昭和37年9月15日第三種郵便物認可　三菱電機技報　54巻4号(通巻587号)昭和55年4月25日発行(毎月1回25日発行)　ISSN 0369-2302／CODEN:MTDNAF

MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報

Vol.54 No.4

周辺端末機器特集

4
1980

未来を開発する
三菱電機

三菱電機技報

Vol. 54 No. 4 APRIL 1980

周辺端末機器特集

目　次

特集論文

高品質を目的とした高速漢字プリンタ……柴田信之・鈴木文雄・畑中靖通　1
M2483 形光学文字読取装置 (OCR)……斎藤靖彦・豊田武人・野口英一・南部　元・山本勝敬　6
M2884 密閉形固定ディスク装置……角田正俊・清水　豪・加茂正義　11
《MELCOM 80》シリーズのマルチワークステーションシステム…本間雅美・馬場　理・井上智男・西田憲治・新田俊晴　16
ファクシミリを利用したコンピュータシステム……太田芳弘・松田主税・太刀掛伸一・田中久之・浦山統喜治　21
カラーグラフィック表示を実現した工業分野向けディスプレイ装置……渡部明洋・西出政司　26

普通論文

三菱電子式ノーヒューズしゃ断器《MELNIC》による低圧電路の保護協調……望月義範・藤久博章　35
配水管網における末端圧保持プログラム (SONET-Ⅱ)……小沢純一郎・斎藤美邦　40
人工衛星搭載用電子衝撃形水銀イオンエンジン……東　久雄・中村嘉宏・工藤　勲・島田貞憲・吉川皖造　45
人工衛星の三軸姿勢制御方式と試験装置……岡田賢二・山田　武・井上正夫・中村陽三　50
大電力インバータ用サイリスタ素子……多田昭晴・川上　明・中川　勉・由宇義珍　54
新しい規格形エレベーター《エレペット アドバンス》……鈴木育雄・寺園成宏・丸山祥男・加藤久夫　59
エレベーター用 P 波センサ付地震管制システム……鈴木克彦・岸本福太郎　63
耐震形温水器の開発……濱口龍也・小泉孝之・近藤正司・窪田秀治　67
特許と新案……33
スイッチング回路，電気自動車の制御装置，位相弁別装置
当社の登録新案一覧……32
スポットライト……72
電気掃除機，電気シェーバー《マイクロスパーブ》，ルームエアコン《アートクール》(表 3)

FEATURING COMPUTER PERIPHERAL AND TERMINAL EQUIPMENT

CONTENTS

FEATURED PAPERS

High-Speed Sino-Japanese Character Printers……Nobuyuki Shibata et al.　1
The Type M2483 Optical Character Reader……Yasuhiko Saito et al.　6
The Type M2884 Sealed Fixed-Disk Drive……Masatoshi Kakuda et al.　11
The MELCOM 80 Series Multi-Workstation System……Masami Homma et al.　16
Computer Systems Using a Facsimile as an I/O Device……Yoshihiro Ota et al.　21
A Color Graphic-Display System for Use in Industry……Akehiro Watabe & Masashi Nishida　26

GENERAL PAPERS

Coordination of Low-Voltage Circuit Protection by MELNIC Electronic No-Fuse Breakers…Yoshinori Mochizuki & Hiroaki Fujihisa　35
A Program for Maintaining the Required Head at the Extremities of a Water-Distribution Network……Jun'ichiro Ozawa & Yoshikuni Saito　40
An Electron-Bombardment Mercury-Ion Engine for Satellites……Hisao Azuma et al.　45
A Three-Axis Attitude-Control System and a Test Facility for Satellites……Kenji Okada et al.　50
High-Power Thyristors for Inverter Use……Akiharu Tada et al.　54
The Elepet Advance, a New Standardized Passenger Elevator……Ikuo Suzuki et al.　59
Elevator Earthquake Emergency-Refuge System With a Primary-Wave Sensor……Katsuhiko Suzuki & Fukutaro Kishimoto　63
The Development of Earthquake-Proof Hot-Water Tanks……Tatsuya Hamaguchi et al.　67

表　紙

M8290-1 高速漢字プリンタ

M8290-1 高速漢字プリンタは，レーザ方式による超高速漢字プリンタで，昭和 54 年 1 月に発表，同年 4 月に 1 号機が出荷された。最大印字速度は，10,500 行/分 (12 行/インチ) の高速印字が可能で，一般のラインプリンタ (spool-tape format) の代用としても使用できる。通常の印字データにあらかじめ登録した書式・文字・記号等を重ねて印字することのできるディジタルオーバレイ機構や，1 ページ当たりのデータに対して，最大 224 ページのコピーのとれるコピー機構や，指定ページ，指定項目等の選択印字機能などの機能を備えており，金融，保険，証券，出版，情報，電力業界等の文書作成業務に大きな力となっている。

COVER

The M8920-1 High-Speed Non-Impact Sino-Japanese Character Printer

Announced in January 1979, the first M2890-1 Sino-Japanese character printer was shipped the following April. Laser technology gives it an extremely high maximum printing rate of 10,500 lines/minute (12 lines/inch), and makes it a viable replacement for spool-tape line printers. It features digital overlay for the printing of prerecorded forms, text and symbols, etc., and a copy-print system for up to 224 copies of a single page. These, and its index-search print capability, make it ideal for applications in finance, insurance, securities, publishing, and other information-intensive industries, as well as the electric power industry.

アブストラクト

高品質を目的とした高速漢字プリンタ

柴田信之・鈴木文雄・畑中靖通

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P1～5

漢字情報処理システムにおいて，計算機の周辺機器として使用される当社の高速漢字プリンタ（M8250，M8260，M8290－1等）について，その印字プロセス，特長，性能を概説するとともに，漢字ソフトウェア，漢字プリンタのアプリケーション，及び今後の動向について述べる．

ファクシミリを利用したコンピュータシステム

太田芳弘・松田主税・太刀掛伸一・田中久之・浦山統喜治

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P21～25

ファクシミリをコンピュータの入出力端末に使用する新しい利用技術が開発されている．ここではコンピュータによりファクシミリ通信を改善するファクシミリ蓄積交換システム《MELFANET》と，ファクシミリを図形情報の出力端末に利用した図形情報処理システムについて，システムの機能，ファクシミリの利用方式について概説するとともにシステムの具体例を紹介する

M2483形光学文字読取装置（OCR）

斉藤靖彦・豊田武人・野口英一・南部　元・山本勝敬

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P6～10

データ入力の分散処理に適した新形OCR〝M2483形〟を開発したので，その概要を紹介する．この装置の特長は，①認識ユニットのポリプロセッサ化などによる認識性能の向上，②赤色けい光灯採用による筆記具制限の緩和，③ヘッド静止形の光学走査方式などの採用による読取速度の向上，④帳票搬送機構の改良による帳票のサイズ・紙質・とじ穴などの制限緩和，⑤豊富なチェック機能と処理モードとによる読取結果の信頼性と使いやすさの向上などである。

カラー・グラフィック表示を実現した工業分野向けディスプレイ装置

渡部明洋・西出政司

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P26～31

工業用計算機システムでは，制御の複雑化，監視範囲の広域化に伴い，人間と計算機間のコミュニケーションの手段として，計算機のもつ情報を簡明な図形として表現するグラフィックディスプレイ装置が不可欠となっている．

本稿では，工業分野向けディスプレイ装置でベクトル表示機能などを実現した本格的なカラー・グラフィックディスプレイ装置と，そのサポートソフトウェア機能について説明する．

M2884密閉形固定ディスク装置

角田正俊・清水　豪・加茂正義

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P11～15

M2884密閉形固定ディスク装置の開発報告である．記録密度241ビット/㎜（6,122BPI），トラック密度19トラック/㎜（480TPI）の技術を用い，記憶容量130メガバイトを有している．磁気ディスク及びヘッドは密閉した容器内におさめており，耐塵埃環境性に優れた装置となっている．オフィスコンピュータ・ミニコンピュータへの接続にともなう媒体欠陥の処理法・バックアップ方式などの応用についても言及している．

三菱電子式ノーヒューズしゃ断器《MELNIC》による低圧電路の保護協調

望月義範・藤久博章

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P35～39

低圧電路の保護協調システムにおいて，負荷の制御システムが高度にかつ複雑になるにつれて，低圧の配線用しゃ断器は，より広い選択協調が取れて，最大限の連続給電の機能を有することが要求されている．そのために可調整短限時引外し特性を有した《MELNIC》を販売しているが，このたび400Aフレームから4,000Aフレームまでシリーズを拡大したので，このシリーズの低圧電路の保護協調について述べる．

《MELCOM80》シリーズのマルチワークステーションシステム

本間雅美・馬場　理・井上智男・西田憲治・新田俊晴

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P16～20

近年オフィスコンピュータの顕著な技術動向として，①インライン処理能力の向上，②処理の広域化・分散化がある．

《MELCOM80》のマルチワークステーションシステムは，上記2つの技術の流れを取込み，かつ《MELCOM80》の10年の歴史でつちかってきた「かんたんコン」という操作性のよい点をうまく融合した成果である．開発の背景，ハードウェア，ソフトウェアの方式と特長とについて報告する．

配水管網における末端圧保持プログラム（SONET－II）

小沢純一郎・斉藤美邦

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P40～44

最近，上水道の運用に関して，水の有効利用，送水系統の運用，配水系統の運用など，高度な運用手法の必要性が叫ばれてきている．このような状況に対処するため，当社でも今まで数多くのソフトウェアを開発してきたが，この度，配水管網における末端圧保持プログラムの開発を完了したので，ここにその概要について述べる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 21~25 (1980)

Computer Systems Using a Facsimile as an I/O Device

by Yoshihiro Ota, Chikara Matsuda, Shin'ichi Tachikake, Hisyauki Tanaka & Tokiji Urayama

New technology has been developed for the use of facsimile equipment as an I/O device for computer systems. The article outlines the functions of the MELFANET facsimile-message storage and exchange system, which also utilizes the computer to improve facsimile communications, and introduces an image-processing system that uses facsimile equipment as an output device for image data. It also describes how the facsimile facility is used and gives practical application examples.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 26~31 (1980)

A Color Graphic-Display System for Use in Industry

by Akehiro Watabe & Masashi Nishide

Graphic-display systems, which provide the simple graphical representation of information generated by industrial computer systems, have become indispensable for the man-machine communications involved in the ever-growing extent and complexity of control and monitoring functions.

The article describes a sophisticated color graphic-display system using vector generation for industrial graphic-display applications, and introduces the support software functions.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 35~39 (1980)

Coordination of Low-Voltage Circuit Protection by MELNIC Electronic No-Fuse Breakers

by Yoshinori Mochizuki & Hiroaki Fujihisa

As the load-control systems in low-voltage-circuit protective coordination systems become more complex and sophisticated, the molded-case circuit breakers used in them must be more extensively coordinated to provide the greatest assurance of a continuous electrical supply. Mitsubishi Electric is now marketing MELNIC electronic No-Fuse breakers, with adjustable short-delay tripping characteristics, for this application. The article describes the extension of the series from 400 to 4000A frames, and discusses the protective coordination of low-voltage circuits.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 40~44 (1980)

A Program for Maintaining the Required Head at the Extremities of a Water-Distribution Network

by Jun'ichiro Ozawa & Yoshikuni Saito

To ensure the effective utilization of water resources, more sophisticated operation of waterworks, water-supply systems and water-distribution systems is essential. Mitsubishi Electric has responded to this need by developing a wide range of applicable software. The article outlines a newly developed program for maintaining the required head of water at the most remote extremities of a water-distribution network.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 1~5 (1980)

High-Speed Sino-Japanese Character Printers

by Nobuyuki Shibata, Fumio Suzuki & Yasumichi Hatanaka

The article gives not only a general description of the printing process, characteristics and performance of the high-speed Sino-Japanese character printers (M8250, M8260, M8290-1, etc.) manufactured by Mitsubishi Electric as peripheral equipment for Sino-Japanese data-processing systems but also discusses the software used with Sino-Japanese character systems, applications for this type of printer and the trend of future developments.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4 pp. 6~10 (1980)

The Type M2483 Optical Character Reader

by Yasuhiko Saito, Takehito Toyota, Hideichi Noguchi, Hajime Nambu & Katsuyoshi Yamamoto

Suitable for use as a data input in distributed data-processing systems, this OCR features: 1) improved recognition performance by the adoption of a polyprocessor-type recognition unit; 2) an easing of the restrictions on note-making methods by the use of a red fluorescent lamp; 3) an improved reading speed by the introduction of an optical scanning system with a static head; 4) an easing of the restrictions upon the size, quality of paper and sprocket holes of the forms to be read by improvements to the paper-transport mechanism; and 5) highly reliable read-out.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4 pp. 11~15 (1980)

The Type M2884 Sealed Fixed-Disk Drive

by Masatoshi Kakuda, Tsuyoshi Shimizu & Masayoshi Kamo

The Type M2884 sealed fixed-disk drive introduced in this article has a memory capacity of 130M-bytes by virtue of Winchester technology with a recording density of 241-bit/mm (6,122BPI) and a memory track density of 19-track/mm (480TPI). The magnetic disk and heads are effectively protected from dust within a sealed enclosure. The article also discusses applications in connection with small-business computers and minicomputers, dealing with the problems of media defects and incorporation in a backup system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4 pp. 16~20 (1980)

The MELCOM 80 Series Multi-Workstation System

by Masami Homma, Satoru Baba, Tomoo Inoue, Kenji Nishida & Toshiharu Nitta

Recent marked technological advances in small-business computers include an improved in-house on-line processing capability, and the enlargement and distribution of processing capabilities. The MELCOM 80 multi-workstation system is an outstanding example of these trends and embodies extremely high operability stemming from a ten-year history of development. The article reports the development background, and the methods adopted in the hardware and software systems together with their special characteristics.

アブストラクト

人工衛星搭載用電子衝撃型水銀イオンエンジン

東　久雄・中村嘉宏・工藤　勲・島田貞憲・吉川皖造

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P45～49

電子衝撃型水銀イオンエンジンは，将来の人工衛星の軌道制御，姿勢制御用の2次推進系として，米国をはじめ諸外国で盛んに開発されている．本稿では，昭和56年度に宇宙開発事業団が打上げを予定している技術試験衛星Ⅲ型に搭載されるイオンエンジン装置のスラスタ部として，現在開発中のイオンビーム直径5cmの電子衝撃型水銀イオンエンジンについて，動作原理・仕様・構造・性能等につきエンジニアリングモデルの試験結果をまじえて述べる．

新しい規格形エレベーター《エレペット アドバンス》

鈴木育雄・寺園成宏・丸山祥男・加藤久夫

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P59～62

最近，規格形エレベーターの普及はめざましくエレベーター総需要の80％を占めるまでに成長し，その用途も多様化している．この市場要求に答えるべく，省エネルギー並びに信頼性・安全性・快適さ及び使いやすさの向上を目的として，意匠一新，制御装置のマイコン利用による電子化，新形ドア機構の採用など規格形エレベーターの全面モデルチェンジを行い，愛称も《エレペット アドバンス》として昭和54年9月より発売を開始したのでこれの概要を述べる．

人工衛星の三軸姿勢制御方式と試験装置

岡田賢二・山田　武・井上正夫・中村陽三

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P50～53

人工衛星に搭載した観測機器からの要求をみたす高精度三軸姿勢制御系の開発を進める必要が生じた．この要求に基づき，姿勢制御方式の検証を行うための装置として，三軸エアテーブル試験装置を製作し，三軸姿勢制御系の試験を実施した．この論文では製作した三軸エアテーブル試験装置の構成・特長，姿勢制御方式及び得られた試験データに対する評価について述べる．

エレベーター用P波センサ付地震管制システム

鈴木克彦・岸本福太郎

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P63～66

地震発生時エレベーターを最寄階に停止させる管制システムとして，従来本震（S波）の加速度を検出する方法が推奨されている．この従来システムに対し，初期微動（P波）を検出しエレベーターを停止させ，破壊的な本震到着前に乗客を安全にかごの外へ誘導する機能を付加した新地震管制システムを開発した．本文でこのシステムの概要について述べる．

大電力インバータ用サイリスタ素子

多田昭晴・川上　明・中川　勉・由宇義珍

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P54～58

耐圧1,200V，電流容量1,500A，ターンオフ時間15μsの高耐圧大容量高速サイリスタ（FT1500EY）と耐圧1,800V，電流容量10,000A（パルス幅140μs）ターンオフ時間30μsの高耐圧大電流パルス通電用サイリスタ（FT1000CX）の開発と量産化に成功したのでその設計，特性，応用について述べる．FT1500EY，FT1000CXは，インバータ応用などにおいて，それぞれ主サイリスタ，転流用サイリスタとして優れた性能を発揮し，装置の小形軽量化へ大きく貢献できるものと期待される．

耐震形温水器の開発

濱口龍也・小泉孝之・近藤正司・窪田秀治

三菱電機技報 Vol.54・No.4・P67～71

昭和53年の宮城県沖地震以来，高層住宅に設置される設備機器の地震対策が重要な問題となっている．当社ではこの状況を考慮して，高層住宅向けに需要の多い深夜電力利用の貯湯式温水器を耐震構造化し，震度5までの地震に対して十分な信頼性のある温水器を開発した．この報告では，耐震形温水器の設計の考え方，開発上の技術課題について述べ，有限要素法を用いた振動解析による耐震設計と，加振試験による信頼性の検証結果の概要を紹介する．

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 59~62 (1980)

The Elepet Advance, a New Standardized Passenge Elevator

by Ikuo Suzuki, Narihiro Terazono, Yoshi Maruyama & Hisao Kato

The recent remarkable growth in the Japanese market for standardized elevators has brought their share to approximately 80% of total demand, and they are finding increasingly diverse applications. Mitsubishi Electric is meeting this demand by new designs, the application of microprocessors to control equipment, and the introduction of a new door mechanism, etc., with the aim of saving energy, increasing reliability, safety and comfort, and improving operation. The article gives a general description of the Elepet Advance, a new standardized passenger elevator first marketed in September 1979.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 63~66 (1980)

Elevator Earthquake Emergency-Refuge System with a Primary-Wave Sensor

by Katsuhiko Suzuki & Fukutaro Kishimoto

Conventional earthquake emergency-refuge systems operate by detecting the acceleration associated with the main shock (the S wave) and stopping the elevator at the next floor. Mitsubishi Electric has developed a new earthquake emergency-refuge system with a primary-wave (P wave) sensor. This operates by detecting the preliminary tremor and can achieve the safe escape of passengers from the car before it is reached by the destructive main shock. The article gives a general description of the system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 67~71 (1980)

The Development of Earthquake-Proof Hot-Water Tanks

by Tatsuya Hamaguchi, Takayuki Koizumi, Shoji Kondo & Hideharu Kubota

The 1978 earthquake off the coast of Miyagi Prefecture posed serious problems in the subsequent development of earthquake countermeasures for electric appliances in multistoried residences. Mitsubishi Electric has developed a hot-water tank for the nighttime storage of "dumped" electrical energy with an aseismic structure in great demand for multistoried residences. It can fully withstand tremors up to the fifth order of magnitude on the seisimic scale. The article describes the concept of earthquake-proof hot-water tanks, the technical issues involved in their development, and outlines an earthquake-proof design developed by vibration analysis using their finite-element method, together with the results of vibration tests for reliability.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 45~49 (1980)

An Electron-Bombardment Mercury-Ion Engine for Satellites

by Hisao Azuma, Yoshihiro Nakamura, Isao Kudo, Sadanori Shimada & Gyozo Yoshikawa

An intensive development effort is being concentrated upon the electron-bombardment mercury-ion engine for applications to station keeping, attitude control and auxiliary propulsion systems in future satellites, both in the United States and other nations. The article describes the operating principles, specifications, structure and performance, etc. of an electron-bombardment mercury-ion engine with a 5cm-diameter beam currently under development as the thruster unit for Engineering Test Satellite III, which is to be launched by NASDA in 1981, with particular reference to test results on an engineering model.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 50~53 (1980)

A Three-Axis Attitude-Control System and a Test Facility for Satellites

by Kenji Okada, Takeshi Yamada, Masao Inoue & Yozo Nakamura

Satellite-mounted observation equipment requires the development of an extremely accurate three-axis attitude-control system. Mitsubishi Electric has responded to this need by producing a three-axis air-table test facility for the verification of attitude control and the testing of three-axis attitude-control systems. The article describes the structure and characteristics of the new three-axis air-table test facility, discusses methods of attitude control, and evaluates the test results.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 4, pp. 54~58 (1980)

High-Power Thyristors for Inverter Use

by Akiharu Tada, Akira Kawakami, Tsutomu Nakagawa & Yoshiharu Yuu

The article describes the design and applications of a newly developed mass-produced high-voltage high-power fast-switching thyristor (FT1500EY) with a blocking voltage of 1,200V, an average current of 1,500A and a turn-off time of 15μs, and a high-voltage thyristor for high-current pulses (FT1000CX) with a blocking voltage of 1,800V, an average current of 10,000A and a (pulse width of 140μs). The FT1500EY and FT1000CX for inverter use, etc., achieve high performance respectively as main thyristors and as auxiliary thyristors, and are expected to contribute to the reduction of size and weight in the equipment that uses them.

高品質を目的とした高速漢字プリンタ

柴田信之*・鈴木文雄*・畑中靖通*

1. まえがき

最近の情報処理システムの中で，“漢字の情報を処理する”市場の要求にはすさまじいものがある。これまで，漢字は字形が複雑で字種も多く，これを計算機で処理するのに種々の問題があったが，これらを克服する種々の研究開発が行われ，効率のよい漢字機器の製品化が相次ぎ，本格的な普及の時代に入った。また処理技術としても，漢字を単なるデータとして扱う“漢字データ処理”から文章相互間，すなわち“日本語としての情報処理”の技術確立化も強く要望されてきている。

当社は，この種の漢字情報処理システムに積極的に取組み，数多くの成果を挙げてきた。この主力となったものは，高性能高速漢字プリンタシリーズの開発と，その製品化に負うことは言うまでもない。昭和49年に製品化したM 8220高速漢字プリンタシステムは，普通紙（一般連続用紙）を使った我が国で初めての高品質・高速プリンタシステムであり，また，昭和52年発表のM 8250高速漢字プリンタシステムは，18インチ幅までの用紙を印字できる高性能漢字プリンタシステムであり，国内では，同機種クラスで最も納入実績を挙げてきた。また，昭和54年にはM 8290-1漢字プリンタシステムを製品化し，レーザ露光方式による1分間に最大10,500行（インチ12行にて）の超高速印字を行う高性能機種である。

以下に，これらの高速漢字プリンタシステムの特長・機能・適用例等について紹介するとともに，今後の課題も含めて述べてみたい。

2. 高速漢字プリンタシステムの特長及び機能

高速漢字プリンタシステムは，三菱漢字情報処理システムにおいて，図1.に示すような，主要なサブシステムを担っている。

このサブシステムは，一貫して次のような基本的な設計思想のもとで開発を進めてきた。このことは，とりもなおさずプリンタシステムの特長及び機能そのものでもある。

（1） 普通紙が使用可能。
（2） 高速印字が可能。
（3） 高印字品質である。
（4） 操作性がよい。
（5） サポートソフトウェアは，いかなるホスト計算機でも使用可能。
（6） 他のサブシステムと交換性を有し，データ・情報交換が可能。
（7） 豊富な漢字DB (Data Base)／DC (Direct Communication)を完備する。

以上のような高性能な機能は，ユーザーに高く評価され，漢字システムに対する需要の高まりとともに，受注も増大してきている。

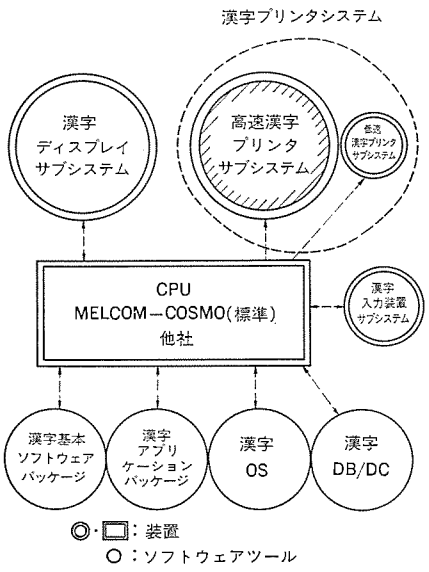


図 1. 三菱漢字情報処理システムと高速漢字プリンタサブシステム

3. 高速漢字プリンタシステムのハードウェア

三菱高速漢字プリンタシステムは，ハードウェア方式のプロセスの違いから，大別して次の2系統に分類される。

（1） OFT (Optical Fiber Tube) による乾式電子写真方式。
（2） レーザビームによる乾式電子写真方式。

以降，前者をOFT方式，後者をレーザ方式と略称すると，M 8220とM 8240とM 8250は，OFT方式であり，M 8290-1は，レーザ方式である。

上記の2方式の主な特色は，OFT方式は多機能高品質，レーザ方式は高速度大量印刷に適しており，前者は文章処理，小量多種の印刷に最適であり，後者は，これまでのLPイメージで大量印字する業務に最適と言えよう。当社はこれらの業務を十分に配慮の上，以下のようなハードウェア構成，操作性を構築している。ここでは，特にOFT方式のM 8250，M 8260，レーザ方式のM 8290-1のハードウェアを中心に紹介する。

3.1 OFT方式の漢字プリンタ（M 8250，M 8260）

3.1.1 動作原理

OFT方式もレーザ方式も共に乾式電子写真方式の原理を応用しており，そのプロセスの1つである露光工程の手段として，前者はOFTを，後者はレーザ光線を利用している違いによるものである。OFT方式の動作原理を図2.に示す。

乾式電子写真方式のプロセスは，帯電→露光→現像→転写→定着の過程が必要である。OFT方式では，光エネルギーにより電荷が消失する性質を有するマスタペーパーとよばれる感光材を使用する。まず電荷をマスタペーパー上に一様に帯電させる。一方OFTのブラウン管上には，漢字コントローラから送信されてきた文字情報が1字ずつ映し出されると，これと接しているマスタペーパー上の電荷は，OFTの輝いている部分（文字パターン）だけ消失し電気的な潜像が形式される。この像は図2.の矢印の方向に移動すると現像部で，電荷（マスタペーパー上の電荷と同種の極性の電荷）を持った有機顔料（トナー）が付着し，可視像が形成される。このトナーは，転写部に到着すると印字用紙の裏面からトナーを引きつけるだけの電位を加えることにより，

* 通信機製作所

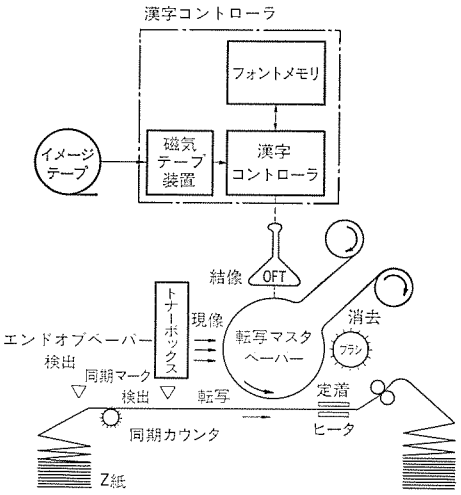


図 2. OFT 方式漢字 プリンタ 動作原理

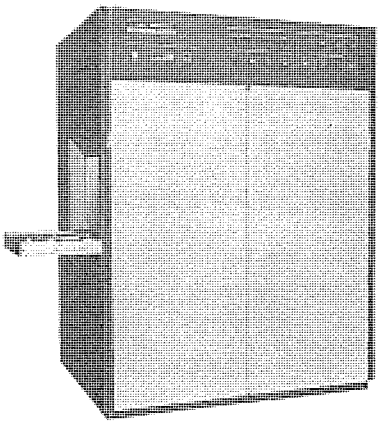


図 3. M 8250 漢字 プリンタ

用紙の表面に トナー が転写される。このままでは，トナー は粒子のままであるので，用紙の搬送に従い定着部で熱処理し，文字を固形化(定着)させる。

3. 1. 2 M 8250 高速漢字プリンタ

M 8250 (図 3.) が ユーザー に広く愛好されるまでには，M 8220，M 8240 などの系統立った技術の蓄積があったからこそと言える。

先にも述べたが M 8220 は，昭和 49 年に普通紙を使った我が国で初めての高品質・高速 プリンタ である。この技術を引き継いだ M 8250 の特長・構成・基本仕様を次に述べる。

(1) 特 長

(a) 18 インチ までの スプロケット 付連続普通紙が使用できる

(b) 高速である (3,600 行／分)

(c) 活字なみの鮮明な印字品質をもつ

1 字当たり 32×32 ドットマトリクス の文字構成であり，画数の多い文字でもほとんど字画の省略なしに鮮明に印字できる。

(d) OCR 印字 (OCR-B フォント) が可能

精読率 99.98 % 程度の高品質 OCR 印字を行う。

(e) ラインプリンタ としても使用できる

1 行の印字文字が ラインプリンタ と同じであり，用紙も 18 インチ のものまで使えるため，従来の ラインプリンタイメージ をそのまま印字できる。

(f) 用途に応じた種々の帳票が作成できる

行間隔が 0.35 mm ステップ で指定できる。

(g) フォームオーバレイ 機能がある。

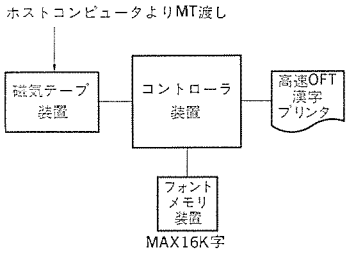


図 4. M 8250 OFT 方式漢字 プリンタオフライン 構成

表 1. M 8250 基本仕様

番号	項 目	規 格
1	印 字 方 式	OFT(Optical Fiber Tube) による乾式電子写真方式
2	印 字 速 度	3,600 行／分 (8 ポイントの場合)
3	1 行 印 字 数	136 字／行 (インチ 10 字サイズの場合)
4	印 字 文 字 品 質	32×32 ドットマトリクス
5	印 字 文 字 種 類	最小 2,048～最大 16,384 字種 (外字処理可能)
6	印字文字の大きさ	7, 8, 9, 10, 12 ポイント及びインチ 10 字サイズ (行単位に可変)
7	縦 書 ・ 横 書	可 能
8	印 字 用 紙	スプロケット穴付，一般連続用紙 (Z 紙)
9	紙 幅	177.8～457.2 mm (7～18 インチ)
10	紙 厚	55～135 kg (坪量 64～157 g/m^2)
11	プリプリント用紙	使用可能
12	フォームオーバレイ機能	可 能
13	OCR 文 字 印 字	OCR……B フォント標準
14	入力磁気テープ	記録密度：800 BPI 又は 1,600 BPI トラック数：9 トラック テープ長：2,400 ft
15	電 源	AC 200 V　10 kVA (50/60 Hz)
16	寸 法	M 8251：1,320 (幅)×975 (奥行)×1,730 (高さ) mm
17	重 量	M 8251：600 kg
18	周 囲 温 度	15～35°C
19	周 囲 湿 度	20～80 %

目的とする書式を写真 ネガ(実寸法の 7 分の 1) としておくことにより，出力 データ と同時に プリント することができ，事前印刷用紙の ストック が不要となる。

(h) プリンタ 架，コントローラ 架の合計 2 架で コンパクト である。

また M 8250 プリンタ 単体の ユニーク な特色として

- 用紙の搬送が水平搬送系を採用している。
- 定着部が用紙に対して非接触恒温そう(槽)になっている。

このことは，搬送する用紙の種類に広い マージン を持たせ，特殊用紙 (タック 紙，封筒等) の印字も一部可能としている。

更に，用紙の装着・折りたたみなどについても，プリンタ 本体の外側から簡単に操作できるため，オペレータ 負荷が非常に少ない。

(2) 構成及び基本仕様

M 8250 の構成を図 4. に，またその基本仕様を表 1. に示す。M 8250 は，オフライン 専用機であり，ホスト 計算機から磁気 テープ 渡しで動作する。

(3) 適用業務

M 8250 の用途として，次のような幅広い業務に使用できる。

(a) 通知書・名簿の作成……ダイレクトメール・株主関係通知書・住民台帳・社員名簿・顧客名簿などの作成業務

(b) 伝票類の発行……注文書・請求書・給与明細書などの発行業務

(c) 印刷資料の作成……営業報告書・編集印刷原稿の作成業務

(d) 証明書の発行……社員証明書・学生証などの発行

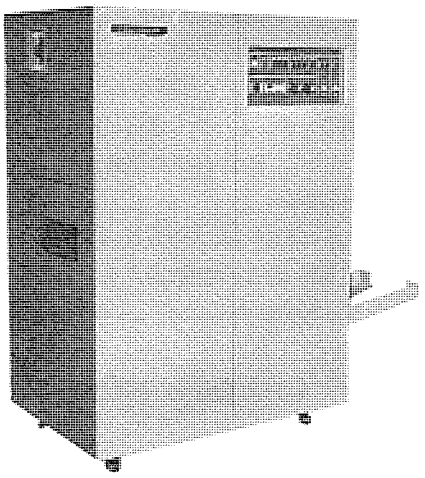


図 5. M 8260 漢字 プリンタ

表 2. M 8260 基本仕様

番号	項　　目	規　　格
1	印 字 方 式	OFT による乾式電子記録方式
2	印 字 速 度	650 枚／時間（連続時）
3	印字文字種類	最大 16,384 字種（外字処理可能）
4	印字文字品質	漢字モード：32×32 ドットマトリクス HSP モード：32×16　〃
5	1 行 印 字 数	90 字／行（8 ポの場合）
6	印字文字の大きさ	7, 8, 9, 10, 12 ポイント及びインチ 10 字サイズ（行単位に可変）
7	縦 書 ・ 横 書	可　能
8	印 字 用 紙	普通上質紙（シート紙）
9	用 紙 サ イ ズ	A 4, B 4（オプションとして B 5）
10	電　　源	AC 100 V　50/60 Hz
11	消 費 電 力	1.8 kVA
12	寸　　法	900（幅）×600（奥行）×1,300（高さ）mm
13	重　　量	210 kg
14	周 囲 温 度	15～35°C
15	相 対 湿 度	20～80 %
16	フォームオーバレイ機能	可　能

（e） 情報管理資料の作成……特許資料・統計資料などの作成業務

（f） 画像 データ の印字……図面・ポスター などの作成業務

（g） 発送 ラベル の作成……新聞あて(宛)名・出版物宛名 などの作成業務

3. 1. 3 M 8260 漢字プリンタ

M 8260 (図 5.) は，シート 紙（普通紙）を使用する低価格漢字 プリンタ である。

（1） 特　長

（a） シート の形状は，A 4，B 4 使用可能

（b） 印字速度は，650 枚／時間 (1,400 行／分相当)

（c） フォームオーバレイ 機能の内蔵

（d） オンライン／オフライン 接続可能

（e） 小形軽量 コンパクト である

（f） M 8250 と コマンド 及び コード の互換性を有す

（2） 構成及び基本仕様

M 8260 の構成を図 6. に，またその基本仕様を表 2. に示す。漢字 コントローラ は，ミニコンピュータ《MELCOM 70》と チャネル 結合し，他の計算機とは回線を通じて接続する。また，M 8250 の漢字 コントローラ と同一のものを使用し，オフラインシステム としても使用可能である。

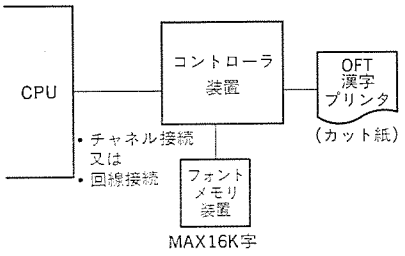


図 6. M 8260 OFT 方式漢字 プリンタシステム 構成

（3） 適用業務

M 8260 は，オフィス 室内にある通常の複写機と同様な感覚で設置でき，また デザイン 的にも コンパクト にまとめられているので気軽な気持ちで操作できる利点がある。このため日常事務業務で作成される帳票業務は，M 8260 の対象になると考えてよい。

主なものとして

（a） 客先提出用見積書の作成……見積構成品目，単価，納期，条件が一部異なるが，全体として，同様な書類を何度も繰返すような場合には，最適である。

（b） 情報管理資料の作成……特許資料・統計資料などの作成業務

（c） 画像 データ の印字……図面・ポスター などの作成業務

（d） 発送 ラベル の作成……出版物宛名 などの作成業務

（e） 高品質文字を要求する端末出力業務

3. 2 レーザ方式の漢字プリンタ (M 8290-1)

3. 2. 1 動作原理

M 8290-1 (図 7.) の動作原理を図 8. に示す。先にも述べたように，レーザ 方式も OFT 方式も，原理的には露光の手段が異なるだけで，3. 1. 1 節の説明と変わらない。OFT 方式の マスタペーパー が，レーザ 方式は回転式の ドラム に変わり，感光体への光信号が OFT から レーザ 光線になっている。同図において，He-Ne レーザ 発振器からの レーザビーム は，音響光学偏向器により，コントローラ からの文字 パターン に

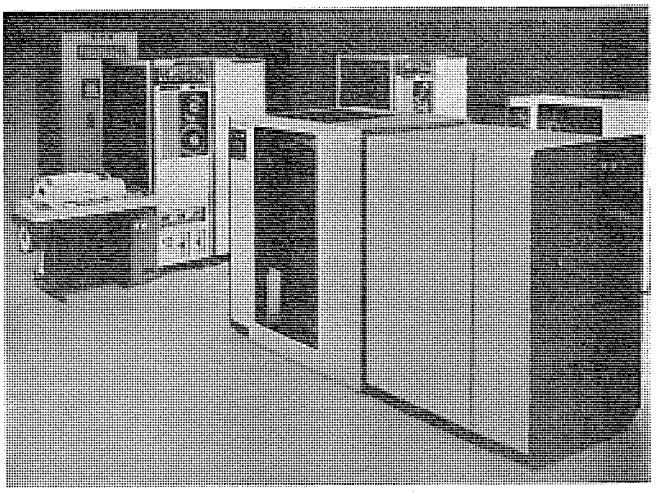


図 7. M 8290-1

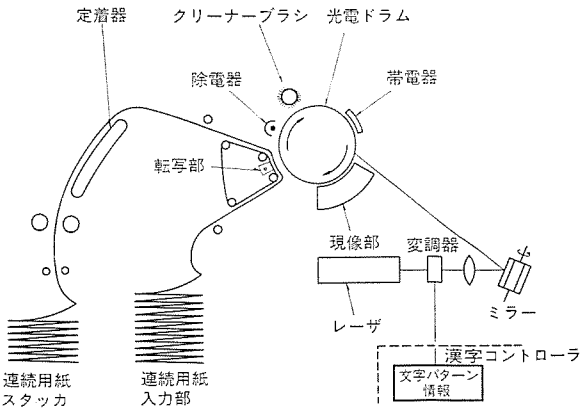


図 8. M 8290-1 レーザ 方式漢字 プリンタ 動作原理

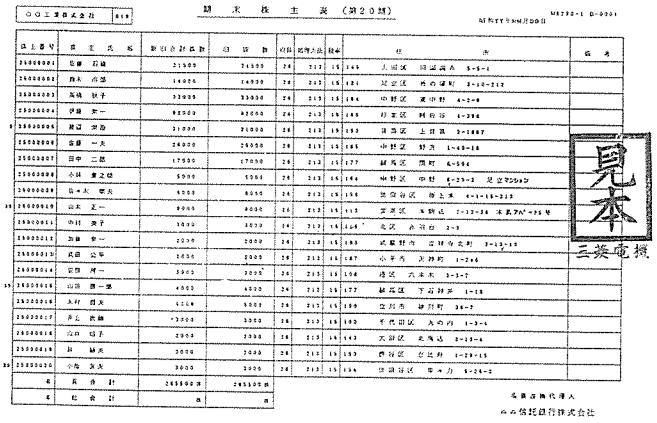


図 9. M 8290-1 印字 サンプル の例

従って5本の縦方向の ビーム に偏向される。この ビーム は，レンズ 及び回転 ミラー で反射され，光伝導 ドラム の表面に文字 パターン を電荷の形で潜像化される。このあとの プロセス は OFT 方式と同様である。ただし定着方式は，熱圧着 ローラ により トナー を融着処理して印字を固形化させている点が特色である。図 9. に同形 プリンタ の印字例を示す。

3. 2. 2 特 長

M 8290-1 は，性能・操作両面にわたり，“印字の高速化”を目標に製作されたものであり，イニシャル 状態では，通常の英数系の ラインプリンタ として動作し，コマンド により漢字 プリンタ としても動作する。主な特長を次に述べる。

(1) レーザ 露光により 240 ドット／インチ の分解能を持ったきれいな書体の漢字が超高速で印字できる

(a) 10,500 行／分 (12 LPI : Line／Inch の時)

(b) 7,000 行／分 (8 LPI の時)

(c) 5,250 行／分 (6 LPI の時)

(2) 一般の ラインプリンタ の代用として使用できる

(a) 英数字だけを プリント する場合は，一般の ラインプリンタイメージ (Spool Tape Format) をそのまま使用できる。

(b) 英数字の文字 ピッチ は英数字の2倍であり，帳票設計が非常に簡単である。

(c) 行 ピッチ は，6，8，12 LPI，文字 ピッチ は，英数字の時，10，12，15 CPI (Character／Inch)，漢字の時，5，6，7.5 CPI が指定できる。

(d) 10 CPI の時，1行に 136 けたまで印字可能

(3) 操作性がよい

業務の記録が時刻とともに記録され，また任意 データ の検索 プリント，エラー の記録などが可能。

(4) 普通紙 (55～135 kg) の使用可能

(5) 豊富な機能が準備されている

(a) 修正機能付 ディジタルオーバレイ

(b) 修正機能付 コピー

(c) 最大 16 K 字まで増設可能な フォントメモリ

(d) 最大 16 K 字まで増設可能な ディジタルオーバレイメモリ

(6) JIS C-6226 情報交換用漢字符号系の採用

3. 2. 3 構成及び基本仕様

M 8290-1 の構成を図 10. に，基本仕様を表 3. に示す。主な特色ある機能を下記に述べる。

(1) コピー 機構及び同修正機能

コピー 機構は，ページバッファ 内に蓄えられた オリジナルページ の1ページ を繰返し プリンタ へ送るもので，コピーコントロール 回路で コピー 枚数を指定することにより 2～254 枚の同一 プリントデータ を修正しながら印字できる。修正は，行，カラム の単位で，修正 データ に置換される。

(2) オーバレイ 機構及び同修正機能

オーバレイ 機構は，既に同 バッファ に登録されている データ を プリントデータ と重ねて印字するもので，コピー 機能と同様に修正も可能である。また コピー 機能と連動しながら高度な オーバレイコピー も印字できる。

(3) サーチ 機能

ファイル 名，ブロック 数，特定 キー で サーチ することが可能で，これにより エラーリカバリー が簡単にできる。

(4) コード 変換機構

2 バイト 系の コード を，JIS コード に ハードウェア 的に自動変換する機能

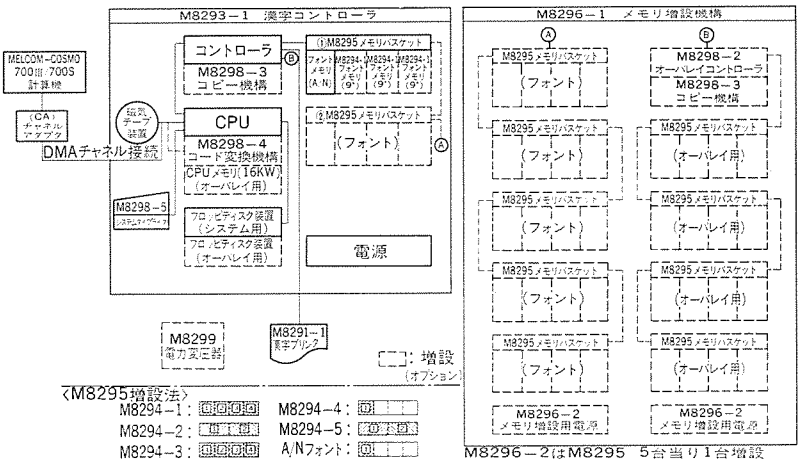


図 10. M 8290-1 レーザ 方式漢字 プリンタ 構成

表 3. M 8290-1 基本仕様

番号	項 目	規 格	備 考
1	印字方式	レーザビームによる乾式電子写真方式	
2	印字速度	5,250 行／分 (6 行／インチ) 7,000 行／分 (8 行／インチ) 10,500 行／分 (12行／インチ)	
3	文字品質	24×24 ドット (約7ポ) 30×30 ドット (約9ポ) 40×40 ドット (約12ポ)	
4	文字ピッチ	5字／インチ (英数字10字／インチ) 6字／インチ (英数字12字／インチ) 7.5字／インチ (英数字15字／インチ)	
5	1行文字数	136字／行 (10字／インチ)	
6	印字用紙	スプロケット穴付，一般連続用紙 (Z 紙)	
7	紙 幅	165～400 mm (6.5～15.8 インチ)	
8	紙 厚	55～135 kg (坪量 64～157 g/m²)	
9	プリプリント用紙	使用可能	
10	フォームオーバレイ機能	可 能	
11	OCR 文字	OCR-B フォント標準	
12	入力磁気テープ	記録密度：1,600 BPI トラック数：9トラック テープ長：2,400 ft	50 Hz 時には変圧器 (M8299) が必要
13	電 源	プリンタ：AC 200 V 約 16 kVA コントローラ：AC 200 V 約 4.5 kVA	
14	寸 法	(幅) (奥行) (高さ) プリンタ：2,440 943 1,500(mm) コントローラ： 610 940 1,800(mm)	
15	重 量	プリンタ：約 1,200 kg コントローラ：約 300 kg	
16	周囲温度	15～26°C	
17	周囲湿度	20～80 %	相対湿度

で，センター業務には非常に便利な機能である。

(5) 英数字モジュール

デフォルト状態では，標準で《MELCOM-COSMO》シリーズ，若しくはIBM-3800のEBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) を実現している。したがって，電源投入後のイニシャル状態では通常のラインプリンタとして使用も可能である。

3. 2. 4 適用業務

M 8290-1は，高速で印字するので各種の適用業務があり基本的には，これまで述べてきた用途に応用が可能である。

(1) 大量印字として……銀行，証券会社，保険会社，市役所，電力，ガス会社等の多数の顧客・会員・従業員・住民の住所・氏名データを定期的に大量に扱う業務

(2) プリンタ代替として……旧来形のインパクトプリンタ3～4倍の能力を有するので，この代替として“漢字サービス付き”のラインプリンタとして使用可能である。なお《MELCOM-COSMO》シリーズとは標準でオンライン接続が可能である。

4. 漢字情報処理システムのソフトウェア

漢字ソフトウェア体系を処理プロセスも含めて，その概念図を図11.に示す。体系として

(1) 漢字基本ソフトウェアパッケージ

(2) 漢字オペレーティングシステム

(3) 日本語テーブルウェア

(4) 漢字アプリケーションシステム

からなる。(1)～(3)を図11. 12.に，(4)を表4.に示す。(1)は，漢字処理に必要な必す(須)ソフトウェアであり，入力，出力文字情報処理・ユーティリティに分類される。これにより漢字の入力から出力まで一連した漢字処理が可能である。この言語は標準ではCOBOL言語で作成され，各社のホスト計算機でか(稼)動し多くの実績を有している。また(2)は，《MELCOM-COSMO》シリーズに大幅な漢字処理向き機能を組み入れて，OSレベルで漢字の処理が可能である。また(4)は，これまでのノウハウを蓄積し，実現したもので，表にはカナ漢字変換システム，免許証発行システム等約16件の例を記載している。また(3)については，姓・名・住所・日本語・異体字等のデータベースがある。

これらについては，別途詳細に述べる機会を持つ考えでいる。

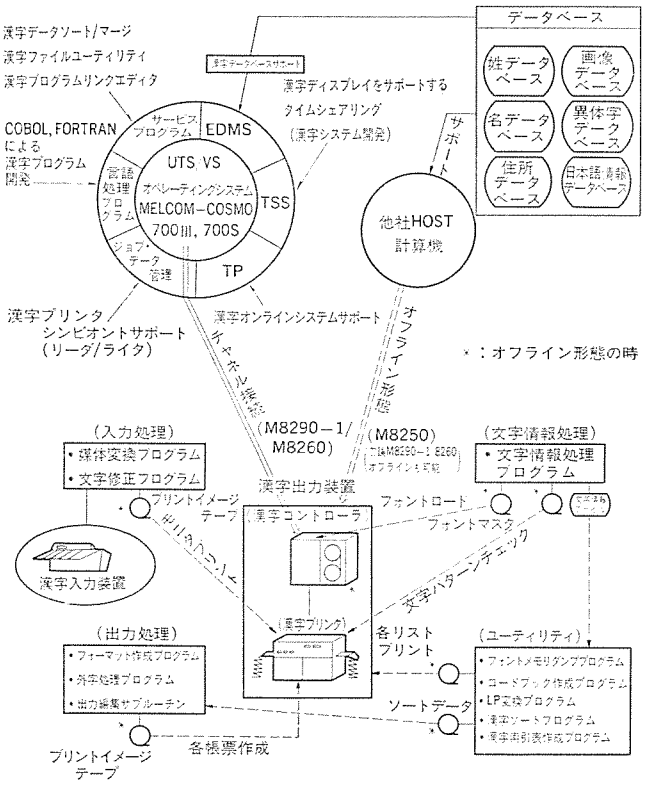


図 11. 漢字プリンタシステムソフトウェアの概念

表 4. 三菱漢字情報処理アプリケーション

	アプリケーションパッケージ名	適用
1	カナ漢字変換システム	汎用
2	日本語テーブルウェア	〃
3	住民記録システム	自治体
4	発送宛名システム	発送サービス業
5	広告発送システム	百貨店・スーパーマーケット
6	新聞発送システム	新聞社
7	見積り書作成システム	製造業
8	株式管理システム	株主管理・証券代行
9	人事管理システム	一般団体
10	販売管理システム	商業
11	免許証発行システム	警察庁
12	流通管理システム	製造業
13	文献情報検索システム	研究団体
14	医療情報管理システム	医療団体
15	図書管理システム	図書館
16	選挙管理システム	自治体

5. むすび

漢字情報処理に対する市場のニーズは，漢字が必ず必須である業界から，はん(汎)用システムへ移りつつあり，また同時に漢字情報処理装置への要求も変化しつつある。市場の拡大と変化を背景に当社の漢字システムの対応は，装置の研究・開発・改良を積極的に推し進めており，特にこの論文の同装置においては，①高速化，②多機能化，③低価格化が目下の課題である。レーザ光は，ドット密度が一定のため，文字の大きさの種類を多く持つには苦手であるが，単位当たりのエネルギーが強力であるので，超高速印字化への最良な手段である。また，OFTは，ドット密度が可変であることから文字の大きさを自由に変更できる性質を有している。当社は，前者の特徴を旧来のラインプリンタ市場に，後者を多機能の必要な電算写植的な文章処理の市場に最大限活用する方針である。本論で説明した各プリンタは，この思想のもとに設計し，今後もこの思想で，改良，新規開発をして行く計画である。当社は，漢字情報処理システムにおける今後の新しい分野に，総合技術力を生かして，積極的に進出していく所存である。

参考文献

(1) 柴田：超高速レーザプリンタM 8290-1の機能とアプリケーション，工業技術セミナー，21，No. 297 (昭54)

(2) 山内ほか：三菱電機技報，49，No. 5，p. 395 (昭50)

M2483形光学文字読取装置(OCR)

斉藤靖彦*・豊田武人*・野口英一*・南部　元**・山本勝敬**

1. まえがき

データ入力の分散処理化・脱キーパンチ化に伴い，帳票のデータがそのまま入力できるOCRが急速に普及しつつある。これは，LSI技術の目を見張るべき進歩によって，マイクロプロセッサやメモリの高性能化・低価格化が進み，これらを利用した低価格で高性能なOCRが次々と開発され，ユーザーのOCR指向に拍車をかけているためでもある。当社はいち早く，バイポーラ・マイクロプロセッサを用いた認識プロセッサを開発し，昭和51年6月，手書き英数字・カタカナまで読める小形OCR“M 2481形”を業界に先駆けて発売した。そして，その後の研究開発の成果を集大成して，このたび，種々の性能を大幅に改善し，市場要求にマッチした新形OCR“M 2483形”を開発した。主な特長は以下のとおりである。

(1) 認識プロセッサをポリプロセッサ化してパイプライン処理を行うとともに，認識方式及び認識辞書設計方式を改良し，認識性能を向上させた。読取字種も，手書文字，活字とも豊富になり，FORTRAN, COBOL, PL/Iなどのプログラムの入力もできる。

(2) 赤色けい光灯の開発により，鉛筆・ボールペン・サインペン・万年筆など，ほとんどの筆記用具を使えるようにしたので，経理業務・申請業務や複写紙を使う業務などに，幅広く使用できる。

(3) ヘッド静止形の光学走査方式と2行バッファメモリ方式の採用により，最高4行/秒の読取速度を実現した。

(4) 帳票搬送機構の改良により，A4版横方向の帳票や，とじ穴・スプロケット穴付きの帳票が使用できるほか，OCR用紙よりも安価な上質紙の使用も可能にした。帳票上のラインマークやタイミングマークは従来通り不要である。

(5) システム制御機能の強化により，100種類の異なった帳票が同時に処理できるほか，豊富なチェック機能と処理モードとにより，読取結果の信頼性と使いやすさが向上した。

(6) デザインを一新し，見やすい大形ディスプレイを採用したほか，座り操作性も向上した。

以下に，この装置の構成，機能などとともに，開発した技術の概要を紹介する。

2. M 2483形OCRの構成

図1.にM 2483形OCRの外観を，図2.にブロック図を示す。この装置は帳票搬送機構，光学走査機構，文字認識ユニット及びシステム制御ユニットなどを収容した読取部と，キーボード，ディスプレイ及びフレキシブルディスクを収容した操作部とに分かれている。文字の読取りは次のようにして行う。まずデータの記入された帳票をホッパから順次1枚ずつ読取部内へ送り込む。帳票上の文字パターンを光学的に走査し，電気信号に変換して文字認識ユニットへ送る。認識ユニットで認識された文字パターンは，文字コードとなってシステム制御ユニットへ送られ，データのチェックやコード変換などを行った後，指定の出力機器へ出力される。文字パターンの認識の結果，読取不能文字や誤読文字が発生した場合は，オペレータによる修正のため，文字パターンと認識結果とを表示する。システム制御ユニットでは，このほかに帳票のフォーマットに応じた用紙搬送や，読取指定，異常処理など，装置全般の制御を行っている。

表1.はこの装置の主な仕様であり、図3.には手書文字の標準字

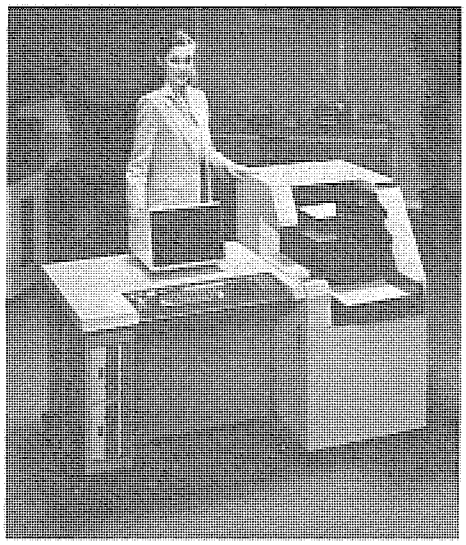


図1. M 2483形OCR

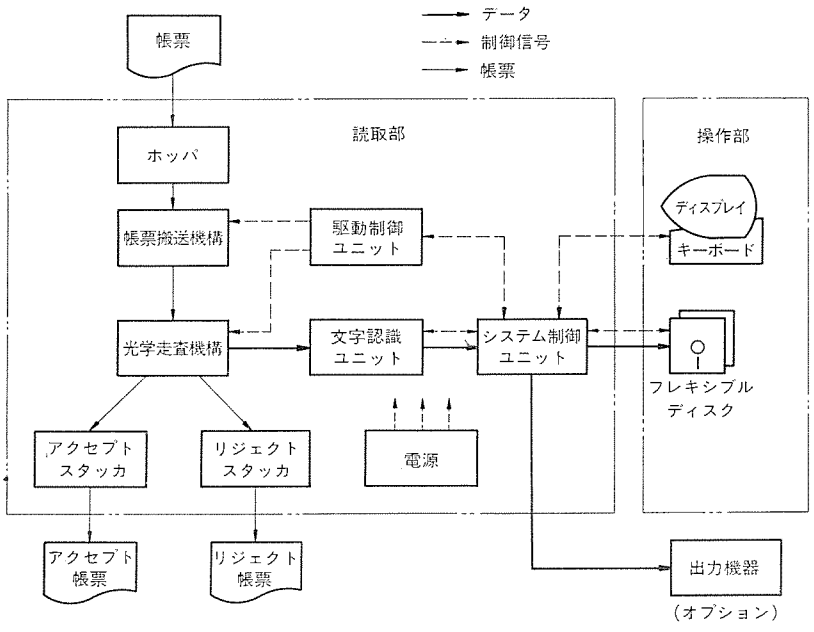


図2. M 2483形OCRブロック図

* 計算機製作所　** 本社

表 1. M 2483 形 OCR 仕様

形式	ページ式（多数行読取り）
帳票サイズ	89×89～305×297 mm
紙質	70～110 kg OCR 用紙，上質紙（銘柄指定）
読取文字種	手書文字：常用手書文字 数字，英字，カナ，記号（26 種） 活字：JIS OCR-B 数字，英字，記号（24 種） 旧 OCR-B 数字，英字，記号（21 種） JIS OCR-K カナ 407 数字 マルチフォント 数字 3116 ゴシック 数字 マーク
読取文字数	手書文字：最大 48 文字／行 活字：最大 96 文字／行
読取行数	最大 34 行／枚
読取速度	最大 4 行／秒，最大 33 枚／分（1 行／枚）
ホッパ容量	300 枚
スタッカ容量	アクセプトスタッカ 300 枚，リジェクトスタッカ 300 枚
電流	AC 100 V±10 %，50/60 Hz，1.0 kVA（基本構成）
外形寸法	1,355 (W)×900 (D)×1,080 (H) mm
出力機器	標準：フレキシブルディスク（IBM フォーマット） オプション：磁気テープ（800/1,600 BPI，EBCDIK/JIS 8） 紙テープ（60 CPS，JIS 7） 通信回線（1,200～4,800 BPS，BSC）

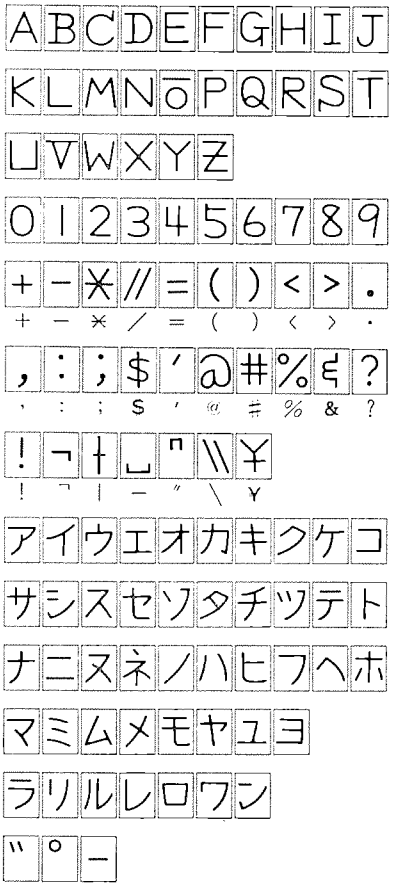


図 3. 手書文字の標準字体

体を示す。(OCR 手書き文字専門委員会資料〔第 6 版〕に準ずる)

3. 帳票の搬送及び光学走査

3. 1 概 要

分散処理向き OCR は，不特定多数の オペレータ によって取扱われることが多く，優れた操作性と安定した帳票搬送機構及び光学走査機構が要求される。また，処理される帳票類は，サイズ，厚さ，並びに紙質に幅を持たせ，切取 ミシン 目，とじ穴などを配慮し ユーザー 側の帳票設計にできるだけ自由度を持たせなければならない。更に，データを記入する筆記用具においても，従来の HB 鉛筆に限定されることなく，市販 ボールペン，サインペン，万年筆等の使用を可能にすることが望ましい。

この装置では，これら諸条件を満足し バランス のとれた帳票搬送機構と光学走査機構とにより，安定した紙送りと文字 データ の読取りを実現している。

3. 2 帳票搬送機構

この装置の帳票搬送機構を図 4. に示す。

この機構は オペレータ により ホッパ に積まれた帳票を 1 枚ずつ給紙し，読取 ステーション の規定位置へ正しく送り込む部分と，読取完了後，指定された スタッカ へ排出する部分より構成している。

帳票は，昇降式 ホッパ と フリクション ローラ により自動給紙される。ホッパ は約 300 枚の容量を持ち，帳票は上から順次処理される。ホッパ 部の直後には，帳票が 2 枚以上同時に給紙された場合に，処理順序を崩すことなく，1 枚ずつ分離する 2 重送り防止機構を設けてある。更に，帳票が読取 ステーション へ到達するまでに スキューローラ 群により帳票の姿勢をきょう正する アライナ がある。

また，2 個の スタッカ は上側が リクジェクトスタッカ，下側が アクセプトスタッカ で，スタッカ 選択信号により スタッカセレクタ が動作し，読取りの完了した帳票の排出先が指定される。

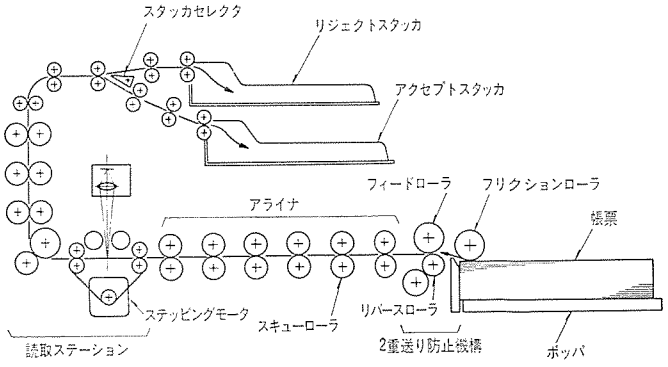


図 4. 帳票搬送機構

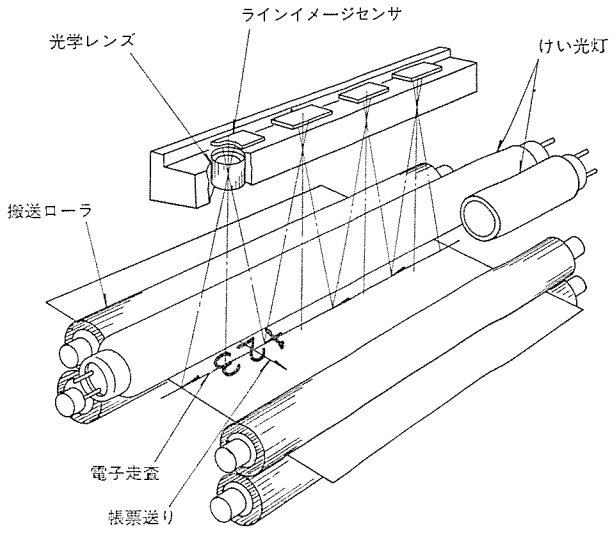


図 5. 光学走査機構

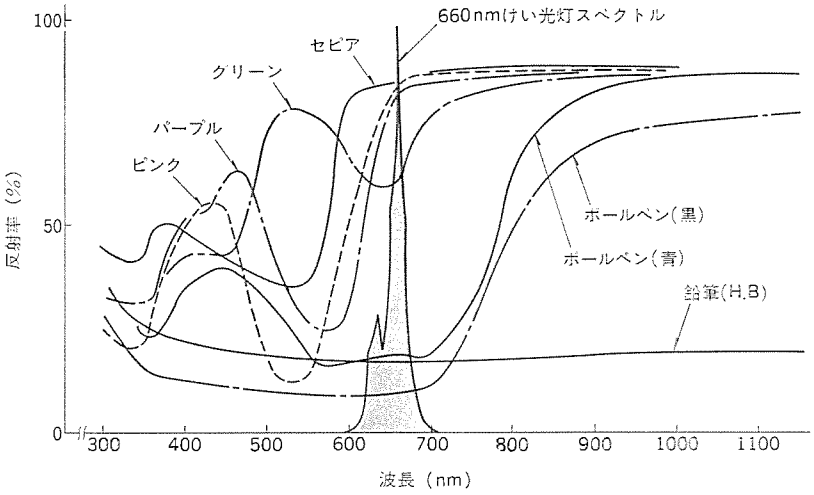


図 6. 分光感度特性

3. 3 光学走査機構

光学走査機構を図 5. に示す。

走査方式は ステッピングモータ で帳票を縦方向に送りながら，横方向には半導体の ラインイメージセンサ (2,048 ビット) で電気的に走査する“ヘッド静止形走査方式”を採用している。ステッピングモータ で 1 ステップ ずつ帳票を送るのと同期して横方向に走査を行っている。

光源は一般の ボールペン，サインペン，万年筆等の読取りを可能とするため赤色けい光灯を使用している。これを図 6. で説明する。一般の黒色 ボールペン は可視領域では反射率が低く，人間の目には黒く見えるが波長 700 nm 以上の近赤外領域では反射率が高くなる。一方，半導体 センサ の分光感度は近赤外領域で高くなっており，光源として近赤外領域の成分の多い タングステンランプ などを使うと光学系の総合感度は近赤外領域で高くなり，一般の ボールペン などで記入された文字は「白」と区別がつかなくなる。したがって総合感度は 700 nm 以下でなければならない。

また，OCR ではできるだけ多くの ドロップアウトカラー を用意する必要があるが図 6. から分かるように多くの色が 600 nm 以上で反射率が高くなっている。このため光源としては 600～700 nm の範囲に スペクトル をもつ必要がある。この条件を満たすには タングステンランプ と フィルタ の組合せでも可能であるが効率が悪い。そこで 660 nm で発光する赤色けい光灯を開発し使用した。

イメージセンサ で光電変換された ビデオ (文字) 信号は 8 レベル の濃度信号に変換され行 バッファメモリ に取りこまれる。行 バッファメモリ は処理速度を速くするため 2 行分設けており前の行の データ を処理する間に，次の行の走査を同時に行っている。

また，読取 ステーション への帳票の搬入，搬出時には ステッピングモータ を加速することにより高速で帳票の搬送を行い処理速度を速くしている。

4. 文 字 認 識

4. 1 認識方式

図 7. に文字認識 フロー と ハードウェア を対応づけて示す。一般に OCR においては，光学走査機構で光電変換された文字 パターン が，前処理，特徴抽出及び決定の各段階を経て認識される。この装置では，全体の調和を重視して各段階を開発した。

4. 1. 1 前処理

以下の方法で，文字列から文字を 1 字ごとに切出し，大きさをそろえ，濃度が 8 レベル の文字 パターン を黒と白の 2 値 パターン に変換し，ノイズ を除去し，それ以後の処理を容易にする。

(1) 切出し： 手書文字では文字記入わくについての位置情報に基づき，活字では文字の大きさと ピッチ の情報に基づいて各文字の位置を大まかに決めた後，文字の垂直水平投影成分の ヒストグラム に従って 1 文字ごとに文字を切出す。

(2) 正規化と平滑化： 文字の大きさは，一部の記号 (“.”, “°” など。) を除いては認識に有効な情報とならず，文字の大きさが変わると後で抽出される特徴を不安定なものとするため，大きさが 4 mm をこえる文字については，それが 3～4 mm になるように縮小することによって正規化する。また，文字線の微小なおうとつ(凹凸)も特徴を不安定にするため，各画素の濃度 レベル を，その上下左右の画素の濃度 レベル で平均することによって平滑化する。

(3) 2 値化：2 値化によって文字 パターン は取扱いやすいものとなる反面，文字線の切れ，結合などが発生し，誤読や読取不能を誘発する場合が少なくない。そこでこの装置では，文字の平均濃度 レベル，平均線幅，3×3 画素の領域内の局所濃度分布などを利用して最適な 2 値化を行っている。また，読取不能文字が発生した場合には，この 2 値化 パラメータ を変化させて再度認識させることによって認識率の向上を図っている。

(4) ノイズ 除去： 文字境界外の ノイズ は文字を切出す時に同時に除去し，2 値化後は スポット・ボイドノイズ を除去する。手書文字では次項で述べる輪郭追跡後に輪郭長の短いものも取除く。

4. 1. 2 特徴抽出

活字では，基準 パターン との重ね合わせによって類似度を求めて認識する パターンマッチング 法を用いており，特徴という概念はない。手書

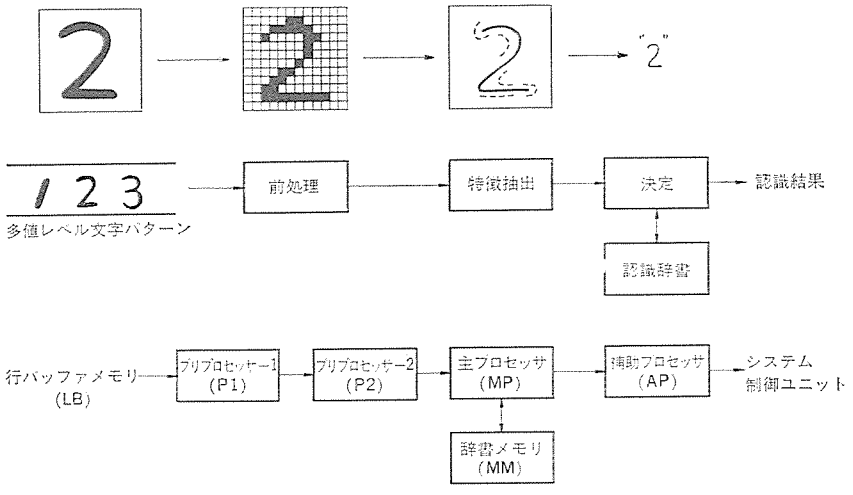


図 7. 文字認識 フロー と ハードウェア 構成

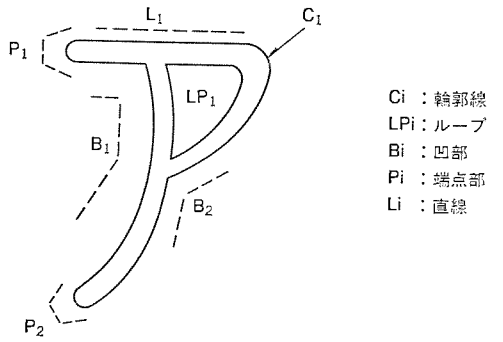


図 8. 手書文字の特徴

文字では，特徴を抽出するための基本となるものとして，心線図形，輪郭線，背景図形などが一般に利用されている。この装置では，従来の輪郭解析法を改良して使用している。輪郭解析法は，細線化の必要がなく，かつパターン変形の影響を受けにくい大局的特徴とともに局部的特徴をも抽出できるという特長がある。

(1) 輪郭追跡： 従来，2値化パターンの輪郭追跡は，2×2とか3×3のマスクを用いたものが一般的であったが，この方法では1画素の細い線の追跡と追跡済み点の処理が非常に面倒である。そこで，輪郭点をその形によって4ビットで表現したのち，これを追跡する方式を開発して使用している[1]。

(2) 使用特徴： 図8.に示すような5種の基本的特徴について，その位置，大きさ，方向及び形を求めて原特徴とし，これだけで不十分な場合には，特徴変換によって更に有効な特徴を導き出す。例えば，輪郭線 C_1 とループ LP_1 のおのおの長さよりは，両者の比のほうが有効な特徴となる場合が多い。

4.1.3 決 定

先に抽出された特徴を用いて，あらかじめ基準文字の特徴量などが格納されている認識辞書に従って，入力文字が何であるかを決める。活字は類似度を用いて比較的簡単に決定できるが，手書文字では前述のように種々の特徴が用いられるために，各種の決定アルゴリズムが用いられている。大部分の文字は適当な特徴量が規定の条件を満足するか否かで論理的に決定できるが，類似文字（ク，フ，7など）では人間でもその境界を決定できないので，この装置では，特徴のディジタルマッチングとともに距離の概念を導入した決定方式を用いている。また，認識速度の高速化と認識辞書設計の容易性を重視して階層的な決定方式を採用した。

4.2 ハードウェア

図7.に示すように認識処理の各段階に対応した4個のマイクロプロセッサでポリプロセッサ形の認識プロセッサを構成し，パイプライン方式で処理を行っている。各段階での処理内容に基づき，プリプロセッサ-1 (P1) と補助プロセッサ (AP) は8ビットの1チップCPUで構成され，プリプロセッサ-2 (P2) と主プロセッサ (MP) は高速のビットスライス形マイクロプロセッサで構成されている。P1は文字の切出し，正規化及び平滑化を処理し，P2は2値化処理を高速に実行する。MPは特徴抽出と決定の大部分を受持ち，認識辞書と結合されており，積和を求めるための乗算器や輪郭追跡用の専用回路が組込まれている。APはMPから転送される認識候補文字の中から，文字の大きさ，上下位置及び前後文字情報などを用いて，どの文字であるかを決定する。この外，システム制御ユニットとのインタフェース，認識辞書及びマイクロプログラムのメモリロードなどもAPで処理される。

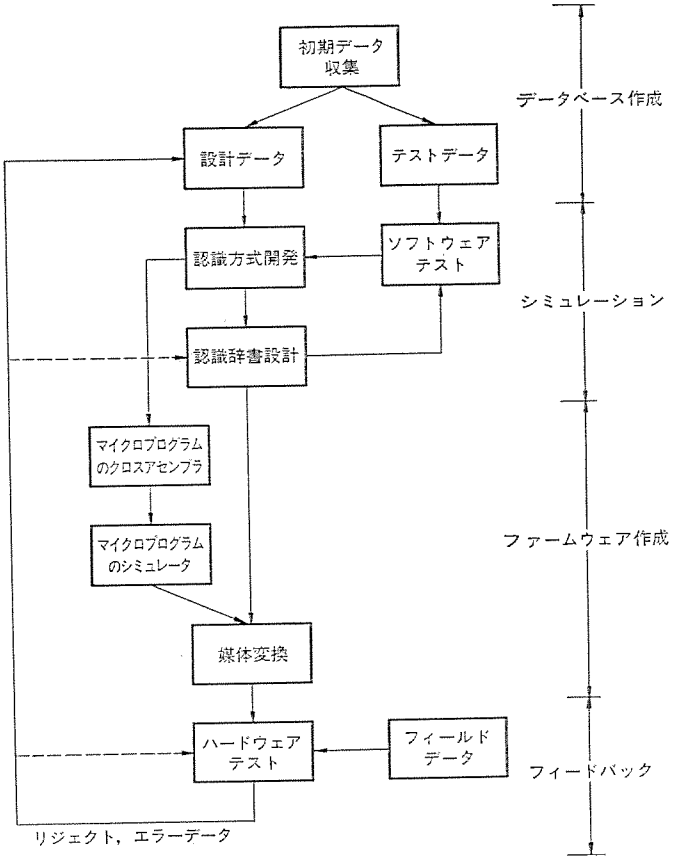


図 9. 認識ユニット開発改良フロー

4.3 認識ユニット開発改良システム

OCRの認識アルゴリズムと認識辞書の開発においては人間が試行錯誤的に介入せざるを得ないところが多く，膨大な労力と時間を必要とする。また，シミュレーション結果を速やかに装置に適用し，フィールドデータによるフィードバックを効率よく行わねば高性能なOCRは実現できない。そこで，開発期間の短縮と認識性能の継続的な向上とを目ざして図9.のようなフローを実現するシステムを作り上げた。効率向上のためにソフトウェアシミュレーションとマイクロプログラムのアセンブルなどはすべて大形計算機《MELCOM 700》のTSS端末から実行できるようにした。また，ハードウェアテストの際は，ディスプレイに文字パターンを表示し，改良データとして有効なデータのみを選択的にフィードバックできる。なお，この改良データの収集は納入先においても可能である。

5. システム制御

5.1 動作モード

データの発生形態や量あるいはユーザーのシステム形態に応じた，最適なデータ入力システムが構成できるように，以下の動作モードを備えている。

(1) 即時修正モード： 読取不能文字やチェックエラーが発生すると読取動作を中断し，図10.に示すように読取不能文字の文字パターンと読取結果とを表示する。修正データのキーインにより読取動作が再開する。このモードの動作概要を図11.に示す。

(2) バッチ修正モード： 読取不能文字やチェックエラーが発生した場合，読取結果にエラーフラグを付けてデータバッファに記録し，帳票は連

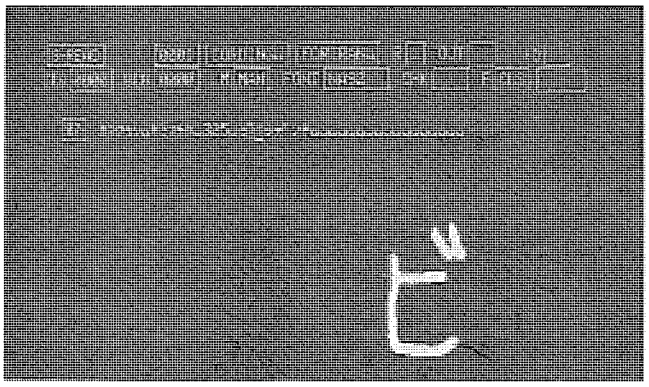


図 10. 読取不能文字 パターン の表示

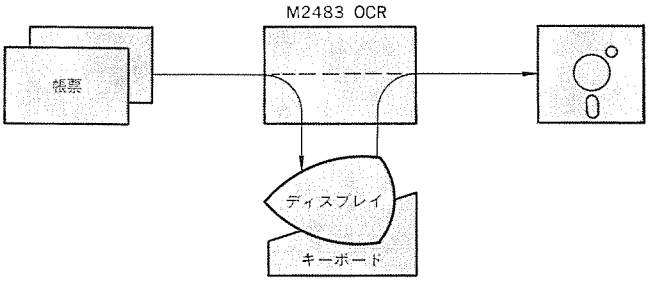


図 11. 即時修正 モード

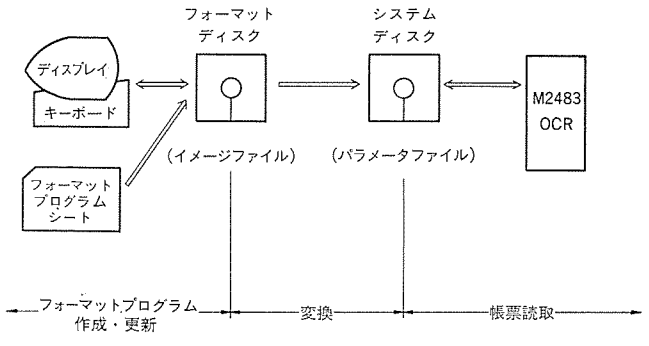


図 12. フォーマットプログラム の生成

続して読取っていく。読取終了後，データバッファ より読取 データ を順に読出して，指定の機器に出力する。この時 エラーフラグ があれば，読取 データ を表示して修正を要求する。

(3) バッチ 処理 モード： 読取不能文字や チェックエラー が発生した場合，その帳票を リジェクトスタッカ に排出し，読取 データ は出力しない。

(4) エントリモード： 帳票が破損や汚れなどにより読取りできない場合，帳票 データ を キーイン によって入力する。

(5) サーチモード： データバッファ より指定の読取 データ を読出して，確認又は修正する。

(6) ディスプレイモード： 読取不能文字や チェックエラー が無くても読取結果を表示し，データ の確認又は修正を可能とする。

(7) トランスファモード： データバッファ より指定の出力機器へ，読取 データ を一括して転送する。

5.2 フォーマットプログラム

フォーマットプログラム は，帳票の読取制御及び読取 データ の処理内容を定義するものであり，①読取位置の指定，②読取文字種の指定，③データチェック 内容の指定，④出力機器の指定などを行う。フォーマットプログラム の生成は，図 12. に示すように①指定 パラメータ を キーイン する方式，②指定 パラメータ が記入された フォーマットシート を読取らせる方式のいずれでも可能である。フォーマットディスク には，文字 イメージ で指定 パラメータ が格納されており，ディスプレイ を使っての変更や修正が極めて容易である。帳票の読取りには フォーマットディスク の内容を機械語に変換した，システムディスク を使用する。1 枚の システムディスク には，最大 100 本の フォーマットプログラム が格納できる。

5.3 データ処理機能

(1) エラーチェック 機能： ①フィールド 内 チェック (文字種，けた数，ディジット など)，②フィールド 間演算 チェック，③帳票間演算 チェック，④ベリファイチェック，⑤マークチェック，などにより エラーデータ の出力を防ぐ。

(2) リスキャンコンペア 機能： 指定 フィールド に対し 3 回の データ 読取りを行い，一致しない場合は読取不能とする。読直しの際に自動的に 2 値化 パラメータ を変えるので，この機能を使用すると非常に エラー が少なくなる。

(3) 候補文字の表示： 読取不能文字が発生した場合，文字 パターン と同時に認識候補文字を表示するので，ワンタッチ で文字修正を行うことができる。

(4) データ の編集： ①ヘッダ 情報の付加，②ブランク，スキップ あるいは取消 フィールド に対する キャラクタフィル，③コード 変換，④出力 フォーマット 変換，等を行う。

(5) コーディングシート 読取機能： 80 欄の コーディングシート を読取るために，①マージ 機能 (80 欄の帳票を半分に切って読取った後，80 欄／レコード の形に編集する)，②エディット 機能 (文字のそう(挿)入削除，レコード の挿入削除)，③編集機能 (デュープ，リピート，インクリメント) を備えることができる。

(6) 自己診断機能： 障害発生時には，①障害発生箇所，②障害内容，③処理中の データ の有効性，が表示されるので，適切な処置を迅速にとることができる。

6. むすび

以上述べたように，この装置は幅広い用途に使用できる分散処理向き OCR であり，その豊かな機能と高い性能は，経済性とともに多様な市場要求を満たしうるものと確信している。しかし，OCR の認識性能は人間にははるかに及ばず，研究開発課題は山積している。漢字の認識などを含め，少しでも人間の認識能力に近づけるべく今後も努力を続け，OCR をより使いやすいものにしてゆきたい。

(昭和 55-1-8 受付)

参考文献

(1) 山本ほか：マイクロプロセッサ による輪郭追跡，昭 53 信学総全大，No. 1,299

M2884密閉形固定ディスク装置

角田正俊*・清水　豪*・加茂正義*

1. まえがき

最近の電子計算機システムの進歩発達は目ざましいものがあり，その技術的基盤は大規模集積回路技術に負うところが多いという事実に異論はない。しかしながら，大量のデータを扱う場合，これらデータを経済的に記憶しておく装置が不可欠であることもまた事実である。磁気ディスク装置は経済的でかつ実用的な大容量記憶装置として普及している唯一のものといってよい。

磁気ディスク装置は記録過程においては記録ヘッドから発生した漏れ磁束により，回転している磁気ディスク上の磁性層の磁化反転を行い情報を記録し，再生過程においては再生ヘッドに誘導した電圧を検出するという仕組みが動作原理になっている。そして，磁気ディスク装置においては記録ヘッドと再生ヘッドは兼用しており，単に磁気ヘッドと呼ばれている。

記憶媒体である磁気ディスクと電磁変換系をなす磁気ヘッドとはその相対関係により表 1. のように分類される。磁気ディスクが取外せるものは変換形と呼ばれており，磁気ディスクパック装置，カートリッジディスク装置，フレキシブルディスク装置等がある。磁気ディスクが取外せないもので，トラックごとに磁気ヘッドを有するものを固定ヘッド形と呼んでいる。

交換形は多数のトラックに対し共通した1個のヘッドを有するのみであり，ビット当たりのコストを非常に低く抑えることができるが，媒体交換機構があるためディスク－ヘッド系を完全な防じん(塵)構造とすることが難しく，ディスクとヘッドが接触する事故(ヘッドクラッシュ)の可能性があった。

これに反し固定ヘッド形はより完全な防塵構造にすることが可能であり，信頼性の高い装置ではあるが，トラックごとに高価なヘッドが必要であるため経済性は劣っていた。

本文に述べる密閉形固定ディスク装置はディスク－ヘッド系が密閉容器内に収容されている点では従来の固定ヘッド形と同様で高い信頼性を有するとともに，ヘッドは移動形で多数のトラックを1個のヘッドが受持つので，経済性においても優れているものである。当社では従来 M 2883 形 (10～80 MB) の製造販売を行ってきたが，ここでは最近開発を完了した M 2884 形を例にとり，密閉形固定ディスク装置の構造・特徴・技術課題及び応用について述べる。

表 1. 磁気ディスク装置の分類

ヘッド＼媒体	交換可能	交換不可能
	高信頼化 →	
固定	(データモジュール)	固定ヘッド形ディスク
移動	交換パック　ディスク カートリッジ　ディスク フレキシブル　ディスク データモジュール	密閉形固定ディスク

経済的 ↓

2. 構造及び特徴

この装置の外観を図 1. に示す。駆動部本体の前面にはフロントパネル及び操作スイッチパネルがあり上部にはトップカバーがある。フロントパネル及び操作スイッチパネルは顧客の要求に応じられるよう駆動部本体とは別構造としている。トップカバーの下には位置決め制御用のサーボ回路，記録再生用のデータ回路，及びインタフェース回路からなる主要な電気回路を3枚のプリント回路板上に実装している。後面には AC パワーシーケンス回路，ヘッド選択回路，パワーレギュレータ回路及びサーボパワー

表 2. 密閉形固定ディスク装置の性能諸元

形名	M 2884-40／60	M 2883-20／40／60
記憶容量　装置 (MB)	86／130	27／53／81
トラック (Byte/Track)	20,160	20,160
転送速度 (KB/S)	996	996
記録密度　ビット	241 (b/mm)：6,122 BPI	238 (b/mm)：6,060 BPI
トラック	19 (T/mm)：480 TPI	11 (T/mm)：286 TPI
記録方式	MFM	MFM
磁気ディスク　直径 (mm)	356	356
枚数	3／4	2／3／4
トラック数　装置	4,288／6,432	1,336／2,672／4,008
シリンダ	536＋(8)　(注 1)	334＋(6)　(注 2)
ヘッド数　データヘッド	8／12	4／8／12
サーボヘッド	1	1
位置決め時間 (ms)	最大75，平均38，最小10	最大75，平均38，最小10
回転待時間 (ms)	平均 10.1	平均 10.1
外形寸法　高 (mm)	256	178
幅 (mm)	450	483
奥行 (mm)	710	610
重量 (kg)	40 以下	30
インタフェース	標準インタフェース (交換パックディスク，カートリッジディスク等と共通性あり)	標準インタフェース (同　左)
	(注 1) ( ) 内は予備トラック 7＋CE トラック 1	(注 2) ( ) 内は予備トラック 5＋CE トラック 1

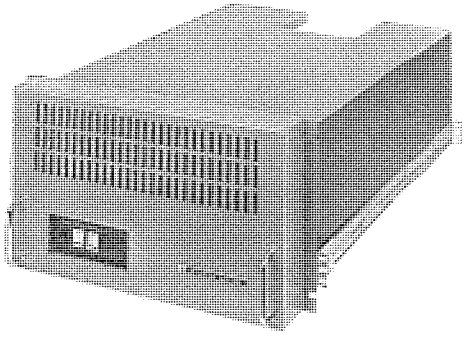


図 1. M 2884 密閉形固定ディスク装置の外観

* 計算機製作所

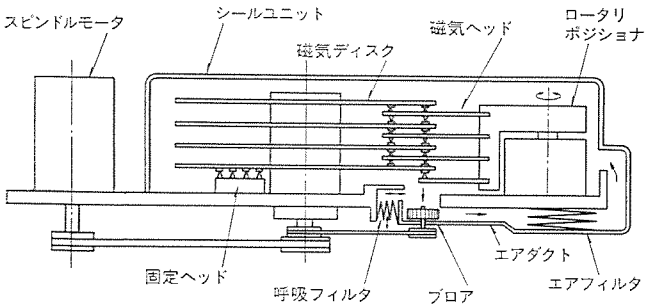


図 2. 固定ディスク装置の エアフィルタ 系

アンプ 回路をそれぞれ独立した部品として配置する。

駆動部本体は，ベース 上に防塵密閉した シールユニット，スピンドル 駆動モータ，及び ブロワシステム，下部は スピンドルブレーキ 及び電源整流部から組立てている。

シールユニット 内には最大 4 枚までの磁気 ディスク を取付けた スピンドル があり毎分 2,964 回転する。サーボヘッド 及び データヘッド は スイングアーム 式 ロータリポジショナ の先端にあり，位置決め系を構成する。シールユニット 内の空気は エアフィルタ により除塵されつつ ブロワシステム により強制循環する。シールユニット 内外の気圧差は呼吸 フィルタ を通過する空気により平衡するようになっており，塵あい(埃)が直接 シールユニット 内へ侵入することを防いでいる。内部の塵埃環境条件は クラス 100(注) を十分に満足している。

磁気 ヘッド は潤滑剤を塗布した磁気 ディスク 上で動作する コンタクトスタートストップ 形であり，ヘッド 全体が フェライト でできているいわゆる モノリシック 形である。磁気 ディスク が高速回転中は磁気 ヘッド は浮上しており約 0.5 μm の空げきを維持する。データヘッド は 1 面あたり 2 個の スライダ を有し，それぞれが ディスク の内外周の決められた領域で動作する。

装置の外形寸法は従来の カートリッジディスク 装置とほぼ同一である。

3. ヘッド位置決め系

この装置は スイングアーム 式位置決め方式を採用している。これは比較的簡単な構造で高精度の位置決め系を構成できるという特徴を有する。磁気 ヘッド は スイングアーム に取付け，磁気 ヘッド は ロータリポジショナ の発生する駆動力により スイングアーム の スイング 角度を変化することにより移動する。ヘッド の精密位置決めは磁気 ディスク から再生した サーボ 信号により ヘッド 位置誤差を検出し，ロータリポジショナ に流れる電流を加減して，ヘッド 位置を フィードバック 制御する トラック 追従制御により行う。ディスク 面から サーボ 信号を得るために特別に 1 つの サーボヘッド と サーボディスク 面とを使用している。

駆動力を発生する ロータリポジショナ は 4 極の可動磁石形直流 モータ であり スイング 角度対出力 トルク 特性を図 4. に示す。磁石の形状と コイル の巻線条件を検討し，実使用 スイング 角度 15.8° の範囲における出力変動を ±10 % 以内に抑え，サーボ 系の ループゲイン の変化を少なくしている。

スイングアーム 式位置決め方式においては スイング 角度の増減に応じて サーボヘッド の空気流に対する角度（以下 ヨウアングル と呼ぶ）が変化するため直線運動式位置決め方式とは異なった現象が観測される。ヨ

(脚 注)
クラス 100 とは米国連邦規格 Federal Standard 109 B に規定されており，1 立方フィート中に 0.5 μm 以上の塵埃粒子が 100 個以下になっていることを示す。

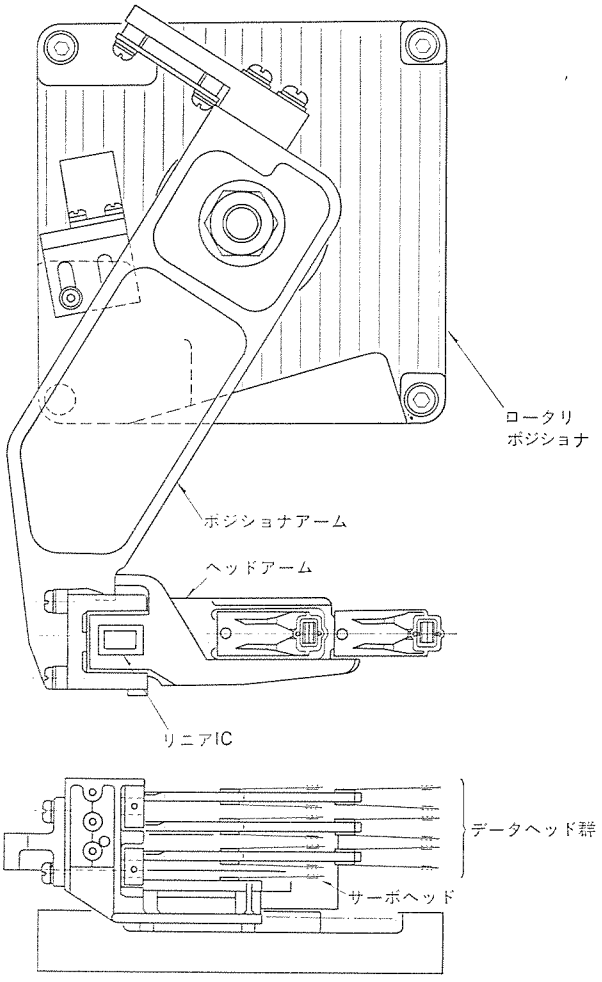


図 3. ロータリポジショナ 及び磁気 ヘッド

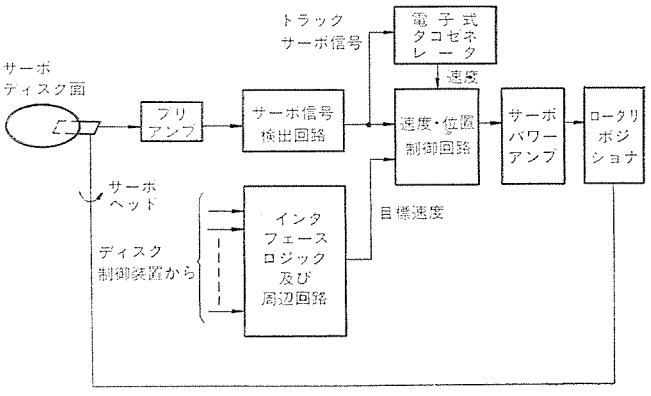


図 4. サーボ 位置決め系の ブロック 図

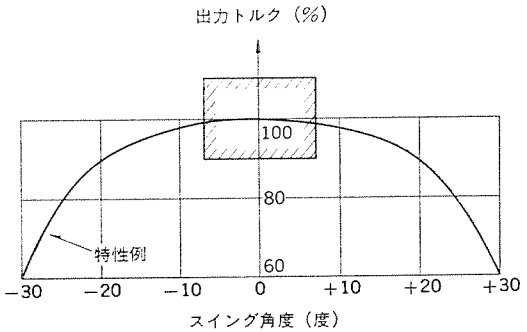


図 5. ロータリポジショナ の特性例

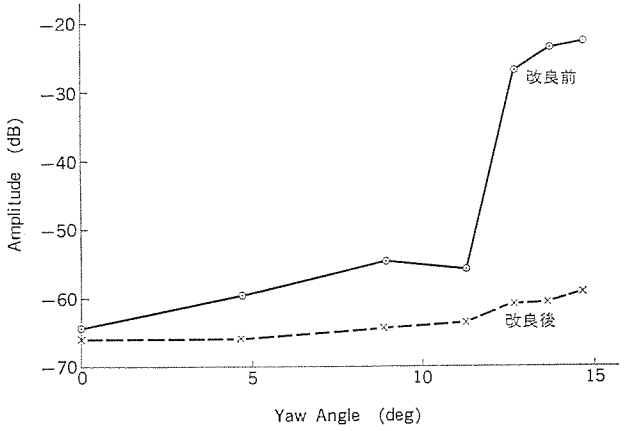


図 6. 位置決め誤差信号に含まれた振動周波数成分の低減

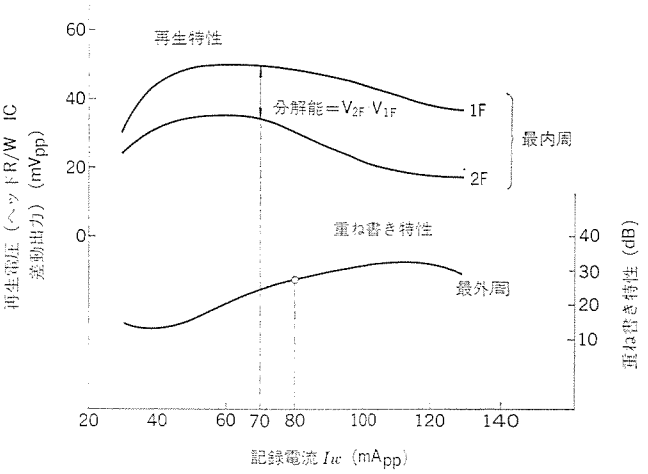


図 7. 記録電流特性及び重ね書き特性

ウアングル が大きくなると ヘッド の浮動が不安定になり振動しやすくなり一般には最大 14° といわれている[1]。振動周波数は 800 Hz～1.2 kHz である。この振動は トラック 半径方向の成分を持ち位置決め誤差信号に重畳されるが，サーボ 系の帰還によって安定化することは無理で，むしろ不安定要因となり，場合によっては発振現象を呈する。当社ではこの問題を解決するため，各機構要素の寸法及び動作条件を検討し，ヨウアングル を最大 11° に抑えるとともに，サーボヘッド の加圧機構に防振対策を施した。

以上に述べた諸改良の結果，位置決め時間に関しては，最大 スパン に対し 75 ms，平均 38 ms が可能となった。ロータリポジショナ の発生トルク には更に余裕があり，これを最大限に利用すれば最大 65 ms が可能であるが，主として発熱面の考慮により上記の値に制限している。トラック 位置決め精度に関しては最大 ±2.5 μm であり，トラック 密度として 19 トラック／mm (480 TPI) (トラックピッチ 53 μm) を安定に実用化することができた。

4. 情報記録再生系

情報記録再生系は，情報の記録媒体である磁気 ディスク，記録再生を行う データヘッド 及び変復調回路から構成し，装置外部との データ の授受はすべて NRZ (Non Return to Zero) モード で行うため ディスク 制御装置（コントローラ）の負担を軽減し，顧客の導入の便宜を図っている。

記録は，変調回路により NRZ 信号から MFM (Modified Frequency Modulation) 信号に変換するとともに，記録補償 (Write Precompensation) を実施している。記録再生 ヘッド は トラック 幅 36.8 μm，ギャップ 幅 1.4 μm である。記録電流は内周 ヘッド で 70 mA，外周 ヘッド で 80 mA であり，それぞれ最適な分解能と重ね書き特性を発揮できるような使用法を行った。

再生は磁気 ヘッド から得られた 1 mV 前後の微小再生出力を ヘッド アーム 上の リニア IC で増幅し，ひずみや S/N の劣化なしに主増幅回路に伝達し，ピーク 検出の後 ディジタル 化された信号は高性能 PLL (Phase Locked Loop) 回路により位相弁別され，クロック 信号と データ 信号に復調される。データ 信号は NRZ 信号に変換され出力される。

記録密度は 246 ビット／mm (6,250 BPI) までの使用に耐えることを確認したが，他の交換形 ディスク の装置（例えば M 2851 F）との インタフェース 互換性を考え 241 ビット／mm (6,122 BPI) に制限し，トラック 容量を 20,160 B／トラック に統一している。データ 転送 レート は 996 KB/S である。

5. 固定ディスク装置の応用

固定 ディスク 装置は最近実用化され普及が始まったという事情もあり，応用分野が限られているが，今後拡大をつづけ周辺端末装置の重要な部分を占めるものと思われる[2]。ここでは媒体欠陥の処理方法と バックアップ 方式について述べる。

5. 1 媒体欠陥に起因するデータエラーの処理法

固定 ディスク 装置にあっては，交換形 ディスク 装置とは異なり媒体が固定しているので媒体－ヘッド 系の組合せにかかわる データエラー の問題は存在しないものの，媒体欠陥そのものは依然として存在しているばかりでなく特に最近は高記録密度化が進んでいるため問題はむしろ深刻化しているともいえる。

媒体欠陥に起因する データエラー の処理方法には大きく分けて次の2つの方法がある。

（1） 交替 トラック 方式又は交替 セクタ 方式

欠陥 トラック についてはアドレス 部に フラグ を立て別の 交替 トラック を指示する。欠陥 トラック を アクセス すると制御装置が自動的に交替 トラック への シーク を行う。交替 セクタ 方式では セクタ 単位に代替処理を行う。

（2） ディフェクトスキップ 方式

欠陥部を避けて記録を行い，見かけ上の無媒体欠陥状態を作り出す方式である。欠陥の少ない場合は効率が悪いが，欠陥の多い場合は処理速度の低下を防ぎうるので今後は普及するものと思われる。

この装置では欠陥数をにらんだ上で，主として交替 トラック 方式を採用している。

データエラー の検出は巡回符号である CRC (Cyclic Redundancy Check) 又は ECC (Error Check and Correction) コード を用いることが一般に行われており，後者を用いれば，エラー の自動訂正も可能である。

磁気 ディスク 装置にあっては使用に先立ってアドレス 部を記録するが，その際 トラック の欠陥の有無を判別し，媒体欠陥の処理を行う必要がある。データエラー になる可能性の大きな トラック はすべて媒体欠陥の処理を施しておくことが望ましい。

また，磁気 ディスク 装置はその動作原理からいって，非破壊読出し

方式に属する。すなわち，再生動作は何回でも繰返して行いうる特徴を有する。データエラーの原因には磁気記録系の動作余裕不足によるものと外来雑音の障害によるものとがあるが，後者については数10 ms後には障害が消滅している場合が多い。したがって，回転待ちの後，再度再生してみることは非常に有効な手段といえる。ただし，回転待ちは時間の損失が大きい。この損失を抑えるにはECCコードを用いた自動訂正が最も有効な手段である。

この装置では，位置決め系の微調整及び情報記録再生系の弁別時間制御がインタフェースからの信号により可能であり，これらを組合せることにより複雑なエラー回復操作を行うことができる。

当社では上記のような検討の結果を踏まえ，小形で単純な機能に重点をおいた制御装置にあってはCRC方式を採用し，複数機種の接続を可能とする高性能な制御装置にあってはECC方式を採用するとともにエラー回復操作の一部を制御装置単独で実行しうるようにし価格と性能の均衡に努力している。

5.2 バックアップ方式

固定ディスク装置は高い信頼性があり，ファイルのバックアップはほとんど必要ないといわれる。その理由は，障害の原因となる媒体－ヘッド系が塵埃密閉された容器内に封じられており外部環境の影響を受けにくい。また，ヘッドの加圧力が9.5グラムという微小な値になっており，ヘッドが媒体にきずをつける可能性が少ないからである。しかしながら，特に重要なファイルについてはやはりバックアップを取ることがシステム維持の安全性から不可欠といえる。

最も単純な方法は同一の固定ディスクを2台用い，同時記録することであるが，一般には費用の点で採用できない。またファイルの更新を行う場合，他の交換形媒体の装置との組合せが必要となる。当社例は次のとおりである。

(1) フレキシブルディスク装置との組合せ

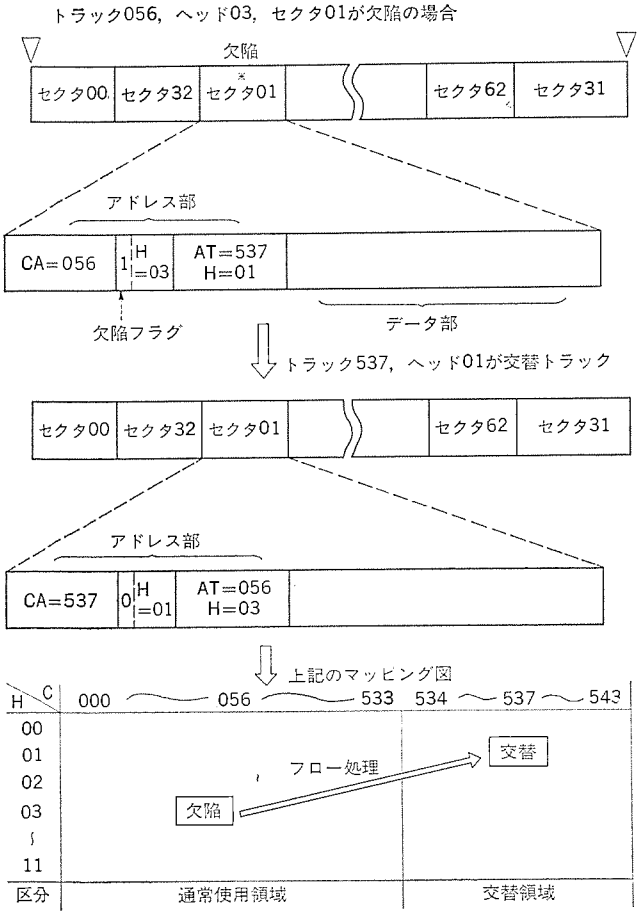
例えば両面倍密度形M 2894形 (1.6 MB)[3]との組合せを行うと，小形システム（例えば固定ディスク容量20 MBどまり）向きの組合せが安価に実現できる。フレキシブルディスクはICメモリを用いた中央処理装置のプログラムのローディングやローカルバッチ処理用のデータ入出力にも手軽に用いられている。

(2) カートリッジディスク装置との組合せ

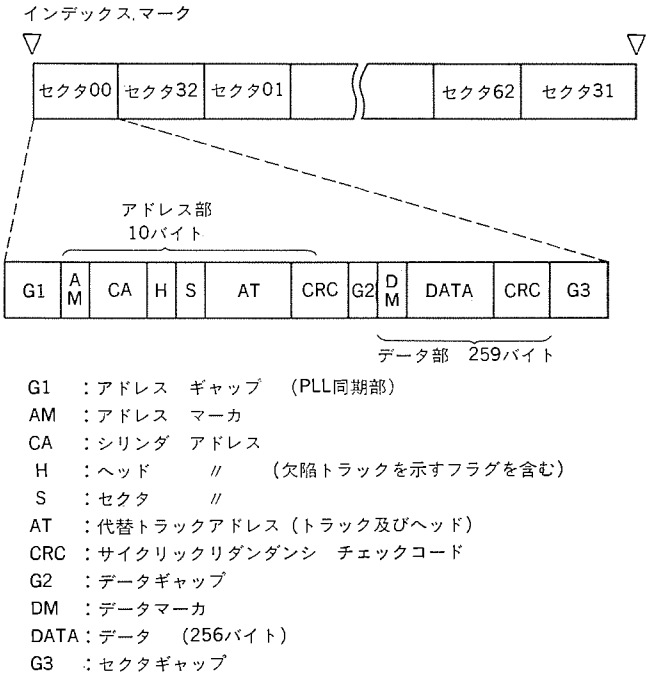
例えばM 803 S形 (20 MB) との組合せを行うとオフィスコンピュータの中心機種に対して使い勝手のよいシステムを構成することができる。特に共通インタフェースに固定ディスク形とカートリッジ形とを接続しうるように工夫すると，制御装置のハードウェアを倹約することができる。

(3) 交換バックディスク装置との組合せ

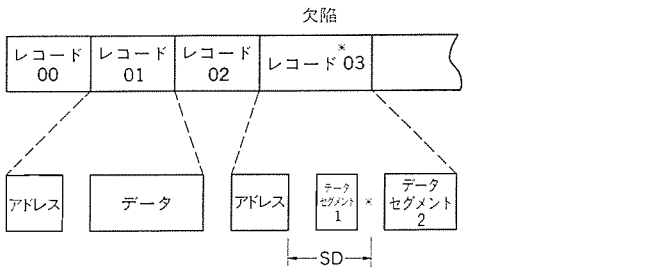
例えばM 2851 F形 (80 MB)[4]との組合せを行うと，かなり本格的



(a) 交替トラック方式の図解



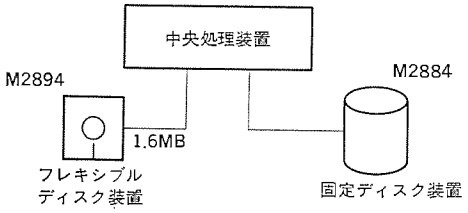
(b) 交替トラック方式の記録フォーマットの1例



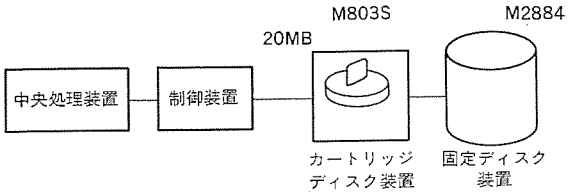
ディフェクトスキップ方式では，レコード03に欠陥があると，そのアドレス部のSDフィールドに欠陥までの距離(SD)が記録され，データ部は欠陥の前後にデータセグメント1と2に分割され欠陥部は除去される。

(c) ディフェクトスキップ方式の図解

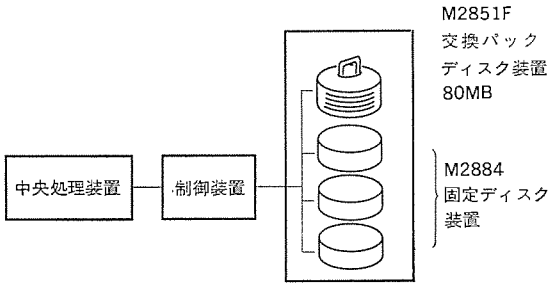
図 8. 媒体欠陥の処理法



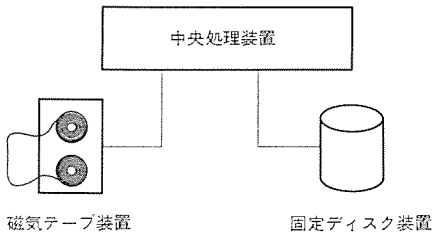
（a） フレキシブルディスク 装置との組合せ



（b） カートリッジディスク 装置との組合せ



（c） 交換 パックディスク 装置との組合せ



（d） 各種磁気 テープ 装置との組合せ

図 9. 固定 ディスク の バックアップ 方式（例）

な事務用計算機 システム を構成することができる。独立箱体の上部に M 2851 F 形を配置し，下部に M 2884 形 ディスク 3 台を配置すると総記憶容量 470 MB で 4 スピンドル 構成となり，同時位置決め機能を十分に発揮させると平均位置決め距離を約 50 % 短縮させることが可能となる。

当社の ディスク 装置は標準化された インタフェース 仕様を有しており，交換形 ディスク と固定 ディスク との組合せを容易に実現できる。また，固定 ディスク については 27 MB から 130 MB まで数種類の機種が同一の思想で設計製作されているので必要に応じて選択可能である。

（4） 各種磁気 テープ 装置との組合せ

従来の 1/2 インチ 幅 テープ 装置は高価である。最近 カートリッジテープ 装置や ストリーミングテープ 装置の応用が考えられている。しかしながらこれら テープ 装置は一般に制御方式が ディスク 装置と異なっており共通制御は困難である。したがって，単なる バックアップ だけの目的では磁気 テープ 装置を用いにくい。制御用 LSI の実用化を待つことになろう。

以上，各種 バックアップ 方式について簡単に述べたが，どの方式を採用するかは システム の性格によって最終的には決められるべきものと考えられる。

6. むすび

電子計算機 システム を構成する周辺機器の中で最も重要な磁気 ディスク 装置について，M 2884 密閉形固定 ディスク 装置を取りあげ，その技術的特徴と応用分野について述べた。この装置は最大記憶容量 130 MB，記録密度 241 ビット／mm (6,122 BPI)，トラック 密度 19 トラック／mm (480 TPI) であり，従来の カートリッジディスク 装置とほぼ同一の外形寸法でありながら，記憶容量は 6 倍以上に改良している。また，記憶媒体－ヘッド 系を塵埃密閉した容器内に封じており，外部環境の影響を受けにくく通常の事務室に設置できるから，オフィスコンピュータ や ミニコンピュータ に最適である。

この装置は M 2883 密閉形固定 ディスク 装置の上位機種として系列化し，記憶容量 27 MB から 130 MB までの広い範囲の需要に応ずることができる。また，各種交換形 ディスク と インタフェース の標準化を行っており，制御装置を工夫することにより混在使用を可能としており，今後 ファイルメモリ の中心機種として普及するものと思われる。

参考文献

（1） J. S. Heath : Design of a Swinging Arm Actuator for a Disk File, IBM J. RES. DEVELOP, p. 389～397, July (1976)

（2） 角田，小野岡，浜：端末 システム 用磁気記憶装置，三菱電機技報，52，No. 8，p. 581 (昭 53)

（3） M. Kakuda, S. Isozaki et al. : Diskette Wear Improvement on a Double-Sided Flexible Disk Drive, 3 rd USA-JAPAN Computer Conference, p. 355～359 (1978)

（4） 千石，松崎：最近の《MELCOM》の磁気 ディスク 装置，三菱電機技報，53，No. 12，p. 884 (昭 54)

《MELCOM80》シリーズのマルチワークステーションシステム

本間雅美*・馬場　理*・井上智男*・西田憲治*・新田俊晴**

1. まえがき

最近オフィスコンピュータにおいてマルチワークステーションシステムという言葉が多用されているが，それは各所に分散したワークショップに設置したワークステーションから計算機を自由に使用できるシステムを言っている。このようなシステムを可能とするにはコンピュータの多重処理能力の向上が必す(須)であり，そのためのハードウェア，ソフトウェア両面の技術的・性能的裏付けが必要である。

当社は昭和49年にマルチモードコンピュータ《MELCOM 88》を発売したのを始めとして，インラインシステム，オンラインシステムに強い各種システムを発売し，マルチシステムの分野で常に業界優位の地位を保ってきた。昭和54年3月から出荷を開始した《MELCOM 80》シリーズ／モデル28，《MELCOM 80》シリーズ／モデル38は，マルチワークステーションシステムを第一の特長としており，従来のマルチシステムの実績と成果を元に，より新しいハードウェア技術，ソフトウェア技術を集大成してでき上がっている。両モデルとも発売以来好調な売行きを示している。(図1.～図4.参照)

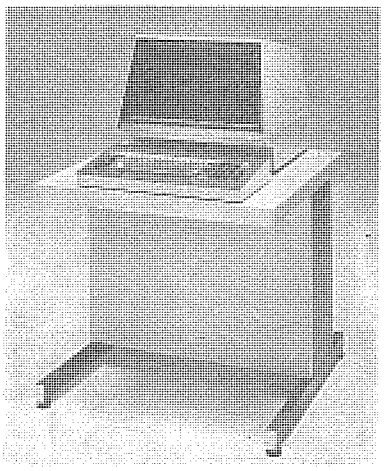


図 3. ワークステーション CRT 装置

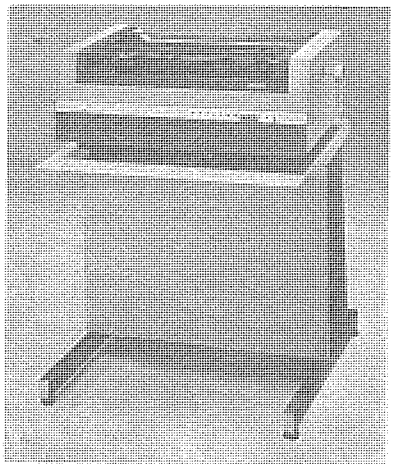


図 4. ワークステーションプリンタ 装置

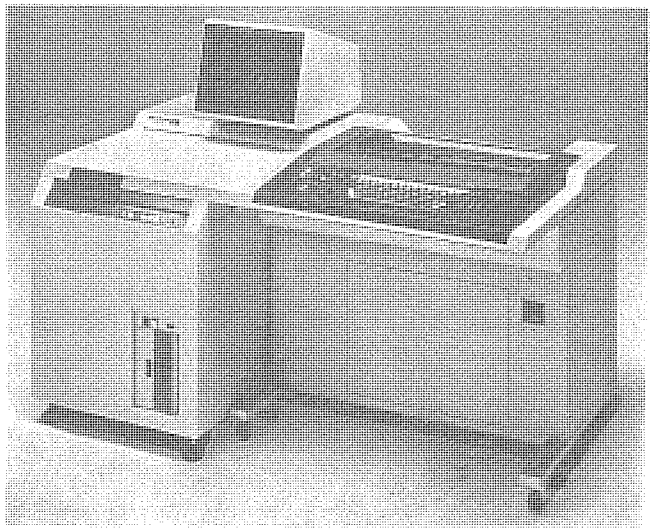


図 1. 《MELCOM 80》シリーズ／モデル 28

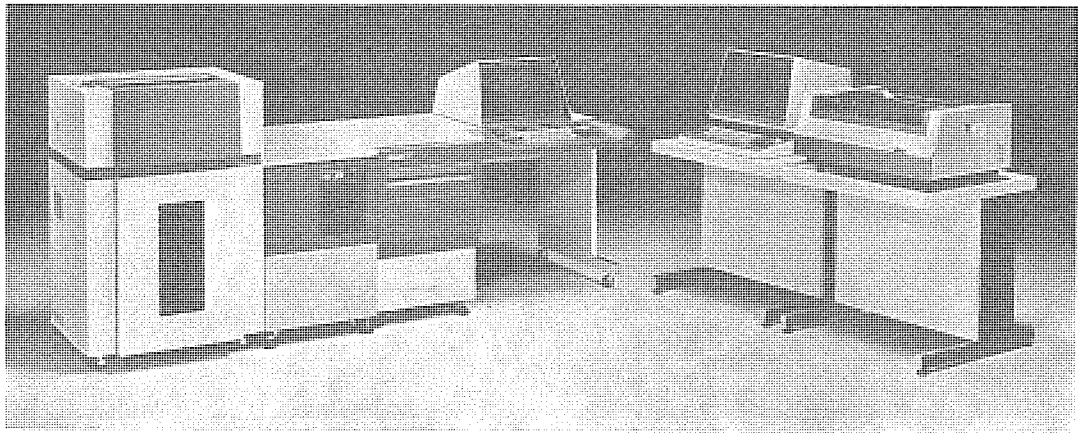


図 2. 《MELCOM 80》シリーズ／モデル 38

2. ハードウェアの機能

本章ではマルチワークステーションシステムを構成するハードウェアの機能について述べる(図5.，表1.参照)。

(1) 遠隔設置可能なことワークステーションの設置場所は計算機室内に留まらず，現場に設置できるものでなければならない。かつ設置が容易であり，ビルディング内

* 計算機製作所　** 本社

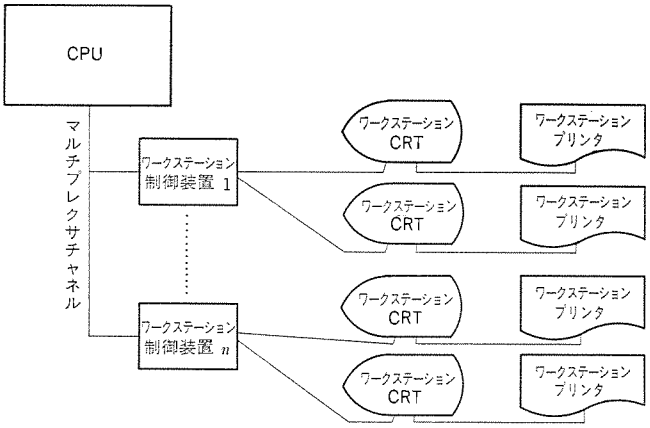


図 5. ワークステーションシステム の構成

表 1. ワークステーションシステム の仕様

項　　目	仕　　様
通　信　機　能	通信速度：1 M ビット／秒 制御手順：ポーリング，HDLC 伝送距離：最大 1 km 接続台数：最大 4 台／制御装置
ワークステーション CRT	画面の大きさ：14 インチ 表示文字容量：2,000 文字（80 字×25 行） （英数，カナ，記号の場合） 1,000 文字（40 字×25 行） （漢字の場合） 表示文字種類：英数，カナ，記号　146 種 漢　字　64 種 文字表示方式：英数，カナ，記号　13×7 ドット　マトリクス 漢　字　16×16ドット　マトリクス フィールド機能：プロテクト，入力フィールド，テンキーフィールド，ニューメリック／キャラクタフィールド，機密フィールド 付 加 機 能：ハンド OCR 装置
ワークステーション プリンタ	印 字 速 度：200 文字／秒 印 字 方 式：9×7 ドットマトリクス，インパクト方式 両方向印字可能 印 字 文 字：128 種 1 行印字数：132 字／行 複 写 能 力：最大 5 枚（原紙を含む） 書 式 制 御：水平タブ，垂直タブ，改ページ機能，ライトマージン，レフトマージン機能 そ　の　他：赤黒リボン切換可能 横 2 倍拡大文字印字可能

においても特に大きな工事をしなくても設置できることが必要である。《MELCOM 80》シリーズ ワークステーション は，従来と比較して設置工事費の削減を図るなど，遠隔設置の条件を満足するものである。

（2） 高速度 データ転送可能なこと

ワークステーション と CPU 間は，オペレータ や プログラム で入出力する データ ストリーム の外に，ジョブ 制御 データ ストリーム，画面制御 データ ストリーム などが煩雑に発生する。しかしながら オペレータ の キータッチ の リズム を狂わせないことが必須条件であり，そのためには高速度な データ転送を可能とする インタフェース が求められる。ワークステーション は転送速度 1 M ビット の同軸 インタフェース を用いており，この要求を満たしている。

（3） 人間工学にかなった レイアウト

現場設置ということで，オペレーション を容易にし，人間工学的に無理のない レイアウト が求められる。当社では従来からの実績の上に更にいくつかの改良を加えて，非常に使いやすい レイアウト としている。

（4） 項目単位の入出力ができる

ワークステーション 制御装置と ワークステーション 間では，画面単位の データ転送のほかに，項目（フィールド）単位の データ 転送が可能である。このことによって項目単位の処理を効率化して，データ エントリ分野への適応性を強化している。

（5） 安全規格

現場に設置するということであるときは無人運転を可能とするような対策が必要である。《MELCOM 80》シリーズ は米国をはじめ外国へ輸出する国際機であるが，ワークステーションシステム もこの中に含まれ，そのために米国の安全規格である UL 規格を適用している。この規格は，日本国内規格よりも厳しい チェック がなされると言われているが，その規格を パス したことでも分かるとおり，安全性にはより一層の注意を払っている。

3. ソフトウェアの実現機能

マルチワークステーションシステム を構成するとき，ソフトウェア の機能はより重要である。《MELCOM 80》シリーズ／モデル 28，《MELCOM 80》シリーズ／モデル 38 の オペレーティングシステム DPS Ⅱ (Dynamic Processing System Ⅱ)（図 6. 参照）は次の 5 点を柱として実現している。

（a） マルチワークステーションシステム
（b） 分散処理 システム
（c） 多重処理 システム
（d） オンラインデータベースシステム
（e） 新簡易言語　プログレス Ⅱ

ここでは マルチワークステーションシステム に必要な ソフトウェア の実現機能について述べる。

3. 1 インラインシステム

マルチワークステーションシステム は各所に分散した ワークショップ から計算機を自由に使える システム である（図 7. 参照）。ワークステーション の設置場所が計算機室内外いずれであるかにかかわらず，システム 的な制約を

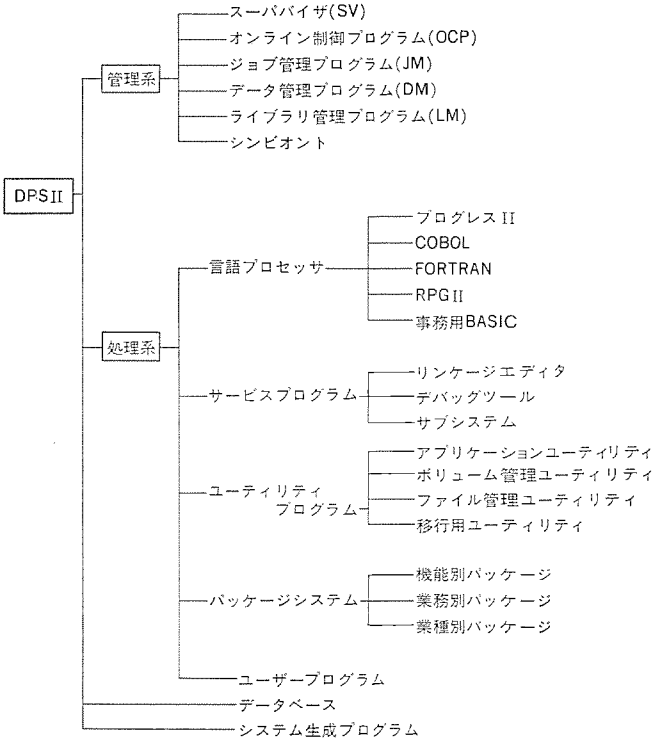


図 6. DPS Ⅱ の構成

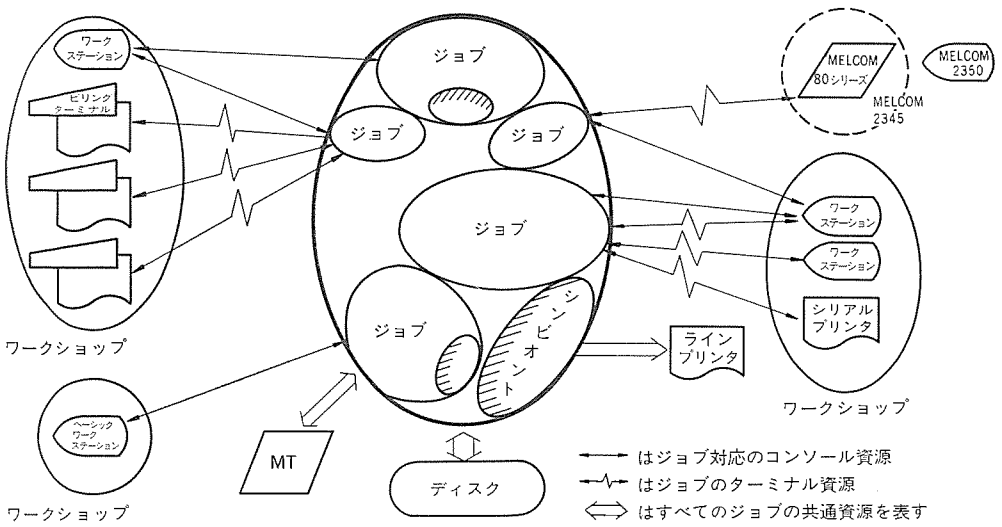


図 7. マルチワークステーションシステム

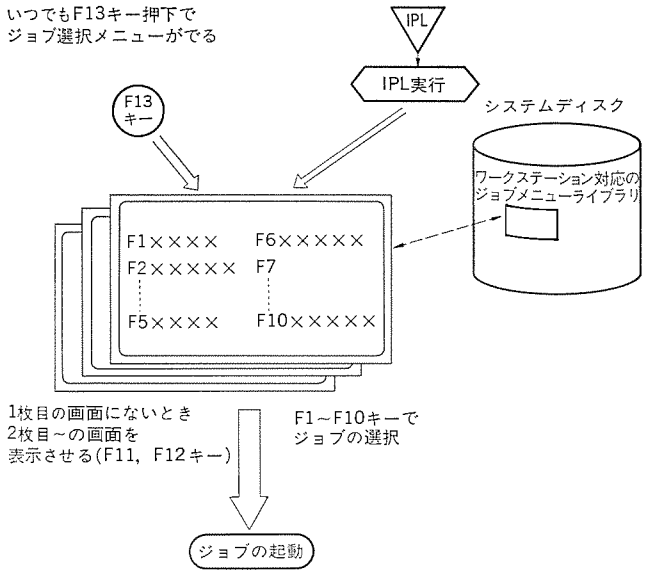


図 8. メニュー 方式 ジョブ 起動

受けてはならない。そのためには以下のような機能を備えていなければならない。

(a) インラインシステム，オンラインシステム と バッチシステム とが区別なく，同様な システム 的努力を構築できること。

(b) ダイレクトインプット の インラインシステム が容易に構築できること。

(a)項は，《MELCOM 80》シリーズ が，インラインターミナル，オンラインターミナル と バッチ 処理の区別なく，同様な ソフトウェア 方式で サポート してきた方式を継承するものである。

(b)項は，他社 コンピュータ が バッチ 処理能力を競っているとき，《MELCOM 80》シリーズ だけが バッチ 処理のほかに ダイレクトインプット の インラインシステム を採用してきた。インラインシステム では，毎日発生する トランザクションデータ を発生した現場で ダイレクト に処理し，関連 ファイル も更新してしまう。また，在庫問合わせなどの緊急問合わせにも応じられる。これは マルチワークステーションシステム の使用目的にかなったものである。

3.2 イージーオペレーションシステム

オフィスコンピュータ は本来 コンピュータ の専門家を必要としなく，コンピュータ の知識がなくても使用できる素人向き簡便な操作を モットー として きた。マルチワークステーションシステム の場合は，ワークステーション が現場に設置されるということから，更に一層簡単な操作で使用できることが必要である。そのためには以下のようなことが必須機能としてあげられており，いずれも DPS Ⅱ で実現している機能である。

(1) 各種操作支援機能

従来 データエントリマシン が持っていた各種機能のとり込みによる操作性の改良が必要である。

(a) シフトロック 機能

(b) 入力 データチェック 機能

(c) スカルプチャキーボード

(2) フイル イン ザ ブランク 方式

フイル イン ザ ブランク 方式にすることによって，必要最小限の データ 入力で済み，オペレーション が簡易化される。

(3) オペレータ への操作指示 ガイダンス

オペレータ への操作指示 ガイダンス を出力し，次に何を操作すべきかを指示する。

(4) ワンタッチ 操作

キータッチ 数の低減が必須課題であり，それゆえ可能な限り ワンタッチ オペレーション とする。メニュー 方式 オペレーション がその代表的なものである (図 8. 参照)。

3.3 マルチコンソールシステム

各 ワークステーション から コンピュータ を自由に操作できるためには，各 ワークステーション が，あるときは計算機に指示を与える コンソール として，あるときは ジョブ 実行の ターミナル として使用できることが必要である。

(1) ワークステーション で実行できる業務の範囲をとり除く

(a) ワークステーション で実行する プログラム に制限がないこと。

(b) システムプロセッサ を始めとする バッチプログラム の同時並行動作 (マルチバッチ 機能) ができること。

(c) バッチプログラム，オンラインプログラム の起動方法における区別をなくすること。

(2) コンソールステーション の廃止

従来 コンピュータ と言えば必ず CPU の近くに コンソールステーション があり，システム 全体の ステイタス や，動作指示などを与えていた。しかしこれらのことは オペレーティングシステム で常時記録しておき，必要なとき必要な場所から検索又は指示できればよいことである。DPS Ⅱ ではすべての ワークステーション に コンソール 機能を持たせ，必要に応じていつでも DPS Ⅱ と会話できるようになっている。

(3) ワークステーション の独立性

ワークステーション では，他の ステーション を意識しないで独自の ジョブスケジュール に従って ジョブ を実行できることが必須である。DPS Ⅱ では以下の機能によって ワークステーション の独立性を保持している。

(a) ジョブ 識別子を別にすれば，他の ステーション で実行中の ジョブ のことを考える必要がない。

(b) ワークステーション の オペレータ 間での通信ができる。

(c) 現在実行中の ジョブ の状態を，どの ステーション からでも参照

できる。

3.4 マルチプログラミングシステム

各ステーションは他のステーションで起動したジョブのことを意識しないでジョブ起動するので，システムで定められた多重度のジョブまでのマルチプログラミングができることが必須である。DPS Ⅱでは最大28多重までのマルチプログラミングが可能となっている。更にこのとき以下の機能サポートが必須であり，いずれもDPS Ⅱでサポートしている。

（a） ファイルやレコードの競合管理機能

（b） メモリの動的再配置機能

（c） CPUの時間管理と優先度処理

（d） プリンタ装置を始めとする各種デバイス資源の管理機能

（e） CRT画面を使用したジョブ実行中に，在庫問合わせなどの割込ジョブが発生しても，割込ジョブを終了後はじめの画面に復旧するなどのCRT画面管理機能

（f） データとプログラムの独立性を保証するデータベース機能と，各ステーションから会話形式で検索できる機能

4. ソフトウェアの方式

ここでは3章で述べたマルチワークステーションシステムを実現しているDPS Ⅱの方式について述べる。

4.1 画面管理方式

（1） CRT画面の3つのモード

ワークステーションのCRT画面は次の3つのモードを持ち，オペレータのキー操作又はジョブ制御言語（Job Control Language）の制御によって，各モードを切換えることができる。

（a） ジョブ入力モード……ジョブメニューによってジョブを選択するモード

（b） コンソールモード……ジョブへの制御情報を入力したり，プログラムからオペレータへのメッセージを表示するモード

（c） ターミナルモード……画面に伝票フォーマットを作ったりしながら，データの入力，出力を行うモード

（2） 画面の退避・復旧

1つのCRT画面を3つのモードを使いわけて使用するため図9.に示すような画面の退避と復旧をサポートしている。ターミナル画面については，通常ジョブと割込ジョブとでの画面の退避・復旧関係が保証されるとともに，ユーティリティプログラムやコンパイラなどでは更にテンポラリに画面を作り，通常ジョブ，割込ジョブの画面を使わない。

（3） コンピュータのステイタス表示

CRT画面は最下行にコンピュータのステイタスを常時表示している。またオペレーティングシステムからのメッセージ表示エリアを持ち，各種の指示メッセージを表示する。

4.2 プリンタ装置の管理方式

プリンタ装置を始めとする各種デバイス資源の管理機能（競合に対する保留，代替処理）はDPS Ⅱの重要な機能である。ここではそのうちプリンタ装置の管理方式について述べる。

プリンタ装置の管理方式は，次の4点に集約される。

（a） プリンタ装置に対して，ラインプリンタ的な使用（ローカルプリンタ）と，オンライン端末としての使用（オンラインプリンタ）ができ，それを1箇所で集中管理している。

（b） ジョブ対応，ジョブステップ対応に，ジョブ制御言語，プログラムの指令あるいはオペレータ指令などによって，プリンタ装置の使用を割付け，解除できる。

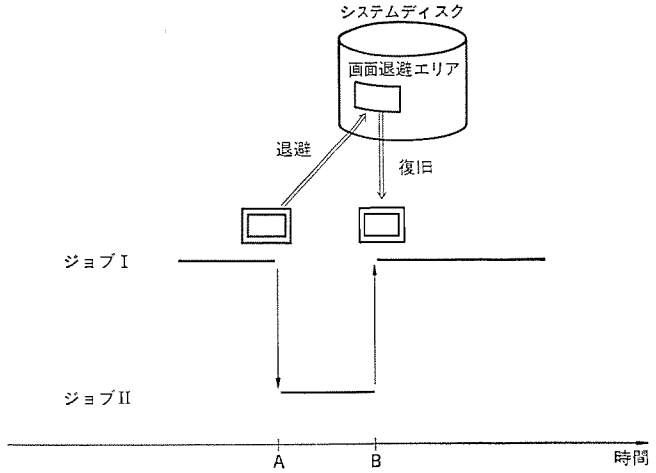


図 9. 画面の退避と復旧

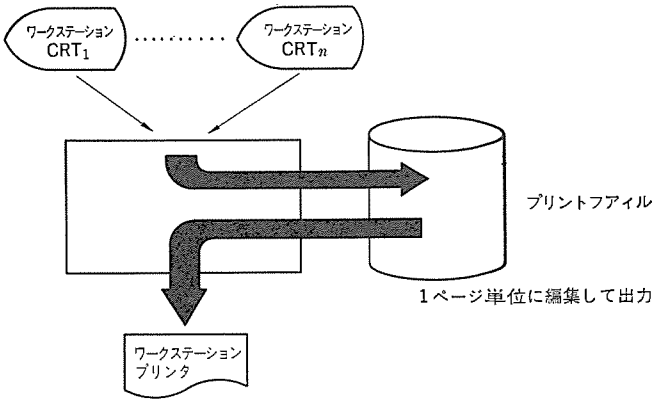


図 10. プリントファイル機能

（c） シンビオント機能があり，複数ジョブから1台のプリンタへのデータ出力を制御できる。

（d） プリントファイル機能があり，複数の端末から入力したデータを1台のプリンタへ出力する制御ができる。このときは1ページ単位に編集し直して出力する（図10.参照）。

4.3 CPU時間管理機能

（1） ジョブのクラス（表2.参照）

（a） 最優先

（b） 優　先

（c） 非優先

ジョブのクラスはユーザーがそのジョブの特性をみて決定するものであるが，その特徴は次のようなものである。

（a） 起動の優先順位（プライオリティ）……0, 1, 2の3種ジョブの起動の順番を決めるもの。同一順位ならば先入先出（First In First Out）の制御をする。

（b） スワップの可否……常時メモリ上に存在させておかねばならないインラインプログラムなどと，CPUの時間のすいたときに実行すればよいバッチプログラムなどで，後者をスワップ可能として指定する。

（c） 緊急ジョブ割込みの可否……長いバッチプログラムの実行中に，割込んで少量のプリント出力を今すぐ欲しいという要求に対処す

表 2. ジョブ の クラス

特性＼クラス	最優先	優先	非優先
プライオリティ	0	1	2
スワップ	×	○（ジョブ割込みのスワップ不可）	○（すべての要因でスワップ可）
ジョブ割込み	○	○	×
主な処理	インライン，バッチ伝送	問合せ，緊急業務	定常バッチ業務

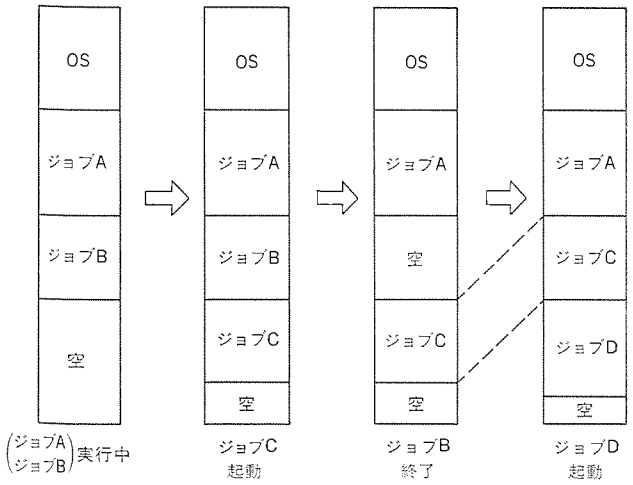


図 11. メモリ の自動 コンデンス

るための機能。

（2） 時間管理

実行中の ジョブ は次のような条件で次々に実行制御が移っていく。

（a） 入出力完了待ち

（b） サービス 要求待ち

（c） プリンタ 装置などのすきの待ち

（d） 回線送受信待ち

（e） ある一定時間 (time quantum) 以上 CPU を占有した

4. 4 メモリ管理機能

メモリ 資源は自動的に割付けが行われる。スワップ 時には，前と異なる場所であっても動的に再割付けされて実行が進行する。また メモリ に虫食い状態が生じても，自動的に メモリコンデンス 処理が行われる（図 11. 参照）。

4. 5 ファイル管理機能

（1） ファイル 管理

1ジョブ で ファイル 生成中に，他 ジョブ からの消去処理を防ぐ ファイルプロテクト 機能は必須である。しかし一方では，1つの ファイル を多数の ジョブ から アクセス して使用することもあり，これを可能としている。その場合各 レコード 単位に プロテクト をかけ，2つ以上の プログラム から同一 レコード に対する更新要求が同一時間帯に発生したときは，先入先出で後からの更新要求を待たせる レコードプロテクト 機能がある。

（2） データベース

同じ データ を多くの目的で，また複数種類の アプリケーションプログラム で利用できる構造と内容となっている データベース を提供し，データ の共用化，データ の プログラム からの独立性が保たれている。更に エンドユーザー 言語 QP-3 によって，各 ワークステーション からいつでも必要な データ を会話形式で検索できるようになっている。

（3） システム 作業用 ファイル の管理

従来の コンピュータ では，システム 作業用 ファイル は システム に数限られており，ソート や コンパイラ などの システムプロセッサ を同時に動作させられなかった。DPS II では，ジョブ 対応に システム 作業用 ファイル を確保して，システムプロセッサ の多重処理を可能としている。

4. 6 RAS 機能

一般的に コンピュータ で RAS 機能の重大性が叫ばれているが，マルチワークステーションシステム の場合この機能は更に重要である。DPS II では障害の早期発見のために障害情報を記録したり，障害をできるだけ速く回復するために各種の情報を提供したり，万が一障害が発生した場合でも障害による影響を局所にとどめ，システム の縮退運転や障害機器の代替運転を可能とするなどの機能をもっている。

5. むすび

《MELCOM 80》 シリーズ マルチワークステーションシステム は，これからの マルチワークステーションシステム の1つの方向を示すものとして各方面から注目されている。

これからも オフィスコンピュータ に対する顧客の要請は増大する傾向にある。機能・性能的には従来のはん(汎)用大中形機がもっていたものを求める傾向にあり，他方ではより簡単な専門家でなくても使用できるやさしさを求めている。当社はそのような市場の要請をうけとめ，常に前進的に製品に反映してゆく所存である。

(昭和 55-1-11 受付)

参考文献

（1） 山崎ほか：三菱電機技報，51，No. 4，p. 254 (昭 52)

（2） 山崎ほか：情報処理学会第 19 回全国大会講演論文集，p. 925 (昭 53)

（3） 小碇ほか：三菱電機技報，53，No. 8，p. 608 (昭 54)

（4） 富沢ほか：情報処理学会第 20 回全国大会講演論文集，p. 139 (昭 54)

（5） 富沢ほか：ソフトウェア 工学研究会資料 12，12-2 (昭 54)

ファクシミリを利用したコンピュータシステム

太田芳弘*・松田主税**・太刀掛伸一*・田中久之*・浦山統喜治***

1. まえがき

最近ファクシミリがめざましく普及している。ファクシミリは昭和47年の公衆電話回線網の開放を契機として，電話回線があれば手軽に導入できる事，相手に記録(文書)が残り誤りを防止できる事，テレックスに比べて手書文字や図面等の図形情報が送れる事，専用のオペレータを必要としない事，などの理由から官公庁や企業などにおいて幅広く採用されている。ユーザーによっては大規模なファクシミリネットワークを組んで使用するケースも生じ，ファクシミリ及び回線網の効率的な利用法や，操作性の向上に対する要求が高まってきた。こうした要求に答えるためファクシミリとコンピュータを結合した新しいファクシミリネットワークシステムが開発されている。

一方，コンピュータの図形情報処理技術の向上に伴い，図形情報入出力装置としてファクシミリが注目され，その応用技術が開発されている。

ここではファクシミリとコンピュータを結合した新しいファクシミリ利用システムとして，ファクシミリ通信を改善するファクシミリ蓄積交換システム《MELFANET》と，ファクシミリを図形情報の出力端末に利用した図形情報処理システムについて，その機能，処理方式を概説するとともに具体例を紹介する。

2. ファクシミリとコンピュータの結合

2.1 利用形態

高速伝送を目的に開発された高速ディジタルファクシミリの普及によりファクシミリとコンピュータが比較的容易に接続できるようになった。そこでファクシミリとコンピュータを結合したいろいろなシステムが開発されている。ファクシミリとコンピュータを結合して利用する方向には次の2つの方向がある。

(1) ファクシミリ通信の改善のため，コンピュータを活用しファクシミリの操作性，信頼性，機能性を向上させるとともに通信回線の有効利用を図る。

(2) ファクシミリをコンピュータに対する文字，図形情報の入出力端末として利用する。

2.2 ファクシミリ通信の改善

ファクシミリは主として公衆電話回線網を使用し，端末から端末へのポイントツウポイント通信に使われてきた。ところが公衆電話回線網では相手までの距離及び使用時間に応じて料金が課されるため，通信量の多いユーザーでは専用回線を使用したほうが経済的となり，自営のファクシミリネットワークを組みファクシミリ通信を改善している。

ファクシミリネットワークには回線交換方式，蓄積交換方式及び回線交換と蓄積交換の機能を併せ持った複合交換方式の3方式がある。回線交換方式，蓄積交換方式及び複合交換方式の違いを表1.に示す。

これら3方式のうちでは複合交換方式が回線及び蓄積部の使用効率の点で優れており，経済的なファクシミリネットワークを形成できる。当社ではこの複合交換方式を採用したファクシミリネットワークシステムを《MELFANET》(MELCOM FACSIMILE NETWORK SYSTEM)という名前で商品化している。

表1. 交換方式の比較

項目	回線交換方式	蓄積交換方式	複合交換方式
機種制限がない	○	△	△
異機種間接続	×	○	○
同報通信	△	○	○
代行受信	×	○	○
送信データ量に制限がない	○	×	—
即時性	○	×	—
電話交換と共存	○	×	—

○：可　△：ほぼ満足する　×：不可

2.3 ファクシミリによるデータ入出力

ファクシミリの画像送受信機能をコンピュータのデータ入出力に利用する技術の開発が最近活発に行われている。

2.3.1 データ入力

ファクシミリでは入力された画像の「黒」「白」の画素情報を伝送しているため，コンピュータ側で画素情報を解析し，必要なデータに変換する必要がある。

(1) マーク読取り

送信原稿上の決められた位置に入力させるデータに応じて黒く塗りつぶし，これをコンピュータ側で判読する方式。ファクシミリによるデータエントリとして実用化されている。

(2) 文字・記号の識別

OCR（光学文字読取装置）の技術を応用し，コンピュータ側で画素情報から文字・記号を識別する方式。識別不良時の再走査ができない事，手書文字などに対する文字識別アルゴリズムが不完全であるなどの理由からまだ研究の余地がある。

2.3.2 データ出力

ファクシミリに画像を出力させるためには，コンピュータ上で画像の画素情報を生成する必要がある。

(1) 文字出力

コンピュータ上で文字の画素情報を生成する方法として，あらかじめ文字別の画素ドットパターンを用意しておき，出力する文字に対応するドットパターンを画像バッファにセットしたのち，ファクシミリの走査信号に変換する技術が実用化されている。

(2) 図形出力

直線で形成された帳票類のわく組などは文字と同様のドットパターン方法が利用できる。曲線を含む複雑な図形の場合には，図形をあらかじめファクシミリ送信機若しくはフィルムリーダ等により画素信号に変換したものをデータとして入力し，それを画素情報として使用する。また，この画素情報に他の図形や文字の画素情報を合成し出力させる技術も実用化されている。

* 三菱電機(株)計算機製作所　** 同本社　*** (株)メルコムコンピュータシステムズ

3. ファクシミリ蓄積交換システム《MELFANET》

3.1 システム概要

《MELFANET》システムは専用回線を利用しファクシミリの自営蓄積交換を行うシステムであり，回線交換機能と蓄積交換機能を併せ持った複合交換システムである。実用システムとしては当社社内総合通信網システムが昭和54年9月より営業運転に入っている。

《MELFANET》システムの特色を次に示す。

(1) 回線交換機能により回線を電話系と共同で使えるため，回線を有効に使える。

(2) 相手ファクシミリに直接送れるものは交換機に蓄積せずに送信できるため，交換機の蓄積部を効率的に使用できる。

(3) ファクシミリは一般の電話回線インタフェースのものがそのまま使える。

3.2 ハードウェア構成

《MELFANET》システムは回線交換部と蓄積交換部とにより構成する。回線交換部ははん(汎)用の電子交換機に蓄積交換部とのインタフェースを付加したものである。蓄積交換部はミニコンピュータ《MELCOM 70》をベースとし画像データは磁気ディスクに蓄積する。回線交換部と蓄積交換部との間は，ファクシミリと蓄積交換部が通信を行うデータトランクと，ダイヤル情報などの制御情報をやりとりする制御トランクにより接続する。図1.にシステム構成図を示す。また，蓄積交換部の外観を図2.に示す。

ファクシミリと蓄積交換部との通信はマイクロプログラムを内蔵した汎用の多回線通信制御装置B6850を介して行う。ファクシミリとの間の伝送制御手順のうちフレームの組立て，CRC(Cyclic Redundancy Code)

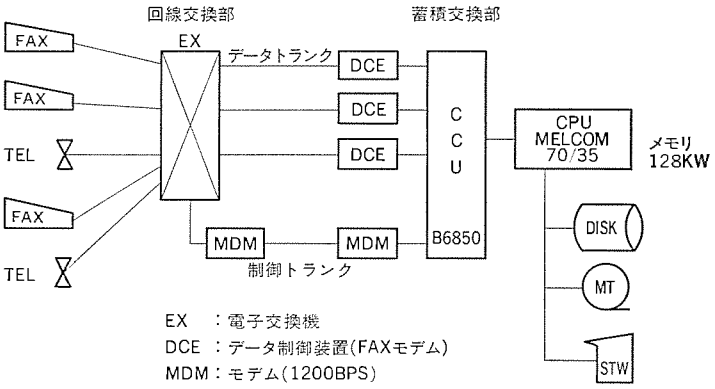


図1. システム構成図

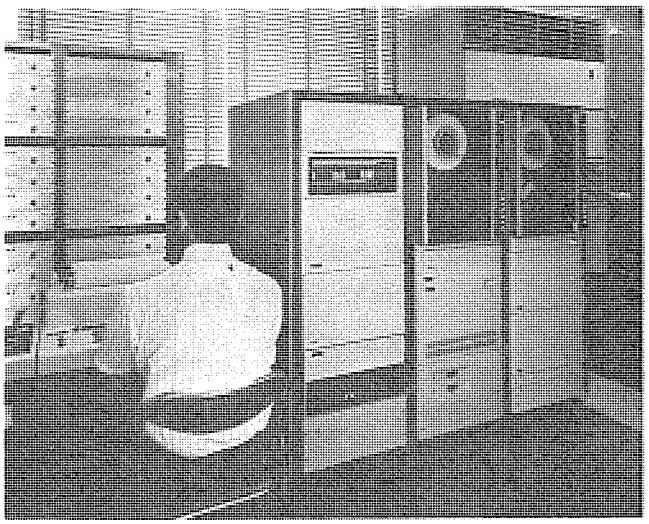


図2. 蓄積交換部外観

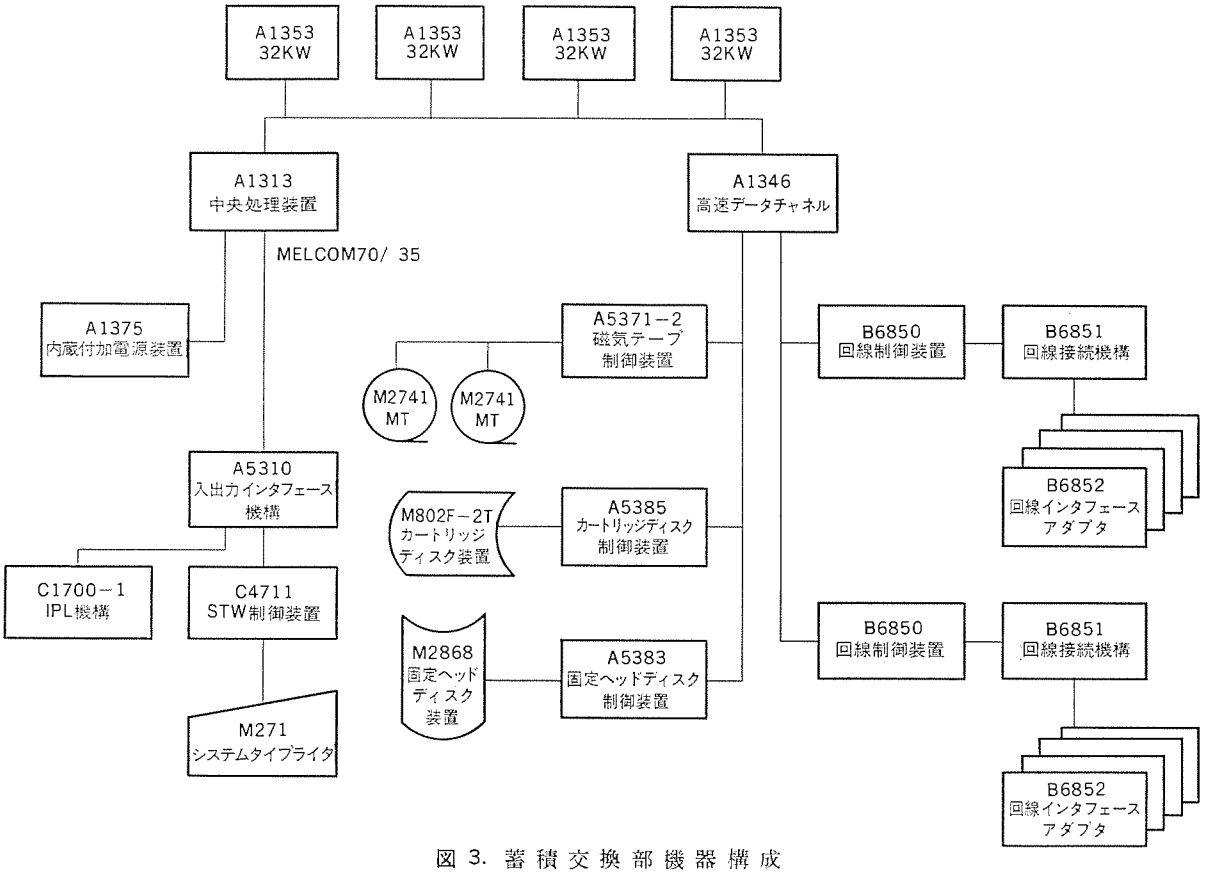


図3. 蓄積交換部機器構成

チェック 及び CRC エラー 検出時の フレーム 再送処理までを B 6850 の マイクロプログラム で行っている。 また蓄積交換側の モデム (データ 制御装置) には ファクシミリ 専用の モデム を使用する。この モデム では伝送制御手順で規定された ファクシミリ 通信独特の トーン 制御を行っており B 6850 との インタフェース は標準の モデムインタフェース となっている。蓄積交換部の ハードウェア 機器構成を図 3. に示す。

3. 3 蓄積交換部のソフトウェア構成

蓄積交換 部 の ソフトウェア は CNM (Communication Network Manager) と呼ばれる通信制御専用の パッケージソフトウェア を使用しており次の 4 種の モジュール に大別できる。

(1) エクゼクティブプログラム (EXEC)

CNM 全体を管理する モニタプログラム である。

(2) 回線制御 プログラム (LCP)

ファクシミリ との間の伝送制御, 回線交換部との間の リンク 制御を実行する プログラム である。

(3) アプリケーションプログラム (APL)

画像 データ の送受信管理, 蓄積管理及び システム 管理 コマンド 処理を実行する プログラム である。

(4) データベース

回線制御 テーブル, 端末別画像管理 テーブル, 画像 データ 送受信用 バッファ 等の データベース 群である。

蓄積交換部の ソフトウェア 構成と処理の流れを図 4. に示す。

画像 データ の蓄積には大容量の カートリッジディスク 装置を用いている。ディスク へのアクセス 回数を少なくして実効転送速度を向上させるため, アクセスタイム の短い固定 ヘッドディスク 装置(1 次記憶装置) を仲介 メモリ として使用し, 画像 1 ページ 分をまとめて ブロック 単位 (6 Kバイト/ブロック) で カートリッジディスク 装置 (2 次記憶装置) に再転送する方式を採用している。

3. 4 機 能

《MELFANET》 システム の機能には次のものがある。

(1) 回線交換

通信方式が同一の ファクシミリ 間で直接通信ができる。

(2) 代行通信

相手 ファクシミリ が使用中の時, 交換機が相手 ファクシミリ に代わって FAX 電文を受信し蓄積する。相手 ファクシミリ がすいた時に交換機が FAX 電文を送信する。

(3) 同報通信

同一の FAX 電文を複数のあて(宛)先に送信する時, 1 回の送信操作で送信できる。 FAX 電文は交換機が各宛先に展開し送信する。

(4) 代表選択

複数の ファクシミリ をひとまとめにし, 代表番号を指定できる。交換機は回線接続時, すいている ファクシミリ を選択し接続する。

(5) 優先接続

FAX 電文に優先度を指定できる。 交換機は優先度の高いものから順次処理する。ただし通信中のものについては優先度の高いものが入力されても途中で打ち切ることはしない。

(6) ジャーナル 管理

発信元, 宛先, 時刻, ページ 数等通信に関する各種の統計情報を収集, 管理する。情報は通信量のは(把)握, 課金等に利用できる。

(7) 花文字生成

FAX 電文に電文の管理番号, 日時, 宛先情報, 再送表示等を付与する。

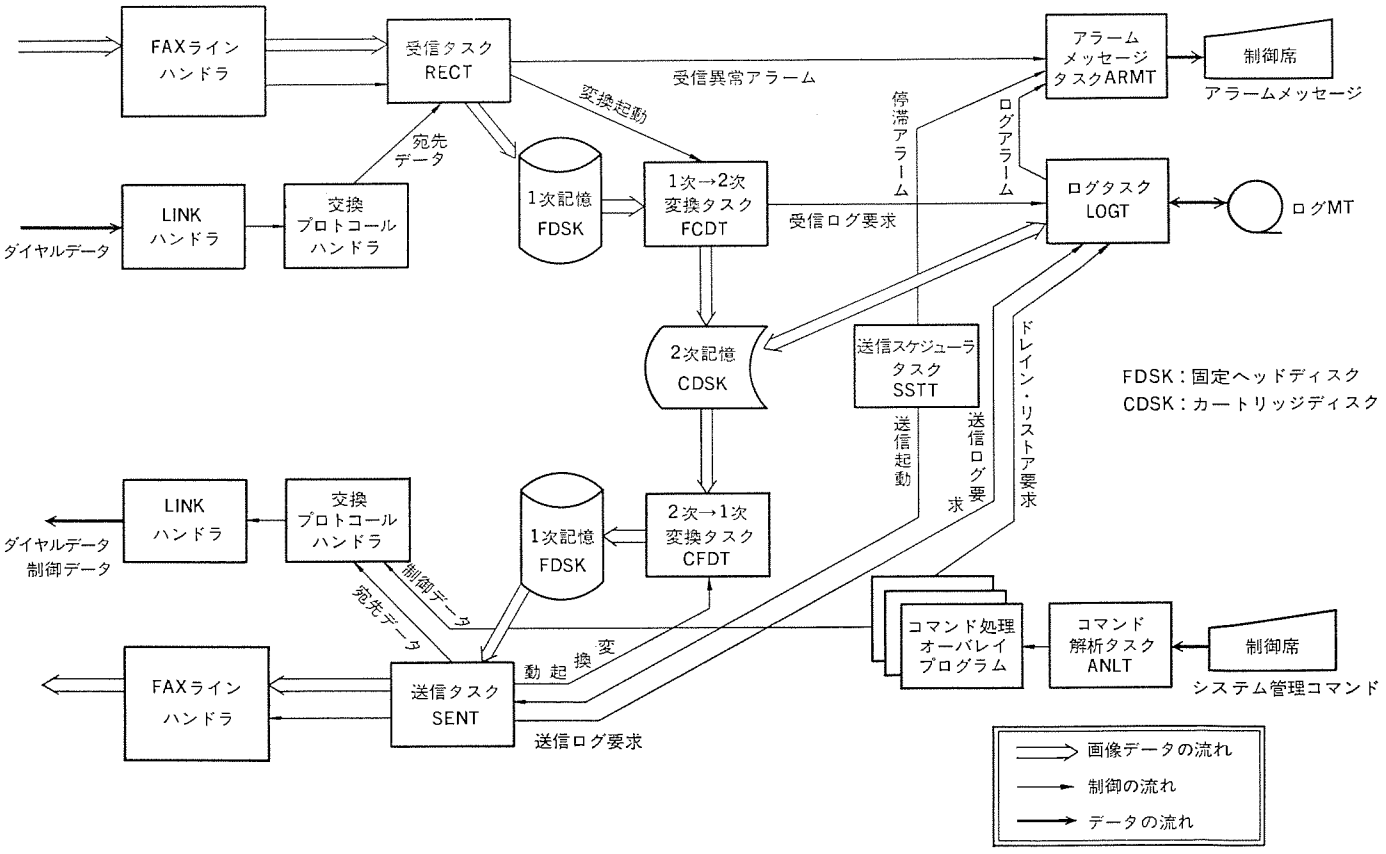


図 4. 蓄積交換部の ソフトウェア 構成と処理の流れ

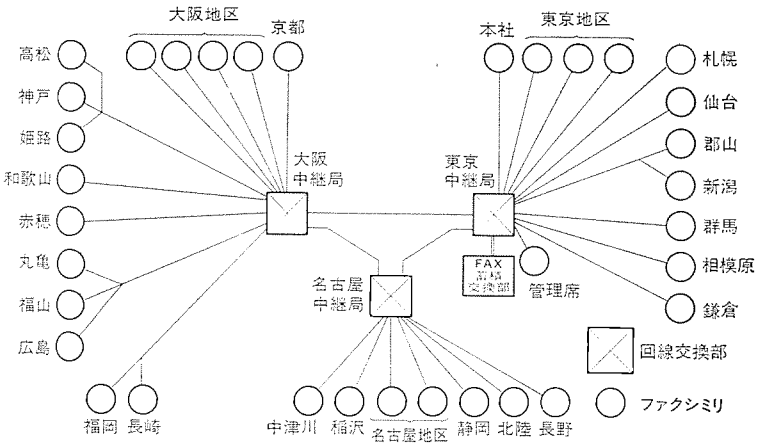


図 5. 社内総合通信網（ファクシミリ ネットワーク）図

表 2. 社内総合通信網（ファクシミリ ネットワーク）の仕様

項　目	仕　様
交換方式	回線交換と蓄積交換を併用
回線の形態	専用回線（D-1 相当）
回線速度	9,600／4,800 BPS
蓄積交換部の収容回線数	30 回線
FAX との通信方式	伝送制御手順：FA-300 手順 回線速度：9,600／4,800 BPS 自動切換え 誤り制御：CRC チェックによる自動再送方式 帯域圧縮方式：予測分割符号化方式（2 次元逐次処理）
収容 FAX	MELFAS FA-300 及び FA-330
蓄積処理能力	入出力合計：240 通／時
蓄積画像容量	B 4 版標準原稿で 250 枚（ディスク容量 10 M バイト）
収容 FAX 端末数	200 端末まで

（8） 一斉通信

交換機から各 ファクシミリ に一斉に同一画像を送信する。

（9） 異速度 ファクシミリ 間通信

通信速度が異なる ファクシミリ（同一タイプ）間の通信ができる。

3. 5 社内総合通信網

《MELFANET》 システム の実用例として当社社内総合通信網について紹介する。社内総合通信網は全国に点在する 50 近い製作所，工場，営業所などに約 80 台の ファクシミリ を導入し，蓄積交換の各種サービス機能により極めて有効に活用されており，運用面での省力化に大いに貢献している。この総合通信網は社内間の通信の改善を目的とした専用回線網であり，次の用途に使用している。

（1） 社内間 ファクシミリ 通信

社内間の文書，資料の伝達

（2） 社内間電話

社内間の電話を構内線並みに ダイヤル 即時化する

（3） 社内間 データ 通信

社内 オンライン EDP システム の データ 通信回線の統合

社内総合通信網における ファクシミリ ネットワーク の構成図を図 5. に，仕様を表 2. に示す。

4. 図形情報処理システム

4. 1 システム概要

図形情報処理 システム は ファクシミリ の図形出力の機能を活用し，コンピュータ 上で作成した画像 イメージ を ファクシミリ へ出力する システム である。この システム の特色は コンピュータ 上で画像情報の加工，合成処理が行える点にあり，図形，表，グラフ，帳票等の画像出力ができるほか，漢字，カナ 文字を扱う日本語情報処理 システム にも適用できる。システム 構成図を図 6. に示す。

この システム の特色を次に示す。

（1） 汎用 ファクシミリ の利用

出力端末に汎用の ファクシミリ をそのまま使用しており，コンピュータ の出力用 に 使用するとともに通常の ファクシミリ 相互間の通信にも使用することができる。このため ファクシミリ の効率的な利用が可能であり，専用の漢字 プリンタ を設置する方式よりも経済的である。

（2） パターン 情報の集中化

漢字などの文字 パターン を コンピュータ に集中化することができ，従来の漢字端末のように端末側に文字 パターン を持つ必要がなくなる。このため出力できる字種は コンピュータ の保有するすべての文字 パターン を使用でき，端末側の制限を受けない。

（3） 画像情報の圧縮保持

画像情報は ファクシミリ の帯域圧縮技術を活用し，約 1/10 程度に圧縮した形で保持する。帳票のわく組等の固定情報は帳票の様式ごとに 1 種ずつ保持し，帳票出力時に文字などの可変情報を合成し出力する。このため画像情報保持用の ファイルエリア を大幅に縮小できる。

4. 2 地方自治体用漢字住民情報システム

4. 2. 1 地方自治体の窓口業務

地方自治体における EDP 化が進み，窓口業務に発展しつつあるが，従来の データ 端末では英数字，カナ 文字しか扱えず処理業務も限定される。これは地方自治体の窓口業務では漢字が重要な意味を持っており漢字処理が必す(須)となるためである。例えば，窓口業務の主流である帳票発行業務で扱う証書，証明書においては姓名，住所表示等に漢字による表示が必要である。更に証書，証明書としての様式上の制約がある。例えば住民票（写）の発行における様式上の制約には次のものがある。

（1） 姓名漢字の字体を住民票に記載された字体と同一のものとする。

（2） 死亡，転出等で削除した場合は抹消表示（×）を行う。こうした窓口業務に対する要求を満たす出力端末には次のような表示機能が要求される。

（1） 多彩な文字 サイズ（16 ポ～7 ポ）

（2） 高度な文字品質（画数の多い文字の表現）

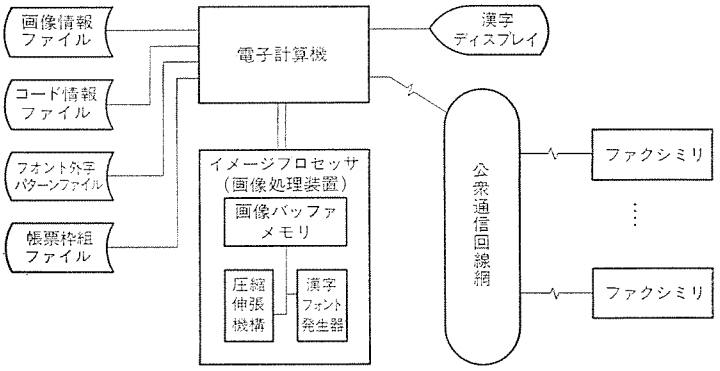


図 6. システム 構成図

(3) 多字種

(4) 外字処理（特殊文字パターンの登録及び印出）

(5) 表頭書，表側書，けい線，重ね書

(6) わく組同時プリント

上記の機能は既に高速漢字プリンタ (M 8250, M 8290) では実現していることではあるが，小形・低価格を条件とする窓口用漢字プリンタでは不可能に近い。このような問題を解決したのが出力端末にファクシミリを利用した漢字住民情報システムである。

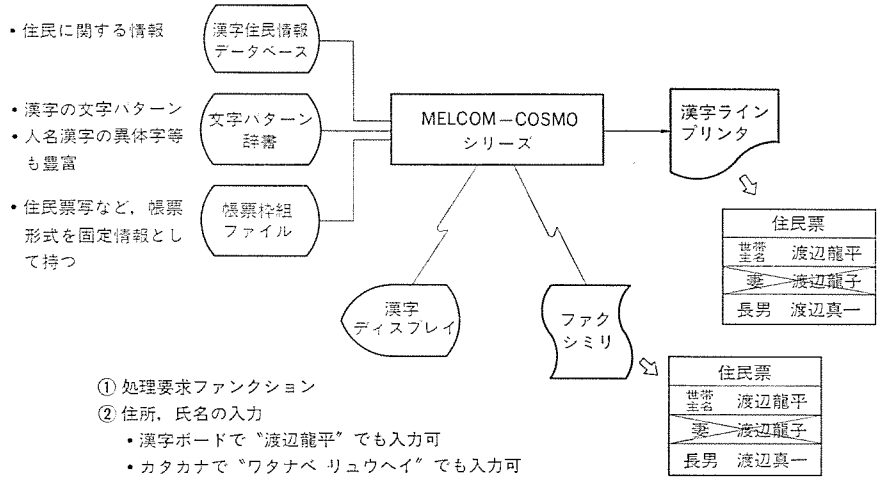


図 7. 漢字住民情報システム概念図

4. 2. 2 漢字住民情報システム

システムの概念図を図 7. に示す。窓口端末は漢字ディスプレイとファクシミリを組合せた構成である。図 8. に窓口端末の構成例を示す。

このシステムにおける帳票発行の処理手順を次に示す。

(1) 帳票のわく組等の固定情報を帳票わく組ファイルから読出し画像バッファメモリ上に展開する。

(2) 住所，姓名等の文字は文字パターンライブラリから該当文字パターンを順次とり出し，画像バッファの所定の位置に埋め込む。

(3) 帳票の合成が完了したら出力するファクシミリに合わせた帯域圧縮方式で画像データを圧縮する。

(4) 帳票をファクシミリへ出力する。

このシステムにより発行した住民票（写）の例を図 9. に示す。

図 8. 窓口端末構成例

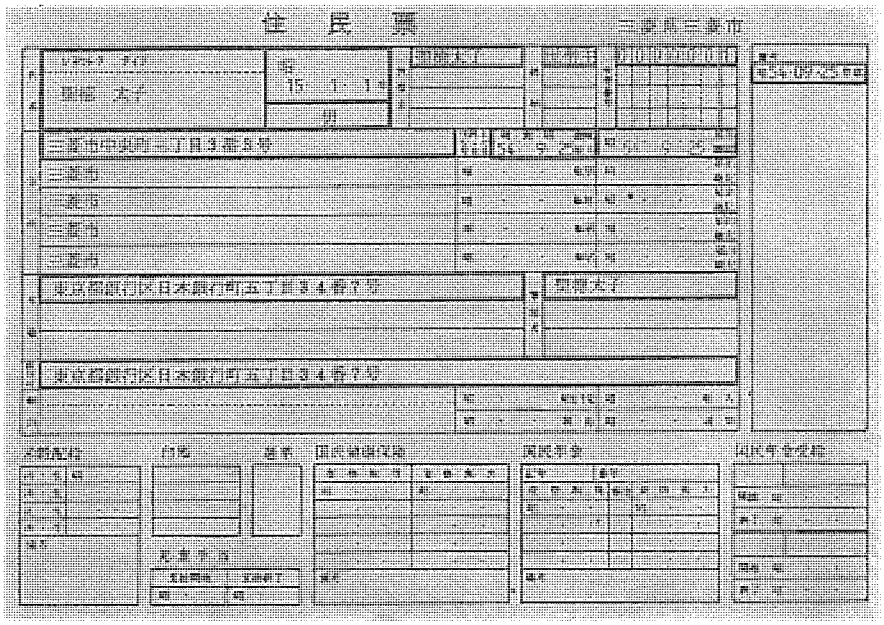


図 9. 住民票（写）の例

5. むすび

ファクシミリをコンピュータの入出力端末として使用した新しい利用技術を紹介した。ファクシミリを入出力端末として利用する技術は実用段階に入ったと言える。今後は応用技術の発達によりファクシミリとコンピュータとの結びつきは一層強くなっていくものと思われる。

《MELFANET》については，現在，CCITT 勧告による国際規格 (G Ⅲ) への適合と異機種ファクシミリ間の方式変換技術を開発中であり，新データ通信網 (DDX 網) への接続も準備中である。

図形情報処理システムについては手書文字等によるデータ入力など画像入力変換技術の開発が今後の課題である。

参考文献

(1) 小林：ビジネス・コミュニケーション，16, No. 10

(2) 中島，伊藤：電気学会雑誌，99, No. 11

(3) 三井田ほか：三菱電機技報，52, No. 5, p. 390 (昭 53)

(4) 釜江：ビジネス・コミュニケーション，15, No. 15

カラーグラフィック表示を実現した工業分野向けディスプレイ装置

渡部明洋*・西出政司*

1. まえがき

工業用計算機システムにおいてCRT (Cathod Ray Tube) ディスプレイ装置はこれまでマンマシンコミュニケーションの中心的役割を果たしてきた。

この分野で使用されるディスプレイ装置は，

(1) 作業指示や簡単なデータ入力に使用される装置

(2) プラント機器の集中監視・制御に使用される装置

の2種類に分類され，用途によりそれぞれの装置に要求される特性は異なる。(1)に関しては，設置台数などから主に経済性が追求され，また(2)に関しては，経済性もさることながらその表示機能の高度化が強く望まれてきた。

ここでは，(2)の装置に対しどのような機能の向上が要求されているかを述べ，それらの要求を背景に開発したM 2398カラーディスプレイシリーズ（以下M 2398シリーズ）と称すとサポートソフトウェア“VIPPS” (VIrtual Picture Processing System) の特長を紹介する。

2. 工業分野向けディスプレイ装置の進歩とその背景

これまで工業用計算機システムの分野ではディスプレイ装置に対し

(a) 画面制御機能（ブリンク，プロテクト，タブ制御など）

(b) 簡単な図形を表示する機能

(c) 操作性

(d) 応答性

(e) 経済性

などが要求され，簡易グラフィック形ディスプレイ装置（文字相当の簡易図形表示機能を備えた装置）が多用されてきた。

しかし，プラントシステムにおける制御対象の広域化及び制御内容の高度化に伴い，ディスプレイ装置やサポートソフトウェアに対してもこれまでの機能に加え

(a) より複雑，精ち(緻)な画面の表示（高密度表示）

(b) 漢字，グラフィックなどによる分かりやすい表示

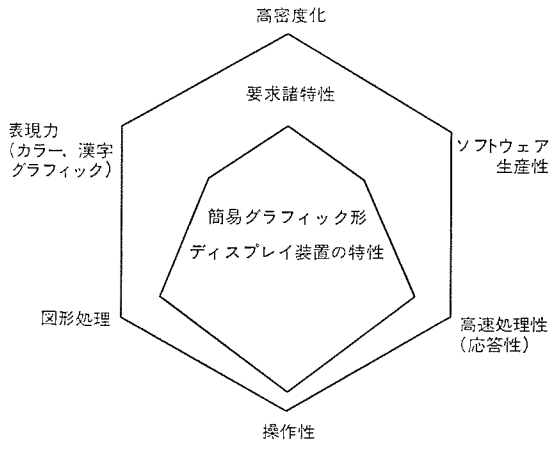


図 1. ディスプレイ装置の現状と要求

(c) 図形処理を含むユーザープログラムの生産性向上

などが新たな特性として要求されるようになった。これらをまとめると図1.となる。

以下，ディスプレイ装置に対する新たな要求諸特性に関し，具体的に述べる。

(1) 高密度表示

ディスプレイ装置の表示容量が制約条件になり，本来は1度に監視したい情報もそのまま1画面では表示できず，情報を省略化・抽象化して1画面に収めたり，情報を分割化して複数画面で表示するなど画面設計に際しさまざまな工夫が要求される。一方，このような過程で製作された画面を監視する場合にも，視認性・操作性・応答性などが問題となることも多い。

画面設計時の制約条件を緩和し，画面監視時における円滑なマンマシンコミュニケーションを図るため，ディスプレイ装置の高密度化は常に要求されている。

また，従来複数台のディスプレイ装置に分割表示していたものを1つにまとめ，監視したい部分を連続的に移動表示したいという要求もある。

(2) 漢字表示

ディスプレイ装置に表示される情報の中で文字は情報伝達の最も重要な手段であるが，工業分野向けディスプレイ装置の場合これまでは英数字，カタカナによる表示が一般的であった。

最近ではディスプレイ装置の表示性能が向上したこともあり，日ごろ我々が使い慣れている漢字やひらがなど人間が理解しやすい形の表示を求められることも多い。

(3) グラフィック表示

マンマシン間の情報交換をこれまで以上に効率的に行うため，計算機内部の情報をある時は円グラフ，またある時は棒グラフというように，人間が即座にかつ直感的に理解できる形で表示する能力に優れたグラフィック端末が工業分野においても求められている。

(4) 画面データ作成における生産性の向上

最近は1システム当たり数100画面といった例も多く，また，ディスプレイ装置の高密度化に伴い表示画面自体も複雑になってきた。そのためいかに効率よく画面データを作成するかということが重要な課題となっている。

(5) 高速化，高応答性

プラント監視・制御においては，プラント情報をすばやくオペレータに伝えなければならないが，ディスプレイ装置の高密度化などに伴い，計算機からディスプレイ装置へ転送するデータ量もおのずと多くなる。このため，高速化，高応答性がソフトウェアを含めたディスプレイシステムに対して強く望まれている。

(6) 図形処理サポート機能

フォートランなどの高位言語による図形処理を実現し，装置のもつ機能を最大限に引き出す強力な図形処理サポートソフトウェアが望まれている。

* コンピュータシステム工場

工業用計算機システムとしてのリアルタイム性を満足しつつこれらの機能要求を実現するためには，ハードウェア・ソフトウェアの機能分担を十分に検討する必要がある。

以下，M 2398シリーズにおけるこれらの機能の実現について述べる。

3. M 2398 シリーズ

M 2398シリーズ（外観を29ページ図2.に示す）は従来の当社のディスプレイ装置（M 2396，M 2397）の文字・簡易図形表示機能に加え，

（a） 最高7,200字の高密度表示

（b） ハードウェアの画面移動機能

（c） 倍サイズの任意図形表示機能による漢字表示

（d） カラー・グラフィック表示

などを実現した装置で，表示容量の違い，グラフィック表示機能の有無により，モデル10・20・30・40の4機種のレパートリーを備えている。各装置の性能一覧を表1.に，モデル30/40のハードウェア構成を図3.に示す。

図3.に示すこれらの機能を実現するためには装置側に膨大なメモリが必要となるが，M 2398シリーズでは最新のLSI技術を利用することによりこれらの機能を経済的に実現している。

3.1 高密度カラー表示

カラーディスプレイ装置ではこれまで画面全体で色合わせする方法が一般的であったが，4,000字以上の高密度表示を行う場合この方法では周辺部分の色ずれは避けられず，カラーディスプレイ装置の高密度化の大きな妨げとなっていた。

M 2398シリーズでは，ダイナミックコンバーゼンス方式（画面を分割して色合わせする方式）によりこの問題を解決し，7,200字の高密度表示を実現すると同時に従来より高品質の表示を得た。

高密度表示の1例を29ページ図5.に示す。

表1. M 2398ディスプレイシリーズ性能一覧

項目＼形名			M 2398-10	M 2398-20	M 2398-30	M 2398-40
表示方式			ラスタスキャン方式			
CRT			20形高解像度カラーブラウン管，カラー7色表示			
文字表示機能	表示文字数（横×縦）		4,800字 100字×48行	7,200字 120字×60行	4,600字 100字×48行	7,200字 120字×60行
	大きさ（横×縦）	文字	2.3×4.4 mm	1.9×3.5 mm	2.3×4.4 mm	1.9×3.5 mm
		図形	3.2×5.0 mm	2.7×4.0 mm	3.5×5.0 mm	2.7×4.0 mm
	文字・簡易図形の種類		文字・記号：128種 固定図形：64種 任意図形：320種（重ね合わせ表示機構実装時は640種）			
	特長		画面保護，けい線表示，数字入力フィールド処理 ブリンク，データ圧縮転送			
	オプション表示機構	重ね合わせ	基本表示と同じフォーマットで重ね合わせて表示される			
		倍サイズ（縦×横）	14ドット×16ドットのパターンを1画面当り128種表示可能			
			1,200字（50字×24行）	1,800字（60字×30行）	1,200字（50字×24行）	1,800字（60字×30行）
		トレンドグラフ分解能（X軸×Y軸）	本数制限なし			
			700×384	840×480	700×384	840×480
	画面移動機能		装置側に4画面相当のリフレッシュメモリを備え，計算機，キーボード，ジョイスティックからの指示により表示内容を連続的に移動する			
グラフィック表示機能	表示座標範囲				0≦X≦699 0≦Y≦383	0≦X≦839 0≦Y≦479
	有効座標範囲				0≦X≦2,047 0≦Y≦1,023	0≦X≦2,047 0≦Y≦1,023
	表示の種類	グラフィック文字			126種（おのおの1～8倍のサイズ可）	
		ベクトル			3種（実線，破線，1点鎖線）	
		円弧			円，弧を指定偏角で補間	
		その他			3点で囲まれたエリア内のぬりつぶし可能	
	総ブロック数				512ブロック：約5,000ベクトル相当	
	図形サブルーチン総数				128サブルーチン：約1,000ベクトル相当	
	特長				ブロック表示色変更 画面拡大・縮小（8倍・1/8倍） WINDOW機能	
接続機器			キーボード，ライトペン，ジョイスティック，ハードコピー			
計算機インタフェース（エラーチェック）			・半2重並列伝送（パリティチェック） ・RS-232C		・全2重並列伝送（CRCチェック）	

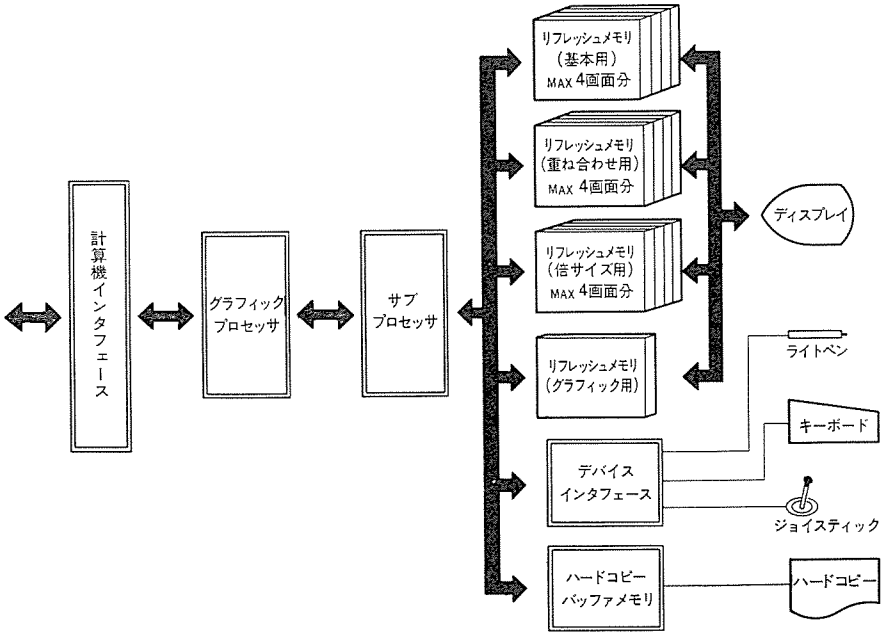


図3. M 2398-30/40構成図

3.2 ハードウェアの画面移動機能

ディスプレイ装置の画面移動機能をソフトウェアで実現するのとハードウェアで実現するのとでは応答速度に大きな差が現れる。

M 2398シリーズでは1人の操作員が無理なく監視できる領域を表示画面の4倍程度と設定し，端末側で32,512文字相当の表示情報を蓄え，表示範囲を計算機，キーボード，ジョイスティックからの指示で連続して切換えることにより，ハードウェアで画面移動を実現している。このため，計算機に負荷を与えることなく，表示情報記憶領域に蓄えられたプラント図のすみずみまでスムーズに監視することが可能とな

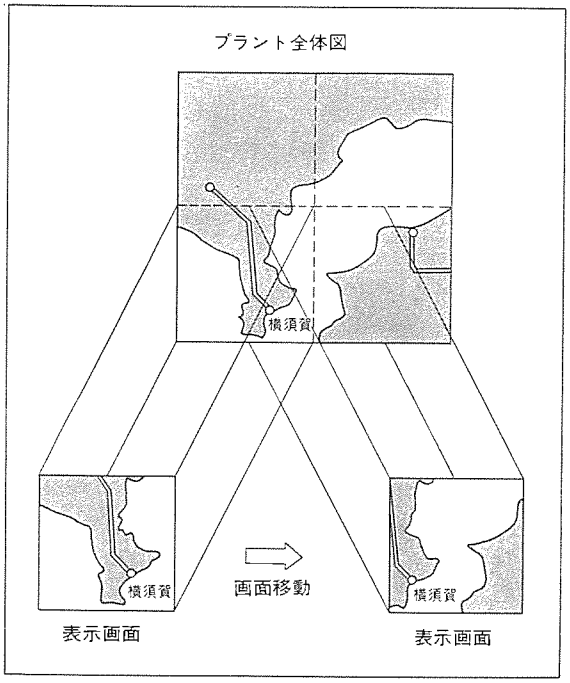


図 6. 画面移動機能による広域監視
(ジョイスティック による スムーズ な広域監視の実現)

った。(図 6.)

3. 3 倍サイズ表示機構の利用による漢字表示

最近では工業分野向け ディスプレイ 装置に対しても，それぞれの用途に応じて異なった種類の漢字表示を求められることが多い。しかし，各応用分野で少しずつ要求の異なるこれらすべての漢字をあらかじめ ハードウェア で用意しておく方式は，現状の ROM (READ ONLY MEMORY) の集積度，消費電力，価格などの点から，経済性に問題がある。

M 2398 シリーズ では，従来の任意図形（簡易 グラフィックパターン：M 2397・M 2398 では 7 ドット× 8 ドット の パターン）に加え 14 ドット×16 ドット の倍 サイズ 任意図形を採用することにより，大容量の漢字 フォント は ローコスト の計算機側 ディスクメモリ に記憶させ，必要に応じて倍サイズ図形を書換えることにより経済的な漢字表示を実現した。

3. 4 カラー・グラフィック表示

グラフィック 表示の方式としては ランダムスキャン 方式（情報の属性や表示動作を規定する表示命令とその パラメータ である ベクトル 情報を ハードウェア が順次解読しながら画面を表示する方式）が優れているが，

(a) CRT 周辺回路が複雑で装置が高価である。

(b) カラー 表示が困難である。

(c) キャラクタディスプレイ 装置に比べ画面制御機能が劣る。

などの理由により，工業分野ではほとんど利用されなかった。

一方，これらの点で優れた ラスタスキャン 方式（一般の テレビ と同様の走査方式）の場合，表示分解能に対応した容量の リフレッシュメモリ が必要であるため，当初 グラフィック 表示にはあまり応用されなかったが，メモリ 素子の高集積化・低価格化に伴い徐々にこの方式の グラフィックディスプレイ 装置も現れ始めた。

しかし，ラスタスキャン 方式の グラフィックディスプレイ 装置では，表示命令や ベクトル 情報ではなく リフレッシュメモリ の ドット 情報を制御の対象としなければならず，キャラクタディスプレイ 装置の概念の延長では操作性・応答性などに関する性能低下を招く恐れがある。

M 2398 シリーズ は ラスタスキャン 方式の装置であるが グラフィック 情報の管理に ランダムスキャン 方式の概念や新たに ブロック の概念を導入し効率的な グラフィック 表示を実現している。

(1) グラフィック 表示情報の記憶

リフレッシュ 情報とは別に端末側で グラフィック 表示情報をすべて蓄えて処理することにより，グラフィック 画面の拡大・縮小・移動などの機能を実現した。

(2) ランダムスキャン 形 データ 構造の採用

ランダムスキャン 形の データ 構造を採用し グラフィック 表示情報の効率的な記憶を行うとともに，ひん度高く使用する図形は表示色，表示位置，表示の際の倍率などに関係なく元情報を図形 サブルーチン として登録して利用することにより，全体的な情報量の圧縮を図った。

(3) データ の ブロック 管理

表示情報の最小単位である線分・点などはそれら単体では無意味であり，この単位で情報を管理することは計算機側の負荷を増すのみである。

M 2398 シリーズ では，線分・点などの集まりで 1 つの意味を持つ集合を ブロック と定義し，ブロック に含まれる個々の表示情報はすべて端末側で管理し，計算機側では ブロック の持つ意味のみを管理することにより グラフィック 表示に伴う計算機負荷を軽減した。

4. ディスプレイ装置サポート ソフトウェア (VIPPS)

VIPPS は，情報量の増大化や ディスプレイ 装置の高級化などに伴う諸問題を解決し ハードウェア を総合的に サポート する ソフトウェアシステム で特長をあげると

(1) 画面 データ と ユーザープログラム の分離による生産性向上。

(2) 画面 データ の メンテナンス の容易化。

(3) 画面 データ 作成記述言語の確立。

(4) マンマシン 性の向上。

(5) 画面表示の高速化や高応答性の実現。

(6) フォートラン などの高位言語で図形処理できる。

などで，オンライン ソフトウェア 及び画面 データ の設計・製作・保守など

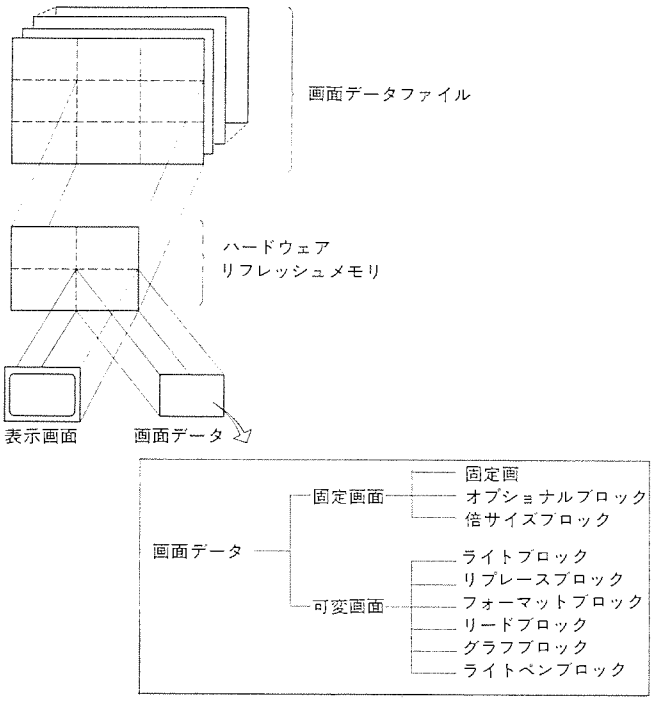


図 7. 画面 データ の階層構造

図 2. 装置の外観

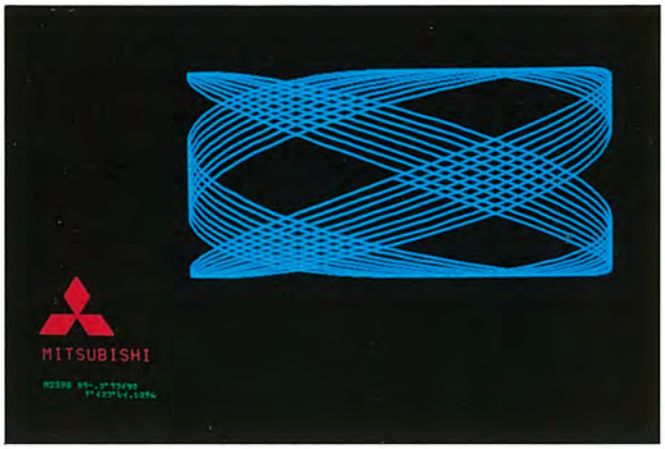


図 4. M2398－40におけるグラフィック表示例
（図 2 の表示画面を画面移動して，右上の部分を表示させた例）

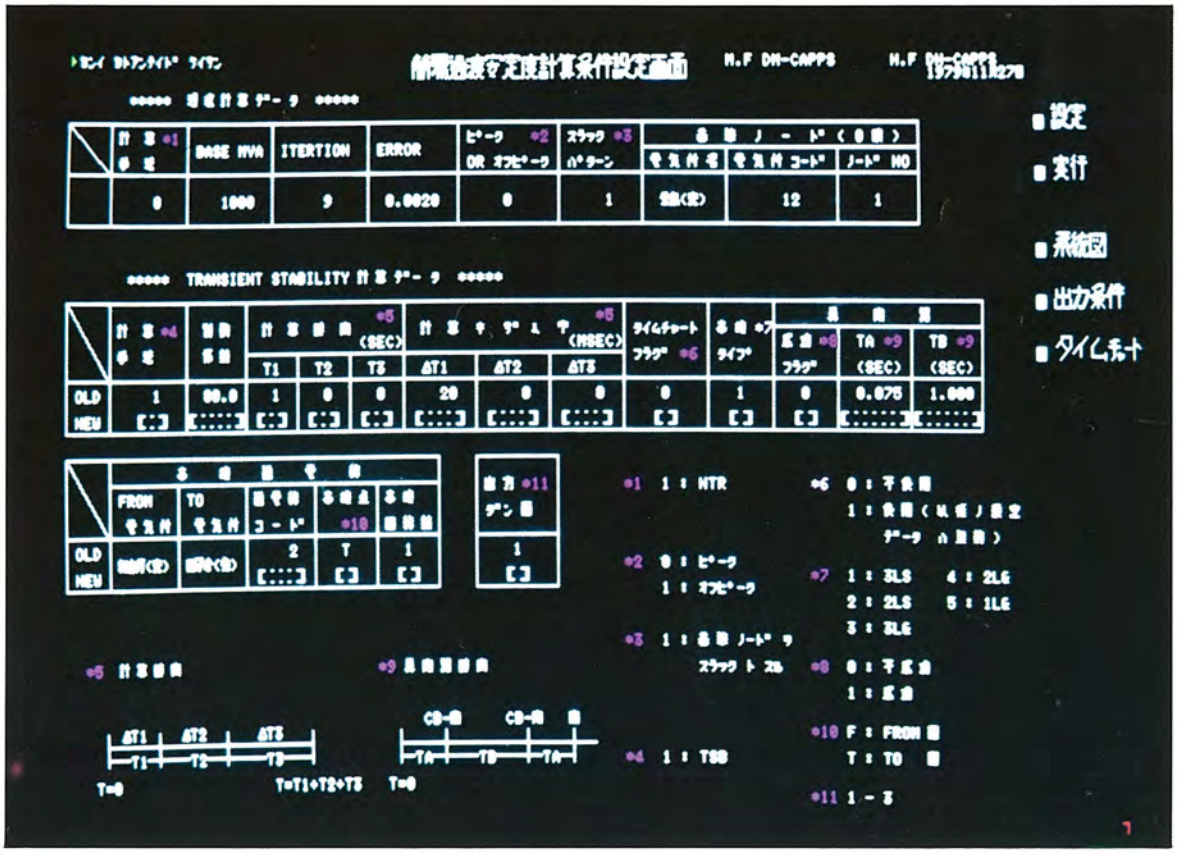


図 5. 高密度表示例
（7,200画素表示範囲が画面設計を容易化する）

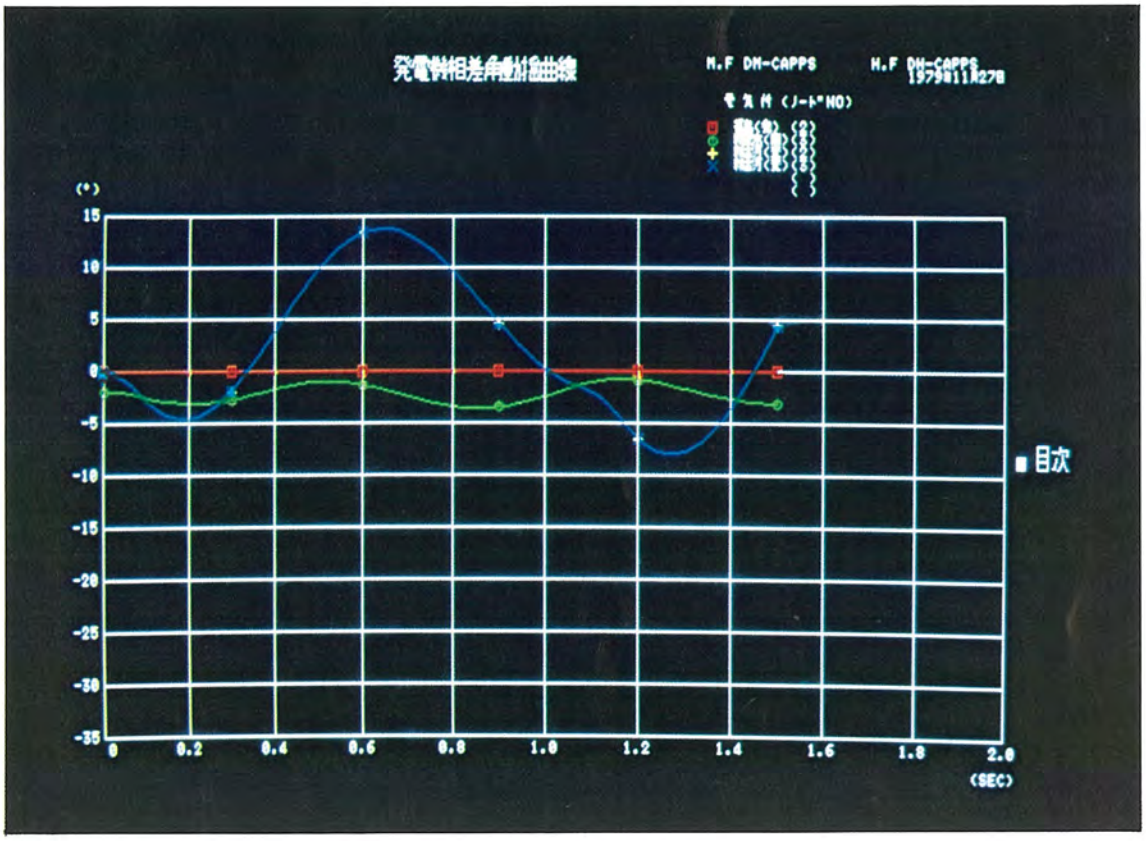


図 10. M2398－40におけるVIPPS応用例(その１)
容易なグラフ化を実現

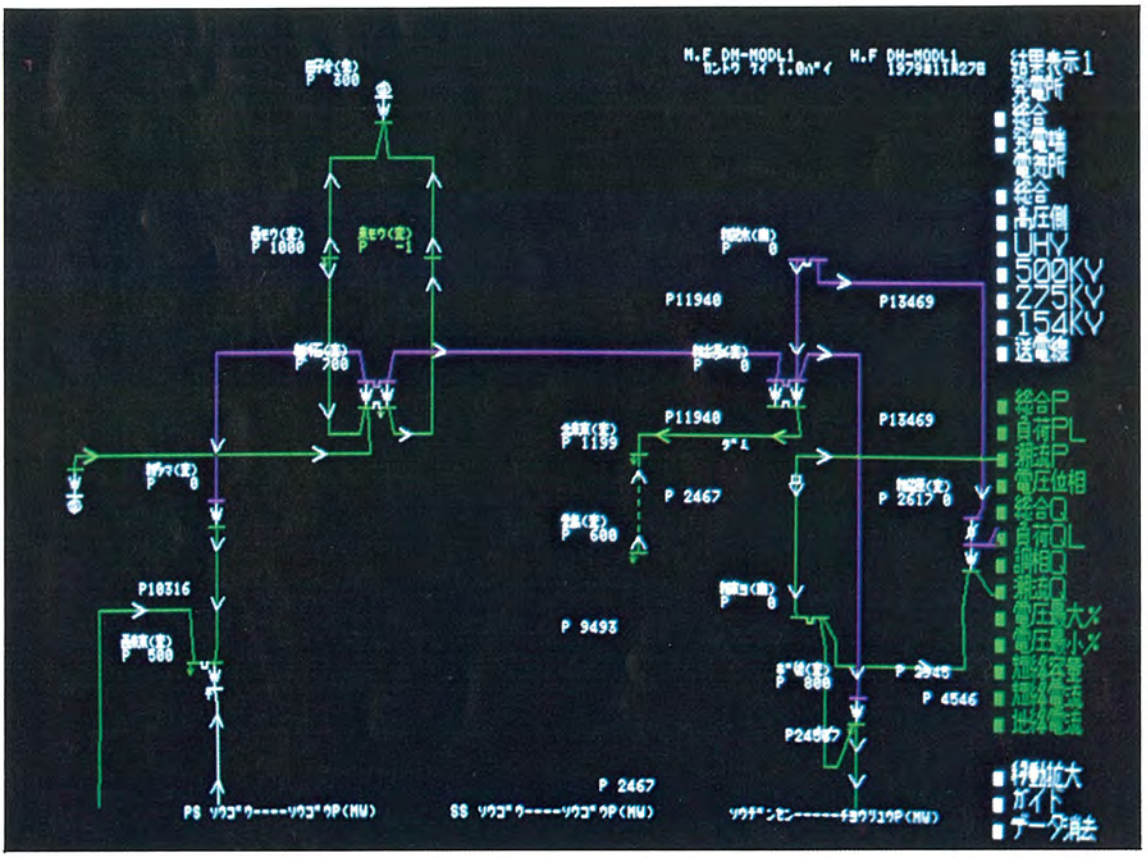


図 11. M2398－40におけるVIPPS応用例(その２)
- 漢字表示
- 送電線はベクトル表示で見やすい表示画面が作成できる

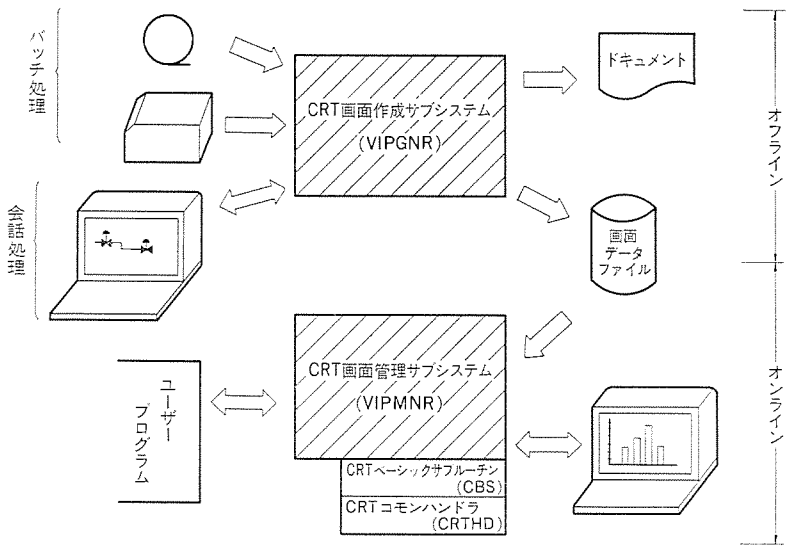


図 8. VIPPS の 構 成

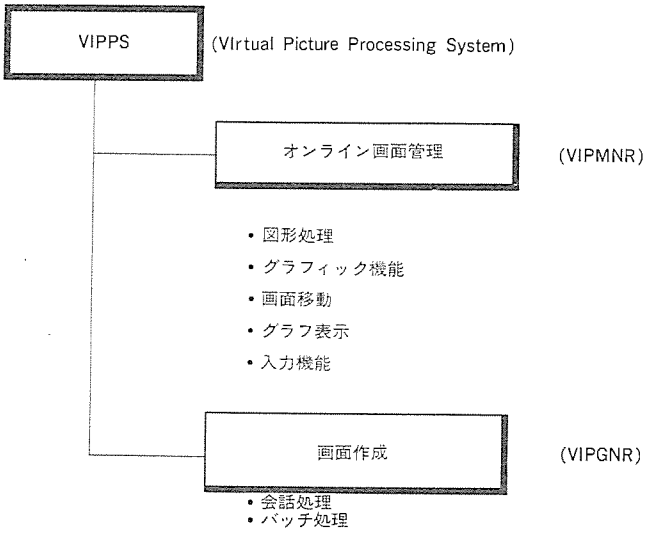


図 9. VIPPS の 機 能

を一貫した思想で サポート している。図 7. に VIPPS における画面 データ の階層構造を示す。

4. 1 VIPPS の構成

VIPPS は 2 つの サブシステム から構成している。 1 つは バッチ 処理や会話処理で画面 データ 作成を サポート する画面作成 サブシステム (VIPGNR : VIPPS Generator) であり, もう 1 つは画面管理 サブシステム (VIPMNR : VIPPS Manager) である。図 8. に VIPPS 構成を, 図 9. にその機能を示す。

4. 1. 1 画面データ作成機能

画面作成は, 従来より, メーカー, ユーザー にとって非常に手間のかかる作業として問題とされてきた。これを解決するため, VIPPS では, 画面作成 サブシステム (VIPGNR) を サポート し画面作成の効率化を図った。これにより画面 データ 作成記述言語を使って, バッチ 的に原画を作成したり, 会話的に原画を修正変更することが可能となり, 作成時間は従来より約 20% 削減できるようになった。VIPGNR の バッチ 処理の機能を挙げると

(1) 画面 データ 作成記述言語を使って作成された画面 データ の, 画面 データファイル への登録及び削除ができる。

(2) 画面 データ 内の ブロック 単位での追加・変更・削除ができる。

(3) 画面 データファイル 中の 1 画面 データ を ドキュメント として, ハードコピー に出力できる。

(4) 画面 データ 作成記述言語で書かれた ソース は, 一般の プログラムライブラリ と同じように保管できる。

などである。また, 会話処理の機能を挙げると

(1) 容易な操作 コマンド で, 画面 データ 及び各 ブロック の メンテナンス ができる。

(2) 共通に使われる アプリケーション 図形 ブロック が定義でき作画作業の容易化を実現した。

(3) ディスプレイ 装置上からの ピクチャー, 及び ブロック 情報 データ の抽出時に, スペース 圧縮などを行い メモリ 容量の節減を図るとともに, オンライン 時の高速 データ 転送を助けている。

4. 1. 2 オンライン画面管理機能

VIPPS の オンライン 画面管理 サブシステム (VIPMNR) は, ユーザープログラム による画面 データファイル の アクセス や ディスプレイ 装置の制御を高位言語 レベル で実現し, かつ オンライン で要求される高速応答性を実現するための サポート ソフトウェア である。

VIPMNR が用意した サポート 機能としては, 固定画面の表示 (プロセス の状態変化に左右されない データ), 可変画面 (プロセス の状態変化に伴い変化する データ) の表示色の変更, ブリンク (点滅) 表示, 表示位置の移動のほか図形の置換による図形変更などが簡単な リクエスト で実現できる。また, グラフ 表示 (トレンド, 棒 グラフ) や グラフィック 表示 (ベクトル, 円弧, など) も用意しており, それらの機能を組合せることにより ユーザープログラム は, オンライン で容易な図形表示や入出力処理が可能となる。このほかに, VIPMNR の特長的な機能として次のことを サポート する。

(1) 大画面 (4 画面分の リフレッシュメモリ) サポート

VIPPS では, ハードウェア の大画面メモリを有効に利用し, 広域監視・制御を効果的かつ効率的に サポート している。応用 プログラム からは ハードウェア の大画面 メモリ が従来の表示画面 (1 画面) と同様に扱うことができ, 大画面 メモリ という意識を与えない。

(2) グラフィックサポート

VIPPS は ベクトル 表示, 円弧表示, 塗りつぶしなどの グラフィックサポート を フォートラン などの高位言語で書けるため ユーザープログラム の図形処理を容易にし, 情報量の増大に伴う複雑な制御情報を簡明な図形情報として表現させることができる。

5. む す び

工業分野においてこれからの ディスプレイ 装置に要求される諸特性と, それらを背景に新たに開発した M 2398 シリーズ の紹介を行った。この装置の開発に際しては, 各方面より寄せられた貴重な意見を参考にし, LSI 技術の採用による信頼性の向上, 高解像度 ブラウン 管の採用による高密度表示, マイクロプロセッサ の適用により経済的に画面移動, 直線補間などの機能向上を実現した。

M 2398 シリーズ は既に電力系統, 発電, 水処理, ビル 管理など多方面で使用され好評を得ている。

我々は, 今後も市場の ニーズ を的確にとらえ, より優れた マンマシン コミュニケーション を開発していく所存である。

当社の登録実用新案

登録番号	名称	考案者
1191840	信号発電機付磁石発電機	多田靖夫
1191841	冷凍装置の サクションアキュムレータ	伊藤博
1191842	モールド形計器用変圧変流器	野口肇
1191843	磁気記憶装置	東山昇
1191844	磁気円板記憶装置	東山昇
1191845	パルス動作インバット発振器の周波数ドリフト補償装置	木村正俊・小嶋二郎 増野芳樹
1191846	換気扇	牛越康徳・井口武夫
1191847	レンジフード取付装置	林悦二・今井純英
1191848	レンジフード取付装置	林悦二
1191849	ゲート回路	二村紘
1191850	高周波高電圧大電流用電力測定器	今村長義
1191851	位置決め装置	角田正俊
1191852	環状螢光灯用反射背面板	村井正近・深川雅敏
1191853	注型用金型	小鯛正二郎・藤井範秋
1191854	電気機器の冷却装置	鹿野義郎
1191855	半導体装置	山本勇
1191856	ブレーキ付電動機	青井保
1191857	電流タップ切換装置	原邦芳
1191858	同期発電電動機の励磁装置	遠藤康治
1191859	保温容器の感熱装置	長沢英治・鶴谷嘉正 宇佐見忠
1191860	通電装置	新見明彦
1191861	換気扇	今井純英・鈴木欽三
1191862	排気ダクトの防火ダンパー	入沢淳三・林悦二
1191863	天井下面取り付け用換気扇	牛越康徳・中村三男
1191864	天井下面取り付け用換気扇	牛越康徳・中村三男
1191865	ケースの取付装置	林悦二
1191866	固定子コイルの支持装置	松尾昇
1191867	立て軸回転電機の軸受槽油面指示装置	小西忠・柴崎和則
1191868	立て軸回転電機の軸受槽の油面変動防止装置	森与志彦・柴崎和則
1191869	立て軸回転電機の軸受点検装置	柴崎和則
1191870	空気調和機	藤井学
1191871	電磁浮揚列車用誘導リニアモータの制動装置	尾畑喜行
1191872	ギャップ検出器	弘中一光・丸山寿一
1191873	膜厚測定装置	岸本浩
1191874	真空しゃ断器	加藤勝
1193077	整流子電動機	岩田尚之・岩崎公一
1194441	電気掃除機の フィルターパッキン	加藤悟・南日国伸
1194442	車両用冷房装置	清水一郎・西部敏夫 長尾皓一・池上秋水
1194443	機関点火時期調整装置	才田敏和・佐藤吉正
1194444	内燃機関点火装置	日野利之
1194445	油入電気機器	武田克郎
1194446	工業用ロボット	山崎英蔵・志賀正明 西健一
1194447	イグニションコイル	牛尾和実
1194448	電動井戸ポンプの逆流防止装置	伊藤義樹
1194449	油入機器の呼吸装置	武田克郎
1194450	信号装置	金子弘美
1194451	複数の滑降路の具えたスパイラルシュータ	木名瀬武男・猪熊章 樋口昭義
1194452	振動動作表示装置	榊道治
1194453	衝撃装置	浜田有啓
1194454	スパイラルシュータの警報装置	宇川彰
1194455	回転電機の軸受装置	山之内政文・大窪純治
1194456	冷蔵庫の コードヒータ	府川允彦
1194457	吊上電磁石	御厨英喜
1194459	流体の冷却及び加熱コイル	森美喜男
1194460	電磁ブレーキ付回転電機の ダスト並びに ドレーン排出装置	前田文生
1194461	回転電機	福吉拓雄・池田悌二
1194462	溶接開先形状検出器	穐原智・津田栄一 金野隆範
1194463	エスカレータの停止装置	中山正明
1194464	光電変換装置	高宮三郎・近藤明博
1194465	電気機器冷却用電動機の故障検出装置	川中進
1195046	二重管式内管通水形冷媒凝縮器	古川博一
1195047	送風機	池上秋水
1195048	シリンダー形電気掃除機	武井久夫
1195075	回路しゃ断器	高橋健一
1195692	発電機電圧調整装置	三木隆雄
1197793	蓄熱暖房器	馬淵公作・須田洋 遠藤清
1197794	直流電源回路	藤井学・高山勝己 曾根原邦明・高梨靖士
1197795	パルス発生装置	梶野幸男・田原武
1197796	ヒューズの取付装置	野村聴・安西修
1197798	ヘアークリップの加熱器	鳥山建夫
1197799	エレベータの非常通報装置	三矢周夫・寺山佳佑
1197800	エスカレータの踏段	鬼頭勝己
1197801	真空集塵装置	榊道治・境野賢治
1197802	気泡発生装置	川合輝一・小池利男
1197804	液体燃料燃焼式ヒータの制御回路	浅田実
1197805	逆火検出装置	大畑晃一
1197806	電気かみそり	熊田泰治
1197807	電気かみそり	増田三郎・熊田泰治
1197808	自動溶接機	堀部透・真田義夫 船橋善明
1197809	電気掃除機の塵落し装置	加藤悟・南日国伸
1197810	真空掃除機の集塵装置	加藤悟

スイッチング回路 (実用新案 第1070737号)

考案者　伯井俊彦

この考案は，所定電圧の入力信号でスイッチング動作を行うとともに，前記所定電圧近傍でクリップされた信号を得ることができるスイッチング回路に関するものである。

従来のスイッチング回路では，入力信号の所定電圧を境にしてスイッチング動作を行わせることができるが，前記所定電圧近傍でクリップされた信号を必要とする場合には，スイッチング回路とは別にクリッピング回路を設ける必要があった。

この考案は，このような欠点を改善するもので，図1にその1例を示す。この図1の回路において，入力端子(1)に図2(a)に示すような信号が加えられた場合，その電圧が電源(4)の電圧 V_3 より低ければ，ダイオード(3)は非導通となる。したがって，図2(c)に示すように，クリップ信号出力端子(10)には入力信号がそのまま現れる。また，トランジスタ(5)(6)が非導通であるので，図2(b)に示すように，スイッチング信号出力端子(9)には電源(8)の電圧 V_B が現れる。次に，入力信号が電源(4)の電圧 V_3 にダイオード(3)の順電圧降下分を加えた電圧 V_2 になると，ダイオード(3)は導通し，抵抗(2)の両端には図示の極性で電圧が発生して，端子(10)には電圧 V_2 が現れる。しかし，抵抗(2)に発生する電圧はトランジスタ(5)を導通させるに十分な電圧とはならず，トランジスタ(5)(6)は非導通状態のままであるため，端子(9)には相変わらず電源(8)の電圧 V_B が現れている。更に入力信号が電圧 V_2 よりも大きくなるにしたがって抵抗(2)に発生する電圧も大きくなり，入力信号が電圧 V_1 に達するとトランジスタ(5)(6)を導通させるに至り，端子(9)にはトランジスタ(6)のコレクタ飽和電圧 V_{sat} が現れる。また，ダイオード(3)が常に導通状態にあるため，端子(10)には相変わらず電圧 V_2 が現れる。

以上のようにこの考案によれば，図2(b)に示すスイッチング信号と，図2(c)に示す入力信号をクリップした信号を得ることができ，スイッチング動作とクリッピング動作の2つの働きを行う回路を，簡単な構成によって廉価に提供することができる。

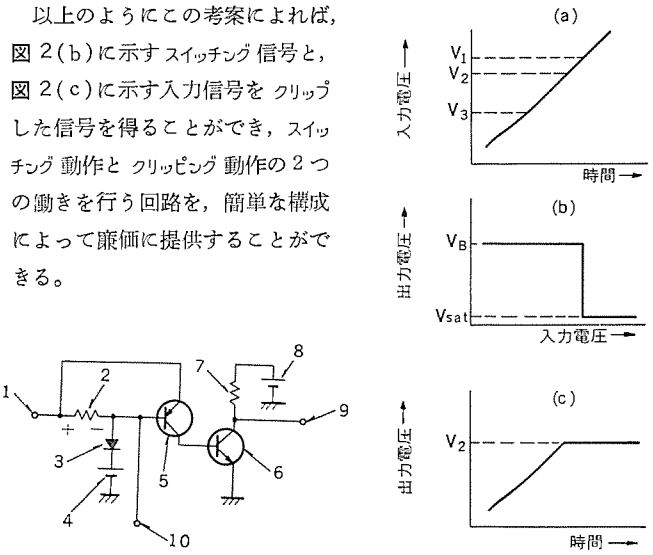


図2

図1

電気自動車の制御装置 (実用新案 第1191729号)

考案者　諸永茂雄・戎子良雄・曾我高明・池田清

この考案は電気自動車を速度制御する制御装置を提供するものである。

図1は，この考案の電気自動車の制御装置であり，(1)は直流電源，(3)は S_1，S_2，S_3 を有し運転者によって操作される非自己復帰手動形のスピード切換スイッチで，上記 S_1，S_2，S_3 は図2に示すように3段階のスピードレンジ 0，Ⅰ，Ⅱ に応じて ON，OFF する。(8)は電機子(9)，界磁コイル(10)からなる分巻直流電動機，(11)は起動抵抗，(12)は界磁抵抗，(13)はオートリレーである。

電気自動車の停止時は切換端子 S_1，S_2，S_3 はいずれも開路しており，運転者がスピード切換スイッチ(3)をスピードレンジ(1)へセットすると，界磁コイル(10)は切換端子 (S_1)，(S_2) を介して直流電源(1)から全励磁されるとともに電機子(9)は起動抵抗(11)を介して給電され，分巻電動機(8)は大きな起動トルクを発生し電気自動車を速やかに発進させる。速度が増せば電機子(9)の端子電圧が上昇しオートリレー (13) が動作し起動抵抗(11)は短絡され分巻電動機(8)の回転数は更に上昇する。この状態からスピード切換スイッチ(3)をスピードレンジ(Ⅱ)の位置に切換えると切換端子 S_1，S_3 が閉路し，S_2 が開路し界磁コイル(10)は界磁抵抗 (12) を介して励磁され弱励磁の状態となり速度は上昇し自動車はスムーズに走行する。

なお発進時，運転者が誤ってスピード切換スイッチ(3)をスピードレンジ(Ⅱ)まですばやく移動させた場合切換端子 S_1，S_3 は閉路するが，電機子(9)の端子電圧が低いのでオートリレー (13) は動作せず分巻電動機(8)は起動抵抗(11)を介し立上がり，かつ可動，固定接点(15)(17)により界磁抵抗(12)は短絡されているので全励磁状態となり，回転力は強く速やかに回転数は上昇する。この上昇によりオートリレー(13)は動作し電機子(9)は起動抵抗(11)を介することなく給電さ

れるとともに界磁コイルは界磁抵抗(12)を介して給電され電機子(9)の回転数はますます上昇し，電気自動車は所定速度に達する。

以上のようにこの考案によれば，電気自動車の発進時から所定速度までは界磁コイルを最高に付勢し，それ以上の速度では自己復帰手動スピード切換スイッチの指示するスピード位置にて走行することが自動的に行え，運転者の誤操作があっても不都合なく発進し，安心して運転することができるなど効果がある。

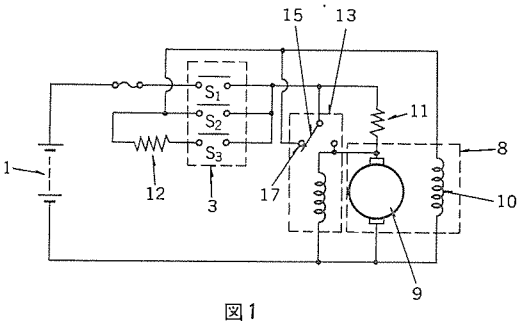


図1

スピード / レンジ	S_1	S_2	S_3
0	OFF	OFF	OFF
I	ON	ON	OFF
II	ON	OFF	ON

図2

位相弁別装置 (特許 第803924号)

発明者　高田信治

この発明は2個の交流電気量間の位相関係を検出する位相弁別装置に関するもので，例えば保護継電器に使用されるものである。

図1に2個の交流電気量(V_1)，(V_2)を示す。(V_1)，(V_2)共に正の期間は(ロ)，(V_1)，(V_2)共に負は(ハ)，(V_1)正，(V_2)負は(ニ)，(V_1)負，(V_2)正は(ホ)のごとくなる。従来の位相弁別装置は，(V_1)と(V_2)の位相差が一定値以上である時動作する装置の場合は，(ロ)，(ハ)の出力幅が一定値以上のとき抑制パルスを出力するようにしていたので，半サイクルに1回の割合で抑制パルスが得られていた。

この発明は，(ニ)，(ホ)の期間が一定幅以下のときにも抑制パルスを得ることによって1/4サイクルに1回の割合で抑制パルスを得んとするものであり，保護継電装置を高速化するものである。

図2はこの発明の原理の主要部を示す図で，(6)は入力線，(7)は(6)を一定幅Tに引きのばす基準パルス幅形成回路，(8)は(6)の出力なしでかつ(7)の出力ありのとき抑制パルス(9)を出力する回路である。図3は図2の基準パルス幅形成回路(7)の1具体例を示すもので，(10)は記憶要素で(6)から入力がいったんあると出力を出し，(6)からの入力がなくなりかつ(13)からの出力があると復帰する要素，(12)はタイマで出力を受けて時間T後に出力を出す要素，(11)は(10)からの入力あり(12)からの入力なしで出力を出す要素，(13)は(11)の出力を受けて符号を反転して記憶要素(10)を復帰させる要素である。図3は(6)より入力を受けて要素(11)は出力を直ちに出すが時間T後に消勢されるよう構成されている。要素(11)の出力がなくなれば，(13)により記憶要素(10)を復帰させるように働き，結果として図2の出力(7)になる。

図2，図3の回路を図1の(ニ)，(ホ)に対して使用することによって，(ニ)，(ホ)の期間が一定幅T以下のときにも抑制パルスを得ることができる。

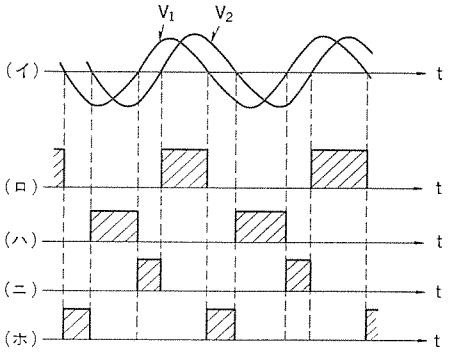


図1

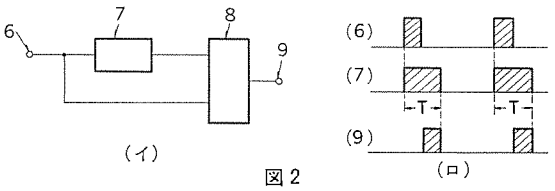


図2

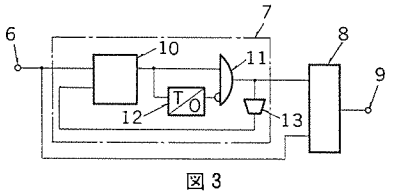


図3

三菱電子式ノーヒューズしゃ断器《MELNIC》による低圧電路の保護協調

望月義範*・藤久博章*

1. まえがき

低圧電路(AC 600 V 以下)，特に化学プラントや超高層ビルなどのように，負荷の制御システムが高度でかつ複雑な電路においては，経済性とともに停電を極力さけるための給電の連続性が重要となる。したがって，過電流保護機器として使用される配線用しゃ断器（以下NFB という）においても，配電系統内で他の保護機器と動作上の協調をとり，最大限の連続給電機能を有することが要求される。このような要求に答えて，最適な協調を得るために引外し特性を調整できる電子式ノーヒューズしゃ断器《MELNIC》(形名：NFE) を開発，販売している。

そしてこのたび，従来の 800, 1,200, 2,000Aフレーム に加えて新たに 400, 600, 3,000, 4,000Aフレーム を開発し，更に従来機種についても協調範囲を拡大，より一層の保護協調が可能となったので，ここに《MELNIC》による低圧電路の保護協調について述べる。

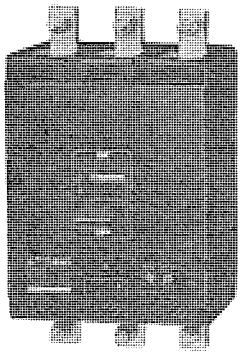


図 1. 電子式ノーヒューズしゃ断器《MELNIC》
(NFE 400-S 形)

2. 給電の連続性追求の背景

電力会社との責任分岐点以後の電気事故は他の需要家の給電へ影響を与えないよう変電所の保護装置と電力需要家のそれとは時間－電流動作特性上の協調をとっている。低圧側においても事故時の停電領域を極力小さく限ると同時に低圧側の事故による停電を高圧側まで波及させないことが肝要である。停電にともなう生産活動の阻害，例えば焼入工程中の損失や化学工程の不時の停止などによる損害は大きいものがある。

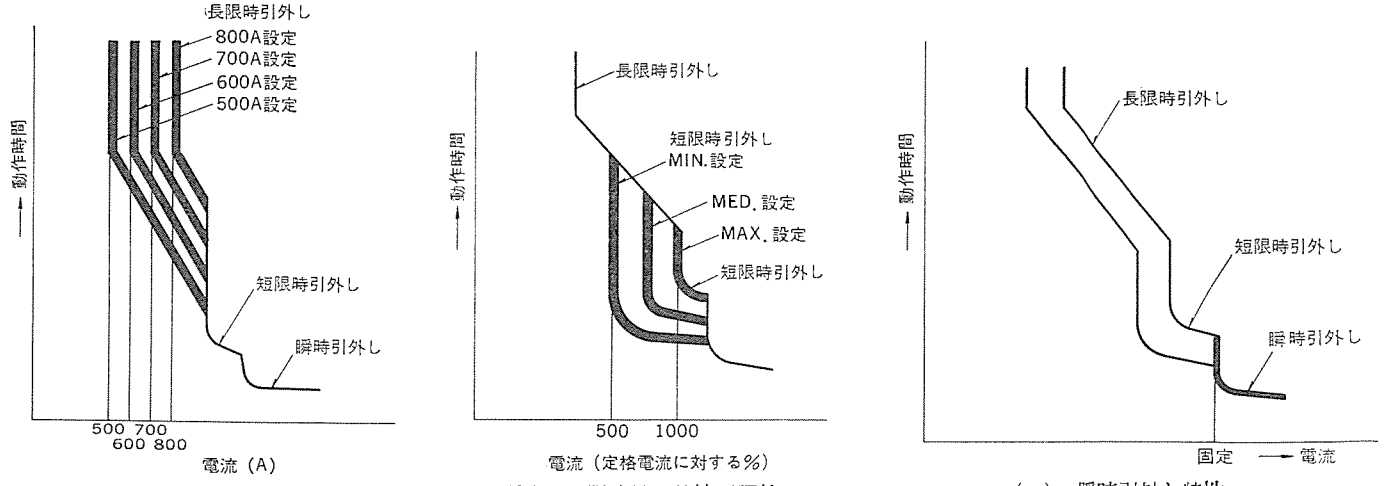
またビルなどにおいては防災機器，エレベーター，電算機等の重要負荷への給電の連続性のため停電を極力さけなければならない。米国のあるビル管理技術者から得た情報によると許容される停電時間の限度としては5分以内に限らなければならないとしている例もある。

このため事故回路に直接関係する保護装置のみが動作し他の健全な回路はそのまま給電が継続されることを目的とした保護方式が採用され，これを選択しゃ断方式と呼んでいる。当社はこの方式に適した幹線用しゃ断器として《MELNIC》を開発した。

3. 《MELNIC》の基本的動作と仕様

低圧側の保護機器に要求される機能は，過負荷及び短絡事故からの電路保護，負荷電流の開閉及び断路，過渡的な突入電流に対する時延動作特性及び高圧側及び低圧側の他の保護機器との協調をもつことである。

このため《MELNIC》は図 2. に示すように長限時引外し，短限時引外し及び瞬時引外しの動作特性をもたせている。しかも定格電流及び短限時引外し特性が広範囲に調整できる。つまり，定格電流はそのフレームサイズの約 60% から 100% まで調整でき，また短限時引外し特性はそのピックアップ電流値が定格電流の 500～1,000% (NFE 2000-S は 300～600%，NFE 3000-S，NFE 4000-S は 200～400%) まで調整できる。これらの調整は，いずれもカバー表面のダイヤルを



(a) 定格電流可調整　(b) 短限時外し特性可調整　(c) 瞬時引外し特性

図 2. 《MELNIC》の動作特性

* 福山製作所

表 1. 《MNLNIC》の基本仕様

フレーム A			400		600		800		1200		2000		3000	4000
形名			NFE400−S		NFE600−S		NFE800−S		NFE1200−S		NFE2000−S		NFE3000−S	NFE4000−S
定格電流（可調整）(A)			250〜400		350〜600		500〜800		700〜1200		1200〜2000		1800〜3000	2500〜4000
極数			3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3
短限時	ピックアップ可調整範囲（定格電流に対する%）		500〜1000%								300〜600%		200〜400%	
短限時	動作時間		注） 50−150ms											
瞬時	ピックアップ電流値 (A)（固定）		7,500		10,000		15,000		20,000		30,000		30,000	35,000
定格電圧 (V)		AC	600											
定格しゃ断容量 (kA) (asym/sym)	AC	550V	40/35				75/ 65							
		460V	50/42				100/ 85							
		220V	100/85				150/125							
外形寸法 (mm)	a		210	280	210	280	210	280	210	280	305	416	479	611
	b		275				406				559		575	660
	c		103				140				229		254	310
	ca		139				190				301		326	381

注 1） 短限時動作時間はピックアップ値と連動して変化する．

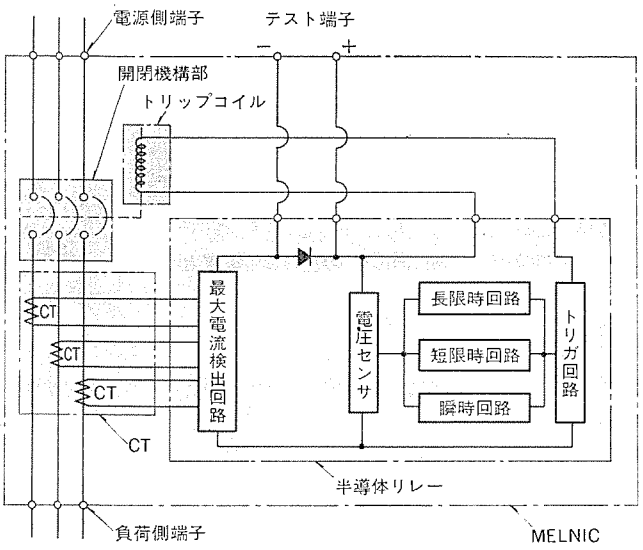


図 3. 《MELNIC》のブロック図

まわすことにより簡単に行うことができる。基本仕様を表 1. に示す。

《MELNIC》の動作原理を図 3. のブロック図で説明する。

各相を流れる電流は，CT によって変成され，2 次側には 1 次電流に応じた mA オーダーの電流が流れる。この 1 次側の電流に応じた mA オーダーの電流が半導体リレーの最大電流検出回路に流入する。最大電流検出回路では各相の最も大きな電流値が検出され，全波整流された状態で電圧センサに流入する。最大電流によって生じた電圧によって，電圧センサが各時限回路を動作させ，電流に応じた時限の後にトリガ回路からトリガ信号が出てトリップコイルを励磁させ，開閉機構部を作動させて事故電流をしゃ断する。

4. 低圧しゃ断器間の保護協調

(1) 選択しゃ断方式

選択しゃ断方式とは，事故回路に直接関係する保護装置のみが動作し他の健全な回路はそのまま給電が継続されることを目的とした保護方式である。つまり，図 4. において S_2 点の事故に対しては NFB_2 のみが動作し，上位の NFB_1 及び他の分岐回路の NFB_3 はいずれも動作に至らないようにするものである。したがって，過負荷及び短絡のすべての過電流に対しこの関係を保つのが望ましいが経済性をも勘案しできるだけその関係を保つよう範囲を拡大する方策をとることが肝要である。

NFB の動作特性曲線は，通常そのしゃ断器の全しゃ断特性を示している。したがって，しゃ断器間の選択協調を検討する場合，幹線 NFB のラッチがはずれる時間，すなわちアンラッチングタイム（不動作特性曲線）を知る必要がある。

ここで，通常の NFB を幹線と分岐に使用した場合を考えてみる。長限時領域では動作時間が長いので動作時間とアンラッチングタイムとの差は無視できるが，瞬時引外し領域では無視できない。通常瞬時領域における全しゃ断時間は 20 ms 以下でフレームサイズにより大きな差はない。またアンラッチングタイムは数 ms 程度である。したがって，通常の NFB 間での選択しゃ断領域は幹線 NFB の瞬時引外し電流値までで，それ以上の電流値では選択性が保てない。

選択しゃ断領域を更に拡大するためには，図 4. に示すとおり NFB_1 のアンラッチングタイムを NFB_2 の動作特性曲線（全しゃ断時間）より長くすればよい。例えばアンラッチングタイムを 30 ms 程度以上にできればよいのである。短限時特性とはこれを意味している。

(2) 《MELNIC》の選択しゃ断領域

《MELNIC》はピックアップ電流と引外し時間を調整できる短限時引外し特性をもっており選択しゃ断方式に適している。また，大短絡電流に対しては，瞬時引外し動作を行うので幹線における短絡電流をしゃ断する能力を十分もっている。

更に，瞬時引外し電流値が低力率に起因する過渡直流分によって低下し選択しゃ断領域が狭くなることもない。なぜならば《MELNIC》の過電流検出は内蔵の CT を介して行い，その 2 次電流を検知しているが，この CT は短絡時の過渡的な直流分を検知せず交流分のみを検知するからである。したがって従来の 3 元ブレーカ（通過

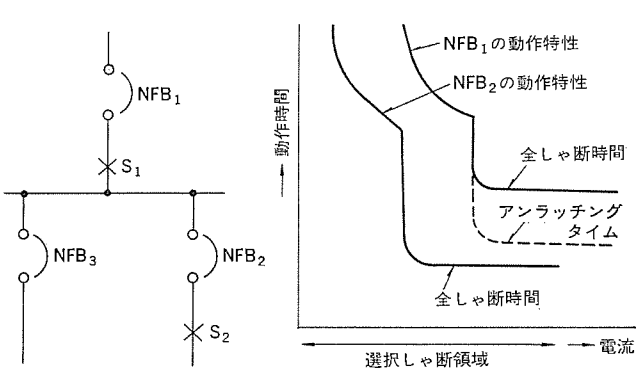


図 4. 選択しゃ断方式

電流による直接動作式のもの）のような瞬時引外し電流値の相対的低下がなく《MELNIC》の瞬時引外し電流値に等しい事故電流値まで選択しゃ断ができる。

（3） 限流ブレーカとの選択しゃ断

通常の NFB においても短絡電流をそのまま流さないで多少小さくしぼってしゃ断をするが，この効果を大きくもたせたものに限流ブレーカがある。この限流ブレーカを分岐回路に使用する場合には相対

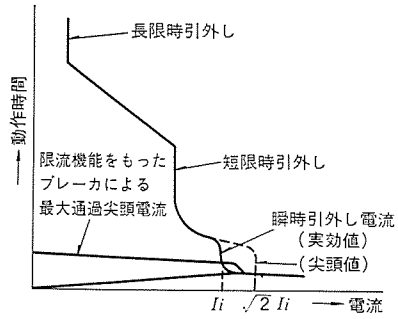


図 5. 限流ブレーカとの選択しゃ断

表2. 《MELNIC》と NFB の選択しゃ断組合せ (AC 460 VsymkA)

分岐回路しゃ断器		主回路しゃ断器 単体しゃ断容量	MELNIC NFE 400-S	NFE 600-S	NFE 800-S	NFE 1200-S	NFE 2000-S NFE 3000-S	NFE 4000-S
			42	42	85	85	85	85
S・M	NF 30-SB MB 30-SB MB 50-CB	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	NF 50-SB MB 50-SB	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	NF 50-HB 5A以下	42	42	42	42	42	42	42
	MB 50-HB 5Aをこえる	30	30	30	30	30	30	30
	NF 50-HA MB 50-HA	30	7.5	10	30	30	30	30
	NF 100-S MB 100-S	18	7.5	10	18	18	18	18
	NF 100-HA MB 100-HA	42	7.5	10	30	42	42	42
	NF 225-S MB 225-S	42	7.5	10	15	20	35	42
	NF 400-S	42	—	—	15	20	30	35
	NF 600-S	42	—	—	—	20	30	35
	NF 800-S NF 1000-S NF 1200-S	85	—	—	—	—	—	35
C	NF 50-CB	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	NF 100-CB	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	NF 225-CB	7.5	—	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	NF 400-CA	18	—	—	15	18	18	18
	NF 600-CA	18	—	—	—	18	18	18
R	NF 100-RB	125	7.5	15	42	85	85	85
	NF 225-RB	125	7.5	10	15	30	65	85
	NF 400-RB	125	—	—	15	25	30	42
	NF 600-RB	125	—	—	—	20	30	35
	NF 800-RA	125	—	—	—	—	—	35
U	NFU 100-C	170	10	30	85	85	85	85
	NFU 225-C	170	7.5	10	30	85	85	85
	NFU 400-C	170	—	—	15	25	85	85
	NFU 600-C NFU 800-C	170	—	—	—	—	—	35
E	NFE 400-S	42	—	10	15	20	30	35
	NFE 600-S	42	—	—	15	20	30	35
	NFE 800-S	85	—	—	—	20	30	35
	NFE 1200-S	85	—	—	—	—	30	35
	NFE 2000-S	85	—	—	—	—	—	35

注） 定格電源は回路しゃ断器，分岐回路しゃ断器とも最大定格である。

的に幹線の《MELNIC》の瞬時引外し電流値が増大したことになり，選択しゃ断可能範囲が拡大される。

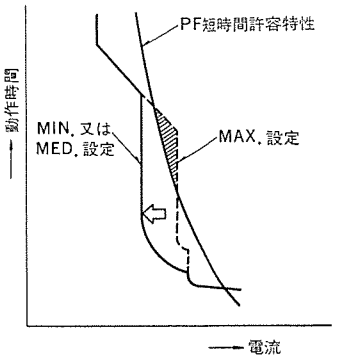
図 5. に示すように限流機能をもったブレーカによる最大通過せん(尖)頭電流と《MELNIC》の瞬時引外し電流値を比較する場合後者は瞬時引外し電流値の$\sqrt{2}$倍をもってし，前者がこれより低ければよい。

表 2. に《MELNIC》と NFB の組合せによる選択しゃ断の可能な短絡電流の一覧を示す。

5. 高圧機器との保護協調

（1） 《MELNIC》と電力ヒューズとの協調

高圧側の保護機器としてパワーヒューズ（以下 PF という）が使用される場合は，2次側の《MELNIC》との協調が必要である。つまり過負荷領域において《MELNIC》が先に動作し PF が動作しないよう動作特性上の協調を得ることである。したがって，具体的には図 6. に示すように PF の短時間許容特性曲線と《MELNIC》の動作特性曲線を重ね合わせ両者が過負荷領域でクロスしないようにすることが肝要である。PF との協調のとりにくい領域は 図 6. の斜線で示す領域であるが，《MELNIC》は短限時特性が調整できるから矢印で示すとおりその設定値を下げれば容易に協調をとることができる。協調を考えるうえで PF の定格電流は大きい程望ましいが PF



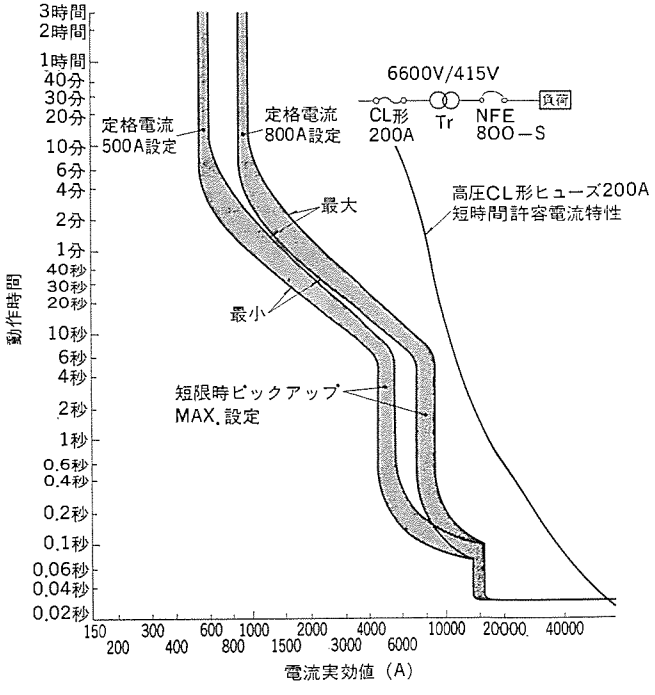


図 6. 《MELNIC》と高圧ヒューズ (CL 形) との協調例

表 3. 《MELNIC》と高圧ヒューズ (CL 形) との協調

6.6kV/415V

NFE形 定格電流 (A) ＼ CL形定格電流 (A)		40	50	75	100	150	200	300	400
NFE400－S	250	⊘MIN	①MED						
	300 350		⊘MIN	①MED					
	400		⊘MIN	⊘MIN					
NFE600－S	350		⊘MIN	①MED		協調の得られる領域			
	400 500			⊘MIN	①MED				
	600				⊘MIN				
NFE800－S	500			⊘MIN	①MED				
	600 700				⊘MIE				
	800					①MED			
NFE1200－S	700				⊘MIN				
	800 1,000	協調の得られない領域				①MED			
	1,200					⊘MIN	①MED		
NFE2000－S	1,200					①MED			
	1,600					⊘MIN	①MED		
	2,000						⊘MIN		
NFE3000－S	1,800 2,000					①MED			
	2,500					⊘MIN	①MED		
	3,000						⊘MIN		
NFE4000－S	2,500					⊘MIN	①MED		
	3,000						⊘MIN		
	3,500						⊘MIN	①MED	
	4,000							⊘MIN	

① ⊘MINは短限時可調整のノッチの位置がMIN. であることを意味する。
② ①MEDは短限時可調整のノッチ位置をMED. 以下に設定することを意味する。
③ 何も記入されていない欄はノッチの位置に関係なく協調が得られることを意味する。

は次に述べる方法で選定される。

(a) 負荷定格電流の 1.5～2 倍以上の定格電流とする。

(b) 2 次側短絡において，変圧器保護のために，変圧器定格電流の 25 倍の電流を 2 秒以内にしゃ断するようにする。

(c) 変圧器の励磁電流で劣化なきよう PF の短時間許容特性が変圧器の定格電流の 10 倍，0.1 秒の点より上側にあること（単相巻鉄心の変圧器の場合は 15 倍，0.1 秒とすること）。

上記(a)，(b)，(c)の PF 選定を考慮し《MELNIC》との協調を調べると表 3. のようになる。

(2) 《MELNIC》と高圧側 OCR との協調

高圧側に OCR がある場合は，低圧側の保護機器との協調が必要である。ここで具体的に図 7. で検討する。受電 OCR の設定は電力会社変電所の送り出し OCR との協調を考慮してその CT 比，タップ値及びダイヤル設定が決定されるが，同時に下記条件も考慮する。

① 瞬時引外し素子付きの場合は，変圧器の励磁突入電流で動作しないようその設定値は変圧器定格電流の 10 倍以上とする。

② 変圧器の短絡保護のため，定格電流の 25 倍の電流値で 2 秒以下で動作すること。

図 7. に動作特性上の協調を示す。動作特性は低圧側へ換算して描いてある。

(a) OCR の設定

定格 1 次電流は 65.5 A であるから CT 比は 150/5 とし，限時ダイヤルは，配変電所の送り出し CCR との関係で，通常，定限時部分で 0.2 秒以下，瞬時要素付きの場合は 1 秒以下に設定される。ここでは三菱過電流継電器 MOC-1 形においてダイヤル No. 2 の動作特性を示している。下位の NFE 800-S 形との協調の検討は慣性を含めて考える必要があるので 1 点鎖線でそれを描いてある。瞬時引外し素子の設定は上記①からここでは 30 A に設定してある。

(b) 《MELNIC》の設定

NFE 800-S 形の 800 A 及び 600 A 設定を考えてみる。NFE 800-S 形の短限時引外し特性は次項に述べる理由からいずれも MIN. にダイヤル設定する。

(c) OCR と《MELNIC》の協調

NFE 800-S 形の短限時引外し電流値は，定格電流の 5 倍 (MIN. 設定時) ～10 倍 (MAX. 設定時) であり MAX. に設定すると 600 A 設定は 6,000 A，800 A 設定は 8,000 A となる。つまり，MAX. に設定すると NFE 800-S の短限時引外しのピックアップ値が OCR のピックアップ値 4,710 A (2 次換算) より大きくなるので，4,710 A 以下になるようにいずれも MIN. 目盛に設定すれば良好な関係になる。

OCR に瞬時引外し素子があり その設定値が 30 A (2 次換算 28.3 kA) であるから OCR と NFE 800-S との選択しゃ断領域はこの電流値までとなる。

(d) 《MELNIC》と下位 NFB との協調

下位 NFB として，225 A フレームがあると想定する。機種は NF 225-CB 形 (225 A) とし，その動作特性の最大値及び最小値を図 7. に描いている。

最大動作特性曲線が NFE 800-S の動作特性曲線に対してクロス

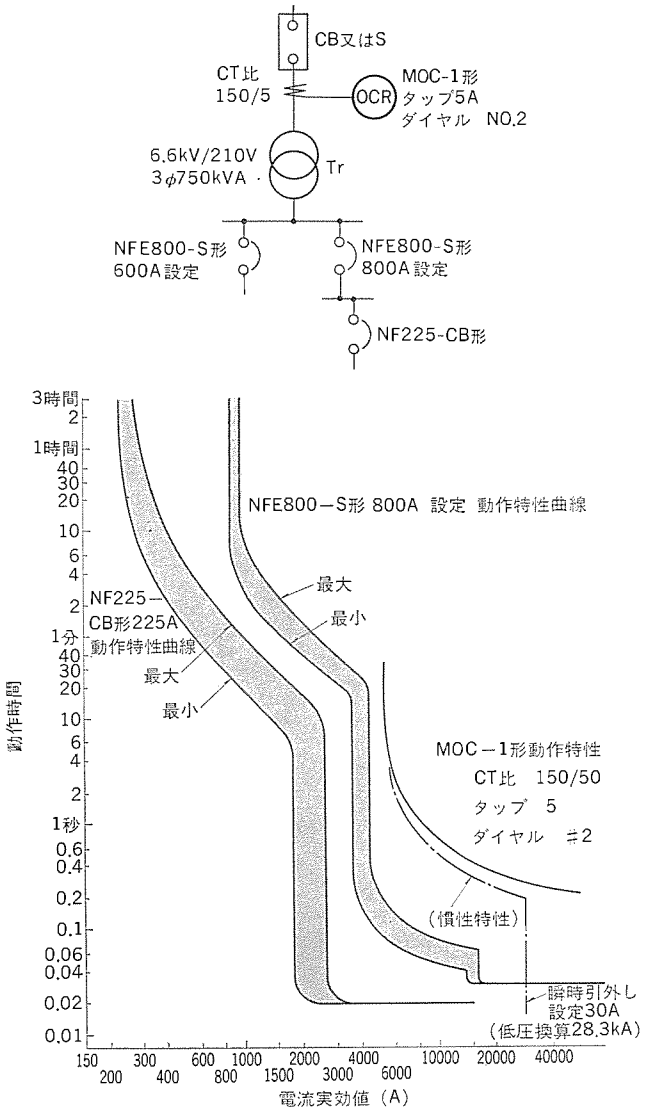


図 7. 《MELNIC》と高圧側 OCR との協調例

することなく良好な選択しゃ断関係にあることが理解できる。

6. 変圧器1次側への《MELNIC》の適用

(1) 変圧器励磁突入電流の大きさ

変圧器の1次側を投入したときに過渡的に定常状態よりも大きな電流が流れる。定常状態において負の最大磁束点 ($-\phi m$) に相当する電圧位相においてNFBが投入されたとすると，1/2サイクルの間に0から $2\phi m$ まで変化しなければならない。

変圧器の鉄心は $2\phi m$ に対して十分な断面積をもっていないので，この過大磁束は鉄心の飽和点をはるかに超えており，もはや変圧器の1次巻線は空心リアクトル同然でインピーダンスは小さなものとなる。このため，過渡的に大きな電流が流れることになる。表4.は標準変圧器の励磁突入電流の大きさを示す。

(2) 変圧器励磁突入電流と変圧器直下の短絡電流

変圧器励磁突入電流より変圧器直下の短絡電流のほうが小さい場合がある。その1例を次に示す。

例）単相変圧器，100 kVA，1次電圧 420 V，%Z=4.5% の場合

○変圧器励磁突入電流波高値 ($I_{\phi P}$)

$$I_{\phi P}=\text{変圧器1次定格電流波高値}\times\text{励磁突入電流の倍数}$$
$$=\frac{100\times10^3}{420}\times\sqrt{2}\times24\fallingdotseq8{,}100\,(\mathrm{A})$$

○変圧器直下の短絡電流波高値 (I_{SP})

$$I_{SP}=\frac{\text{変圧器容量(VA)}}{\text{1次電圧}\times\%\text{インピーダンス}}\times100\times\sqrt{2}$$
$$=\frac{100\times10^3}{420\times4.5}\times100\times\sqrt{2}\fallingdotseq7{,}500\,(\mathrm{A})$$

(実効値は 5,300 A)

※上記より $I_{\phi P}$(8,100 A) > I_{SP}(7,500 A)

(3) 《MELNIC》を変圧器1次側に用いる効果

変圧器1次側に《MELNIC》を用いた場合，次のような効果がある。

(a) フレームサイズの低減

励磁突入電流は時間とともに減衰し，ついには純粋に励磁電流だけとなるが，NFBの瞬時引外しは，この過渡電流に応動する。したがって変圧器の励磁突入電流に対して十分高い瞬時引外し電流を選定する必要がある。

変圧器1次側に用いる。一般のNFBと《MELNIC》の具体的選定例を次に示す。

選定例）単相 240 V，100 kVA，変圧器1次側 NFB の選定

○変圧器1次側定格電流 (I)

$$I=\frac{\text{容量(VA)}}{\text{電圧(V)}}\times\frac{100\times10^3}{420}\fallingdotseq238\,(\mathrm{A})$$

○励磁突入電流波高値 ($I_{\phi P}$)

$$I_{\phi P}=24\times\sqrt{2}I=24\times\sqrt{2}\times238\fallingdotseq8{,}100\,(\mathrm{A})$$

※瞬時引外し電流の波高値が 8,100 A 以上の NFB を選定すればよい。

○一般の NFB は NF 800-S 形・700 A となる。

NF 800-S 形700 A では，瞬時引外し電流波高値 (I_{inst}) は，

$I_{inst}=\sqrt{2}\times700\times10\fallingdotseq10{,}000$ A となり満足する。

○《MELNIC》の場合は，NFE 400-S 形（定格電流 250～400 A 可調整）となる。

NFE 400-S 形の瞬時引外し電流波高値 (I_{inst}) は

$I_{inst}=\sqrt{2}\times7{,}500\fallingdotseq10{,}600$ A となり満足する。

以上のように《MELNIC》は，一般のNFBに比べて大幅にフレームサイズを低減することができ，スペース的，経済的に有利となる。

(b) 変圧器1次側の電線サイズを小さくできる。

《MELNIC》は，定格電流可調整であるため，変圧器1次側定格電流に若干余裕を持たせた定格電流にセットできる。したがって変圧器1次側の電線サイズを小さくでき，経済的である。(上記(a)の選定例の NF 800-S 形・700 A では，変圧器1次側定格電流の約3倍の NFB 定格電流となっている。)

(c) 変圧器の短絡保護ができる。

変圧器直下の短絡の場合，変圧器保護するために2秒以内に電路をしゃ断する必要がある。

上記(2)の場合変圧器直下の短絡電流の例・5,300 A では，NF 800-S 形 700 A の場合は，数10秒間，短絡電流が流れて変圧器保護をしないが，NFE 400-S 形は，0.2秒以内に，必ず回路をしゃ断して変圧器保護を行う。

表 4. 標準変圧器の励磁突入電流の大きさ

(kVA)	単相変圧器		3相変圧器	
	第1波波高値（倍数）	減衰時定数（サイクル）	第1波波高値（倍数）	減衰時定数（サイクル）
10	34	3～6	32	3～6
20	33	3～6	30	3～6
30	32	4～7	26	3～6
50	30	4～7	24	4～7
75	25	6～10	20	4～7
100	24	6～10	18	6～10
150	21	6～10	16	6～10
200	19	7～12	14	6～10
300	14	7～12	12	7～12
500	12	8～14	11	7～12
750	12	8～14	10	8～14
1,000	12	8～14	10	8～14

注）1. 倍数：定格電流波高値に対する励磁突入電流第1波波高値。
2. 励磁突入電流の大きさは印加電圧，投入位相，そして鉄心の残留磁束の大きさなどにより著しく変化するので同一変圧器でも投入ごとに異なるのが普通である。上表は最大値を示すものである。ただし定格タップに定格電圧を印加した時の励磁突入電流値で過電圧印加においては更に大きくなることに注意を要す。
3. 標準変圧器とは1次 6 kV，2次 210 V あるいは 420 V(440 V) の変圧器のことを示す。

7. むすび

以上，低圧電路における《MELNIC》と他の保護機器との協調について述べたが《MELNIC》同志の組合せによる2段，3段の選択しゃ断により末端の分岐回路まで完全な協調を得ることもできる。また《MELNIC》は，

(1) 定格電流が広範囲に調整できる。

(2) すえ(据)付結線状態で，簡単な試験装置（別売）により，その引外し特性が確認できる。

などの特長をもっている。このように選択協調に優れているだけでなく，便利で使いやすい製品として発売以来好評を博してきた《MELNIC》シリーズが，このたび，より一層充実したことにより，停電が重大な影響を与える重要回路に対し，更に需要が増加するものと期待できる。本稿で述べた選択協調の組合せ表が，需要家各位の保護協調検討資料として参考になれば幸いである。

配水管網における末端圧保持プログラム(SONET-Ⅱ)

小沢純一郎*・斉藤美邦**

1. まえがき

最近，人口の増大，生活様式の高度化が進み，それに伴い水需要量が年々増加してきている。また，一方では，都市への人口の集中化，工業地の集中化，農村の過疎化などによる水需要量の地域的不均衡並びに配水管網においては，低地，丘陵地での圧力の不均衡，昼夜間の人口移動による圧力の不均衡などの問題が生じてきている。

これらの問題に対処するためには，水の有効配分，水需要量の予測，更に省資源の立場からの浄水場の運用，送水系統の運用，配水系統の運用等多くの確立しなければならない手法がある。つまり，今までは，水需要の増加に伴い設備の新設・拡充で対応してきた時代であったが，これからは既存設備の有効利用－運用の時代であると言えよう。また，このような要求を満足するには今までの考え方を踏まえつつ更に新しい分野（現代制御理論，数理計画法等）からの考え方の導入が必要であろう。

当社では，これらの要求に対処できるように現在まで河道追跡プログラム，ダム放流制御，送水系統運用プログラム，需要予測プログラム，配水管網解析プログラム等[1][2]多くの手法を確立してきた。ここでは，最近開発を完了した配水管網における末端圧保持プログラムについてその概要を紹介する。このプログラムは，各末端需要量を満足し，なおかつ末端圧力が所望値になるようポンプ吐出圧を決定するものであり，更に，これらポンプ吐出圧の中で最小のエネルギー（ポンプの水馬力）となるポンプ吐出圧を決定する。このプログラムを利用すれば，配水管網における地域的圧力の不均衡（低地，丘陵地での圧力の不均衡），時間的圧力の不均衡（昼夜間の圧力の不均衡）を解消することができ，更にはむだな圧力上昇を防ぐことになり，その結果漏水防止にも役立つことができる。

以下に，まずこのプログラムの基本である配水管網の解析について説明し，その後このプログラムの内容について説明する。

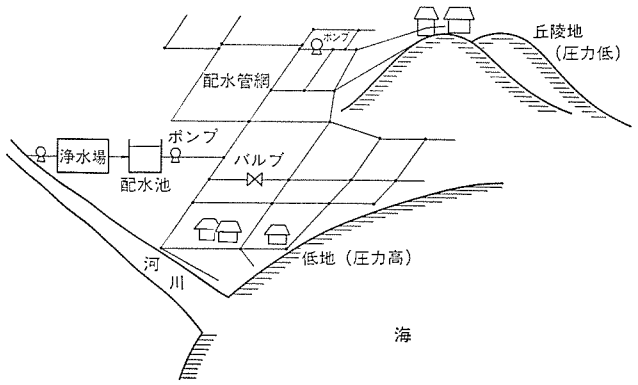


図 1. 配水管網図

2. 配水管網の解析

配水管網の解析とは，各ポンプの吐出圧，吐出流量，各バルブ開度並びに需要量を入力とし，各管路の流量，損失水頭を計算することである。配水管網の解析に関しては，従来よりかずかずの研究が行われているが，その中でもハーディー・クロス法がもっとも一般に知られている手法である。この手法は各接合点で流量保存則を満たすように初期流量を設定し，ループの損失水頭の総和が零になるように流量を修正してゆく手法である。この手法は計算時間の問題，初期値設定の繁雑さの問題からいって昨今の大規模な配水管網の解析には適さないのが実状であろう。そこでここでは，配水管網をグラフ理論を使って表し非線形連立方程式として定式化し，更にニュートン・ラフソン法を使って求解する手法を紹介する。

2.1 管網方程式の基礎

水が流れる管路においては，よく知られているようにヘーゼン・ウィリアムスの式が成立する。

$$h=r\cdot q^{1.85} \quad \cdots\cdots(1)$$

$$(r=10.67\times C^{-1.85}\times D^{-4.87}\times L)$$

ここで，h：損失水頭（m）

q：流量（m^3/h）

C：粗度係数

D：管路の直径（m）

L：管路長（m）

である。式(1)は，電気回路網でいえば抵抗則を表しており，更にその関係が非線形であることを示している。

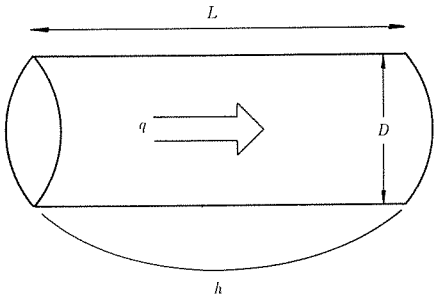


図 2. ヘーゼン・ウイリアムス式

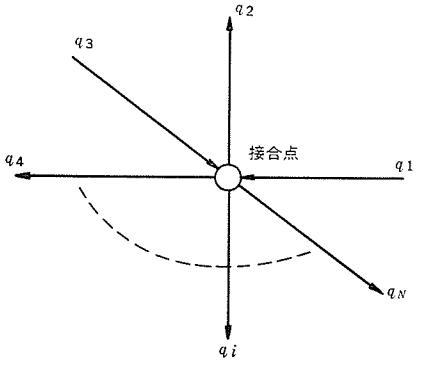


図 3. 流量保存則

 * 制御製作所 ** 本社

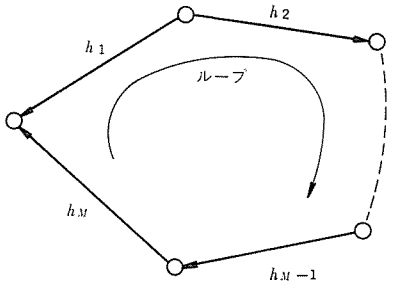


図 4. 損失水頭保存則

更に，配水管網において流量並びに損失水頭に関して，電気回路網と同様に次の2つの関係が成立している。

(1) 流量保存則

管路の接合点（ノード）に流入出する流量の和は零である（流出する流量は負の流入量とする）。

$$\sum_{i=1}^{N} q_i=0 \quad \cdots\cdots(2)$$

(N：接合管路数)

(2) 損失水頭保存則

配水管網内の任意の閉路（ループ）に沿った損失水頭の和は零である（閉路と逆方向は負とする）。

$$\sum_{i=0}^{M} h_i=0 \quad \cdots\cdots(3)$$

(M：閉路内管路数)

以上式(1)～式(3)が，配水管網において常に成立していなければならない式で，これらは電気回路網における電流，電圧をおのおの流量，損失水頭と考えれば，抵抗則，電流則，電圧則に相当する。次にこれらの関係式をグラフ理論を使って表し，配水管網の基礎方程式を求める。

2.2 管網方程式

配水管網における吐出圧一定ポンプ（貯水池）を圧力源（H_E），吐出量一定ポンプ（貯水池）を流量源（Q_J），また，末端需要量も流量源（Q_J）と考え，式(1)，式(2)，式(3)に相当する式を配水管のすべての管路について求め，更にこれらをグラフ理論でいうところの木[注(1)]，補木について整理すれば式(4)で表される配水管網の基礎方程式が導かれる。式(4)が配水管網において常に成立していなければならない基礎方程式である。

$$(Z_R+D_{GR}^T Z_G D_{GR})Q_R+D_{GR}^T Z_G D_{GJ} Q_J+F_{RE}H_E=0 \quad \cdots\cdots(4)$$

ここで，添字，R，G，J，Eはそれぞれ，補木に相当する管路，木に相当する管路，流量源（ポンプ，池），圧力源（ポンプ，池）を表している。また，Dは基本カットセット行列[注(1)]，Fは基本ループ行列であり，これらの行列は配水管網における管路の接続の仕方で一意に決まる行列である。Q_J，Q_Eは，流量源の流量，圧力源の水頭であり，この方程式への入力である。Z_R，Z_Gは，それぞれ補木に相当する管路の抵抗，木に相当する管路の抵抗を表す対角行列であり，式(1)のrより決まる。

つまり，この式の変数はQ_R（補木に相当する管路の流量）であり，Q_Rに関する非線形連立方程式になっている（Q_RからQ_Gを求めるのは簡単な代数方程式により求まる）。

式(4)を解くには，前述したように，ニュートン・ラフソン法が有効であり，これを使った配水管網解析プログラム(SONET-Ⅰ)は既に当社で開発済みであり，今までに多くの実績を挙げている。

3. 末端圧保持のための最小エネルギーポンプ圧の決定

配水管網の役割は，すべての末端需要家に常に安定した水を供給することである。しかし，需要家は丘陵地区に住んでいたり市街地に住んでいたり，その背景は一意に決まらない。このため，ある地区は水圧が高くなりすぎて漏水を起こしたり，あるいは水圧不足で水が出なくなったりすることがある。このような状況をさけるため，配水管網は，末端需要家において所定の圧力と流量が満たされていなければならない。このため，配水管網内にはいくつかのバルブとポンプが組込まれているのが常である。ここでは，この内ポンプに焦点をあて，末端圧力，流量が所定の条件になり，更にポンプ運用の経済性を考慮して，ポンプエネルギーが最小になるポンプ吐出圧を求める手法を紹介する。

3.1 最適化問題の定式化

配水管網において末端流量，圧力を満たすようなポンプ吐出圧の中でポンプエネルギーを最小にするようなポンプ吐出圧を求める問題は，最終的には数理計画法でいう非線形最適化問題となる。最適化問題とはいろいろな制約条件（設備上の条件とか物理現象による条件）の下で，運用者が決めた目的関数（エネルギー最小，池水位一定等）を最大（最小）にする変数（ポンプ流量，ポンプ吐出圧）を求める問題であり，制約条件式，目的関数が共に線形の場合線形計画問題と呼ばれ，どちらかが非線形の場合非線形計画問題と呼ばれる。

ここでは，ポンプエネルギー最小の問題を定式化して，非線形最適化問題になることを示す。

配水管網においては，流量，損失水頭の間に式(4)で表される管網方程式が常に成立していなければならない。これが物理現象による制約条件である。この外の制約条件としては，末端流量，末端圧に対する制約条件とポンプに関する制約条件が考えられる。これらの制約条件を整理すると次のようになる。

制約条件

(1) 管網方程式（式(4)）

(2) 末端圧が決められた範囲内にある。

(3) 末端流量が需要量を満たしている。

(4) ポンプが逆流しない。

一方，目的関数はポンプのエネルギー（水馬力）である。水馬力は次式で表される。

目的関数

$$W_0=\gamma\times h_p\times q_p \quad \rightarrow 最小$$

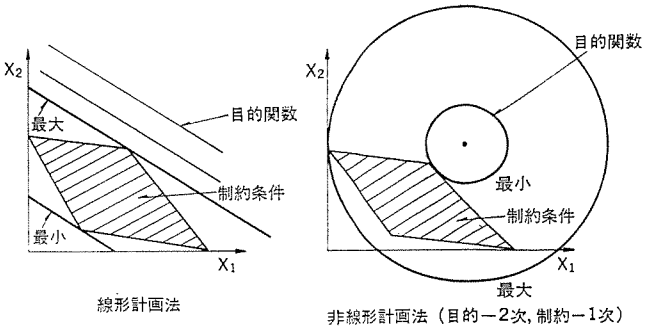


図 5. 最適化問題

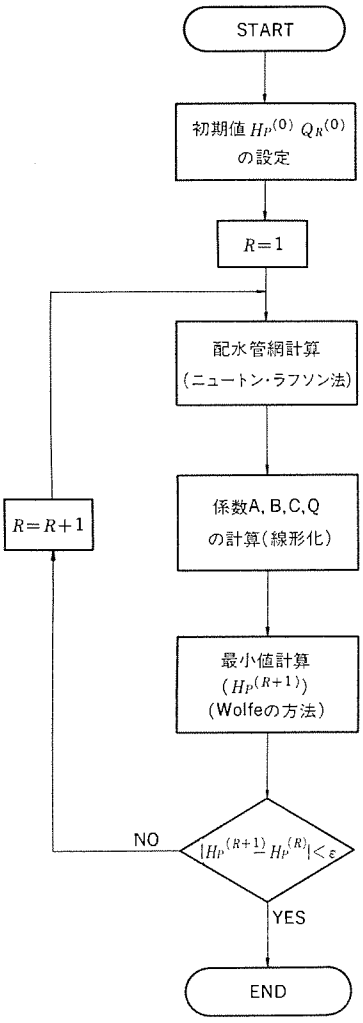


図 6. 末端圧保持問題の解法 フローチャート

ここで，h_p は ポンプ の吐出圧 (m)，q_p は ポンプ の吐出量 (m^3/s)，γ は比重量 (kg/m^3) であり定数である。

制約条件，目的関数を定式化すると前述したように非線形最適化問題となるが，補木流量 Q_R^* で線形近似すると変数が ポンプ 吐出圧 H_P の2次計画問題となる。

目的関数

$$f(H_P)=H_P^T Q H_P+H_P^T C \quad \rightarrow 最小$$

制約条件

$$AH_P<b \qquad (係数に関しては文献(3)参照)$$
$$H_P>0$$

3. 2 最適化問題の解法

以上の定式化より，末端圧保持問題は線形近似により各段が2次計画問題の繰返し計算となった。この アルゴリズム の フローチャート を図 6. に示す。なお，各段の2次計画問題の解法には一般によく知られている Wolfe の方法[4]を用いた。

4. プログラムの概要

4. 1 プログラムの機能

この プログラム の主要な機能は，配水管網の諸 パラメータ と流入点，流出点での制約条件から ポンプ の最適な運転状態の吐出圧と流量とを

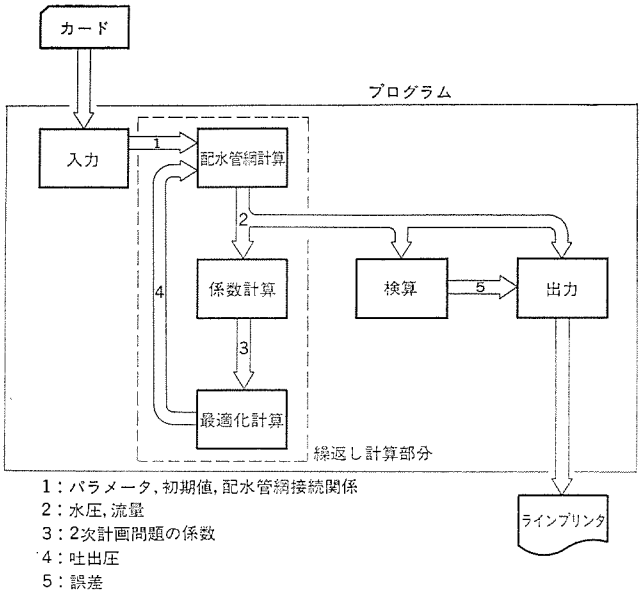


図 7. データ の流れ

計算することであるが，更に次のような機能も持っている。

(1) ポンプ を最大吐出圧・最大流量以内で運転する。

(2) 任意の管路に対して逆流不可という条件を付加する。

(3) 最適運転状態での管路の流量・流速・動水こう(勾)配を計算する。

(4) 最適運転状態での流入点・流出点の流量を計算する。

(5) 最適運転状態での節点の水圧を計算する。

(6) 計算結果にどの程度の誤差が含まれているかを検算する。

4. 2 プログラムの構成

プログラム は次に述べる処理 モジュール から構成されている。

(1) 入力 モジュール……入力 データ を解釈し プログラム 内の適切な作業域に格納する。

(2) 配水管網計算 モジュール……配水管網内の管路や接合点の流量・水圧を計算する。

(3) 係数計算 モジュール……線形化後の2次計画問題の係数を計算する。

(4) 最適化 モジュール……2次計画法を使い，ポンプ の吐出圧と流量の積を最小化する。

(5) 検算 モジュール……計算された流量にどの程度の誤差が含まれているか検算する。

(6) 出力 モジュール……計算結果を出力する。

これらの モジュール を順次実行することにより，ポンプ を最適に運転している状態の水圧と流量が求められる。モジュール 間の データ の流れを図 7. に示す。管路の非線形特性を線形近似しつつ解いているので，ポンプ吐出圧の値が収束するまで，最適化計算の繰返しが必要となっている。

4. 3 プログラムの使用法

プログラム の入出力は，標準的には カードリーダ と ラインプリンタ によって行われる。管路・ポンプ・流入点・流出点・接合点には1つ1つ固有の名前をつけて識別し，それぞれを カード 1枚に対応させて必要な パラメータ を入力する。水圧や流量に制限のある要素があれば，同一カード にその制約値を記入する。

入力に必要な項目は，それぞれの名前以外に次のとおりである。

(1) ポンプ……両端節点名，最大吐出圧，最大流量，吐出圧の初期値

(2) 管路……両端節点名，逆流の可・不可，管長，管径粗度係数，流量の初期値

(3) 流入点……標高，設定流量と最高水圧，あるいは設定水圧と最大流量

(4) 流出点……標高，設定流量と最低水圧，あるいは設定水圧と最小流量

(5) 接合点……標高

解析結果は，入力時につけた名前とともに次の値が表形式で出力される。

(1) ポンプ……吐出圧，流量

(2) 管路……流量，流速，動水勾配

(3) 流入点，流出点……流量，水圧

(4) 接合点……水圧

実際の入力例を図 8. に，出力例を図 9. に示す。

** INPUT DATA **

CASE						
INIT				10.0	30.0	初期値データ
PUMP						ポンプ・データ
PMP1	10	20	20.0	100.0		名前
BRNC						両端節点名
P1	1	2	300.0	457.0	120.0	最大吐出圧
P2	2	3	200.0	304.0	120.0	最大流量
P3	3	4	200.0	360.0	120.0	
P4	5	4	200.0	609.0	120.0	
P5	5	6	200.0	853.0	120.0	
P6	7	6	200.0	335.0	120.0	
P7	7	8	200.0	304.0	120.0	
P8	9	8	200.0	762.0	120.0	
P9	1	9	250.0	243.0	120.0	管路データ
P10	9	10	150.0	396.0	120.0	名前
P11	20	11	200.0	304.0	120.0	両端節点名
P12	12	11	250.0	335.0	120.0	管径
P13	5	12	250.0	304.0	120.0	管長
P14	8	10	150.0	548.0	120.0	粗度係数
P15	2	10	150.0	335.0	120.0	
P16	11	7	150.0	548.0	120.0	
P17	3	11	250.0	365.0	120.0	
P18	12	6	150.0	548.0	120.0	
P19	4	12	150.0	396.0	120.0	
NODE						節点データ
1	IN	Q	0.0	104.0		名前
4	*OUT	Q	0.0	31.0	20.0	区分
5	IN	Q	0.0	33.0		標高
6	*OUT	Q	0.0	25.0	20.0	設定値
8	OUT	H	0.0	20.0		制限値
9	OUT	Q	0.0	37.0		
11	*OUT	Q	0.0	44.0	20.0	
CEND						

図 8. 入力の例

5. 使　用　例

プログラム を使って解析した配水管網の例を図 10. に示す。この配水管網は ポンプ 1 台と管路 19 で構成されており，流入点は 2 か所，流出点は 4 か所である。各 パラメータ の値は，図 10. 及び次のとおりである。

ポンプ 最大吐出圧：　2 (kg/cm²)

ポンプ 最大流量：　360 (m³/h)

流出点最低水圧：　2 (kg/cm²)　(共通)

管路粗度係数：　120　(共通)

節点標高：　0 (m)　(共通)

この例では流出点の最低水圧を 2 kg/cm² としたため，流入圧だけでは末端圧を保持できず，ポンプ をか(稼)働させる必要が生じている。解析の結果を図 11. に示す。これによれば，流出点 OUT 3 の水圧が最低限度の値になっており，この水圧を保持するための ポンプ 吐出圧は 0.91 kg/cm² となっている。

** PUMP ** ←(ポンプ)

NAMAE	YOOTEI (M)	RYURYO (L/S)
PMP1	9.111	53.081

NAMAE	YOOTEI (M)	RYURYO (L/S)

NAMAE	YOOTEI (M)	RYURYO (L/S)

NAMAE

** HAISUI KAN ** ←(管路)

NAMAE	RYURYO (L/S)	KOBAI (M/KM)	RYUSOKU (M/S)
P1	40.389	1.411	0.571
P4	10.851	0.894	0.345
P7	3.960	0.138	0.126
P10	17.292	8.590	0.979
P13	8.698	0.200	0.177
P16	7.716	1.930	0.437
P19	-6.023	-1.221	-0.341

NAMAE	RYURYO (L/S)	KOBAI (M/KM)	RYUSOKU (M/S)
P2	17.878	2.251	0.569
P5	13.461	1.331	0.428
P8	9.319	0.674	0.297
P11	53.081	16.852	1.690
P14	13.278	5.270	0.751
P17	3.752	0.042	0.076

NAMAE	RYURYO (L
P3	14.
P6	3.
P9	63.
P12	-5.
P15	22.
P18	7.

** RYUNYU/RYUSHUTSU TEN ** ←(流入点・流出点)

NAMAE	SUITO (M)	RYURYO (L/S)
1	22.444	104.000
8	20.000	0.0

NAMAE	SUITO (M)	RYURYO (L/S)
4	20.591	31.000
9	20.514	37.000

NAMAE	SUITO (M)	RYURYO (L/S)
5	21.136	33.000
11	21.100	44.000

NAMAE
6

** SETSUGO TEN ** ←(接合点)

NAMAE	SUITO (M)
10	17.812
5	21.136
12	21.075

NAMAE	SUITO (M)
20	26.223
6	20.000

NAMAE	SUITO (M)
1	22.444
7	20.042

NAMAE	SUITO (M)
2	21.800
8	20.000

NAMAE	SUITO (M)
3	21.115
9	20.514

NAMAE
4
11

図 9. 出力の例

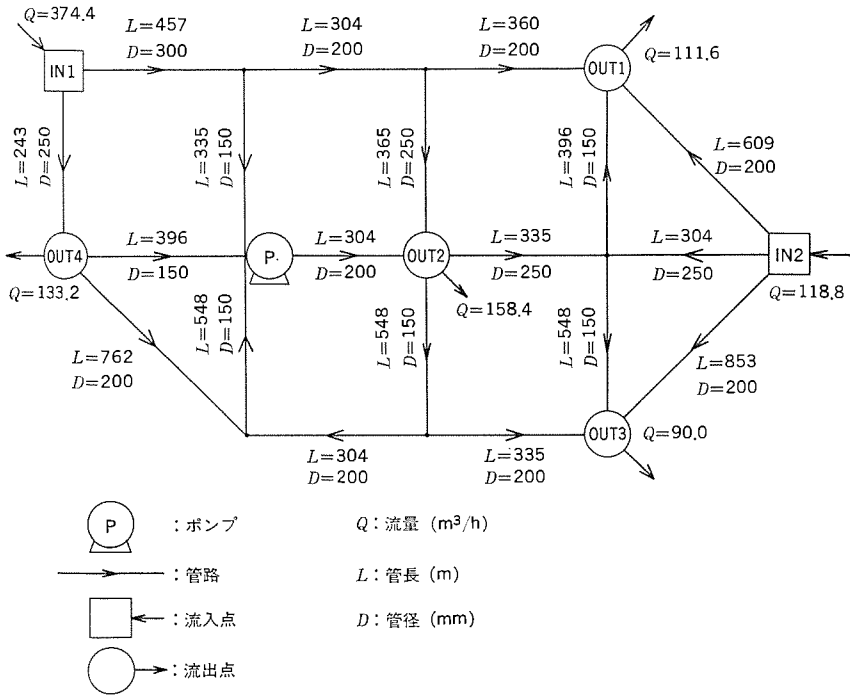


図 10. 解析例の配水管網の パラメータ

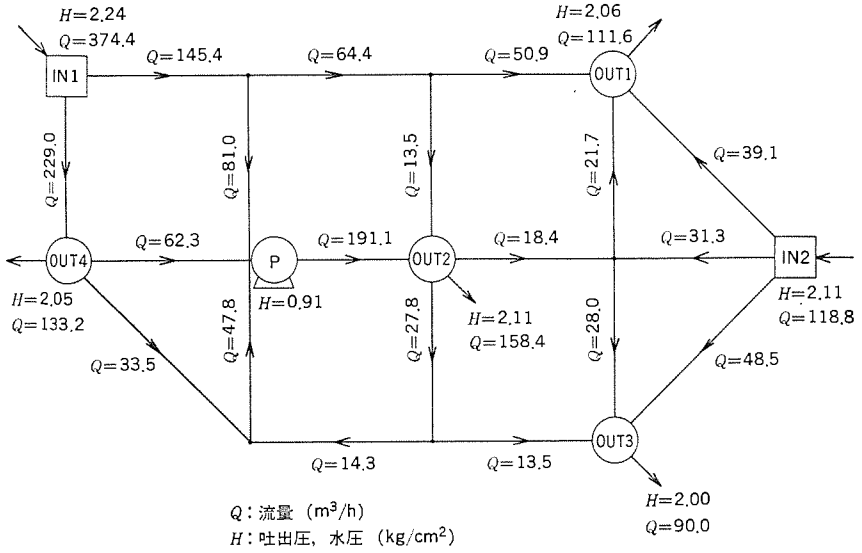


図 11. 解析結果

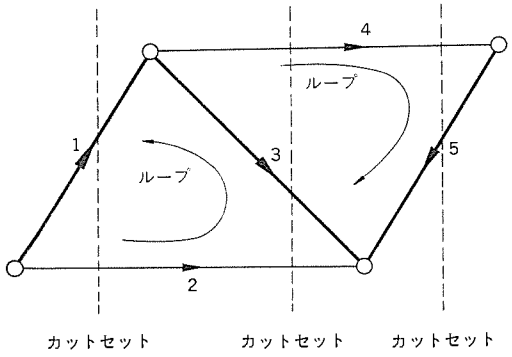


図 12. 木，補木の説明

6. むすび

以上，需要家末端の圧力を保持して，ポンプエネルギーが最小となるポンプ圧力を求めるはん(汎)用プログラム(SONET-Ⅱ)についてその概要を述べた。

現在，当社では，バルブによる末端圧保持問題についてもプログラムを開発中であり，今後とも一層研究開発を進め，高度化するユーザー各位の要求，期待に十分添えるよう努力していく所存である。

注(1)

有向グラフ G において「木」，「補木」を次のように定義する。

「木とは G において，すべてのノードを含み，かつループを作らない枝の集合である」。

「補木とは，G の枝のうち木の枝を除いた残りの枝の集合である」。

例えば，図 12. で木の集合を {1, 3, 5} ととると補木の集合は，{2, 4} となる。

——ループ行列 (F)——

ループ行列とは，補木枝を行に，木枝を列にとり補木枝を1つだけ含むループを考えそのループの方向は補木枝と同じにとり，そのループを作る木枝がループと同一方向なら $-1-$，逆方向なら $--1-$ とした行列である。

図 9. においては，F は次のようになる。

$$F=\begin{array}{c} \\ 2 \\ 4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} 1 & 3 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

↑ 補木枝番号　← 木枝番号

——カットセット 行列 (D)——

カットセット行列とは，木枝を行に補木枝を列にとり，木枝を1つだけ含みグラフ G を2つに分解し，分解のため省かれる木枝，補木枝に対し木枝と同方向の補木枝 $-1-$，逆方向 $--1-$ とした行列である。図 9. においては，D は次のようになる。

$$D=\begin{array}{c} \\ 1 \\ 3 \\ 5 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cc} 2 & 4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \end{array}$$

参考文献

(1) 坂口ほか：三菱電機技報，52，No. 9，p. 693 (昭53)
(2) 福田ほか：三菱電機技報，50，No. 12，p. 629 (昭51)
(3) 小沢：信学会研究会資料，CST 76～60 (昭51)
(4) P. WOLFE : ECONOMETRICA, 27, No. 3 (1959)

人工衛星搭載用電子衝撃型水銀イオンエンジン

東　久雄*・中村嘉宏**・工藤　勲***・島田貞憲+・吉川皖造++

1. まえがき

近年我が国の宇宙開発の分野における人工衛星の開発はめざましいものがあり，既に多数の人工衛星が打上げられ，実験あるいは実用に供されている。今後人工衛星の需要は，ますます高まるとともに，衛星の多様化，大型化，長寿命化が更に進むものと思われる。イオンエンジンは，電気エネルギーを運動エネルギーに変換する電気推進系のひとつで，静止衛星の軌道制御，姿勢制御用の2次推進系あるいは深宇宙探査衛星等の主推進系として使用する目的で開発されており，従来の化学推進系に対し10倍から20倍の比推力を有しているので，人工衛星の大型化，長寿命化の傾向の中で衛星のペイロード重量を飛躍的に増加させることができる推進系として注目されている。

我が国では，航空宇宙技術研究所，電子技術総合研究所等を中心にして，イオンエンジンの研究開発が過去10年にわたり進められてきた[1]。この成果は，宇宙開発事業団が昭和56年度に打上げる予定の技術試験衛星Ⅲ型にとう(搭)載されるイオンエンジン装置に引継がれ，三菱電機(株)は昭和52年度から，このイオンエンジン装置のスラスタ部であるイオンビーム直径5cmの電子衝撃型水銀イオンエンジンの製作を担当している。開発は，エンジニアリングモデル(以下EMと略す)の開発を完了し，現在フライトハードウェアと同等なプロトタイプモデルの認定試験の段階である。

以下に開発中の電子衝撃型水銀イオンエンジン(以下イオンエンジンと略す)の動作原理，性能，特徴につきEMの試験結果をまじえて述べる。

2. イオンエンジンの動作原理

イオンエンジンは，水銀を推進剤とし，放電室で生成された水銀イオンを高電圧で静電加速し，宇宙空間に高速度で放出することにより推力を得る電気推進系のひとつで，現在開発中のイオンエンジンは，その発明者の名前をとってカウフマン(Kaufman)型のイオンエンジンと呼ばれている。イオンエンジンは，希薄気体放電を利用した静電イオン加速器で，その構造は真空中での作動を前提としたものとなっている。図1.に動作原理を示すが，円筒型アノードの一端から電子と水銀原子が供給され，電子のアノードへの飛行の過程で水銀原子との衝突により水銀イオンの生成と電子の増殖で，放電状態(主放電)が形成される。この放電状態は，水銀原子の供給量と電子の供給量とを制

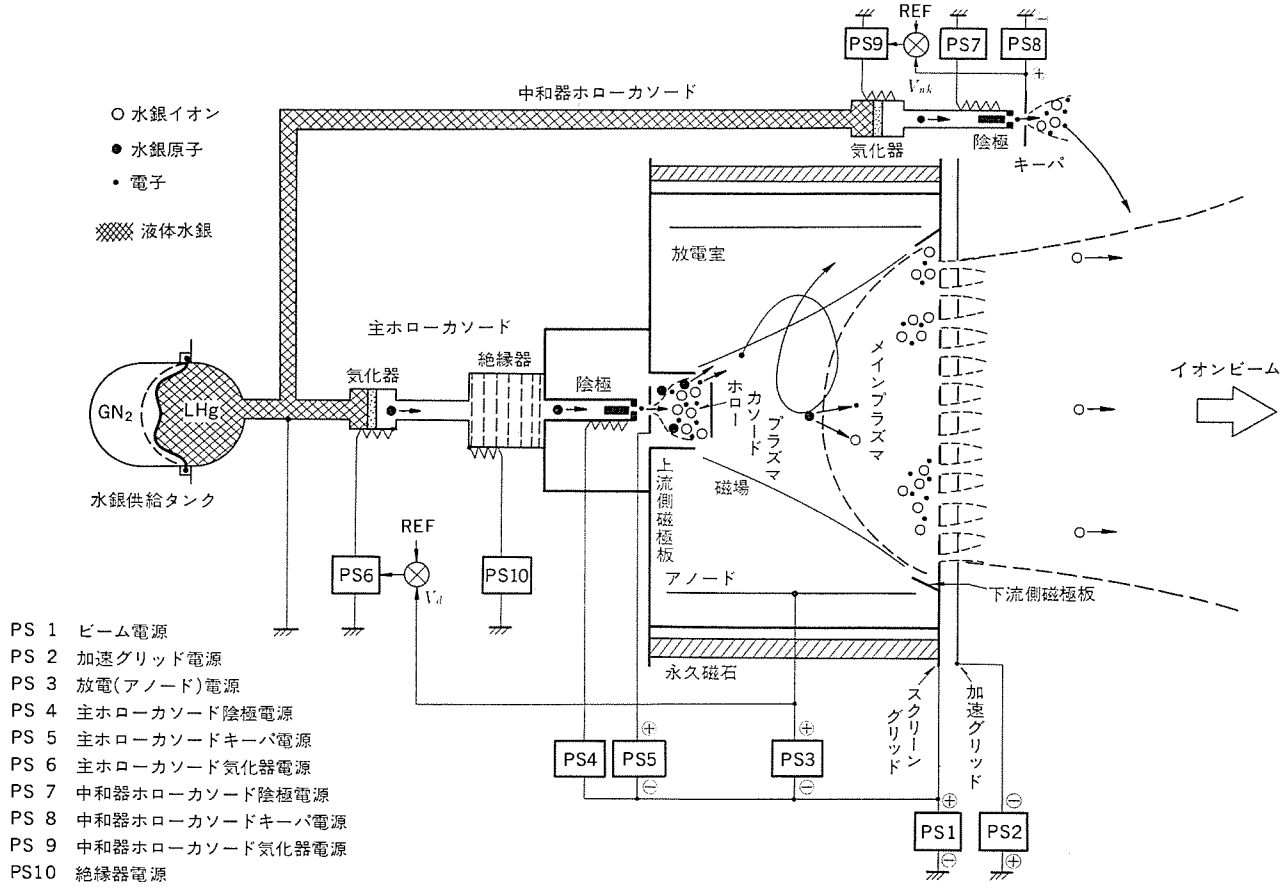


図 1. 電子衝撃型水銀イオンエンジン動作原理

* 宇宙開発事業団　** 航空宇宙技術研究所(工博)　*** 電子技術総合研究所
+ 三菱電機(株)鎌倉製作所　++ 同通信機製作所

御することにより安定に維持できる。放電により生成された水銀イオンと電子は，プラズマ状態（メインプラズマ）でグリッド側の開放端の方向に拡散され，スクリーングリッド，加速グリッドの電位こう(勾)配で，水銀イオンのみが抽出され，収束イオンビームとして加速放出される。中和器は，噴射イオンビームを電気的に中和するための電子の放出源であり，イオンの放出によるイオンエンジンの帯電を防止するものである。なお現在開発中のイオンエンジンでは，放電室への電子及び水銀原子の供給源，噴射イオンビームの中和用電子放出源としてホローカソードを使用しており，それぞれ主ホローカソード，中和器ホローカソードと称している。以下にイオンエンジンの各部構成要素の機能とともに，詳細な動作原理について述べる。

2.1 液体水銀の保持と気化

推進剤である水銀は，液体の状態で水銀供給タンクに保持されており，これを気化するのが主ホローカソード，中和器ホローカソードの各気化器である。気化器は，多孔質の焼結タングステンと，この多孔質タングステンの加熱用ヒータから構成される。多孔質タングステンは，水銀の液相－気相の分離と，所要の気化水銀流量の下流側への供給機能を持つ。多孔質タングステンは微細管の集合体と考えられ，液体水銀は表面張力により透過が阻止され，気体水銀（水銀原子）は多孔質タングステンの温度に対応した上流側水銀蒸気圧に応じ下流側への透過水銀量が決定される。水銀流量の制御は，したがって気化器温度の制御であり，気化器加熱ヒータへの投入電力で制御される。気化器による下流側への水銀流量の安定供給のためのひとつの条件として，気化器の多孔質タングステンの上流側に液体水銀が常に保持されていなければならない。このため，液体水銀は水銀供給タンクで窒素ガスにより加圧される。加圧圧力は，気化器昇温時に液体水銀の沸騰が生じないという制約条件から決められる。

2.2 主放電の開始と維持

主ホローカソードの気化器からの供給水銀は，絶縁器，陰極，キーパを経て放電室へ供給される。主放電は，アノード電圧印加状態で，水銀原子密度と放電室への供給電子数の放電条件が整った時点で開始する。主放電の開始は，通常主ホローカソードの陰極・キーパ間の放電開始（放電室への電子供給の開始）とともに生ずる。陰極・キーパ間の放電は，キーパにトルガ電圧を印加した状態で，陰極ヒータ加熱による陰極からの熱電子の放出で開始し，放電開始後は放電モードとしてホローカソード放電のモードとなり，陰極ヒータ加熱を停止しても陰極からの電子放出は維持される。ホローカソード放電により生成されるホローカソードプラズマが，放電室への電子供給源となり主放電が開始され，主放電開始後の放電室への供給電子量は，主放電により生成されるメインプラズマとホローカソードプラズマの空間電位により決まる。バッフルは，ホローカソードプラズマの保持とともに放電室への電子供給を均一化するために設けている。主放電は希薄ガスふんい気の放電で，その安定維持のためには磁場の存在が不可欠で，アノードに向かう電子にら旋運動を与え，水銀原子との衝突断面積を増してやることが必要である。この磁場は，放電室外周に配した永久磁石と上流側，下流側の各磁極板により形成し主放電の維持を図っている。

2.3 ビーム噴射（推力の発生）

ビーム噴射は，主放電が維持されている状態で，スクリーングリッドを含む放電室に正の高電圧を，加速グリッドに負の高電圧を印加することにより行う。スクリーングリッド及び加速グリッドは，共に多孔を有する平板電極で，孔中心が一致するように構成されている。グリッド部では，メインプラズマのイオン密度，電子温度及び両グリッドへの印加電圧から，スクリーングリッドの上流部に水銀イオンの放出面であるプラズマ境界が形成される。プラズマ境界からは，電位勾配により水銀イオンのみが抽出，加速を受ける。加速グリッドの負の高電圧は，イオンビームの収束及び中和用電子の逆流防止のために印加され，水銀イオンに対しては グリッド間においては加速作用を，加速グリッドを出たものに対しては減速作用を及ぼす。水銀イオンの正味加速電圧としては，結局スクリーングリッドを含む放電室に加えられた正の高電圧（ビーム電圧）が相当し，この電圧により水銀イオンの放出速度が決定される。ビーム噴射で放電室を高電圧に維持するため，主ホローカソードの気化器と陰極の間に絶縁器を設けている。この位置は気体水銀の流路の途中であり，絶縁器両端の電位差に対し放電による絶縁破壊が発生しやすい圧力ふんい気となっており，絶縁器は高い絶縁耐力を得るため，多段の金属メッシュをその内部に持つセラミック管で構成し，併せて気化器からの供給水銀を陰極以下の下流側に有効に伝達できる構造としている。

2.4 イオンビームの中和

グリッドからの正の水銀イオンの放出に伴いイオンエンジンが負に帯電すると，放出イオンが減速を受け推力の発生に支障をきたす。このためグリッドから放出されたイオン流にほぼ等しい電子をイオンビームに供給し，電気的な中和が図られる。中和器ホローカソードの電子放出源としての動作原理は，主ホローカソードとほぼ同じで，陰極・キーパ間放電により生成されるプラズマがイオンビームへの電子供給源となり，供給電子量は，中和されたビームのプラズマ電位とホローカソードプラズマのプラズマ電位との電位勾配で決まる。

3. 仕様及び構造

イオンエンジンは，将来の大型，長寿命の静止衛星の軌道制御，姿勢制御用の2次推進系あるいは大型構造物の軌道遷移，深宇宙探査衛星等の主推進系としての使用が有望で，推進系としては，他の化学推進系に対し，微小推力，高比推力を特徴とするものである。表1.に現在開発中のイオンエンジンの仕様を示す。イオンビーム直径5 cm クラスのイオンエンジンの場合，推力，比推力はそれぞれ約2 mN，約2,000 sで，このクラスのイオンエンジンの人工衛星でのミッションとしては，例えば静止衛星の南北軌道制御用の2次推進系が考えられる。同目的の推進系としては，現在ガスジェットスラスタが主流を占めているが，このスラスタの推力，比推力の代表例はそれぞれ1 N，200 sであり，推力としてはイオンエンジンの約10^3倍，比推力は約1/10である。したがってこのクラスのイオンエンジンの2次推進系への適用時には，ガスジェットスラスタの場合と比較して1次近似的には，運用時間

表1 仕　様

推力		0.18 g 重
比推力		2,200 s
推進剤流量		1×10^{-4} g/s
推進剤利用効率		70 %
推進機電力効率		44 %
ビーム広がり角（半角）		30°
重量	（本体）	2.4 kg
	（推進剤）	0.6 kg
消費電力		68.6 W 以下
宇宙空間での動作時間		150 時間以上
運用1年後の残存確率		0.57 以上

は 10^3 倍（全力積要求から推力レベルに比例する）が必要であるが，必要推進剤重量は 1/10（推進剤重量は比推力に反比例する）でよいことになる。

イオンエンジンの構造は，小型軽量化を図り，衛星搭載用として要求機能・性能を満足できる性能設計・構造設計・熱設計が施されている。図 2. にイオンエンジンの構造図，図 3. に EM の外観を示す。基本的な構成要素としては，放電室アセンブリ，主ホローカソードアセンブリ，中和器ホローカソードアセンブリ，タンクアセンブリ及びこれらを支持するハウジング類から成る。なお技術試験衛星Ⅲ型では，将来の実用化に備え宇宙空間での 150 時間の作動実験を行い，基礎的な性能データを取得することを目的としている。

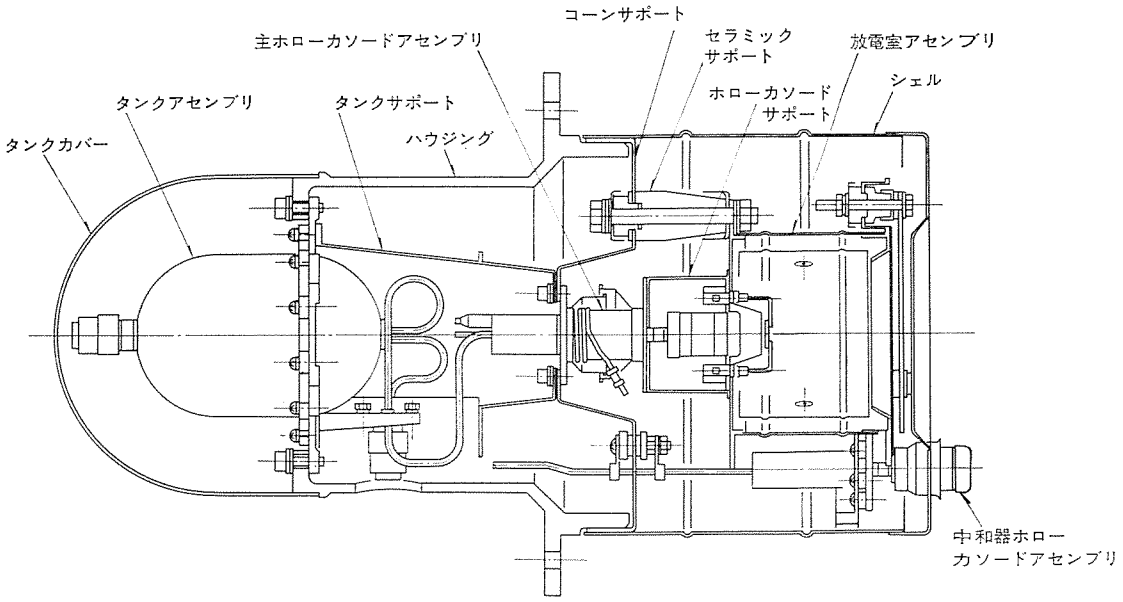


図 2. イオンエンジン構造

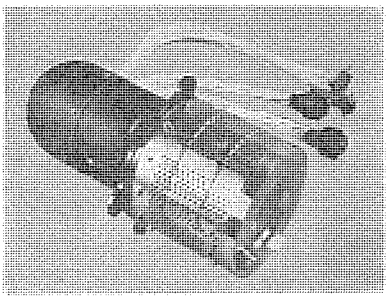


図 3. エンジニアリングモデル 外観

4. 性　　能

4. 1 定常状態及び過渡状態の性能評価

4. 1. 1 定常状態の性能評価

イオンエンジンは，その特徴のひとつとして，イオンビームを定常的に噴射する定常状態を 10～100 時間のオーダーの長時間にわたり維持することができる。定常状態での性能評価としては，推力，比推力，推進剤利用効率，電力効率，推進機効率，イオン生成コスト，ビーム広がり角の各性能パラメータと，各部電圧，電流の電気的パラメータが評価の対象となる。イオンエンジンの場合，推力，比推力等は電気量を用いて計算でき，性能評価が容易なことも特徴である。推力，比推力等諸量の計算式は次のとおりである。

推力 (N)　：　$F=\dot{m}v=J_b\sqrt{2mV_b/e}$ ……(1)

比推力 (s)　：　$I_{SP}=v\cdot\eta/g=\sqrt{2eV_b/m}\cdot\eta/g$ ……(2)

推進剤利用効率　：　$\eta=\dot{m}/\dot{m}_0=J_b\cdot m/e\cdot\dot{m}_0$ ……(3)

電力効率　：　$P_{\mathrm{eff}}=V_b\cdot J_b/P_0$ ……(4)

推進機効率　：　$T_{\mathrm{eff}}=\eta\cdot P_{\mathrm{eff}}$ ……(5)

イオン生成コスト (eV/ion)：　$C=V_d\cdot J_d/J_b$ ……(6)

ただし，$\dot{m}$，$\dot{m}_0$ (kg/s)：単位時間当たりの噴射イオン質量，同主ホローカソードの水銀流量，m (kg)：水銀イオン質量，v (m/s)：噴射イオンのもつ速さ，e (coul)：一価イオンの電荷，g (m/s^2)：重力加速度，V_b (V)：ビーム電圧，J_b (A)：ビーム電流，V_d (V)：放電電圧，J_d (A)：放電電流，P_0 (W)：全消費電力

表 2. に EM の開発段階で実測した代表的な定常状態の性能を示す。イオンエンジンの定常状態での作動において，推進剤（水銀）の流量の安定維持が重要である。これは，水銀流量が主放電の放電特性に影響を与えるキーパラメータであり，水銀流量の変動は，性能パラメータ，電気的パラメータの変動をもたらすからである。表 2. の作動例では水銀流量が一定となるよう気化器温度を制御している。

表 2. 定常状態性能

パラメータ		単位	性能	備考
ビーム（スクリーングリッド）電圧		kV	1.0	直流定電圧電源
ビーム（スクリーングリッド）電流		mA	28.3	
加速グリッド電圧		kV	−1.0	直流定電圧電源
加速グリッド電流		mA	0.22	
放電（アノード）電圧		V	42.1	
放電（アノード）電流		A	0.35	直流定電流電源
主ホローカソード	陰極加熱ヒータ電圧	V	0	
	陰極加熱ヒータ電流	A	0	
	キーパ電圧	V	17.4	
	キーパ電流	A	0.3	直流定電流電源
	気化器加熱ヒータ電圧	V	3.3	交流電源
	気化器加熱ヒータ電流	A	1.9	
中和器ホローカソード	陰極加熱ヒータ電圧	V	0	
	陰極加熱ヒータ電流	A	0	
	キーパ電圧	V	21.4	
	キーパ電流	A	0.25	直流定電流電源
	気化器加熱ヒータ電圧	V	1.3	交流電源
	気化器加熱ヒータ電流	A	0.7	
絶縁器加熱ヒータ電圧		V	3.0	交流電源
絶縁器加熱ヒータ電流		A	1.1	
全消費電力		W	64.4	計算値
推進剤流量	主ホローカソード	g/s	9.6×10^{-5}	
	中和器ホローカソード	g/s	0.8×10^{-5}	
推力		g重	0.19(1.9 mN)	
比推力		s	1,930	
推進剤利用効率		%	61	
電力効率		%	44	
推進機効率		%	26.8	
イオン生成コスト		eV/ion	520	
ビーム広がり角（半角）		°	25	

(1) 計算推力と実推力

推力の評価は，イオンエンジン の実用化の観点から他の化学推進系と同様，高精度の実測評価が必要となる。計算推力は式(1)で表されるが，噴射イオンビーム の半径方向速度成分及び，水銀二価イオン の存在から，実推力は計算推力よりやや小さくなる。表 3. に EM の開発段階で実測した推力を計算推力との比較で示す。推力の測定は，発生推力による微小変位を検出できる推力測定装置（航空宇宙技術研究所所有）を用い，イオンエンジン の推力を直接測定する方法と，噴射イオンビーム を コーン で受け，コーン が受ける力で推力を測定する間接測定の2方法を試みた。測定結果から，実推力は計算推力の約 95 % と評価され，直接測定と間接測定とは有意な差がないといえる。イオンエンジン の推力は微小であり，今後計測系の詳細な誤差の評価が必要である。

(2) ビーム 広がり角

イオンエンジン の グリッド 部の ビーム 抽出機構から，噴射 イオンビーム が半径方向の速度成分を持つことは避けられない。これは実推力に影響を与えると同時に，衛星搭載時にはこの広がり角の範囲内にある他の機器（特に センサ，ソーラセル 等光学機器）に対する コンタミネーション の問題を発生する。EM の開発段階での ビーム 広がり角の測定は，イオンビーム に対し垂直な平面内を ビーム 中心を通るように プローブ を走査し，プローブ に流入する イオン 電流の分布を測定し ビーム 広がり角を算出する方法で実施した。図 4. は，加速 グリッド 面から 30 cm 離れた位置での イオン 電流密度の分布を示す。ビーム 広がり角（半角）としては，定格動作時で約 25° という結果を得た。ビーム 広がり角の定義としては全 イオン 電流の 95 % の イオン 電流を含む範囲を見込む角の半角をとった。

表 3. 推力測定結果

Case No.	ビーム電圧 (kV)	ビーム電流 (mA)	実測推力 (g重)	計算推力 (g重)	実測／計算 (%)
1	0.8	27	0.15	0.159	94
2		26	0.15	0.153	98
3	1	28	0.18	0.184	98
4		28	0.18	0.184	98
5	1.2	30	0.21	0.216	97
6		29	0.20	0.209	96
7	1.4	31	0.23	0.242	95
8		31	0.23	0.242	95

備考) Case No. 1, 3, 5, 7：直接測定
Case No. 2, 4, 6, 8：間接測定

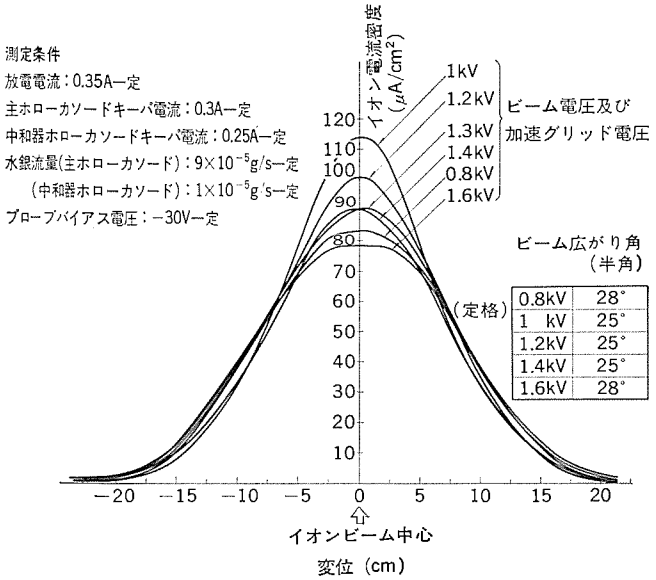


図 4. イオン 電流密度分布（加速 グリッド 面からの距離 30 cm）

4. 1. 2 過渡状態の性能評価

定常状態の性能評価が推進系共通の性能評価の要素を多く含んでいるのに対して，過渡状態の性能評価は ビーム 噴射定常状態に至るまでの時系列特性が評価のひとつの対象となる。イオンエンジン は他の化学推進系と異なり，作動開始から実際に推力が発生するまでに 10〜20分を要する。この時間は，イオンエンジン の動作原理から放電の開始，安定に要する時間であり，主として陰極温度あるいは気化器温度といった イオンエンジン の熱特性に強く依存しているものである。イオンエンジン の始動は次の シーケンス で行われる。

(1) 推進剤の供給開始と陰極加熱の開始（主 ホローカソード，中和器 ホローカソード とも）

(2) 中和器 ホローカソード の陰極・キーパ 間放電の開始と安定維持

(3) 主 ホローカソード の陰極・キーパ 間放電の開始と安定維持

(4) 主放電の開始と安定維持

(5) ビーム 噴射

放電の開始時間は，放電開始が本質的に確率的な要素を含むためばらつくが，EM の実測結果では中和器 ホローカソード の場合約 5 分，主 ホローカソード 及び主放電では約 10 分程度である。この放電開始は，イオンエンジン の低温状態からの作動時においてもほとんど影響を受けない。これは，放電室，主 ホローカソード，中和器 ホローカソード の外部熱環境との熱的絶縁が有効に作用しているためといえる。ビーム 噴射は主放電開始から主放電が安定するのを待って行われるが，主放電開始から 3 分の待ち時間で安定な ビーム 噴射状態への移行に支障のないことを確認した。

過渡状態の性能評価のもうひとつの対象は，主放電開始後の ビーム 噴射操作（高電圧印加）時の主放電の安定性である。図 5. に EM の作動試験時の放電電圧の過渡変化を示す。図 5. に示す時点の放電電流波形を図 6. に示す。主放電の安定性は，放電室への水銀原子供給の安定性，ホローカソードプラズマ からの電子供給の安定性と密接に関係する。

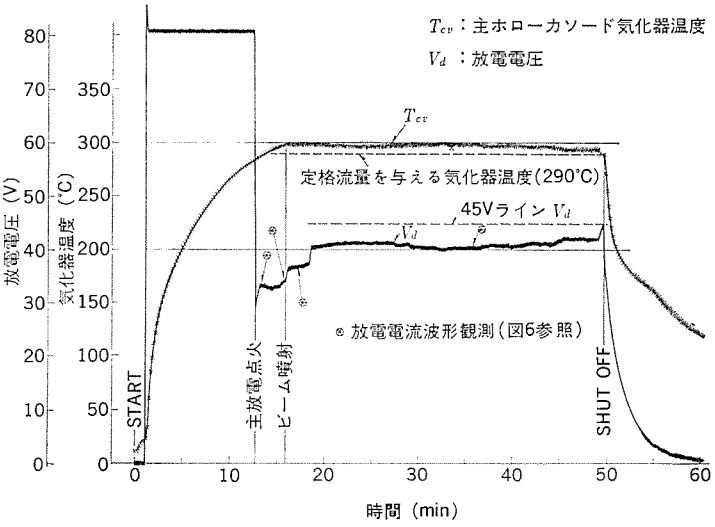


図 5. 放電電圧の過渡変化

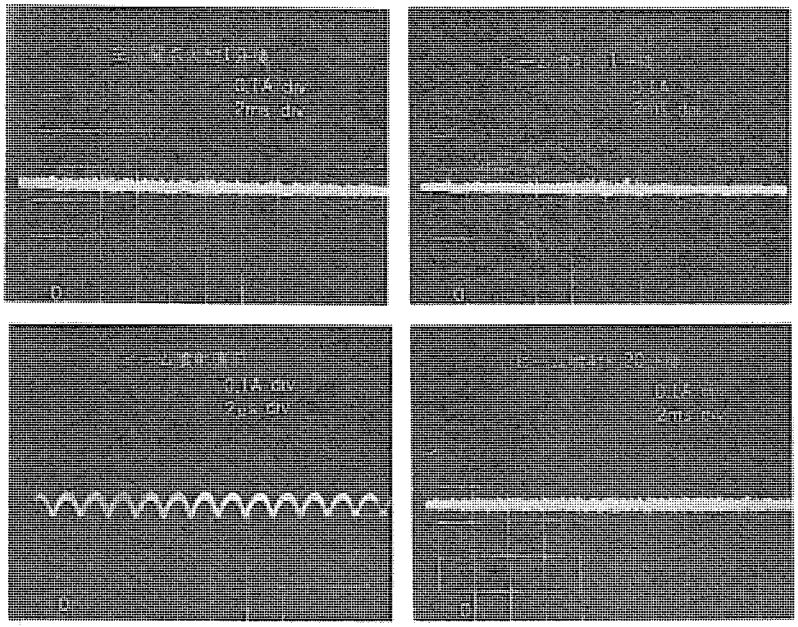
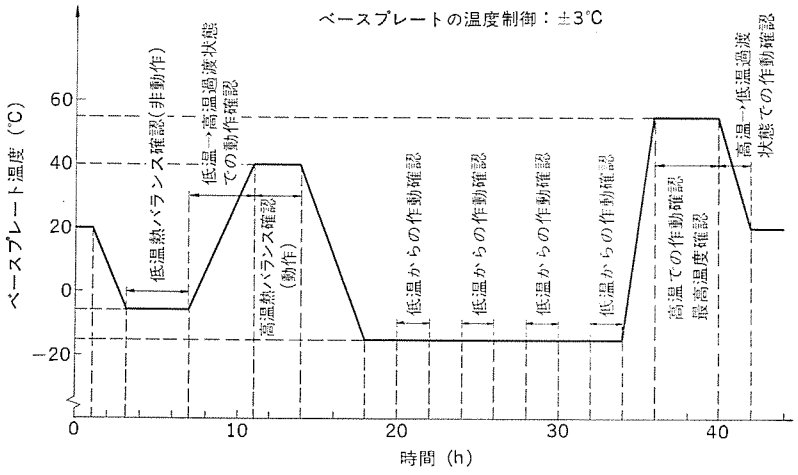
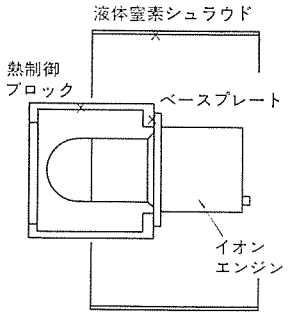


図 6. 放電電流波形



（a） ベースプレート 温度条件



- ×印は温度モニタ点を示す
- 各部温度条件：
  液体窒素シュラウド：−100°C以下
  ベースプレート，
  熱制御ブロック：図9(a)の温度
- 真空度：5×10^{-6} torr以下

（b） 試験 コンフィギュレーション

図 7. 熱真空試験条件

4. 2 耐環境性

イオンエンジン は，衛星の打上げから軌道投入，更に定常軌道上で遭遇すると予想される機械的環境（振動，衝撃等）と熱的環境に耐えなければならない。EM ではこれら耐環境性の確認として振動試験，熱真空試験を実施した。試験はいずれも予想される環境条件に対し マージン を見込んだ厳しい環境条件で実施し，イオンエンジン の所要性能が維持されることを確認した。表 4. に振動試験条件を，図 7. に熱真空試験条件を示す。

表 4. 振動試験条件

正弦波振動レベル				ランダム振動レベル	
推力軸方向		推力軸に直交する方向（2軸）		周波数（Hz）	加速度密度（g^2/Hz）
周波数（Hz）	レベル（G_{0-p}）	周波数（Hz）	レベル（G_{0-p}）	20 — 230	0.09
5 — 200	12*	5 — 200	15*	230 — 350	+6 dB/oct
200 — 2,000	5	200 — 2,000	5	350 — 900	0.2
				900 — 2,000	−6 dB/oct
* 低周波領域での振幅制限（mm）：12.7（全振幅）				平均レベル（Grms）：15.64	
掃引率（oct/min）：2				試験時間（分）：4	

4. 3 耐久性能

イオンエンジン は電子管類似の構成となっており，特に ホローカソード などの摩耗，劣化を考慮しなければならない。真空中での作動では，陰極物質の摩耗が進むとともに ヒータ 等の劣化がある。また，真空中での作動後の大気暴露は陰極物質の劣化を促進する。耐久性能の評価ではこの観点から作動時間，作動繰返し回数，大気暴露時間，大気暴露回数が重要な要素となる。衛星搭載用機器という観点から，性能確認のための地上試験は避けられず，また衛星への組込みなどの作業による大気暴露も避けられない。したがって耐久性能は宇宙空間での作動時間，作動繰返し回数に，地上での上記 4 要素を考慮した寿命試験により評価しなければならない。技術試験衛星Ⅲ型の場合，イオンエンジン の宇宙空間での作動時間は 150 時間が要求されており，EM では作動時間約 500 時間，作動繰返し回数約 400 回，大気暴露時間約 200 時間，大気暴露回数約 20 回の寿命試験を行い，所要性能が維持できることを確認した。

5. むすび

技術試験衛星Ⅲ型搭載用の イオンエンジン は，現在 フライトハードウェア と同等な プロトタイプモデル の認定試験の段階である。EM の開発では，イオンエンジン の性能評価として一応すべての項目を網羅した試験を行い，ほぼ所要の性能が得られることを確認したが，試験方法の改善あるいは測定精度等の改善が，次 フェーズ での課題として残っている。また，耐久性能の評価は EM を用いて現在も続行中で，更に，プロトタイプモデル を用いても寿命試験を行う計画である。

参考文献

(1) 日本航空宇宙学会：電気推進に関する調査，航宇学 501（昭 51）

人工衛星の三軸姿勢制御方式と試験装置

岡田賢二*・山田　武*・井上正夫**・中村陽三*

1. まえがき

従来，人工衛星の姿勢制御方式には，衛星を特定軸回りに回転させ，ジャイロ効果によって回転軸を慣性空間において一定方向に維持させる，いわゆるスピン安定方式が多く用いられてきた。しかし衛星にとう(搭)載されるミッション機器の高度化にともない，高精度の姿勢制御と大電力発生を可能とする三軸衛星の開発が要求されてきた。三軸姿勢制御方式については，既に，いくつかの解説がある[2][3]。我々も，ホイールシステムを利用した三軸姿勢方式について，その力学的性質，制御特性について詳しく解析及びシミュレーションによる検討を行ってきた[1]。

今回，これらの検討をふまえ，ホイールシステムによる三軸姿勢制御方式のハードウェアによる検討を行うため三軸エアテーブル試験装置（図1.）を製作した。この試験装置を用いてバイアスモーメンタム方式のもつ安定性と，ゼロモーメンタム方式のもつ制御性とを兼ね備えたコントロールドバイアスモーメンタム方式による姿勢制御の有効性を実証し，制御特性を確認した。

この論文では，今回製作した三軸エアテーブル試験装置の構成とその特長を紹介すると同時にこの試験装置により実施した姿勢制御系の試験結果について記述する。

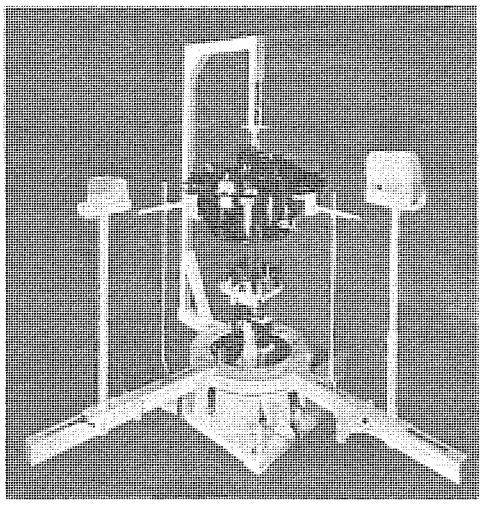


図 1. 三軸エアテーブル試験装置

2. 試験装置の構成

三軸エアテーブル試験装置は，図2. に示すとおり次の機器から構成される。

- 三軸エアテーブル
- 模擬衛星
- 有線ケーブル
- 回転機構

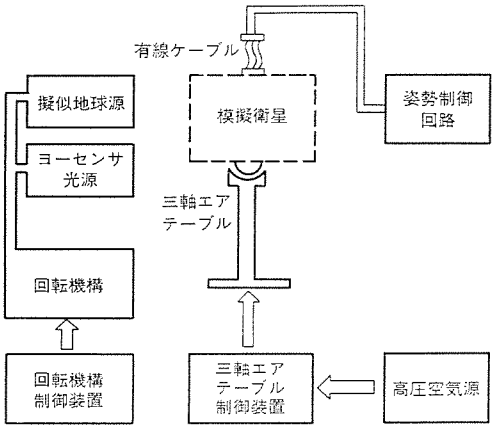


図 2. 試験装置の構成

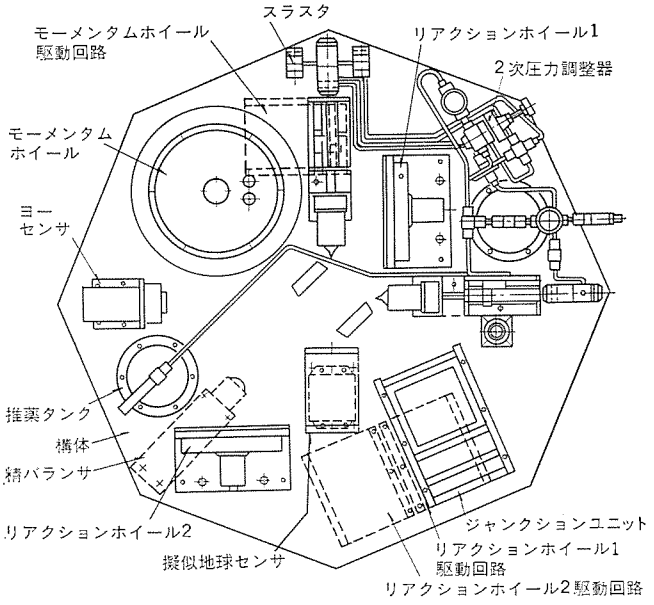


図 3. 模擬衛星

2.1 三軸エアテーブル

三軸エアテーブルは，球面空気軸受，制御装置及び高圧空気源から構成されている。球面空気軸受を用いることにより，三軸回りの自由な運動を行わせることができる。

2.2 模擬衛星

模擬衛星は，三軸衛星の姿勢制御系を主体にモデル化したもので，三軸エアテーブル上で三軸姿勢制御運動を行わせる。模擬衛星の外観図を図3. に示す。模擬衛星に搭載された主要な機器は次のとおりである。

(1) センサ

模擬衛星のピッチ軸及びロール軸まわりの姿勢誤差を検出し制御するために，疑似地球センサを用いる。またモニタ用としてヨーセンサを搭載している。両センサとも可視光線を検出するソーラセルを検出器と

して用い，視野範囲 ±10°，測定精度 0.3° の特性をもつ。

(2) ホイール

模擬衛星の姿勢修正のための制御トルクを発生するホイールとして，モーメンタムホイール 1台と リアクションホイール 2台を搭載した。

(3) スラスタ

ホイールのアンローディング及び三軸スラスタ制御のために，スラスタを模擬衛星の三軸各方向に装備した。推進剤として高圧窒素ガスを用いた。

(4) バランサ

模擬衛星のつり(釣)合調整のために粗バランサと精バランサが取付けられている。精バランサは，DC モータにより バランスウエートを移動させる機構となっていて，遠隔操作により作動できる。

2.3 有線ケーブル

有線ケーブルは，約100本の エナメル銅線 (0.1φ) で構成している。この有線ケーブルは，模擬衛星に搭載した機器が必要とする電力及び姿勢制御のための信号の伝送に用いる。

2.4 姿勢制御回路

模擬衛星の三軸姿勢制御のための信号を出力する姿勢制御回路にはディジタル計算機を用い，ディジタル制御方式を採用した。

2.5 回転機構

回転機構は，地球を模擬する疑似地球源と模擬衛星のヨー軸姿勢検出のためのヨーセンサ光源が組込まれている。この回転機構により疑似地球源を模擬衛星に対して回転することで，衛星の軌道運動を模擬する。回転機構の回転速度は，制御装置により 0.05 rpm から 1 rpm まで設定できる。

この試験装置は次の特長をもつ。

(1) 球面空気軸受を用いることにより，模擬衛星は三軸回りに自由な運動を行う。

(2) 模擬衛星との信号の授受には，有線ケーブルを用いるため無線方式で信号の伝送を行うテレメトリコマンド送受信装置は不要である。

(3) 模擬衛星の必要とする電力は，有線ケーブルにより外部から供給できるので，バッテリは不要である。

(4) 軌道運動を回転機構により模擬でき，長周期運動が観測できる。

(5) 姿勢制御回路にディジタル計算機を用いることで，制御パラメータなどの変更が容易である。

(6) 遠隔操作による精バランサにより，効率的に模擬衛星の釣合調整ができる。

3. ホイール構成と制御則

この試験で採用した姿勢制御方式は，コントロールドバイアスモーメンタム方式と呼ばれ，バイアスモーメンタム方式の安定性とゼロモーメンタム方式の制御性を兼ね備えている。以下に使用する記号をまとめて表 1. に示す。

3.1 ホイール構成と姿勢誤差の定義

図 4. この模擬衛星のホイール構成を示す。図 5. からわかるように模擬衛星には，ピッチ軸に平行にモーメンタムホイール，ロール軸及びヨー軸に平行にリアクションホイール 1，2 が取付けられている。この試験ではロール／ヨー系については短周期運動の制御に注目し，モーメンタムホイールとリアクションホイール 2 の組合せによる制御性能を試験した。図 4. は，衛星が基準姿勢の状態にある場合を示しており，この時衛星のロール軸は進行方向，ピッチ軸は軌道面ベクトル逆方向，ヨー軸は地心方向を向いている。基準姿勢からの衛星の姿勢の微小なずれをロール，ピッチ，ヨー軸回りの微小回転角で表し，ロール誤差，ピッチ誤差，ヨー誤差と呼ぶ。

表 1. 記号の説明

記　　号	説　　明
ϕ	ロール誤差
θ	ピッチ誤差
ψ	ヨー誤差
I_X, I_Y, I_Z	模擬衛星の X，Y，Z 軸回りの慣性モーメント
T_{DX}, T_{DY}, T_{DZ}	模擬衛星の X，Y，Z 軸回りに働く外乱トルク
T_{MP}, T_{MR}	モータ発生トルク
T_{FP}, T_{FR}	ホイール摩擦トルク
T_{WP}, T_{WR}	ホイール駆動トルク
h_P	モーメンタムホイールの角運動量
h_R	リアクションホイール 2(ヨーホイール) の角運動量
K_{MP}, K_{MR}	ホイール駆動モータゲイン
K_{CP}, K_{CR}	補償器ゲイン
τ_L, τ_P	補償器時定数
K_{SP}, K_{SR}	疑似地球センサゲイン
ϕ_S, θ_S	疑似地球センサロール，ピッチ出力信号
ϕ_C, θ_C	ロール，ピッチコマンド信号
ω_0	疑似地球源回転角速度

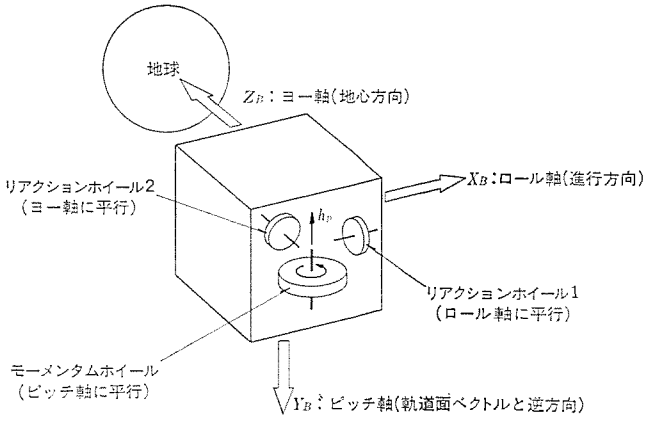


図 4. 模擬衛星ホイール構成

3.2 模擬衛星の運動方程式

モーメンタムホイールにバイアス角運動量を与えた時の模擬衛星の運動は，ピッチ系とロール／ヨー系に分離して取扱うことができる。その時の運動方程式を以下に示す。

ピッチ系　：　$I_Y\ddot{\theta}=\dot{h}_P+T_{DY}$ ……(1)

ロール／ヨー系：

$$I_X\ddot{\phi}+\{h_P+\omega_0(I_Y-I_X-I_Z)\}\dot{\psi}+\omega_0\{h_P+\omega_0(I_Y-I_Z)\}\phi$$
$$=\omega_0 h_R+T_{DX}$$
$$I_Z\ddot{\psi}-\{h_P+\omega_0(I_Y-I_X-I_Z)\}\dot{\phi}+\omega_0\{h_P+\omega_0(I_Y-I_Z)\}\psi$$
$$=-\dot{h}_R+T_{DZ} \quad \cdots\cdots(2)$$

上式よりピッチ系はモーメンタムホイールによって，ロール／ヨー系はリアクションホイールによって制御されることがわかる。

3.3 制御則

(1) ピッチ制御

ピッチ系は式(1)で表される 2 重積分系であるからピッチ角を通常の位相進み補償によってフィードバックすることで安定に制御すること

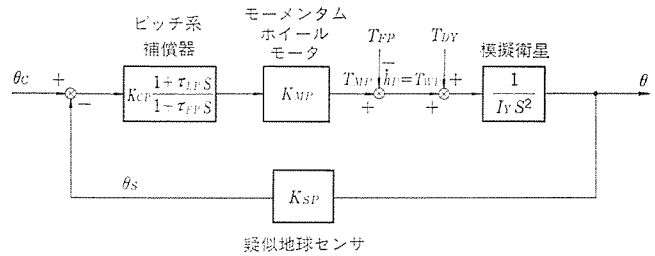


図 5. ピッチ 制御系 ブロック 図

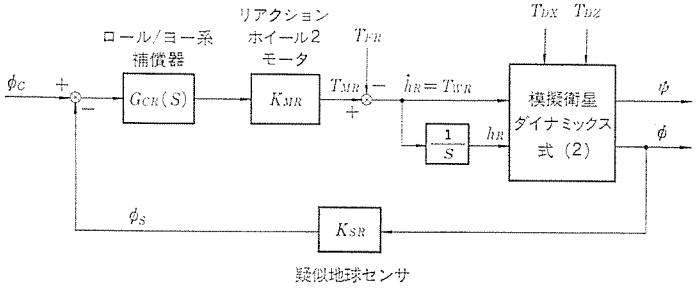


図 6. ロール／ヨー 制御系 ブロック 図

ができる。ピッチ 制御系の ブロック 図を図 5. に示す。図で補償器に該当する部分は計算機により等価な伝達関数を構成した。ピッチ 誤差の検出は地球指向面 (Z_B 面) に取付けられた疑似地球 センサ を用いる。

(2) ロール／ヨー 制御

ロール／ヨー 系は モーメンタムホイール による ピッチ 軸方向の バイアス 角運動量で強く連成して振動系となっている。この連成を利用して，ロール 誤差のみを検出することで ロール／ヨー 系を制御している。コントロール ドバイアスモーメンタム 方式の特長は，リアクション ホイール を付加することで ロール／ヨー 系の制御性能が著しく改善されることである。リアクション ホイール は ヨー 軸に平行な リアクション ホイール 2 を使用する。リアクション ホイール の駆動信号は疑似地球 センサ の ロール 誤差信号を入力として次の伝達関数をもつ補償要素により制御される。

$$G_{CR}(S)=K_{CR}\frac{(1-\tau_{LR}S)}{(1+\tau_{F_1}S)(1+\tau_{F_2}S)} \quad \cdots\cdots(3)$$

図 6. に ロール／ヨー 制御系の ブロック 図を示す。この制御系は ゲイン K_{CR} を大きくすると不安定となる系であるが，小さな ゲイン では良好な ニューテーション 運動の減衰を得ることができる。このため地球 センサノイズ に対する 姿勢変化率を小さく抑えるような要求がある場合にこの制御系は非常に有効である。

4. 外乱トルク

三軸 エアテーブル 試験装置の模擬衛星には次の外乱 トルク が働く。

(1) 模擬衛星の重心位置と球面空気軸受の支点とのずれにより生ずる トルク (重力 トルク)

(2) 地球の自転による トルク

(3) 有線 ケーブル による トルク

(4) 球面空気軸受の タービントルク 及び摩擦 トルク

(5) その他の影響による外乱 トルク

空力 トルク，重力傾度 トルク，残留磁気 トルク 等

上記外乱 トルク のうち模擬衛星の運動に特に大きな影響を与えるものは重力 トルク である。模擬衛星の振り子運動周期などの実測 データ から推定して模擬衛星の傾きが 2° の時重力 トルク は約 7.6×10^{-4} Nm となり，短周期運動の試験においては無視できる値である。その他の外乱 トルク についても影響が少ないことを実測により確認した。

5. 試　　験

5. 1 ピッチ制御

ピッチ 系の試験は モーメンタムホイール に バイアス 角運動量 h_P=5 Nm s を与えた後，2° の ステップコマンド を入力して，その応答を観測する。ピッチ 制御系 ブロック 図 (図 5.) における パラメータ は次のとおりである。実験結果は図 7. に示す。

τ_{FP}=1.0 s, τ_{LP}=6.0 s

$K_P=K_{CP}\cdot K_{MP}\cdot K_{SP}$=0.2～0.8 Nm/rad

上記と同じ パラメータ を用いた計算機 シミュレーション 結果を 図 8. に示す。両図の比較の結果実測値と シミュレーションデータ とはよく一致しているが，ゲイン (K_P) が小さい時には ホイール の摩擦 トルク のために大きな定常誤差が現れている。この定常誤差 (θ_ε) は摩擦 トルク (T_{FP}) と ゲイン (K_P) によって次式で表される。

$$\theta_\varepsilon=T_{FP}/K_P \quad \cdots\cdots(4)$$

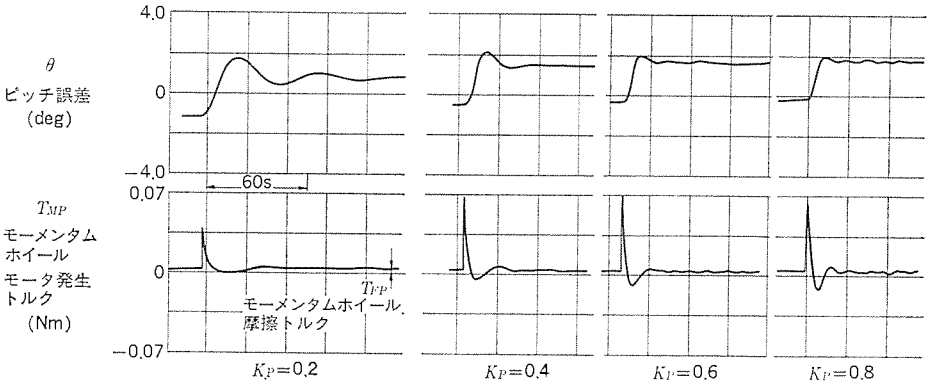


図 7. ピッチ 制御実験結果

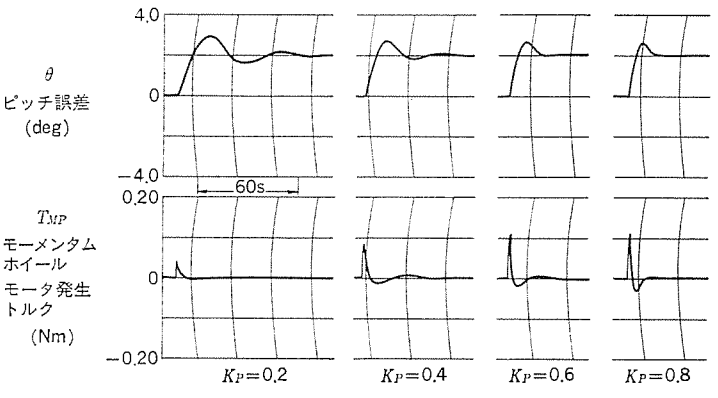


図 8. ピッチ 制御計算機 シミュレーション 結果

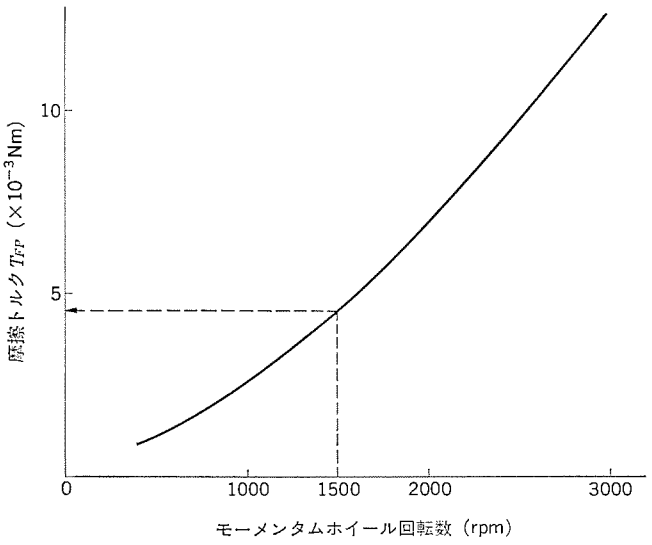


図 9 モーメンタムホイール 摩擦 トルク

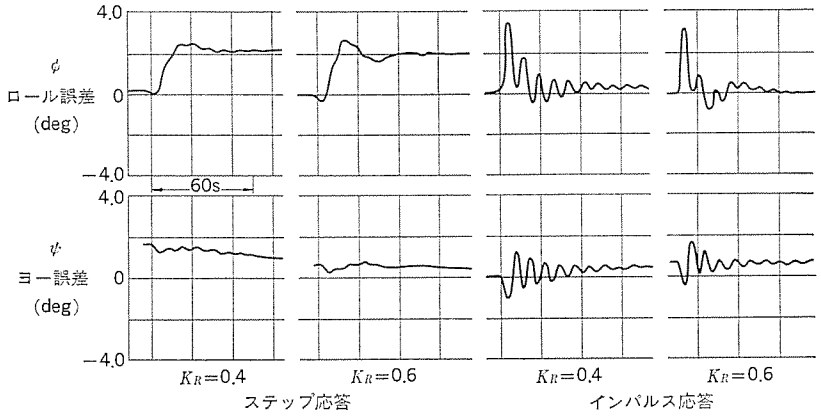


図 10. ロール／ヨー 制御実験結果

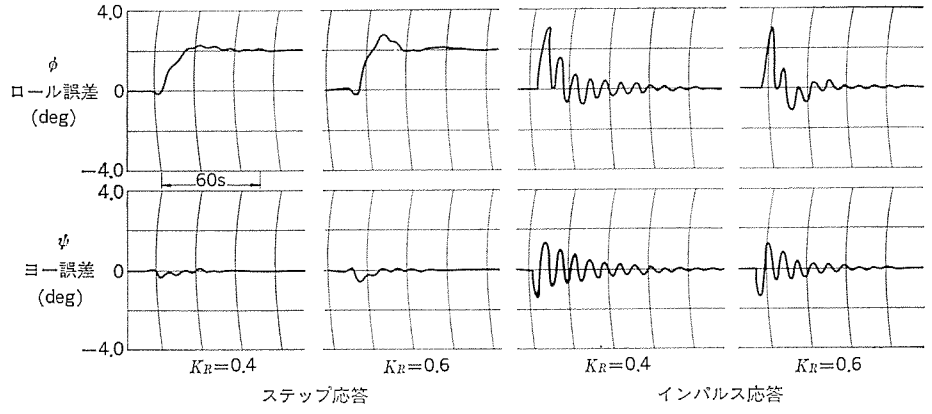


図 11. ロール／ヨー 制御計算機 シミュレーション 結果

モーメンタムホイール の摩擦 トルク と回転数との関係を図 9. に示す。図から 1,500 rpm (h_P=5 Nm s に対応する ホイール 回転数) における摩擦 トルク は 4.5×10^{-3} Nm である。この値を式(4)に代入して求めた定常誤差 (θ_ε) と実測値との比較を表 2. に示す。

表 2. ピッチ 定常偏差の実測値と計算値の比較

ゲ イ ン K_P (Nm/rad)	ピ ッ チ 定 常 偏 差 θ_ε (deg)	
	実 測 値	計 算 値
0.2	1.20	1.29
0.4	0.60	0.64
0.5	0.40	0.43
0.8	0.30	0.32

5. 2 ロール／ヨー制御

模擬衛星の ロール／ヨー 方向には大きな外乱 トルク が働くために，精度のよい ロール／ヨー 系の長周期運動の試験は難しい。このため ロール／ヨー 系は短周期運動に注目し，ロール 角制御及び ニューテーション 制御の試験を行った。2° の ステップコマンド 入力と ヨー 軸 スラスタ 噴射による インパルス 入力に対する応答について調べた。ロール／ヨー 制御系ブロック 図 (図 6.) における パラメータ は次のとおりである。

$$\tau_{F_1}=2.87\ \mathrm{s},\quad \tau_{F_2}=1.43\ \mathrm{s},\quad \tau_{LR}=2.87\ \mathrm{s}$$

$$K_R=K_{CR}\cdot K_{SR}\cdot K_{MR}=0.4,\quad 0.6\ \mathrm{Nm/rad}$$

試験 データ を図 10. に示す。また上記 パラメータ を用いた計算機 シミュレーション 結果を図 11. に示す。試験 データ と シミュレーション 結果とはよく一致している。試験 データ において ヨー 角度が一方向に ドリフト しているのは重力 トルク などの外乱 トルク による影響である。

6. むすび

三軸 エアテーブル 試験装置を用いて コントロールドバイアスモーメンタム 方式による姿勢制御試験を行い，次の結果を得た。

(1) コントロールドバイアスモーメンタム 方式は ロール／ヨー 系の制御に有効な方式である。

(2) 三軸 エアテーブル 試験装置は衛星の短周期運動をよく模擬できる試験装置である。

(3) ホイール の摩擦 トルク は姿勢誤差に大きな影響を与えるため適切な補償をする必要がある。

参 考 文 献

(1) 土屋，萩原，若杉：ホイール を利用した人工衛星の三軸姿勢制御，三菱電機技報，52，No. 12，p. 884 (昭 53)

(2) 村上：人工衛星の 3 軸姿勢制御について，日本航空宇宙学会誌，24，No. 266，p. 114 (昭 51)

(3) 西田：最近の 3 軸姿勢制御衛星の動向，宇宙・航行 エレクトロニクス 研究会資料，資料番号 SANE 73-1 (昭 48)

大電力インバータ用サイリスタ素子

多田昭晴*・川上　明**・中川　勉*・由宇義珍*

1. まえがき

インバータ，チョッパ等のサイリスタ応用分野の技術向上とともに，大電力高速スイッチングサイリスタの性能が次第に高められてきた。図1.は，素子性能指数の1つとして，{(定格電流)×(定格電圧)÷(ターンオフ時間)}を選び，その向上の歴史を示したものである。

しかし，最近，VVVF（可変電圧可変周波）インバータや高周波インバータなど各種インバータの大電力化が一段と進み，数100 kVAを超えるインバータ装置も多数製作されるようになってきた。それに伴い，耐圧1,200 V，平均オン電流400 A，ターンオフ時間20 μsという従来の最大級高速スイッチング（高周波）サイリスタでも，①使用素子数が多くなる，②回路構成が複雑になる，③装置が大形化する，④効率が低下する，などの問題が生じてきた。

この問題を解決するため，従来の素子の容量を大幅に大きくした主サイリスタと，これに流れる大電流を転流させるための大電流パルスを効率よく通電できる補助サイリスタの出現が強く望まれていた。

このような応用面からの要望に答えるため，この度，耐圧1,200 V，電流容量1,500 A．ターンオフ時間15 μsと，従来の4倍もの容量をもち，更に高速化をはかった主サイリスタ（形名：FT 1500 EY-24），及び耐圧1,800 V，ターンオフ時間30 μsであり，外形がたかだか従来の1,000 A級と同じ大きさでピーク繰返しオン電流10,000 A（パルス幅140 μs，繰返し周波数60 Hz）という補助サイリスタ（形名：FT 1000 CX-36）の開発と量産化に成功した。図2.にFT 1500 EYとFT 1000 CXの外観写真を示す。その性能指数は前述の図1.に併せて示した。

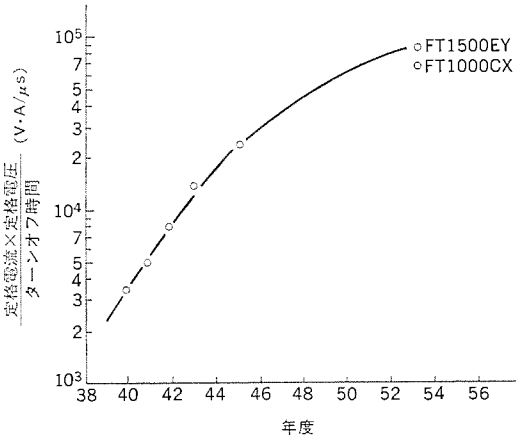


図1. 高速スイッチングサイリスタの性能向上の歴史

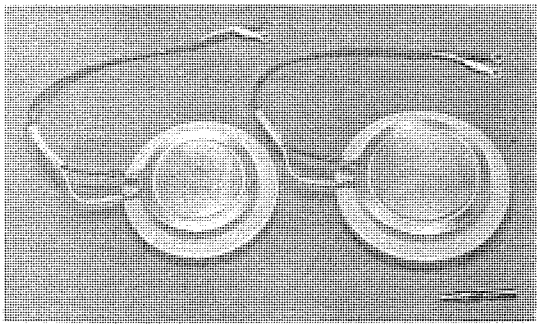


図2. FT 1500 EYとFT 1000 CXの外観
左：FT 1000 CX　右：FT 1500 EY

ここではこれらの世界最大容量インバータ用サイリスタの設計，特性定格，応用について述べる。

2. 設計の概要

サイリスタのターンオフ時間を短縮して高速化をはかるには，キャリヤライフタイムを短縮する方法を用いる。このため高速のサイリスタでは，オフ電圧（V_{TM}）の増加による電流容量の低下やもれ電流〔逆電流（I_{RRM}），オフ電流（I_{DRM}）〕の増加による耐圧の低下が起る。このような，高速化と大容量化，高速化と高耐圧化といったいわば矛盾する関係，すなわちトレードオフ（Trade-off）の関係は，使用するシリコンウェハが大口径，高比抵抗となる大容量，高耐圧サイリスタほど顕著になる。

開発にあたり，各設計パラメータと電気的特性の協調をとるとともに，トレードオフの関係を改善するため，シリコンウェハの面内及び縦方向のキャリヤライフタイム制御，最適pnpn接合，そしてdv/dt特性の改善を施した。また大容量の高周波通電能力をもたせ，しかも高いdi/dt耐量を確保するためにdi/dt特性の改善を図った。

以下設計上の問題点とその改善方法について述べる。

2.1 キャリヤライフタイム制御

サイリスタのターンオフ時間を短縮する方法に，金や白金などの重金属拡散や電子線などの加速粒子の照射がある。サイリスタには，金拡散によるターンオフ時間の制御方法が一般に用いられている。

しかしながら，金を拡散したサイリスタでは，大口径化するほどウェハの単位面積当たりのもれ電流が増加することや，ウェハの単位面積当たりの同一オン電流でのオン電圧が増大するなどの好ましくない現象があり，高速サイリスタの高耐圧化や大電流化を阻む大きな障害となっていた。これらの現象は，ウェハ内のキャリヤライフタイムの不均一性に起因するものと考えられる。すなわち，大口径ウェハになるほど，拡散工程での熱処理によってウェハの結晶欠陥密度は，周辺部で大きく，中央部で小さくなり，結晶欠陥の不均一性が増大し，しかも金は結晶欠陥近傍に多量に導入される性質をもっているので金の分布が不均一になり，先に述べた不均一なキャリヤライフタイム分布をひきおこす。この結果，大口径に伴い著しくもれ電流やオン電圧が増大すると考えられる。

以上の観点からFT 1500 EYとFT 1000 CXでは，結晶欠陥をオン電流の導通領域にほぼ均一に導入するための熱処理方法と不純物拡散技術を採用することによって，金拡散後のキャリヤライフタイムをウェハ面内でほぼ一様に短くし，大口径化に伴って生ずるもれ電流や

* 北伊丹製作所　** 北伊丹製作所(工博)

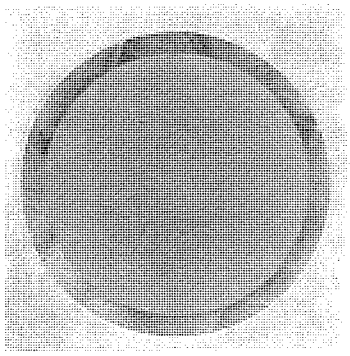


図 3. 接合形成後の結晶欠陥

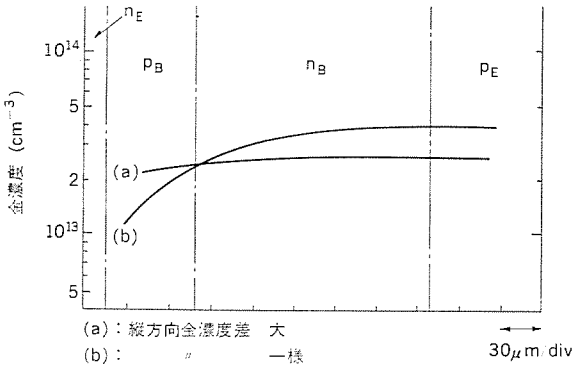


図 4. 金濃度分布

オン電圧に対する悪影響を低減している。

図 3. に無転位結晶を用いた接合形成後のウェハ表面の結晶欠陥を観察した写真を示す。白い部分が欠陥を示すもので，周縁を除く全域にわたり，結晶欠陥がほぼ均一に分布していることがわかる。

次に高速サイリスタのもれ電流やオン電圧に影響を与えるものとしては金の面内分布のほか，ウェハの縦方向の金の分布がある。

通常サイリスタの n 形エミッタ層は，表面不純物濃度 $10^{20}/cm^3$ 以上のりんで形成される。このようなりんの表面不純物濃度をもつサイリスタに金を拡散するとりんのゲッタ効果[2]により金の縦方向の濃度分布は図 4.（b）のようになる。サイリスタのターンオフ時間は p_B-n_B 接合近傍の金の濃度によってほぼ決まり，もれ電流やオン電圧は，n_B 層中の金の分布によって決定されるので図 4.（b）のような金分布をもつサイリスタでは，ターンオフ時間とオフ電流やオン電圧の関係が悪くなる[3]。

そこで，図 4.（a）のように，縦方向の金の分布をほぼ一様にするために n エミッタ層のゲッタ効果を緩和する金の拡散方法を開発し従来問題となっていたもれ電流の増加，オン電圧の増加を低減した。

図 5. に金の面内及び縦方向の分布を制御する方法を FT 1500 EY に適用した場合（a）と，適用しない場合（b）との接合温度 125°C における逆阻止電流－電圧特性を示す。図 4. から金の面内及び縦方向の分布を制御した場合，従来素子に比べオフ電流が著しく改善されることがわかる。以上に述べたようにサイリスタの面内及び縦方向のライフタイムをほぼ均一に制御することにより大容量高速スイッチングサイリスタの高耐圧化の障害になっていたもれ電流，オン電圧の増加を低減でき，FT 1500 EY，FT 1000 CX 共に電流容量が従来の 3～4 倍になったにもかかわらずオフ電流についてはそれぞれ 120 mA，80 mA と従来の 2 倍以下を実現することができた。

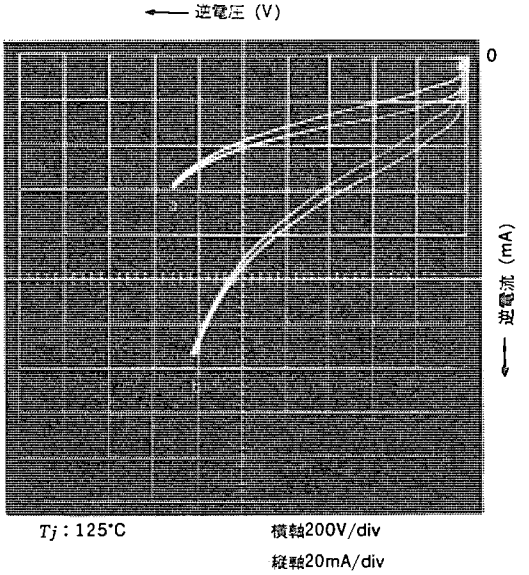


図 5. FT 1500 EY 改善前後のオフ特性

2. 2 オン電圧の改善

オン電圧は，ベース層中のキャリヤライフタイムだけでなく，ベース層の幅にも強く依存する。実使用におけるサイリスタの平均オン電流密度は 100～300 A/cm² である。この程度の電流密度になると，サイリスタの 4 層のうち，n ベース層，p ベース層，p エミッタ層の低濃度領域が pin ダイオードの i 層に相当するように[4]なり，実効的なベース厚みは，n ベース層幅よりも大きくなる。このため，FT 1500 EY と FT 1000 CX では大電流領域で i 層に相当する n ベース層，p ベース層，p エミッタ層の低濃度領域の拡散不純物濃度分布と接合深さの最適化により i 層幅を小さくしてオン電圧を低くした。

また n ベース層幅は，シリコンウェハに中性子線を照射することによりシリコンウェハ内の Si をりんに変化させた NTD (Nuclear Transmitaion Doping) ウェハを用いることで最適化をはかっている。NTD ウェハとは次式で示される反応を利用して Si をりんに変化させるものである。

$$Si^{30}(n, \gamma)Si^{31} \rightarrow P^{31} + \beta^{-}$$ [5]

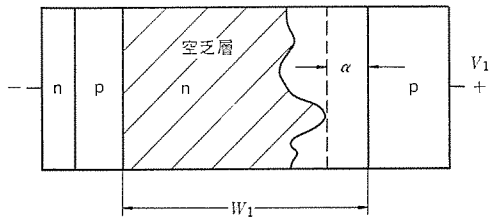
従来の FZ ウェハでは，n 形の不純物であるりんを熱的に固溶させたものであるから，結晶成長中の温度分布による偏折により半径方向のりんの不純物濃度分布はかなり大きく変動し，そのばらつきは ±15 % 程度にもなる。一方，NTD ウェハでは，核反応を利用して Si をりんに変化させるものであるから，温度によるりんの偏折がなく不純物濃度のばらつきを ±5 % 以下に制御することが可能である。

印加電圧 (V) に対するベース層の空乏層幅 (W_{sc}) は次式に示すように不純物濃度 N_d で決定される。

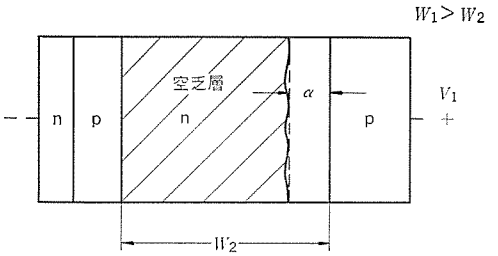
$$W_{sc} = 3.62 \times 10^7 \, V^{\frac{1}{2}} \cdot N_d^{-\frac{1}{2}}$$

同じ平均比抵抗をもつ FZ ウェハと NTD ウェハに同一電圧を印加した場合の空乏層の様子を図 6. の（a）と（b）に示す。図から NTD ウェハは FZ ウェハに比べ，同一耐圧を得るための n ベース層幅を小さくできるので，オン電圧の低減には有効であることがわかる。またシリコンウェハとモリブデン，タングステンなどの支持電極板をろう（鑞）付けする技術として鑞材のシリコンウェハへの食い込みを少なくして均一な鑞付面を得るとともに大電流領域でオン電圧増加に寄与するオーミック接触抵抗を低減する鑞付技術を開発し，大電流領域でのオン電圧

の低減をはかっている。図 7. に ターンオフ 時間 10 μs の特性をもつ FT 1500 EY の オン 電圧－電流特性を示す。図中(b)は従来技術，



(a)　従来 FZ ウェハ



(b)　NTD ウェハ

図 6. 電圧印加時の空乏層幅

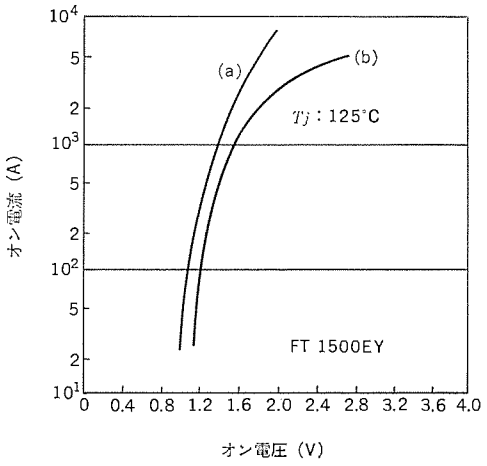


図 7. オン 電圧－オン 電流特性

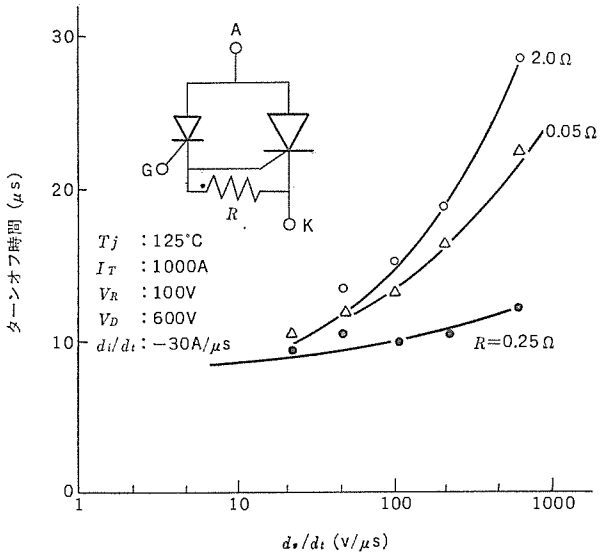


図 8. ターンオフ 時間の dv/dt 依存性

(a)はこれまで説明した新しい技術を用いたものである。

2. 3　dv/dt 特性の改善

一般に di/dt 耐量の向上や過渡 オン 電圧降下の低減をはかるのに，初期 ターンオン 領域を拡大する増幅 ゲート 構造が用いられる。

増幅 ゲート 構造の サイリスタ では，ターンオフ 時間の再印加 オフ 電圧上昇率 dv/dt 依存性が一般の サイリスタ よりも顕著になる。その dv/dt 依存性は，補助 サイリスタ と主 サイリスタ 間の インピーダンス に依存する。

図 8. は，リング 状の増幅 ゲート 構造の補助 サイリスタ と，主 サイリスタ 間に，図中の等価回路に示すように抵抗 R を接続し，R を変化させた場合の ターンオフ 時間と dv/dt の関係を示したものである。この実験結果より，ターンオフ 時間の dv/dt 依存性を最小にする抵抗値があることがよくわかる。FT 1500 EY，FT 1000 CX では，この最適抵抗値を補助 サイリスタ と主 サイリスタ の間に内蔵した新しい接合構造を採用し，更に，主 サイリスタ の n エミッタ 層接合の注入効率を全体に渡って均一に制御する方法を適用することにより，ターンオフ 時間の dv/dt 依存性を従来のものより大幅に改善することが可能になった。図 9. に FT 1500 EY と FT 1000 CX の ターンオフ 時間の dv/dt 依存性を示す。この図から，FT 1500 EY，FT 1000 CX は，転流時に発生する サージ 的な dv/dt による転流失敗に対して高い耐量をも

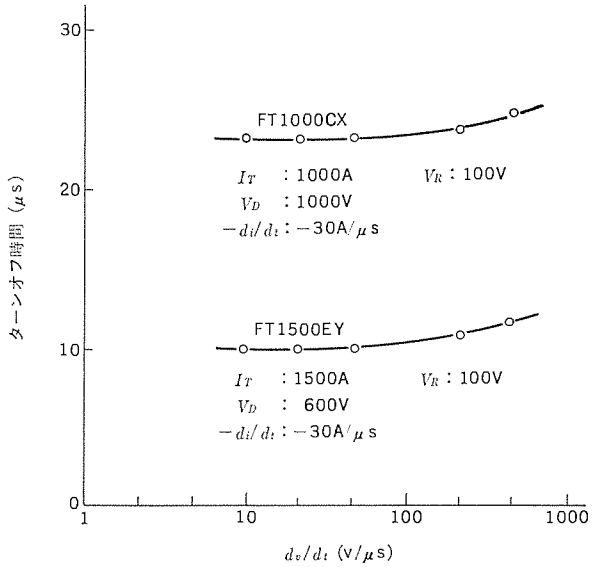


図 9. ターンオフ 時間の dv/dt 依存性

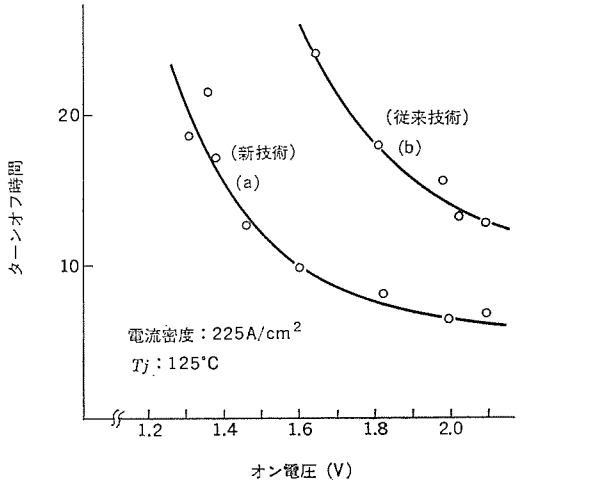


図 10. FT 1500 EY の オン 電圧と ターンオフ 時間の関係

つことがわかる。

図 10. に FT 1500 EY の新技術と従来技術により試作したそれぞれ同クラスのサイリスタ (a), (b) のターンオフ時間とオン電圧の関係を示す。同図によれば，従来技術を用いた素子(b)に比べ FT 1500 EY(a) は，同一ターンオフ時間でオン電圧をほぼ 0.4 V 程度小さくできることがわかる。

2. 4 *di/dt* 特性の改善

応用上，このクラスの電流容量をもつ素子では，少なくとも 1,500 A/μs 以上の *di/dt* 耐量が要求される。しかしながら，*di/dt* 耐量は，素子の高速化とともに低下する傾向がある。これは高速化に伴う過渡オン電圧降下の増大とターンオン領域の広がり速度の低下によるものである。サイリスタのターンオンはゲート電極の近傍からはじまり，その広がり速度は，たかだか 0.1 mm/μs 程度である。このため，*di/dt* が高いと導通領域に大電流密度の電流が集中し，オン電圧が高くなり，スイッチング損失が増加して局部的に温度が上昇し，いわゆるホットスポットを生ずる。場合によってはシリコンを溶触してサイリスタを破壊にいたらしめることもある[6]。したがって，*di/dt* 耐量の向上をはかるには，大電流密度でのオン電圧を低下させるとともに初期ターンオン領域を大きくして電流密度を低下させ，単位面積当たりの損失を低減させることが必要となる。大電流密度でのオン電圧を低下させるためには，先に述べた最適接合形成，低オーミック接触抵抗形成が特に有効である。また初期ターンオン領域を大きくするためには，一般には，主サイリスタのカソードと補助サイリスタの補助電極との対向長を大きくする構造が用いられる。

しかしながら対向長が長くなると，主電流がある値になるまでは，補助サイリスタ部のみでオン電流を負担することになり，ゲート近傍の温度が上昇し破壊にいたる場合もある。この破壊を防止するために，補助サイリスタが負担するオン電流を軽減し，しかも短時間でウェハ全面にオン領域が広がるゲート構造を採用して臨界オン電流上昇率 (*di/dt*) を 1,500 A/μs 以上と大幅に向上させることができた。

3. 定格と特性

前述した最適設計，低オーミック接触抵抗，特殊なゲート構造とにより開発と量産化に成功した FT 1500 EY と FT 1000 CX の定格と特

表 1. 大電力サイリスタの最大定格，特性

最大定格

記号	項目	FT 1500 EY 耐圧クラス			FT 1000 CX 耐圧クラス			単位
		16	20	24	28	32	36	
V_{RRM}	ピーク繰返し逆電圧	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	V
V_{RSM}	ピーク非繰返し逆電圧	960	1,200	1,350	1,650	1,700	1,900	V
V_R(DC)	直流逆電圧	640	800	960	1,120	1,280	1,440	V
V_{DRM}	ピーク繰返しオフ電圧	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	V
V_{DSM}	ピーク非繰返しオフ電圧	960	1,200	1,350	1,550	1,700	1,900	V
V_D(DC)	直流オフ電圧	640	800	960	1,120	1,280	1,440	V

定格値

記号	項目	条件	定格値	条件	定格値	単位
I_T(rms)	実効オン電流		2,360		1,250	A
I_T(AV)	平均オン電流	商用周波数正弦半波180度連続通電，T_j=67°C	1,500	T_j：65°C その他同左	800	A
I_{TRM}	ピーク繰返しオン電流			f：60 Hz，V_D：1/2 V_{DRM}，t_ω：140 μs，T_j：65°C 正弦半波 180 度連続通電	10,000	A
I_{TSM}	サージオン電流	60 Hz 正弦半波 1 サイクル波高値，非繰返し	30,000	同左	15,500	A
I^2t	電圧 2 乗時間積	1 サイクルサージオン電流に対する値	37.5×10^5	同左	95×10^4	A^2s
di/dt	臨界オン電流上昇率	V_D=1/2 V_{DRM}，I_G=1 A，T_j=125°C	1,500	I_G：1.5 A その他同左	1,500	A/μs
P_{GM}	ピークゲート損失		20			W
P_G(AV)	平均ゲート損失		6			W
T_j	接合温度		−40～+125		−40～+125	°C
T_{stg}	保存温度		−40～+150		−40～+150	°C
	圧接力強度	推奨値 3,000	2,700～3,300	同左	2,700～3,000	kg

電気的特性

記号	項目	測定条件	最小	最大	測定条件	最小	最大	単位
I_{RRM}	逆電流	T_j：125°C，V_{RRM} 印加		120	同左		80	mA
I_{DRM}	オフ電流	T_j：125°C，V_{DRM} 印加		120	同左		80	mA
V_{TM}	オン電圧	T_j：125°C，I_{TM}：4,500 A		2.1	I_{TM}=3,200 A その他同左		3.0	V
dv/dt	臨界オフ電圧上昇率	T_j：125°C，V_D：1/2 V_{DRM}	200		同左	300		V/μs
V_{GT}	ゲートトリガ電圧	T_j：25°C，V_D：6 V，R_L：2 Ω		3.0	同左		3.0	V
V_{GD}	ゲート非トリガ電圧	T_j：125°C，V_D：1/2 V_{DRM}	0.2		同左	0.2		V
I_{GT}	ゲートトリガ電流	T_j：25°C，V_D：6 V，R_L：2 Ω		350	同左		350	mA
t_q	ターンオフ時間	I_T：1,500 A，V_R：100 V，V_D：1/2 V_{DRM} di/dt：−30A/μs，dv/dt：20V/μs，T_j：125°C		15	I_T：800 A その他同左		30	μs
$R_{th(j-f)}$	熱抵抗	接合フィン間		0.017	同左		0.030	°C/W

性を表 1. に示し，主な定格と特性について説明する。

3. 1 最大定格

定格ピーク繰返しオフ電圧及び逆電圧は，FT 1500 EY で 800～1,200 V，FT 1000 CX で 1,400～1,800 V，定格平均オン電流は FT 1500 EY で 1,500 A，FT 1000 CX で 800 A，FT 1000 CX のピーク繰返しオン電流は，周波数：60 Hz，パルス幅 140 μs，V_D：$\frac{1}{2}V_{DRM}$，フィン温度：65°C で正弦半波 180° の連続通電で 10,000 A である。

臨界オン電流上昇率 (di/dt) は表 1. に示した条件下で FT 1500 EY，FT 1000 CX 共に 1,500 A/μs を保証している。

3. 2 電気的特性

FT 1500 EY と FT 1000 CX の最大オン状態特性を図 11. に示す。FT 1500 EY ではオン電流 4,500 A においてオン電圧が 2.1 V，FT 1000 CX ではオン電流 3,200 A においてオン電圧が 3.0 V である。例として FT 1500 EY の平均オン電流の限界値を図 12. に示す。FT 1000 CX の場合は，平均オン電流の大きさは FT 1500 EY の半分くらいとなる。なお FT 1500 EY の高周波通電においては，周波数 3.3 kHz，di/dt：100 A/μs，方形波 50 % duty，V_D：600 V，フィン温度 t_f：70°C でピーク電流 1,500 A 以上の通電能力をもつことが確認された。

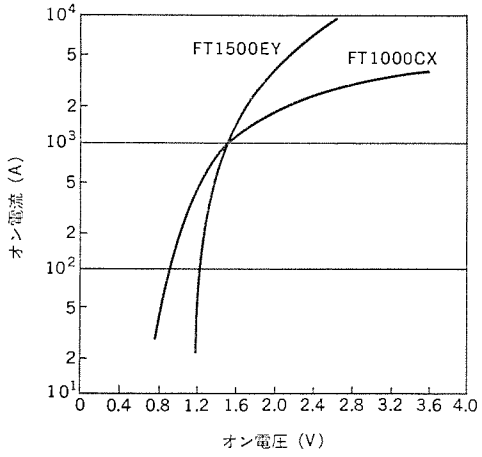


図 11. 最大オン状態特性

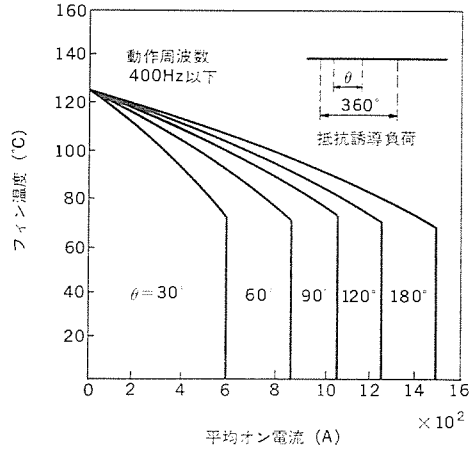


図 12. FT 1500 EY 平均オン電流の限界値（単相半波）

高周波通電能力の目安となる過渡オン電圧降下は FT 1500 EY でパルス幅 10 μs，ピークオン電流 3,000 A の正弦半波通電，ターンオン後 5 μs で 9.0 V 以下，FT 1000 GX でパルス幅 50 μs，ピークオン電流 5,000 A の正弦半波通電，ターンオン後 25 μs で 5.0 V 以下であり，従来素子に比べ 1/3 以下になり，大電流パルス通電や高周波通電に適していることがわかる。

4. 応　　用

高耐圧大容量でしかも上述したような優れた特性をもっている FT 1500 EY は，大電力の VVVF 電源，誘導加熱用電源，CVCF 電源などのインバータや DC チョッパ，DC-DC コンバータなどに用いられる。

FT 1000 CX は，上述の FT 1500 EY の転流用サイリスタとして用いられる外，高周波インバータや大電力パルス発生装置に用いられるなど幅広い応用分野がある。

FT 1500 EY と FT 1000 CX の開発と量産化の成功は，装置の小形軽量化による省スペース化や高性能化による高効率化，各種付属部品の大幅な低減によるコストパフォーマンスの向上を一層進展させるものと期待される。

5. む　す　び

この度開発した世界最大容量の高耐圧高速スイッチングサイリスタ FT 1500 EY とその転流用として特に設計した高耐圧大電流パルス通電用サイリスタ FT 1000 CX について，設計，構造，特性定格，応用について述べた。

今後，これらの技術を他の大電力サイリスタにも適用し，パワースイッチとしての性能を大幅に改善できることも期待される。

参 考 文 献

(1) B. J. Baliga et al. : Comparison of Gold, Platinum and Electron Irradiation for Controlling Life time in Power Rectifier, IEEE trans. on ED, ED 24, 685 (1977)

(2) J. W. Adamic, J. E. Mcnamara : Paper 153, Washington, Meeting of the Electrochemical Society, October (1964)

(3) H. Gamo et al. : The Influence of Phosphurus Concentration in the n Emitter Region of Turn-off Time Characteristics of a Thyristor, J. J. A. P, 18, No. 3 (1979)

(4) V. A. Kuzumin : Volt-ampere Characteristics of p-n-p-n Type Semiconductor Devices in the "on-condition", Radio Engrg. and Electronic phys., 8, 150 (1963)

(5) M. Tanendaum et al. : Preparation of Uniform Resistivity n-Type Sillicon by Nuclear Transmitation J. E. C. S., 8, 171 (1961)

(6) 清水ほか：ターンオン時の突入電流によるサイリスタの破壊現象，電気学会論文誌 C，98，No. 2 (昭 53)

新しい規格形エレベーター《エレペット アドバンス》

鈴木育雄*・寺園成宏*・丸山祥男*・加藤久夫*

1. まえがき

当社は，昭和33年に日本ではじめて公共住宅への普及を目的としたエレベーターの開発を行い，昭和36年には一般ビル用も含めた規格形エレベーターを発売した。以来，既に4万台以上の規格形エレベーターが国内外で順調にか(稼)働し好評を得ているが，近年とくにその普及はめざましく，量的にはエレベーター全体の80％を占めるまでに大きく成長し，用途もマンション，ホテル，多目的複合ビル等にも適用されるなど多様化している。

この背景のもとに

(1) より省エネルギーの効果を

(2) 利用分野の拡大に対して，より使いやすく，より安全に，よりふさわしい運転機能を

(3) さまざまなビルのインテリアにフィットする意匠を

といった広範囲なニーズにこたえるため，当社の規格形エレベーターを，意匠からドア機構，制御装置に至るまで徹底的に見直し，全面モデルチェンジを実施し，昭和54年9月から発売を開始した。これを機に長年の愛称《エレペット》を《エレペット アドバンス》と改称することにした。

以下《エレペット アドバンス》について概説する。

2. 《エレペット アドバンス》の機種

《エレペット アドバンス》は，一般ビル向けとして定員6人～15人，速度45 m/min～105 m/minにわたって18機種，住宅用として定員6人～9人，速度45 m/min～90 m/minにわたって5機種，合計23機種を有する。

3. デザインの一新

《エレペット アドバンス》は，ビルの多様化と最近のインテリアの傾向を考慮し，デザインの開発テーマを『親しみやすさと80年代の建物にふさわしいデザインの両立』として展開した。

具体的には，かご室・乗場のインテリアと操作・表示器具の全体をトータルデザインを念頭にして見直し，形・色・材質の調和を図った。

3.1 かご室デザインのモデルチェンジ

(1) かご室意匠は，スタンダード1種・デラックス3種をそれぞれの目的に合わせデザインした。

○スタンダードタイプ (図1.)

かご室名 ガーネット：換気グリルと照明とを一体化して，はん(汎)用性をもたせながら豪華さと落着きをもたせた。

○デラックスタイプ

かご室名 ムーンストーン：事務所ビル向きに，明快で高級感を出したデザインとした。

エメラルド：マンションやレストラン向きに，ソフトでシックな格調高いデザインとした。

スタールビー：ホテルや劇場向きに，ファンタジックで乗る人の心をなごやかにするデザインとした。

(2) かご室の壁・ドアの内装材は，ますます個性豊かになっていく最近のビルインテリアにマッチするように，特に木目やレザー調の質感に優れ，また引っかききずに強い，合成樹脂フィルムを鋼板に焼付加工した高級化粧鋼板を採用した。更に壁目地を従来のとつ(凸)形からおう(凹)形にしたことで，密室感をやわらげるソフトな空間を実現した。内装材の標準色は，天井デザインにマッチする5色を厳選し，これも厳選した床タイルとあわせて，かご室内のふんい気づくりをより楽しめるように配慮した。

図1. 《エレペット アドバンス》スタンダードタイプのかご室〈ガーネット〉

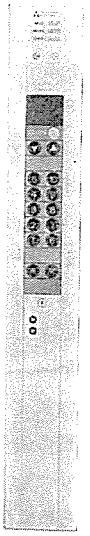


図2. かご操作盤

図3. 乗場インジケータ

* 稲沢製作所

3.2 操作・表示器具のモデルチェンジ

人との対話とふれあいの役目を果たすかご操作盤及び乗場インジケータは，操作部と表示部とを明確に色分けして機能と意匠を調和させた（図2.，図3.）。

また，1次機能として最も重要な行先ボタンは，タッチボタンの感触を生かしながら厚手の手袋をしたままでも確実に動作する「マイクロタッチボタン」を採用した。

今回採用したマイクロタッチボタンは，従来の押しボタンとタッチボタンの機能，操作性を人間工学の観点からいま1度見なおし，全く新しい考え方に立って開発したエレベーター用呼び登録ボタンである。構造は金めっきパターンを配したプリント基板による接触方式のスイッチエレメント部とアクチュエータ，ネオンランプを組込んだハウジング部からなり，長寿命・高信頼性を主眼に高温・低温・湿気・腐食ガス・じんあい（塵埃）・振動・衝撃などさまざまな環境下での耐環境試験及び，かさの先で押すなど，いわゆるいたずら押しに対する耐久性試験を行い，機械的にも電気的にも堅固なものとした。

なお，内蔵する応答ランプを従来のフィラメントランプにかえてネオンランプとすることにより，長寿命化と節電を図っている。

マイクロタッチボタンの主な仕様は次のとおりである。

ONストローク……0.2～0.5 mm

ON荷重……230^{+70}_{-40} G

更に，《MELD》（停電時自動着床装置），《METAS》（故障自動通報システム），EER（地震時管制運転）など非常時のためのオプションが装備されている場合は，乗客が装備のあることをつねづねから知っていて，いつも安心してエレベーターを利用できるように，かご操作盤にこのことを表示する名板を設けた。

4. 制御装置の電子化（マイクロコンピュータの導入）

4.1 概　要

当社は昭和54年に高速ギヤレスエレベーターの群管理方式“OSシステム2100”の群管理装置部分と各号機制御部分とをマイクロコンピュータ化した。同時にモータ駆動部分もサイリスタレオナード方式として我が国ではじめて全電子化エレベーター[1]を開発・実用化している。

今回このマイコン利用技術を規格形エレベーター《エレベット アドバンス》にも適用して，電子化規格形エレベーターシステムを開発したものである。

4.2 システム構成

図4.に各台制御システム構成を，図5.に2台以上のエレベーターをグループ運転する場合の運転管理システム構成を示す。

各台制御システムには8ビットマイコン：M5L8085APを用い，かご呼び・乗場呼びの応答管理及びかごの運転方向・停止階の選択をディジタルフロアセレクタプログラムで行い，起動・停止指令，戸開閉指令及び乗場・かごのインジケータの点灯指令等の制御もプログラムにより行っている。更に，90～105 m/minの部分速運転モードの必要なエレベーターでは巻上機に取付けたパルスタコゼネレータにより停止階までの距離を高精度で測定し走行する距離に応じた最適パターンを発生するための演算もこのマイコンで行っている（特計出願中）。

モータ駆動方式は従来から実績のあるサイリスタによる交流帰還制御方式[2][3]を採用し，法規で規定されている各種の安全スイッチ類にはメカニカルスイッチ，あるいはリレー，コンタクタを用いている。更にマイコンのバックアップ回路には安全をより確実にするためにマイコンとは独立したリレー，コンタクタを使用している。また，万一何らかの原因で乗

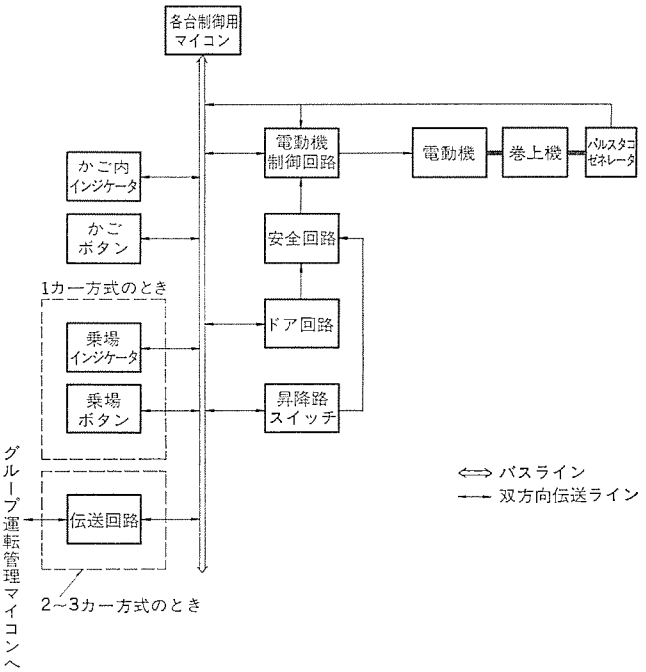


図4. 各台制御システム構成図

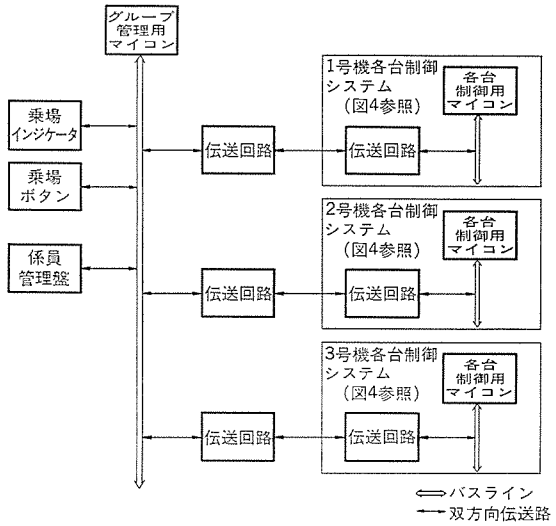


図5. グループ運転管理システム構成図

客をエレベーター内に閉じ込めてしまうような制御中枢系の故障が生じた時には独立系のIC，及びリレー回路により安全が確保されていることを自動的に判断したうえで，低速で最寄階まで走行して戸を開く機能「セーフティ ランディング」も備えている。

2台以上のエレベーターをグループとして運転管理する場合は前述の各台制御用マイコンの外にグループ運転管理専用のマイコンをおき，乗場呼び等のグループに共有な信号を管理し，乗場呼びの発生状況，おのおののかごの運転方向等から最適なかごを演算して，そのかごに呼びの割当てを行っている。各台制御システムとグループ運転管理システム間の授受は直列伝送方式を採用したので，おのおのの接続はわずか4対の線で構成できた。

4.3 特　長

制御・管理装置をマイコンを用いて電子化した《エレベット アドバンス》は，多量の情報を正確に処理できるマイコンの機能を生かした種々の特

長を有している。

(1) 省エネルギー

省エネルギーについては従来から，かご室など可動部分の重量軽減，巻上機・モータの高性能化，当社独特のモータ駆動方式等により効果を上げてきた。今回，更にマイコンによって走行距離に応じて，乗心地上許容できる最高速度を演算してより精度の高い速度制御を行うことにより，モータの発熱，電力消費を一層低減した。また，一定時間利用のないことをマイコンにより演算し，かごの自動消灯や換気扇の自動休止を行い，更に表示灯に低電力のネオンランプを採用するなどにより，リレー系の従来機種に比べて機種によって違いはあるが約20％の節電（当社比）を実現した。

(2) 3台群管理方式“OSシステム21”

3台のエレベーターをグループ運転する場合，従来の規格形エレベーターでは先発かごの通過後に登録された乗場呼びに次発かごが応答してゆく“3台群乗合方式”を適用していたが，制御・管理装置をマイコン化することによって，より高密度な群管理システム“OSシステム21”を開発し採用することができた。

この3台群管理方式“OSシステム21”は高速ギヤレスエレベーターの群管理方式で実績を重ねた「割当て」の思想をとり入れたもので，サービス階を上層階（Highゾーン）と下層階（Lowゾーン）に分割し，おのおののゾーンに乗場呼びの発生状態に応じてその時々の最適なかごを演算し割当てる方式である。また，すべての呼びへのサービスが終了すると自動的におのおののゾーンへ分散して待機し次に発生する呼びに短時間で応じられる。

(3) 信頼性向上，及び制御盤の小形化

有接点を大部分無接点化することにより信頼性向上を図るとともに，万一電子化部分が故障した場合の修理を容易にし故障修理時間を短縮するために各種の故障表示を制御盤内に設け，手早く故障修理ができるように構成した。また，電子化により制御盤の大きさを従来のリレー系に比べ約2／3（当社比）に小形化することができた。(図6.)

(4) 新しい機能

利用客へのサービス向上を図るためにマイコンの特長を生かした新しい機能を標準的に採用した。

(a) ドアが開いている時間の自動調節：かご呼びか，乗場呼びかを判別しこの時間を変化させエレベーター全体の使用効率向上を図った。

(b) むだ呼び自動キャンセル：いたずらなどによりかごの行先ボタンが多数押され，他の利用者へ迷惑のかかるのを防止するために，かご行先ボタンが短時間に次々と押された場合，2つ目以降の呼びを登録不能にし，また，方向反転時にもかご呼びを一括キャンセルしてむだ呼びを排除した。

(c) ネクスト・ランディング：乗場の戸に小石などがはさまり，戸開しない時は，その階での戸開を中止し自動的に他階へ走行して戸開し，乗客をかご内にかん詰めにしてしまう機会の低減を図った。

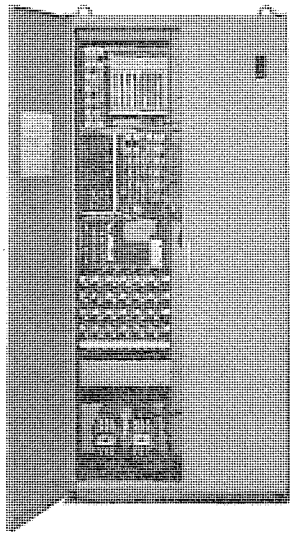


図6. 制御盤(90 m/min用)

更に，オプション仕様として，「ピーク時サービス機能」，「サービス切放階自動選択機能」，「運転台数制御（タイムプログラミング）」，等の新しい機能も追加できるようになっている。

5. 新形ドアシステム

ドアはエレベーターの中で，最も多くの人とのかかわり合う機会の多い箇所であり，利用者の安全性確保，開閉動作の信頼性確保に細心の配慮を払う必要があり，更に静粛な動きと同時に建物の一部として意匠的にフィットする必要もある。これらの要請に答えるべく「新形ドアシステム」を開発した。

5.1 新形ドアシステムの特徴

図7.に示すように，かごの戸と乗場の戸をおのおのの敷居の先端側に寄せるとともに，かごの敷居先端と昇降路壁までの寸法を縮小し，安全性の向上，ドアシステムの平面所要スペースの縮小（当社比30％減）による狭い昇降路スペースの有効活用を図り，意匠的に軽快でスリムな感覚のドアを設計した。また安全性向上の一環として開又は閉動作中の戸に過負荷が作用した時，戸を反転させる装置（ドアロードディテクタ）を装備して安全性を一段と向上させた。戸の駆動は交流モータの回転をVベルトとチェーンにより減速し，2連リンクで行っている。交流モータは上記の騒動系に最も適したサイリスタ帰還制御方式を採用して，円滑な開閉動作の実現と信頼性の向上を図った。更に戸の敷居みぞに小石などの異物が滞留して，戸の開又は閉

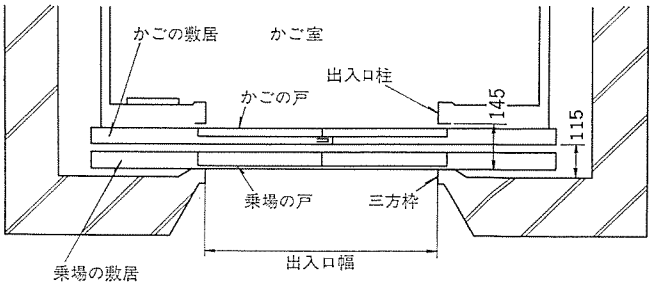


図7. 新形ドアシステムの平面所要寸法

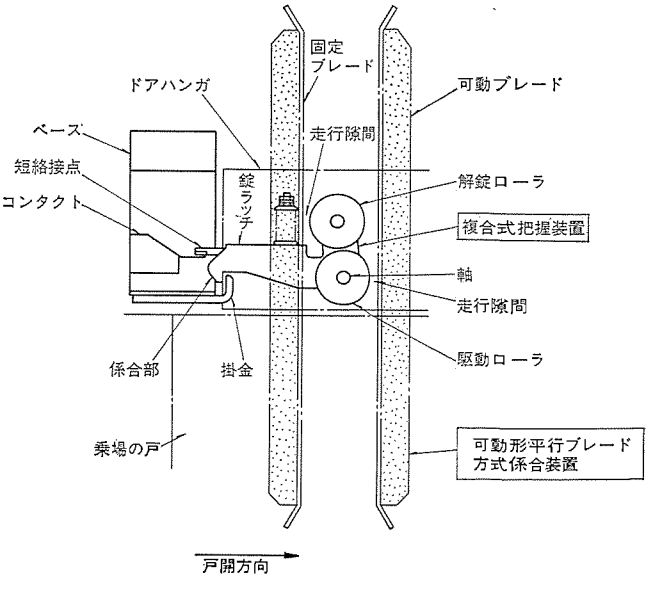


図8. 係合装置と鎖錠装置

動作を阻害するような故障を防ぐために敷居みぞの底にごみ落とし穴を設け，大幅な故障低減を実現するなど，省スペース，安全性及び信頼性の向上の諸対策を実施した。

5.2 新形ドアシステムの付帯装置

5.2.1 係合装置と鎖錠装置

係合装置と鎖錠装置は，ドアシステムの中で最も信頼性と安全性とを要求される機器である。

かご側係合装置，乗場側係合装置及び鎖錠装置を図8.に示す。かご側係合装置は，かごの戸側から乗場の係合装置に向かって垂直に突出した，固定及び可動の2枚のブレードからなる「可動形平行ブレード方式」で，2枚のブレードの間隔は，かごの戸の全閉位置付近の固定部に設けられたカムにより作動し，乗場の係合装置との走行すき(隙)間を確保するよう拡幅される。乗場側の係合装置と鎖錠装置とは一体となった「複合式は(把)握装置」で，錠ラッチの一部に解錠ローラと駆動ローラを設け，このローラを前記「可動形平行ブレード方式」の2枚のブレードがはさみ込むよう構成し，かごの戸の開動作の初期で解錠し，その後引き続くかごの戸の開動作で乗場の戸も同時に開くようにしたものである。

5.2.2 制御方式

制御方式は，上記開閉機構の動作特性に合わせ，位置検出スイッチの出力により，戸の開閉位置に応じた連続パターンを設定して，このパターンに沿って交流モータをサイリスタにより帰還制御し，最適な戸の開閉動作を達成している。これにより機械系の経年的な負荷変動があっても長年にわたって安定した迅速で円滑な開閉動作が得られる。図9.に制御回路のブロック図を示す。

5.2.3 ドア ロード ディテクタ

戸の敷居みぞ内に小石などの異物が入り，戸の開又は閉動作が阻害されたり，荷物や乗客が戸に当たるなどした場合，戸の過負荷を電気的に検出して戸を反転させる装置（ドア ロード ディテクタ）を開発した。この装置は図9.に示すように戸の速度帰還制御方式の特色を生かし，モータの回転数を監視して，回転速度あるいは減速度が戸の位置に応じて設定した基準値を外れると戸を反転させるもので，かごの戸の先端に従来から設けられているセーフティ ドア シューでは検出できない範囲をバックアップしている。

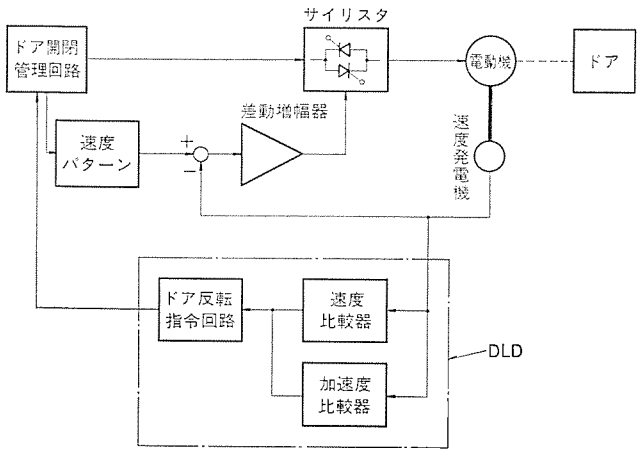


図9. 制御回路ブロック図

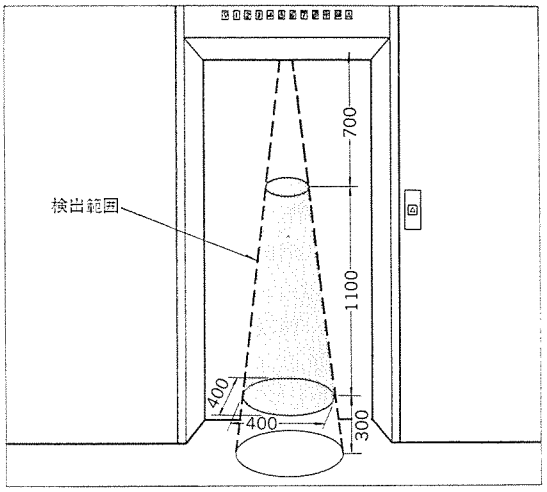


図10. USDSの検出範囲

6. 超音波ドアセンサ (USDS)

乗客に対するサービス向上のためのオプションとして，超音波ドアセンサ(USDS)を開発した。USDSは，超音波を発射し，物体からの反射波によって戸の開閉制御を行う装置であり，超音波送受信子を一体に組込んだセンサ部と，送信・受信信号を処理する電源部から構成している。センサは，かご上に取付け乗場に向かって40kHzの超音波を約50ミリ秒の周期で送信し，乗客・乳母車・車いす・荷物などがエレベーター出入口にさしかかると，この超音波を反射するので反射波をセンサが受信することにより，戸開状態では戸開維持信号を，戸閉中のときは戸閉停止及び戸反転信号を発する。また，単発的なノイズによる誤動作などを防ぐために，2度読み回路を設け動作の安定化を図っている。

検出範囲は図10.に示すとおりであり，特に下記の用途に最適の装置である。

(1) 小さな子供や荷物を持った乗客の多いマンション
(2) 体の不自由な乗客の多い病院
(3) 出勤・退勤時の混雑が予想される事務所ビル
(4) 落着いたふんい気を大切にするホテルや銀行

7. むすび

長年，規格形エレベーターの代名詞として愛称いただいてきた《エレペット》は，ここに《エレペット アドバンス》と改名して1980年代以降の新しい時代に向かって前進すべく全面モデルチェンジを行った。

これからも，安全性・信頼性・快適さ・使いやすさ・省エネルギー・建物への適合性などについて更に追求して，利用者・施主・建築家の期待にこたえるよう一層の改良に努める所存である。

参考文献

(1) 佐藤ほか：高級乗用エレベータのソリッドステート制御システム，三菱電機技報，53，No. 3，p. 187 (昭54)
(2) 原田ほか：ダイヤグライドエレベータ，三菱電機技報，46，No. 12，p. 1,353 (昭47)
(3) 小沢ほか：規格形エレベータ《エレペット》の制御方式，三菱電機技報，52，No. 4，p. 322 (昭53)

エレベーター用P波センサ付地震管制システム

鈴木克彦*・岸本福太郎**

1. まえがき

エレベーターの地震に対する安全対策には，エレベーター機器の耐震性を向上する方法と，地震を感知したら速やかにエレベーターを休止させ，乗客を安全にかごの外へ避難させる方法とがある。前者については，各機器の耐震強度が日本エレベータ協会標準として決められている。また，後者については，従来，地震の本震（S波）感知器を設けた地震管制運転装置を適用することが推奨されている。これらの対策によりエレベーターの地震に対する安全性は大幅に向上する。ただし，耐震強度をむやみにあげることは合理的・経済的でない。ある判定基準をこえた地震動に対する対策としては，速やかにかごを最寄階へ着床させて降りてもらうことが乗客の安全上も，また，運転による2次被害を出さないためにも現実的な方法と考える。

そこで当社は，従来のS波感知器に，初期微動（P波）感知器を付加し，振動エネルギーの大きな本震到着前に乗客をかごの外に誘導する安全性の高い地震管制運転制御システムを完成したので，本稿にこの概要を紹介する。

2. 地震によるエレベーターの被害

地震によるエレベーターの被害には，巻上機など機器の移動，レール及びブラケットの変形，ガイドシューの変形・ずれ，つり合おもりの脱レール，ロープ・ケーブルの引っ掛かり・損傷などがある。とりわけ，震度階5以上の地震では，これらの被害が急激に増える。昭和53年6月12日発生した宮城県沖地震は，仙台市で震度階5を記録した強い地震で大きな被害をもたらしたことは記憶に新しい。この地震により，宮城県内のエレベーターは総設置台数1,921台のうち365台が何らかの被害を受けた。（日本エレベータ協会調べ）

このような被害を受けながら乗客の身に及ぶような重大な被害に至らなかった裏には，地震と同時に発生した停電によってエレベーターが運転不能になったことが幸いしたと言われている。これら地震の被害の実情を検討すると，地震対策には，機器の耐震性の向上に加えて，地震発生後速やかにエレベーターを停止させ，乗客をかごの外へ誘導することが有効であることがわかる。

このような背景のもとに，当社では，地震発生後いかに速やかにかごを最寄階へ停止させるかという問題について検討した。その結果，地震の初期微動（P波）に着目し，これを感知する地震管制運転システムの開発が極めて重要であるとの結論に至った。

3. 従来のエレベーターの管制運転システム

地震に対するエレベーターの安全性の確保を目的として，現在エレベーター業界共通の耐震設計指針が定められている。主な内容は下記のとおりである。

（1） かご側，つり合おもり側ガイドレール及びブラケット類は0.3Gの水平加速度，又は，建物の応答加速度に対してたわみと応力が規定値内で，かつ，ガイドシューがレールから抜け出さないこと。

（2） 巻上機，MG，制御盤類は，0.5Gの水平・垂直加速度又は建物の応答加速度に対して移動，転倒しないこと。

（3） つり合ロープ，ガバナロープ，移動ケーブル類がレールブラケット類に引っ掛からないようにプロテクタガードを施すこと。

（4） 地震感知器を用いた地震管制運転を付加すること。

上記（1）（2）項は全エレベーターに適用され，（3）項は地上高50m以上に就役するエレベーターに適用される。また，（4）項は推奨である。従来方式の地震時エレベーター管制運転のフローチャートを図1.に示す。

この管制運転に使用する地震感知器は表1.に示すように，水平方向の振動を検出し，設定値は80ガルとしている。すなわち，震度階5以上の本震（S波）を検出したとき，かごを最寄階に停止させる動作を開始するようになっている。この管制運転システムを付加するだけでも，乗客の安全性は大幅に向上するが，なお本震を検出してから最寄階に停止するまでに，速度60～105 m/minのエレベーターで約5秒，速度150～240 m/minで約6秒，速度300 m/minで約7秒，更に速度600 m/minでは12秒もの時間が必要である。このため，この時間内にエレベーターが損傷することも考えられる。

そこで当社では，次章で述べる地震の性質に着目し，従来の地震管制運転装置に地震の初期微動を検出して管制運転する機能を加え，一層高い安全性を確保することにした。

表1. 従来の地震感知器の概要

（1） 検出方向	水平2方向以上
（2） 設定値	80ガル（設定誤差 ±10ガル）又は150ガル（設定誤差 +10ガル −15ガル）
（3） リセット方法	手動リセット，ただし非常用エレベーター用は遠隔リセット
（4） 設置場所	
（a）	45m以上の高層建築物に設置する場合 エレベーター機械室又は建物の中間階に設置
（b）	上記以外の一般ビルに設置する場合 原則としてエレベーター機械室に設置

4. 新しい管制運転システムの考え方と技術課題

4.1 地震の性質

地震は地かく（殻）内の波動の伝わり方で，縦波と横波に分けられる。縦波は，初期微動（別名P波：Primary Wave）と呼ばれ，振動エネルギーが小さく，伝達速度が速い。また，横波は，本震（別名S波：Secondary Wave）と呼ばれ，伝達速度が遅く，振動エネルギーが大きい。このP波とS波の伝達速度の差により，地表における地震動の振幅は，最初にP波の微動があり，しばらくしてS波の大きなゆれが発生するのが普通である。

過去に発生した地震データをもとに，地震のP波とS波の振動レ

* 稲沢製作所 ** 中央研究所

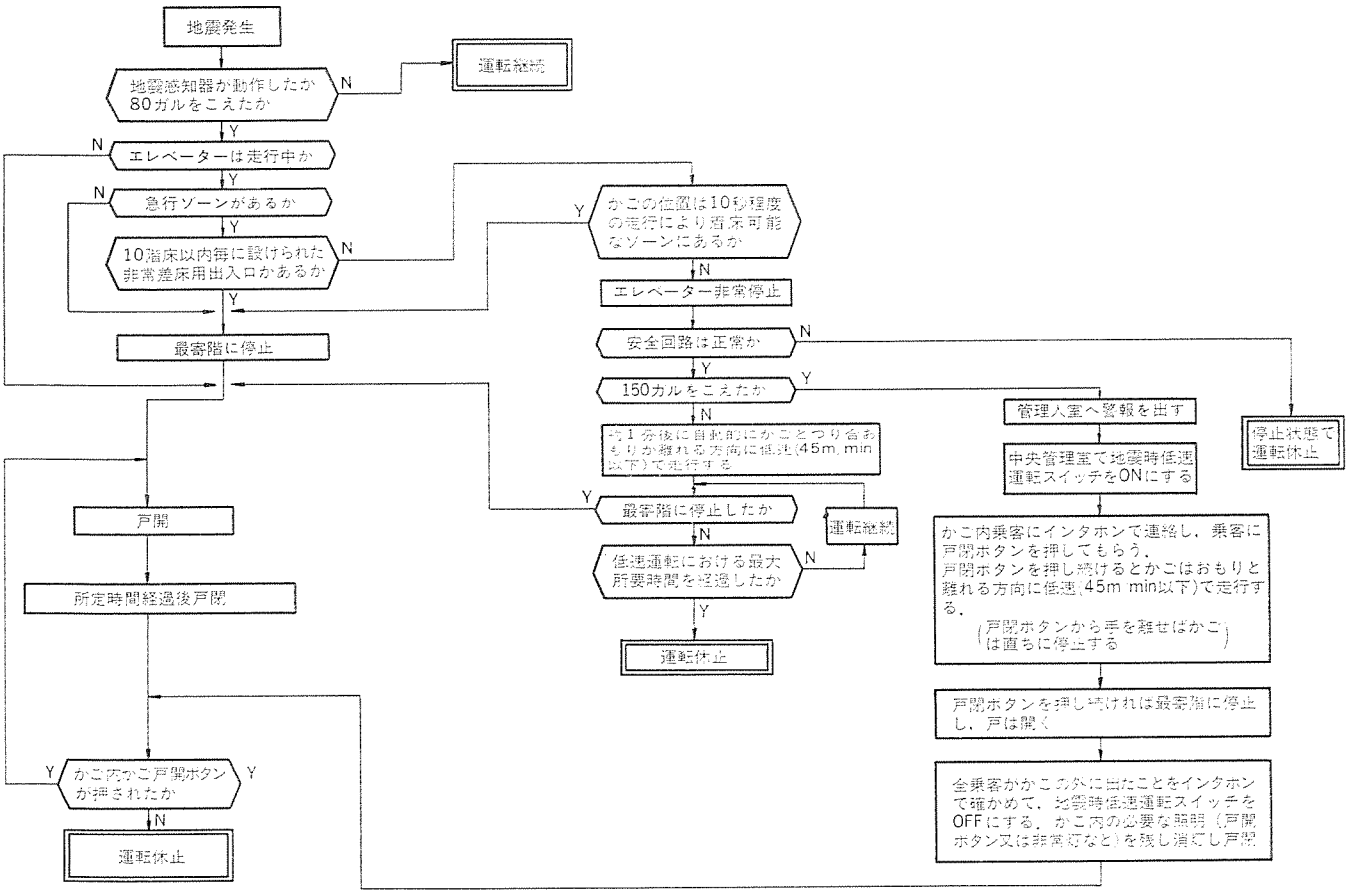


図 1. 従来の地震時 エレベーター 運転動作

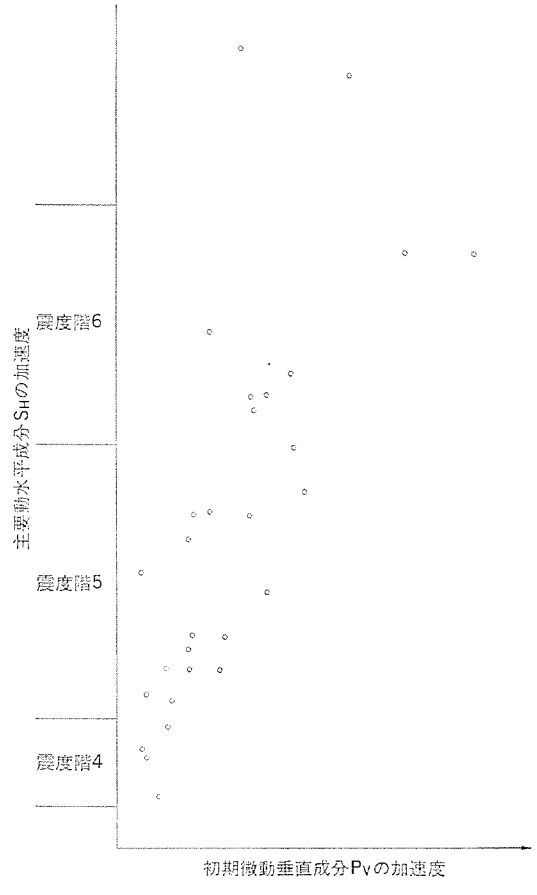


図 2. 地震波の P_V と S_H との関係

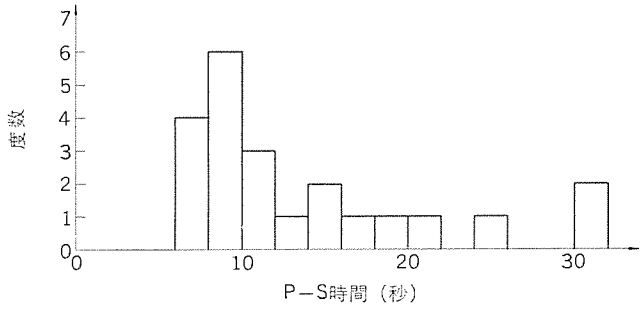


図 3. 震度階5の P-S 時間

ベル の関係をまとめ，図 2. に示す。P 波については，地表に対し垂直方向振動 (P_V)，S 波については地表に対し水平方向振動 (S_H) を プロット した。この図により，S_H の大きい地震は P_V も大きく，両者にはほぼ比例関係のあることがわかる。

次に震度階 5 の地震を対象とし，初期微動継続時間 (P-S 時間) を統計的にまとめ，これを図 3. に示す。P-S 時間は，震源と観測点の距離により大きく変化するが，この図から多くの地震の初期微動継続時間は 7 秒から 30 秒の間に分布していることがわかる。例えば，宮城県沖に発生した地震では，図 4. に示すように，塩釜港で P-S 時間は 7.5 秒である。

4. 2 技術的課題

P 波を精度よく検出するため，下記の項目を検討した。

4. 2. 1 建物の常時微動と P 波との分離

建物には，地動，設備機械，鉄道車両，自動車，近接地域の建設機

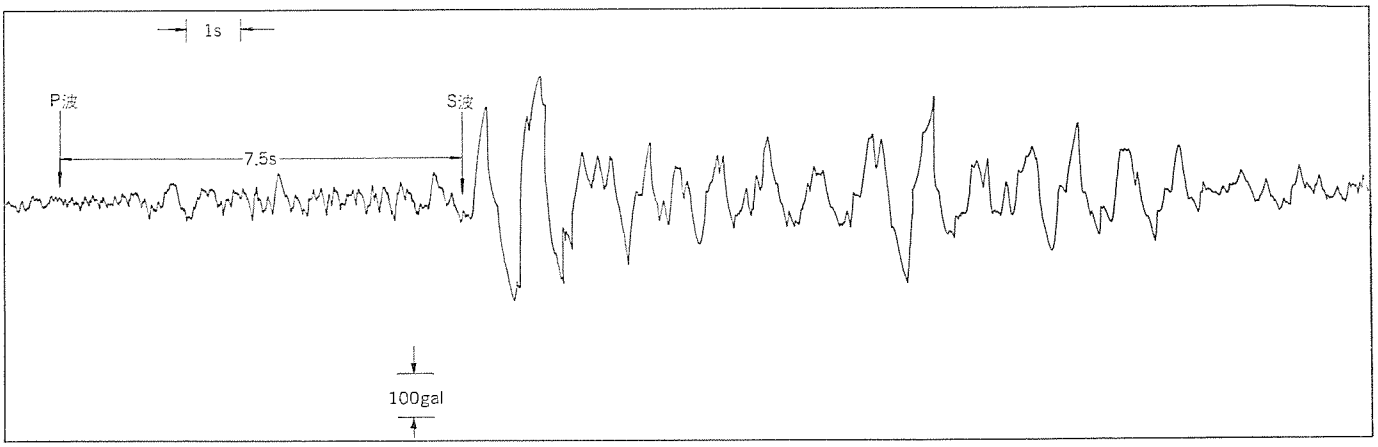


図 4. 宮城県沖地震の実波形（水平成分）

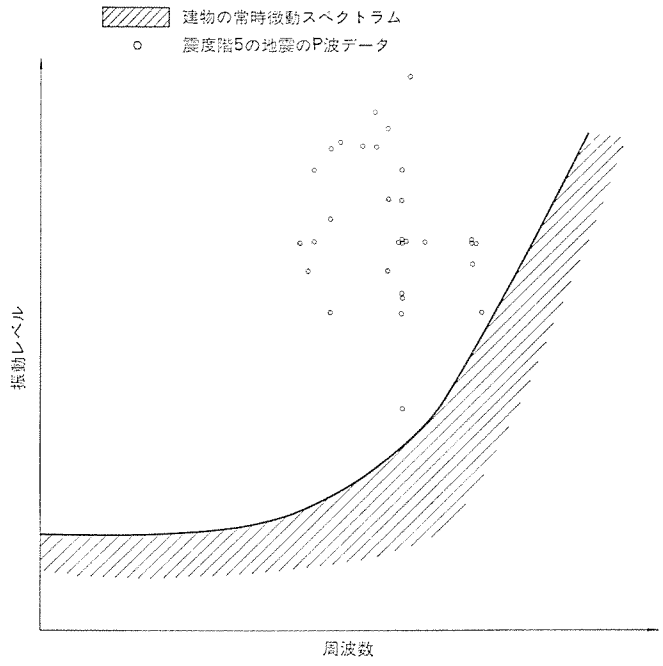


図 5. P 波及び建物の常時微動 スペクトラム

械，等による常時微動がある。この振動は，軟弱地盤に建てられた建物程大きく，周期も長い。一方，P 波の振動成分も，低周波より成っている。したがって，建物の常時微動と P 波を区別することが 1 つの課題である。そこで，軟弱地盤帯にあるいくつかの建物の常時微動を測定した。この データ と P 波の データ とを スペクトラム 分析した結果を図 5. に示す。図から，建物の常時微動と P 波とは，振動 レベル が接近している範囲では，周波数帯が異なり，逆に周波数帯が接近している領域では，振動 レベル が異なることがわかる。これより P 波感知器の応答感度特性を適切に選択することで，常時微動と P 波とを分離できることがわかる。

4. 2. 2 微小地震に対する対応

震度階 5 以上の地震の P_V 波と，エレベーター に被害を及ぼさない震度階 3（弱震）程度の地震波の S 波の垂直成分 S_V 波とは大きさ・周波数特性とも極めてよく似た性質をもっている。したがって，震度階 5 の P_V 波で作動する P 波感知器は，震度階 3 の S_V 波を検知する。震度階 3 の地震発生率は高く，例えば，最多発生地域の 1 つである水戸市では，年平均 4 ～ 5 回発生している。この度ごとにかごを最寄階に止め，エレベーター を運転休止させたのでは復帰に手がかかり不便である。この問題に対しては，S 波感知器を併用した新管制運転方式を採用することで解決した。この方式については，5. 2 節で述べる。

5. 三菱エレベーター P 波センサ付地震管制運転方式の概要と特徴

5. 1 P 波感知器の概要

4 章で述べた調査結果にもとづき，図 6. に示す感知器を開発した。これは，一般に動 コイル 形振動計と呼ばれるもので，地震動の大きさに比例した電流を発生する センサ と，この出力を増幅する アンプ，特定周波数を減衰させる フィルタ，及び比較器から構成している。更に，震源地から遠い地震で，P 波が消滅した後，やや長い時間が経過して S 波が到着することを想定し，リトリガラブルタイプ の タイマ を設けた。P 波感知器は，建物の振動特性の影響を避けるため エレベーター ピット に設置することとし，ピット の冠水を考慮して完全防水形とした。

P 波感知器は精密機器であり，運搬・すえ（据）付けに細心の取扱い注意を要するので，センサ 部に独特の クランプ 保護方式を採用した。また，定期的に動作特性を チェック し，機能を維持するための チェック

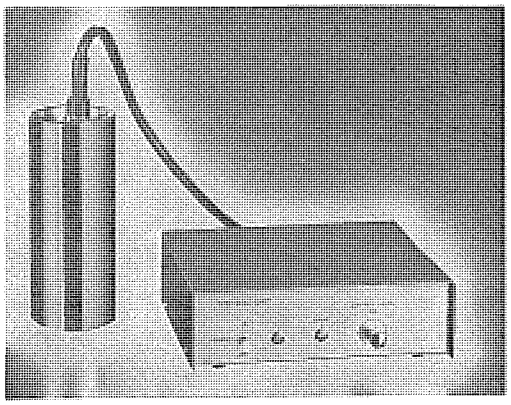


図 6. P 波感知器

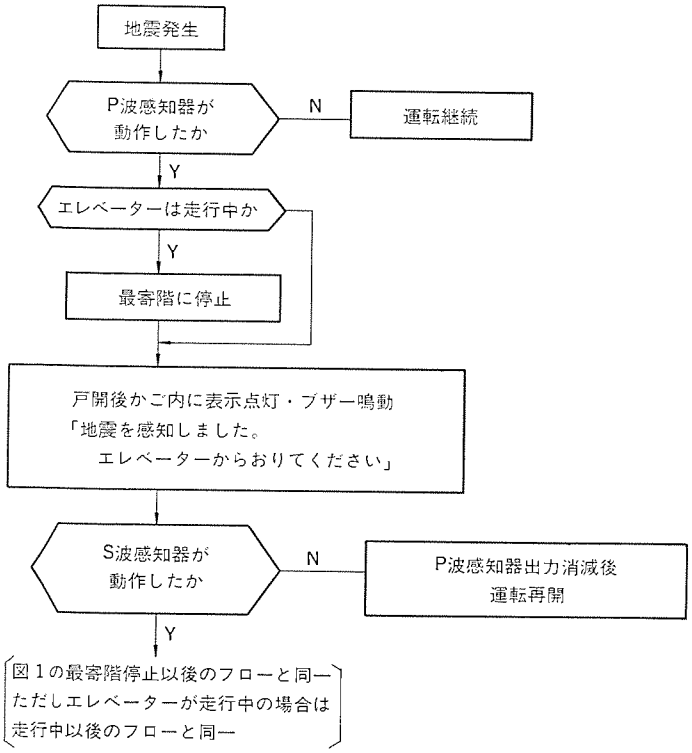


図 7. 三菱 エレベーター P 波 センサ 付地震管制運転

回路を内蔵するなど，据付け・保守面に数々の工夫も施した（実用新案出願中)。

5. 2 管制運転方式

P波 センサ 付地震管制運転方式を備えた新しい地震管制運転方式のブロック線図を図 7. に示す。これは，P波感知器と 3 章の仕様を満足する従来のS波感知器とを併用する方式である。この管制運転方式では，P波感知器が地震を検知すると，まず エレベーター は最寄階へ停止し，かご内の表示器に「地震を感知しました。エレベーターからおりてください。」と表示し，同時に ブザー を鳴らし乗客をかごの外へ誘導する。この状態のまま エレベーター は一定時間戸を開き待機する。その後，一定時間内に本震の到達をS波感知器が検出した場合には，図 1. の管制方式に切換えられ，戸を閉めた後，運転を休止する。一定時間を経過してもS波感知器が動作しない場合には，震度階 3 程度の地震と判断し，自動的に復帰する（実用新案出願中)。

5. 3 P 波センサ付地震管制運転の有効性

図 3. によれば，震度階 5 の地震の P-S 時間は，おおむね 7 秒以上である。一方，走行中の エレベーター が停止信号を受けてから最寄階に停止するまでの時間は，既に述べたように速度 300 m/min 以下の エレベーター で 7 秒以下であり，速度 600 m/min 級の エレベーター では 12 秒程度である。また，出発指示が出た直後に停止信号を受けた場合は，1 階床分だけ運転されるが，これに要する時間は エレベーター 速度によらずおおむね一定であり 5 秒前後である。このことから速度 300 m/min 以下の エレベーター では，P-S 時間内に確実に最寄階に停止させることが可能である。また，速度 300 m/min 以上の エレベーター では，本震到着前に完全にかごを着床することができない場合もあるが，既に十分減速しているので，被害の程度を大幅に減らすことができる。また，300 m/min 級の エレベーター では，停止階のない，いわゆる急行 ゾーン をもつ エレベーター が多い。この急行 ゾーン をかごが通過するのに要する時間は 20 秒程度である。この場合にも，急行 ゾーン に入った直後に地震が発生する ケース を除けば，本震到着前に着床ないし着床体制に入ることができる。なお，急行 ゾーン 内で着床も十分な減速もできない場合を考慮して，急行 ゾーン 内に非常着床用出入口を設ける方法がある。また，感知器動作直後にかごを非常停止させ，かごとつり合おもりが離れる方向に走行させる方法を採用すれば万一つり合おもりの脱 レール 事故が発生しても安全にかごを最寄階に停止できる。いずれの方法においても，P-S 時間を有効活用することで，地震の被害を低減できる。

6. むすび

昭和 53 年 6 月に発生した宮城県沖地震の教訓を生かし，大地震時に，乗客の安全を確保するための エレベーター 地震管制方式として，地震のP波を感知し，本震到着前にかごを最寄階に停止させる管制運転 システム を開発した。当社はこの システム を昭和 55 年 1 月より発売を開始しているが，既に数多くの関係者の注目を浴び，より安全性を確保できる システム として，高く評価されている。

最後に，この管制運転 システム の開発にあたり，種々ご教示ご協力いただいた多くのかたがたに謝意を表する次第である。

参考文献

(1) 日本 エレベータ 協会：昇降機防災対策標準，JEAS-A 405 A (昭 52-12)
(2) 太田ほか：三菱電機技報，48，No. 3，p. 353 (昭 49)
(3) 東京大学地震研究所：SMAC データ，2
(4) 宇津：地震学，共立全書 (昭 52)
(5) 日本 エレベータ 協会：協会速報，88，89 (昭 53)
(6) 福田訳：ロス 地震とその対策（地震と エレベータ)，日本建築センター (48-9)
(7) 岡本：耐震工学，オーム 社 (昭 52)

耐震形温水器の開発

濱口龍也*・小泉孝之*・近藤正司**・窪田秀治**

1. まえがき

深夜電力利用の電気温水器《ダイヤホット》は，余剰電力の有効利用，安全性，メンテナンスフリーなどの利点に加えて，騒音や排気ガスを生じないという環境調和性が都市生活に適合し，昭和39年発売以来多くの顧客より好評を得ている。特に最近では，高層住宅用の給湯設備としての利用が著しく伸びている。

一方，先の宮城県沖地震（昭和53年6月12日に発生，マグニチュード7.4）では，仙台市内で震度5を記録し，電力，交通，通信といった都市機能の基幹，防災上の重要ポイントに少なからぬ被害が生じた。また，高層住宅の上層階には予想以上に大きな加速度の作用することが判明した[1]。このため，高層住宅用の設備機器についても耐震設計を見直すことが，現在重要な課題となっている。

設備機器に対する耐震上の規約，規制は現在のところ成文化されていないが，このたび上記の状況を考慮して，震度5までの地震に対して十分な信頼性のある温水器を開発した。この開発に際しては，有限要素法を用いた振動解析により，耐震設計上で特に重要となる温水器の動的挙動を明らかにし，予測される地震に対して十分信頼性のある構造を設計した。更に，試作した温水器を大形加振台に載せて，共振点での加振試験や実際の地震波を用いた加振試験を行い，試作品の耐震性を検証した。

この報告では，耐震形温水器の設計上の考え方，開発上の技術課題について述べ，耐震設計と信頼性の検証試験結果の概要を紹介する。

2. 従来の温水器の構造

従来の温水器の構造を図1.に示す。温水器は大容量の貯湯タンク，給排水管，給湯管，及びヒーター関係の電気部品で構成し，ケースとタンクの間には保温材をそう(挿)入している。また本体の下部は，3個の脚でボルト取付けする。

温水器は，タンクの容量により300，370，460 l の3種類を市場に供給している。図1.にこのうちもっとも需要の多い370 l のものの概略寸法を示す。重量は370 l，の場合は構造体だけで110 kg(満水時480 kg）であり，もっとも大形の460 l の場合は135 kg（595 kg）である。タンクには水道管を直結し，つねに満水状態になるように自動給水される。

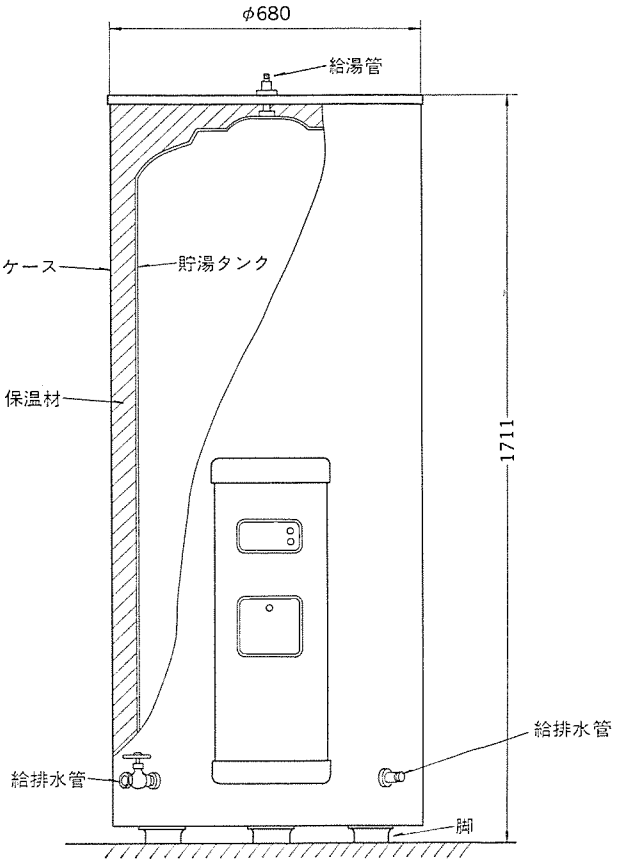


図1. 温水器の構造

3. 温水器の耐震構造化

3.1 耐震目標の設定

設備機器については，現在のところ耐震上の構造規制は成文化されておらず，学会などで各種設備機器の地震による被害の事例調査，検討が進められており[2]，また建築業界でも独自の規格が検討されいてる段階である。

したがって，温水器の耐震構造化を進めるにあたっては，過去の地震の震度別の測定ひん度数，建築業界での耐震設計基準，あるいは地震時の建物の加速度測定記録をもとに耐震目標を定めた。以下にその概要を述べる。

地震は規模が大きいもの程その発生回数は急激に少なくなる。例えば，我が国の地震観測結果によれば，1つの地点では，震度3の地震が平均して半年に1回発生するのに対し，震度4の地震は4年に1回，震度5の地震は約30年に1回の割合となることがわかっている[3]。

また，建築業界では，設備機器は震度5の地震に対しては機能が維持できること，震度6の地震に対しては破損により人命に危害を及ぼさないことなどが，一般的な耐震設計基準となっているようである。

更に，地震の影響は温水器の設置場所によっても異なり，一般に建物の上部での最大加速度は，地表面での最大加速度の3～4倍になるといわれている。したがって，高層住宅の上層階に設置される温水器には，低い階に設置された場合に比べてより大きな耐震性が要求される。例えば，表1.は宮城県沖地震の際の最大加速度の記録例であるが[4]，東北大学で得られたデータでは，南北方向の最大加速度は1階で259ガルであるのに対し，9階では1,040ガルに達している。この地震では仙台市内の震度は5と発表されているので，

* 中央研究所 ** 群馬製作所

表 1. 宮城県沖地震の最大加速度（ガル）

測定場所 ＼ 方向		南北	東西
東北大学	1階	259	203
	9階	1,040	524
住友生命仙台ビル	地下2階	253	227
	9階	393	550
	19階	487	553
国鉄ビル	地下1階	240	238

この震度では少なくとも 1,000 ガル 程度の加速度が，高層住宅の温水器に加わったと推定される。

以上のことから，当社の温水器は震度5の地震で破損を生ずることなく，機能が維持できることを目標とし，地上設置の場合には 250 ガル，高層階設置では 1,000 ガル の振動入力に対して信頼性を確保することを目標とした。

3. 2 耐震構造の考え方

送変電機器，原子力プラント用電気機器の耐震設計では，通常，地震波あるいは地震波による建屋の応答周波数に比べて機器の固有振動を十分に高く取り，共振を避けて振動応答を低く抑えることに主眼を置いている。また，構造上共振が避けられない場合には，構造の強度を上げるか，あるいは適当な支持を加えて振動振幅を抑制して，耐震性を持たせる方法が採用されることが多い。

温水器についても以上の考え方を採用し，次のような設計思想で開発を行った。

（1） 重量をできるだけ軽減し，固有振動数はできるだけ高くする。特に，地震による振動の周波数は 5 Hz 以下が大部分であるので，固有振動数は少なくともそれ以上とする。

（2） 固有振動数がこれより低下する場合には，減衰の大きな構造とし，かつ各部の強度を上げる。

（3） 地上に近い階に設置する温水器は，脚部を アンカーボルト で床に固定するだけで十分な信頼性があるように，脚及び タンク の底部の構造を設計する。

（4） 高層住宅の比較的高い階に設置する温水器は，タンク 上部に ステー を設けて壁にとめ，振動幅を抑制する構造を開発する。

4. 耐震構造設計

温水器の耐震設計では，一般に震度法による静的解析が用いられている。この方法は，地震時に何Gの加速度が加わるかを想定し，重量にその倍率を掛けた値に相当する荷重が静的外力として作用すると考えて構造設計する手法である。しかし，当社の温水器は上述のように最大 1,000 ガル という大きな振動入力に耐えうる構造にすることを目標としたため，より厳密な動的解析法を適用して耐震設計を行った。その概要と検討結果を以下に示す。

4. 1 温水器の振動解析

有限要素法を用いた振動解析により温水器の振動特性を求め，耐震性を検討した。

4. 1. 1 振動解析の仮定

温水器の振動解析 モデル の作成では，次の仮定を設けた。

（1） タンク は，剛性と質量の等価なはり要素 モデル に置換した。タンク 内の水は，全質量を集中質量として各節点に付加した。

（2） 温水器と床をつなぐ脚は，脚単体についての有限要素解析を行ってそのばね定数を算出し，等価なばね要素で置換した。また，脚は従来通り 3 個とした。

（3） ステー を取付ける場合には，壁面をH形鋼の フレーム 構造と考え，はり要素で置換して モデル に追加した。また，ステー 自体もはり要素で置換した。

4. 1. 2 解析モデル

図 2. に，温水器の固有振動数と振動応答を解析するための解析 モデル の1例を示す。同図は，温水器の上部を ステー で壁面から支持した場合の解析 モデル であり，2本の ステー は タンク 上部の給湯管に取付けた。なお，脚だけを固定した場合の解析では，図 2. の モデル から ステー と フレーム を取除いた。

図 3. は，脚のばね定数を求めるための脚単体の解析 モデル である。脚については，剛性，強度，工作の観点から種々の構造を検討した。解析は アンカーボルト の穴の周辺を完全固定として行った。

4. 1. 3 振動の解析

解析では，まず図 2. の モデル を用いて温水器の固有振動数と固有振動 モード を計算し，次にその計算結果を用いて モード 重量法により振動入力に対する応答を計算して，温水器各部の加速度，変位，応力を求めた。振動入力としては，もっとも厳しい条件である連続正弦波を用いた。

温水器の減衰定数は実測により求めた。その値は 460 l の場合 21 % であり，通常の構造物に比べてかなり大きい。これは，タンク 内の水の減衰効果，タンク と ケース の間の保温材の効果などが原因であ

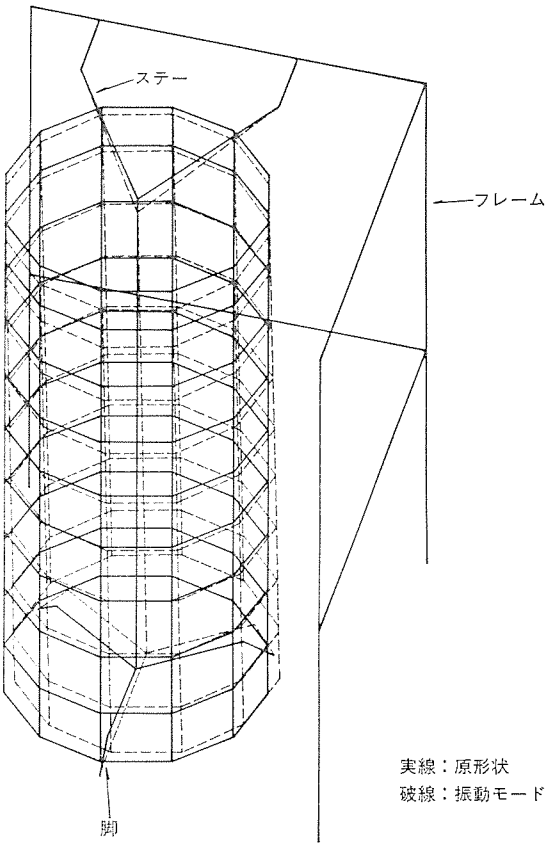


図 2. 温水器の振動解析 モデル

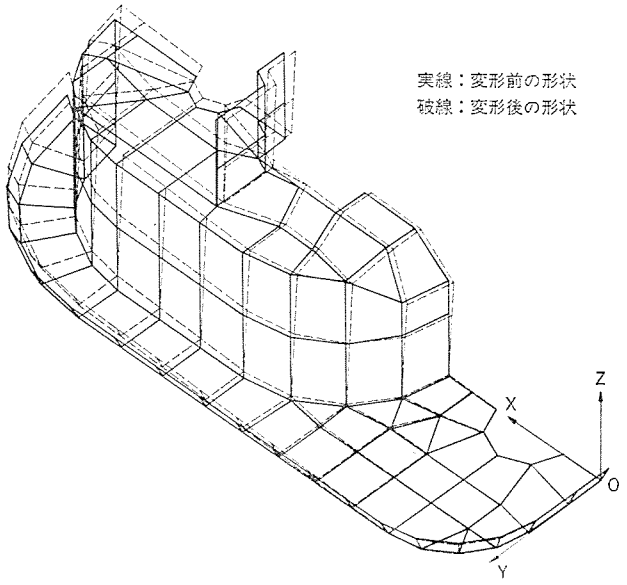


図 3. 脚の構造解析モデル

る。

解析は，370 l 級及び 460 l 級の温水器を対象とし，脚だけを固定した場合とステーを取付けた場合とについて行った。

4. 2 解析結果

4. 2. 1 ステーのない場合

1次の固有振動数は，370 l 級で3.2 Hz，460 l 級で 3.3 Hz である。また，温水器を 250 ガル で共振点加振したときに温水器の上部に生ずる加速度の計算結果を図 4. に示す。このときの温水器の加速度応答倍率は 4 倍程度であり，上部の振動振幅も最大 20 mm 程度である。これは，370 l 級でも同程度である。

共振時のタンクの応力は 1 kg/mm² 以下である。また，脚の応力は塑性変形を考慮した計算では 30 kg/mm² 程度と推定される。脚の材料の引張り強さは 40 kg/mm² であるから，250 ガル の振動入力では脚は破損しないと考えられる。

しかし，高層住宅向けに 1,000 ガル の耐震目標を達成するには，温水器上部の変位と脚の応力が更に大きくなるので，固有振動数を上げて共振を防ぎ，上部にステーを付けてタンクの振動振幅を抑制する必要がある。

4. 2. 2 ステーを取付けた場合

ステーを加振方向に取付けた場合には，1次の固有振動数は 370 l 級で13.7 Hz，460 l 級で 11.3 Hz である。また，ステーの取付け方向を 90° 変えた場合についても検討したが，解析結果の上では固有振動数，振動モード共に差は見られない。

次に，ステーを取付けた状態で，温水器を 1,000 ガル で共振点加振したときの計算結果から，温水器の上部の振動振幅は 0.2 mm 程度となることがわかる。この場合には，逆に，温水器の下部の水平振動の振幅がステーのない場合に比べて大きくなるが，最大 3 mm 程度であり，あまり問題にはならない。また，ステーに生ずる曲げ応力と軸応力はそれぞれ 4 kg/mm² と 2 kg/mm² 程度であり，十分信頼性のあることがわかる。更に，脚の応力は 10 Hz 以下の振動入力に対して約 20 kg/mm² 程度である。これは，脚をタンクに取付ける点の垂直変位が 1 mm 以下に抑制されたためである。

以上により，タンクの上部をステーで壁面から支持すれば，1,000 ガル の振動入力に対して十分信頼性のある構造にすることができることが判明した。

5. 信頼性の検証

5. 1 脚の信頼性の検証

脚は，温水器の固有振動数や振動モードを左右する重要な部品である。また，脚だけで温水器を床に固定する場合，脚には大きな応力の生ずることが予測されるので，強度の上からも十分検討しておくことが必要である。このため，2～3の脚の形状，寸法を検討した結果にもとづいて最適と考えられるものを選び，計算結果の検証と信頼性の確認を目的として，脚単体の曲げ試験を行った。

5. 1. 1 実験方法

脚単体をボルトでジグに固定し，温水器の振動時の負荷状態を考慮してタンクとの取付け部に油圧シリンダで引張り荷重を加えた。

タンクとの取付け部は3方向に変位するが，図 3. の z 軸方向の変位がもっとも大きいと予測されたので，実験では z 軸方向に引張り荷重を加えた。実験の様子を図 5. に示す。

実験は引張り荷重を単調に増加させて行い，荷重点の変位をダイヤルゲージで，また脚の応力を脚に張り付けたひずみゲージで測定した。

5. 1. 2 実験結果

実験により求めた変位とひずみの関係を図 6. に示す。計算によっ

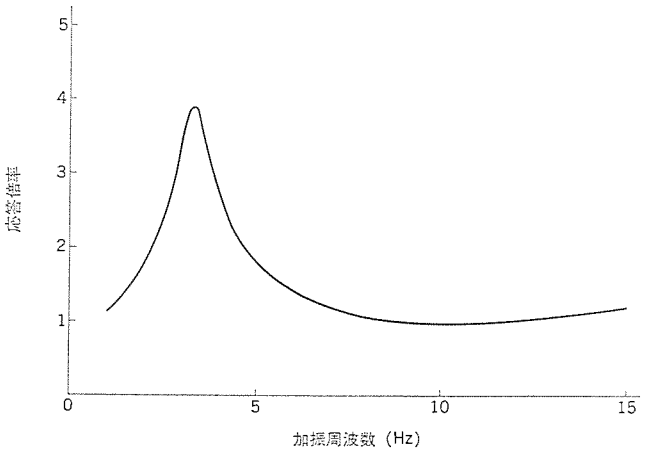


図 4. 温水器上部の加速度応答の計算結果
(460 l，ステーのない場合)

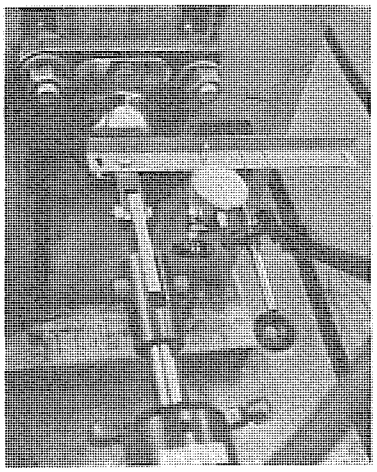


図 5. 脚の強度試験の状況

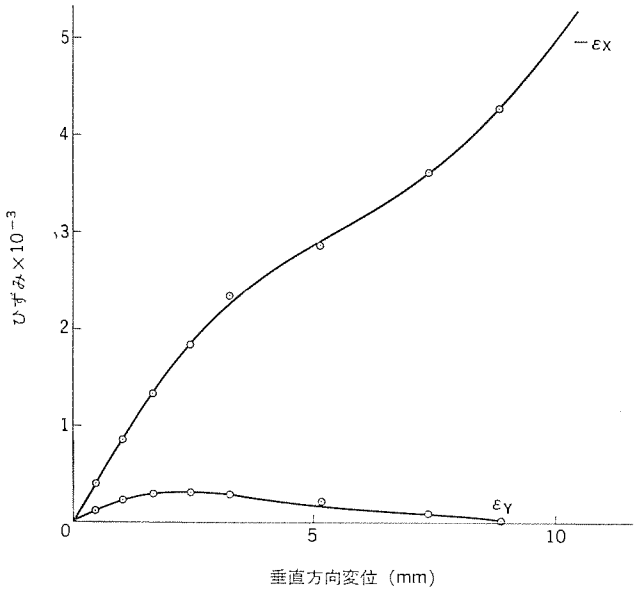


図 6. 脚のひずみと垂直変位の関係

て脚の最大変位は約 4 mm と予測されており，このときのひずみの値を応力に換算すると約 28 kg/mm² となる。この値は材料の引張り強さ以下であり，脚の信頼性が十分であることがわかる。

5. 2 試作品の耐震試験

5. 2. 1 試作品と試験装置

試作品の耐震試験の様子を図 7. に示す。この実験には 370 l 級と，460 l 級の温水器を用い，加振には電気油圧サーボ式の振動試験台を用いた。加振台には，建物のコーナの壁面を模擬したフレームを載せ，これに温水器を取付けて脚をボルトで固定した。また，ステーの両端は，給湯管に取付けた補強板とフレーム側の固定用金具に，それぞれボルト止めした。

5. 2. 2 試験項目

試験は次の各項目について行った。

（1） 1～30 Hz の間で正弦波による掃引試験を行い，タンクに生ずる加速度と入力加速度から温水器の固有振動数を求めた。

（2） 実際の地震波形で加振を行い，耐震性を調べた。

（3） 温水器の共振点で正弦波による連続加振を行い，耐震性を確認した。

（4） 入力加速度のレベルを徐々に上げて（3）の試験を行い，温水器の耐震性能の限界をは(把)握した。

（5） 試験の終了後にタンクを切断し，タンクの内部，特にグラスライニングの損傷の有無をチェックした。

5. 2. 3 実験方法

温水器のタンク各部には，加速度変換器を取付け，加振時に生ずる加速度を測定した。また，タンクの上部鏡板及び胴，ステー，脚にはひずみゲージを張り，加振時に生ずるこれら各部の応力を測定した。加速度とひずみの測定位置を図 8. に示す。

実験は，タンクを満水状態にし，脚だけで固定した場合とステーを取付けた場合とについて行った。

ステーは加振方向に取付けた場合を基準とした。しかし，ステーの方向による固有振動数の違いを調べるため，370 l 級については加振方向と直角にステーを取付けた場合の実験も行った。

5. 2. 4 実験結果

（1） 固有振動数

460 l 級の温水器について，タンク上部の加速度応答を掃引試験で測定した結果を図 9. に示す。図より，その固有振動数は，ステーのない場合には 4 Hz，ステーを取付けた場合には 8.7 Hz であることがわかる。一方，370 l 級のもののそれらは，ステーのない場合には 3.3 Hz であり，ステーを加振方向に取付けた状態では 12.8 Hz である。また，ステーを加振方向と直角方向に取付けた状態では 15.1 Hz で，前者に比べて約 20% 高くなっているが，振動モードは同一である。

これらの結果を計算値と比較すると，計算値は 370 l 級で 10% 以下，460 l 級でも 20% 程度の誤差で実験値と一致しており，解析モデルの妥当性が確認された。

（2） 加速度応答

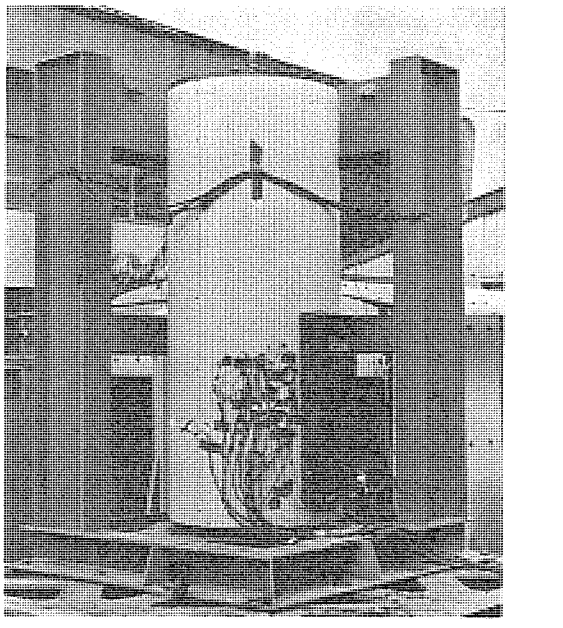


図 7. 試作品の耐震試験の状況

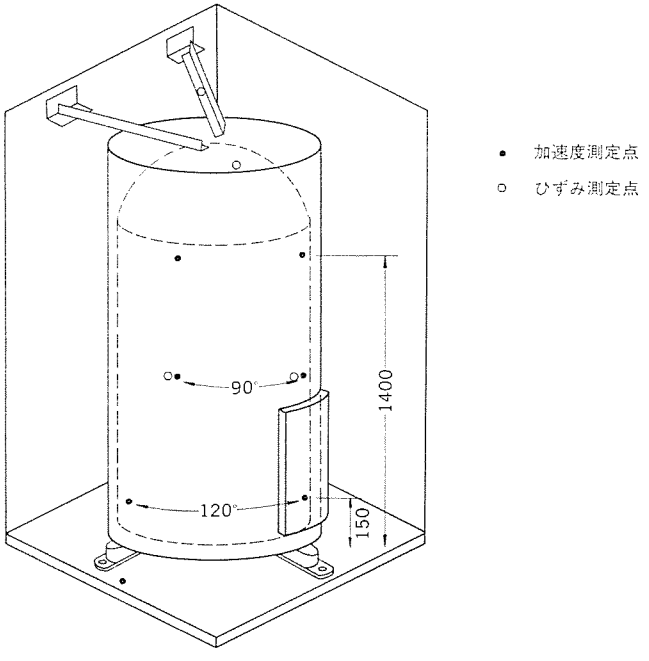


図 8. 加速度，ひずみの測定位置

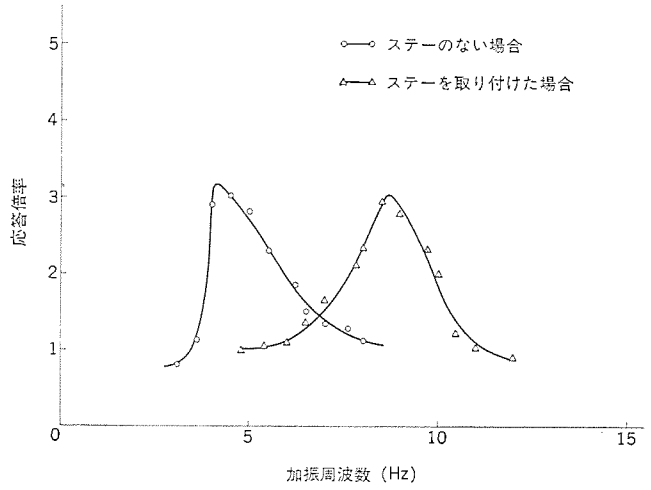


図 9. タンク上部の加速度応答の測定結果
(460 l の場合)

図 9. より，ステー のない場合の 460 l の応答倍率は約 3.2 倍であり，計算値との相違は約 20% である。一方，ステー を取付けた場合には，5 Hz 以下の振動入力に対しては応答倍率は 1.05 倍 以下であることがわかる。この加速度を振動振幅に換算すると約 0.5 mm となり，計算結果と同じ程度である。

(3) 実地震波形による加振

ステー のない状態で，250 ガル の実地震波形により温水器を加振したが，タンク の ロッキング 振動は生じず，各部分にも異常のないことがわかった。

(4) 各部の応力

温水器を共振点で連続正弦波加振したときに生ずる応力は，脚の部分でもっとも大きくなる。脚の応力は 460 l で ステー のない場合に最大となるが，250 ガル の入力に対しても許容応力以下であり信頼性のあることが確認された。また，ステー を取付けた場合には，1,000 ガル の入力に対しても脚の応力は許容応力以下であった。更に，370 l 級の場合の脚の応力は，460 l のものの場合に比べてかなり低いことが判明した。

また，ステー を取付けると，タンク の上部鏡板の応力が幾分増加するが，特に問題となる大きさではなかった。更に，試験終了後に タンク 内部を チェック して，異常のないことを確認した。

以上の試験結果により，250 ガル の振動入力を耐震目標とする場合には，脚だけの固定でも十分な信頼性のあることが確認された。また，1,000 ガル の振動入力に対しては，ステー を併用することにより十分な信頼性を確保できることが確認された。

6. むすび

昭和 53 年の宮城沖地震以来，高層住宅に設置する場合の地震対策が設備機器の重要課題の 1 つとなっている。当社ではこの状況を考慮して，深夜電力利用の貯湯式温水器を耐震構造化し，震度 5 の地震に対して十分な信頼性のある温水器を開発した。

この開発では，有限要素法を用いた振動解析により温水器の耐震性を検討し，高層住宅で予想される 1,000 ガル の振動入力に対しても信頼性のある構造を設計した。更に，重要な部品である脚の強度を実験により確認し，試作品を大形加振台に載せて耐震試験を行って，震度 5 の地震に対して十分な信頼性があることを確認した。

高層住宅向けの給湯器として温水器の需要は今後とも伸びるものと予想されており，ここで開発した耐震形温水器はその需要の動向に十分答えうるものと考えられる。当社では，より一層の性能，信頼性の向上を目指して，更に改良，改善の努力を続け，顧客の要望に答える所存である。

参考文献

(1) 日本建築学会構造標準委員会，建築雑誌，93，No. 1144，pp. 45～47 (昭 53-12)

(2) 例えば日本建築学会，昭和 53 年度秋季大会報告，同上，94，No. 1147，pp. 35～36 (昭 54-3)

(3) 東京天文台編，理科年表，第 41 冊 (昭 43)，第 53 冊 (昭55)

(4) 日本鋼構造協会，鋼構造物震害対策調査団，日本鋼構造協会誌，14，No. 153，pp. 4～7 (昭 53-9) 及び (1) の pp. 33～37

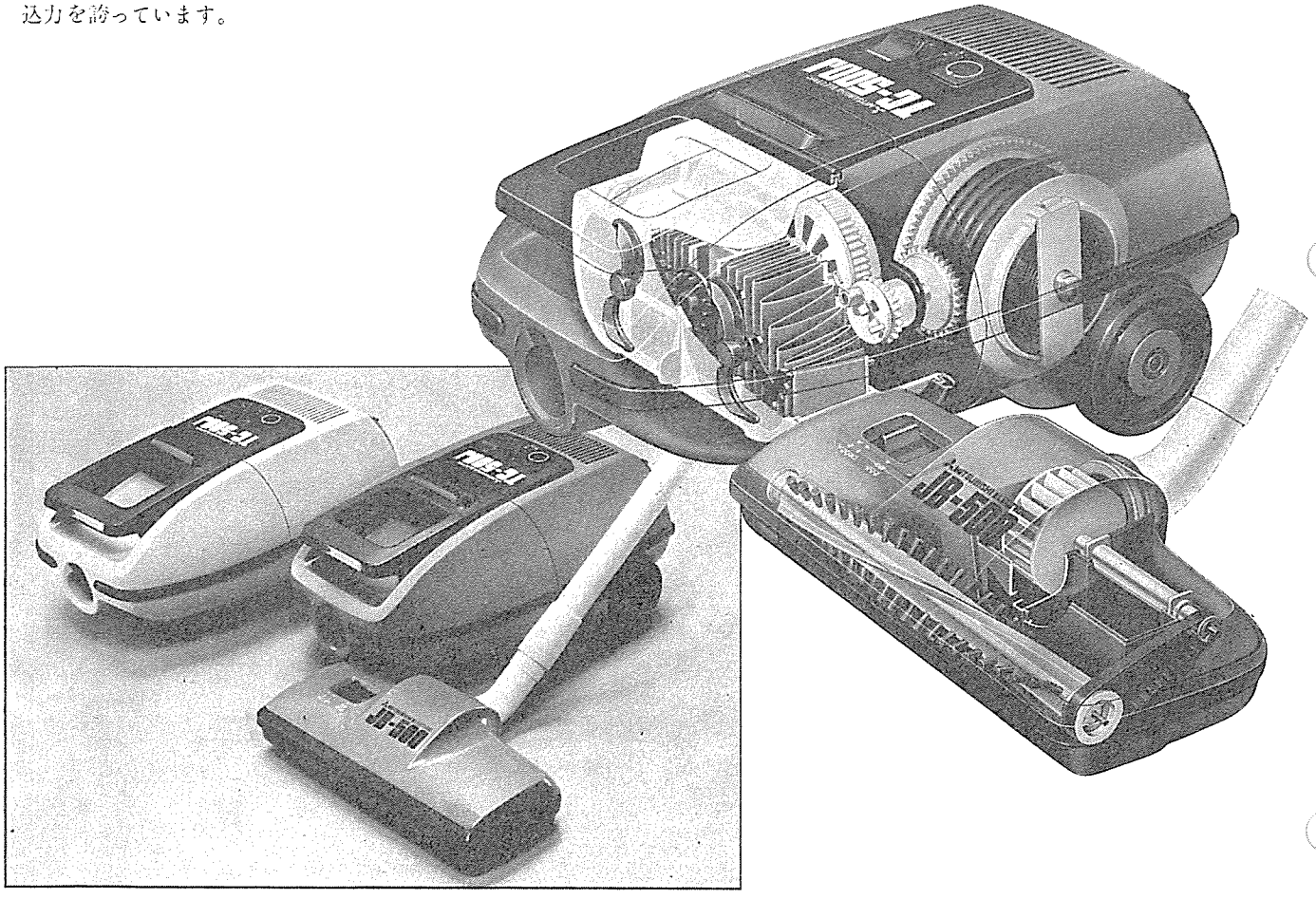
スポットライト

カーペットライフをリードする
三菱掃除機 TC-500J形

三菱電機では、じゅうたんの上でも倒れにくい低重心のキャニスタータイプの本体に、毛足の奥までたたいて吸い込むタービンブラシをセットし、特にじゅうたん掃除に適するように開発したTC-500J形を発売しました。この製品は次のような数々のすぐれた特長を備えています。

- 本体はシリンダータイプのイメージを打ち破ったユニークなスタイルで、その低重心が生み出す安定した走りが、掃除をスピーディーにはこびます。さらに立てても使え、立てたままでもしまえるので、階段掃除や収納時にたいへん便利です。
- フィルターは定評のある緑のロシポーザで、細塵まで確実に補集し、コードを引くたびに2つの綿ゴミカッターが回転し、プレフィルターにからみついた綿ゴミを払い落とし、同時にロシポーザに内蔵されたチリ落しピンが細かいチリを落すことにより、強力な吸じん力を長持ちさせます。また綿ゴミカッターについたプレスフィンが綿ゴミを圧縮し、実効集塵容量が大きくアップしました。
- モーターは内部の風の流れをスムーズにする、軸流案内羽根をプラスしたダブルガイド方式です。掃除機の実力のバロメーターである吸込仕事率も、このため140Wまでアップし、強力な吸込力を誇っています。
- じゅうたんは快適である反面内部にホコリ、綿ゴミ、糸クズなどいろいろなゴミがたまりやすく、掃除がやっかいです。タービンブラシは、もぐったゴミを回転ブラシに取付けられたビーターによりたたき出し、毛足にからんだ糸クズ、毛髪などは回転ブラシに取付けられたハケがかき出し、これらでたたき出され、かき出されたゴミと表面上のゴミとを本体からの強い吸込力で吸い込むことで掃除がきわめて効率的にできます。しかも日本の家屋では、じゅうたんスペースだけでなく、たたみ・床のスペースが必ずというほど存在します。じゅうたん専用のブラシでは、たたみ・床の掃除には別の床ブラシに付け換えなければなりませんでしたが、このタービンブラシなら、切換ツマミを「じゅうたん」から「たたみ・床」に切換えるだけで、回転ブラシの動きが止まり、従来の床ブラシと同じ使い方で、たたみや床を掃除できます。

――このようにTC-500J形は、カーペットのある生活をより快適にするとともに、1台でたたみや床を掃除できるため、きわめて使いやすい、日本の現代の家庭に適した掃除機です。なお、タービンブラシ（JB-500）は、単品でも発売しており、消費電力400W以上の掃除機で使用可能です。



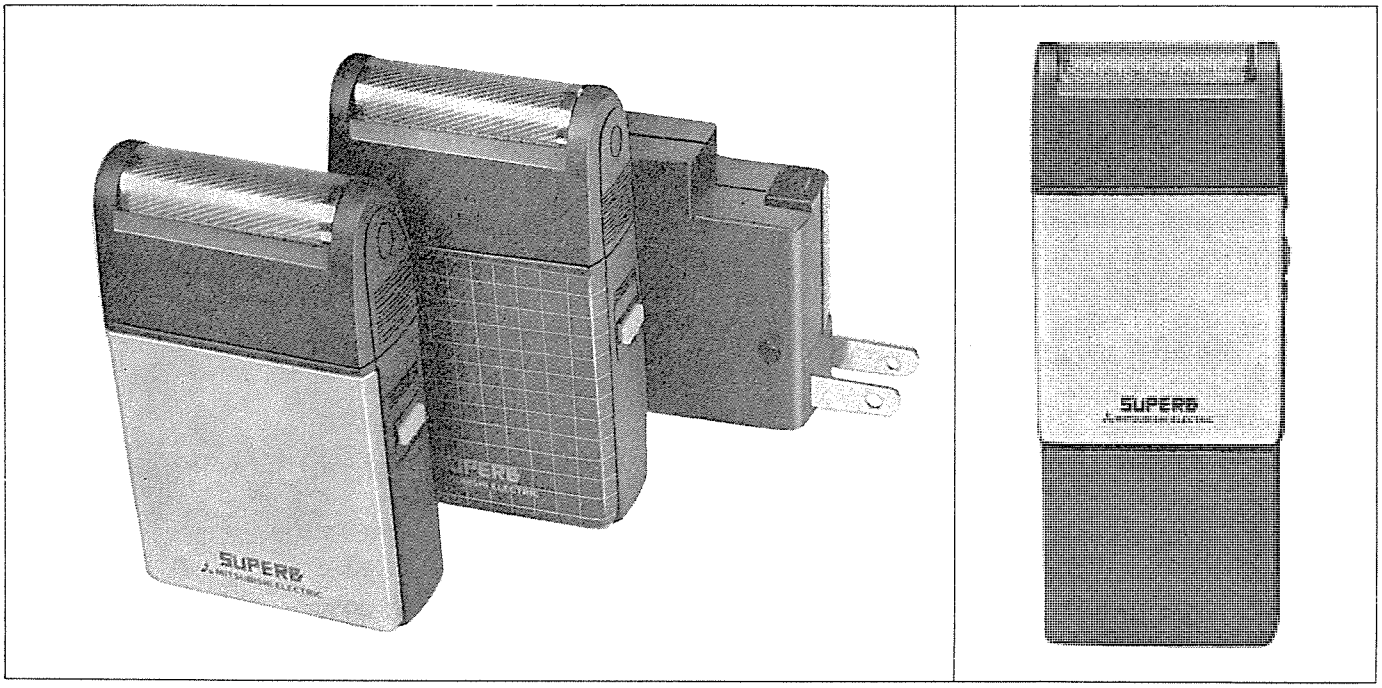
スポットライト

たばこサイズのシェーバー
三菱シェーバー《マイクロスパーブ》SM-600形

三菱電機では、先に発売してご好評をいただいている吸い込むシェーバー《スパーブ》に引き続き、このたびタバコサイズで、しかも早剃りのきくシェーバー《マイクロスパーブ》を発売しました。《マイクロスパーブ》は往復刃式の長所である「早剃り」を生かし、また往復刃式の「重い」「大きい」「うるさい」「使用場所が限定される」などの欠点を改善した軽快なシェーバーです。高性能マイクロモーターと特殊なバイブレーティングメカの採用で、そのサイズは178(高)×48.2(幅)×21.8(厚)mm、総体積82cm³で、ショートホープのパッケージとほぼ同じ。重さも125gの小形・軽量タイプとなっています。　また充電時は充電アダプターを本体に接続する方式で、一回の満充電で5～6回(1回3分間)の使用が可能です。

特長

- ポケットに楽々入るショートホープサイズで、ひげ剃りの時と場所を選びません。
- ボタンで操作する収納プラグを設けたカセットタイプの充電アダプターで、充電が簡単に行えます。
- ボディは小形でも刃幅は36mm、理想的なハサミ角23°を採用。高性能マイクロモーターと独自のバイブレーティングメカとあいまって、濃いひげの方でも早剃り、深剃りができます。
- マイクロサイズにマッチしたしゃれた感覚のボディに、メタリックなシルバーとブラックチェック模様を採用しました。



標準仕様

刃の形式	往復刃式
電源の種類	充電式
充電時間	8時間
蓄電池	密閉形Ni-Cd蓄電池、容量425mAH
充電々流	DC 60mA
消費電力	0.9W(皮相電力1VA)
モーター	DC 1.2V　マイクロモーター
振動数	5,000cpm以上（DC 1・2 V時）
外刃	Ni電鋳法による厚さ65μのダブル6角形スリット穴、開口率35%
内刃	ステンレス鋼、24枚刃、ハサミ角度23度
寸法：本体	高さ78mm×幅48.2mm×厚さ21.8mm
：充電アダプターつき	高さ120.5mm×幅48.2mm×厚さ21.8mm
重量：本体	125g
：充電アダプターつき	175g
本体の色	2色（シルバー、ブラックチェック）
価格	5,800円

当社の登録実用新案

登録番号	名称	考案者	登録番号	名称	考案者
1197811	印字機構	天野武雄・渋谷博史	1197830	冷温水機	沖本政夫
1197812	印字機構	矢野武雄・渋谷博史	1197833	回路しゃ断器用作動軸	長谷川逸史・村上貞利
1197813	電気装置	上岡康宏・鹿野義郎	1197834	回路しゃ断器用作動軸	村上貞利・長谷川逸史
1197814	回転検出装置	大西正義	1197835	荷電粒子加速装置	石田国彦・丸山敏郎
1197815	アーク熔接装置	鵜飼順・水野孝治 清水孝雄	1197836	ズボンプレス器	鳥山建夫
			1197837	レンジフード取付装置	林悦二
1197816	乾燥機付洗濯機	根岸宣匡・鶴谷嘉正	1197838	換気扇	牛越康徳・中村三男
1197817	昇降機乗場三方わく	加藤博士	1197839	換気扇	牛越康徳・中村三男
1197818	エレベータの荷重応動装置	小沢靖彦	1197840	換気扇	内野宏和
1197819	エレベータ乗場出入口点検口の開閉機構	加藤博士・山本和美	1197841	表示装置	中尾佳生
			1197842	装飾パイプ取付装置	石井勝彦・川崎文雄
1197820	抵抗溶接機	富山守	1197843	天井埋込み形空気調和装置	安立博樹・木ノ内達夫 貝瀬俊朗・徳永龍
1197821	搬送装置	浅沼博			
1197822	カートリッジ飛び出し防止装置	宇田川洋二	1197844	水上標識装置	古東啓吾・田原清一
1197823	円周自動溶接装置	三輪一雄・堀秀基 平沢寿栄	1197845	電池	松岡宏昌・前田満雄 小巻仁
1197824	移動式船舶排気装置	大久保貫一・木名瀬武男	1197846	数値制御におけるストローク補正装置	青木正夫
1197825	反射形光応答装置	中村隆			
1197826	冷凍装置のバイパス回路	貝瀬俊朗	1197781	エレベータ用ブレーキ	安西伸夫・加藤孝雄
1197827	樹脂埋金の埋込構造	小鯛正二郎・井内治徳	1197782	電磁連結装置	小林良治
1197828	回路しゃ断器の端子装置	三原寿信	1197783	エレベータの運転休止装置	石島進・中田稔
1197829	電子レンジ	熊田泰治	1197784	X線発生装置用ターゲット装置	入江浩一・美濃和芳文

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 54 No. 5 冷凍と空調特集

特集論文

- 空気熱源式ヒートポンプチリングユニット CAH-L 20 D・25 D・30 D 形
- 事務所・店舗用エアコン《Mr. SLIM》天吊り
- カセット形ファンコイルユニット及び柱形ファンコイルユニット
- フィンコイル式温水床暖房パネル
- 住宅用太陽冷暖房給湯システム
- 2 ステップクーリング方式オープンショーケース

普通論文

- 光ファイバ伝送用光部品
- カーラジオ用周波数カウンタ・クロック LSI と基板実装技術
- 横浜市下水道局納め港北下水処理場総合監視システム
- DRS-N 形新シリーズ半導体タイマ
- 最新鋭大容量火力プラントの中央制御盤
- 空心導体の電磁諸量計算プログラム
- 日本語処理システムへのファクシミリの応用
- カラーグラフィック CRT による発電プラントの監視

三菱電機技報編集委員

委員長	喜連川隆	常任委員	的場徹
副委員長	浦徳太郎	〃	斎藤春雄
〃	後藤正之	委員	徳山長
常任委員	佐々木二郎	〃	樋口昭
〃	増淵悦男	〃	神谷友清
〃	葛野信一	〃	池上駟一郎
〃	三輪進	〃	福井三郎
〃	高月一	〃	土井貞春
〃	河原四良	〃	川井尚
〃	高橋広光	〃	小野勝啓
〃	忍足博	幹事	本間吉夫
〃	武田克巳	〃	足立健郎
〃	清田浩	4号特集担当	磯崎真
〃	福家章		

三菱電機技報 54 巻 4 号

昭和55年4月22日 印刷
昭和55年4月25日 発行

（無断転載を禁ず）

編集兼発行人 本間吉夫
印刷所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地 大日本印刷株式会社
発行所 東京都千代田区大手町2丁目6番2号 (〒100) 菱電エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」 Tel. (03) 243 局 1785
発売元 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社書店 Tel. (03) 233 局 0641, 振替口座 東京 20018
定価 1部 400 円送料別（年間予約は送料共 5,200 円）

スポットライト

エアコンはここまで進化した
三菱ルームエアコン《アートクール》MA-1801R形

ルームエアコンにおける省スペースの必要性は、普及率の上昇にともない、ますますその度合いを高めてきています。一部屋あたりの面積が狭い日本の住宅事情を考えると、できるだけ場所をとらず、圧迫感の少ないルームエアコンが望まれます。この省スペースという点においても常に一歩さきを考えてきた三菱電機では、このたび従来のルームエアコンのイメージを打ち破った、額にルームエアコンを凝縮させるという、まったく新しい発想から生まれた、奥行8.9cmのうす形ルームエアコン《アートクール》MA-1801R形を発売しました。

●壁にも掛けられる室外ユニット

特長

●新しい考え方の省スペース設計

ルームエアコンそのものを額として使用することにより、室内からルームエアコンの存在イメージを追放する、新しい省スペースの考え方を取り入れ、しかも奥行寸法8.9cmのうす形サイズとなっています。

●額として使える装飾性

(1)中央に絵画がはめ込まれて、まさに額そのもののデザインで、装飾性にすぐれた高級感があります。

(2)絵画の部分は簡単に取外し、取換えが可能ですので、お好みの写真や絵を入れることにより、独自の個性を楽しむことができます。

●奥行寸法わずか8.9cm

室内ユニットの奥行寸法はなんと8.9cmのうすいルームエアコンです。この8.9cmを実現した技術として、次のようなことがあげられます。

(1)フィンチューブ式熱交換器の銅管の配列ピッチを縮小し、外形寸法が小さくても高性能な、高密度冷却器を採用しました。

(2)冷却器のフィンに特殊表面処理を施し、露切れ性能を改善し、熱伝達性能を向上しました。

(3)冷却器を分割し、うす形シロッコファンの両側に平面的に配置したうす形構造とし、同時に風路の改善を行いました。

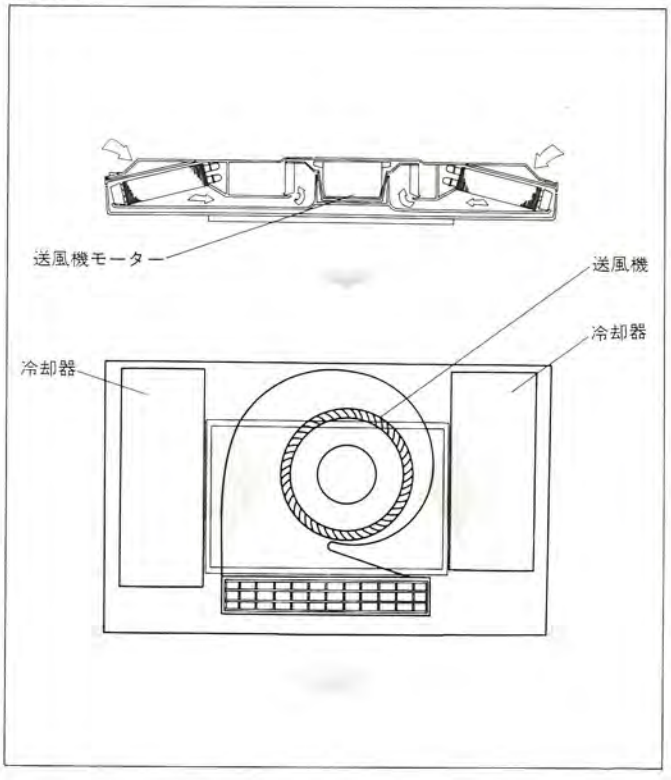
(4)前面ならびに背面とも、断熱材を使用しない独自の高信頼性ドレン回収方式を開発しました。

●12時間タイマー内蔵

●室外ユニットもうす形19cm

しかも、標準の床置き以外に壁面据付け、窓手すり据付け、窓サッシ据付けができる据付多様形です。

標準仕様

周波数(Hz)	冷房能力(kcal HR)	消費電力(W/HR)	騒音(ホン)		絵のサイズ	外形寸法(mm)				重量(kg)	
							高さ	巾	奥行		
50	1600	585	内	37	M6 (高さ242mm × 巾419mm)	内	470	770	89	内	10
			外	41							
60	1800	695	内	40		外	500	760	190	外	27
			外	43							

構造図