 洗浄特性

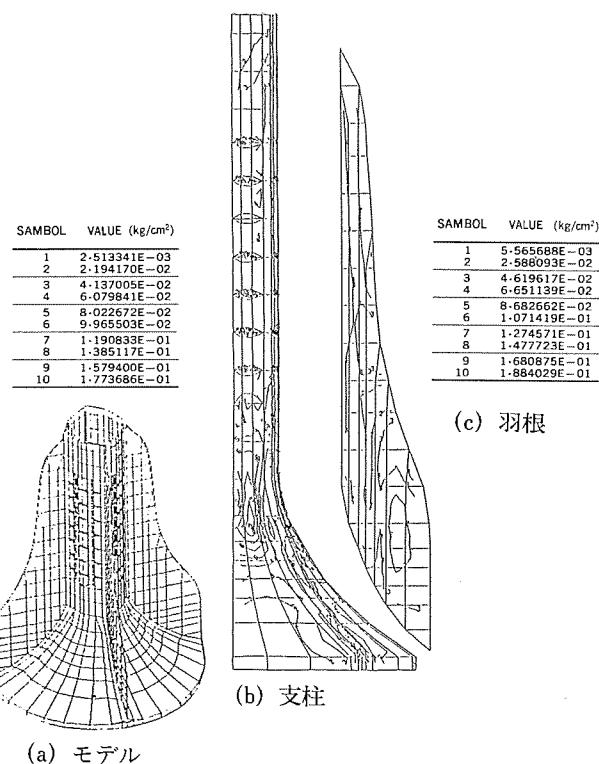


図 10. かくはん翼の応力解析

がないようにかくはん翼の設計を行っている。図中(b), (c)は条件(1)で支柱、羽根に発生する応力分布を表したものである。

## 5. 《Mr. かくはん》の主な仕様と洗浄性能

### 5.1 仕様

マイコン制御のかくはん式洗浄機構を搭載した《Mr. かくはん》 2 槽式洗濯機と全自動洗濯機の主な仕様を表 1. に示す。

### 5.2 洗浄性能

この《Mr. かくはん》と当社の渦巻式とを対比し、2 槽式洗濯機における布がらみ、洗浄力、布傷みについて述べる。

#### (1) 布がらみ率

布がらみ率は次式<sup>(5)</sup>によって求める。

$$x = \frac{X}{n} \left[ 1 - \frac{f(r-1)}{n-1} - \frac{g \cdot L}{X} \right] \times 100 (\%)$$

$X$ : からんだシャツの枚数 (他のシャツと、あるいはそれ自身でからんだもの)

$n$ : 定格負荷時のシャツの総枚数

$r$ : シャツの取出し回数

$L$ : からんでいないシャツの枚数

$f, g$ : 定数 0.41, 0.3

その結果、

渦巻式 CW-910 形 平均値  $\bar{x} = 69\%$ , 標準偏差  $\sigma = 10\%$  《Mr. かくはん》 CW-K 300 形  $\bar{x} = 0\%$

であり、《Mr. かくはん》は布がらみがなかった。

#### (2) 洗浄力と洗いむら

図 11. は洗浄力及び洗浄度<sup>(4)</sup>の標準偏差、俗にいう洗いむらと洗浄時間の関係を示すものである。図(a)で明らかなように《Mr. かくはん》の洗浄力は、渦巻式に比べ数 % 低い。しかし図(b)にみると洗いむらは、渦

表 1. 《Mr. かくはん》の仕様

項目	2 様式洗濯機 CW-K 300 形	全自動洗濯機 AW-K 360 形
電 源	AC 100 V 50, 60 Hz	
外形寸法 (mm)	幅 768	612
	奥行 431	555
	高さ 885	920
製品重量 (kg)	25	34
洗濯容量 (kg)	3.5	3.6
標準水量 (l)	33	47
水位切換	無段切換 (手動)	4段 (高・中・低・少量)
洗濯方式	かくはん式	
かくはん翼の往復回数	負荷量による自動調節 35~45 往復/min	40~50 往復/min
脱水方式	遠心脱水式	
脱水回転数 (rpm)	50 Hz 約 1,400 60 Hz 約 1,700	約 900
消費電力・出力 (W)	モ洗 50 Hz 490 タ灌 60 Hz 495・120	50 Hz 520 60 Hz 540・150
	モ脱 50 Hz 135 タ水 60 Hz 155・30	

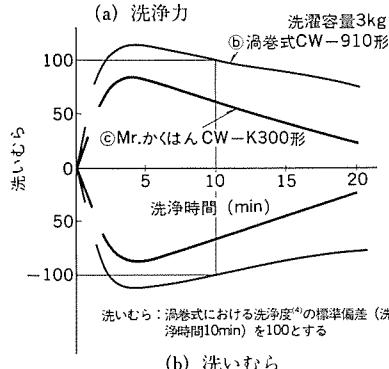
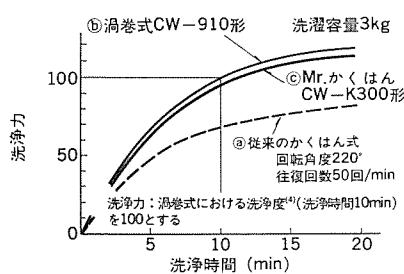


図 11. 洗浄力と洗いむら

卷式に比べ大幅に小さく、また洗浄数分にして急激に減少する。そして通常の洗浄時間10分前後でも洗いむらは、40%の改善である。

### (3) 布傷み

《Mr. かくはん》は布がらみがほとんどないために、衣類の形くずれも図12に示すように大幅に改善されている。また衣類どおりや、羽根とのこすれなどによって発生するリント量も渦巻式 CW-910 形に比べ 30% の減少をしている。

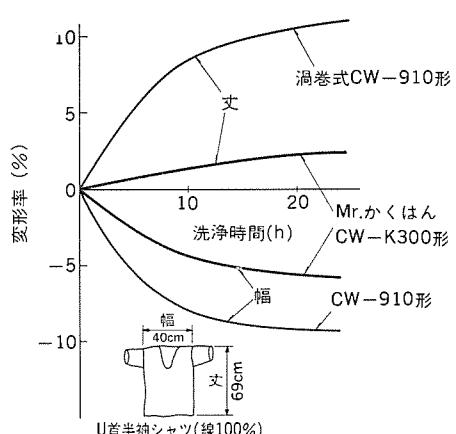


図 12. 形くずれ

### 6. 《Mr. かくはん》の特長

《Mr. かくはん》のマイコンかくはん式洗浄機構は、従来のかくはん式とは異なり、「かくはん翼の回転状態を衣類センサで検出し、この情報に基づいてモータを直接正逆回転制御し、かくはん翼を約1回転内で往復回転運動させて、衣類を縦に回動させながらもみ・ぶり・押し洗いで洗浄する」ものであり次の特長をもつている。

(1) 「布がらみがほとんどなく」、「洗いむら、布傷みが少ない」角速度の大きなかくはん翼の往復回転運動によって、渦巻式とほぼ同等の大きな洗浄力で、かつ布をほとんどからめず、傷みの少ないそして洗いむらの少ない洗浄を行う。

(2) 洗濯物にあった水流を自動調節する「自動おまかせ水流」衣類センサで負荷状態を検出し、負荷あるいは厚物が多いときには、強力で速い周期、負荷が少ないあるいは薄物が多いときには、柔らかい、ゆったりとした周期の運動に、かくはん翼の動きを自動的に制御し洗濯物にあった適切な水流を作り出す。

そのほかに《Mr. かくはん》には、

- (3) 見やすく、使いやすい「前面操作パネル」
- (4) 乾燥機を低く設置でき、邪魔にならない「おれおれフタ」
- (5) 電源が自動的に切れる「オートパワーオフ機構」

(6) 除湿タイプ衣類乾燥機の「排水ホース接続口」

(7) 糸くず取り「フィルター」

(8) 毛布、タオルケットなどの「大物洗い」全自動洗濯機 AW-K 360 形には更に、

(9) 最終すすぎで仕上剤を投入する「ソフト剤自動投入機構」

(10) 洗い・排水・脱水工程での異常を警報する「トラブル監視機能」

などがある。

### 7. むすび

多様化した消費者ニーズの本質を把握・評価し、洗濯機本来の機能だけでなく、操作性・デザインなどの人間工学的な面にも十分な配慮をして、新規性に富んだ《Mr. かくはん》の開発・商品化を行ってきた。今後も更に研究・改善を重ね、より魅力ある商品として《Mr. かくはん》を発展させる所存である。

### 参考文献

- (1) 家庭電気機器変遷史、家電月報(社)家庭電気文化会
- (2) POPULAR SCIENCE (1982-10)
- (3) 洗浄と生活(財)科学技術教育協会
- (4) 日本工業規格、電気洗たく機、JIS C 9606 (1979)
- (5) AN AMERICAN NATIONAL STANDARD, PERFORMANCE EVALUATION PROCEDURE FOR HOLISE-HOLD WASHERS ANSI/AHAM HLW-1-1980

## フリップフロップ回路 (特許 第1197041号)

発明者 宮崎行雄

この発明は、ゲート回路を用いて構成され、かつ電源投入時に出力の状態を決め得るフリップフロップ回路に関するものである。

ゲート回路を用いて構成されるフリップフロップ回路は、構成が簡単な為、従来より広く使用されている。図1はNANDゲート2個を用いたR-Sフリップフロップ回路である。本回路は、電源投入時に出力の状態を決定できない為、従来は図2に示す様に抵抗Rと容量Cから成る外付け回路を付加する事により電源投入時にNANDゲート(1)の入力を“L”に保ち、出力(4)を“H”，出力(6)を“L”に決定していた。しかしながら、集積回路内に大きな値の容量を作る事は難しく、集積回路内では簡単に実現できなかった。本発明は、通常動作時の各ゲートの回路しきい値電圧を同じ値に維持しながら、

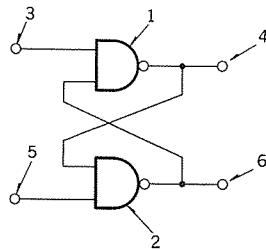


図1

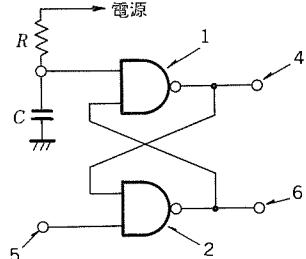
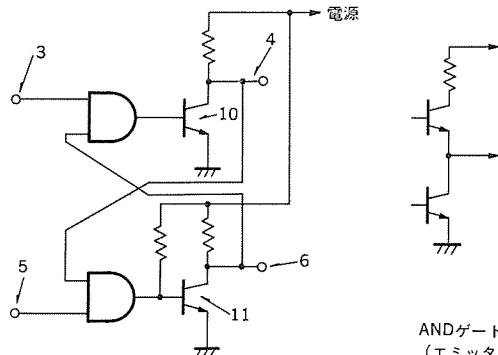


図2

電源投入時に出力の状態を決定し得るフリップフロップ回路を実現している。図3は本発明の一実施例で、エミッタフォロワ回路出力を持つANDゲートの出力にトランジスタ(10)，(11)を付加し、トランジスタ(11)のベースと電源間に抵抗を挿入している。この構成により電源投入時にトランジスタ(11)が必ず先にオフ状態となり、出力(4)を“H”，出力(6)を“L”に決定できる。又、ANDゲートは同一回路構成を用いるので、通常動作時に各ゲートの回路しきい値電圧を同じ値にすることができる。



ANDゲートの出力回路例  
(エミッタフォロワ回路)

図3

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 59 No. 8 民生用半導体特集

### 特集論文

#### ●民生用半導体の展望

- CMOS 8ビット1チップマイコン M50754-×××SP
- シングルチップ形CRTコントローラ M58992P
- カラーテレビ用信号処理1チップIC
- ゼニス方式米国TV音声多重復調用IC
- Hi-Fi VTR用音声信号処理IC
- コンパクトディスクプレーヤー用半導体集積回路
- 超低雑音Bi-FETオペアンプ
- 900MHz帯高周波高出力混成集積回路

#### ●100V・200Vライン用ホトライアックカプラのシリーズ化

### 普通論文

- 電離管シーム位置検出装置
- ストアデータプロセッサS-6500
- フジッコ(株)向け分散処理オンライン販売管理システム
- 三菱掌形判別機
- 『MELON』システム—バス方式を採用したハウスキーピングシステム
- 三菱ビデオテックスターミナル

### 三菱電機技報編集委員

委員長	馬場 準一	委員	馬場 俊晃
副委員長	岸本 駿二	委員	山内 敦
“	三浦 宏	“	武富 大児
委員	峯松 雅登	“	瀬辺 国昭
“	翠川 祐	“	竹内 政和
“	三道 弘明	“	徳山 長
“	大年 倉像	“	柴山 恒一
“	吉田 太郎	“	永井 昭夫
“	川井 尚	“	小原 英一
“	立川 滉兵衛	“	尾形 善弘
“	的場 徹	幹事	岡田 俊介
“	田中 克介	7号特集担当	武藤 達也
“	野村 兼八郎		
“	酒井 靖夫		

### 三菱電機技報 59巻7号

(無断転載を禁ず) 昭和60年7月22日印刷  
昭和60年7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) 三菱電機エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」Tel.(03) 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)



▲システム40 ▼システム10

このたび三菱電機ではオフィスコンピュータの新シリーズ《MELCOM 80》システム40・30・20・10を開発しました。この新シリーズは、近年のOAシステムにおける高度化・多様化の要求に対応し、オフィスワークをより効率的にカバーするためのオフィスコンピュータシステムを提供するものです。

### 特長

#### ●システム規模の拡大

システム40は、最大16Mバイトの主記憶容量、当社従来機モデル500の1.4倍の処理速度の向上など、汎用小型機を上回る性能・機能を実現しており、大規模システムの構築が容易にできます。

#### ●コンパクト化

256Kビットメモリ素子の全面採用、統合入出力機構の開発、5インチ大容量固定ディスクの採用(システム10のみ)などにより、小型化・省電力を達成しています。特にシステム30は、32ビット機としては初めてディスクサイドキャビネット(高さ700mm)を実現。どんなオフィスにも手軽に設置できます。

#### ●ソフトウェアの互換性

システム40・30ではDPS10、システム20・10ではDPSⅣの既存オペレーティングシステムがそのまま使用できます。プログレスIIで作成されたプログラムは、DPS10とDPSⅣのOS間でソースレベルの互換性があります。そのため、下位機から上位機への移行及び従来機から新シリーズへの移行が容易に実現できます。



#### ●総合化OAソフトウェアの提供

OAワークステーションを従来のローカルワークステーションの代りに接続することにより、従来の日本語ワークステーションとしての利用の他に、ホスト側で作成されたデータをOAワークステーション側に転送し、OAワークステーションのパソコン機能を利用したグラフ、表の作成、文書への挿入など、ホストと端末側ソフトウェアとのより有機的な結合による統合OA機能を実現します。

### 仕様

	システム40	システム30	システム20	システム10
主記憶容量	4~16Mバイト	4~8Mバイト	1~4Mバイト	0.5~2Mバイト
エラー検出・訂正	1ビット誤り自動訂正		1ビット誤り完全検出	
命令命令数	298	16個(32ビット)	127+オプション14	127
演算レジスタ			6個(16ビット)	
キヤッショメモリ	16Kバイト(オプション)			
低速チャネル		1チャネル(基本処理装置に内蔵)		
高速チャネル	6ポート	4ポート	2ポート	2ポート
浮動小数点演算機構	単精度・倍精度(オプション)	—	—	—
WCS機構	32K語(オプション)	—	12K語(オプション)	—
ディスク最大容量	3.2Gバイト	1.6Gバイト	1.4Gバイト	195Mバイト
ワークステーション最大接続台数	64台	32台	32台	8台
基本キャビネット外形	760×1000×700mm 固定ディスク2台内蔵	760×700×700mm 固定ディスク1台内蔵	580×700×700mm 固定ディスク1台内蔵	190×700×700mm 固定ディスク1台内蔵
オペレーティングシステム	DPS10		DPSⅣ	