

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.44 June 1970

電子計算機特集

6

MELCOM-7700 電子計算機システム



未来を開発する





電子計算機特集

目次

《特集論文》

MELCOM-7000 シリーズ	嶋村和也・坂和磨	727
MELCOM-83 小形電子計算機システム	大矢博・渡辺義彦・宮崎光二・本間雅美	741
MELCOM-3100 DAC システム (はん用データ管理システム)	真木世之・市川照久・紙谷和夫	747
旅客予測システム (FOPS)	内堀光正・荒河清仁・若松利昭・宇野孝雄・金谷勇二・金井守司	752
MELCOM-9100/30 研究所システム	清水恒夫・阿部寿夫・阪田勇夫・天野倉亀次	758
MELCOM-9100 マルチアクセスオペレーティングシステム—複数台端末からの技術計算システム—	阪田勇夫・藤間孝雄・片岡信弘・由留部政則	765
小形制御用計算機 (MELCOM-9100) とデータロガ (MELDAP-1300)	竜田直紀・松岡宜雄・三浦康宏・深尾忠一郎	772
最近の計算機用記憶装置	小島一男・水上益良・阪尾正義・土屋鍊平・織田博靖	780
電子計算機用端末機器	竜田直紀・斎藤靖彦・田隆吉・山崎英蔵・大野陽吉	794

《普通論文》

中国電力株式会社稗梨川発電所 25,000 kVA 水車発電機および運転制御装置	横山俊文・石見武弘・岡祐輔・合田啓治	809
日本道路公団東名高速道路納め変電設備集中遠方監視制御装置	島田政代士・山中彪生・津吉信夫・森本博文	815
電子照射による塗膜の硬化	鈴木康弘・上田和宏・永井昭夫・柴山恭一	825
最近の表示線保護継電装置	高田信治・菅井英介・下迫賀生・西浜忠	834
ガス温風暖房機 (クリーンヒータ)	伊藤利朗・田畑則一・野間口有・柘植恵	840

《技術講座》

最近の磁気記憶装置 (3)—その制御方式と誤り処理—	小野和夫	834
----------------------------	------	-----

《新製品紹介》

VC 600 形低圧真空電磁接触器・交流商用電源使用による三菱スピードコントロールモートル—DIAROL (ダイヤロール)—シリーズ	851
--	-----

《ニュースフラッシュ》

MELCOM-7000 実演披露会・川崎製鉄水島製鉄所向けホットストリップミル用オートクロップ装置を完成・IC 化高速度大容量形遠方監視制御装置 (MELDAP-400)	853
---	-----

《特許と新案》

自動トースタ・音響機器の音質表示装置・单相直巻電動機速度制御装置	807
----------------------------------	-----

《ハイライト》

三菱透明形エスボット (規格形透明エスカレータ)	
--------------------------	--

表紙 1 MELCOM-7700 形電子計算機システム

きたるべき情報化社会の主役を荷う電子計算機として、このほど MELCOM-7000 システム・シリーズの発売を開始した。7000 システム・シリーズは現在 7500 と 7700 二つの機種かなり、中型から大型の範囲をカバーする計数形電子計算機である。

これらの電子計算機はローカル バッチ処理、遠隔バッチ処理、リアルタイム処理、タイムシェアリングの四つの処理を同時に実行できるハードウェアとソフトウェアをもち、広範な使用要求に應じることが可能である。またハードウェアとソフトウェアを一体化した総合性能を追求した設計思想、超高速集積回路メモリー等のハードウェア技術、高度の機能をもつモニターと言語プロセッサ等により高い性能/価格比をもっている。

表紙 2 小形電子計算機 MELCOM-80 シリーズ

表紙 3 三菱テープレコーダー情報バック

表紙 4 日本万国博覧会—三菱未来館第 4 室 (日本の陸)





SPECIAL EDITION FOR ELECTRONIC COMPUTER SYSTEM

CONTENTS

SPECIALLY COLLECTED PAPERS

MELCOM-7000 Series Computer Systems.....	K. Shimamura • K. Ban...	727
MELCOM-83 Compact Computer System.....	H. Ohya • Y. Watanabe • K. Miyazaki • M. Homma...	741
MELCOM-3100 DAC System (General Purpose Data Control System).....	S. Maki • T. Ichikawa • K. Kamitani...	747
Passenger Forecast Operating System.....	M. Uchibori • K. Arakawa • T. Wakamatsu • T. Uno • Y. Kanaya • M. Kanai...	752
MELCOM-9100/30 Total Laboratory System.....	T. Shimizu • T. Abe • I. Sakata • K. Yanokura...	758
MELCOM-9100 Multi Access Operating System —Scientific Calculation System by Multi-Terminals—	I. Sakata • T. Fujima • N. Kataoka • M. Yurube...	765
Real-Time Small Computer(MELCOM-9100-5) and Marine Data Logger (MELDAP-1300)	N. Tatsuta • N. Matsuoka • Y. Miura • C. Fukao...	773
Memory Equipment for New Type for Digital Computers	K. Kojima • M. Minakami • M. Sakao • R. Tsuchiya • H. Oda...	780
Terminal Equipment for Computer Systems.....	N. Tatsuta • Y. Saito • T. Den • E. Yamazaki • Y. Ohno...	794

TECHNICAL PAPERS

25,000kVA Water Turbine Generator and Controller of Mukunashigawa Power Station of Chugoku Power Co.	T. Yokoyama • T. Iwami • Y. Oka • K. Gohda...	809
Centralized Supervisory Control Equipment for the Installations of Tokyo-Nagoya Expressway Supplied to Japan Highway Public Corporation.....	M. Shimada • T. Yamanaka • N. Tsuyoshi • H. Morimoto...	817
Electron Beam Curing of Coatings.....	Y. Suzuki • K. Ueda • A. Nagai • K. Shibayama...	827
The Latest Pilot Wire Relaying Scheme.....	N. Takata • H. Sugai • Y. Shimosako • T. Nishihama...	834
MICS Type Gas Convectors.....	T. Ito • N. Tabata • T. Nomaguchi • S. Tsuge...	840

TECHNICAL LECTURE

Recent Magnetic Storage Unit (3)—Its Control Methods and Error Handling—	K. Ono...	844
--	-----------	-----

NEW PRODUCTS.....	851
-------------------	-----

NEWS FLASH.....	853
-----------------	-----

PATENT AND UTILITY MODEL.....	807
-------------------------------	-----

HIGH LIGHT	MITSUBISHI Transparent ESPET(Standardized Transparent Escalator)
------------------	--

COVER :

1. MELCOM-7700 Electronic Computer System

A MELCOM-7700 system series has now been put on the market as an electronic computer to play an important part in the future society where information technology will be made much of. The 7000 system series at present comprises two types of devices such as 7500 and 7700. These electronic computers are possessed of hardware and software with which four processings are practicable at the same time, that is a local batch processing, a remote batch processing, a real time processing and a time sharing so that a wide range of operation is feasible according to desire. They have also a design idea pursuing synthetic performance in which hardware and software are made into one body, hardware technique such as superhigh speed IC memory and a high rate of performance/cost due to a monitor with high degree of function and a language processor.

2. MELCOM-80 Series Compact Computer System

3. Mitsubishi Cassette Tape Recorder

4. EXPO '70-Mitsubishi Pavilion Room 4 (The Land of Japan)

HIGH-LIGHT

三菱透明形エスペット（規格形透明エスカレータ）



三菱透明形エスペット

従来の三菱エスペットに加え、新たに三菱透明形エスペット800 ES形エスカレータを開発した。

流通革命の波に乗って、スーパーの大形化、多店舗化、百貨店のスーパー進出等各地は大小さまざまな店舗が数多く出現し、今後とも多くの店舗新設計画が発表されている。これらの新しい店舗には、従来の規格形経済的エスカレータ三菱エスペット（不透明形）より欄干意匠を一段と向上した、透明形エスカレータが要求されるようになった。「三菱透明形エスペット」は、これら需要家の要望にこたえて設計を合理化し、仕様を規格化した経済的透明エスカレータである。

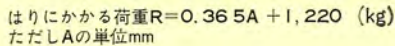
● 特 長

- (1) 欄干のガラスパネルを鉛直とし、透明平面ガラスを用い、エスカレータ全体のデザインをシンプルにかつ軽快にまとめあげ、近代建築に十分マッチする意匠とした。
- (2) ステップの運行速度は30 m/分、したがって輸送能力は1時間当たり5,500人となり輸送力を増強した。
- (3) デッキボードは、表面にアルマイト処理をしたアルミ合金を使用し美しい見ばえとした。

形式

電 源

なお、8月には、エレベータ特集号が発行される予定である。



注)※保守点検に便利なように※寸法を2,130にすることを推奨します。

[稲沢製作所]

UDC 681.142

MELCOM-7000シリーズ

嶋村和也・坂 和磨

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P727~740

MELCOM-7000シリーズは、7500、7700の2機種から構成される中形から大形に至る範囲をカバーする電子計算機ファミリである。MELCOM-7000シリーズは多くの新しい技術を取り入れて開発された最新鋭機種であり、タイム シェアリング処理、リアルタイム処理、リモート バッチ処理、ローカル バッチ処理と四つの形態の処理を同時に行なう高度な多重利用ができ、高いスループットを発揮するすぐれた特長をもち特にタイム シェアリング、リアルタイム処理のように急速に発展している新しい計算機利用の要求に十分こたえることができる電子計算機である。

UDC 681.142.004.516.001

MELCOM-9100/30 研究所システム

清水恒夫・阿部寿夫・阪田勇夫・矢野倉亀次

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P758~764

本システムは研究所で使用される各種計測機器および端末タイプライター等を遠隔ターミナルとした、データ自動収集・解析、さらに端末よりの技術計算プログラムの作成・実行を時分割(TSS)で行ない、各端末相互間(各実験室、研究室の端末)および計算センタとの情報の交換を密にしたトータル・ラボラトリー システムである。

MELCOM-9100シリーズ計算機により、このトータル ラボラトリー システムの一環として、化学分析機器のうち、一般に使用されているガスクロマトグラフのデータ収集・解析 が各端末から制御されるシステムについてその一端を記述した。

UDC 681.142

MELCOM-83小形電子計算機システム

大矢 博・渡辺義彦・宮崎光二・本間雅美

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P741~746

MELCOM-83 事務用 Compact Computer はダイレクトインプットができ、操作の容易なVRC(Visible Record Computer)である。この特長は (1)プログラム作成が容易なこと (2)媒体なしで直接入出力ができること (3)一般のComputer のように特別な設置条件を要しないこと (4)高信頼度であること (5)安価でパフォーマンスコストが高いこと、(6)高速で容量の大きい外部記憶装置が接続できること (7)ディスプレイC I A表示装置の併用によりインクタイアリが可能なことである。このComputerは大企業には専用機として、中小企業にはトータルシステム用として 使用可能な多目的コンピュータである。

UDC 681.142.004

MELCOM-9100 マルチアクセス オペレーティングシステム —複数台端末からの技術計算システム—

阪田勇夫・藤間孝雄・片岡信弘・宇留部政則

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P765~772

MELCOM-9100マルチアクセス オペレーティング システムは電子計算機の多目的共同利用を目的として開発された。このオペレーティング システムは通常大学や研究室等における電子計算機の複合化システムに適し、具体的には、バッチ ジョブ、端末ジョブ、オンライン ジョブの三つの処理要求源を独立にかつ同時に処理するように設計されている。

端末処理要求にはオンライン ジョブの制御情報、分析結果の入出力、およびFORTRAN,ASSEMBLER言語によるプログラムの作成、実行があり、それぞれ端末コマンド言語が対 応し、計算機と対話しながら問題解決の能力をそなえている。

UDC 681.142.001

MELCOM-3100 DACシステム(はん用データ管理システム)

真木世之・市川照久・紙谷和夫

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P747~751

情報の爆発により、有効なデータ管理手法の出現が熱望されているが、その一つの試みとして開発したDAC(Data Control) システムを紹介する。DACシステムは、データ ベースのサポート システムとしてMELCOM-3100/40 D用に開発したもので、チェイニング手法を駆使することによりデータの重複をなくし、かつ多角的なファイル利用を可能にしている。DACシステムは、ジェネレータ形式を採用しており、ユーザの仕様は表形式で指示する。ツリー構造のデータ管理(B/Mなど)に特に有効なシステムである。

UDC 681.142D

小形制御用計算機(MELCOM-9100-5)とデータロガ(MELDAP-1300)

龍田直紀・松岡宣宏・三浦康宏・深尾忠一郎

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P773~779

リアルタイム計算機MELCOM-9100シリーズの小形モデルとして開発されたMELCOM-9100-5は、高信頼度・高性能・低価格を目標に開発された計算機でその適用分野はこれらの特色をいかして各方面に発展しつつある。一方船舶用のデータロガMELDAP-1300は昭和39年以来、改良に改良を続け、わが国初のMO船とう(塔)載が実現し、ロイド、NKなどの認定にも合格して、最近の海運界の省力化に対する要望にマッチして今後の発展が期待される。本文では、この両者について、最近の開発、改良状況を取りまとめて報告してある。

UDC 681.142.001

旅客予測システム(FOPS)

内堀光正・荒河清仁・若松利昭・宇野孝雄・金谷勇二・金井守司

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P752~757

FOPSはMELCOM-3100/40D用に需要予測に関する基本的な統計手法を、アプリケーションパッケージとして集大成したものである。このパッケージの大きな特長は、計量経済学的方法、多変量解析、時系列分析の3グループに分けられ、各グループに必要なデータの作成パートと(データベース)と、各種の分析手法パートを持ち、そのデータと分析手法を、予測または分析の目的に従って自由に選択できることである。現在17個のモジュールが開発されているが、他のモジュールも逐次開発されるごとに追加登録することができるシステムになっている。

UDC 681.142.04:159.953

最近の計算機用記憶装置

小島一男・水上益良・阪尾正義・土屋鍊平・織田博靖

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P780~793

最近のMemoryのPerformanceは非常に急上昇しており、Digital ComputerのPerformance/costの飛躍はMemoryのDevelopmentに負う所大である。

本文では最近の新しい製品として(1)高速Core memory (2)IC Read only memory (3)Disk Memoryについて述べる。その内容は2 $\frac{1}{2}$ D-3W TypeのCycle time 560ns/4ByteのCore Memory, Dual in Line Package で40Bits packageのCustomize type 高速ROM-ICそしてFixed Head type およびRemovable Disk Memoryに、ついて紹介する。この他に超高速Thin Memory, IC Memory などについて も開発研究を進めている。

UDC 681.142.07

電子計算機用端末機器

龍田直紀・斉藤靖彦・大野陽吉・田 隆吉・山崎英藏

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P794~805

電子計算機の適用領域は、その性能向上にともなう、いちじるしい拡張と、質的な高度化をとげつつあり、リアルタイム処理の分野がその主体を占めようとしている。リアルタイム処理の発展をさへる各種の端末機器は、今後ますます発展が予想され、高性能で使いやすいものが要求されると考えられる。本文ではリアルタイム処理に適した端末装置として、経営情報の収集に使用されるMELCOM-3900データ処理システム、プロセスデータの遠隔計測に新機軸をうちだした。リモート スキャナ、マン マシン コミュニケーションに有効グラフィック ディスプレ イ装置および、カラー キャラクタ ディスプレイ装置について紹介 している。

UDC 621.316.925

最近の表示線保護継電装置

高田信治・菅井英介・下迫賀生・西浜 忠

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P834~839

大都市の電力系統拡大にともない、短距離送電線が増大し、したがって表示線継電器の適用系統が増し、表示線継電器に対する期待が大きくなってきた。このような情勢に対処するために、

- (1)表示線の等価回路
- (2)表示線巨長変化と伝送特性
- (3)比率差動継電器の静止形回路方式
- (4)監視回路方式
- (5)絶縁トランスの耐圧 設計

等を検討し、高感度・低負 担・長距離用地格表示線継電装置を完成したので、その概要を発表す る。

UDC 621.313.322-82:621.316.71

中国電力(株) 一掠梨川発電所— 25,000kVA水車発電機および運転制御装置

横山俊文・石見武弘・岡 祐輔・合田啓治

三菱電機技報 Vol.44No. 6・P809~816

掠梨川発電所は沼田川総合開発事業の一環として築造された多目的の掠梨ダムより取水し、三原周辺地区の需要に合わせて、1日平均6時間のピーク発電をする半地下式水力発電所である。また発電所の下流約16kmにある三原発電所を制御所とする遠方監視制御発電所でもある。水車は立軸フランシス水車、発電機は立軸普通形で主機は特に目新しいものはないが、運転制御装置にはサイリスタ励磁装置、AQR、自動復旧装置、プログラム運転装置などの最新の技術を採用しており、無人水力発電所として考えられるほとんどの機能を持たせてある。

以下、運転制御装置を中 心にその概要について述べる。

UDC 536.46:621.43.019

ガス温風暖房機(クリーン ヒーター)

伊藤利朗・野間口 有・柘植 恵

三菱電機技報 Vol.44・No.6・P840~843

新燃焼方式(MICS)を応用したガス温風暖房機に関するものである。このガス温風暖房機を使用したシステムは現在脚光をあびている温水利用のセントラルヒーティング システムと比較して、暖房効果、衛生的な面、安全性においてまったく同等の機能を持つものであり、一方設備費では温水利用システムの約1/2で済む。このユニットのおもな特長は1)有害ガス・排気ガスは室内に流出しないので衛生的で安全である。2)据付工事(ガスパイプ接続・排気ホース取付)がきわめて簡単である。3)熱利用効率90%以上で経済的である。

本文ではガス温風暖房機 の原理・仕様・応用について簡単に記述する。

UDC 621.398:621.311.4-54

日本道路公団東名高速道路納め変電設備集中 遠方監視制御装置

島田政代士・山中彪生・津吉信夫・森本博文

三菱電機技報 Vol.44.No.6・P817~826

日本道路公団では国内高速道路網建設計画中最大の目標の一つである東名高速道路(全長347km)を建設中であったが、昭和44年5月大井松田〜御殿場両インターチェンジ間の完成をもって無事全線完成させ、同月より営業運転にはいつている。その高速道路維持用諸設備すなわち道路照明設備、トンネル照明設備、トンネル換気用ファン設備、事故・火災など道路管理警報設備、それらに対する電源供給用変電所などは約50km間隔に設けられた制御所よりブロック別に集中監視制御されている。当社では御殿場制御所向けとして都夫良野トンネルなど6個所の電気所に 対するトランジスタ形サイクリック式遠方監視制御装置12組、テレメータ装置12組、さん孔テープ式自動記録装置1組などを製作、納入したのでその概要・特長を紹介することにしたい。

UDC 681.142 others

最近の磁気記憶装置(3) —その制御方式と誤り処理—

小野和夫

三菱電機技報 Vol.44.No.6・P844~850

磁気記憶装置の制御には、他の入出力機器には見られない制御方式上の特色があり、殊に最近ではファイルの有効利用の立場から、ソフトウェアとインテグレートした制御方式がとられるつゝある。これらについて制御装置設計上の若干のヒントを述べている。

誤り処理に関しても周到な考慮が払われているのが、磁気記憶装置のもう一つの特徴であり、最近では符号理論がこの面に大幅にとり入れられているので、これについても若干の解説を試みた。

UDG 667.645:667.633:541.6:621.3.038

電子線照射による塗膜の硬化

鈴木康弘・上田和宏・永井昭夫・柴山恭一

三菱電機技報 Vo 144.No.6・P827~833

塗装工業では塗膜性能の向上と共に塗装の合理化を計るため塗料ならびに塗装技術の開発が活発に行なわれている。電子線塗膜硬化法はこのような要求を満足する新技術として最近大きな注目を浴びるようになった。この方法は塗膜の迅速硬化が可能であるばかりでなく潜在的に多くのすぐれた特長を有している。

この報告では電子線硬化の特長、照射装置関係について簡単に紹介し、硬化塗膜の力学的性質が従来の加熱法とどのような差異を生じるかについて調べる。また現在開発されている塗料品種およびその塗膜性能についても考察した。

MELCOM-7000 シリーズ

嶋村 和也*・坂 和 磨*

MELCOM-7000 Series Computer Systems

Kamakura Works Kazuya SHIMAMURA・Kazuma BAN

MELCOM-7000 series computer systems consist of two high-performance medium to large-size computers, 7500 and 7700, with nanosecond hardware and powerful software. They are ideally suited to a wide range of application requiring fast computation, concurrent input/output and high volume through-put,

The MELCOM-7000 series simultaneously perform real-time operations in the foreground and general-purpose batch computation including remote batch computation in the background while providing interactive services to many time-sharing users. Above all, the MELCOM-7000 series' modular design offers a unique combination of performance and economy to meet the needs of today while providing for future growth.

1. ま え が き

MELCOM-7000 シリーズは、中形から大形に至るまでの範囲をカバーする最新鋭電子計算機ファミリの総称である。

MELCOM-7000 シリーズは、タイムシェアリング、リアルタイム、リモートバッチなど急速に拡大発展している、新しい計算機利用に適応した新しい技術を取り入れて開発されたものであり、今後の計算機利用の要求に十分こたえられる電子計算機である。

2. シリーズの構成

現在は MELCOM-7500, MELCOM-7700 の 2 機種からシリーズを構成しており、シリーズ内ではプログラムの互換性がある。図 2.1 に MELCOM-7700 の全景を示す。



図 2.1 MELCOM-7700 システム
MELCOM-7700 system.

3. 設 計 思 想

MELCOM-7000 シリーズの設計思想は、1) 高度の多重利用を可能にすること、および 2) 処理のスループットを最重視して、高性能の発揮をねらったことの二つに集約でき、これらの点がまた大きな特長となっている。

3.1 高度の多重利用

MELCOM-7000 シリーズは、タイムシェアリング、リアルタイム、リモートバッチ、ローカルバッチの四つの形態の処理を 1 台で同時に進めることができる。また各処理形態において多数の利用者の処理を同時にこなす。

う。このような同時利用を多重利用と呼んでいる。MELCOM-7000 シリーズの多重利用の特色を次に述べる。

(1) タイムシェアリング処理

タイムシェアリングとは同時に多数の利用者が、1 台の計算機を共有して異なった処理を行ない、しかも自分 1 人で計算機を占有しているかのごとく利用できる形態であり、利用者はデータ伝送回線を通して、計算機に接続された端末装置を介して遠隔地から計算機を利用し、端末装置を通じて利用者が計算機と会話するかのよう利用できる。この利用技術はきわめて高い技術レベルを必要とし、国内ではまだ実験的なしは試験的段階にとどまっているのに対し、MELCOM-7000 シリーズは、格段に進んだ技術を確立しており、これらの段階を脱して実用のタイムシェアリング処理が行なえる世界的にも数少ない計算機となっており、最大 128 人の利用者がまったく同時に計算機を利用できる。

(2) リアルタイム処理

リアルタイム処理は、プラント・実験設備などの計算機の外部の事象をとらえこの事象の変化、またはデータの発生に瞬時に応答する必要があるようなシステム、またはデータ伝送回線を介しての利用者からの情報の問い合わせに対して、迅速に回答する必要があるようなシステムで要求される形態である。

MELCOM-7000 シリーズは、リアルタイム処理に必要である高速応答の性能を大幅に向上させる設計をハードウェア、ソフトウェアの両面に採用しておりしかもいくつかのリアルタイム処理を同時に扱うことができる同時処理能力を持たせてるので、プラント・実験設備などからの高速データ収集と制御、メッセージスイッチング、問い合わせなどにすぐれた能力を発揮し、リアルタイム処理では追従を許さない技術を有している。

(3) バッチ処理

多くの処理をまとめて計算機に与えて高速に処理させる形態で、一般に大量のデータを処理する必要があることが多い。

MELCOM-7000 シリーズでは、処理すべきプログラムおよびデータのジョブとしての入力、処理結果の出力を処理そのものの実行とは独立して、同時に併行して行なう同時処理機能を持たせており、中央処理装置の能力を有効に利用して多くの利用者の処理を次々とまとめてさばいて行く処理性能を大きく向上させている。

(4) リモート バッチ 処理

リモート バッチ 処理は、遠隔地に設置された小形電子計算機に相当する端末装置を高速データ伝送回線を介して計算機に接続し、遠隔地の端末装置から通常のバッチ処理と同じ処理を行なわせる形態であり、MELCOM-7000シリーズの計算処理能力を遠隔地の多くの使用者に提供する。このリモートバッチ処理の利用によって、従来バッチ処理を計算機が設置された中央のみで行なっていたときに使用者からみて、ターンアラウンドタイム（処理を要求してから結果を受取るまでの時間）が長いという苦情が出ることをカバーし、使用者が遠隔地に散在しているようなときに使いやすく便利な新しいサービスを提供することができる。また従来経済的な面から計算機を導入できないでいた小規模の使用者にも中央に設置された計算機の強力な豊富なサービスを与えられるようになった。

3.2 高いスループット

ここでスループット（through-PUT）とは、ハードウェアのみでなくソフトウェアを含めて実使用したときに、単位時間にどれだけの処理をさばいたかの総合処理性能である。従来から使用者の苦情として、電子計算機のハードウェア本体のカタログ性能のみが高くても、ソフトウェアとともに実使用してみると思ったより総合処理性能が出ないということが見られたが、MELCOM-7000シリーズは、この点での飛躍的向上をもたらしている。

すなわちMELCOM-7000シリーズでは、ハードウェア本体の性能を高くするのみでなく、ソフトウェアの効率を上げるために、ソフトウェアの動作を助けるハードウェア機能の導入、多重利用に伴う使用者から見て不必要な処理時間およびむだ時間（これを合わせてオーバーヘッドと呼んでいる）の減少、ソフトウェア性能の向上に設計の重点が置かれている。その一端をあげると次のとおりである。

(1) 主記憶のオーバーラップアクセス

主記憶に対する中央処理装置および入力処理装置からのアクセスは、おのおの独立したアクセスパスを持つ方式で、メモリアクセスが相互にオーバーラップできるようにしている。特にタイムシェアリングでは、多数の使用者が同時にファイル記憶装置に情報を出し入れするので、主記憶との転送能力がシステム全体の性能を左右することとなり、このメモリアクセスのオーバーラップがスループットの向上に直接役立っている。

(2) 高速磁気ディスクの利用

ファイル記憶装置としては、磁気ディスクパック、磁気カードのほかに、特にMELCOM-7000シリーズのために開発されたアクセスタイムが短く転送速度が著しく早い高速磁気ディスクをシステム制御のプログラム、言語処理プログラムなどのシステム性能に直接影響するファイル記憶の部分に使用し、ファイル記憶装置のアクセス待ち、データの転送待ちのために中央処理装置が、有効な処理をせずに遊ぶむだ時間を大幅に短縮している。これにより特にリアルタイム処理、タイムシェアリング処理、バッチの連続処理のスループットは顕著に向上している。

(3) プログラムの高速切り換え

特にタイムシェアリング処理・リアルタイム処理では、高度な多重利用に伴って多数のプログラムをマルチプログラミングで同時に動作させることとなり、ひん繁にプログラムの切り換え制御が必要となる。この多重利用に伴うマルチプログラミングを能率良く行ない、プログラムの切り換えに付随するオーバーヘッドを減らすために特別のハードウェアとして、プログラムごとに専用の演算レジスタを持たせる多重レジスタ方式、プログラムの切り換えをハードウェアで起動するためのプログラム制御用の多重割込み機構を採用している。

(4) プッシュダウンスタックの利用

多重利用に伴うマルチプログラミングに際して、プログラム切り換えに必要なプログラムの状態情報の退避記憶、およびリアルタイム処理に必要なリエントラントプログラミング（同時ふくそう（輻輳）再使用可能なプログラミング方式）の作業領域の動的割り当てを迅速に行なうため、プッシュダウンスタックと呼ぶ記憶方式を扱うハードウェアの命令を用意している。

プッシュダウンスタックは、情報の順序立った階層的多重記憶を可能にするすぐれた方式である。

(5) ページングによるプログラムの動的再配置

タイムシェアリング処理では、多数の使用者の処理を同時に進めるため、主記憶への多数のプログラムの同時割付けを最適化し、主記憶の使用効率を上げることがシステム全体のスループットを左右する。

このためにMELCOM-7000シリーズでは、プログラムをページと呼ぶ小さな単位に自動的に分割して、ページごとに主記憶内の任意の領域に配置および再配置できる機構を備えている。この機構の利用により特にタイムシェアリング処理のスループットは2～3倍にまで高められている。

(6) ソフトウェア性能

ソフトウェア性能を向上させるため、ソフトウェアのオペレーティングシステムの準備もシステムの規模に合わせて4段階に分けており、規模に合った最適化を行なっている。また言語処理プログラムもコンパイル速度の向上、オブジェクトの最適化、言語仕様を選択など使用者の要求の多様性を満足させるため、おのおのの用途に合わせて数種類ずつ用意するきめの細かい配慮を行なっており、実使用時のスループット向上を計っている。

4. ハードウェア

4.1 システム構成

(1) 基本構成

MELCOM-7000シリーズの基本システム構成は、図4.1に示すように主記憶を中心とし、主記憶に演算制御を行なう中央処理装置（セントラルプロセッサ）、入出力チャンネル動作を行なう入出力処理装置（I/Oプロセッサ）を接続し、さらに入出力処理装置の先にファイル記憶装置、入出力装置などの周辺装置を接続することで構成される。

主記憶はおのおのが独立して動作できる主記憶モジュールから構成し、最大8個の主記憶モジュールまで増設できる。入出力処理装置も最大8個まで増設できる。

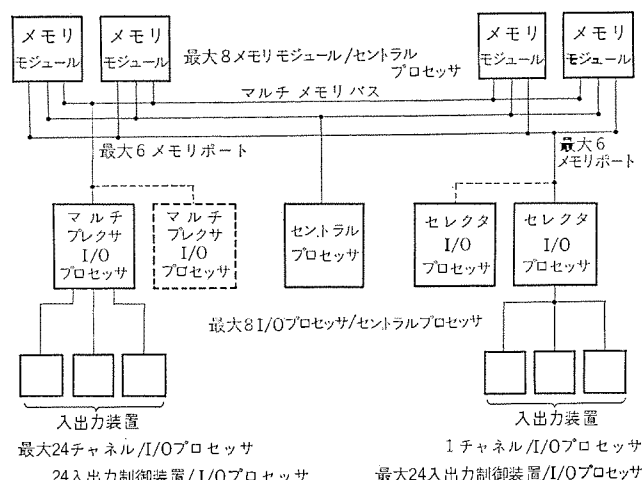


図 4.1 基本システム構成
Basic system configuration.

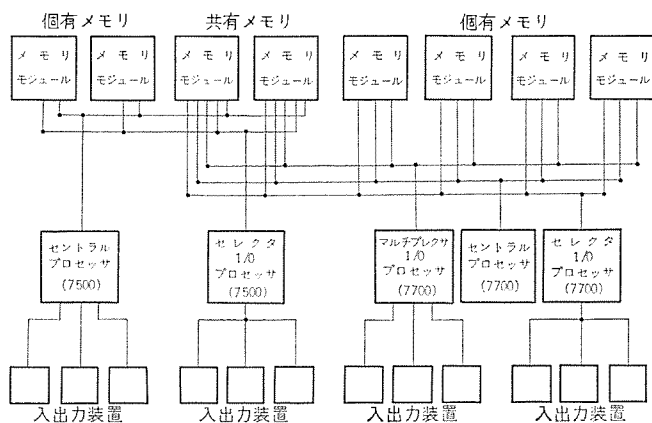


図 4.2 マルチプロセッサ構成
Multiprocessor configuration.

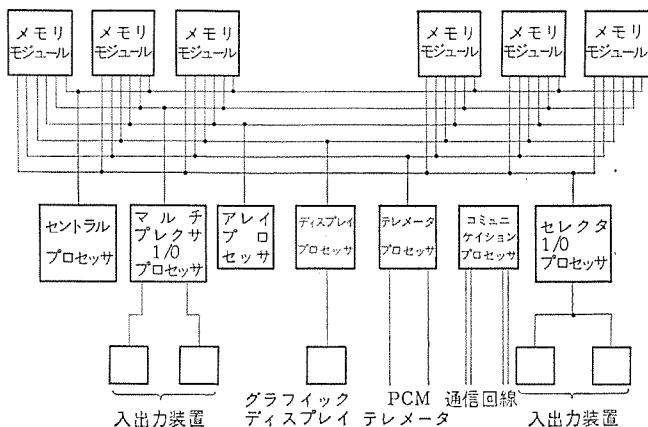


図 4.3 拡張システム構成
Extended system configuration.

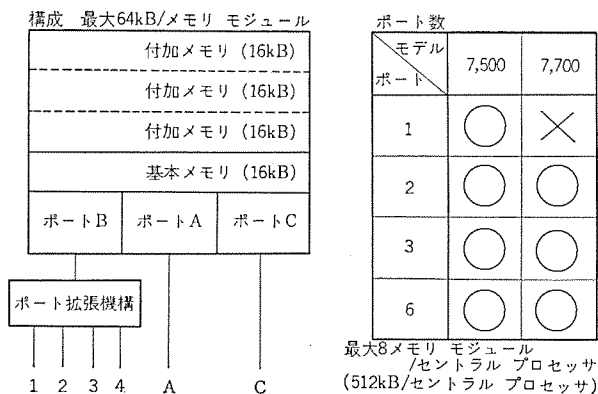


図 4.4 主記憶 モジュール
Main memory module.

このような MELCOM-7000 シリーズ のシステム 構成上の特長は次のとおりである。

(a) モジュール性

主記憶・中央処理装置・入出力処理装置・周辺装置は相互に独立したモジュールとなっており、ビルディングブロック方式でシステムを構成できる。設置後の増設もビルディングブロック方式で行なえる。

(b) 主記憶のオーバラップアクセス

主記憶は複数の主記憶モジュールに分れており、各主記憶モジュールは相互に独立して動作できる。このため一つの処理装置から連続して主記憶をアクセスするときに異なった主記憶にアクセスを割り付けるインターリーブ方式を使用することにより、一つのアクセスと次のアクセスとをオーバラップさせて主記憶の実効アクセス時間を短縮して処理性能を向上できる。

また主記憶には複数のアクセス母線を接続できる方式を採用しており、各処理装置が固有の母線を使用するので各処理装置からのアクセスが同一の主記憶モジュールでないときは、主記憶が一つの処理装置で占有されるための待ち時間をなくして、全体の処理能力向上に役立たせている。これを多重母線による主記憶のバンク方式と呼んでいる。小構成では一つの母線を複数の処理装置で共有して使用することもできる。

(2) マルチプロセッサ構成

主記憶のアクセス母線(メモリーポートともいう)の接続条件は、処理装置間で標準化されているので、一つのシステムに複数の中央処理装置をもついわゆるマルチプロセッサシステムも容易に構成でき、処理能力の円滑な向上の目的および予備を備えた冗長システムによる信頼性の向上などに、有効に使用される。図 4.2 に構成例を示す。

(3) 拡張構成

システム構成の方法には、基本的な中央処理装置・入出力処理装置のほかに、用途に応じた専用処理装置を組み入れた拡張構成もあり、大きな特長となっている。図 4.3 に構成例を示す。標準の専用処理装置には次のものがある。

(a) 多重演算処理装置

大量のデータの解析などで、データのおおのと同じ型式の演算を次々と施していくような場合に、演算性能の飛躍的向上を計る処理装置である。内部に複数の乗算・加算を行なう演算ユニットを内蔵しており、中央処理装置とは独立して併行動作できる。最大 14 個までの演算ユニットを増設でき、14 個の演算が同時に遂行される。

このような同形式の演算を必要とする演算処理には、実時間データ解析などで必要とされる相関係数の計算、フーリエ解析などがある。

(b) ディスプレイ処理装置

グラフィックディスプレイ装置を複数台制御し、画像を表示させるための専用処理装置である。主記憶から画像表示データおよび表示用指令プログラムを読み出して動作する。CAD(Computer-Aided Design) などにおける会話形使用に適するように、高度の機能をもつグラフィックディスプレイ処理装置である。

(c) 通信制御処理装置

最大 128 回線までの多数のデータ伝送回線を、計算機に接続するための通信制御用処理装置である。処理装置は、パッケージ式に通信制御のマイクロプログラムを出し入れできる方式であり、低速から高速に至る多種のデータ伝送回線を制御して、直接主記憶とデータを送受する。なお MELCOM-7000 シリーズは、この通信制御処理装置のほかに入出力処理装置の先に接続される通信制御装置も用意している。

(d) テレメータ処理装置

遠隔地からの高速データ収集のために、特別に用意されている通信制御処理装置で、PCM, PAM, PDM 方式による高速通信回線を多数接続し、遠隔地から大量のデータ収集を行なう。

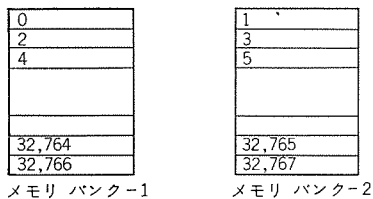
4.2 主記憶

主記憶は、中央処理装置当たり最大 8 個の主記憶モジュールより構成される。一つの主記憶モジュールの記憶容量は、8 ビットを 1 バイト(1 B)とするバイト単位で表現して 16 KB から 64 KB までである。したがって主記憶の最大記憶容量は 512 KB である。

各主記憶モジュールには最大 6 本のアクセス母線が接続できる。図 4.4 に主記憶モジュールの構成を示す。

主記憶から一度のアクセスで読み出し書き込みされる情報量は、4 バイトである。すなわち 4 バイトを 1 語(ワード)としている。主記憶

2-WAY
(2バンク)



4-WAY
(4バンク)

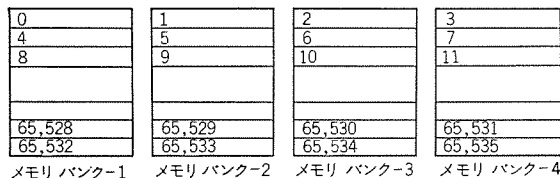


図 4.5 インタリーブ方式によるアドレス割付け例
Address assignment of memory interleaving.

からの読み出し書き込みの動作時間であるサイクルタイムは $0.85 \mu s$ である。ただし主記憶のアクセスにインタリーブ方式を使用しており、各処理装置からのアクセスをできるだけ異なった主記憶モジュールに配分するような主記憶アドレスの割り付けを行ない、オーバーラップアクセスするので実効サイクルタイムは $0.56 \mu s$ で動作する。インタリーブ方式によるアドレスの割り付けは 2WAY, 4WAY の二つがあり、いずれでもシステム構成に合わせて選択して使用できる。インタリーブ方式の主記憶モジュールへのアドレスの割り付けの例を図 4.5 に示す。

4.3 中央処理装置

4.3.1 構成

中央処理装置の構成ブロック図を図 4.6 に示す。

4.3.2 データ形式

中央処理装置で演算の対象として取り扱うデータの形式は、二進固定小数点（半語・語・倍長語）、二進浮動小数点（短長・倍長）、十進固定小数点（可変長）、論理数（バイト・語）、文字（可変長）の別がある。図 4.7 にデータ形式の一覧表を示す。

このデータ形式は現在の多くの電子計算機で使用されているデータ形式を包含しており、他機種とのデータの互換性が十分に考慮されている。

4.3.3 はん用レジスタ

演算に使用するレジスタおよびアドレス修飾用のインデックスレジスタをまとめて 16 個のレジスタがある。これら 16 個のすべては演算レジスタとして使用できるほか、16 個のうち 7 個がインデックスレジスタとして使用できる。このように 16 個のレジスタは多目的に使用できるのはん用レジスタと呼んでいる。

MELCOM-7000 シリーズの特長として、これらのはん用レジスタは 16 個を 1 組として MELCOM-7500 では 16 組まで、MELCOM-7700 では 32 組まで多重に付加できるようにしている。これにより、多重利用のマルチプログラム時に各プログラムが他のプログラムとは異なったはん用レジスタの組を使用することができ、プログラムの制御の切り換えが迅速化できる大きな利点が発揮される。

はん用レジスタの用途を図 4.8 に示す。

4.3.4 命令

(1) 命令形式

命令は最も能率良く命令実行ができるように、主記憶の読出し幅の 4 バイト（1 語）の長さに統一された形式をとっている。命令形式は、図 4.9 に示すように四つの形式に統合されている。

いずれ形式の命令演算の内容を示すオペレーションコード、データのアドレス指定、インデックスレジスタの指定、間接アドレスの指定、演算に使用

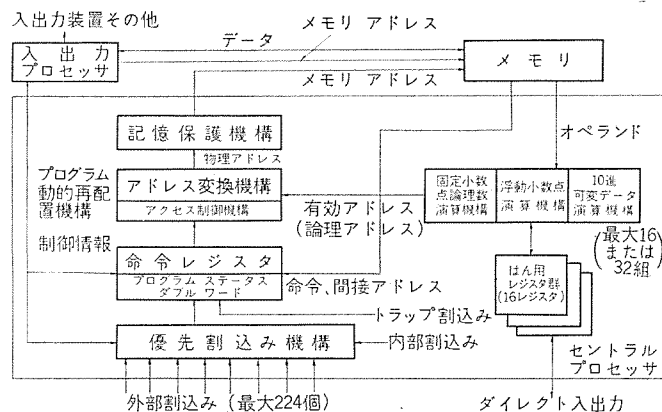


図 4.6 中央処理装置構成ブロック図
Central Processor block diagram.

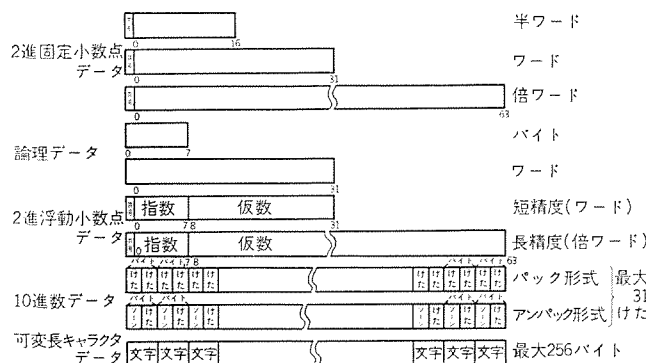


図 4.7 データ形式
Data format.

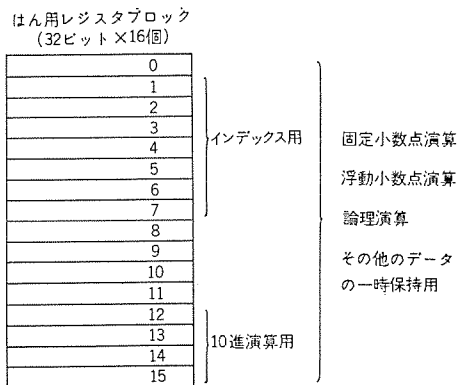


図 4.8 はん用レジスタ
General purpose register.

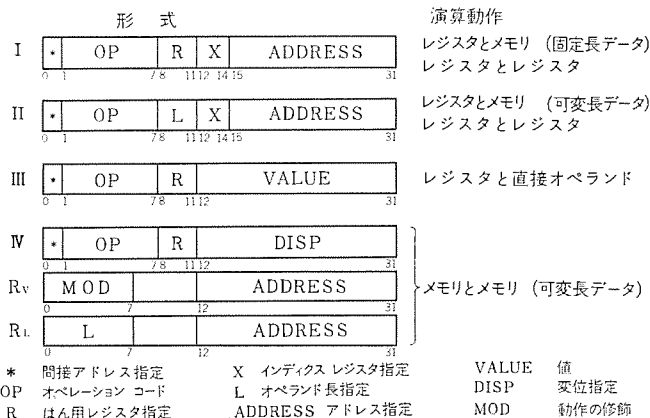


図 4.9 命令形式
Instruction format.

するはん用レジスタの指定、データ長の指定などのフィールドに分けられている。

各命令形式における演算機能の内容は次のとおりである。

(a) 命令形式1

はん用レジスタ中のデータと主記憶中のデータ、またははん用レジスタ中のデータと他のはん用レジスタ中のデータとで演算を行ない、結果をはん用レジスタまたは主記憶中に残す動作を指令する。演算対象データは固定長である。主として二進固定数点の演算論理数の演算に使用する。

(b) 命令形式2

はん用レジスタ中のデータと主記憶中のデータ、またははん用レジスタ中のデータと他のはん用レジスタ中のデータとで演算を行ない、結果をはん用レジスタ、または主記憶に残す動作を指令する。演算対象データは命令中のデータ長指定に従う可変長である。主として十進数の可変長演算に使用する。

(c) 命令形式3

はん用レジスタ中のデータと命令自身の中に有しているデータとで演算を行ない、結果をはん用レジスタに残す。主記憶のアクセスを必要としないので、この形式の命令の利用により処理の高速化に有効である。主として二進固定数、論理数の演算に使用する。

(d) 命令形式4

主記憶中のデータと主記憶中のデータとで演算を行ない、結果を主記憶に戻す動作を指令する。可変長の文字データを扱う命令である。命令の実行に際してははん用レジスタ中の2個のレジスタを使用し主記憶中のデータの一方のアドレスおよびデータ長を保持することとしている。

(2) アドレス方式

命令で主記憶中のデータを位置付けるための情報がアドレスである。アドレスを指定する方式としては主記憶アドレスの算出方法、アドレスできるデータの単位が重要な方式上の選択となる。MELCOM-7000シリーズの方式は次のとおりである。

(a) アドレスの算出

命令中のアドレスフィールドがアドレスの基本情報を提供する。これに間接アドレス、インデックスレジスタによるインデックスアドレス修飾を加えられて最終のアドレスが算出される。これらの組合わせで次のような各種のアドレス算出が行なえるようにしている。なおプログラム動的再配置機構を用いた時は、この最終アドレスに対しさらにアドレスの変換がなされる。

(i) 直接アドレス

間接アドレス、インデックスレジスタによるアドレス修飾がなく、命令のアドレスフィールド中の情報がそのままアドレスとなる。

(ii) 間接アドレス

命令のアドレスフィールド中の情報でアドレスされた主記憶中の語が読出され、その語の内容がアドレスとなる。

(iii) インデックスアドレス

命令のアドレスフィールド中の情報に、インデックスレジスタ中の内容を加えたものがアドレスとなる。

(iv) 間接インデックスアドレス

命令のアドレスフィールド中の情報によって間接アドレスが行なわれ、得られたアドレスに対してさらにインデックスレジスタが加えられてアドレスとなる。

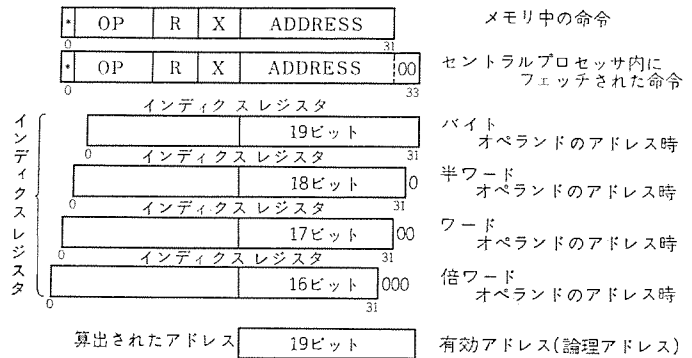


図 4.10 アドレスの自動調整 Displacement indexing.

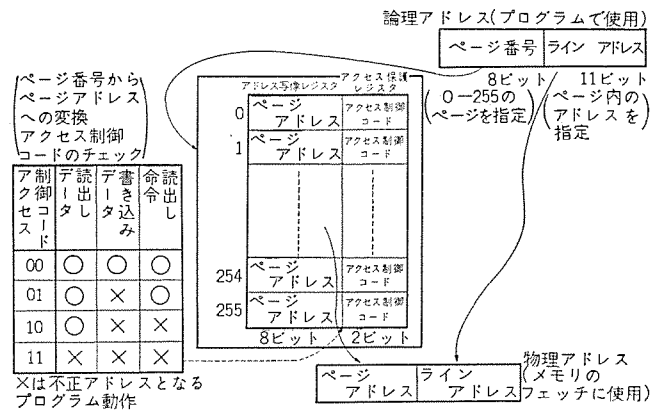


図 4.11 プログラム動的再配置のページング Memory mapping.

(b) アドレスの単位

アドレスできる最小単位はバイトとしている。さらに2バイトを半語、4バイトを語、8バイトを倍長語としてまとめてアドレスできる単位ともしている。これら4種の単位を任意に使い分けてプログラムを容易にし、性能を上げるために命令実行に際してアドレスの自動調整の機能を持たせている。

すなわち命令のアドレスフィールドにインデックスレジスタを加えてアドレス修飾を行なうときに、アドレスすべきデータの単位に合致させて、インデックスレジスタの内容を自動的にシフトしたうえで加えることによってアドレスを作り出す方式である。このアドレス自動調整の様子を図4.10に示す。

4.3.5 プログラム動的再配置

MELCOM-7700は、主記憶中のデータをアドレスするに際し、上記のアドレス算出の結果得られたアドレスをそのまま主記憶のアクセスに使用せずに、さらにプログラム動的再配置機能により、アドレスの内容に変換を加えることによってページングを行なうこともできる。

すなわち図4.11に示すように、アドレス算出によって得られたアドレスの上位部分のみをアドレス写像、レジスタで変換して主記憶アクセス用の新しいアドレスを作り出す。

これをページング方式のプログラム動的再配置といい、プログラムデータは2KB(512語)のページに自動的に分割され、ページごとに主記憶中の異なった領域に割り付けて、プログラムを主記憶中の任意の領域で実行することができる。

またプログラムは主記憶の定まった領域に連続して存在する必要がなくなるため、主記憶領域を有効に利用し、多数のプログラムを同時に存在させることができ、マルチプログラムを行なう能率が大きく向上する。

4.3.6 プログラム保護

同時に多数のプログラムを主記憶中に入れてマルチプログラムを行なうに際しては、プログラム間で誤って他のプログラム領域を破壊したりすることがあると、システム運用に重大な損害をもたらす。

これを防止するためのプログラム保護機構には、次の二つの機能を用意している。

(1) 記憶保護

主記憶を2KB(512語)の格子状のブロックに分割し、主記憶の各ブロックに記憶保護のための錠(ロック)をつける。一方、プログラムはプログラムの走行に関連する制御情報として、この錠を開けるかぎ(キー)を持っている。プログラムが主記憶をアクセスして書き込みを行なおうとしたときに、その書き込みが企てられた主記憶ブロックの錠とプログラムのかぎが比較され、一致すれば書き込みを許し、不一致であれば書き込みを行わずプログラム誤りの割込みを発生させる。

錠およびかぎとしては2ビットのパターンが使用され、これにより主記憶上に千種の異なる保護領域を作ることができる。この機能の動作を図4.12に示す。

(2) アクセス保護

先に述べたプログラムの動的再配置とともに使用し、アドレスの変換に際してアクセス保護レジスタ中の2ビットのアクセス制御コードが同時に参照され、ページごとに行なおうとするアクセスの種類が、アクセス制御コードで許されているか否かのチェックが自動的に行なわれる。許されていないときは、記憶保護の場合と同じくプログラムの誤りの割込みとなる。(図4.11参照)

アクセス制御コードで制御できるアクセスの種類には、次のものがある。

アクセス制御コードのパターン	許されるアクセスの種類
0 0	あらゆるアクセスが許される。
0 1	データの読出し、命令の読出しのみが許される。
1 0	データの読出しのみ許される。
1 1	すべてのアクセスが許されない。

4.3.7 プログラムステータス

中央処理装置は、走行しているプログラムを制御するために必要な情報を集中して保持している。これをプログラムステータスという。

マルチプログラムにより走行するプログラムが切り換わるときには、中央処理装置中の今までのプログラムステータスは主記憶上に退避され、新しいプログラムの情報が主記憶より読出されて新しいプログラムステータスとして入れられる。

主記憶中に退避されたものをプログラムステータスダブルワードと呼ぶ。

プログラムステータスダブルワードの内容を図4.13に示す。プログラムステータス中のプログラム制御情報の意味は次のとおりである。

(1) コンディションコード(CC)

命令の実行の結果の正負零、または比較した結果の等不等、大小などを4ビットのコードとして残す。分岐命令でこのコードをテストしてプログラムシーケンスを変えるのに使用する。

(2) 浮動小数点演算制御(FS, FN, FZ)

浮動小数点命令の実行のやり方を制御する。

(3) 動作モード(M/S)

中央処理装置におけるプログラム実行には、マスタモードおよびスレーブモードの二つの動作モードを設けている。マスタモードは、主としてシステムの制御用プログラムで使用され、すべての命令が使用できる。

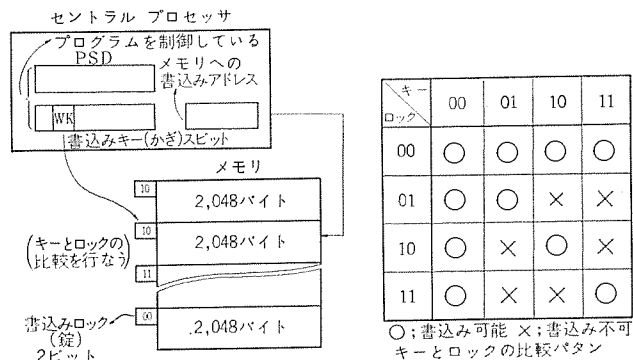


図4.12 記憶保護の動作
Memory protection.

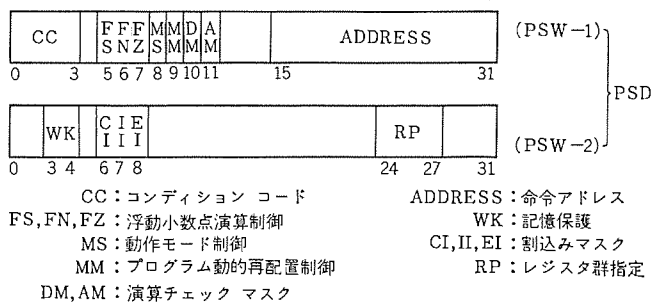


図4.13 プログラムステータスダブルワード
Program status doubleword.

スレーブモードは、命令のうち計算機システムの運転に重大な影響をもつような、入出力命令・制御命令などの命令を除いた一般的演算命令のみを実行できるモードである。

(4) プログラム動的再配置制御(MM)

プログラムの動的再配置機構を動作させるか否かの制御を行なう。

(5) 演算マスク(DM/AM)

二進固定小数点、十進演算の命令の実行のやり方を制御する。トラップのマスクである。

(6) 命令アドレス

プログラムで次に実行すべき命令のアドレスを保持している。

(7) 記憶保護(WK)

プログラムが使用する記憶保護のかぎ(キー)のパターンを保持する。

(8) 割り込みマスク(CI, II, EI)

各種割り込みを許すか否かの制御を行なう。割り込みのシステムマスクと呼ぶ。

(9) レジスタ群指定(RP)

多重に用意してある汎用レジスタのブロックのうち、このプログラムが使用する組を指定する。

4.3.8 割り込み

(1) 割り込みの体系

割り込みには、プログラムの進行とは独立したタイミングで発生するものと、プログラムの進行中命令の実行によって、ひき起こされるものとの2種がある。前者を割り込み信号、後者をトラップ信号と呼んでいる。図4.14に割り込みの体系の一覧を示す。

(2) 割り込みの動作

割り込みが発生すると、自動的に主記憶内の固定領域に割り込みの種類ごとに用意してある、プログラムステータスを入れ換えよというハードウェア命令が実行され、今までの中央処理装置内のプログラムステータスが主記憶に退避され、新しいプログラムステータスが中央処理装置にセットされることで行なわれる。図4.15に割り込みの動作を示す。

{	内部割込み	入出力 タイマパネル スイッチ 機械チェック
	外部割込み	任意の信号 (最大244レベル プログラム制御可能)

{ モニタ コール プログラム チェック	四つのCall命令の実行	
	不正プログラムのチェック	(不正アドレス 不正命令 特殊命令) (記憶保護 アクセス保護)
	演算のチェック	(オーバ フロー その他 プッシュ ダウン スタック チェック)

セントラル プロセッサ

使用されている 各種制御情報

PSD

PSW-1

PSW-2 RP

グループ1

32

2

R₀

R₁

R₁₄

R₁₅

各種制御情報

はん用レジスタ群
(最大16または32組)

トラップ
信号
割込み
信号

固定領域

メモリ

PSD領域

×PSD

×PSD

×PSD

×PSD

×PSD

×PSD

PSW-1

PSW-2

PSW-1

PSW-2

古いPSD

新しいPSD

Figure 1 is a block diagram of the I/O system architecture. It shows the interaction between several key components:

- メモリ (Memory):** Contains data and program areas. The data area is divided into "データ" (Data) and "プログラム" (Program). The program area contains three entries, each with "OP", "RX", and "ADDRESS" fields.
- IOP コマンド (I/O Processor Command):** A block that receives commands from the memory and sends them to the "チャンネル制御" (Channel Control) block.
- チャンネル制御 (Channel Control):** A central block that manages the flow of data between the IOP and the I/O devices. It is connected to the "チャンネル" (Channel) blocks.
- チャンネル (Channel):** A block that handles the data transfer between the IOP and the I/O devices. It is connected to the "チャンネル制御" block.
- 入出力装置 (I/O Device):** A block that handles the data transfer between the I/O devices and the I/O controller. It is connected to the "チャンネル" block.
- 入出力制御装置 (I/O Control Device):** A block that manages the I/O devices and their status. It is connected to the "入出力装置" block.
- セントラル プロセッサ (Central Processor):** Contains the "はん用レジスタ" (Halfword Register) and the "入出力命令" (I/O Command). The halfword register contains "IOP コマンド アドレス" and "ステータス アドレス (IOP 入出力装置)". The I/O command contains "OP", "RX", and "ADDRESS" fields.
- 命令レジスタ (Command Register):** A block that contains the "PSW-1" and "PSW-2" fields.
- PSD (Program Status Word):** A block that contains the "PSW-1" and "PSW-2" fields.
- 入出力割込み (I/O Interrupt):** A signal that is generated when an I/O device needs attention.

The diagram illustrates the flow of data and control signals between these components. The IOP sends commands to the channel control, which then manages the data transfer between the I/O devices and the central processor. The central processor sends commands to the I/O controller, which manages the I/O devices and their status. The I/O controller generates interrupts when an I/O device needs attention.

733

4.3.11 性能

表 4.1 に中央処理装置の代表的演算性能を一覧表にして示す。

4.4 入出力処理装置

MELCOM-7000 シリーズは、入出力能力の大幅な向上のため、従来の入出力チャンネルの機能方式を拡張し、中央処理装置と完全に独立して動作する入出力専用の処理装置としている。これを入出力処理装置 (I/O プロセッサ) と呼んでいる。

表 4.1 中央処理装置代表性能一覧
Specification of central processor.

機 種		MELCOM-7500	MELCOM-7700
演算性能			
演 算 時 間 (μ s)	2 進 加 算 (32 ビット)	2.0	1.4
	浮 動 加 算 (32 ビット)	4.9	3.3
	浮 動 加 算 (64 ビット)	9.9	4.1
	10 進 加 算 (5 けた)	—	20.3
	デ ー タ 移 動 (8 B)	—	10.6
	分 岐	1.2	1.0

4.4.1 構成と動作

入出力処理装置は、周辺装置と主記憶間でデータ転送を行なう入出力チャンネルと、これらのチャンネルを統括するチャンネル制御から構成される。

入出力処理装置は、中央処理装置から起動の指令を受けると以後は中央処理装置とは切り離され、主記憶から入出力動作の指令プログラムを読み出して、解読しながら中央処理装置と独立して動作する。入出力動作の終了は、入出力割り込みで中央処理装置に伝達され出力動作を行なう。この動作を図 4.16 に示す。

4.4.2 入出力コマンド

入出力処理装置が、主記憶から読み出して実行する入出力動作の指令プログラムは、入出力コマンドから構成されており、入出力コマンドを 1 ステップずつ実行する。コマンドダブルワードともいう。図 4.17 に入出力コマンドの種類および内容を示す。

オーダ		バイト アドレス	
0	7	13	31
フラグ		バイト カウント	
0	7	16	31
オーダ	バイト アドレス	フ ラ グ	バイト カウント
Read	任意のアドレス	データ チェイン	最大 65k バイト
Write		コマンド チェイン	
Control		スキップ	
Sense		不正長制御	
Read backward		停止制御	
		割込制御 (3 種)	

図 4.17 入出力コマンド
Input-output command.

4.4.3 入出力処理装置の種類

入出力処理装置には、一つの処理装置で多くのチャンネルをまとめて制御するマルチプレクサ入出力処理装置と、一つの処理装置で一つのチャンネルのみを制御するセレクト入出力処理装置の 2 種がある。

前者は主として中高速の周辺装置を多数接続するために使用し、後者は主として超高速の周辺装置の接続に使用する。両者を任意に組合わせて最大 8 個の入出力処理装置まで増設できる。

4.4.4 性能

入出力処理装置のチャンネル性能一覧を表 4.2 に示す。

表 4.2 入出力処理装置性能一覧
Specification of input-output processor.

機 種		MELCOM-7500	MELCOM-7700
チャンネル性能			
マルチプレクサ 処 理 装 置	チャネル数	0-24	0-24
	転送速度	400 kB/秒 ~800 kB/秒	400 kB/秒 ~800 kB/秒
セレクト 処 理 装 置	チャネル数	0-1	0-1
	転送速度	3,000 kB/秒 ~4,000 kB/秒	3,000 kB/秒 ~4,000 kB/秒

4.5 周辺装置

4.5.1 ファイル記憶装置

高速磁気ディスク、磁気ディスクパック、磁気カードカートリッジによりアクセスタイム、記憶容量の系列を階層的に構成している。

(1) 高速磁気ディスク

ディスクの円板上における記憶トラックごとに読み書きヘッドを持つ固定ヘッド形の磁気ディスクであり、アクセスタイムが短く転送速度が早いので、システムプログラムのファイリング、プログラムの作業領域、タイムシェアリング時のプログラムの入れ換えのスクラップ領域など、主記憶の延長としての大容量二次記憶として最適である。一般のファイル記憶にも使用できる。

高速磁気ディスクには次の 3 系列が用意されている。

(a) 標準磁気ディスク

容 量	0.75 MB/1.5 MB/3 MB の 3 種
平均 アクセス タイム	17 ms
転送速度	188 KB/秒

(b) 高性能磁気ディスク

容 量	6.2 MB
平均 アクセス タイム	17 ms
転送速度	384 KB/秒

(c) 超高速磁気ディスク

容 量	5.4 MB
平均 アクセス タイム	17 ms
転送速度	3,000 KB/秒

(2) 磁気ディスクパック

11 枚の円板から成る交換形のパックを使用するもので、パックを駆動するスピンドルが 1 スピンドルずつ独立した駆動装置と、2 スピンドルを一体とした集団ディスク駆動装置がある。

(a) 単独ディスク駆動装置

容 量	24.5 MB
平均 アクセス タイム	87.5 ms
転送速度	312 KB/秒

(b) 集団ディスク駆動装置

容 量	49 MB
平均 アクセス タイム	87.5 ms
転送速度	312 KB/秒

(3) 磁気カードカートリッジ

磁気カード 384 枚より成るカートリッジから、磁気カードをランダムに引き抜いてはドラムに巻きつけて読み書きを行なうもので、カートリッジ単位で交換可能である。カートリッジ 3 個で 1 組となっており、このうち 1 台がスペアとして用意される。

容 量	226 MB
平均 アクセス 時間	125 ms
転送速度	83 KB/秒

4.5.2 入出力装置

標準的な入出力装置として磁気テープ (7/9トラック)、カード読取り装置、カードせん孔装置、ラインプリンタ、紙テープ読取りせん孔装置、キーボードプリンタなどがある。

4.5.3 図形入出力装置

図形入出力装置としてグラフィックディスプレイ装置、グラフプロッタ装置 (XYプロッタ) がある。グラフィックディスプレイ装置は、ディスプレイ処理装置を介して接続される。一つのディスプレイ処理装置で4台までのグラフィックディスプレイ装置を同時制御できる。

4.5.4 通信制御装置

主記憶に直結して大規模通信制御を行なう通信制御処理装置と、入出力処理装置の先に接続され入出力チャンネルを介する通信制御装置とがあり、50ビット/秒から240Kビット/秒までの通信回線を扱う幅広い選択が可能である。

(1) 通信制御処理装置

マイクロプログラム方式の専用処理装置であり、9,600ビット/秒までの高速通信回線を最大128回線まで扱える。マイクロプログラムによる制御方式により通常の回線制御と監視、通信制御手順の遂行のほか、コード変換、フォーマットチェックなども行なえる高い機能を持つ。マイクロプログラムは回線の種類により差し換えと増設がパッケージ式に行なえる。メッセージスイッチングシステム、大規模なデータ通信システムの構成に適している。

(2) 多重通信制御装置

入出力処理装置の先に接続され、1,200ビット/秒までの通信回線を最大64回線まで取り扱うことができる。特にタイムシェアリングの会話形通信をやりやすくするため全て2重回線を利用し、キャラクタ単位で端末にエコーもとれるほか、端末からの強制割り込み通信の処理もできるように設計されている。

(3) 単回線通信制御装置

入出力処理装置に接続され、240Kビット/秒までの高速通信回線を取り扱うことができる。特にリモートパッチ用の端末装置の接続に使用する。全二重通信を使用して通信効率を上げることおよび割り込み通信処理も可能に考えられている。

(4) テレメータ処理装置

遠隔地点からの高速・大量のデータ収集を行なうための特殊通信制御用の処理装置で、PCM、PAM、PDMなどの方式による通信を取り扱う。

テレメータ処理装置は、内部に制御ユニット、PCMビット同期ユニット、入力フォーマットユニット、量子個ユニット、デジタルアナログ変換制御を有し、各種の高速テレメータシステムの構成に最適である。

4.5.5 端末装置

(1) タイムシェアリング端末装置

タイムシェアリング用の会話形端末としては、割り込み通信機能を持ったキーボードプリンタのほか、CRTキャラクタディスプレイがある。

(2) 問い合わせおよびデータ収集端末

問い合わせ端末にはキーボードプリンタ、CRTキャラクタディスプレイを使用する。データ収集用としてはデータコレクタ、マークシートリーダがある。

(3) リモートパッチ端末

リモートパッチ用としてカード読取り装置、カードせん孔装置、ラインプ

リンタを任意に組合わせることができ、コンパクトな端末が標準的に用意されている。紙テープ装置なども付加できる。

4.5.6 システム結合装置

プラント・実験設備などと直結してデータ収集、制御を行なうためのシステム結合装置には、アナログ入力装置・アナログ出力装置・デジタル入出力装置が用意されている。これらの装置は、制御装置を入出力処理装置に接続して高速に連続動作させることもできるし、または中央処理装置のダイレクト入出力機構に接続して、中央処理装置のはん用レジスタとプログラム制御のもとに直接情報を出し入れすることもできる。

またこれらの制御装置の先に付加するためのアナログデジタル変換装置、デジタルアナログ変換装置、サンプルホールド機構、アナログマルチプレクサ (スキャナ) なども豊富に用意してある。

特に高速なデータ収集のための高速アナログマルチプレクサ、高速アナログデジタル変換装置は国内でも例を見ないほど高性能のものである。

5. ソフトウェア

5.1 オペレーティングシステム

MELCOM-7000シリーズのソフトウェアは、オペレーティングシステムとして体系化されており、モニタ (制御プログラム) プロセッサ (処理プログラム) から構成される。プロセッサは、使用者が使用者プログラムを登録することにより任意に拡大できる。

5.2 オペレーティングシステムの種類

MELCOM-7000シリーズのオペレーティングシステムは、次のように四つのデザインレベルのものを取りそろえており、用途およびシステムの規模に合わせて最適なものを利用できるようにしている。

5.2.1 RBM

リアルタイム処理を主とし、複数個のリアルタイム処理を同時処理することができる。またリアルタイム処理と併行してバッチ処理 (ローカルバッチ) もあわせ行なえる。

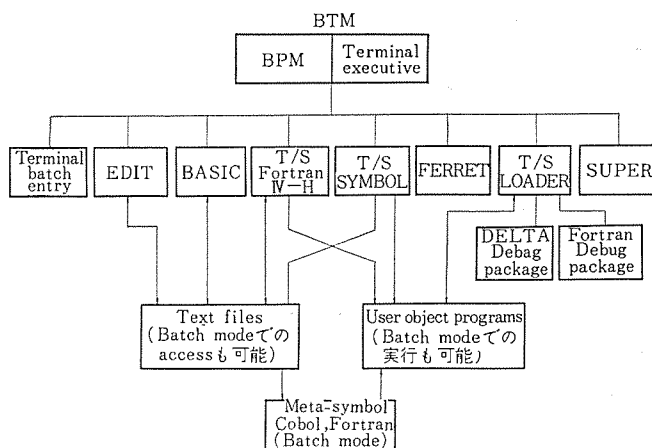


図 5.1 BTM タイムシェアリングシステムの構成
BTM time-sharing system.

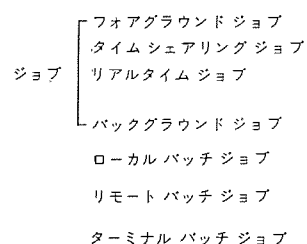


図 5.2 ジョブの種類 Kind of jobs.

最小構成のデザインレベルは主記憶 64 KB (16 K 語) である。

5. 2. 2 BPM

バッチ処理を能率良く行なう高度な管理機能を持ち、遠隔地からのリモートバッチの処理も行なえるとともに、複数のリアルタイム処理も同時に処理する。最小構成のデザインレベルは、リアルタイム処理をバッチ処理、リモートバッチ処理と同時処理するときで主記憶 128 KB (32 kW) である。

5. 2. 3 BTM

上述の BPM の高度なバッチ処理、リモートバッチ処理の機能に加え、最大 38 人の使用者が同時に利用できるタイムシェアリング処理を行なう。タイムシェアリングの利用者は、端末から会話形の処理を行なえるほかにバッチ処理を要求することもできる。これはリモートバッチ処理の拡張した形態であり、ターミナルバッチと呼んでいる。

最小構成のデザインレベルはタイムシェアリング処理とバッチ処理を同時処理するときで、主記憶 192 KB (48 kW) である。

オペレーティングシステムのタイムシェアリング処理の構成は、図 5. 1 に示されている。

5. 2. 4 UTM

バッチ処理・リモートバッチ処理・リアルタイム処理に加えて、最大 128 人のタイムシェアリング利用者を全く同時にサービスできる、タイムシェアリング処理が行なえる大規模システム用のオペレーティングシステムである。主記憶の動的割り付けの管理をプログラム動的再配置機構を使用して行なっている。

最小構成のデザインレベルは 256 KB (64 kW) である。

5. 3 モニタ

モニタの機能をジョブ管理・タスク管理・ファイル管理・資源管理に分けて以下に述べる。

5. 3. 1 ジョブ管理

(1) ジョブの種類

計算機で処理すべき仕事の単位をジョブと呼んでいる。MELCO M-7000 シリーズのオペレーティングシステムは、同時に複数のジョブの処理を進めて行くマルチジョブを行なう。このマルチジョブを円滑に行なうのがジョブ管理の機能である。

MELCOM-7000 シリーズのジョブ管理は、ジョブをフォアグラウンドジョブとバックグラウンドジョブに大別して扱う。

フォアグラウンドジョブとなるのは、タイムシェアリングの利用者のジョブとリアルタイム処理のジョブである。バックグラウンドジョブとなるのは、ローカルで行なうバッチ処理のジョブ、遠隔地からのリモートバッチ処理のジョブおよびタイムシェアリング利用者が要求したターミナルバッチのジョブである。

図 5. 2 にジョブの種類を示す。

(2) ジョブの入力方法

ジョブの計算機システムへの入力方法は、きわめて高い自由度を持つのが特長である。フォアグラウンドジョブ、バックグラウンドジョブのおのおのにおけるジョブの入力方法は次のとおりである。

(a) フォアグラウンドジョブの入力

タイムシェアリングのジョブは、タイムシェアリング端末装置から入力される。リアルタイム処理のジョブは、端末装置から入力できるほか、ローカルなバッチ処理を利用してジョブの一つとして入力し、以後フォアグラウンドジョブとして扱うこともできる。

(b) バックグラウンドジョブの入力

ローカルバッチ処理として計算機室内の周辺装置から入力するほか、

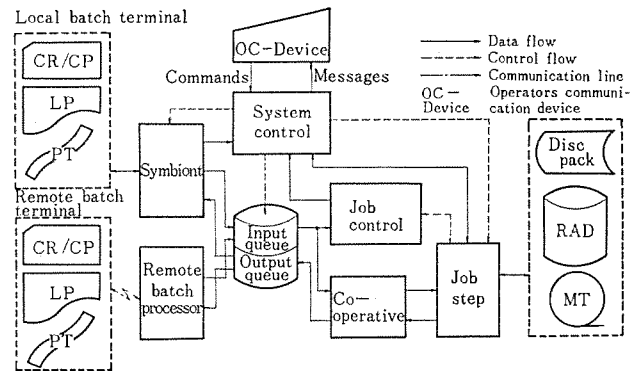


図 5. 3 ジョブ管理の流れ
Data and control flow of job management.

リモートバッチ処理の場合は、遠隔端末装置から入力される。ターミナルバッチのときは、タイムシェアリング端末から入力される。

(3) ジョブ管理の動作

バックグラウンドジョブの入力は、入力ストリーム（インプットストリーム）と呼び、ジョブ管理の入力プログラムで計算機システムの周辺装置からの磁気ディスク上に次々に読込まれ計算機システム内に内部待行列を作る。これをジョブの入力待行列と呼んでいる。

一方ジョブ管理のジョブスケジューリングプログラムが、この入力待行列から各ジョブごとにつけられたジョブの優先処理順位に従って、処理すべきジョブを選び出し、ジョブをさらにいくつかのステップ（ジョブステップ）に分解しながら、処理に必要な計算機システムの資源を割り当ててセットアップを行ない、ジョブの実行処理を開始させる。

こうして処理されたジョブの処理結果の出力は、出力ストリームと呼ばれ、次々に磁気ディスク上の内部待行列に入れられる。これをジョブの出力待行列と呼んでいる。

この出力待行列は、ジョブ管理の出力プログラムによって計算機システムの外部への出力ストリームとして周辺装置に出力される。このジョブ管理の遂行に際して、BPM, BTM, UTM のモニタでは、ジョブの入力ストリームの入力、ジョブの実行処理、ジョブの出力ストリームの出力は、相互に独立して完全に併行同時処理される。すなわち、ジョブ管理そのものがマルチプログラミングで動作し、一つのジョブの入力を行なっているときに、他のジョブが同時に実行されており、またこれとは異なったジョブの出力が同時に進行していることとなる。またジョブの優先順位に従ってスケジューリングされるので、割り込みによる特急処理の扱いも行なえる。

さらにジョブ管理は入力ストリームを複数個同時に行なうこと、および出力ストリームを複数個同時に行なうこともできるマルチストリーム方式である。

この高度なジョブ管理の機能により、ジョブの実行処理では、磁気ディスクのようなファイル記憶装置のみがジョブのプログラムで直接読み書きされ、カード読取り装置・カードせん孔装置・ラインプリンタのような中央処理装置の処理速度に比較して、相対的に低速な入出力装置を直接扱うことは不必要となり、このための非能率を解消して処理のスループットを飛躍的に向上している。

このようなジョブ管理のジョブ入力、ジョブ出力の併行同時処理機能を、MELCOM-7000 シリーズではシンビオント（Symbiont）と呼んでいる。図 5. 3 にこのジョブ管理の流れを示す。

フォアグラウンドジョブは、タイムシェアリングのような会話形の利用、リアルタイム処理のような応答の迅速性が要求されるので、ジョブ管理もシンビオントを使用してジョブの待行列を作ることなく入力されたジ

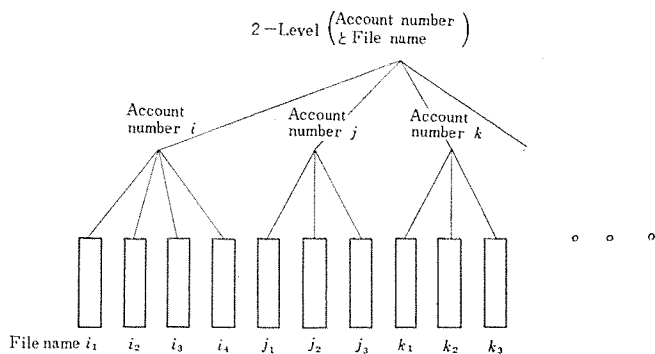


図 5.4 ファイルの登録管理 (カタログ)
File management (cataloging).

Access Organization	Sequential	Direct
Consecutive	○	×
Keyed	○	○/×
Direct	×	○

○：組合せ可 * Random access device fileでは可
×：組合せ不可 MT fileでは不可

図 5.5 データの編成方法とアクセスの種類
File organization and access method.

ジョブは直ちにジョブスケジュールされて、ジョブの実行処理に入る。

(4) ジョブ管理用言語

使用者がジョブ管理に対してジョブの定義、ジョブの優先処理順位、ジョブの処理に必要な計算機システムの資源の割り当ての要求、ジョブの処理に対する細かい指示などを与えるためのジョブ管理言語が、バックグラウンドジョブ用、タイムシェアリングジョブ用に分けて用意されている。

5.3.2 タスク管理

(1) タスク管理の種類

計算機システムの資源を割り当てられて、その資源を占有する単位をタスクと呼んでいる。MELCOM-7000シリーズでは、すべてのモニタにおいて同時に複数個のタスクが走行するマルチタスクによるマルチプログラミングを行なう。このマルチタスクを進めていくのがタスク管理の機能である。

バックグラウンドジョブおよびフォアグラウンドジョブのうちのタイムシェアリングジョブでは、ジョブがジョブステップに分割されて処理され、ジョブステップが一つのタスクとなり、ジョブの実行中はタスクは順次に一つずつ動作する。フォアグラウンドジョブのうちのリアルタイムジョブは、ジョブの実行中に複数個のタスクが同時に存在して同時に動作する。

(2) タスク管理の機能

タスク管理の中心機能には、マルチタスクによるマルチプログラミングのため次々とタスクを切り換えながら走行させるためのタスクディスパッチがある。

MELCOM-7000シリーズでは、タスクディスパッチのタスクのスケジュール、切り換えを助けるための高度な割り込み機構のハードウェアを用意してあるため、著しく高速にタスクディスパッチを行ないプログラムの切り換えによるオーバーヘッドを大幅に減少してスループットを向上させている。

(3) タスク管理の制御方法

タスク管理の機能を制御するために、使用者プログラムに対してはモニタをコールするマクロ言語が用意されている。また計算機システムの外部から割り込み信号によっても制御できるようにしており、きびしいリアルタイム処理の要求に応ずることができるよう配慮している。

5.3.3 データ管理

ジョブの扱うデータを統一的に管理するのが、データ管理の機能である。データの中にはプログラムも含めて管理しており、プログラム管理の機能も含んでいる。

(1) データの管理方法

ジョブの扱うデータは、ファイル記憶装置または入出力装置に存在する。このうちファイル記憶装置上のデータは、データのまま集った集合に名前をつけてファイルとして扱い、使用者ごとに登録(カタログ)しておくことができる。ファイルの使用者を識別するためアカウント番号(Account Number)が使われる。図 5.4 にファイルのカタログの様子を示す。

プログラムファイルについては、一つのファイルの中に多くのプログラムを収容し、一つのプログラムをファイルを構成する要素(エレメント)としており、使用者のアカウント番号・ファイル名・プログラム名(エレメント名)の3レベルでカタログする。

なお、ファイルのカタログに際しては、タイムシェアリングでの利用を考慮して相互に必要なファイルの共有、相互にファイルの機密保護を行なうため Password という特別なファイルアクセスの暗号機能も持たせることができるのが特長である。

(2) ジョブとデータの結合

使用者のプログラムは、プログラム中でデータを扱うのに固有の名前をつけておく。この名前は、実際のファイル名とは異なっていてよく、内部ファイル名と呼ぶ。

ジョブの実行に際してジョブ管理言語によってこの内部ファイル名をカタログされている実際のデータのファイル名または入出力装置名と結合することを指示してジョブとデータの結合を行なわせる。

この方法により、プログラムは扱う実際のデータがどこにいかなる形態で存在するかを意識せずに書いておくことができ、実行時になって任意のファイル・入出力装置を使用することができる。

(3) データの編成方法

データの編成方法には次の三つがある。図 5.5 にデータの編成方法とアクセスの種類を示す。

(a) コンパクト編成

データの集合を一方の端から順次アクセスしていき逐次処理するための編成である。

(b) キー付き編成

データの各レコードは識別のための固有のキーを持っており、データの集合を順次アクセスして逐次処理することもでき、任意のレコードのみをランダムにアクセスしてランダム処理することもできる。

(c) ランダム編成

データの各レコードは、レコードの入っているファイル記憶装置内のアドレスで識別され、データの集合をランダムにアクセスしランダム処理する編成である。

5.3.4 資源管理

計算機システムの資源として管理されるのは主記憶・ファイル記憶装置・入出力装置などがある。これらの資源管理の方法は次のとおりである。

(1) 主記憶

主記憶の管理方法としては、主記憶を前もって複数個の領域に分割しておき、各領域に一つのジョブを割り当てていく方法と、主記憶を分割せずにプールしておき、ページング動的再配置機構を利用して、各ジョブの必要に応じて必要なだけの領域をページ単位で割り当てる方法がある。

前者の方法は RBM, BPM, BTM で使用され、多重領域分割割り当て (Multi-Partition) と呼んでいる。

後者の方は UTM で使用され、ページ割り当て (Paging) と呼んでいる。ページ割り当ての方法にも、ページごとにジョブステップの進行に従って必要なページを割り当てるページ要求方式とジョブが必要とする全ページを一度に割り当てるページロード方式があるが、ページ要求方式はオーバーヘッドが大きい欠点があるので、UTM ではページロード方式を採用している。

(2) ファイル記憶装置

ファイル記憶領域の割り当ては、ファイルに必要な領域を前もって一度に割り当てる方式と、ファイルの増大に従って必要な分だけ逐次動的に割り当てる方式との二つがあり、データの編成方法によって使い分けている。すなわちコンゼクティブ編成、キー付編成のときは動的割り当てとし、ランダム編成に対しては一度に割り当てるようにしている。

磁気ディスクパック、磁気カードカートリッジのように交換可能なファイル記憶装置では、パック、カートリッジ単位での管理も併せ行なわれる。

5.4 プロセッサ (処理プログラム)

5.4.1 言語処理プログラム

世界的にも最高水準をいく言語仕様の提供、および同一の言語に対しても目的に応じて数種類の言語処理プログラムを用意するなど、きめの細かい配慮が大きな特長である。

言語処理プログラムとしては、アセンブラ・FORTRAN・COBOL が代表的であるが、このほか ALGOL 記号処理用の SNOBOL、リスト処理用の言語なども用意されている。PL/I は現在開発が進められている。

(1) アセンブラ

アセンブラには Symbol・Macro-Symbol・Meta-Symbol と呼ぶ 3 種がある。マクロ命令、条件付アセンブラができる高級なアセンブラである。

(2) FORTRAN

FORTRAN には、FORTRAN IV-H・FORTRAN IV・Real-Time FORTRAN IV-H・Real-Time FORTRAN IV・SHEF FORTRAN IV・FLAG の 6 種がある。

(a) FORTRAN IV-H

JIS-7000 レベルを上まわる言語仕様を持つ。特にコンパイルの速度を上げることが重視されている。

(b) FORTRAN IV

FORTRAN IV-H の言語仕様をさらに拡張したもので、世界的にも最高水準の FORTRAN である。特にオブジェクトプログラム作成に際し、オブジェクトプログラムの最適化を十分行ない、オブジェクトの能率向上が重視されている。

同一のソースプログラムで計算精度を単長・倍長のいずれでも計算できるようにする、ADP (Automatic Double Precision) のような便利な機能も備えている。

(c) SHEF FORTRAN IV

上記の FORTRAN IV と同じ言語仕様でコンパイルの速度を上げる

ことを重視したものである。

(d) FLAG

プログラムのコンパイル、実行を通じたターンアラウンドをきわめて高速に行なうことができる In-Core のコンパイラであり、オブジェクトを直接コアの上に作り出し、直ちに実行してしまう方式である。

FLAG は比較的小さいプログラムを多数連続処理するとき、または FLAG で高速にデバッグを行ない、最終のオブジェクト作成と実行は、他のコンパイラで行なうなどの併用方式の使用でスループットの大幅な向上をもたらす。

特にデバックの簡便さを重点的に配慮して、プログラムの誤りに対する診断情報を特にていねいに指示するようにしている。

(e) Real-Time FORTRAN IV-H

FORTRAN IV-H の言語仕様にリアルタイムプログラム作成に必要な言語仕様およびライブラリを付加したコンパイラで、リアルタイムプログラムのためリエントラントなオブジェクトも作成できる。

(f) Real-Time FORTRAN IV

FORTRAN IV の言語仕様にリアルタイム用の言語仕様を付加し、オブジェクトもリエントラントにすることもできる。

(3) COBOL

COBOL コンパイラには、COBOL-65 と COBOL-68 の 2 種がある。

(a) COBOL-65

COBOL-65 の言語仕様に準拠し、世界で広く標準として認められている米国の USASI COBOL の要求言語仕様を、ほとんどすべて高いレベルでもうらしている最高水準の COBOL である。従来の COBOL-61 の言語仕様に準拠した COBOL に比べ機能が著しく広いため、ソースプログラムの短縮、ジョブのステップ数を少なくすることができ

この COBOL が有している機能を、USASI COBOL の要求レベルと対比して並べると次のようになり、いずれも最高である。

NUCLEUS	レベル 2 (レベル 1, 2 あり)
TABLE HANDLING	レベル 3 (レベル 1, 2, 3 あり)
SEQUENTIAL ACCESS	レベル 2 (レベル 1, 2 あり)
RANDOM ACCESS	レベル 2 (レベル 0, 1, 2 あり)
SORT	レベル 2 (レベル 0, 1, 2 あり)
REPORT WRITER	レベル 2 (レベル 0, 1, 2 あり)
SEGMENTATION	レベル 2 (レベル 0, 1, 2 あり)
LIBRARY	レベル 2 (レベル 0, 1, 2 あり)

(b) COBOL-68

COBOL-65 以後の COBOL 言語の発展をとり入れて、新たに開発を進めている世界的に最も進んだレベルの COBOL である。

5.4.2 はん用ファイルマネジメントシステム

MIS (Management Information System) におけるデータ基地 (データベース) を作り上げるために必要な道具として最近話題を集めているはん用ファイルシステムには、MANAGE・DMS の 2 種を用意している。

(1) MANAGE

データベースの更新、検索を行なうためのはん用ファイルマネジメントシステムであり、特に平易にだれでもが使用できることを重視して、データベースを構成するファイルの体系構造はレベルを少なくし、ブランチを多くとれるようにし、データの検索後のレポート作成機能を充実させている。

(2) DMS

IDS(Integrated Data Store)と同じ考え方のはん用ファイルマネジメントシステムであり、データベースを構成するファイルの体系構造もレベル、ブランチ、親子関係を任意にとれて連想的検索も行なえる高度な機能を持つ。

5.4.3 サービスプログラム

各種のサービスプログラムを用意している。

(1) SORT/MERGE

データの分類・併合を行なうもので、中間ファイルには磁気テープ・磁気ディスクのいずれでもよくまたは磁気テープ・磁気ディスクの混合でも作業を行なえるはん用プログラムとなっている。磁気テープに対しては、テープの逆読みを利用したBackward-Polyphase SORTと呼ばれる高級な手法を使用し効率を上げている。

(2) LOADER

いくつかに分割して作成されたプログラムの結合(リンケージ)を行なうプログラムで、プログラムの結合に際しては作り上げるプログラムにオーバーレイ(Over-Lay)構造を持たせることもできる。FORTRAN・COBOL・アセンブラなどのオブジェクトプログラムはすべて標準形式に統一してあるので、このLoaderにより任意に結合できる。

(3) EDCON (EDITOR)

ファイルしてあるテキストの編集に使用し、テキストに対してそう入、削除などの更新を行なう。EDCONで編集するテキストファイルとしては主としてプログラムファイルがあり、使用者のソースプログラムの一部の更新、編集などのプログラム管理に有効に利用される。

(4) FMGE

ファイルを計算機システムに登録(カタログ)したり、登録から削除したりするファイル管理のほか、ファイルを各種媒体間で移し変えるMedia-Conversion、ファイルのリスト作成などのユーティリティ作業を行なう。

5.4.4 タイムシェアリング処理プログラム

タイムシェアリングにおいて、会話形で使用できる各種会話形言語処理プログラムなどが豊富に用意してある。

(1) BASIC

Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Codeの略で米国のダートマス大学で開発され、タイムシェアリングの会話形言語として最も広く利用されているはん用プログラム言語である。

初心者も簡単に卓上計算機モードで使用できるほか、熟達者も高度な利用が行なえる幅広い機能を備えており、各種用途に使われる。コンパイラ自身がリエントラントプログラムとなっており、多数の利用者で共有されて動作する。

(2) T/S FORTRAN IV-H

先に述べたFORTRAN IV-Hと同じ言語仕様をもつ会話形のFORTRANで、使用者が端末からFORTRANプログラムをステイメントずつ打ち込むとそのステイメントは直ちにコンパイルされ、誤りがあればすぐ端末に返され、その場で修正できる。プログラムを端末から入れ終わったときには、コンパイルも終わっており直ちに実行に入れる。

(3) T/S FORTRAN IV

高度な科学技術計算用の会話形FORTRANである。UTMのもとして使用する。コンパイラ自身がリエントラントプログラムとなっており、多数の利用者で共有に使われる。

(4) T/S Symbol

会話形アセンブラであり、ステイメントずつ端末から打ち込まれるたびにアセンブルを行なう。デバッグもシンボリックですべて行なえる。

(5) T/S Meta-Symbol

さらに高度な機能を持つ会話形アセンブラである。アセンブラ自身がリエントラントプログラムになっているため利用者間で共有して使用できる。

(6) APL

Iversonが提唱した各種問題解決用の高級な会話形はん用プログラム言語である。

(7) T/S MANAGE

はん用ファイルマネジメントシステムであるMANAGEを会話形としたもので、タイムシェアリング端末からデータベースの更新・検索・レポートの作成を要求することができる。

(8) T/S LOADER

タイムシェアリングモードで動作するオブジェクトプログラム結合用のサービスプログラムである。

(9) EDITOR

ファイルしてあるテキストの編集に使用し、テキストに対してそう入・更新・削除を行なえる。EDITORの編集するテキストとしてはプログラムファイルがあり、端末からプログラムファイルの作成、更新などのプログラム管理を行なえる。

なおタイムシェアリングで動作するプログラムとバッチ処理されるプログラムでは、その形式に相互に完全な互換性があるので、バッチ処理させるプログラムの作成・管理をタイムシェアリング端末から行なえるほか、バッチ処理用に作成したプログラムをタイムシェアリングで実行させることもできるのが大きな特長である。

(10) FERRET/PCL

タイムシェアリングの端末からファイルの登録・消去、ファイルのコピー、リスト作成などの各種ファイル管理を行なうサービスプログラムである。

(11) SUPER

タイムシェアリングの使用者の登録・消去などのシステム管理を行なうものである。

5.4.5 応用プログラム

基本的な応用プログラムには次のものがある。

(1) SSP

各種科学技術計算用サブルーチンが200種以上そろえられたライブラリである。

(2) FMPS

高級なLPパッケージであり、Separable, Programming感度分析なども行なえ、マトリックスのジェネレーション、レポート作成機能も含まれている。

(3) PMS

プロジェクト管理用のPERT, CPMを集めたパッケージである。

(4) APT

N/C(数値制御)工作機械の制御プログラム作成用の言語である。

(5) GPDS

GPSSとも呼ばれる離散系のシミュレーション言語である。

(6) SL-1

CSSLと同じ連続系のシミュレーション言語で、方程式およびブロック図のいずれでもシミュレーションを行なえる。

(7) GDL

グラフィックディスプレイ装置用のパッケージで、会話形の使用も考慮し

て階層的な高度なデータ構造のもとに、ディスプレイ画面のデータを管理できる機能も有している。グラフプロッタ(XYプロッタ)も併用できるようにもしている。

5.4.6 タイムシェアリング応用プログラム

(1) 科学技術計算用

SSPのすべてがタイムシェアリング用としても用意されている。

(2) 事務処理用

端末装置から販売管理・生産管理・財務管理・人事管理などを行なうパッケージが用意されている。

(3) グラフィックディスプレイタイムシェアリング

グラフィックディスプレイ装置を使うタイムシェアリングシステムで、複数台のグラフィックディスプレイ装置からキーボード、ファンクションキー、ライトペンを使って会話することができる。

CAD(Computer-Aided Design)のシステムなどに最適である。

(4) 研究実験用タイムシェアリングエグゼクティブ

通常のキーボードプリンタなどのタイムシェアリング端末のほかに、多数の実験装置も接続して、高速なデータ収集と制御を多数の研究者が同時に行なえるMILE(Multiple Interactive Laboratory Executive)がある。

6. む す び

以上述べたようにMELCOM-7000シリーズは、高度な多重利用が行なえ、高いスループットを発揮し、特にタイムシェアリング、リアルタイム処理ではきわめて高い機能を持つ特長ある電子計算機であり、今後急速に発展する各種の計算機利用の要求にこたえて、三菱電機の電子計算機機種系列の主力機種として、各方面に広く利用され、独自の地歩を築くことと確信している。

MELCOM-83 小形電子計算機システム

大矢 博*・渡辺 義彦*・宮崎 光二*・本間 雅美*

MELCOM-83 Compact Computer System

Kamakura Works

Hiroshi OHYA・Yoshihiko WATANABE・Kôji MIYAZAKI・Masami HONMA

MELCOM-83, a compact computer for business use, is VRC (a Visible Record Computer) which is easy to operate, permitting direct input.

It has features as follows : (1) The program formation is easy. (2) No medium is needed for the input and output operation. (3) Unlike a computer in general, no special setting-up condition is required. (4) It has high reliability. (5) It is inexpensive, and yet the performance/cost is high. (6) High speed large capacity external memory can be connected to it. (7) By the combined use of display and CIA display the inquiry is made possible. This computer is the one to be used for multiple purposes such as an exclusive machine for large scale industries and a total system for small and medium scale enterprises.

1. ま え が き

日本経済の国際化とともに経営情報システムの確立と省力化の一環としての事務処理の合理化が、企業の優劣を左右する最も重要な課題となってきた。MELCOM-83はこのような時代的背景を考慮して大企業には専用機として、中小企業にはトータルシステム用としても使用可能な多目的電子計算機として開発したものである。

MELCOM-83は(1)操作が容易であること(2)誰でも容易にプログラムが作成可能なこと(3)直接入力ができ、出力もオペレータが容易に確認できるビジュアルレコードコンピュータ(Visible Record Computer)であること(4)高信頼度であること(5)安価であることの5項目を基本条件とし、ユーザの要望を十分取り入れて製品化した超小形電子計算機である。昭和44年5月の製品発表以来好評を博し、納入台数も多数になり、なお急増する受注に対処すべく目下鋭意増産中である。

2. MELCOM-83の特長

MELCOM-83のおもな特長は次のとおりである。

(1) 多項目の分類集計や、多種類の業務処理ができる

主記憶装置は1,000語(6,000バイト)であり、アクセスタイム10msであるため多項目の分類集計が容易である。

(2) 原始データを直接インプットできる

原始データをカード等の媒体に変換することなく、データキーボードから直接インプットできるので使いやすく、業務処理が合理的、能率的に処理できる。

(3) 容量の大きい外部記憶装置が付加できる

記憶容量10,000語(60,000バイト)、アクセスタイム10msの磁気ディスクを外部記憶装置として付加できるので、ディリ作業とともにデータファイルとしても使用しうる。

(4) ディスプレイがついている

数値表示装置がついていることによりテンキー式の最大の欠点であった置数したデータのチェックができるようにするとともに、主記憶装置または外部記憶装置の内容を表示する機能を加えて、在来の超小形電子計算機では不可能であった処理システムを実現した。

(5) 任意にメモリ内容のインクファイアリに応じることができる

ディスプレイと増設機器のCIA(Current Instruction Address)表示装置により、オペレーションの途中でも任意にメモリ内容のインクファイアリ(問合せ)に応じられるので、たとえば在庫確認などが容易にできる。

(6) 周辺装置の付加によりシステムの拡張が容易にできる

周辺装置を組合わせることにより、企業の規模を問わず、ビルディングからデータプロセッシングまであらゆる業務に最適のシステム構成が可能である。

(7) パフォーマンスコストが高い

すぐれた処理能力に比し低価格であり、全IC化により高信頼度であるため維持費も安くパフォーマンスコストがきわめて高い。

(8) 空調や特別な電源が不要なためどこにでも設置できる

湿湿度の変化や、電源変動に十分耐えられるよう設計してあるためどこのオフィスにも容易に設置することができる。

3. MELCOM-83の仕様

3.1 オペレーションコンソール

3.1.1 入出力タイプライタ

文字キー 48キー、4段シフト

ISO配列(英カナコンビ)

印字速度 20字/秒

活字間隔 10字/25.4mm(ピカサイズ)

印字幅 132文字/行

3.1.2 データキーボード

けた数 12けたテンキー式

3.1.3 紙テープパンチ

コード ISO8単位

せん孔速度 20字/秒

チェック 偶数パリティ

エッジカード 使用可能

3.2 プロセッシングユニット

3.2.1 入出力制御装置

3.2.2 演算制御装置

演算方式 2進法10進法 1語=12けた+符号

演算素子	モノリシック IC (TTL, DTL)
制御方式	ストアードプログラム 3 アドレス 方式

3. 2. 3 主記憶装置

種 類	高速磁気 ディスク
記憶容量	1,000 語 (6,000 バイト)
アクセスタイム	10ms

3. 2. 4 ディスプレイ

表示けた数	12 けた + 符号
-------	------------

3. 2. 5 紙テープリーダ

コード	ISO 8 単位 (標準)
読取速度	20 字/秒
チェック	偶数 パリティ
エッジカード	使用可能

3. 3 増設機器

3. 3. 1 外部記憶装置

記憶容量	10,000 語 (60,000 バイト)
アクセスタイム	10 ms

3. 3. 2 高速紙テープリーダ

コード	ISO 8 単位 (標準)
読取速度	200 字/秒
チェック	偶数 パリティ

3. 3. 3 紙テープリーダ

コード	ISO 8 単位 (標準)
読取速度	20 字/秒
チェック	偶数 パリティ

3. 3. 4 高速紙テープパンチ

コード	ISO 8 単位 (標準)
-----	---------------

せん孔速度	150 字/秒
チェック	偶数 パリティ

3. 3. 5 紙テープパンチ

コード	ISO 8 単位 (標準)
せん孔速度	20 字/秒
チェック	偶数 パリティ

3. 4 設置条件

電 源	AC 100 V $\pm$ 10 V 50 Hz または 60 Hz
温 度	5°C $\sim$ 35°C
湿 度	40% $\sim$ 80%

4. システム構成

MELCOM-83 の システム 構成図を図 4. 1 に示す。図中矢印は情報の流れを示し、破線のブロックは増設機器およびその制御部を示す。図 4. 2 に MELCOM-83 の基本構成の外観を示す。左側がプロセッシングユニットで内部に IC を装着した機能カード、主記憶装置の磁気ディスクがあり、卓上部に紙テープリーダを備えている。後部には増設機器用の接せん(栓)が取付けられている。

右側は オペレーションコンソール で上部に タイプライタ および 紙テープパンチを備え、内部には電源を納めている。次に MELCOM-83 の主要機能ブロックについて述べる。

4. 1 主記憶装置

磁気ディスクメモリ で全体で 1,000 語の容量を持ち、000~999 の番地が振当てられている。回転数は 3,000/3,600 rpm で一周に要する時間は 20 ms でディスク 上の番地は 20 トラック $\times$ 50 語の形で配置されている。各トラック には各 1 個の書込/読込ヘッドを持ち、同時読出しヘッドは 1 個である。平均 アクセスタイム は 10 ms/8.3 ms である。

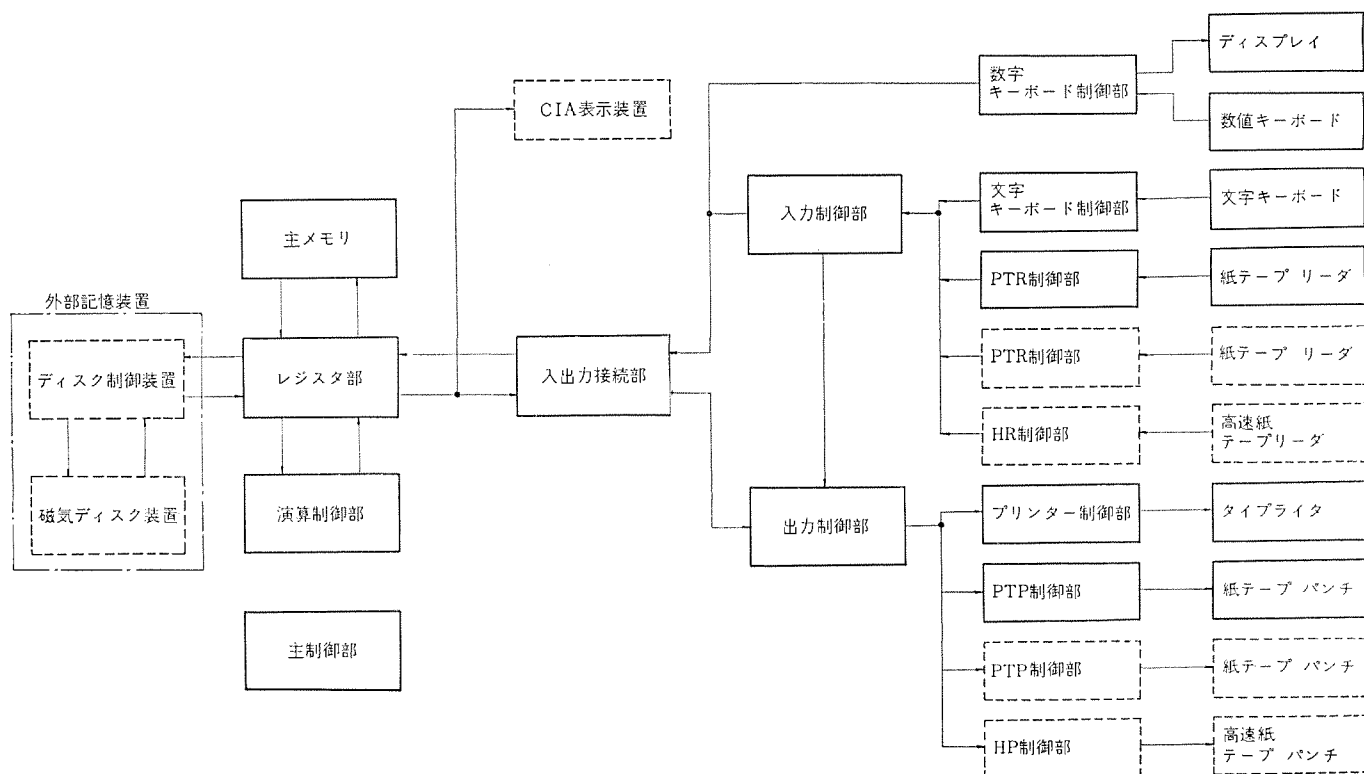


図 4. 1 MELCOM-83 システム 構成図
System configuration of MELCOM-83.

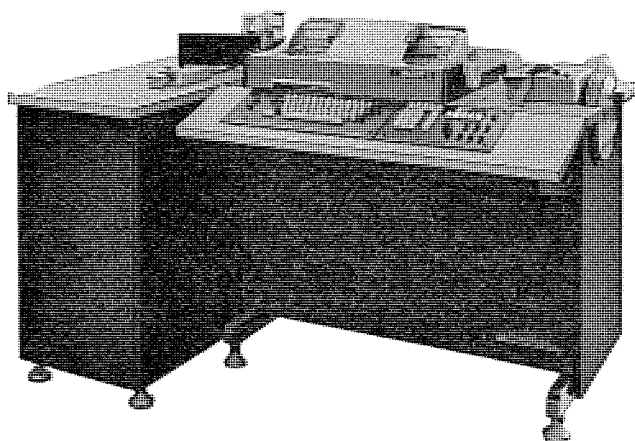


図 4.2 MELCOM-83 基本構成
MELCOM-83 basic system.

主記憶装置に記憶される内容は1語につき52ビットであり、内訳は12けた×4ビット(48ビット)と符号ビット、パリティビット、ダミービットである。

4.2 レジスタ部

レジスタ部にはデータの保持、演算、制御するために下記のレジスタを持っている。

- (1) Aレジスタ 52ビット 演算用主レジスタ、記憶装置との転送レジスタ
- (2) Bレジスタ 52ビット 演算用第2レジスタ
- (3) A*レジスタ 52ビット 乗除算 オーバーフローレジスタ
- (4) ADレジスタ 4ビット レジスタの左シフト用、入力データ伝送用
- (5) Rレジスタ 52ビット 命令語の記憶、修飾レジスタ
- (6) Cレジスタ 12ビット 命令番地記憶レジスタ
- (7) Nレジスタ 12ビット 主記憶装置番地レジスタ

これらのレジスタはプログラムによって使用するものでなく、単にプログラムされた命令を実行するためにのみ使用される。

4.3 演算制御部

すべての演算は10進数で行なわれる。演算部は加算・減算・乗算・除算のほかに大小比較、一致判定、0判定等の判断や命令の修飾、命令番地のカウントなどの動作を行なう。

4.4 主制御部(命令の実行)

命令語は12けたの10進数で操作部3けた、第1番地部3けた、第2番地部3けた、第3番地部3けたに分けられる。操作部3けたは

演算指令	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
	OP A B C

転送指令	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
	OP — B C

群演算、群転送	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
シフト入出力データ	OP A B KC

命令	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
出力命令	NOP A KB KC

比較命令	OP A B N
------	----------

判定命令	OP A M N
------	----------

テスト命令	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
	OP KA M N

飛越命令	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
	OP — — N

入出力制御命令	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
	OP — — KC

ABCはデータ番地、MNは命令番地

KA, KB, KCは制御コード

ABCMNは000~999まで任意

表4.1に34種類の命令を示す。

4.5 入出力接続部

いわゆるチャネルは持っていない。入出力接続部は入出力装置とAレジスタの間のデータ転送を行なう。入力のとき送られてきたコードを数値データとして読むか、文字データとして読み込むか選択してAレジスタに転送する。

数値データ	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 —
	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

(10進12けた)

文字データ	SO ア イ ウ エ オ —
	12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

(6コード)

4.6 数値キーボード

基本入力装置の一つとして数値キーボードがある。これは0から9

表 4.1 MELCOM-83 の命令表
Instruction repertoire of MELCOM-83.

	記号	名称
1	HLT	Halt
2	STP	Stop
3	CME	Compare for Equality
4	CMM	Compare for Magnitude
5	CMZ	Compare for Zero
6	CMS	Compare for Sign
7	JMP	Jump
8	TEM	Test Machine
9	ADD	Add
10	CPY	Copy
11	SUB	Subtract
12	NCY	Negative Copy
13	SUM	Summarize
14	MPY	Multiply
15	DIV	Divide
16	GAD	Group Add
17	GCY	Group Copy
18	TKE	Ten Key Entry
19	RN1	Read Tape Numeric 1
20	RN2	Read Tape Numeric 2
21	WRN	Write Numeric
22	WSN	Write Special Numeric
23	COM	Control Machine
24	TWE	Typewriter Entry
25	RC1	Read Tape Character 1
26	RC2	Read Tape Character 2
27	WRC	Write Character
28	WSC	Write Special Character
29	MES	Memory Selection
30	TRO	Transfer Out
31	TRI	Transfer In
32	SHF	Shift
33	CLR	Clear
34	INS	Insert

までの10個のキーと000, クリア, ファンクションキーよりなる。制御部には12けたのバッファレジスタがあり, 常にデータを受取ることができ, その内容はディスプレイに表示される。

4.7 出力制御部

出力動作は入出力接続部から出力制御部に制御が移されると主制御部と完全に切り離されて出力動作を行なう。出力制御部はデータバッファ1語のほかに出力命令および出力制御用のバッファ, けたカウンタ, 印字フォーマットカウンタ, コード変換器などを持っており独立に動作する。

4.8 ディスプレイ

置数キーボードは作業性の点からテンキー式がよいが, 在来この方式の欠点は置数した数値のチェックができないことである。MELCOM-83はこれを解消するためディスプレイ(数値表示装置)を基本構成に入れることにした。さらにこの装置をより一層有効にするため主記憶装置または外部記憶装置の内容を表示する機能を付加した。これによりCIA表示装置と併用してインファイアリを可能とした。

5. 増設機器

MELCOM-83には増設機器として次のものが準備されている。

5.1 外部記憶装置

ランダムアクセスのできる外部記憶装置として浮動ヘッド形式の高速磁気ディスクメモリを用意している。主要諸元は次のとおり。

記憶容量	10,000 語 (60,000 バイト)
回転数	3,000 rpm/3,600 rpm
平均 アクセスタイム	10 ms/8.3 ms
トラック数	64
書き込み方式	NRZ 方式

これは当社で開発したM-811形小形磁気ディスクを使用している。小形のわりに容量が大きく, アクセスタイムも速いため使いやすいファイルとして有用である。MELCOM-83はオフィスコンピュータであり, 専用電源等を設置しないため外来ノイズがのりやすいのでこれに十分耐えるよう回路に考慮がなされている。記憶方法は1語1セクタで1語単位の転送から999語の転送まで任意語数の読出し, 書き込みができる。図5.1は外部記憶装置の外観を示す。このきょう(筐)体には磁気ディスクを2台まで(20,000語)入れることができ, 最高は100,000語まで増設可能である。

5.2 高速紙テープリーダ

図5.2にMELCOM-83用の高速紙テープリーダの外観を示す。テープワインダが標準装備のため, 長いデータも自動的に巻取ることができ, またプログラムの指令による巻戻しも可能なため使いやすい装置となっている。データの読取りは二度読み方式を採用しているため信頼性も十分である。

5.3 高速紙テープパンチ

外部記憶装置のメモリダンプ用として高速紙テープパンチを供給するのである。このパンチは容易に使用できることを第一に考慮しているため, 信頼度が高く, パンチピンも長寿命のものを採用している。テープワインダも増設でき, 長いテープを手巻きすることは不要である。図5.3は高速紙テープパンチの外観を示す。

5.4 紙テープリーダパンチ

適用業務に依りが多い場合, セカンドリーダおよびセカンドパンチが有用になる。図5.4は紙テープリーダパンチの外観を示す。低価格であるためパフォーマンスコストは高く使いやすい機器である。

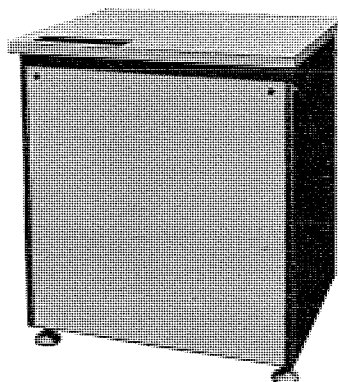


図 5.1 外部記憶装置
External memory.

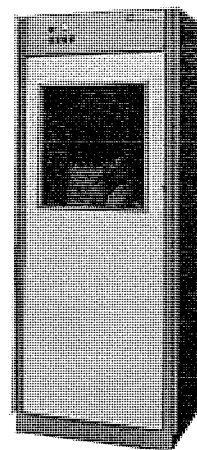


図 5.2 高速紙テープリーダ
High speed paper tape reader.



図 5.3 高速紙テープパンチ
High speed paper tape punch.

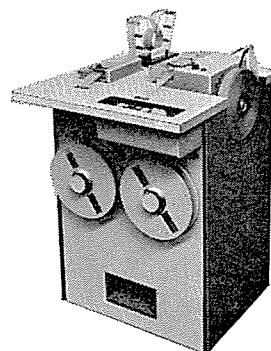


図 5.4 紙テープリーダパンチ
Paper tape reader and punch.

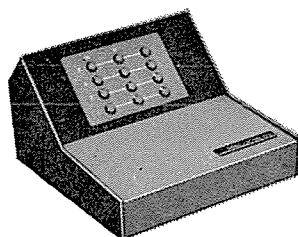


図 5.5 CIA 表示装置
CIA display.

5.5 CIA 表示装置

CIA (Current Instruction Address) 表示装置は現実行命令番地(n)を表示するものである。出力動作が連続する場合は次に出力するデータ番地を示す。表示は2進10進コードでランウの点滅により行なう。この装置のおもな使用目的はディスプレイと組合わせてインファイアリに応じようようにすることと, プログラムのデバッグの補助装置である。CIA表示装置を使用することにより外部記憶装置を一層有効に使用することができ, MELCOM-83の幅広い使い方が可能である。図5.5にCIA表示装置の外観を示す。

6. MELCOM-83のソフトウェア

6.1 ソフトウェアの特長

MELCOM-83のソフトウェアは, 事務用電子計算機として特別な専門家を必要とせず, だれでも簡単にプログラミングが行なえること, メモリを有効に活用できること, ソフトウェアレポートを豊富に用意することに重点をおいて設計した。

6.2 ソフトウェアの体系

MELCOM-83のソフトウェアは次のように分類される。

プログラミング言語《COOL》

ユーティリティプログラム

サブルーチンプログラム

アプリケーションプログラム《SAPP》

6.2.1 プログラミング言語《COOL》

COOL=Customer Oriented Optimum Language は34種の基本命令からなり、その名の示すごとくユーザが簡単に組めるプログラム言語である。基本命令は、命令コード別にグループ化されており、思考の流れに沿ったプログラム方式なので、大変理解しやすく、3日間の「MELCOM-83プログラムコース」を受けるだけで、自由自在に《COOL》を使いこなせる。

《COOL》は「スリーアドレス方式」を採用しているのので、プログラムがメモリに占める割合が少なくすみ、メモリの有効な活用ができる。

命令は、1語12けたの数値からなり、命令部3けたと、番地部3けた×3番地に分けられている。

けた (桁)	命令部			番地部								
	命令		修飾	A番地			B番地			C番地		
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	CMD		M	A			B			C		

主命令部 (CMD=COMMAND)

各種命令コードがはいる。

補助命令部 (M=MODIFICATION)

命令の補助区分、または命令実行の際の変化量などがはいる。

A番地

第一アドレス部とも呼ばれ、第一データ番地または開始番地などがはいる。

B番地

第二アドレス部とも呼ばれ、第二データ番地、終了番地、第二飛先命令番地、印刷様式などがはいる。

C番地

第三アドレス部とも呼ばれ、データ格納番地、第一飛先番地、出力様式などがはいる。

たとえば、今280番地に125が記憶されており、243番地に20が記憶されているとして、それらを掛けて、その積を2けた切り捨てた結果25を176番地に記憶する場合は、

1	4	2	2	8	0	2	4	3	1	7	6
(掛けのさい)			(2けた切り捨て)			(280の内容)			(243の内容)		
									(結果を176に格納せよ)		

となる。

MELCOM-83の主記憶装置は、1,000語であり、この容量で十分複雑なプログラムを組むことができるが、ディリー作業で何種類ものプログラムをストアしておけば、実行のつど容易に呼び出せるので、キーワードによる異種のプログラムの移行が簡単にできる。

6.2.2 ユーティリティプログラム

MELCOM-83のユーティリティプログラムには、ローディングプログラム、I/Oプログラム、番地移動プログラムなどが用意してある。

また、紙テープの複製は、MELCOM-83の機能として、すでに準備してある。

6.2.3 サブルーチンプログラム

非常によく用いられるプログラムは、サブルーチンとして用意してある。

事務計算用サブルーチンとしては、給与計算の所得税と年末調整、貨幣換算・金種計算・期日計算などがあり、平方根・立方根・三角関数・逆三角関数・指数関数・対数関数・浮動小数点など科学技術計算用サブルーチンも各種用意してある。

6.2.4 アプリケーションプログラム《SAPP》

SAPP=Standard Application Program Package は、業種別・業務別の標準プログラムのパッケージ化である。

バリエティに富んだ機器構成により企業の規模・業種に応じて、ビルドからデータプロセッシングまで各種の業務のシステムを提供できるようになっている。

すなわち、実際に計算機を導入する場合、どのようなシステムが考えられるのか、どのような処理が可能であるのか、などについてユーザからの疑問が大変多い。それゆえ《SAPP》によりユーザの業種・業務に合った処理方式を導入の目安にしたいだいて、それをもとにしてユーザ独自の処理方式、入出力方式などを容易に設計することができる。

6.3 操作上の特長

MELCOM-83の操作は、オペレータにとって簡単にできるようになっている。

たとえば、

(1) プログラムや原始データをカードその他に変換することなく、データキーボードからダイレクトインプットができるので業務処理が合理的・能率的に行なえる。

(2) テンキーから入力された内容は、ディスプレイに表示されるので、内容を確認できる。

(3) プログラムスイッチを切替えることにより、任意のプログラムを選択できる。

(4) デュプスイッチにより、紙テープの複製ができる。

(5) ステップスイッチにより、プログラムを1ステップずつ実行させ、各動作を確認しながら作業ができる。

(6) TKEスイッチにより、紙テープリーダーからの読み込みのかわりに、テンキーからインプットすることができる。

(7) タイプライタ、紙テープリーダー、パンチをプログラムと無関係に使用できる。

など、各種の操作がオペレータに負担をかけないで行なえる。

なお、MELCOM-83におけるデバックは、操作がしやすくなっているので容易に行なえる。

すなわち、データキーボードからプログラムをダイレクトインプットできるので、プログラムの内容を任意に変えられる。また、プログラムの内容をディスプレイに表示させ、確認しながらデバックが行なえる。デバックのためにデバックプログラムも用意してあるので、このプログラムを用いることにより、デバックはさらに簡単に行なえる。

6.4 MELCOM-83の適用

MELCOM-83は、基本構成あるいは大容量外部記憶装置、高速紙テープリーダー、パンチなどのバリエティに富んだ機器構成により、販売管理業務・在庫管理業務・工程管理業務・人事管理業務・税務計算業務などあらゆる業務について、ビルドからデータプロセッシングまで広い範囲にわたって利用できる計算機である。

ここでは販売・在庫管理システムについて述べる。

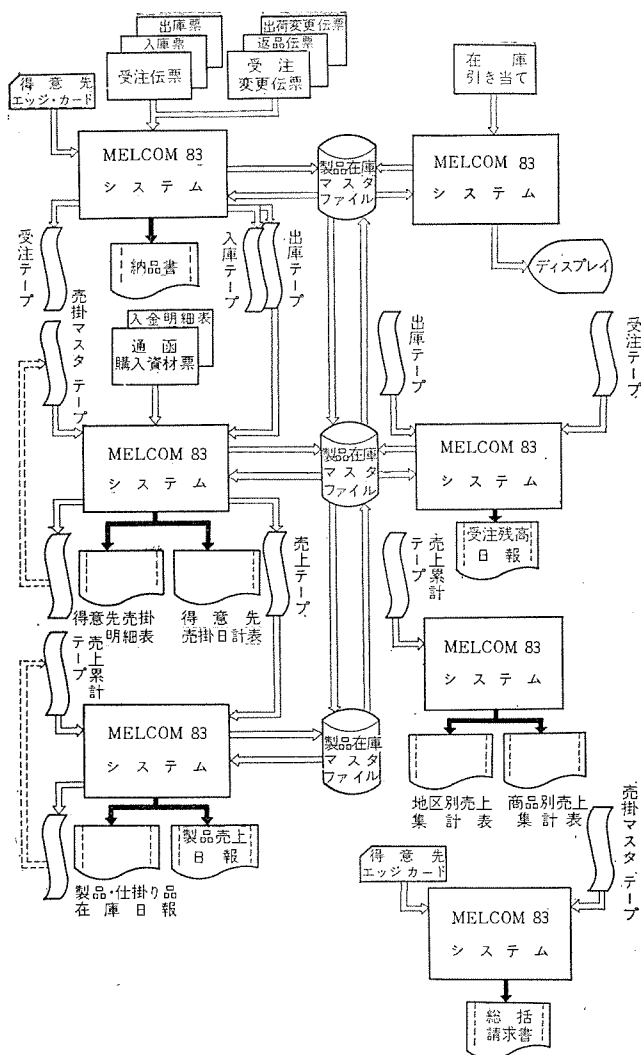


図 6.1 MELCOM-83による販売・在庫管理システム
System flowchart of MELCOM-83 sales and inventory control.

このシステムの特長は、入出庫のつど、製品在庫の間合わせがあったときはディスプレイに在庫数量を表示して示すことである。

機器構成

《基本構成》+《紙テープリーダ》+《紙テープパンチ》+《外部記憶装置》

処理概要

- (1) 製品の入出庫があると、品名コードと数量をキー入力して、製品在庫マスタファイルを更新する。
- (2) 製品在庫の間合わせがあったときは、プログラムスイッチを切換え、品名コードをキー入力すると、現在数量がディスプレイに表示される。
- (3) 受注が起きると、品名コードと数量をキー入力する。紙テープリーダに得意先エッジカードをかけ、住所・氏名を読込ませる。紙テープパンチからは受注テープをパンチアウトする。
- (4) 出庫テープと売掛けマスタテープを読込ませ、通かん(函)購入資材票や入金明細表をキー入力し、マスタファイルの単価と照合計算して、得意先売掛元帳(マイクロ式)を作成する。それが終わったのち、売掛マスタテープを読込ませて、得意先売掛日計表を作成する。
- (5) 売上テープと出庫テープを読込ませて、製品売上日報を作成し、またマスタファイルより製品・仕掛品在庫日報を作成し、売上累計テープの更新をする。
- (6) 受注テープと出庫テープを読込ませて、マスタファイルを利用して受注残高日報を作成する。
- (7) 売上累計テープを読込ませて、地区別累計表を作成し、商品別売上集計表を作成する。
- (8) 得意先エッジカードと売掛マスタテープを読込ませて、総括請求書を作成する。

7. む す び

MELCOM-83の特長をハードウェア、ソフトウェアの両面よりその概略について紹介した。超小形電子計算機の需要は今後ますます増大し、国内のみならず輸出機種としても有望であり、飛躍的拡大が期待される。

MELCOM-3100 DAC システム (はん用データ管理システム)

真木 世之*・市川 照久*・紙谷 和夫*

MELCOM-3100 DAC System (General Purpose Data Control System)

Head Office

Seishi MAKI・Teruhisa ICHIKAWA・Kazuo KAMITANI

Rapid increase in necessity of information has brought about a desire for the appearance of an effective data control system.

As one of the attempts toward the goal, a DAC(data control) system has been worked out. This system has been developed from the MELCOM-3100/40 D as a support system of a data base. By using a chaining technic, overlapping of data is eliminated and many sided utilization of files is made practicable. The DAC system adopts a generation method and user's specification is displayed with a table form. It is particularly effective for the data control of tree structure (such as B/M).

1. ま え が き

MIS (Management Information System : 経営情報システム) を確立するには、次の二つの面をカバーする必要がある。

(1) どのような情報をどのような形で経営者や管理者に提供するか？

(2) そのような情報をどのような装置で、どのような形にたくわえ、どう処理するか？

前者の問題に対しては、トップのニーズが前提になる問題であるとか、逆にトップの意識革命を行ない、ニーズを発掘する必要があるなどと種々の議論がさかんになされており、いくつかのシステムが考え出され提案されている。

しかし当然のことながら、この問題はユーザ自身に固有の問題であり、画一的なシステムでは結局なんの役にも立たないのが現状である。

後者の問題に対しては、ハードウェア面もソフトウェア面も急速に進歩し、PCS 時代のような苦労はなくなった。しかしながらその反面、データ処理のアプリケーションが拡大し、多様化したことにより新たな問題が発生している。すなわち、今までのように個々ばらばらの処理では、ファイルの量、プログラムの本数、処理時間など急激に増大し、ハードウェアの価格が低下しているにもかかわらず、情報処理コストはあまり低下していないということである。

処理の統合化、これが情報処理コスト低下の解決策であり、そのための有効手段として次の事項があげられる。

(1) ファイルをプログラムから切り離すこと。

(2) ファイルを統合し、多目的に利用可能にすること。

前者のねらいはプログラムをより簡単にし、種類を少なくすると同時に、ファイルの内容、たとえばレコードレイアウトを変更しても、プログラムの修正は必要なくなるという具合にプログラムの弾力性を増すことにある。これは、ちょうど入出力動作をロジカル IOCS という形で物理的 I/O 動作と論理的 I/O 動作を切り離すことにより効率を向上させたり、ジョブコントロールカードで I/O 装置の割付けを変えれば、プログラムの修正なしに変更できるというような発想と同じである。

後者のねらいは、一つのファイルを分類のしなおしという処理なしに、いろいろな角度からデータを取り出すことを可能にすることに

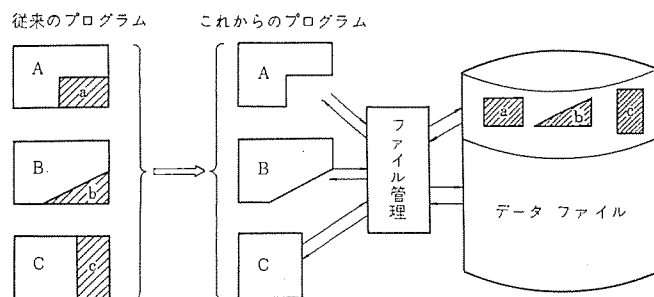


図 1.1 ファイルとプログラムの分離
Separation of files from programs.

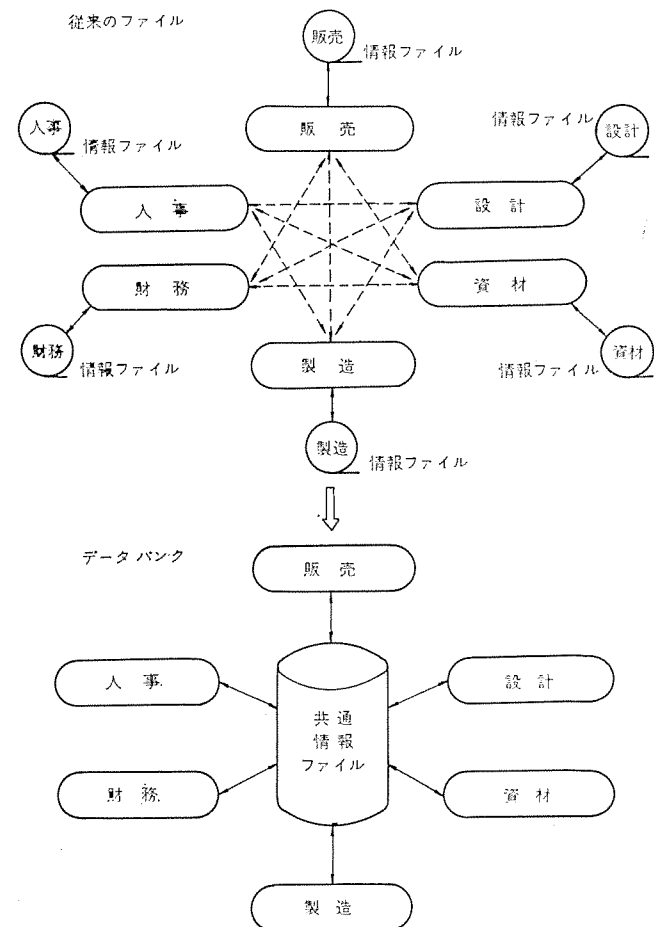


図 1.2 ファイルの統合化
Integration of files.

より多目的に利用しようというもので、従来のごとくデータを重複して持つことをやめ、また分類 (Sorting) とか照合 (Matching) という処理を極力なくすことにある。

このような方向の試みは、決して新しいものではなく、1959 年ころ Share のメンバーにより開発された 709/7090 の 9 PAC にその例を見ることができる。その後、はん用ファイル処理システム、ファイル管理システム、データ管理システム、データベース管理システムなどと呼ばれるソフトウェアが発表され、開発されてきた。しかし、必ずしもこれらがよく利用されているとはいえない。にもかかわらず、最近、非常に脚光を浴び、各社ともその開発に力を注いでいる理由は、利用のための環境条件 (ハードウェアの進歩、利用技術の進歩、ハードウェアコストとソフトウェアコストの比率の変化など) が整い、実用に耐えうるものになったためであろう。

今回発表する MELCOM-3100 DAC システム (はん用データ管理システム) は、このような背景のもとに 1968 年夏より開発に着手し、最近完成したものである。DAC システム開発の動機は、生産管理における B/M (Bill of Material: 部品表管理) を中心とした基準情報管理システムを達成することで、そのため DAC システムの設計思想もデータプロセッシングを主体に置いている。

2. DAC システムの考え方

DAC では情報を次のように分類している。

情報—固有情報 (ある KEY に関する固有の情報を示す)
—結合状況 (KEY と KEY との関係を示す)
—関連情報 (KEY の結合に対して持つ情報を示す)

そして固有情報は マスタファイルとして、結合状況および関連情報はチェーンファイルとして記録し、その間をチェーンにより結びつけている。

たとえば、部品および業者固有の情報は、おのおののマスタファイルとして記録し、購入基準をチェーンファイルとして記録し、その間をチェーンで結びつける。このように記録すれば、部品 A はどの業者からどのような取引条件で購入しているかという情報をすばやく取り出

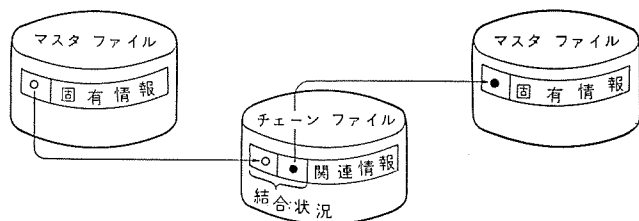


図 2.1 ファイルの結合 Combination of files.

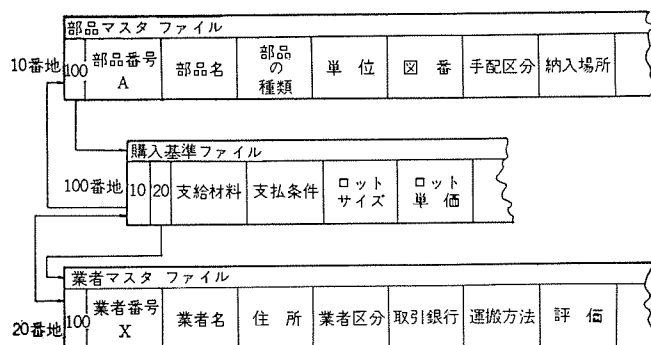


図 2.2 ファイルの結合例
Example of the combination of files.

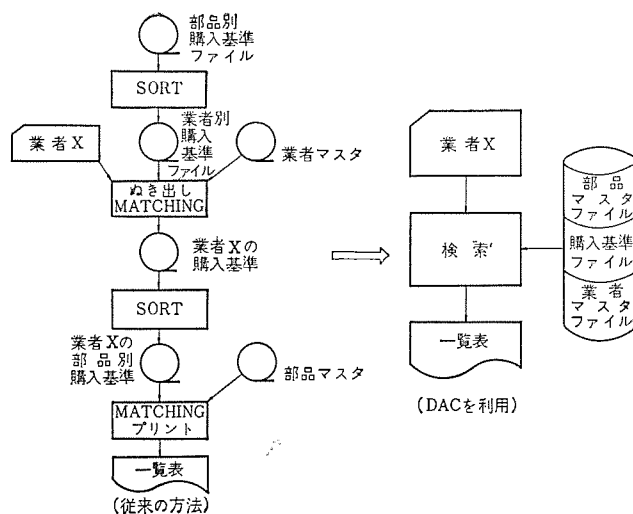


図 2.3 検索ステップの違い
Difference in retrieval step.

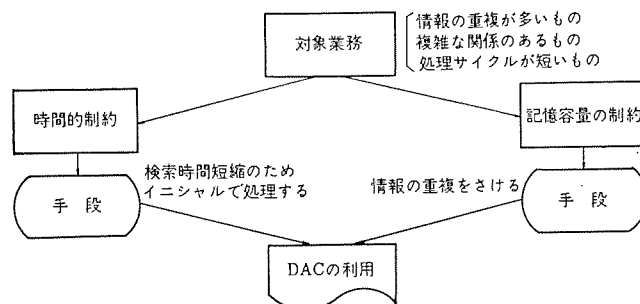


図 2.4 DAC システムの特長
Features of DAC system.

すことができ、また逆に業者 X ではどのような部品を、どのような取引条件で扱っているかという情報もすばやく取り出すことができる。従来の方法では、このような場合途中に分類とか照合という作業が必要となり、簡単には取り出せなかった。

また記憶容量の面から評価すると部品 A の仕様は、ただ一個所に記録されるだけであり、業者 X の属性もただ一個所に記録されているだけである。従来の方法では、分類、照合という作業のくり返しによる処理時間の増大をさけるため、ある程度だぶって情報を記録する場合も多かった。

DAC の特長を一口にいえば「少ない記憶装置に数多くの情報を記録し、かついろいろの角度からすばやく必要な情報を取り出すことを可能にした」という点にある。そのため情報の重複が多く複雑な関係があり、処理サイクルが短いような業務にぴったりのシステムであるといえよう。

3. DAC システムのチェイニング手法

前述の例で、部品 A はどの業者からどのような取引条件で購入しているかという情報をすばやく取り出せると説明したが、これはチェイニングテクニックを活用しているからである。すなわち、部品 A のマスタレコードを取り出すと、そこに索引 (実際はディスクアドレスで表現したポインタと呼ぶもの) がついている。その索引をたどっていくと、部品 A に関する購入基準レコードが取り出される。このレコードにもまた索引がついており、この索引をたどっていくと部品 A を扱っている業者 X のレコードが取り出される。この逆も同様である。部品 A を扱っている業者が数社ある場合は、購入基準レコ

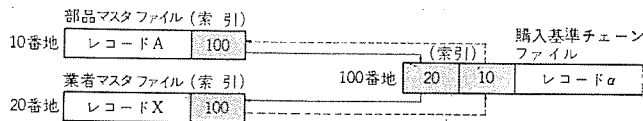


図 3.1 レコードの結合例 (1)
Example of record combination (1).

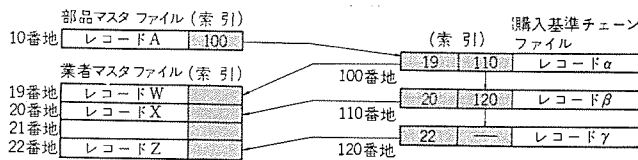


図 3.2 レコードの結合例 (2)
Example of record combination (2).

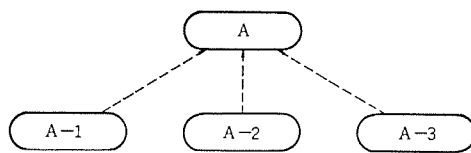


図 3.3 タイプ 1 のチェーン
Chain of type 1.

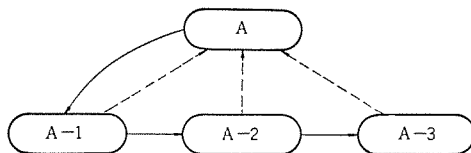


図 3.4 タイプ 2 のチェーン
Chain of type 2.

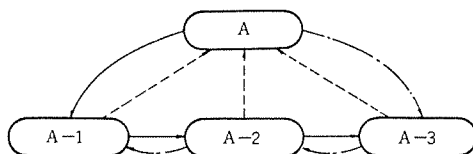
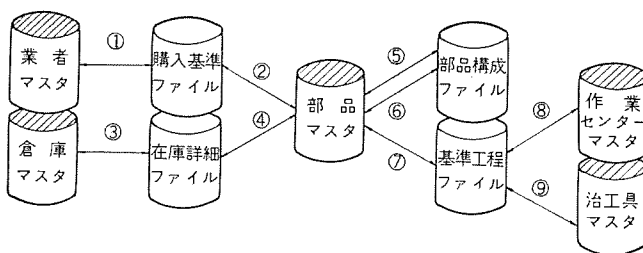


図 3.5 タイプ 3 のチェーン
Chain of type 3.



- ① 業者チェーン (ある業者は、どの部品を扱っているか)
- ② 購入基準チェーン (ある部品は、どの業者から購入しているか)
- ③ 倉庫チェーン (ある倉庫には、どの部品をいくつ在庫しているか)
- ④ 在庫詳細チェーン (ある部品は、どの倉庫にいくつ在庫しているか)
- ⑤ 構成部品チェーン (ある部品は、どのような部品から作られているか)
- ⑥ 使用先部品チェーン (ある部品は、どのような部品に使われているか)
- ⑦ 標準工程チェーン (ある部品は、どのような工程をへて作られるか)
- ⑧ 作業センターチェーン (その工程は、どの作業センターで行なうか)
- ⑨ 治工具チェーン (その工程では、どの治工具を使用するか)

図 3.6 生産管理情報システム例
Example of production control information.

ドの兄弟を示すチェーンがつく。

このようにマスタファイルとチェーンファイルはチェーンにより結合されるが、その結合パターンは次の三つに分類される。

(1) タイプ1

これは、チェーンレコードからマスタレコードを参照するためのチェーンで、各チェーンレコードにマスタアドレスを示すポインタを持つ。

(2) タイプ2

これはタイプ1に加え、マスタレコードにつながるチェーンレコードをある一方に引き出せるようにしたチェーンで、各マスタレコードには先頭のチェーンアドレスを示すポインタを持ち、各チェーンレコードにはマスタアドレスに加え、次のチェーンアドレスを示すポインタを持つ。

(3) タイプ3

これはタイプ2に加え、マスタレコードにつながるチェーンレコードを逆方向にも引き出せるようにしたチェーンで、各マスタレコードには先頭と最後のチェーンアドレスを示す二つのポインタを持ち、各チェーンレコードにはマスタアドレス、次と前のチェーンアドレスを示す三つのポインタを持つ。

これらのチェーンを目的に応じて組み合わせることにより、有機的なファイル群を形成することができる。以下に示すのは、生産管理情報システムにおけるDACシステムの利用例である。

4. DAC ファイル編成およびレコード形式

DAC ファイル、すなわち複数のマスタファイルおよびチェーンファイルは、おのおの独立したファイルとして異なるエリアに記録される。これらのファイル間は前述の各種チェーンで結合されるが、これはファイル編成上なら影響を受けない。

(1) マスタファイル

編成上は、オペレーティングシステムで提供されるインデックスドシーケンシャルファイルとまったく変わらないが、アクセス上は、通常のKEYによるアクセスに加え、ポインタによるダイレクトアクセスを可能にしている。

(2) チェーンファイル

編成上は、オペレーティングシステムで提供されるシーケンシャルファイルとまったく変わらないが、アクセス上は、通常のKEYによるアクセスに加え、ポインタによるダイレクトアクセスを可能にしている。各レコードは、大きくコントロールフィールドとデータフィールドから形成されている。

(a) コントロールフィールド

これはシステム側で自動的に取られるフィールドで、さらに次のように分かれる。

メンテナンスフィールド：必要のフィールドで、レコードごとに更新履歴をとったり、ファイル回復のためのコントロール番号を記録するフィールドである。

シーケンスキーフィールド：ファイルのシーケンスを決定するキーワードを入れるフィールドである。

チェーンフィールド：各種ポインタ情報を記録するためのフィールドである。

(b) データフィールド

これは、普通のファイルと同様にユーザ自身が設計するフィールドで、適当な単位にフィールドを分割することができ、その単位に更新したりプロテクトすることができる。

5. DAC システムの機能

ファイル を生成する (CREATE)

データ をファイル に追加する (ADD)

データ をファイル から削除する (DELETE)

レコード の内容を変更する (CHANGE)

関連するレコード すべてをファイル から削除する (SPECIAL DELETE)

以上の仕事をする二つの プログラム すなわち ファイル 生成プログラム、ファイル 更新プログラム をユーザ の指定にもとづいて作り出すのが、DAC システム である。

特殊な処理を必要とする場合は、ユーザ 組込みの サブルーチン として組込むこともできる。たとえば、

インプットデータ に対する特殊な チェック

ディスクレコード に対する特殊な編集

プリントレコード に対する特殊な編集

特殊な形の見出し

などを行なう ルーチン が組み込める。

このほか ファイル の使用効率を良くするための ファイル 再編成プログラム や情報検索 プログラム 作成を容易にするための リトリブ マクロ 命令 (MACRO-CODER 用) リトリブ マクロ 命令 (COBOL 用) を提供する。

(1) ジェネレーション の仕方

DAC システム は ジェネレータ 形式を採用しており、ユーザ は ジェネレータカード で ファイル の種類、各種レコードレイアウト、チェーンの種類などを指定し、それに合った プログラム を発生させるというステップ、すなわち プログラム の客先化ということをやまず最初に行なう。

(2) ファイル の生成

ファイル 生成はファイル 単位に行なうもので、まず マスタファイル を作成し、その後 チェーンファイル を作成する必要がある。ファイル 生成プログラム は次の機能をもっている。

インプット装置の切換機能 (カード、磁気テープ、ディスク)

インプットレイアウトの切換機能 (ユーザ 指定の インプットレイアウト または ディスクレイアウト とまったく同じ レイアウト)

インプットデータ チェック 機能 (トランザクションコード のチェック、インプットシーケンスチェック、その他)

レコードレイアウト 編集機能 (インプットレイアウト から ディスクレイアウト へ、ディスクレイアウト から プリントレイアウト へ)

プリントリジェクト 機能

処理の中断/再開機能

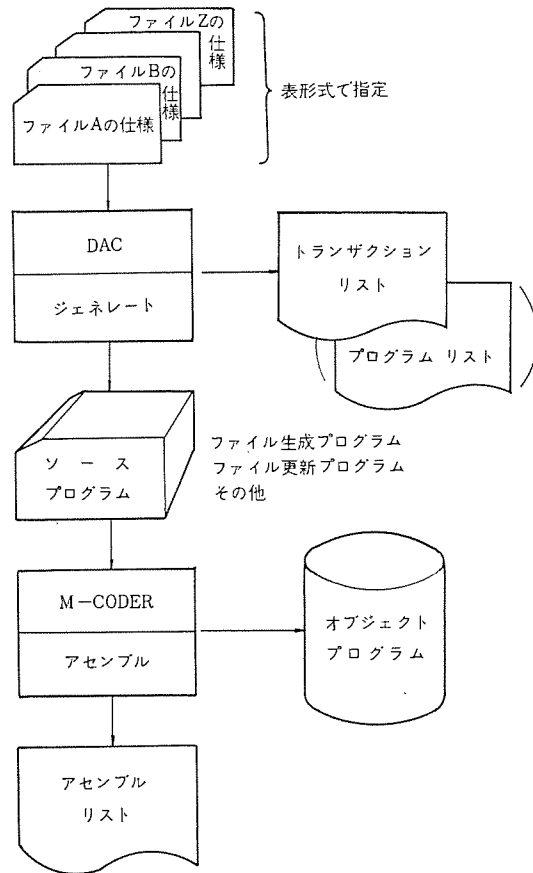
その他

(3) ファイル の更新

ファイル 更新は、各修正データ が持っている トランザクションコード により、対象ファイル と更新の種類を判別している。そのため、修正データ は必ずしも ファイル 単位に行なう必要はない。この点を除けば、ファイル 生成プログラム とほとんど同じ機能をもっている。

(4) ファイル の検索

ファイル の利用プログラム は、ユーザ が COBOL または MACRO-CODER で作成することになるが、検索を容易にするために、ポインタによる検索用マクロ 命令を提供している。基本的には図 5.4 の検索パターンを組み合せ実行する。



5.1 ジェネレーション の仕方
Method of generation.

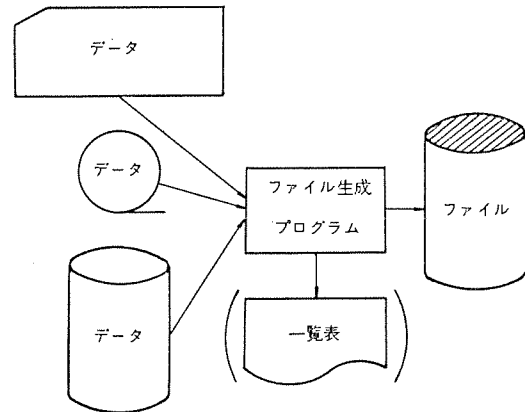


図 5.2 ファイル の 生成
Formation of file.

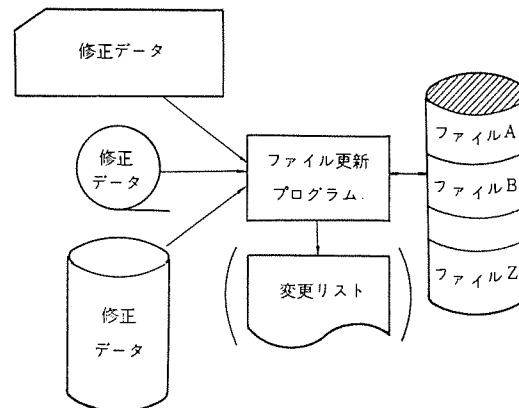
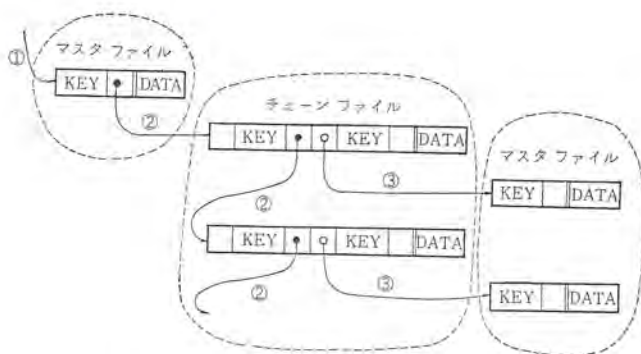


図 5.3 ファイル の 更新
Renewal of file.



- ① 中心レコードの抽出 (LIOCS 利用)
 ② 同族チェーンレコードの抽出 (DAC-MACRO 利用)
 ③ 対応マスタレコードの抽出 (DAC-MACRO 利用)

図 5.4 レコード抽出パターン
Record extracting pattern.

6. DAC システムの実用例 (B/M への利用)

生産管理において最も重要な位置を占めるのが B/M であるが、以下 DAC システム がどのように B/M へ適用できるかを紹介する。

(1) ファイルの持ち方

部品台帳はマスタファイルとして記録し、部品構成は部品の親子関係という形でチェーンファイルに記録する。この二つのファイルの間は次の二つのチェーンで結ぶ。

構成部品チェーン：ある部品がどのような部品から構成されている

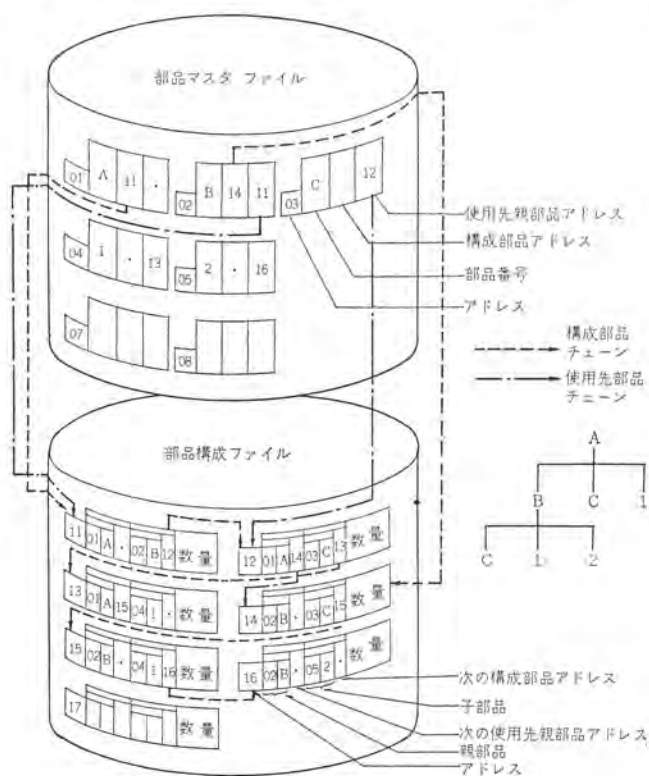


図 6.1 B/M ファイルの持ち方
Holding of B/M file.



図 6.2 ジェネレータカード
Generator card.

かを知るためのチェーン

使用先部品チェーン：ある部品がどのような部品に使用されているかを知るためのチェーン

このようなファイルを作成し更新するためのプログラムは、次のようなジェネレータカードで指定することにより作り出すことができる。

(2) ファイルの利用

部品マスタファイル および部品構成ファイル は、多方面へ利用できるが、基本的には構成部品チェーンと使用先部品チェーンをいろいろな形にたどることにより、次の6種のパターンで情報を取り出すことができる。

シングルレベル 部品表 (直接の構成部品を示す)

ストラクチャ 部品表 (直接・間接の構成部品を階段状に示す)

サマリ 部品表 (直接・間接の構成部品を一括して示す)

シングルレベル 逆展開表 (直接の親部品を示す)

ストラクチャ 逆展開表 (直接・間接の親部品を階段状に示す)

サマリ 逆展開表 (使用されている製品をすべて示す)

7. む す び

はん用ファイル 処理システムにおける最も大きな問題は性能であり、アプリケーション 別の専用プログラムと比べかなり差が出るのが普通である。そのため DAC システムでは、ジェネレータ形式を採用するなどしてこの問題に最も神経を使った。反面、次の事項は今後の課題とした。

情報検索 (Information Retrieval)

レポート作成 (Report Generation)

オンライン 処理

プログラム と ファイル の分離

最後に、このシステムの開発にあたってご指導ご協力をいただいた関係各位に深く感謝する次第である。(昭和45-4-14 受付)

旅客予測システム (FOPS)

内堀 光正*・荒河 清仁*・若松 利昭*
宇野 孝雄**・金谷 勇二**・金井 守司**

Passenger Forecast Operating System

J. N. R., Passenger Dept. Mitsumasa UCHIBORI・Kiyohito ARAKAWA・Toshiaki WAKAMATSU
Mitsubishi Electric Corp., Head Office Takao UNO・Yuuzi KANAYA・Morizi KANAI

FOPS is contrived by summarizing the fundamental statistic technique concerning the forecast of demand as the application package to be used for the MELCOM-3100/40-D. Marked features of the package are that, being divided into three groups of an econometrics method, a multivariate analysis and a time series analysis and having the formation of necessary data, a data base and various analyzing methods in each group, it is capable of making selection at will according to the purpose of forecast or analysis.

At present 17 modules have been developed, but it is arranged in such a system that other modules are to be additionally registered whenever new ones are developed one after another.

1. ま え が き

FOPS (フォップス) とは、Forecast Operating System の略称で予測のためのアプリケーションプログラムである。

予測は一般にあたらないと考えられているが、これは“風が吹けば桶屋がもうかる”ということわざがあるように、一つの現象は多かれ少なかれすべての現象に波及することにある。これらの因果関係を深く掘り下げるためには、いろいろな角度から多面的な予測を試みる必要がある。たとえばある商品の販売数の予測をする場合、過去のデータをもとにして時系列分析を行ない、傾向や変動を把握する一方、顧客をグループ分けし、それらのグループにおける傾向や相互関係を分析したり、さらに競合他社の商品との関係、すなわち消費水準や消費傾向、価格はどうかといったような側面からの調査・分析も必要になってくるからである。

このような多面的な予測を行なう場合に、まずいろいろな性質、型のデータを取り扱えるようにすることと、いろいろな予測のための計算手法を用意する必要がある。さらにこれらのデータ、処理方法の選択がスムーズにしかも簡単にこなせるようにすることが必要である。FOPS はこれらの思想を背景に、図 1. 1 のようにデータベースとその処理方法 (計算) をシステムとしてまとめあげたものである。

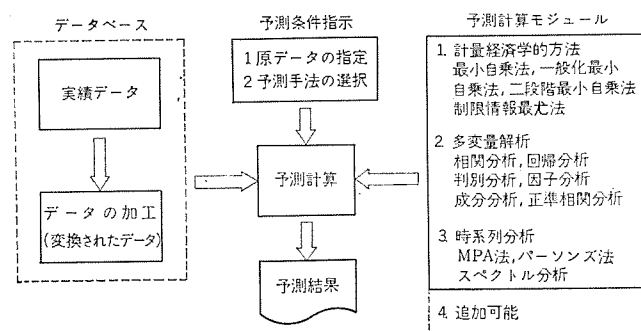


図 1. 1 予測オペレーティングシステム (FOPS)
Forecast operating system.

2. 使用方法

FOPS は MELCOM-3100 Mark III 用に開発されたもので、Mark III のディスクオペレーティングシステムをうまく活用することによって、アプリケーションの OS (オペレーティングシステム) 化を試みたものである。

なお最小機器構成は図 2. 2 のような構成で使用できる。

2. 1 使用例

FOPS は Mark III ジョブコントロールカード、FOPS コントロールカード お

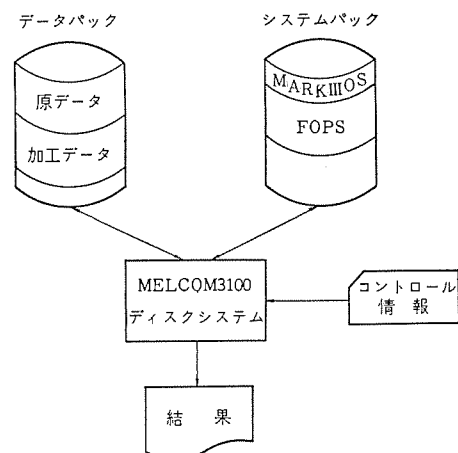


図 2. 1 FOPS 概念図
Conceptional diagram of FOPS.

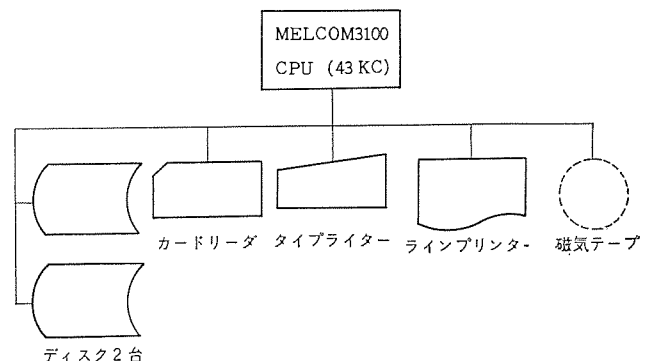


図 2. 2 最小機器構成
Minimum machine configuration.

REGRESSION COEFFICIENT		STANDERD ERROR		T-VALUE
1	0.217243E 04			
2	0.595640E 00	0.823290E 04		0.723488E-04
SUM OF SQUARES RESIDUAL	MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT	ESTIMATION OF POPULATION VARIANCE	STANDERD ERROR	DURBIN WATSON RATIO
0.426372E 06	0.958706E 00	0.532965E 05	0.230860E 03	0.871505E 00

*** FOPS *** *** THE RESULT OF CALCULATION *** PAGE

図 2.3 計算結果例

Example of calculation result.

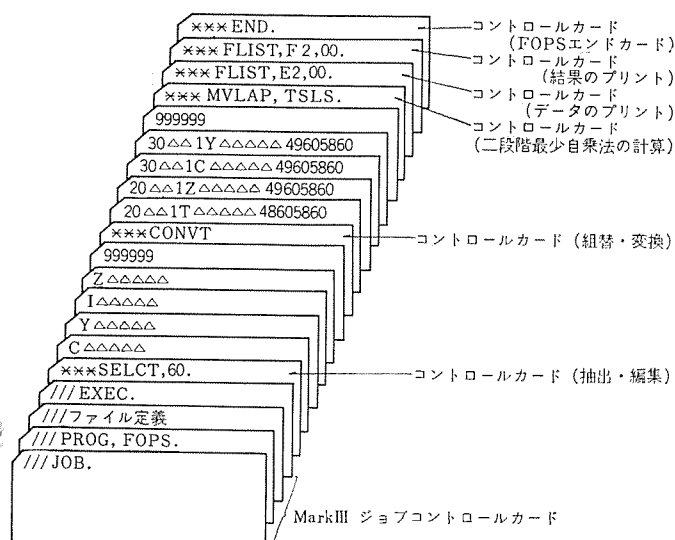


図 2.4 コントロールカード例
Example of control card.

およびデータカードによって運用される。Mark III ジョブコントロールカードは Mark III OS からコントロールを FOPS に移す役割をする。FOPS コントロールカードでは予測作業に必要なデータおよび処理計算の指定を行なう。

以下簡単な例をとって説明する。

単純な国民所得モデル (J. Johnston 計量経済学の方法)

$$C_t = \alpha_1 + \alpha_2 Y_t + u_{1t}$$

$$I_t = \beta_1 + \beta_2 Y_t + \beta_3 I_{t-1} + u_{2t}$$

$$Y_t + C_t + I_t + Z_t$$

ここに C_t : t 期における消費支出

Y_t : t 期における粗国内総生産

I_t : t 期における粗固定資本形成

Z_t : t 期における外生要素 (すなわち粗の在庫投資

+財貨およびサービスへの政府支出+粗公共投資+輸出-輸入)

このモデルには、三つの当期の内生変数、 C_t , I_t および Y_t と、三つの先決変数 I_{t-1} , Z_t および最初の二つの式の定数項を考慮すれば、つねに 1 となるような変数が含まれている。

これを二段階最小自乗法で推定すると 図 2.3 のような結果がでてくる。

このときのコントロールカード、およびデータカードは 図 2.4 のようになる。

3. FOPS の構成と機能

3.1 ファイルの構成と構造

データファイルには、原データファイル、抽出データファイルおよび計算用データファイルの 3 種類がある。さらに原データファイルは時系列データ (保存用)、時系列データ (一時用) および断面データ用に区分されている。出力ファイルは計算結果をたくわえておくファイルである。

時系列データファイルには、それぞれ索引部とデータ部とがあり、それらの間をチェーンでつなぐことにより、データのアクセスをダイレクト

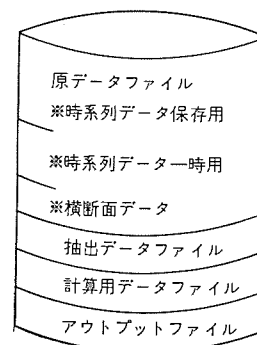


図 3.1 データパックのファイル構成
File configuration of data pack.

索引部				データ部			
データネーム	初年月	終年月	セクター番地	セクター番地			
消費支出	4860	7060	1番地	1番地	10706	10940	11250
粗国内総生産	4860	7060	21番地	21番地	13895	14377	14843
				321番地	5311	5382	5427
人 口	4860	7060	321番地				

図 3.2 ファイル構造
File construction.

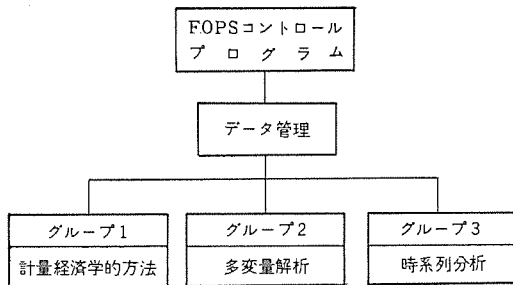


図 3.3 プログラム構成
Program configuration.

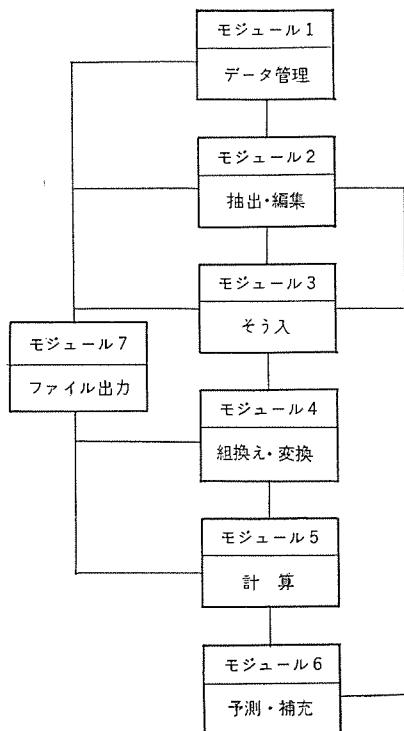


図 3.4 計量経済学的方法モジュール構成
Econometrical method module.

抽出データ	月	四半期	半年	年	年度
月	そのまま	4月から6月の和 7月から9月の和 10月から12月の和 翌年1月から3月の和	4月から9月の和 10月から翌年3月の和	1月から12月の和	4月から翌年3月の和
四半期		そのまま	第1,2四半期の和 第3,4四半期の和		第1から第4四半期の和
半年			そのまま		第1から第2半期の和
年				そのまま	
年度	そのままの値を各月へ	そのままの値を各四半期へ	そのままの値を各半年へ		そのまま

図 3.5 編集表
Compilation table.

に処理できるようになっている。

時系列データ（保存用）では、月・四半期・半年・年・年度データが取扱え、追加・修正などの機能がある（3.3.1項参照）。データ量は最高1,000個のネームのデータが登録でき、1ネーム当たりの観測値の数は400個まで扱える。

時系列データ（一時用）は日・週データを取扱い、保存はテープで行ない、ディスクでは一時領域を使用する。データ量は最高30ネームで、1ネーム当たりの観測値の数は2,000個まで扱える。

横断面データはネームの数30個、観測値の数5,000個まで扱えるようになっている。

3.2 プログラムの構成

FOPSはFOPSコントロールプログラム、データ管理プログラムおよび、計量経済学的方法、多変量解析、時系列分析の三つの解析プログラムグループから構成されている。FOPSコントロールプログラムはFOPS全体をコントロールする機能をもっている。データ管理プログラムは各グループで、その特長によって異なった処理を行なう。

3.3 計量経済学的方法（第1グループ）

このグループは計量経済学的方法の計算で、代表的手法である単純最小自乗法・一般化最小自乗法・二段階最小自乗法・制限情報最尤法と、これらの計算をスムーズに行なえるように、原データ作成、抽出、そう（挿）入、変換およびファイル出力の機能がある。

3.3.1 モジュール1（原データ管理）

このモジュールでは、次に示す4種類の機能を持っている。

- (1) 初期作成 データカードから新データを原データファイルに登録する。
- (2) 削除 不要となったデータを原データファイルからとり除く。
- (3) 追加 新しく付け加えたいデータをカードから原データファイルにそう入する。
- (4) 修正 原データファイルに登録されているデータの索引部、およびデータ部の修正を行なう。

3.3.2 モジュール2（原データの抽出および編集）

原データから計算に必要なデータを抽出し、抽出用データファイルに書きこむ。またこのブロックでは、データのタイプとして月・四半期・半年・年・年度を用いるが、必要に応じて図3.5のような編集がなされる。たとえば原データファイルに半年のデータが入っていて、このデータを年度データとして計算に使用したい場合には、抽出データは第1半年と第2半年の和になる。

3.3.3 モジュール3（抽出データのそう入）

このモジュールは計算を行なう時点で、原データファイルにないデータ（たとえば外生変数）をカードから抽出用データファイルにそう入する機能をもつ、また計算で求めた予測値を原データファイルのデータにカードから追加して使用することもできる。

3.3.4 モジュール4（抽出データの組換えおよび変換）

ここでは抽出したデータを従属・独立変数（あるいは内生・先決変数）の区分すなわち組換えを行なうとともに、次のようなデータ変換を行ない計算用データファイルにかきこむ機能をもつ。

- | | | |
|----------|---------|--------------|
| (1) 変換なし | (5) 平方根 | (9) 商 |
| (2) 対数 | (6) 和 | (10) 累積 |
| (3) 逆数 | (7) 差 | (11) Gravity |
| (4) 指数 | (8) 積 | (12) タイムラグ |

3.3.5 モジュール5（計算）

計量経済学的方法の計算の手法として、次の4種類が用意されて

いる。

(1) 単純最小自乗法

$$y = X\beta + u$$

残差ベクトルの平方和 $\sum(u_i)^2 \rightarrow \min$ にすることによって回帰係数 β を求める方法

(2) 一般化最小自乗法

(1)において自己相関を除くために

$$y_t = y_t - \gamma y_{t-1}$$

$$x_t = x_t - \gamma x_{t-1}$$

$$\text{ここに } \gamma = \frac{\sum_{t=2}^n u_t u_{t-1}}{\sum_{t=2}^n u_{t-1}^2}$$

の変数変換を行なう

(3) 二段階最小自乗法

$$y_1 = -Y_2\beta - X^*y + u$$

連立モデルにおいて、説明変数とかく(攪)乱項とが相関を持たなくなるように変換を施し、それらに再び最小自乗法を適用して係数を推定していく方法

(4) 制限情報最尤法

$$\beta_1 y_t + \gamma_1 x_t = u_{1t} \quad t=1, \dots, n$$

モデルの一部の機構を無視して、すなわち推定している構造式に関する制約だけを利用しながら、最尤法によって構造パラメータの推定を行なう方法

3.3.6 モジュール6 (予測・補充)

このモジュールは、指定された予測期間だけ予測値を計算するとともに、抽出データファイルのデータの後に予測値を補充する機能をもつ。

3.3.7 モジュール7 (ファイル出力)

このモジュールは、指定されたデータや計算結果をラインプリンターに打ち出す機能がある。打ち出す種類としては、次のようなものがある。

- (1) 原データおよびその索引
- (2) 抽出データおよびその索引
- (3) 計算用データ(変換後)
- (4) 計算結果

なお(3)、(4)については最高48ケース(計算回数)まで保存でき、必要ときに必要なケースだけを打ち出すことができるようになっている。

3.4 多変量解析(第2グループ)

多変量解析に使用される手法には、種々考えられるがその中で一般的によく知られている手法をとりあげている。しかし、ここで用意されている手法だけでは満足できない場合は、簡単に他の手法も追加できるように考慮されている。また、手法の選択はすべて FOPS コントロールカードによって指定される。

3.4.1 モジュール8 (データ管理)

このモジュールは、多変量解析に必要な原データファイルの作成、原データの変換および相関行列等の計算を行なう機能がある。

(1) 原データファイル作成

(a) 原データをカードから読み込み、原データファイルに書きこむ機能。

(b) 相関行列・積和行列・分散共分散行列のデータをカードから読みこみ、計算用データファイルに書きこむ機能。

(2) 原データより多変量解析に必要なデータを抽出し、次のような変換を行なう。

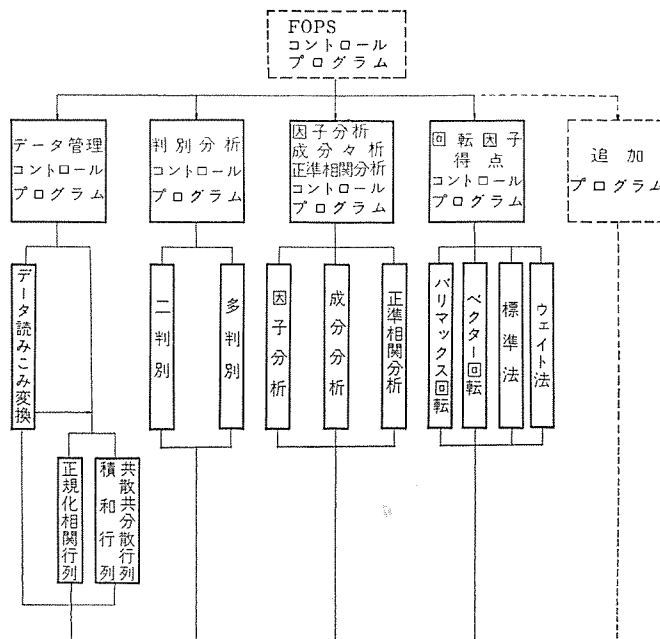


図 3.6 多変量解析モジュール構成
Configuration of multi-variable quantity analysis module.

- | | | |
|----------|-----------|-------|
| (a) 変換なし | (d) 指数変換 | (g) 差 |
| (b) 対数変換 | (e) 平方根変換 | (h) 積 |
| (c) 逆数変換 | (f) 和 | (i) 商 |

(3) 原データから次のような行列を計算する。

- (a) 相関行列
- (b) 積和行列
- (c) 分散共分散行列

3.4.2 モジュール9 (判別分析)

このモジュールは、二判別・多判別の分析を行なう。判別分析は m 種の変量からなる観測値がどの母集団に属するかを、次のような線型式を用いて判別する方法である。

$$Y_i = a_0 + b_{i1}X_1 + b_{i2}X_2 + \dots + b_{im}X_m$$

ここで、 $X_1, X_2, \dots, X_m$ は m 変量の観測値である。計算は、 $X_1, X_2, \dots, X_m$ の観測値をもとに、係数 $a_0, b_1, \dots, b_m$ をできるだけ分類があきらかになるように決定し、さらに判別基準を算出する。既知のデータから、これを求めておけば、新しいデータが、どの母集団に属するかを知ることができる。

3.4.3 モジュール10 (因子分析, 成分分析, 正準相関分析)

このモジュールでは、因子分析・成分分析・正準相関分析を行なう。このモジュール内の計算は、いずれも相関行列が入力であるが、因子分析に関しては、積和行列・分散共分散行列も入力として計算できるように配慮されている。

(1) 因子分析

原データの相関行列 R を求め、その対角要素を調整した相関行列 R^* を作り、その固有値 λ_i と固有ベクトル v_i を求める。さらに次式を計算して因子行列 F を求める。

$$f_{ij} = \sqrt{\lambda_i} v_{ij}$$

(2) 成分分析

原データの相関行列 R を求め、 R の固有値 λ_i 固有ベクトル V を求める。つぎに原データを基準化し、それを W とおく。最後に次式を計算して各成分 F を求める。

$$F = WV$$

(3) 正準相関分析

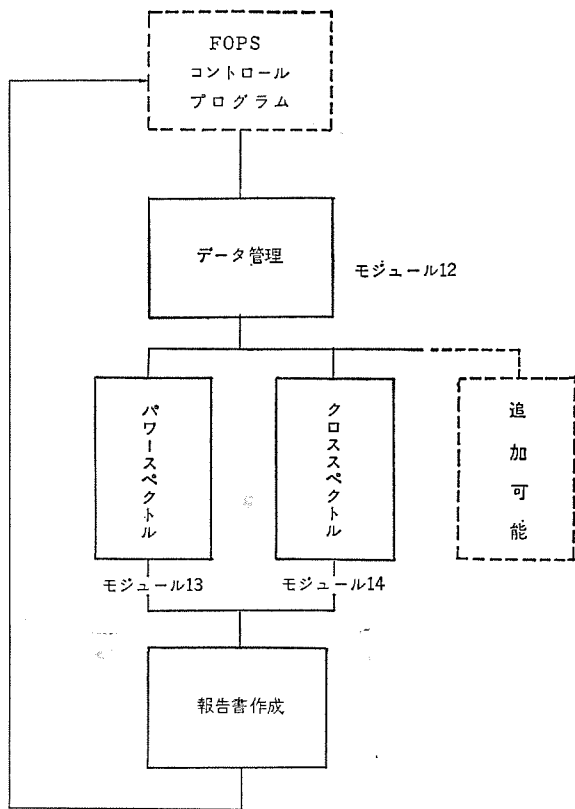
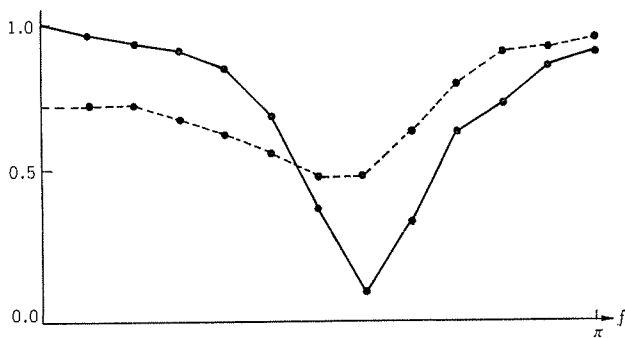
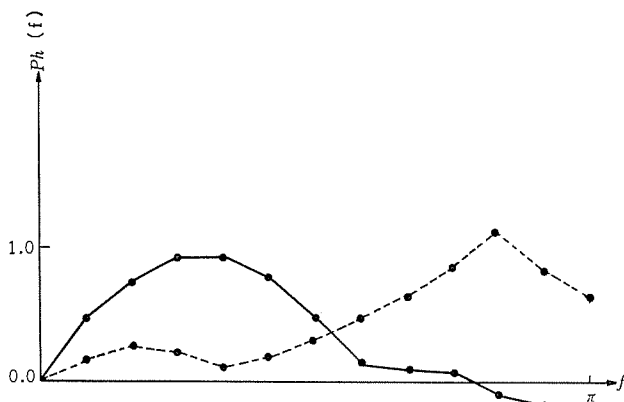


図 3.7 時系列分析 モジュール 構成
Configuration of time series analysis module.



コヘレンス



位 相

図 3.8 コヘレンスと位相のグラフ例
Example of coherence phase graph.

原データの相関行列を次のように設定する。

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix}$$

つぎに R_{11}^{-1} , R_{22}^{-1} を求める。さらに $R^* = R_{12} R_{22}^{-1} R_{21} R_{11}^{-1}$ を求め R^* の最大の固有値 λ を求める。

$$\rho = \sqrt{\lambda} \quad \rho : \text{正準相関}$$

$$\begin{bmatrix} \rho R_{11} & -R_{12} \\ -R_{21} & \rho R_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} = 0$$

を解いて正準相関係数 α_1 , α_2 を求める。

3.4.4 モジュール 11

これは因子分析において求めた因子行列を回転（バリマックス回転，ベクタ回転）する機能，および原データに対する因子の得点を計算する機能をもつ。

回転（バリマックス回転，ベクタ回転）

計算は回転角 θ を求め，次のような直交回転を行なう。

$$F^* = FT$$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & & & 0 \\ & \cos \theta & \dots & \sin \theta \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ & \sin \theta & \dots & \cos \theta \\ 0 & & & 1 \end{bmatrix}$$

θ : 回転角

F : 因子行列

F^* : 回転後の因子行列

$$\text{標準法} \quad Y = (I + J)^{-1} F' U^{-1} Z$$

I : 単位行列

Z : 正規化した原データ

$$J : F' U^{-1} F$$

$$U : \text{diag}(I - FF')$$

$$\text{ウェート法} \quad Y = J^{-1} F' U^{-1} Z$$

3.5 時系列分析 (グループ 3)

グループ3では，主として時系列データの分析の手法をまとめたものである。時系列分析には，移動平均法・指数平滑法・周期解析法・EPA法など種々なものがあるが，現在は，スペクトル分析が用意されており，パワースペクトル，クロススペクトルを計算することが可能となっている。

3.5.1 モジュール 12 (データ管理)

このモジュールの機能には次のようなものがある。

- (1) 原データをよみ，原データファイルを作成する。
- (2) 原データファイルより，スペクトル分析に必要なデータの抽出を行ない，計算用データファイルを作成する。

3.5.2 モジュール 13 (パワースペクトル)

このモジュールでは，次のようなものを計算する機能をもつ。

- (1) 原データの移動平均，正規化
- (2) 自己相関係数
- (3) パワースペクトル
- (4) リカードスペクトル

計算式

$$L_P = W_0 + 2 \sum_{q=1}^{M-1} W_P \cos \frac{qP\pi}{M} + W_M \cos P\pi$$

$$W_P = \frac{1}{N-P} \sum_{i=1}^{N-P} X_i X_{i+P}$$

$$P=0, 1, \dots, M$$

M : 最大のラグ数

L_P : パワースペクトル

N : 原データ数

X_i : 原データ

3.5.3 モジュール 14 (クロス スペクトル)

このモジュールでは、クロス 共分散・共 スペクトル・直交 スペクトル・コヘ
レンス・位相・ゲイン・アークバンドを計算する。

計算式

$$\text{コヘレンス} = \frac{(\text{共 スペクトル})^2 + (\text{直交 スペクトル})^2}{(x \text{ 系列の パワースペクトル})(y \text{ 系列の パワースペクトル})}$$

$$\text{ゲイン} = \sqrt{\frac{y \text{ 系列の パワースペクトル}}{x \text{ 系列の パワースペクトル}} \times \text{コヘレンス}}$$

3.5.4 モジュール 15 (報告書作成…グラフ処理)

このモジュールは、パワースペクトル・コヘレンス・位相・ゲイン・アークバンドの
計算結果をグラフにプロットする機能をもっている。グラフは折れ線グ
ラフで表示し、その内容と軸の単位の選択はコントロールカードで指定さ
れる。

4. む す び

本文では、FOPS の全容について、主に機能を中心として記述し
た。FOPS は予測の手法として、計量経済的方法・多変量解析・時
系列分析の代表的な手法をモジュール化した。予測にはその他いろい
ろな手法があるが、このシステムはそれらを追加することが可能であ

るよう構成されており、予測システムが作れるように配慮した。さ
らに国鉄で開発した各種のモジュールや当社で開発した MPA, EPO
CS, パーソナル法などの計算モジュールを逐次登録し、より充実した予
測システムにする計画である。

今後、多方面でのご使用、ご批判をいただければ幸いである。な
お使用法の詳細については、「FOPS オペレーターズマニュアル」「FOPS 説
明書」があるのでご参照いただきたい。

終わりに、この共同開発にあたって、国鉄および多数のかたがた
のご指導をいただいたことを深く感謝して、本文を終わる次第であ
る。 (昭和 45-4-16 受付)

参 考 文 献

- (1) J. ジョンストン: 計量経済学の方法, 東洋経済新報社 (昭 39)
- (2) 円山: 需要予測と計量経済分析, 日本生産性本部 (昭 45)
- (3) 塩谷, 浅野: 情報科学講座「多変量解析論」, 共立出版 (昭 42)
- (4) Anderson, T. W.: An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, John Wiley and Sons.
- (5) C. W. J. Granger: Spectral Analysis of Economic time series, Princeton University Press. (1964)
- (6) R. B. Blackman and J. W. Tukey: The Measurement of Power Spectra from the Point of View of Communication Engineering, Dover Publications, INC. (1958)

MELCOM-9100/30 研究所システム

清水 恒夫*・阿部 寿夫*・阪田 勇夫*・矢野倉 亀次**

MELCOM-9100/30 Total Laboratory System

Kamakura Works

Tsuneo SHIMIZU・Toshio ABE・Isao SAKATA

Head Office

Kameji YANOKURA

This system given herein is for carrying out the automatic data gathering and analysis with various measuring instruments and terminal typewriters in a laboratory arranged as the remote terminals ; and also for handling the formation and execution of scientific calculation programs from the terminals by the time sharing. Thus it works as a total laboratory system to take care of close exchange of information among the terminals (each of the terminals of test rooms and laboratories) and a calculation center. By using the MELCOM-9100 series electronic computers, there has been completed a system to permit control from each of the terminals about data gathering and analysis of the gas chromatograph which is in general use as a part of the total laboratory system. This article introduces a brief view of it.

1. ま え が き

最近の電子計算機適用面の拡大、電子計算機利用技術(ソフトウェア)の著しい進歩に伴って、計算機適用の質的高度化がもたらされてきた。なかで、情報時代の鉄則とも言える“情報の交換システム”として研究所を対象とした、MELCOM-9100 マルチアクセスシステムを設計した。

本システムは研究所で使用される各種計測機器および端末タイプライタ等を遠隔ターミナルとした、データ自動収集・解析、さらに端末よりの技術計算プログラムの作成・実行を時分割(TSS)で行ない、各端末相互間(各実験室、研究室の端末)および計算センタとの情報の交換を密にしたトータルラボラトリシステムである。

MELCOM-9100 シリーズ電子計算機により、このトータルラボラトリシステムの一環として、化学分析機器のうち、一般に数多く使用されているガスクロマトグラフ(以下ガスクロと略記)のデータ収集・解析が各端末から制御されるシステムを完成し、現在実動中である。ここにその一端を紹介する。なお端末からの技術計算システムについては別文“MELCOM-9100 マルチアクセスオペレーティングシステム”に詳述したので参照いただきたい。

2. システムの概要

2.1 概 要

一般に電子計算機の処理能力を中央に集中化することによって、有効に使用しようとする傾向にあるが、中央に集中化することは利用者にとってはターンアラウンドタイム(仕事を提出してから、その結果を受け取るまでの時間)の増加を意味する。研究所、試験所など、いわゆるラボラトリでは、実験結果の整理から数式決定にいたるべくだいな技術計算が要求され、さらに要求ごとの依頼に日数を要したのでは実際の問題解決に役立たないし、また利用者も使用しようとする意欲がなくなる。この解決策として、計測装置からのデータ自動収集解析システム、および各端末よりの技術計算システム(TSS:タイムシェアリングシステム)等を複合化した電子計算機利用の分野が発展した。

これら計算機利用の複合化を研究所システムに対して適用した場合、

具体的には以下の三つの処理要求源を独立にかつ同時処理が可能でなければならない。

(1) 計算センタジョブ(バッチジョブ)

クローズドジョブ制(計算依頼制度)の計算センタで、研究所内の科学技術計算をはじめ一般のプログラム作成および、実行を一括連続処理する。

(2) 研究室ジョブ(端末ジョブ)

各研究室に設置された端末タイプライタからのコマンド言語(システムと端末オペレータ間で直接の会話に使用される言語)を介して、あたかも専用の計算機が存在するかのごとく計算機と対話しながら問題に対応したプログラムを作成し、即座に計算する。

(3) 実験室ジョブ(オンラインジョブ)

各実験室の計測機器と計算機間を直接に接続して、実時間処理で種々のデータを収集し解析して、その結果を実験室の端末(オンラインターミナル)に出力する。また、データ自動収集に必要な各種制御情報もオンラインターミナルにより入力する。

以上電子計算機利用の複合化は、システム制御プログラムが持つ各種ジョブの優先順位による時分割制御により行なわれ、本システムには上記各ジョブの諸機能を満足させるマルチアクセスオペレーティングシステム(以下MOSと略称する)がシステム全体の制御を管理統合している。図2.1はコントロールプログラムとオペレーショナルプログラムの実行およびI/O機器の時間的経過を示したものである。

2.2 システムに対する要求事項

このシステムは前節で述べた三つの独立したジョブを使用者が意識することなく自由に計算機にジョブ要求を出すこと、また各独立したジョブ間での情報の蓄積・交換も可能でなければならない。これら諸要求を各ジョブについて考えてみる。

2.2.1 研究室

(1) プログラムの作成と実行

端末からFORTRANおよびアセンブラ言語によるソースプログラムおよびデータの入力、編集(誤りの入力レコードの除去、置換、そう入等)、コンパイル、リンクおよび実行等のプログラム作成が可能で、その手順が簡単でなければならない。

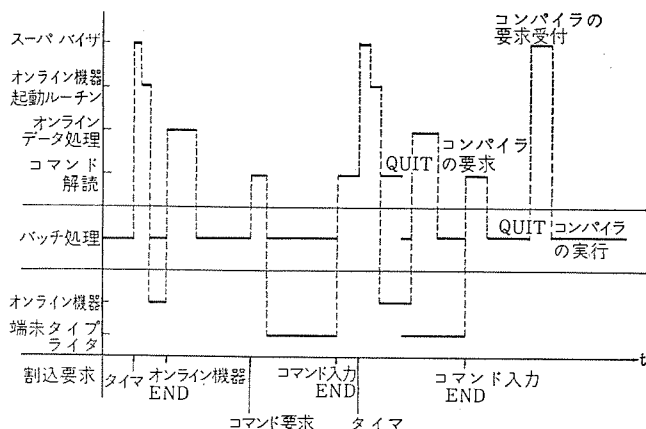


図 2.1 各ジョブの時分割使用例
Example of time-sharing use.

(2) ファイリング

各端末に割当てられた一時的ボリューム（情報格納領域）および各研究者が恒久的に保存可能なパーソナルボリュームに必要な情報をファイルし、いつでも取り出せるようにしなければならない。

(3) 情報の交換

同一ボリュームを研究者相互間または実験者が共同利用して、互いの情報交換を行なう。

(4) はん用プログラムの共同利用

日常よく利用されるプログラム、およびサブルーチン群はプログラムライブラリに登録して、どの端末からでも自由に使用可能とする。

2.2.2 実験室

(1) オンラインジョブの制御

オンラインジョブへの制御パラメータの入力 実験の起動、停止（実験付属装置からも制御可能）等の制御情報を実験室の各端末から入力することが可能である。実験装置と端末は対応しているのではなく、各端末には複数台の実験装置が接続され、チャンネル番号を指定することにより、システムに接続される。

(2) データの分析

指定のサンプリング周期により収集されたデータ（生データ）を保存して、1回の生データより分析に必要な各種パラメータを変化させ、繰返し分析し結果を出力する。

(3) データの保存と公開

収集データ、分析結果に対する統計的処理（バッチ処理として計算センタで実行）のための保存、または各研究室に収集生データを自由に使用できるよう公開可能とする。

(4) プログラムの作成と実行

研究室における端末機能と同一であるが、おもに分析および各種分析テーブル保守プログラムの作成および実行が可能であること。

2.2.3 計算センタ

(1) バッチ処理

所内で発生した一般技術計算（特に入出力データが多量で端末からの実行が不可能なプログラム）依頼にもとずき、一括にまとめて連続処理を行なう。

(2) 図形処理

一般に図形作成（X-Yプロッタ）には非常に時間がかかるので、バッチ処理と併行してMT（磁気テープ）-XYプロッタ間のプログラムをスプリングジョブとして取扱う。

以上各種ジョブの諸要求を制御プログラムの機能に対する要求としてまとめると次のようになる。

(1) ジョブの優先順位およびI/O待ち、によるタスク（プログラムの実行）制御を一括管理する。

(2) 入出力制御を一括管理する。

(3) プログラム実行領域の自動割当（Roll-in, Roll-out）を行なう。

(4) コアメモリ常駐のオンラインデータ収集プログラムは、基本サンプリング周期（100 ms）のタイマ割込により起動がかかる。

(5) コアメモリ常駐の端末処理プログラムは、すべての端末に対して同時に処理を行なうため、リエントラントプログラムでなければならない。

(6) バッチ系ジョブコントローラは、ジョブステイメントに従って連続処理を行なう。

(7) スプールジョブの管理

(8) 端末系ファイルの一括管理

この中で(1)～(3)は、計算機の処理能力を時間分割によって各ジョブに、同時に分配する機能を統括して持っているMELCOM-9100マルチアクセススーパーバイザであり、本研究所システムの中核をなしている。(4)～(8)は各ジョブを管理するプログラムであるが、自身はやはりスーパーバイザの管理のもとに制御される。

以上は研究所システムに対する要求をまとめたものであるが、実際にこれらがどのように実現されているかについて記述することが本文の目的である、紙面の関係上本稿ではオンラインジョブにその中心を置いている。なお端末処理（TSS）に関しては別稿“MELCOM-9100マルチアクセスオペレーティングシステム—複数台端末による科学技術計算”に詳述した。

3. システムの構成

3.1 ハードウェアの構成

研究所システムを構成するハードウェアにはMELCOM-9100中央演算処理装置、大容量ランダムアクセス記憶装置を中心として、計算センタに設置される各種バッチ業務用の周辺入出力機器、研究室に設置される端末ジョブ用の端末タイプライタ、および実験室に設置されるオンラインジョブ用端末機器から構成される（図3.1）。

オンラインジョブ用端末機器にはそれぞれの業務により異なるが、オンライン制御情報の入力、プログラム作成、実行要求機能を持つ端末タイプライタ（または特殊オペレータコンソール）、そしてデータ収集用プロセス入力装置およびプロセス状態表示コンソール等から構成される。データ収集にはMELCOM-9100マルチプレクサチャンネルに接続されるADC装置（アナログデジタル変換装置）と前段処理装置の組み合わせで、プログラムにより11段の利得切換が可能で、すべての信号域を一様にカバーしうよう考慮され精度の高いデータの収集ができる。

一方、本システムのように一つの中央演算処理装置を計算センタ、複数のターミナル、およびオンラインデータ収集等で同時に共用するシステムでは、どのターミナルがどの程度計算機を使用しているか、このデータ集収業務が実施されているかということが計算センタで監視できると、システムの利用状況はあく、システム異常時の状況はあくの点で望ましい、この目的のために計算センタにモニタコンソール（図3.2）を設置して、状態表示灯およびコントロールスイッチが設定される。また遠隔地にあるデータ集収地点では、データ集収ジョブの状態表示のためのサイドパネル（図3.3）を設置することができる。

3.2 ソフトウェアの構成

ソフトウェアの体系はその機能面から大別すると、ジョブマネージメント、データマネージメント、タスクマネージメントをつかさどる管理プログラム群、お

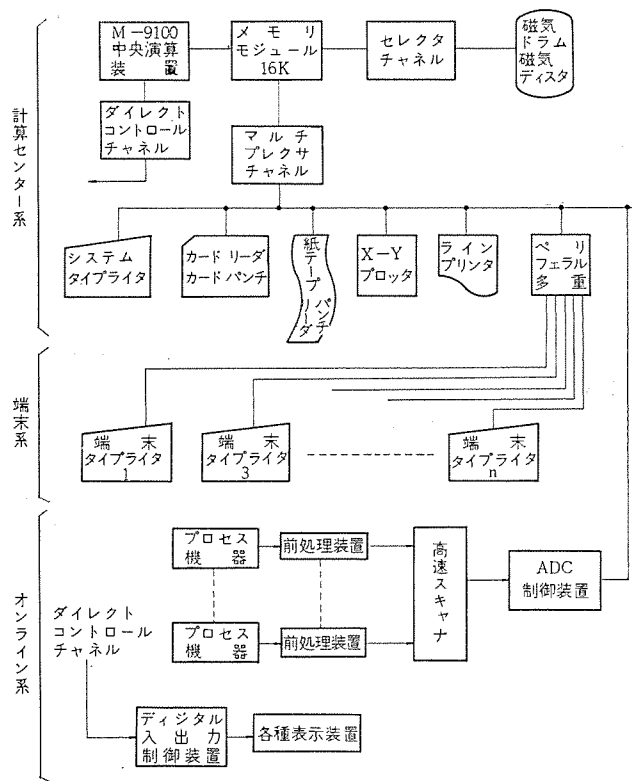


図 3.1 研究所システムのハードウェア構成例
Typical hardware configuration of laboratory automation system.

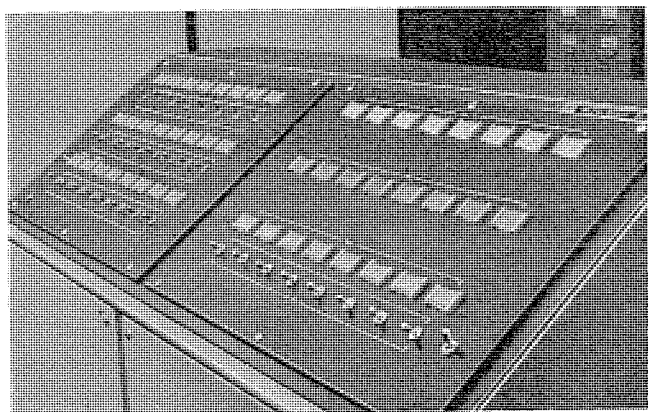


図 3.2 モニタコンソール
Monitor console.

および利用者のプログラム作成に便宜を与えるために作成されているランゲージトランスレータ、各種ユーティリティプログラム群が存在する(図 3.4)。

ジョブマネージメントはシステムが処理するジョブを統一的に管理する機能で、それぞれの系に対応して、バッチジョブ、ターミナルジョブ、オンラインジョブのスケジューラが存在し、ジョブを管理している。後者二つのジョブスケジューラはコアメモリに常駐し、複数端末(オンライン端末も含む)からのランダムな処理要求を受けつけ対応プログラムの実行命令を出す。

データマネージメントは、計算機が行なうすべての入出力を統一的に管理する機能で、プログラムはデータマネージメントの機能を利用して簡単に入出力プログラムを作成することができる。

タスクマネージメントは計算機の処理能力を時間分割によって各系の利用者(各系からの要求プログラムの実行)に同時に分配する機能を総括して持っている。ランゲージトランスレータとしてはフォートラン、アセンブラが準備されバッチ系および端末系から使用可能である。

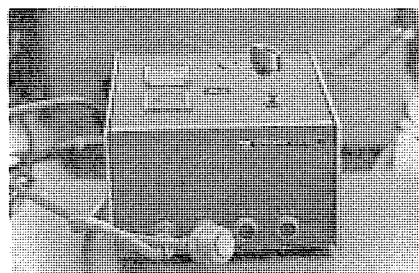


図 3.3 サイドパネルとスタートスイッチ
Side panel & start-switch.

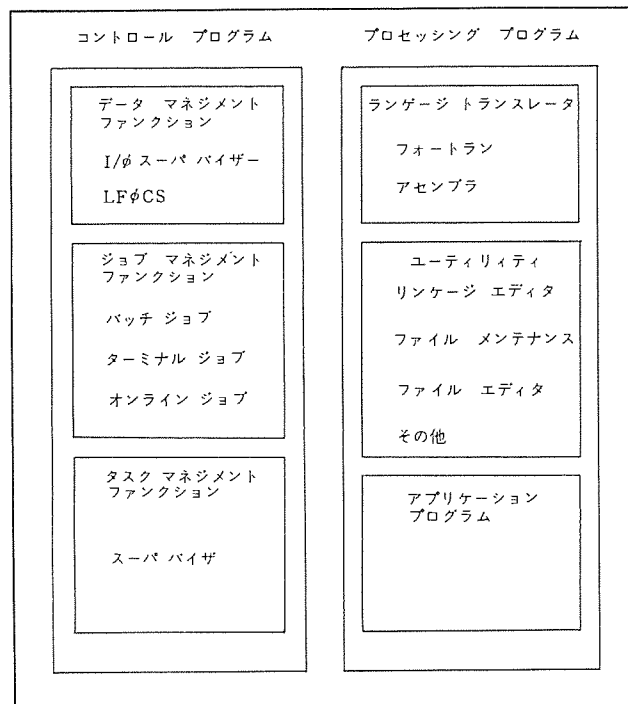


図 3.4 オペレーティングシステムの体系図
MOS operating system.

4. データの収集と処理

4.1 データ収集と処理の概要

オンライン収集とその処理方式にはデータの収集と同時に完全な処理を行なう方式と、データ収集時点では若干の処理を行ない、データを外部記憶装置に一時保存し、データ収集完了時点で処理プログラムを実行する方式がある。通常前者はプラントのプロセス制御および化学プラントの工程分析等に適用されるが、研究所システムではむしろ生データを保存することにより各種パラメータ、計算法を変えて、1サンプルについて数回の分析結果を得ることを必要とし、また研究室、計算センターから生データを利用するという利点があり、後者を採用した。その処理の内容を大別すると次の三つのジョブステップから構成される。

(1) データの収集

- (a) 最適利得制御
- (b) 指定サンプリングレートによるデータ取込み
- (c) 取込みデータのバッファリングおよび外部記憶装置への出力

(2) データの解析

- (a) 波形状態の解析
- (b) 指定計算法による積分エリアの決定と積分

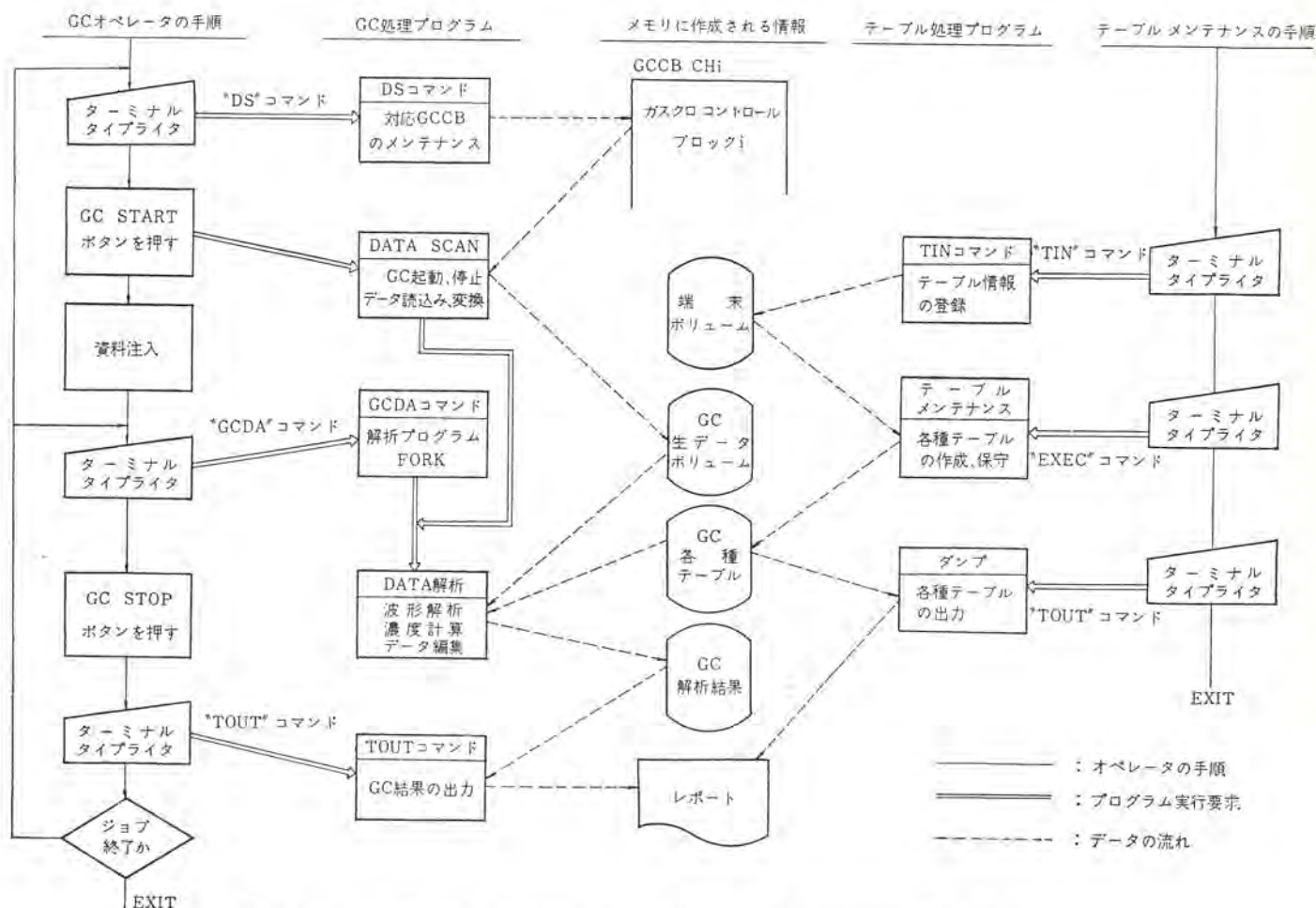


図 4.1 ガスクロデータ収集ジョブの手順

Flow of gas-chromatograph data gathering.

(c) 同定および濃度計算

(3) 解析結果の出力

以上本システムの一例として MELCOM-9100 ガスクロマトグラフデータ収集ジョブについての一連の手順を図 4.1 に示す。

4.2 データ収集ジョブの管理

指定チャネルからのデータ収集の要求は、端末タイプライタからのデータ収集コマンド“DS”により受け付けられ、同時に必要なパラメータを対応するコントロールブロック（制御情報格納領域）に与える。データ収集ジョブスケジュールは、コアメモリ常駐のプログラムでシステムの持つ基本タイマにより起動され、コントロールブロックの情報にもとづき以下のプロセスの進行を管理している。

- (1) サイドパネルの制御
- (2) オンラインモニタパネルの制御
- (3) オンライン機器の起動、停止スイッチの制御
- (4) データスキャンプログラムの起動、停止
- (5) 解析プログラムの実行要求

利用者は端末タイプライタに出力される情報と、サイドパネル表示に従って、各種制御スイッチを操作することにより、一連のデータ収集プロセスが自動的に働き完了する。

4.3 データ収集

計算機本体から遠隔にある端末タイプライタ、およびサイドパネルの起動指示によりデータ読込を行なうデータスキャンプログラム（図 4.2）はシステムの基本タイマごとに起動され、要求チャネルに接続されているプロセス入力装置から読み取り、各入力チャネルごとにデータを積算し、指定サンプリング間隔で平均を取りバッファリングしていく。入力データ

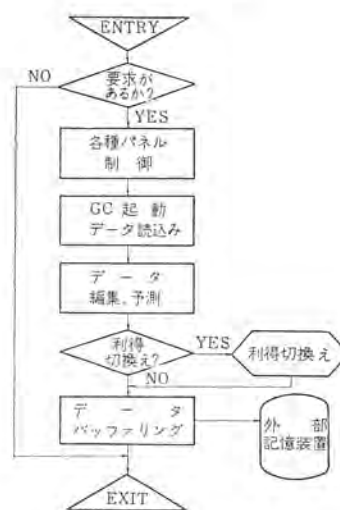


図 4.2 データスキャンプログラム
Flow of data scan program.

には時間、増幅利得、計測デジタル量が含まれている。またデータスキャンプログラムはデータの入力ごとに次のデータ値を予測し、利得を決定し最適制御を行なうことにより、幅広い範囲の入力信号をも一様にカバーするように考慮されている。図 4.3 は生データを計算センタの X-Y プロッタにより出力させたものである。

データスキャンプログラム起動に必要な外部からの制御情報には次のものがある。

- (1) “DS” コマンド（端末タイプライタ入力）
- (a) スキャンレイト（基本タイマの整数倍を指定）

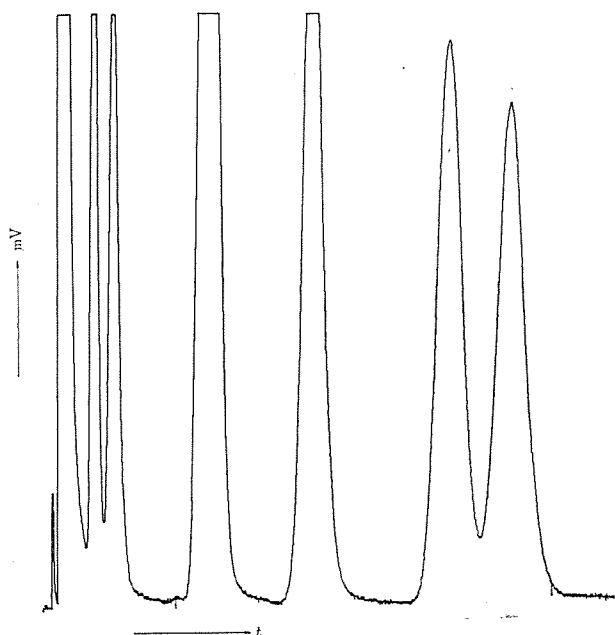


図 4.3 ガスクロ生データの X-Y プロッタによる表示
Plotting gas-chromatograph data by X-Y plotter.

(b) カットオフ タイム (秒)

(c) 停止時間 (秒)

(2) 起動, 停止スイッチ 入力

4.4 データ解析プログラムの起動

データ解析プログラムは, 端末タイプライタからコマンド“GCDA”(ガスクロシステムの場合)により要求される。この“GCDA”コマンドの入力はデータ収集時または完了時どちらでもよく, データ収集時に入力した場合は, データ収集完了時点で自動的にプログラムがスケジューラにより待行列に登録され実行に移される。

“GCDA”コマンドはプログラム解析に必要なスタンダードパラメータ名(後述する)を指定し, 同一生データに対して必要なだけの回数を繰返し入力し実行することが可能で, 前もって準備したスタンダードパラメータを指定する。

データ解析プログラムは, 対応チャネルの生データ領域から逐次読み出し, 解析して中間結果を濃度計算, 編集プログラムに伝達して, 最終結果をオンラインレポートボリュームに登録する。この時点は解析結果の出力待ちを指し, 利用者にそのむねをサイドパネルに表示する。

解析のアルゴリズムは次の応用解析プログラムとして詳述した。

5. 応用解析プログラム

研究所および試験所などにおける測定装置の種類は非常に多く, 中で比較的自動化の容易な NMR (核磁気共鳴装置), MASS (質量分析装置), GC (ガスクロマトグラフィ) など種々の分析機器からのデータ自動収集, 解析を対象として検討が進められている。これら分析機器の出力データは特性を異にするデジタル量として計算機に入力され, データの特性に応じた解析法を考案しプログラム化すること, すなわち応用解析プログラムの作成は研究所システム作成の大きな問題である。ここでは, これらの分析機器の自動化として検討され, すでに実動中の GC 出力データ解析プログラムについて説明する。

5.1 ガスクロ出力データ処理の概要

ガスクロは, 吸着性固体粉末あるいは多孔性粉末に不揮発性液体を浸透させたものを充てんした分離管(カラム)を恒温そうに置き, 適

当なキャリアガス (He , N_2 , H_2 など)を流し, 一方から試料を注入すると, その成分の充てん物に対する親和率, 気-液相分配率の差によって, 分離カラムを通過する速度が異なるのを利用して, 他端の検出器により各成分の時間に対する出力波形を記録するものである。検出器によって熱伝導度形 (TCD), 水素炎イオン化形 (FID) などがある。

この出力波形の各ピークが各成分に対応するので, ピーク点までの時間(リテンションタイム)により成分の識別をピーク面積により濃度を知ることができる。この分析法は現在では記録計にチャート(chromatogram)として記録し, このチャートから手計算により解析されている。これを試料注入以降分析結果の報告まで計算機により自動化したものが本システムで, 特に遠隔の端末タイプライタ群より, 互いに他のジョブを意識することなく独立に各自のデータ収集ジョブを実行することができる特長をもっている。

計算機によるデータ処理の内容は次のようになる。

(1) データの解析

(a) 波形解析(ピークの判別)

(b) 面積計算(積分エリアの決定と積分)

(c) リテンションタイムの決定

(2) 同定および濃度計算

(a) 同定テーブルの選択

(b) リテンションタイムによる成分名の識別

(c) 指定濃度計算法による濃度計算

(3) レポートの作成

(a) 結果の編集

5.2 GC 出力データの解析法

5.2.1 解析に必要なパラメータ

4.4 節でのべたデータ解析に必要なコマンド“GCDA”には, 解析

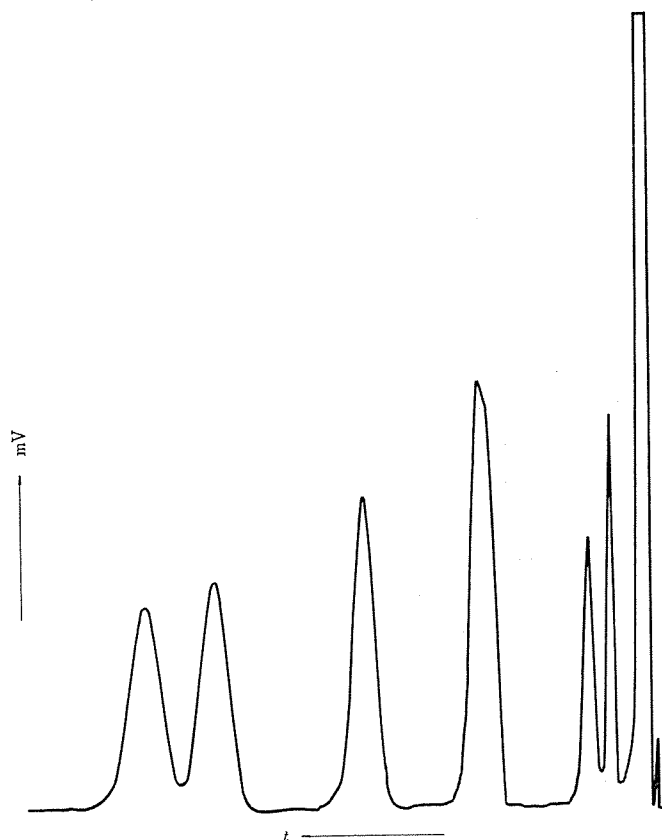


図 5.1 ガスクロマトグラム
Example of gas-chromatogram.

に必要なスタンダードパラメータにより、各種テーブル名、分析定数が指定される。

(1) スタンダードパラメータ

このパラメータは、各分析に対応して変更の生じるもので次のような内容をもつ。

(a) スキミング時間帯の指定

指定された時間帯の重畳した複数個のピークの分離により、面積計算を行なう。

(b) ピークミニマムサイズの指定

(c) ベースライン指定

一つのベースラインに何個までピークがあるかを指定する。

(d) 同定テーブル名の指定

(e) 濃度計算法の指定

(f) 未知ピークの取扱い指定

検出された未知ピークをどのように処理するかを指定する。

(g) ピーク幅の変化

リテンションタイムに対するピーク幅の割合を指定する。

(h) システムパラメータ名の指定

(2) システムパラメータ

検出器の感度に応じて作成されるパラメータで、おもに波形解析に使用され、各機種に数種ずつのテーブルを用意しておき、スタンダードパラメータで指定する。

(a) ピークセンシティビティ

ピークとして検出するデータ変化の限界値を指定する。

(b) 確認点数

ピークとして検出するデータの継続変化に対する限界値を指定する。

(c) 平滑定数

デジタルフィルタの係数を与える。

(d) ベースライン定数

変動するベースラインが更新される条件を与える。

(e) ピークマキシマム定数

(f) ノイズカット定数

(3) 同定テーブル

各成分に対応するリテンションタイムと、その成分名がリストアップされたテーブルであらかじめ使用者が作成しておく。

5.2.2 GC出力波形解析法

GC分析において、ガスクロマトグラム(図5.1)を解析する目的には次のような項目が存在する。

(1) クロマトグラムの状態の識別を行なう。(波形解析)

(2) 重畳したピークの分離を行なう。

(3) リテンションタイムを求める。(定性分析)

(4) ピーク面積を求める。(定量分析)

上記各項目を計算機によって処理させるためには、図5.2に示した波形状態から各種ポイントを抽出し、そのポイントの持つ状態の識別を行ない、上記(2)、(3)、(4)項目の処理が行なわれる。一方検出ポイントの抽出に先だって、計算機に取込まれたガスクロ生データはデジタル量であり、図4.1に示したように離散的なもので、データ伝送、A/D変換等に起因する種々のノイズが含まれている。この生データを一様な連続量として処理するため、計算機のプログラミングにより構成されるデジタルフィルタリングの機能でデータの平滑を行なう。

以上計算機による波形解析のアルゴリズムを図5.3に示す。

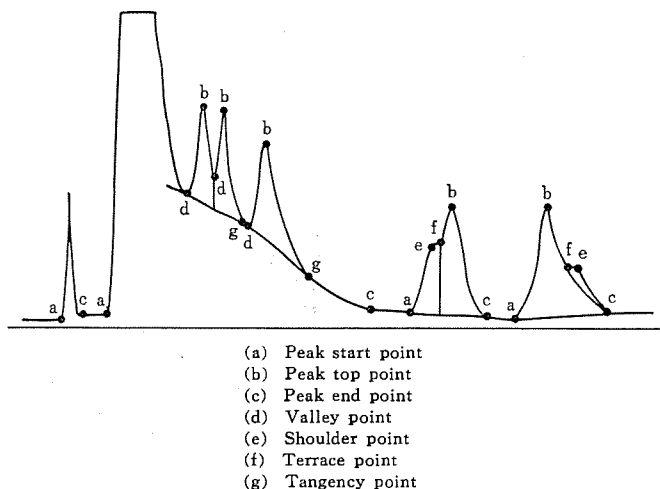


図 5.2 クロマトグラムと検出ポイント
Gas-chromatogram and peak detecting point.

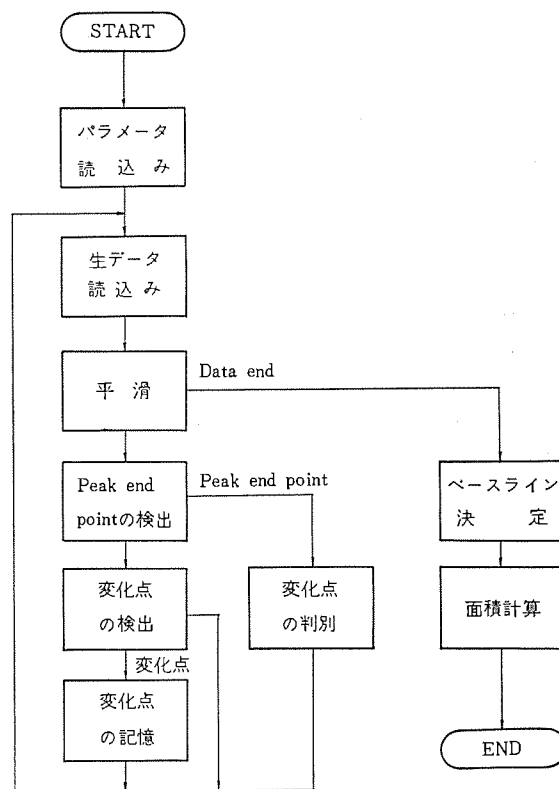


図 5.3 波形解析のアルゴリズム
Algorithm of wave analysis.

5.3 同定、濃度計算法

波形解析の結果から得られた検出ピークのリテンションタイムより、試料中に含まれる成分の識別(同定)、ピーク面積より目的成分の濃度計算を行なう。

5.3.1 同定

ガスクロシステムの利用者が前もって作成して、分析試料ごとに使用するスタンダードパラメータに登録されている同定テーブルのリテンションタイムと、波形解析の結果から得られるリテンションタイムの比較により、各検出ピークの対応する成分名を決定する。もし同定テーブルにないピークが発見された場合、それを未知成分として表示できるよう配慮している。

5.3.2 濃度計算

同定によって得られた各成分の濃度を計算する。濃度計算法には、

```

- DS, CH3
* SCRT, 2
* CUTT, 0
* STOP, 1200
- GCDA, CH3, $SPT, T1-2
- TOUT, SRP, CH3
0000          GAS-CHROMATOGRAPHY ANALYSIS RESULT
CALC=3
SYSP=T1
UNIT=WT
UNPK=1
SPT =KO-3
ISD          20.218
PKNO  TIME    R. R      AREA      CONC  FACTOR  SIG N
UN     23    0.029      931.      0.000   0.000   *F
UN     37    0.047    2893409.    0.000   0.000   *F
1     101    0.129    22058.      6.090   0.846   *F
2     139    0.178    23298.      6.478   0.852   *F
UN    261    0.335       2.      0.000   0.000   *F
3     321    0.413    87838.     26.000   0.907   *F
4     518    0.666    64867.     19.602   0.926
5     777    1.000    62019.     20.218   0.998   R F
6     897    1.154    65884.     19.523   0.908   *F

```

図 5.4 計算結果の一例 (内部標準法)
Example of analyzed report (Internal standard method).

基本的に次の四つの方法がある。

- (a) 絶対検量線法
- (b) 内部標準法
- (c) 相対面積比較法
- (d) 添加法

(各計算法の計算式は本誌 43 巻 11 号 “MELCOM-9100 ガスクロマトグラフ データ 収集 システム” を参照されたい)

さらに上記濃度計算法の変形および組合せによりほかに 4 種類あり、利用者が自由に選択できるように、スタンダード パラメータ の一種として指定できる。

5.4 レポートの作成

本システム では以上の ガスクロマトグラム に関する処理結果をもとにし

て、各計算法で指定される出力形式に従って各データを編集して、オンライン 出力領域に登録して一連の解析処理が完了する。利用者は必要に応じて端末 タイプライタ に出力 コマンド “TOVT” を入力して、レポートを得る。

6. む す び

研究所のもつばくだいな情報の整理および単純作業からの解放、省力化の面で本システムは非常に有効である。今後の問題として、さらに改良を加え、研究の計画、進行、管理面への導入に逐次検討を進める予定である。

おわりに種々ご指導いただいた三菱化成工業(株)中央研究所ならびに当社中央研究所はじめ、社内関係者各位に感謝いたします。

MELCOM-9100 マルチアクセスオペレーティングシステム —複数台端末からの技術計算システム—

阪田 勇夫*・藤間 孝雄*・片岡 信弘*・由留部政則*

MELCOM-9100 Multi-Access Operating System —Scientific Calculation System by Multi-Terminals—

Kamakura Works

Isao SAKATA・Takao FUJIMA・Nobuhiro KATAOKA・Masanori YURUBE

A MELCOM-9100 multi-access operating system is the one developed with an aim of computer utility for multi-purposes. This operating system is fitted to the compound system of a computer used usually at colleges and laboratories. To be concrete, it is so designed as to treat independently and simultaneously three sources of task requests for a batch job, a terminal job and an on-line job.

Terminal task requests involve control information of the on-line job, input and output of analysis result, formation and execution of programs due to FORTRAN and ASSEMBLER languages; thus the system has capability of solving problems by coping with respective terminal command languages and talking with the computer.

1. ま え が き

最近の電子計算機適用面の拡大、電子計算機利用技術の著しい進歩に伴って計算機適用の質的高度化がもたらされてきた。なかでも計算機の共同利用により多数の人間が計算機と対話しながら問題解決に計算機の情報処理能力を利用するという可能性をもたらし、計算機使用の新しい分野が開拓されている。

この共同利用体系を実際に実現させるシステムとして、タイムシェアリングシステムが最適であるが、現段階では真の意味での共同利用体系を生み出すことは不可能に近いが、一定の制約をシステムに課することにより、ある程度までの実現が可能になる。そこでシステムにかなりの制約を加えても、これまでに実現できなかった利用方式、およびこれまでよりも数段の処理能力が簡単に実現でき、かなりの程度の問題解決の道具として利用できるシステムとして、MELCOM-9100/30 マルチアクセスオペレーティングシステム（以下 MOS と略称する）を開発した。

2. システムの概要

MOSシステムは通常大学や研究所等における電子計算機の複合化システムに適し、具体的には以下の三つの処理要求源を独立にかつ同時に処理するように設計されている。（図 2. 1 を参照）

（1）バッチジョブ

科学技術計算をはじめ一般のプログラム作成（アセンブリ、コンパイル）、および、プログラム実行をバッチ処理として計算センターで行なう。

（2）端末ジョブ

計算センターから離れて設置された複数台の端末用タイプライタからオペレータにより打けん（鍵）されるコマンド言語（システムと端末オペレータの直接の会話に使用される言語）を介して、あたかも専用の計算機が存在するかのごとく計算機と対話しながら問題を定義し計算する。

（3）オンラインジョブ

実験室の各種実験装置、またはプラント等と直接に接続して、実時間処理で種々のデータを収集し、制御情報を与え、解析結果をオン

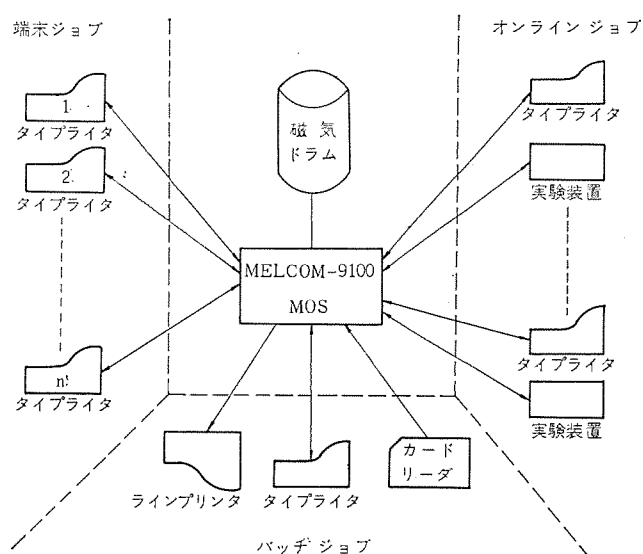


図 2. 1 計算機の使用状態を示す構成図
Configuration of computer utility.

インターナルに報告する。

本システムの円滑な利用のために準備された MOS システムには、システムを統一した管理のもとに制御する制御プログラムが存在し、コンソールタイプライタを使用した複数個の端末機器、計算センターにおける周辺入出力装置、および制御される装置（実験装置およびプロセス機器）から送られてくる処理要求信号またはコマンドに対して、対応するプログラムを選択、実行して結果を応答する機能を持っている。このように計算機の処理能力を時間分割によって各利用者に同時に分配する機能を統括して持っているのが、MELCOM-9100/30 マルチアクセススーパーバイザ（以下スーパーバイザと略称する）であり MOS システムの中核をなしている。

一方電子計算機利用の複合化が強調される反面、計算機システムのコスト低減の面からオペレーティングシステムのハードウェア構成を必要最小限にしたいという要求がある。MOS システムでは適要システムに応じてハードウェア構成を自由に選択可能として、次のような構成を標準

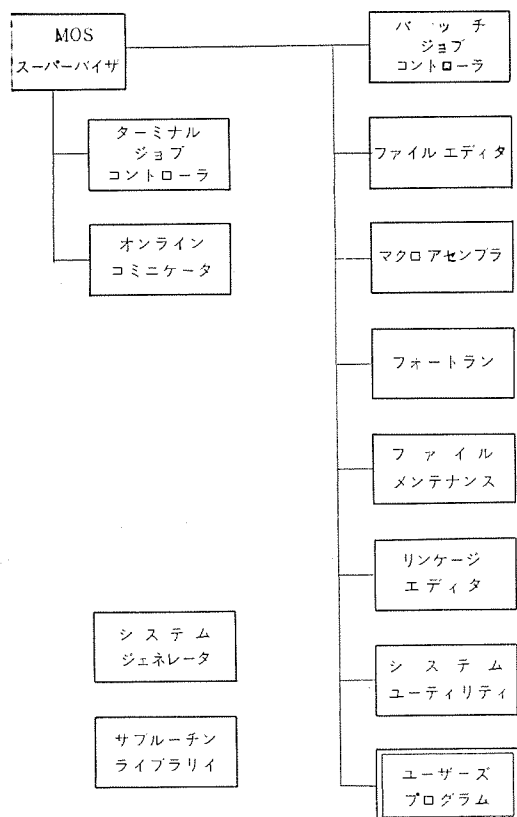


図 2.2 MOS システムソフトウェア 体系
MOS software system.

としている。

(1) 計算センター 機器

コアメモリ 32 kB (キロ バイト) および磁気ドラム (512 kB) を持つ構成で以下の周辺入出力機器を オプション として付加できる。

- (a) カードリーダー
- (b) カードパンチ
- (c) 紙テープリーダー
- (d) 紙テープパンチ
- (e) ラインプリンタ
- (f) X-Y プロッタ

(2) 端末機器

最大 16 台の ターミナル コンソールタイプライタ と、オプション として以下の入出力機器を設置することができる。

- (a) 紙テープリーダー
- (b) 紙テープパンチ

(3) オンライン 機器

各種ディジタル 入出力機器, アナログ入力機器で, データ収集の基本周期は 50 ms (ミリ秒: 10^{-3} 秒) 以上である。

他方ソフトウェアの体系は, 図 2. 2 のとおりで端末からアセンブラ, フォートラン 言語を使用してプログラムを作成, 実行することが可能である。

3. 各処理系と動作モード

スーパーバイザの管理下には各処理系の管理プログラムがあり, ジョブ (計算機による処理の単位をジョブと呼ぶ) の現在の状態を把握する機能を持ち, それぞれが独立に管理を遂行する。各ジョブ間の優先順位はあらかじめ設定された基準に従うが, 一般にオンライン処理, 端末処理をフォアグラウンドジョブとし, バッチ処理をバックグラウンドジョブと

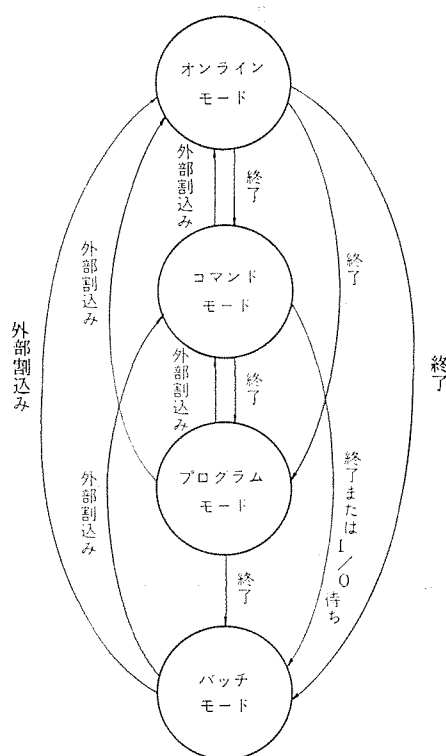


図 3.1 実行モード間の遷移
Transition of execute modes.

する併行処理を時分割により実行する。これは オンライン 処理システムが時間的制約のある処理を行なうので優先度が最も高く, 端末処理に対しても, ある程度の時間的制約が要求されるので優先度はその次になっている。これらフォアグラウンドジョブの空き時間を縫って, バッチ処理が専有することにより計算機の使用効率を向上させることができる。

3.1 システムの動作モードと時分割併行処理

電子計算機システムは幾つかの端末からランダムに要求される処理要求を並列的に処理するわけであるが, 演算処理装置は 1 台であるから, これらの要求を多重化して使用することになる。多重化の本質は各利用者に対して, その処理過程を優先度にしたがって時分割で進行させることであり, これを実行の優先レベル (またはモード) と呼び, 実際の処理過程は各モードを遷移しながら処理が進められていくようになる。MOS システムの実行モードの種類は次のとおりであり, 各モード間の遷移は図 3. 1 のとおりである。

(1) オンラインモード

この実行モードは, オンラインの高速で即時性を要求される処理要求に対して与えられている。データ収集プログラムはこのモードで実行される。

(2) コマンドモード

端末機からの要求を処理するコマンド処理プログラム (ターミナルジョブコントローラ) に対して与えられているモードであり, オンラインモードの次に優先されたレベルで処理が行なわれる。このモードで動作中にオンラインモードの処理要求があれば, コマンドモードが一時的に中断され, オンラインモードとなり, それが終了した時点でコマンドモードにもどる。

(3) プログラムモード

端末機器から実行要求の出されたトランジェントなプログラムの実行レベルである, オンラインモード, コマンドモードはこのモードに割込んで処理することが可能である。

(4) バッチモード

計算機センターからの実行要求の出されたプログラムの実行レベルであり、オンラインモード、コマンドモードはこのモードに割込むことが可能である。プログラムモードは実行前のスケジュールの段階でこのレベルに優先する。すなわちプログラムモードはバッチモードに割込んで実行されることはないが、バッチモードのプログラムの実行が終了し、次のバッチモードのプログラム実行が開始されるまでの時点で、プログラムモードのプログラムが割込んで実行される。

以上の各種処理モード内でのジョブは各処理系で準備されたジョブスケジュールプログラムが実行され、処理要求の内容を分析し、必要な処理プログラムをスーパーバイザを介して実行させ、その処理要求に応じている。

スーパーバイザは上記各モードのプログラム間においてのみ、パラレルタスクプロセッシング（時分割併行処理）を行なうが、ベシックレベルタスク（プログラムモード、バッチモードで実行されるプログラム）相互間においてはパラレルタスクプロセッシングを行なうことはできない。（図3.2、3.3を参照）

3.2 バッチジョブの制御

バッチ系ジョブを制御するジョブスケジューラはバッチ系コマンドインタプリ

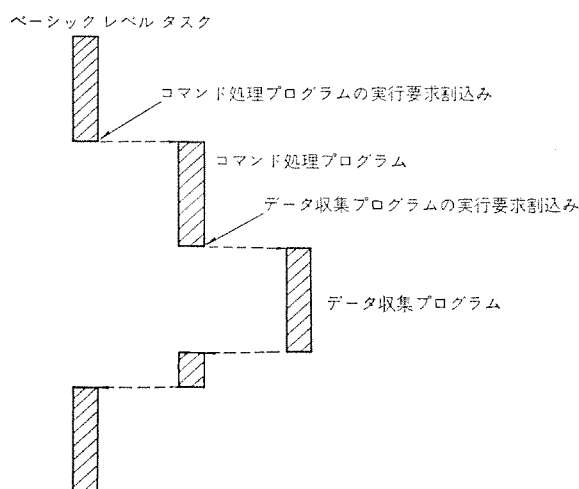


図 3.2 パラレルタスクプロセッシング
Flow of parallel task processing.

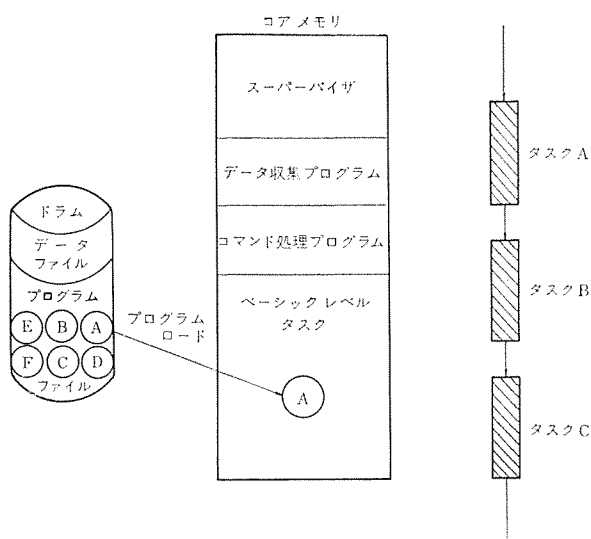


図 3.3 ベシックレベルタスクの直列処理図
Flow of sequential task processing in basic level.

タとバッチ系ジョブコントローラから構成されている。オンライン処理系、端末処理系の処理要求とは異なり、処理要求群をカード、または紙テープに準備し、入力装置に積上げ、この一連のジョブステイメントを漸次読み取り連続して処理を進める方式である。オペレータの介入はジョブの開始または中断時の制御情報を与えるときのみ必要であり、そのときはシステムタイプライタの割込キーを打って、必要なステイメントを与える。

バッチ系ジョブコントローラのジョブ管理のおもな内容は次のとおりである。

- (1) ジョブを処理するのに必要なプログラムを決める。
- (2) ジョブまたはジョブステップを処理するのに必要なデータ領域、スワッチ領域等をドラムの空き領域に割当てる。
- (3) トランスレータ、リンケージエディタを使ってプログラムを作成する。

3.3 オンラインデータ収集ジョブの制御

オンラインデータ収集ジョブの内容を大別すると次のとおりである。

(1) データ収集

指定の、またはシステム的に固定のサンプリング周期 (50 ms 以上) で、データ (アナログ量、デジタル量) を計算機内に読み込む。

(2) データ解析

計算機内部に読込んだデータ (波形データ) を解析する。通常生データ収集時点で若干の処理が施され外部記憶装置に保存される。これらのデータをもとにして入力データの解析 (波形解析) を行なう。

(3) 結果の出力

解析結果より報告書を作成し、実験装置群に対応した端末タイプライタに出力する。

上記オンラインデータ収集ジョブの制御はあくまでも外部実験装置に従属しているが、データ収集、解析に必要な制御情報は、実験装置に付属したオペレータ機器からの外部割込み、およびオンライン端末に設置された端末タイプライタから与えられた専用コマンドにより、図3.4の一連の処理過程が自動的に連続処理される。

3.4 端末ジョブの制御

端末系ジョブはターミナルジョブコントロールプログラムにより、オペレータの打ったコマンド単位で制御される。この制御プログラムはコアメモリに常駐するプログラムであり、おもな機能は次のとおりである。

- (1) 多数の端末からの処理要求を端末ごとに管理する。
- (2) 処理要求に対応したプログラムを決め、待行列に登録する。
- (3) ジョブ、またはジョブステップを処理するのに必要なドラム領域の保守、管理を行なう。
- (4) トランスレータ、リンケージエディタを使ってプログラムを作成し、その実行を要求する。
- (5) プログラムライブラリの保守、管理を行なう。

ターミナルジョブコントロールプログラムは、(1)の機能を果たすプログラムを中心として構成されており、各端末に対してそれぞれ(2)以下の機能を果たすプログラムが複数個存在するがごとく制御する。

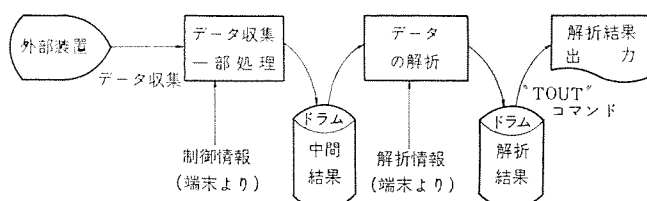


図 3.4 データ収集業務の処理図
Flow of data gathering.

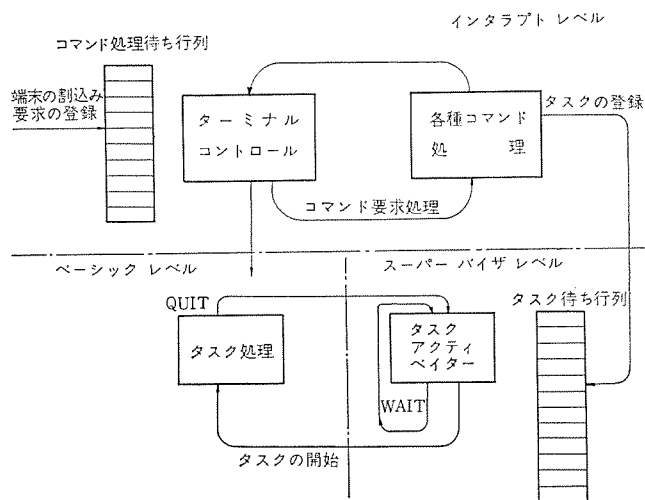


図 3.5 端末ジョブの制御方式
Control formula of terminal job.

3.4.1 制御方式

端末ユーザとターミナルジョブコントロールプログラム間のコミュニケーションはすべてコマンドを用いた会話方式である。まずジョブの開始（通常端末タイプライタのリクエストキー打けんによる）によって、システムは各端末ごとにシステムと端末のコミュニケーションの固有領域である、ターミナルコントロールブロック（以下 TJCB と略称）を割当て、システムとターミナル間の制御情報が記憶される。その後端末より打けんされた各種コマンドは TJCB に入力されたのち、コマンド処理待ち行列に登録され、fast-in・fast-out の原則に従って処理される。

コマンド処理中に端末タイプライタの入出力動作の必要が生じた場合、その端末に起動をかけ、帰る番地をセットした後、制御は次のコマンド処理待ち行列の処理に移る。起動をかけられた端末の入出力動作完了割込により、ふたたびコマンド処理待ち行列に登録される。一つのコマンドは通常このサイクルを何回か繰り返すことにより処理される。一部のコマンド処理がベーシックレベルで行なわれる場合は処理プログラムをタスク待ち行列に登録して、オンライン処理、コマンド処理の空き時間を利用して実行される、この間その端末は WAIT 状態となる。（図 3.5 を参照）

3.4.2 端末の状態遷移

端末オペレータがシステムに対して処理要求を出す場合、まずリクエストキーを打けんしてオペレータの要求信号を発生させるとシステムはターミナルコントロールブロックの利用状態を調べ、あいているターミナルコントロールブロックを割当てる。

割当完了時点でその状態をオペレータに通知するため“一”が出力され、その端末が、ターミナルジョブコントロールプログラムの管理下にあることを示し、端末はタイプラインモードとなり、オペレータのコマンドインプットが可能になる。

オペレータのコマンドインプット後の状態として、システムプログラム内部では図 3.6 のような 6 種類の状態が存在する。

コマンド処理待、コマンド処理中の待時間は即時処理のため問題にならないが、タスク処理待、タスク実行中の時間はタスク待ち行列の状態により不確定であり、オペレータの心理的影響を考慮して、15 秒間隔で“WAIT”のメッセージを端末にタイプラインして、オペレータに通知する方式を採用した。

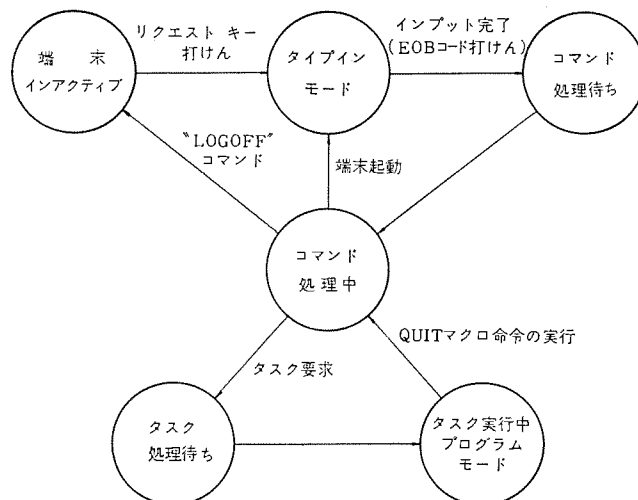


図 3.6 端末の状態遷移図
Transition of terminal states.

4. 端末コマンド言語

端末ユーザが使用できる言語（インプットステイトメント）には次の2とおりがある。

(1) インプットステイトメント

MELCOM-9100 FORTRAN, ASSEMBLER 言語、およびファイルの中味となるデータ等が含まれ、システムとターミナル間の直接の会話には使用されない。インプットステイトメントに関する形式には何ら変わりがなく、40 字（カード1枚分）が1レコードの単位となる。

(2) 端末コマンド

端末のオペレータがシステムに対して、自分のしたいと思うことをさしげするのに用いる言語で、個々のコマンドの種類により書き方、機能が異なる。

4.1 端末コマンドの種類とその機能

端末オペレータは端末コマンドの打けんにより、端末ジョブを要求することができる。コマンドの一般形式は次の各要素から構成されている。

オペレーション、オペランド1、オペランド2、……

……オペランド n [EOB]

第1ターム：オペレーション

オペレータが要求するサービスの種類を規定するものであり、24 種類の機能を選択することができる。

第2ターム：オペランド i

オペレーションの種類により、それぞれ意味の異なったオペランドを持ち、端末ボリュームネーム、ファイルネーム等を指定する。

端末コマンドは表 4.1 に表示している 27 種類存在して、これらを機能的に分類すると次のとおりである。

(1) ターミナルコントロールコマンド

ターミナルジョブの開始・終了を宣言したり (LOGON, LOGOFF)、個人またはグループに与えられたパーソナルボリュームをターミナルに接続するために、その名称を宣言する (USE) コマンドである。

(2) ファイルの作成、出力コマンド

ターミナルから入力されるレコードでファイルを作成し、対応端末のボリュームへ登録する (TIN, PIN)、およびターミナルボリューム、パーソナルボリューム中のファイルの端末への出力に関する (TOU, POU) コマンドである。

表 4.1 端末 コマンド 一覧 List of terminal commands.

コマンド名	オ ペ ラ ン ド	機 能 説 明	ステイトメントの名称
LOGON	USER'S CODE, ANY COMMENT	ターミナル要求信号（リクエストキーの打けん）により、そのターミナルに接続された TJCB に利用者コード（パスワード）を明示し、ターミナルジョブの開始を宣言する。	LOGGING ON
LOGOFF	ANY COMMENT	ターミナルジョブの終了を宣言する、接続 TJCB およびターミナル ボリュームを切り離し他のターミナルの要求ジョブに割当て得る状態にする。	LOGGING OFF
USE	PV	オペランドで指定したパーソナル ボリュームがそのターミナルに自動的に接続される。	USE VOLUME
TIN PIN	VN, FN	ソースプログラム、データをターミナル ボリュームまたはパーソナル ボリュームの中にファイルを作成し登録する。各レコードにはライン番号が対応する。	TYPE-INPUT PTR-INPUT
TOUT POUT	VN, FN	すでに登録されているソースデータまたは SO に登録されているアセンブル リスト、 リンク リストおよび計算結果を端末に出力する。	TYPE-OUTPUT PTP-OUTPUT
DISP	VN	外部記憶装置（ドラム）内の指定ボリュームに登録されているファイルの使用状況を出力する。	DISPLAY
HX	S, B-ADD, E-ADD VN, FM, B-ADD, E-ADD	各端末のロールアウトエリア、および指定ボリューム内の指定ファイル（主にバイナリファイル）の内容を 16 進数表示で端末に出力する。	HX DUMP
CRT	VN, FN, SIZE	指定したボリュームに指定したファイル名を登録に必要な大きさの領域を確保する。	CREATE FILE
DEST	VN, FN	指定したボリューム内の指定ファイル名を持つファイル全体をシステムから消去する。	DESTORY FILE
EMPT	VN, FN	指定したボリューム、ファイルを未定義状態にする。未定義状態とは、 ボリューム内にファイルが、およびファイル内にレコードが存在していない状態をいう。	EMPTY VOLUME OR FILE
COND	VN	指定したボリューム内で “DEST” コマンドにより消去されているファイル領域を圧縮して領域の再配置を行なう。	CONDENSE VOLUME
COPY	from {VN, FN}, to {VN, FN}	すでに登録されているファイルと同一の内容を他のボリュームに新たにコピーし登録する。	COPY FILE
EDIT	VN, FN	“TIN” “PIN” コマンドによって、 ターミナルボリューム（SI）、 パーソナルボリューム（SPI）に登録されているファイルのレコードをライン ナンバーを指定して除去、そう入置換等の編集を行なう。	FILE EDIT
LNO	VN, FN	すでに登録されているラインドファイルのレコードのライン番号を再番する。	RE-LINE NO
EXEC	PN, P ₁ , …… , P _i	ターミナルプログラム ボリューム（SL）、 PLF に登録されている指定プログラムを実行させる。	PROGRAM EXECUTION
FORT	VN, FN, N ₁ N ₂	あらかじめ登録しておいた FORTRAN ソースプログラムのコンパイルを行なう。	FORTRAN
ASSM	VN, FN, N ₁ N ₂	あらかじめ登録しておいたアセンブラ ソースプログラムのアセンブルを行なう。	ASSEMBLE
LINK	SR, FN, N ₁ N ₂	利用者の指定したファイルネームをメインプログラムとして、リロケータブルオブジェクトをリンクして実行可能なロードオブジェクトを作成する。	PROGRAM LINK
LOAD	VN	紙テープにパンチされたリロケータブルオブジェクトまたはロードオブジェクトを端末紙テープリーダーから読み込み対応ターミナル ボリューム（SR, SL）プログラム ファイルとして登録する。	PTR LOAD
PUNCH	VN, FN	ファイルネームで指定する名称のリロケータブルオブジェクトまたはロードオブジェクトを端末の紙テープパンチに出力する。	PTP PUNCH
DS	CH _i	各チャンネル番号に対応したコントロールブロックにサブコマンドによってオンラインデータスキャンに必要なパラメータを記憶させる。 サブコマンドは各種応用システムごとに決めることができる。	ON-LINE DATA SCAN
DA	応用システムごとに決める	データ収集が完了した時点で、 収集データの 分析のためのプログラムを自動的に呼び出し実行させることができる。 コマンドのオペランドは各応用システムごとに決めることができる。	ON-LINE DATA ANALYSIS

PV : PERSONAL VOLUME NAME
VN : VOLUME NAME
FN : FILE NAME
PN : PROGRAM NAME

SI : ターミナル インプット ボリューム
SPI : パーソナル インプット ボリューム
SL : ターミナル ロードオブジェクト ボリューム
SR : ターミナル リロケータブルオブジェクト ボリューム

（３） ファイルの保守、編集 コマンド

端末ファイルのメンテナンス、およびレコード編集に関するコマンドであり、分類・識別・除去・更新・取出し・編集などの機能をもつ。
(CRT, DEST, EMPT, EDIT, COPY 等)

（４） プログラム 実行 コマンド

利用者が端末、および計算センターで作成したプログラム、およびプログラム作成に必要なコンパイラ、リンケージエディタ等の実行を要求するコマンドである。(EXEC, ASSM, FORT 等)

（５） オンラインデータ 収集、解析 コマンド

データ収集、解析プログラムの実行要求(DA)、および制御情報をパラメータとして持ち、オンライン機器を制御するコントロールブロックを作成

するコマンド(DS)である。

5. 端末ジョブのファイルシステム

一連の意味のある情報の集合をファイルといい、ファイルを格納する磁気ドラム上の領域、磁気テープ、カードリーダー等をボリュームと名づけ、MELCOM-9100 オペレーティングシステムでは各種ボリュームを統一して階層的な体系にまとめている。利用者は自分の入用なファイルをその名前だけで登録したり、取り出したりできる。これはオペレーティングシステムがボリューム／ファイル構成を図 5.1 に示すように一連の目次をダイレクトリに記憶しておくことにより、ダイレクトリを順々にたどっていくことにより求めるファイルをアクセスすることが可能となる。

5.1 端末ジョブのためのボリューム

端末の利用者は一つの端末ボリュームと、各自専用のプライベートなボリュームを持つことができる。端末ボリュームは他の端末から使用されることはなく、端末利用者が独占して使用することができる。この端末ボリュームは端末の利用者が処理要求(アテンションキーの打けん)を最初に出した時点で、オペレーティングシステムによって自動的に割当てられ、端末ジョブの終了に伴って、その端末から切り離される一時的なボリュームであるのに対して、各自専用のパーソナルボリュームは恒久的なボリュームである。これらの端末ボリュームには、端末ジョブを遂行するにともなって発生するファイルの属性に応じて分類されて登録される。以下に端末ボリュームを構成している各ボリュームの種類と用途を示す。

(1) SIボリューム

端末から入力したレコードが登録されるインプットボリュームである。端末から要求される技術計算プログラムは各種入力データを、アセンブラ、コンパイラ等はソースプログラムをSIボリュームから読み込む。端末からは“TIN”、“PIN”コマンドで入力し、“TOUT”、“POUT”コマンドで端末に出力できる。

(2) SOボリューム

端末へ出力したいレコードが登録されるアウトプットボリュームである。端末から要求されるプログラムは計算結果、その他各種出力データを端末に出力させるために、いったんSOボリュームに登録する。端末へのデータのディスプレイは“TOUT”、“POUT”コマンドで行なう。

(3) SCボリューム

アセンブラ、フォートランコンパイラ実行により作成される各種リストが収容される。端末への出力は“TOUT”コマンドにより行なう。(リストの作成はオプションである)

(4) SKボリューム

プログラムリンケージを行なったときのエディティングリストが収容される。端末への出力は“TOUT”コマンドにより行なう。(リストの作成はオプションである)

(5) SRボリューム

アセンブラ、コンパイラが作り出したリロケータブルオブジェクトはこのボリュームに格納される。“LINK”コマンドはこの領域からオブジェクトを取り出し、ロードオブジェクトを作成する。紙テープにせん孔されたリロケータブルオブジェクトは、“LOAD”コマンドによりこのボリュームに格納される。

(6) SLボリューム

“LINK”、“LOAD”コマンドによってこのボリュームにロードオブジェクトが格納される。このボリュームに登録されたプログラムは、“EXEC”コマンドで実行することができる。

以上、端末ボリュームの内容を永続的に保存するためには個人、お

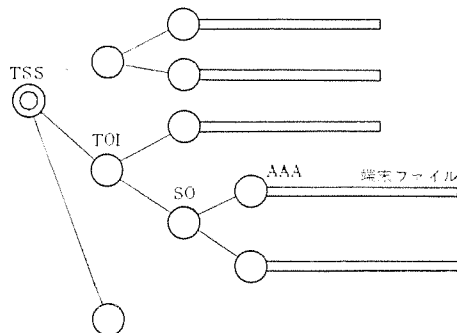


図 5.1 ボリュームのツリー構造
Tree structure of volume.

よびグループに与えられているパーソナルボリュームに“COPY”コマンドにより移しておかなければならない。

パーソナルボリュームには端末ボリューム(SO, SC, SK)と同様に一つのボリューム内にさらに幾つかの擬似ボリュームに分割されている(SPI, SPO, SPC, SPK, SPR, SPL)。擬似ボリュームは物理的には個々にダイレクトリを必要とせず共用しているから(図 5.2 の SO ボリュームを参照)、パーソナルボリュームをあらかじめ分割しておく必要はない。

5.2 ファイルの共同利用と保護

MOSシステムのように複数台の端末ユーザが計算機システムを使用する場合には、ファイルの使用に関する相反する二つの性質が要請される。

(1) 同一のファイルを数人で共同利用して、互いの情報交換を積極的に行なう。

(2) 自分のファイルを他人にこわされたり、変更されることを防ぐ。

MOSシステムではこの矛盾を解決する基本的仕様として、システムオペラヘッドをあまり増加させず、実用的な形で解決するための下記の基準を設けた。

“パーソナルボリュームに書き込みを行なえる人は所有者のみで、他人は原則としてできない。パーソナルボリュームの情報を読み込むことは、パーソナルボリューム名とファイル名を知っている者誰でも可能にする”。

実際、パーソナルボリュームにはパスワードが登録されていて、パーソナルボリュームに書き込む時点でパスワードがチェックされ異なる場合には書き込みは拒否され、利用者に“PROTECT”メッセージが出力される。パスワードとしては“LOGON”コマンドで与える利用者コードが使用される。

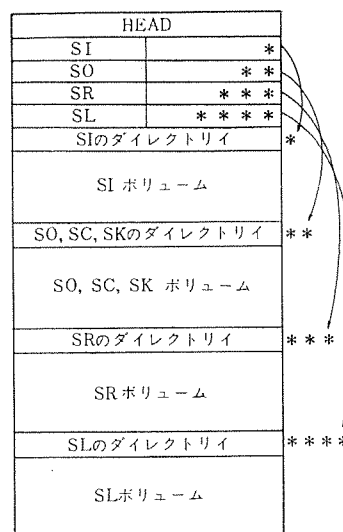


図 5.2 端末ボリュームの構成
Composition of terminal volume.

6. 端末からの計算手順

MOS 端末ユーザがターミナルコマンドを使用して要求する端末ジョブにはプログラムを実行するための種々の処理を伴う、まず、プログラムの作成、実行、およびファイルの整理、保存で、その過程は図 6.1 で端末系、パッチ系を対比して示した。ここにその手順を簡単に説明する。

6.1 プログラムの作成

端末からプログラムを作成する場合次の手順に従う。

(1) "TIN" コマンドにより、ソースプログラムをターミナルボリューム (S I) または パーソナルボリュームへ登録する。

(2) "ASSM", "FORT" コマンドにより(1)で登録されたソースプログラムをアセンブル、またはコンパイルする。リレータブルオブジェクトプログラムは、各端末ボリューム内のSRボリュームに登録される。プログラムが多数のサブプログラムから構成されている場合は(1), (2)を繰り返して実行する。

(3) "LINK" コマンドにより、一連のリレータブルオブジェクトをSR、POFボリュームより取り出し、外部シンボルをリンクして、ロードオブジェクトをSLボリュームに作成する。(2)でアセンブル、コンパイルアンドエグゼキューションを指定した場合は"LINK"コマンドを必要としない。

(4) アセンブル、コンパイル、リンクリストを必要とする場合"TOUF"コマンドにより出力させる。

各段階で作成されたファイルは、端末ボリュームに登録されているので永続的保存を必要とする場合は"COPY"コマンドにより、パーソナルボリュームへ移さなければならない(図6.1)。一方不必要なファイルは"DEST", "COND"コマンドにより整理する。例6.1に端末からのプログラム作成例を示す。

6.2 プログラムの実行

プログラムの実行に先だって、要求プログラムの実行に必要なインプットデータを所定のボリューム内のファイルに作成しなければならない。例6.1のプログラムではSIボリュームにファイル名"DATAI"が登録され、"TIN"コマンドにより必要なデータが登録される。一方プログラムが実行されて計算結果がSOボリュームのファイル"DATAO"に作成されるためには、このファイルのエントリー名を持つ出力ファイルの領域

を確保しておかねばならない。通常領域の確保には"CRT"コマンドを使用する。

ソースプログラムの入力からはじまってプログラムを作成する場合は、6.1節の手順に従ってロードオブジェクトプログラムがSLボリュームに作成され、"EXEC"コマンドで実行されるが、毎日使用する業務プログラムとして、パーソナルボリューム(SPL)に登録されている場合は"COPY"コマンドにより、ターミナルボリューム(SL)に移した後"EXEC"コマンドにより実行する。

→COPY, SPL, TEST, SL, TEST

→EXEC, TEST

6.3 端末からの外部メモリの管理

システムに接続されている端末から、管理可能な外部メモリの領域は、対応する端末ボリュームと個人またはグループに与えられたパーソナルボリュームのみである。両ボリュームはファイルの保守に関する一連の端末コマンドによりボリューム、ファイル、レコードの登録、変更、追加、除去、編集等の諸機能を遂行できる。

6.3.1 ボリュームの管理

ボリュームの管理にはボリューム内の全ファイルを除去するコマンド"EMPT", および"LOGOFF"コマンドによりターミナルボリューム全体を切り離される。またボリューム内の所々が除去されている場合"COND"コマンドによりボリューム内を整理することができる。

6.3.2 ファイルの管理

端末ユーザが作成する情報はファイル単位に名前がつけられ登録、管理される。指定されたボリュームには通常複数個のファイルが登録される領域(ダイレクトリ部、データ部)を持ち、管理の対象として、そ

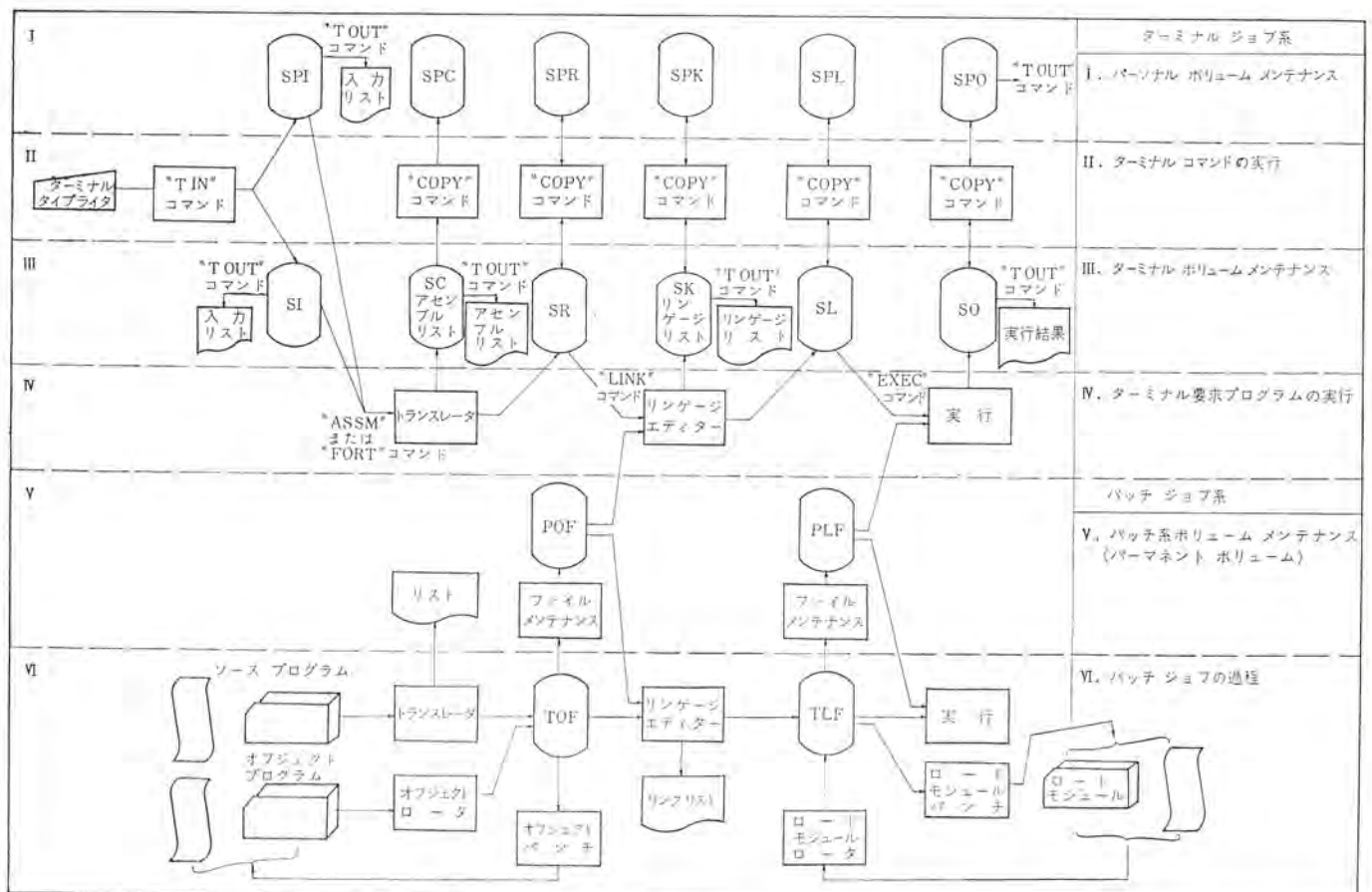


図 6.1 端末系、バッチ系におけるプログラム生成過程
Process of program formation on terminal and batch system.

```

LOGON,MOS012, 1969,9,14.
USE,MOS2.
TIN,SPI,TEST
* 0010 C TEST-PROGRAM 1
* 0020 /// 10/SI;DATA1,20/SO;DATA0
* 0030 MAIN TEST
* 0040 DIMENSION X(10)
* 0050 READ(10,100),(X(I),I=1,10)
* 0060 SUM=0.0
* 0070 DO 10 I=1,10
* 0080 IN SUM=SUM+X(I)
* 0090 PRINT (20,200),SUM
* 0100 CALL EXIT
* 0110 100 FORMAT (10E11.4)
* 0120 200 FORMAT (1H0,11HSUM=RESULT,E15.4)
* 0130 END
* 0140 ///
TIN,SI,DATA1
* 0010 0.0572E+12 0.1274E-13
* 0020 0.9723E+10 0.1325E+12
* 0030 0.5743E-10 0.3214E+10
* 0040 0.1299E+11 0.5426E-9
* 0050 0.1972E+10 0.9746E+10
* 0060 ///
CRT,SO,DATA0,10.
FORT,SPI,TEST,10
LINK,SR,TEST,10
EXEC,TEST
TOUT,SO,DATA0
SUM=RESULT 0.1496E+11

```

注) 波線部はシステムが赤字で出力する。

例 6.1 端末からのプログラム生成 Program formation from terminal.

の内容がメンテナンスされる。

- (1) ファイルの除去: "DEST" コマンド
- (2) ファイルラベルの更新: "EMPT" コマンド
- (3) ファイルエントリイの登録: "CRT" コマンド
- (4) ファイルの複写: "COPY" コマンド
- (5) ファイル名の表示: "DISP" コマンド

6.3.3 レコードの管理

レコードを単位として、端末から自由にメンテナンス可能なファイルは "TIN", "PIN" コマンドによって作成されたラインドファイルに限定される。ラインドファイル内の各レコードには初期値 "0010" で10単位ずつ増加する番号が対応して、この番号を指示することにより、任意のレコードについて除去、そう入、置換の自由な組合わせでファイルをメンテナンスすることができる。

このようなファイル内部のメンテナンスには "EDIT" コマンドが対応し、個々の機能については "EDIT" コマンドの持つサブコマンドが対応する。

例 6.2 は "EDIT" コマンドの例を示す。

- (1) レコードの除去: D (DELETE)
- (2) レコードのそう入: I (INSERT)
- (3) レコードの置換: R (REPLACE)

7. む す び

MELCOM-9100/30 オペレーティングシステムとして現在すでにバッチ処理専用、制御用としてはリアルタイム処理専用オペレーティングシステムが

```

LOGON,MOS012, 1969,9,11
TIN,SI,K
* 0010 BEGIN HARUKO 0010
* 0020 * HESE IS THE SUBROUTINE 0020
* 0030 * HESE ADD FROM 0 TO 100 0030
* 0040 STO DS SLI 0040
* 0050 START LXI 100,1 0050
* 0060 LOOP LR 0 0060
* 0070 AR 0,1 0070
* 0080 AXR -1,1 0080
* 0090 BM LOOP 0090
* 0100 ST STO 0100
* 0110 END START 0110
* 0120 ///
EDIT,SI,K
* R,0010
* 0010 BEGIN HARUKO 0010
* I,0031
* 0031 EXT STO 0031
* 0032 ///
* D,0040
* R,0060
* 0060 LR 0 0060
* R,0070
* 0070 LOOP AR 0,1 0070
* R,0020
* 0020 * THESE IS SUBROUTINE WHICH 0020
* R,0030
* 0030 * ADDS FROM 1 TO 100 0030
* I,0101
* 0101 B 0,3 0101
* E ERR 0000
* TOUT,SI,K
* 0010 BEGIN HARUKO 0010
* 0020 * THESE IS SUBROUTINE WHICH 0020
* 0030 * ADDS FROM 1 TO 100 0030
* 0040 EXT STO 0040
* 0050 START LXI 100,1 0050
* 0060 LR 0 0060
* 0070 LOOP AR 0,1 0070
* 0080 AXR -1,1 0080
* 0090 BM LOOP 0090
* 0100 STL STO 0100
* 0101 B 0,3 0110
* 0101 END START 0120

```

注) 波線部はシステムが赤字で出力する。

例 6.2 レコードのメンテナンス Maintenance of records in file.

開発されてきた。MOS システムではオンライン系、端末系、バッチ系の併行処理を統一したオペレーティングシステムで可能にし、はん用性のあるオペレーティングシステムを実現した。本文では、とくに端末処理を中心として簡単に述べてきたが、MOS システムは端末からの計算機の共同利用のみを特長とするのではなく、適用システムによっては、むしろ、オンライン系の端末からの制御等にその特長が見い出せ、非常に用途の広いシステムとして使用される。

現在実働中の MOS システムはコアメモリ 16 kW, ドラムメモリ 256 kW で端末処理、オンライン処理に十分なボリュームを割当てられていないために、処理機能に多少の制限が課せられているが、ディスクパックの増設、および現在開発中のスーパーバイザの処理方式の変更により、システムの処理機能は飛躍的に拡大することが期待されている。

小形制御用計算機 (MELCOM-9100-5) と データ ロガー (MELDAP-1300)

龍田 直紀*・松岡 宣雄*・三浦 康宏*・深尾忠一郎*

Real-Time Small Computers (MELCOM-9100-5) and Marine Date Loggers (MELDAP-1300)

Kamakura Works Naonori TATSUTA・Nobuo MATSUOKA・Yasuhiro MIURA・Chyûichirô FUKAO

MELCOM-9100-5 is the one worked out as a small model of the real-time computer of the MELCOM-9100 series. It is a computer developed with an aim of high reliability, high performance and low cost. The field of application of the unit has been expanding in every direction by making the best use of the features. Data loggers MELDAP-1300 for general use on board ships have undergone continual improvement since the year of 1964 so as to realize the equipment on the first MO ships in Japan. They have passed the qualification test of Lloyd and NK, fully meeting the demand of labor saving in the latest shipping world. They show the promise of rosy future. This article reports on their development and improvement of late in brief.

1. ま え が き

小形計算機による オンライン リアルタイムシステム は、時代の要請にともなう急激な発展を示しつつあり、当社では、この分野に、従来から数多くの実績をつみ、特色あるシステムを生みだしてきた。これら多数の経験と最新の技術を基盤として、新システムの開発、実現への努力が精力的につづけられつつあるが、本文ではこの分野に適用される計算機システムとして、MELCOM-9100-5 と船舶自動化・機関室無人化の動向の中で、すぐれた実績を示しつつある船舶用データロガー MELDAP-1300 の最近の状況につきとりまとめて紹介する。

MELCOM-9100-5 は、MELCOM-9100 シリーズの小形のモデルとして開発された計算機システムで、オンラインリアルタイムシステムに要求される高い信頼度と、最新の技術による高い性能とをかねそなえた、低価格の計算機システムである。設計上特に考慮された点は、最小のハードウェアによって、パフォーマンス/コストを最高度に向上させること、信頼度・実動率を低下させる諸因子を徹底的に追求して、その排除につとめること、設計・製造工程に計算機を大幅に活用して高能率化をはかることなどであり、とくに大形の機能カードを採用して、これを計算機により自動試験するシステムを導入して生産性の向上をはかっている。

MELCOM-9100-5 は、昨年4月にその1号機を納入して以来、受注、出荷とも、きわめて順調に推移しつつあり、その適用分野も、従来から国内随一の実績を誇るビル総合監視制御システムをはじめ、自動検針を含むシステムとか、交通関係への適用として、操車場の自動化(YAC)、列車運行制御、変電所の集中監視制御など新分野が開拓されつつあり、またシステムコンポーネントとして計測・試験設備への利用、テレメータやレーダなどのデータ処理、自動製図機など、ますます拡大しつつある。本文では最近の改良、開発成果と、大形の機能カードの自動試験システムを主体にその概要を紹介する。

一方船舶用データロガーについては、昭和39年にその第1号機を納入して以来、すでに40台に及ぶ納入実績をもつが、この間昭和42年には全面的にシリコンランジスタの採用をはかるとともに、仕様面で

の徹底的な標準化を実施して、高性能、高信頼度の実現をはかった。さらに昨年には、日本海事協会(NK)のMOグレードに対処しうるよう、性能面での改良もおこなわれて、わが国最初のMO船^(注1)へのとう載が実現して今日に至っており、船舶の大形化の傾向と、乗組員の労働条件の改善および省力化への対策として、本格的な導入期をむかえている。本文では、最新の標準形データロガー MELDAP-1300 の概要もあわせて紹介する。

2. MELCOM-9100-5

2.1 構成と仕様

9100-5の機器構成を図2.1に、仕様を表2.1に示す。構造的には、システムの中核となる、基本キャビネット(高さ1,800, 横幅900, 奥行600)1架とアプリケーションごとに適宜設置される増設キャビネット(高さ1,800, 横幅600, 奥行600)複数架から構成され、図2.1に示した各モジュールが直列バス方式でビルディングブロック式に拡張接続できるようになっている。基本キャビネットとシステムタイプライタの外観を図2.2に示す。この基本キャビネットの中には、図2.1に1点鎖線で示した各モジュール、すなわち基本構成としての

- (a) セントラルプロセッサ
 - (b) コアメモリー (最大16k語)
 - (c) 割込ユニット (最大64アドレス64点)
 - (d) ダイレクトコントロールチャネル
 - (e) システムタイプライタ 制御装置
 - (f) 基本キャビネット用電源
- とオプションとして設置可能な
- (g) チャネルマルチプレクサ
 - (h) 高速演算機構
 - (i) 紙テープリーダー/パンチ 制御装置

(注1) MO船：機関室無人化船。1日のうち、一定時間(12~24時間)機関室を無人化し、乗組員の労働条件を陸上勤務なみにするため、世界各国の船級協会では船舶およびそのとう載機器に対する規格を従来より一段上のものに制定し、これに合格した船舶に対して証明書を発行して船舶の格付けを行なっている。わが国では、日本海事協会(NK)が、昭和44年6月にこの規格を公布し、合格船にはNK-MOグレードとして従来船と区別している。

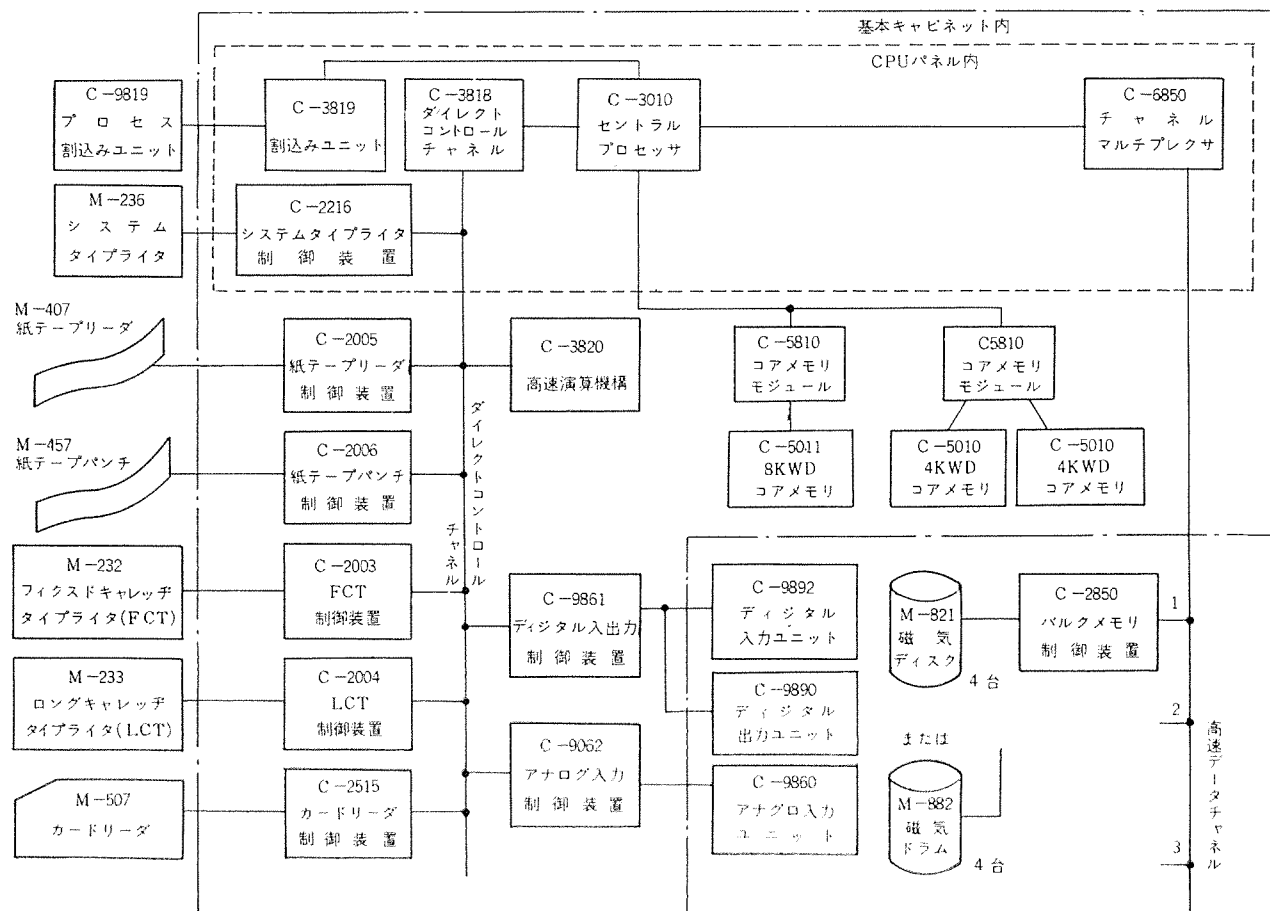


図 2.1 MELCOM-9100-5 システム構成図
System configuration of MELCOM-9100-5

表 2.1 MELCOM-9100-5 仕様一覧
Specifications of MELCOM-9100-5.

分類	項目	仕様
	回路素子	TTL, DTL 集積回路およびシリコントランジスタ
コアメモリ	容量 読取サイクルタイム メモリー保護	4k, 8k, 12k, 16k 16ビット+1パリティビット 2.5μs/語 (リードモディファイライト) ページブロック単位保護方式, プログラム制御可能
セントラルプロセッサ	演算方式 命令数 アドレス方式 加減算 ロード/ストア 演算速度 ブランチ 間接アドレス 割込内外	2進並列演算 基本27種 ページアドレス, 間接アドレス, インデックス 10μs 10μs 7.5μs 2.5μs 2レベル24アドレス 2レベル40アドレス
入出力チャンネル	ダイレクトコントロールチャンネル 高速データチャンネル	基本入出力命令による 1語 (16ビット) 単位入出力 最大4チャンネル 100kB~200kB/秒
磁気ディスク	容量 台数 平均アクセスタイム	1台当たり 32k/64k 1コントローラ当たり 最大4台 8.3ms/16.7ms
入出力周辺機器	システムタイプライタ 紙テープリーダー 紙テープパンチ カードリーダー ロングキャレッヂタイプライタ フィクスドキャレッヂタイプライタ	10字/秒 (印字, 打けん(鍵), 読取, せん孔) ASCIIコード 200字/秒 35字/秒 100枚/分 10字/秒 15字/秒
プロセッサ入出力	デジタル入力 デジタル出力 アナログ入力 高速アナログ入力 アナログ出力 パルス入力	最大1,008点 最大896点 最大128点 最大1,024点 最大128点 パルス幅出力, パルス列出力, はしご形DA変換回路 最高2kHz (周波数×点数)
	速度	100,000点/秒 3,200点/秒 10,000点/秒 30~120点/秒 20,000点/秒 信号レベル ±10mV~±5V 信号レベル ±10V

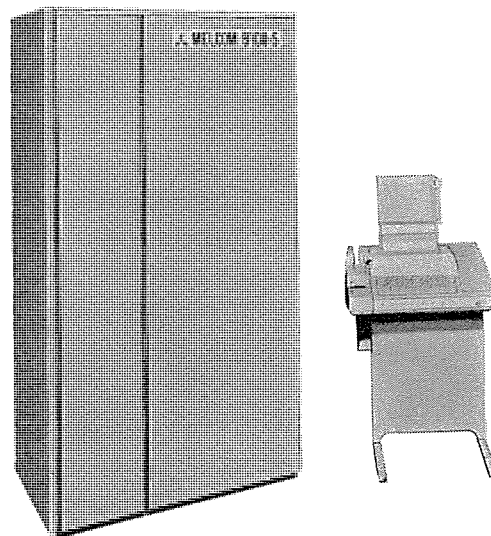


図 2.2 基本キャビネット
Basic cabinet.

- (j) タイプライタ制御装置
(k) カードリーダー制御装置
(l) プロセス入出力制御装置
などが収容可能である。

2.2 セントラルプロセッサ

セントラルプロセッサに関しては, 小形制御用計算機 MELCOM-350-

-5⁽¹⁾のセントラルプロセッサとして、開発されたものと同一であり詳しくはふれないが、当社製 M-5300 P シリーズ TTL 形集積回路 (IC) を全面的に採用し、図 2. 3 に示すように、280 mm×190 mm のカード基板に IC を最大 54 個積載した大形機能カード 13 枚からなるコンパクトな構成になっている。

大形機能カード方式の採用については集積回路の使用と表裏一体をなす性質のもので、集積回路使用の効果を最大限に発揮させるための必要条件と思われるが、一方で、プリント板の設計、組立てられたカードの試験、トラブルシュートなどに困難な問題もある。これらの点に関してはできるだけ同一種類のカードが複数枚使用できるような論理構成に留意するとともに、試験の合理化をはかるべく、計算機による大形機能カードの自動試験システムを実用化するなど積極的に難点の解消をはかっている。

自動試験システムの状態に関しては、2. 9 節で説明する。

図 2. 4 に示すのが CPU パネルと称するもので、この中には図 2. 1 の点線内のモジュール、すなわち機能カード 13 枚で構成されたセントラルプロセッサのほか、ダイレクトコントロールチャネル、チャネルマルチプレクサ、64 点にのぼる割込みユニットおよびシステムタイプライタ制御装置がそれぞれ機能カードとして収容される。

2. 3 高速演算機構

MELCOM-9100-5 はセントラルプロセッサの機能として、乗除算や倍精度演算のハードウェアを持っていない。これは高信頼度、低価格、コンパクト、という基本的な開発思想によるものだが、適用分野によっては演算処理能力の向上が要求される場合もある。

このような要請に対処するために開発されたのがここで述べる高速演算付加機構（以下 HSA と略す）である。

HSA の最大の特長は既存の CPU になんらの設計変更を加えることなく、入出力拡張機能の一種として、CPU 外部に独立した演算モジュールとして付加できる点にあり、図 2. 1 に示すようにダイレクトコントロールチャネルを介して入出力命令でアクセスできるようになっている。

HSA のおもなハードウェアは次のとおり。

(a) M レジスタ

32 ビットのレジスタで乗算の場合は乗数が、除算の場合は除数が、加(減)算の場合は加(減)算数が入出力命令でセットされる。

(b) Q レジスタ

32 ビットのレジスタで乗算の場合の被乗数、除算の場合の被除数、加(減)算の場合の被加(減)数が入出力命令でセットされる。演算の結果、乗算の積のうち、下位 32 ビット、除算の商、加(減)算の和(差)をそれぞれ保持し入出力命令により CPU に読み込まれる。

(c) R レジスタ

32 ビットのレジスタで乗算の積のうち、上位 32 ビット、除算の結果の除余を保持し入出力命令により CPU に読み込まれる。

(d) 加算器

32 ビットの並列加算器で四則演算すべてに使用する。

HSA に関連した命令一覧を表 2. 2 に示す。命令は 4 種のレジスタのセット命令、4 種のレジスタのリード命令、6 種の四則命令、6 種のシフト命令、および HSA が保持している状態情報 (POSITIVE, ZERO, OVERFLOW, ZERO DIVISOR) を読み取る命令に区分される。

これらの命令を実行させるときのプログラム手順は

- 入出力命令により CPU から被演算数を設定する。
- 同じく入出力命令により演算の種類を A レジスタで指定して

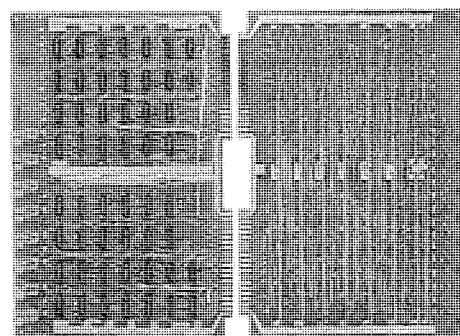


図 2. 3 大形 IC 機能カード
Large scale IC function card

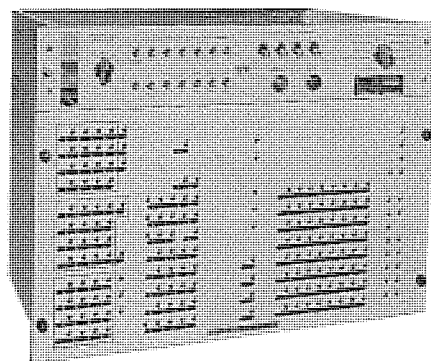


図 2. 4 CPU パネル
CPU panel.

表 2. 2 高速演算機構命令一覧
Instruction repertoire of high speed arithmetic option.

マシンコード	A レジスタコード	シンボリックコード	内 容
68 F 9	—	WQL	WRITE Q-REGISTER LOWER WORD
68 FA	—	WQU	WRITE Q-REGISTER UPPER WORD
68 FD	—	WML	WRITE M-REGISTER LOWER WORD
68 FE	—	WMU	WRITE M-REGISTER UPPER WORD
60 F 9	—	RQL	READ Q-REGISTER LOWER WORD
60 FA	—	RQU	READ Q-REGISTER UPPER WORD
60 FD	—	RRL	READ R-REGISTER LOWER WORD
60 FE	—	RRU	READ R-REGISTER UPPER WORD
68 FF	2000	M	MULTIPLY
	2800	MD	MULTIPLY DOUBLE
	3000	D	DIVIDE
	3800	DD	DIVIDE DOUBLE
	0800	AD	ADD DOUBLE
	1800	SD	SUBTRACT DOUBLE
	40 nn	SLQ	SHIFT Q-REGISTER LEFT n-BITS (n=0~31)
	48 nn	SRQ	SHIFT Q-REGISTER RIGHT n-BITS (n=0~31)
	50 nn	SLM	SHIFT M-REGISTER LEFT n-BITS (n=0~31)
	58 nn	SRM	SHIFT M-REGISTER RIGHT n-BITS (n=0~31)
	60 nn	SLD	SHIFT R/Q-REGISTER LONG LEFT n-BITS (n=0~31)
	68 nn	SRD	SHIFT R/Q-REGISTER LONG RIGHT n-BITS (n=0~31)
60 F 8	—	STI	STATUS READ IN

演算の起動指示を与える。

(c) 以降 HSA は独自のクロックにより CPU と無関係に指定された命令動作を実行し、演算結果を用意する。(演算所要時間は倍精度乗算の場合で約 20 μ s.)

(d) 演算結果を再び入出力命令で CPU に読み込む。

2.4 コアメモリー

17ビット4k語の基本スタックを単位として最大16k語まで増設できようになっているが、44年10月に8k語のスタックが新しくレパートリーに追加され、比較的容量の大きいシステムにおける価格の低減をはかっている。

コアメモリー周辺回路についても、小形化と価格の低減を目的として逐次IC化がはかられ、駆動系を除く90%以上がすでにIC化されている。

2.5 入出力チャネル

入出力制御の様式の一つは入出力命令により直接情報転送の制御までを行なうもので、他の一つは入出力の開始・終了時にのみ入出力命令が介入し、情報転送は入出力装置からのサービス要求により、プロセッサの処理サイクルに割込んでコアメモリーと入出力装置の間で情報の授受を行なうものである。9100-5では前者のためのインターフェースをダイレクトコントロールチャネルと称し、後者のためのインターフェースを高速データチャネルと称している。

物理的には図2.4のCPUパネルにダイレクトコントロールチャネル用のバスコネクタ1組と高速データチャネル用のバスコネクタ1組が用意されており、38心および56心のケーブルを用いて各入出力装置が直列バス方式で拡張接続できるようになっている。

バス接続にはすべてラインドライバー、レシーバーが使用され、雑音に対するSN比を十分に高く保つとともに、最大20mまでのバス延長を可能ならしめている。

ラインドライバー、レシーバーについては、44年にハイブリッドICの開発を完了し、現在逐次システムとの組込みを行なっているが、これは従来の個別部品によるラインドライバー、レシーバーと電気的に完全な互換性を有するもので、インターフェースの特性を変更する必要がなく、段階的なシステムへの適用が可能のように考慮されており、実装密度の向上に大きく寄与するものである。

2.6 外部記憶装置

9100-5では、ランダムアクセスの外部記憶装置として、浮動ヘッド形式のM-821形磁気ディスクを使用している。

このディスクは主として制御用計算機の外部記憶装置として当社において開発されたもので、コンパクトにまとまった経済的な記憶装置である。図2.5にディスク本体に読出し書込み用のディスクドライブを付加した外観図、表2.3に磁気ディスク記憶装置の主要諸元を示す。

9100-5では高速データチャネルを介して接続されるバルクメモリー制御装置1ユニット当たり、このディスクが最大4台まで接続可能であり、

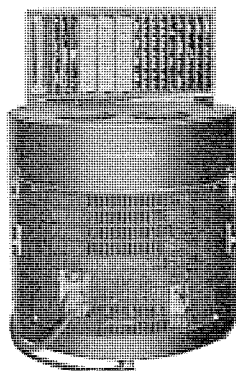


図 2.5 磁気ディスク
Magnetic disk memory.

表 2.3 磁気ディスク記憶装置の主要諸元
Specifications of magnetic disk memory.

記憶容量	32 kWD/64 kWD
回転数	1,800 rpm/3,600 rpm
平均アクセスタイム	8.3 ms/16.7 ms
トラック数	64
セクタ数	4または8 SECTOR/TK
書込み方式	FD(周波数変調)方式
読出し方式	セルフクロック・ゼロクロス検知方式
外形寸法	直径400×高さ400

経済的な小容量システム(32k)から大規模なシステム(262k)まで幅広い範囲がカバーできる。

外部記憶装置としてはこのほか、容量32k、平均アクセスタイム8.3msのM-882形磁気ドラム装置が接続可能ですでに数システムの納入実績をみているが、引き続き記憶容量262k、平均アクセスタイム8.3msのM-848型高速磁気ドラムの接続も進行しつつある。

2.7 入出力装置

入出力制御装置については、すでにシステムタイプライタ、紙テープリーダー/パンチ、入出力タイプライタなどの制御部が、モノリシックICとハイブリッドICを混用して機能カード化されているが、引き続きデジタル入出力、パルス入出力、アナログ入出力などのプロセス入出力関係についても、逐次IC化が進行中である。

計算機の内部仕様の充実と相まって新しい端末機器の接続に対する要求も多く、磁気コード記録装置の接続を可能にしたほか、本号別項に記載のカラーキャラクターディスプレイの接続も進行中である。

2.8 ソフトウェア

9100-5のソフトウェア体系は

アセンブラ
ユーティリティプログラム
スーパーバイザ
関数サブルーチン
サポートプログラム
診断ルーチン

などに分類され、小形計算機として効率のよい動作をすること、プログラミングが能率よく行なえることの二つに重点を置いて、開発整備されてきたが、44年にはディスクシステム用のスーパーバイザが完成して本格的実用に供せられるようになったほか、新しくフォートランの開発がおこなわれた。

9100-5フォートランは、水準JIS-5000相当の機能を持ち、この種の小形計算機のコンパイラとしては、高性能を誇るものである。オペレーションを簡単にするため1パス1フェーズ方式を採用し、コアメモリー8k語とASRセットだけの機器構成で使えるようになっている。

2.9 機能カードの自動試験システム

集積回路使用の効果を最大限に発揮させるため、9100-5では大形の機能カード方式を採用していることは、2.2節で述べた。

機能カードの検査は人手で行なうと膨大な時間を要し、しかも完全を期しがたい。当社でも9100-5の開発と並行してこの分野の計算機による自動化を推進してきたが、本節では現在までに得た実績データを中心にシステムの概要を述べる。

一般にデジタル論理回路は大きく分けて

組合わせ回路
順序回路

表 2.4 機能カード分類
Classification of function cards.

区 分	分 類	定 義	CPU カード内訳
A	組 合 せ 回 路	$\eta \leq 5$	5 枚
B	準 組 合 せ 回 路	$5 < \eta \leq 10$	3 枚
C	順 序 回 路	$10 < \eta$	5 枚

η = フリップフロップ/ゲートのカード内 IC 個数百分率

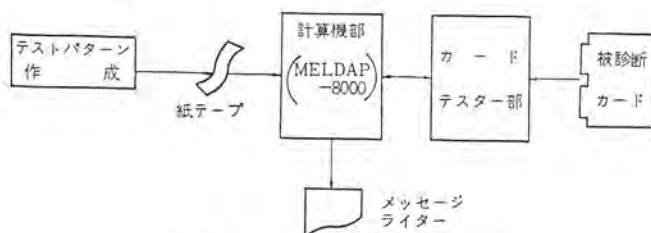


図 2.6 ICカードの自動試験システム
Automatic card test system.

表 2.5 自動試験システムの仕様
Specifications of automatic card tester.

1. 計算機部	MELDAP-8000 (制御用計算機) メモリ (磁気ドラム) 8 k 演算速度 加減算 260 μ s 紙テープリーダー 20 字/秒 メッセージライター 10 字/秒
2. 操作モード	手動・自動モード操作可能
3. 被検査回路の電源接続	0, +5 V を基準とし各端子共任意の電源接続可能
4. 電源変動	0 ~ +30 V 可変
5. 負荷変動	+5 V で 10 mA ステップ, 最大 100 mA まで可変可能
6. 被検査回路の接続端子	電源端子 8 点 クロック端子 2 点 マスタクリア端子 2 点 入力端子 80 点 出力端子 80 点
7. その他	計算機との必要な情報交換を行なうスイッチ・ランプを用意している。

に分類させる。ここで組合せ回路とは、論理ゲートのみで構成される回路群で、入力条件が定まると一義的に出力信号が決定されるものであり、順序回路とは回路群の中にフリップフロップのような記憶素子を含み、入力条件と、それ以前の回路状態との関数として、出力信号が決定されるタイプのものをいう。

しかしながら実際の機能カードでは、フリップフロップを含まない場合はきわめてまれであり、カード単位で回路群を扱う場合、上記の分類は必ずしも適当でない。

実際にこの自動試験システムでとっている分類・定義、および CPU カード 13 枚を例にとった内訳は表 2.4 のようになっている。

このうち、A, B に関しては、D アルゴリズム⁽²⁾の手法を改善して適用し、計算機を用いて所要の試験パターンを自動的に発生させたもので、カード内の故障 IC の指摘が可能になっているが、C に関しては、試験パターンを一義的に決定づけるアルゴリズムが確立されていないこともあり、故障個所の検出も数個の IC 群の中にあることが指摘できる状況にある。

自動試験システムは図 2.6 に示すように、制御用計算機 MELDAP-8000 を中心にして、これにカードテスト用のモジュールを接続したものである。図に示すように、自動または人手により作成されたテストパターンが、紙テープリーダーより入力され、計算機により自動的に試験されてその結果がメッセージライターによりプリントアウトされる。表 2.5 にこの自動試験システムの仕様を示す。

このシステムの過去約 1 年間の運用実績によれば、その試験時間は同一のテストパターンを用いて計算機なしで人手によりテストを操作して試験する場合の 1/5 ~ 1/10 に短縮でき、さらに検査品質のばらつき、ミスがなくなるなど大きな効果をもたらしている。今後さらに、このシステムの改良と、自動試験に適した論理カードの構成法を発展させたいと考えている。

3. 標準形船用データロガー

船用データロガーは、船舶の機関部に設置され、主機関および補機などの各部のデータの監視、作表および数値表示を行なう装置である。

データロガーの外観を図 3.1 に示す。

この装置に接続されるアナログ入力のうち指定の入力については、走査のたびごとに、あらかじめ設定してある上限値または下限値との比較を行ない、入力がこの範囲を越える場合には機関部の警報器に警報信号を送るとともに、グラフィックパネル上のランプを点灯または点滅させ、異常発生の所在を示す。さらに、検出された異常データはデジタル表示器に示されるとともに、タイプライタによって異常を検出した時刻と入力点番号およびデータを自動的に記録する。

以上の警報監視動作は入力点走査と同期して行なわれるが、機関部の重要点 (Vital Point) については、1 点ごとに設けられた連続監視ユニットにより連続的に異常状態を監視しており、異常発見の場合は、定常走査に割り込んで上記警報処理を、最優先で行なう連続監視システムも具備することができる。

データの記録は、上記の異常値の記録のほかに、指定の時間間隔ごとに記録項目のデータを定められた記録様式に従って自動的に行なうことができる。この場合の印字開始指令は、データロガーに内蔵された時計装置から発せられる。また、任意の時刻に操作盤上の押しボタンを操作することにより、定刻記録と同じ様式の記録を行なうこともできる。

デジタル表示器による数値表示は上記の異常表示のほかに、計測値や上下限設定値の呼出し表示、走査順序に従ってつぎつぎと計測値を表示する走査表示などの機能も有する。

船用データロガー MELDAP-1300 は、船舶機関部にあって長年月に



図 3.1 データロガー MELDAP-1300
Marine data logger MELDAP-1300.

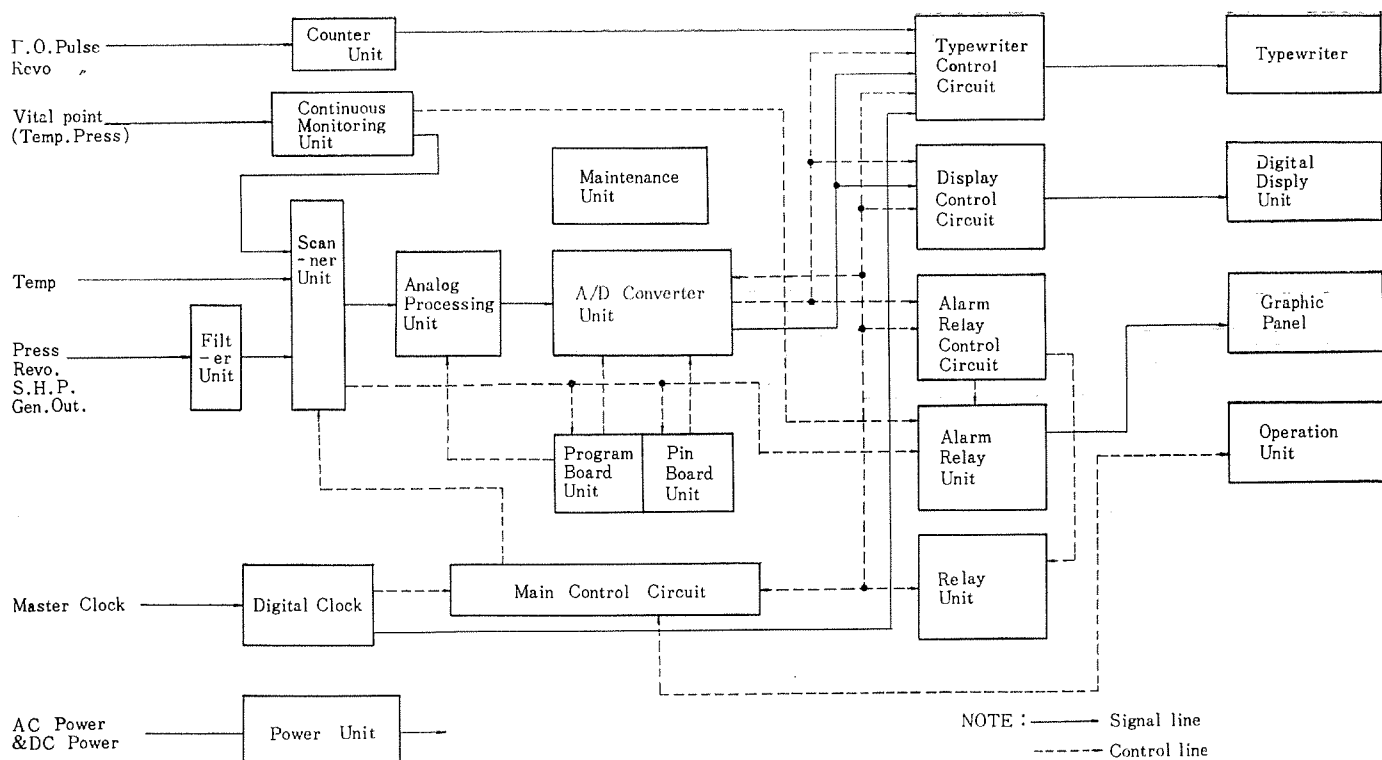


図 3.2 データロガーブロック図
Schematic diagram of marine data logger

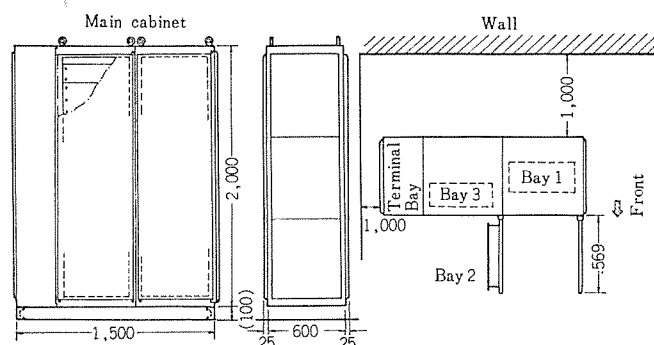


図 3.3 データロガー外形図
Outline of marine data logger.

わたり安定に実動するよう振動・衝撃・周囲温度等の環境条件を特に考慮して設計、製作され、しかも、重要機能および主要回路について常時セルフチェックを行ない、装置自体の異常も自動的に、迅速に発見することができる。

3.1 データロガーの構成

データロガーは、本体・デジタル表示器・操作盤・タイプライタにより構成され、さらに本体は、スキャナ・アナログ処理ユニット・連続監視ユニット・入力増幅器・A/D変換器・ピンボード・プログラムボード・制御回路・電源ユニット・アラームリレーユニット・メンテナンスユニット・フィルタユニット・端子ユニット等により構成されており、おのおの図3.2のブロック図のように接続されている。

(1) データロガー本体

データロガー本体は、鋼製自立形きょう(筐)体を採用しており外形寸法は図3.3に示すとおりである。図に示す寸法は入力点が100点以下のものであり、入力点が100~200点の場合は下記の外形寸法となる。

高さ2,000 mm, 幅2,100 mm, 奥行600 mm

いずれの場合も、内部ユニットが完全にモジュール化されたユニークな

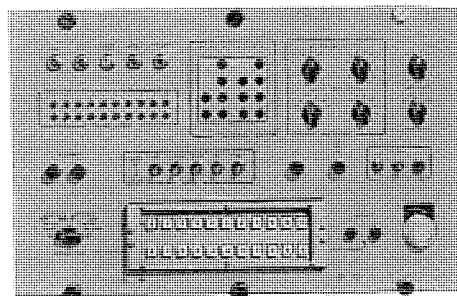


図 3.4 操作盤
Operation panel.



図 3.5 デジタル表示器
Digital display.

構造となっている。

(2) 操作盤

操作盤はデータロガーの運転に必要な各種指令用スイッチ・走査点ランプ・警報ランプなどを組み込んだものである。

図3.4はその外観を示したもので通常は制御室の操作デスク上に設置される。

(3) デジタル表示器

デジタル表示器は図3.5に示すとおり入力点番号2けた(入力点が100点以上の場合には3けた)、データ3けた、単位1けたより構成される。デジタル表示器は通常は制御室のグラフィックパネルまたは、コントロールコンソール上に設置される。

(4) タイプライタおよびタイプライタスタンド

タイプライタはログブックの自動作成および異常データの記録に用いられ、通常はバックアップ的な意味も含め2台併用する場合が多い。

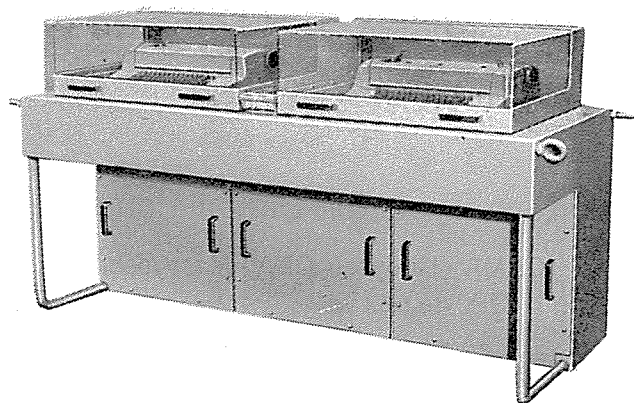


図 3.6 タイプライタ スタンド
Typewriter stand.

図 3.6 にタイプライタ 2 台を収容したタイプライタスタンドを示す。

3.2 データロガーの機能および仕様

船用データロガーの機能および仕様の概要を以下に示す。

(1) 走査

定常走査速度	2 点/秒
記録時の走査速度	1 点/秒
走査表示速度	1 点/1 秒または 3 秒

(2) 走査監視

監視点を走査し、異常発見の場合は下記の警報処理を行なう。

- 異常点データの記録 (時刻, 入力点番号, データ, ×印)
- 異常点データのデジタル表示 (入力点番号, データ, 単位)
- 警報ブザー鳴動, 代表ランプの点灯, 異常点表示 (フリッカ)
- 確認によりブザー停止 (異常点表示は連続点灯)
- 正常復帰記録 (時刻, 入力点番号, データ)

上下限監視値はピンボードにて十進 2 けたで設定される。

(3) 連続監視

重要入力点を連続監視ユニットにより連続的に監視し、異常点発見の場合は、定常走査に割り込んで優先的に上記警報処理を行なう。

上下限監視値はユニット正面のダイヤルにて設定される。

(4) 記録

IBM-735 形ゴルフボール式タイプライタにより、下記の記録が行なわれる。

- 定刻記録 (0 時 0 分を基準に, 1, 2, 4 時間ごとに行なう)
- 任意記録 (任意時刻に記録全項目のデータ印字)
- 異常値記録
- 正常復帰記録

(5) 表示

デジタル表示器に下記の各種内容を表示する。

- 異常値表示 (異常発生時)
- 呼出し表示 (計測点全点の中から任意点のデータを呼出し表示)
- 走査点連続表示 (走査点を連続的に 1 点/1 秒または 3 秒の速度で表示)
- 上下限設定値表示

(6) 休止

- 一括休止 (計測点グループごとにスイッチでセット)
- 入力カットオフ (任意計測点の機能停止)

休止およびカットオフ点は早送り走査を行なう。

(7) セルフチェック

下記の各項目につき常時セルフチェックを行ない、いずれかが異常の場合はデータロガー異常警報を発する。

入力過大, 入力逆極性, 精度, アラームリレー動作, 監視設定値, 装置内温度, ヒューズ, 電源断, タイプライタ動作, スキャナストップ

(8) データロガーの精度

フルスケールの $\pm 1\%$ 以内 (周囲温度 $10\sim 40^\circ\text{C}$ において)

(9) 電源条件

交流電源 AC 440/220/110/100 V 単相 60 Hz

約 1 kVA

電圧変動 常時 $+10\sim -15\%$ (過度 $\pm 20\%$)

周波数変動 常時 $\pm 5\%$ (過度 $\pm 10\%$)

直流電源 DC 24 V ($18\sim 27$ V)

上記電源のほかに保守点検用電源として 110 V, 1 ϕ , 60 Hz, 約 1 kVA が必要である。

(10) 環境条件

周囲温度 $0\sim 55^\circ\text{C}$

湿度 95% 以下

傾斜 各方向 30° 以内

振動 周波数 $300\sim 3,000$ cpm

片振幅 1.5 mm 以下 加速度 1 G 以下

衝撃 2 G 以下

4. む す び

以上 オンラインリアルタイムシステム用の小形計算機 MELCOM-9100-5 と船用データロガー MELDAP-1300 についてハードウェアを中心に最近の開発, 改良状況を報告したが, これらの機器は, 今後の慢性的な労働力不足に対処する省力化設備の一環としてきわめて効果的なものであり, 陸上における各方面への適用のみならず, 海上における船舶の運行面にもその適用が拡大しつつある。その 1 例として超自動化船の計画も一方では進行しつつあり, 本文でのべた計算機の適用も検討されつつある。

これらの機器は今後もいっそうのパフォーマンス/コストの向上と低価格化が推進され, より使いやすいものへと改善の努力が継続されつつあるが, これと並行して利用技術の発展は, 従来予想もされなかったような新しい適用領域をひらき, 情報化社会への着実な地歩をすすめることであろう。

参 考 文 献

- (1) 中尾・龍田ほか: MELCOM 350-5 制御用電子計算機システム, 三菱電機技報 43, No. 11, p. 1,470~1,479
- (2) J. Paul Roth: IEEE Trans. on Electronic Computers, EC-16 No. 5 Oct. (1967)

最近の計算機用記憶装置

小島 一男*・織田 博靖*・阪尾 正義**
水上 益良⁺・土屋 鍊平⁺⁺

Memory Equipment of New Type for Digital Computers

Kamakura Works

Kazuo KOJIMA・Hiroyasu ODA・Masayoshi SAKAO

Sagami Works

Masura MINAKAMI

Kitaitami Works

Renpei TSUCHIYA

The performance of the recent memory has been making rapid advancement. Great progress of performance/cost of digital computers owes very much to the development of the memory.

This article describes as the latest products : (1) high speed core memory, (2) IC read only memory and (3) disk memory. Introduced as their contents are core memory of 2 1/2 D-3 W type having cycle time 560 ns/4 Byte, customized type high speed ROM-IC of 40 Bits/package that being dual in line package, and fixed head type and removal disk memory.

In addition to the above, research and development have been actively going on with high speed thin film memory and IC memory.

1. ま え が き

計算機用メモリの構成例として、もっとも一般性があるものと考えられる階層構成方式を図 1.1 に示す。このメモリ構成についてメモリの現状と今後の動向について述べる。

メモリ階層の最上レベルは高速バッファメモリである。これは中央処理装置の論理速度に見合うメモリ操作速度をもち、最近では MSI の IC メモリである。これはスクラッチパッドメモリ (scratch pad memory) またはローカルメモリ (local memory) と呼ばれているが、かなりのメモリ容量をもつ大形システム用のものはキャッシュ (cache) と呼ばれている。

つぎのレベルは主メモリであり、これはスクラッチパッドメモリよりもはるかに大きい容量を持ち、ランダムアクセス形で構成される。主メモリの速度評価のパラメータとしてはメモリサイクル時間がとられるが、インタリーブ (interleave) による実効アクセス時間の短縮や情報転送幅なども重要なファクタである。一例として MELCOM-7000 システムでは 850

ns/4 バイトのサイクル時間がインタリーブの場合は 560 ns/4 バイトである。

補助メモリとしてはファイルが用いられる。これは通常磁気ディスク、磁気カード、磁気ドラムなどがそれぞれのチャネルを介して主メモリとメモリ情報の交換を行なう。ファイルメモリは磁気記憶を利用した機械的アクセス方式が用いられるため、平均アクセス時間は主メモリのサイクル時間に比べてかなり大きい。記憶密度が一般に大きく、連続した情報の転送速度はかなり高度であるので、ファイルメモリと主メモリとの間の情報のやりとりは、連続した複数語をブロックとしてチャネルを介してブロック単位に行なって効率を上げている。

1.1 高速バッファメモリ

この分野では従来コアメモリ、ワイヤメモリ、フィルムメモリなどが用いられてきたが、最近の集積回路技術の著しい進歩により IC メモリに主流をゆずった。しかも集積度を高めた MSI が現状であり、近い将来 LSI となるであろう。IBM 360/85 のものはサイクル時間 80 ns、容量は 16 K バイトが標準で最大 32 K バイトまで拡張できる。

IC の適用分野で最初に成功したのは論理回路であったが、さらに集積度の大きい LSI のもっとも有望な応用分野はメモリであると言われている。これは IC メモリの LSI 化が論理回路に比べて均一構造の繰り返しであるという有利性を持っているからである。今後の LSI 技術の発展によって、メモリ階層構成方式にも新しい技術が期待されている。

1.2 主メモリ

この分野では電流一致方式の標準的なコアメモリの 3D-4W 方式が長らく用いられてきた。サイクル時間もコアサイズが 50 ミルから 30,

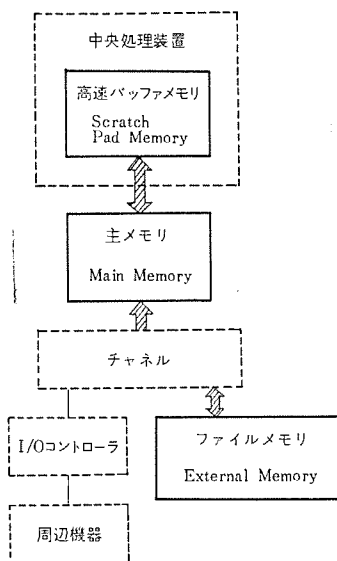


図 1.1 メモリ階層構成方式
Memory hierarchical structure.

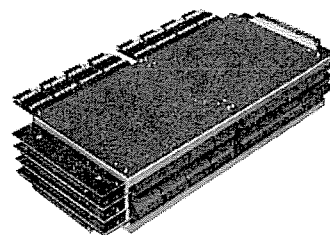


図 1.2 磁性薄膜メモリスタック (サイクルタイム 180 ns, 容量 16 KB)
Thin film memory stack.

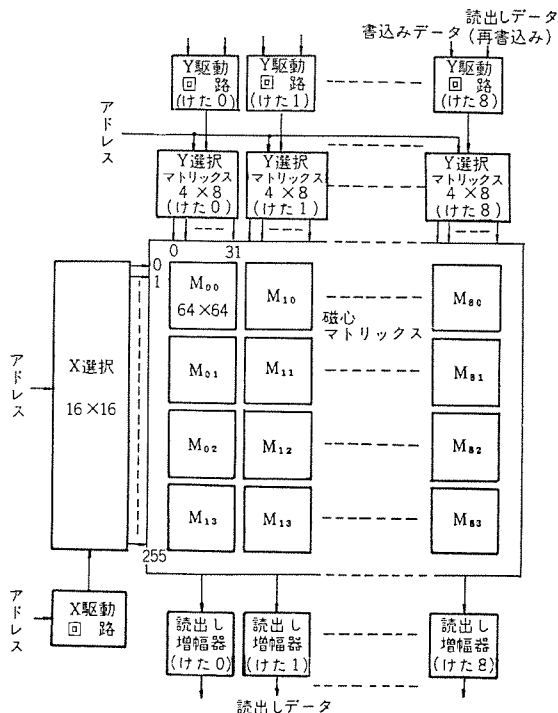


図 1.3 $2\frac{1}{2}$ D-3 線式 コアメモリ (16,384 語, 9 ビット/語の構成例)
Core memory of $2\frac{1}{2}$ D-3 W type.

20, 15 ミルと減少されるに従い, 10 μ s から 500 ns くらいに高速化されている。最近では 12 ミルで 250 ns のものも開発されている。

一時はワイヤメモリなどが今後の主メモリの主流になるであろうと言われてきたが, むしろコアメモリ (主メモリ) と IC メモリ (バッファメモリ) の組み合わせが今後の主流と見るべきである。編組方式については, 最近では $2\frac{1}{2}$ D-3 線式または 3D-3 線式が主流となっている。 $2\frac{1}{2}$ D-3 線式は, 3D-4 線式からインビット線を除いたものであるが, 3D-3 線式はセンス線とインビット線を 1 本で兼用させたものである。読出し時にはセンス線, 書き込み時にはインビットとして時分割させる。

両者とも小形コアの使用により高速化が可能となり, $2\frac{1}{2}$ D-3 線式はインビット線がないためインビットノイズがなく, サイクル時間をさらに小さくできる。今後の傾向としてサイクル時間が 800 ns より速いものは $2\frac{1}{2}$ D-3 W 方式となるであろう。これ以外は 3D-3 W 方式が主流となる。これは後者が駆動系のコストで有利となり, 前者の $1/2$ ですむため最近注目をあびている。

1.3 ファイルメモリ

現在のところもっぱら機械的アクセスを利用した磁性面メモリが用いられ, 使用目的によって磁気ドラム, 磁気ディスク, 磁気カードなどが使い分けられる。これらが用いられる理由はパフォーマンス/コストが高いからで, そのおもな特長はつぎの点にある。

(1) 機械的アクセス機構を利用するので, アクセス時間は比較的遅いが (10 ~ 数百 ms) ビット密度, メモリ容量が大きくビットコストが低い

(2) 非破壊読出方式であり, 情報の書き換えが電氣的にできる。

(3) 記憶媒体を取りはずして交換することができ, 大容量オンライン実時間用ファイルメモリとして集団磁気ディスクパックが実用化され, 現在では容量が約 2×10^9 ビット, 平均アクセス 87.5 ms, ビット密度 88 ビット/mm のものがある。

磁性面メモリとして今後の有望視されているものに光メモリがある。特にレーザ光源を用いたホログラフィックメモリ (holographic memory) や磁気光学メモリは高密度性, 高信頼性など性能上の高いポテンシャルを備えている。

2. コアメモリ

2.1 概要

最近, アメリカの航空宇宙局の発表によれば, 磁性体希土類, 鉄ガネットの磁気モーメントを, 光エネルギーによって変化させることによるデジタルメモリ応用への可能性について確証を得たとしている。これは高密度バルクメモリの実現につながるものである。またベル研究所で発表したオルソフェライト単結晶のバブルドメイン (磁気泡) によるメモリの開発などを含めて, 小形化, 大容量化, 高速化の研究もしきりであり, ひところのメモリ熱がまたぶりがえした感がある。いずれにしても現状は, 小容量メモリの実用化に成功した MOS-IC を除いて, メモリとしてはコアメモリが依然世界的に主流をなしている。

国際電信電話株式会社の開発によるメモリ (ファインストライプトメモリ) の実用化, ワイヤメモリの量産突入, ICメモリの登場, さらにまったく新しいメモリの出現などが現在世界的にメモリの 90% を独占しているコアメモリの当面の関心事である。以下, コアメモリについて実際面における最近の傾向を価格, 設計, 信頼性の面からながめてみる。

2.2 コアメモリの低価格化

情報化時代の波に乗り各種メモリが発表され, コアメモリの将来性が云々された時期もあったが, 現在ではコアメモリの市場は拡大する一方で, すでに完全な安定期を迎え, 当分この地盤はゆるぎそうにない。すなわちコアメモリを高級品視する時代は過ぎ, 誰でも使えるコアメモリの時代に確実に入ったと言える。こういった環境から, この種の製品の最近の傾向は信頼性を保持したうえでの最大限のコストダウンの追求であろう。

初期のコアメモリ業界は小さな規模で, その時期の最高の製品を電算機業界に供給していたが, 電算機業界が増大し量産の時代に入るとつれコアメモリも開発品と量産品とが併存することになってきた。さらにこれと時期を接して, 計測器・制御器業界がいつせいにコアメモリの採用に踏切ったために一挙にメモリ市場が拡大している。この市場はすでに安定したと考えられるコアメモリを導入しようとするものであるから, 技術的最せん端をいく高級なメモリよりは, コアメモリの安定性, 信頼性をそこなわず安価なものを要求するのが自然であり, 事実そのような事態に進んでいる。一方高級品と呼ぶべきコアメモリには次のようなものがある。

(1) 超高度の信頼性を追求したもの。たとえば 40 年の実働に耐えることを要件に開発されている電子交換機用メモリ

(2) 大形情報処理システムに使用される大容量メモリ。すなわち $10^6 \sim 10^7$ ビット程度のメモリスタック

(3) 超高速または特殊用途のもの。たとえば磁性薄膜の領域の速度すなわち 400 ns 以下のサイクルタイムをねらったスタックまたは特殊な非破壊メモリ

2.3 メモリスタックの最近の傾向

最近のメモリスタックに対するコストダウンの要望は非常に強いが, これはメモリスタック自体が安価であることにとどまらず, メモリ装置を安価にできるスタックであることが望まれる。すなわちメモリスタックに従来は含まれなかった機能要素を付加し, 一括工事によるメリットを生かして全体としてのコストダウンとともに, 小形化, 信頼性の向

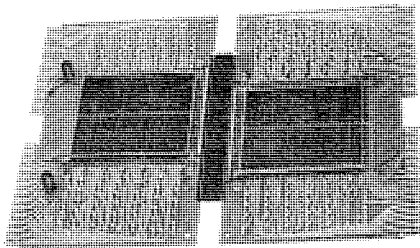


図 2.1 MELCOM-7000 用 コアダイオードカード
($2\frac{1}{2}$ D-3W, 4KB/カード)
Core diode module of MELCOM-7000.

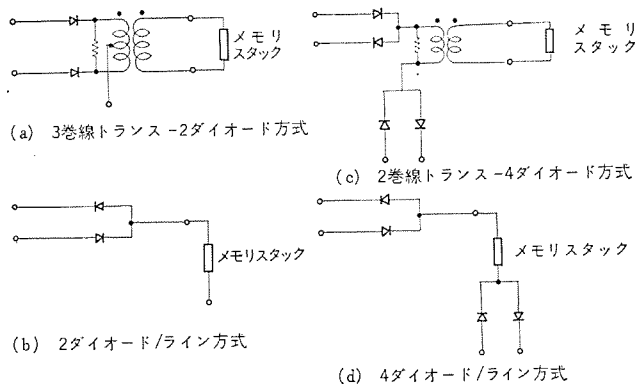


図 2.2 アドレス選択マトリクス (1ライン分)
Address-selection-matrix (1-line)

上を図るものである。たとえば、メモリスタックとアドレス選択マトリクスの結合一体化など、アドレス選択マトリクスは、従来パルストランスとダイオードを主体として構成され独立したパッケージとするのが一般的であったが、ダイオードのみのマトリクスを採用するシステムがふえる傾向にある。

ダイオードマトリクスは、占有面積が小さいので、メモリスタックのフレームまたは端子板に直接装着できるので、材料費の低減のみならず、相互配線が大幅に節約でき、コスト的メリットが大きい。現在はガラス封入形ダイオードが主体であるが、実装密度を大きくするために、IC化されたものやクラスタ化されたものなどが使われはじめている。

アドレス選択マトリクス付きメモリスタックといっても各種あり、ダイオードのみ使用のものは確かにスタックとして安価にはなるが、形式によりドライブ系のスイッチ回路に差が出るので、性急に順位をつけることは困難である。アドレス選択マトリクスのおもなものを図 2.2 に示す。

2.4 メモリプレーンおよびメモリスタック

メモリプレーンは大形化してきており、4K 語×4ビットでは1枚のメモリプレーンに編みこむ方式がすでに主流となっているので、この容量ではスタックと呼べないメモリが出まわっていることになる。さらに9.5"×9.5"のフレームに4K 語×18ビットを入れているもの、10"×12"フレームに4K 語×20ビット編みこんでいるものなどある。これらは、いずれもダイオードマトリクス付きで、プリントエッジ形コンタクト使用の形式である。このタイプが最近のメモリスタックの傾向を示すもので、以下その重要なポイントをあげてみる。

(1) 多数のプレーンを1枚のフレームに編みこんであるので、従来のスタッキングが不要になり、はんだ付けの数にして4K×18の場合6000点の節約が実現されている。これにより工数の低減が行なわれる。また原理的には検査工数の低減も十分考えられ、オープンなプレーンであるためメンテナンスも容易となる。

ンであるためメンテナンスも容易となる。

(2) ダイオード装着による接せん(栓)部ピン数の減少。多数のプレーンが一つのフレームに乗っているためにコアの数に比べダイオード数が少なく、フレームの縁に効率良く装着でき、膨大なメモリ対ダイオードの配線がプリントパターンで処理できることにより、少数の引き出しで済む。これにより、従来スタック対アドレス選択マトリクスに使われていた600ピン(4K×18)の接せんがまったく不要となり、4K×18のプレーンが1枚のダブルカードとして扱える。

2.5 メモリプレーンの編組方式

コアメモリの高S/N保証、大容量化、高密度実装、高速化に伴い、それに適合した種々の編組法が考えられ実用されている。

2.5.1 3D-3線方式

3D方式では4線編組が最も多く用いられてきたが、センス線とインビット線を共通にした図 2.3 のような編組法が最近実用化されている。パララックスT1は、インビット線1, 2のインピーダンスバランスをとるためであり、編組コスト低下およびインビット2分割による過渡減衰時間の短縮という利点と、ハイコモンモードリジェクションアンプが必要という欠点がある。

2.5.2 ノーデルタノイズ3D方式

デルタノイズを極力小さくするため、図 2.4 のような編組法が考えられている。コア1はY線2とX線3の半選択電流によってスイッチングし、読み取り時にS/Z線4によって出力を読み取り、書き込み時にはS/Z線4にインビット電流を流す。

S/Z線4は、フルカレントを受ける一つのコアにだけカップルし半選択電流を受けるコアには、まったくカップルしていない。この編組法は大容量メモリに適しており、列の数はS/Z線4上に置くことができるコアの最大数に等しく、列上のコアの数は1データワードの倍数でありX, Y線の駆動可能な最大コア数となる。たとえば、X, Y線2048, S/Z線2304で32,768ワード144ビットを構成できる。

2.5.3 インバースモードメモリ

編組法を図 2.5 に示す(8ワード5BITの例)。これにはマトリクス基板の表、裏を使用する。S/Z線2, 2'でのX, Yドライブから受けるノイズは等しく、キャンセルし合う。この構成の利点はS/Z線2, 2'がX, Yドライブ線に直角であり誘導ノイズを極小にできること、半選択電流を受けるコアとのカップルが少なくデルタノイズが小さいこと、および任意の容量に適していることなどである。

2.5.4 キャッスルボード編組

ブロックI, IIにはセンス線 S_1, S_2 が各半分ずつを通っている。この編組法は高S/N化を目的としたもので、互いにノイズをキャンセル

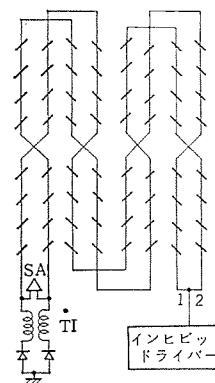


図 2.3 3D-3線メモリ
3D/3-wire memory.

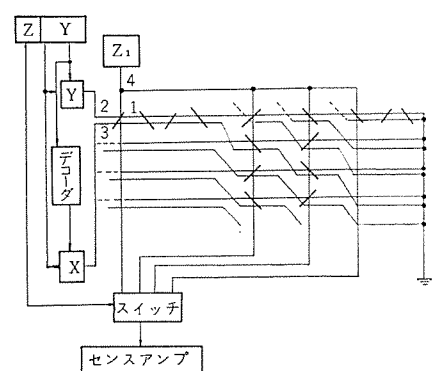


図 2.4 ノーデルタノイズ3Dメモリ
No delta noise 3-D memory.

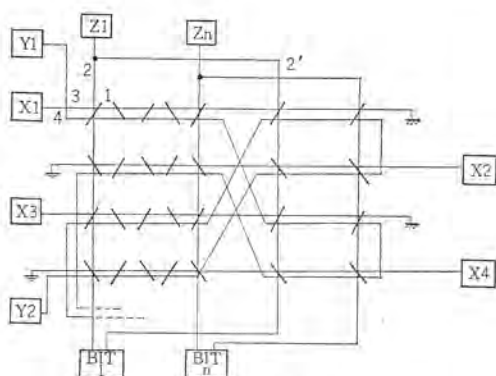


図 2.5 インバースモードメモリ
Inversed mode memory.

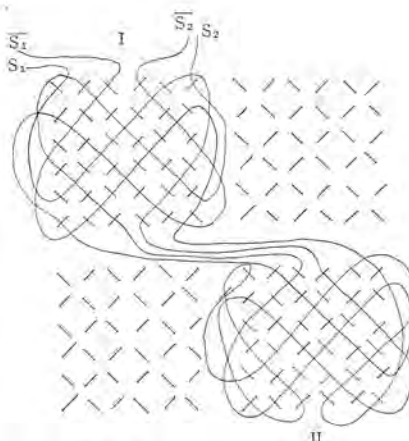


図 2.6 キャッスルボードメモリ
Castle board wiring.

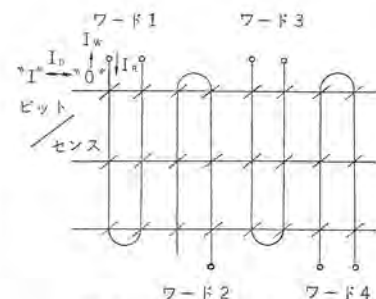


図 2.7 2コア/ビットメモリ
2 core/bit memory.

し合うコアの対称性がポイントである。すなわちドライブ線によって誘起されたコモンモードノイズ、およびデルタノイズの伝ば遅延時間による移相差を対称性により、極力小さくすることができる。

図 2.6 に示したのはキャッスルボードの一例であり、センス線 S_1, S_2 を平行に編組する方法は他に 2, 3 考えられる。

2.5.5 2 コア/ビット方式

2 コア/ビット方式の 2D 記憶は高い S/N をもつ高速記憶方式として最近注目されている。その編組法を図 2.7 に示す。書き込み語駆動電流 I_W 、情報駆動電流 I_D 、読み出し駆動電流 I_R とし、 $I_W + I_D$ で書き込まれた磁心の出力 V_1 、 $I_W - I_D$ で書き込まれた磁心の出力を V_0 とすると、“1”出力は $(V_1 - V_0)$ 、“0”出力は $(V_0 - V_1)$ となる。

“1” “0”

すなわち 磁心 A $I_W + I_D$ $I_W - I_D$ “1” $V_1 - V_0$
磁心 B $I_W - I_D$ $I_W + I_D$ “0” $V_0 - V_1$

この記憶方式は高速化を目標としたもので、 $T_W < T_S$ として使用していること、出力 V_1, V_0 との関係等より、それに適したフェライトコア特性が必要となる。特長は低駆動電流で高 S/N が得られること、すなわち書き込み後のビット/センス線での回復時間が短いこと、およびビット/センス線は対のコアを通っているため、情報内容によるラインインピーダンスの変動が最小となる点があげられる。現在この方式でサイクルタイム 110 ns 程度のものが発表されている。

2.5.6 $2\frac{1}{2}$ D 2 線方式

高速化、大容量化に伴いコアはますます小形化の傾向にあるが、編組のしやすさ、コスト減により最近 2 線方式が注目されている。編組法を図 2.8 に、駆動パルス波形、出力波形を図 2.9 に示す。駆動電流はスタグ方式をとり、DC リスタリングデテクタを用いて、ダイオードアンバランスによる DC ベジスタルを除去できる。S/N 比はビットリカバリテールに非常に影響され、低ビット電流では、“1”出力が急速に低下し、高ビット電流ではリカバリテールが急速に大となる。最適ビット電流値はワード電流値より小である。この方式はかなり高度の周辺技術が必要となる。

2.6 メモリスタックの MTBF

データ処理装置が多様化し、その使用条件が多岐にわたってきているので振動・衝撃・温度・ふん囲気等メモリに過酷な条件が要求されてきている。さらに大容量メモリ等には、とくに MTBF の増大、MTTR の減少要求が高まっている。

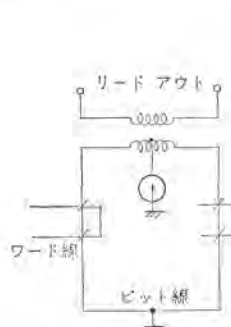


図 2.8 $2\frac{1}{2}$ D-2 線メモリ
 $2\frac{1}{2}$ D/2-wire memory.

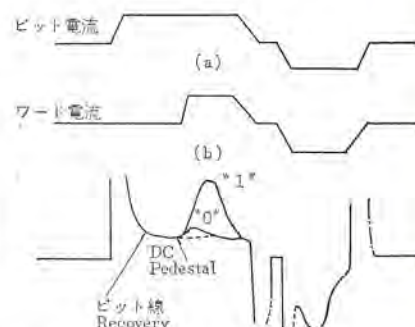


図 2.9 (a) ビット電流 (b) ワード電流 (c) 出力波形
(a) Bit current (b) Word current (c) Out put voltage.

本来コアメモリは受動素子の集合体で構成されているため、高い信頼度を有し、また半導体素子と異なって顕著なエージング現象がないため長期使用による劣化が少なく、損耗故障にいたる期間が長いとされている。メモリストックはマグネットワイヤ・はんだ付け・メモリコア・メモリ巻きわく・メモリ端子板・外部リード線・はんだメッキ線・接せんて構成されているが、前二者をのぞいた後者は周囲温度 $-20 \sim +70^\circ\text{C}$ では半永久的な寿命を持つと推定されるから、MTBF を左右する素子はマグネットワイヤ・はんだ付けである。過去の実績でもはんだ付け部分の故障が一番多く、つづいてマグネットワイヤの順となっている。

MTBF の推定値を表 2.1 に示す。

2.7 メモリスタックの信頼性向上

2.7.1 放熱板の利用

サイクルタイム $1\mu\text{s}$ 以下 (20 mil) のメモリになると、駆動電流によるマグネットワイヤの温度上昇が $25 \sim 30^\circ\text{C}$ となり、またこの系の熱容量が少ないため、かなり早い熱サイクルをくりかえしマグネットワイヤの心線部分の酸化を促進する。よって放熱板を利用すると、駆動系のインピーダンス低下だけでなく温度上昇の抑制、熱容量の増大がはかれ信頼性の向上に役立つので最近多く使用されている。

2.7.2 マグネットワイヤの処理

マグネットワイヤは、電気銅または無酸素銅の細線にポリエステルやフェノール、ポリウレタン等の絶縁被膜をコーティング加工したものであるが、被膜に大きなピンホールやメモリ編組中に発生するき裂があると心線酸化が起こる。

表 2.1 メモリスタックの MTBF 推定表
Estimated MTBF of core-memory-stack.

データ処理装置名	メモリ容量	はんだ数	メモリコア数	K	Kr	MTBF
卓上計算機	0.5 K bits	40	512	5	1.2	8.3×10^5
小形計算機	10 K bits	1,440	10,204	1	1.2	1.2×10^5
中形計算機	100 K bits	6,526	130,944	1	1.2	2.4×10^4
大形計算機	1,000 K bits					0.12×10^3

注) 1. 大形計算機の MTBF は Fabritek (USA) の報告値である。
2. K は環境係数, Kr は冗長度係数である。
3. マグネットワイヤの MTBF は, メモリコア数に比例するとした。

このため編組完了 プレンの表面をシリコンワニスで十分おおう方法が採用されつつある。耐亜硫酸ガス性を持たせるため, シリコンワニスと熱伝導性酸化金属粉との混合体を表面コーティング剤として使用しているものもある。

2.7.3 クラッド線の応用

酸化防止の積極的な方法としてクラッド線の応用が試みられている。

この方法は銅線の表面に非酸化性の金属をメッキまたはクラッドした後, 絶縁被膜処理し耐腐食性を持たせたもので, 金属には金・白金・モネル等が用いられている。これらはメモリへの応用も検討がはじまり実用化の域に達している。

2.7.4 はんだ付けとスポット溶接

メモリスタックははんだ付け箇所が非常に多く, 構成の方法によっては中容量 $8k \times 20 \text{ bit}$ で 1 万箇所をはるかに越え, また他の制約からはんだ付けピッチが 1 mm 以下になり, 他の電気機器に比べ信頼性の保障がむずかしくなっている。スタック構成を平面化すればはんだ箇所を減少することができる。

マイクロスタック, メモリカードの構成をとれば同様に有利であるが, 駆動ラインのインピーダンスが増加する難点があり, マイクロスタックは 50 mil コア使用以外はあまり用いられない。しかしメモリカードは放熱板を兼ねたアース板を設けることにより, ラインインピーダンスの減少がはかれ, 20 mil メモリ以下にも使用でき, 将来のメモリ構成の方向と考えられる。

一方はんだ付け部分の構造を 1 部改良し, スポット溶接を用いる方法が実用化されているが, 振動・衝撃などに対し強度をもたせるにはスポット溶接した表面に再度はんだ付けする必要がある, 特殊仕様のメモリ以外はあまり実用化されていない。

スポット溶接するには編組ピッチ, または溶接ピッチを大きくとる必要がありスタック全体の大きさが増大し, ひいてはラインインピーダンスの増加, マグネットワイヤ長の増加が起こるため, これらの信頼性低下とも合わせて最適設計する必要がある。

2.8 メモリコア

Mn-Mg 系メモリコアの組成領域は Fe_2O_3 30~45 mol % MnO 10~40 mol %, MgO 20~45 % にわたっている。これは角形特性を材料に保持させる基本的条件である“容易磁化方向の磁わい(歪)定数 λ_{111} が小さく, 結晶磁気異方性実数を負の適当な値にするということを実現するための技術が, たまたまその領域に合致したにすぎない。このような考え方から, 従来 Fe_2O_3 が 50 mol % 以上の組成領域では正の異方性を有するマグネタイトの析出により角形特性を保持しないと見られ, 上述の範囲が一般化されていたが, 最近特殊な熱処理をすることにより 50 % 以上でも角形特性を保持させることが判明した。このため従来広温度範囲用として, やや欠点のあった Mn-Mg 系フェライトにもその方向への実用の可能性が出てきた。

表 2.2 $4k \times 20$ ビットスタックのはんだ付け数
Number of soldering points (Core-memory-stack,
 $4k \text{ words} \times 20 \text{ bits}$).

構成方法	はんだ付け数	駆動インピーダンス	備考
メモリアブレン積重ね	7,888	$\sqrt{a^2 + b^2}$	50~16 mil 使用可能
マイクロスタック	1,622	$\sqrt{2a^2 + 4b^2}$	50 mil および 30 mil の一部可能
メモリカード	336	$\sqrt{1.6a^2 + 2.6b^2}$	アース板併用により 20 mil まで可能

一方 Mn-Mg 系フェライトの改良策として, 従来から Mn-Mg 系フェライトに ZnO , CaO , CuO 等の添加が試みられてきているが, 現在では Mn-Mg-Zn 系フェライトがその主流をなしている。また最近では CaO の添加が注目され低駆動用メモリコア (HC 小) に効果的であるが, 大量添加の場合に S/N が劣化する欠点があるので ZnO との複合添加によりその長所が十分に生かされている。次に Li 系メモリコアは温度特性がきわめて良好な反面, Mn-Mg 系メモリコアに比べてスイッチングタイムが大きい欠点がある。

材質的には Li-Ni 系, Li-Mn 系, Li-Cu 系等各種あり, 現段階では決定的な優劣がつけにくい。すなわちその製造方法条件の面でも Mn-Mg 系メモリコアのそれが固定化, 通念化しているのに比べまだ流動的であり, それゆえにさらに高い性能を開発しうる可能性を持っているとも言える。各種の Li 系メモリコアの特性について材質的に比較評価することは現状では困難であるが, 一応, 次のようなことは言えよう。すなわち Li-Ni 系の角形特性はかなり良いが, ブレーク電流値が比較的低く, 小形メモリコアには適していない。

一方 Li-Mn 系は良好な角形性を有し, ブレーク電流も Li-Ni 系より大きくさらにスイッチング速度が速いので小形メモリコアの製造に適した材料と言える。

また最近では Li-Cu-Zn 系の特定組成広温度, 低駆動の可能性が明らかになった。いずれにしても Li 系において高性能をうる共通した条件としては低温熱処理法があり, Li 系メモリコア製造のパターンになっている。すなわち Li 系フェライトの平衡酸素分圧が $1,100^\circ\text{C}$ 以上の温度で 1 気圧以上であるために焼結品が酸素不足の状態になり, この不足した酸素を補うためには $1,100^\circ\text{C}$ 以下の温度で酸素中熱処理しなければならない。このような熱処理はメモリコアの材質, 寸法, 要求性能により変化するがデルタノイズの減少が期待できプレンの雑音減少に相当効果的である。よって Li 系フェライトは, メモリコアの小形化, 広温度用化に伴い, 近い将来現在まだ主流にある Mn-Mg 系メモリコアに取ってかわる可能性があり, 技術的にもさらに研究開発の余地が残されている。

3. IC リードオンリメモリ

3.1 概要

デジタル装置の発達により高速度, 高密度, 高信頼度の得られるリードオンリメモリ (Read Only Memory-以下 ROM) 素子に対する要望が高まった。この要望を満たす一つの方法として, 半導体集積回路 (以下 IC) 技術に依存することは, 最近の部品傾向から当然考えられることである。

ROM-IC には半導体回路形式, 内容書込形式, あるいは製造プロセスなどの異なった種々なタイプのものが開発されているが, 以下に報告する ROM-IC は, 回路形式がバイポーラトランジスタマトリクス, 内容書込が過電流による Al 配線の溶断の形式を採用している。こ

の形式の ROM-IC には種々な特長があり、おもなものは次のとおりである。

- (1) 動作が高速である。
- (2) 信号レベルが大きく通常の論理回路に直結できる。
- (3) 内容書込を IC の製造後ユーザーで行なうために、ユーザーサイドでの自由度が大きい。また内容の書き込みは比較的簡単な自動装置で十分な量産性が得られる。
- (4) トランジスタマトリクスであるために ROM 駆動電流が小さく大容量 ROM の構成も容易である。
- (5) ROM-IC の製造プロセスが簡単であるほか、特に製造段階で書き込みの内容による区別を要さないところが魅力である。ROM-IC を用いた小容量のディスプレイ用文字発生装置を試作し、良好な結果を得ることができた。

3.2 ROM-IC の構造

M 53001 S は高速の ROM-IC であり、14 pin のセラミックパッケージに封入されている。この IC のチップは 8×5 ビットの計 40 個のトランジスタでマトリクスが構成されており、マトリクスの交点には論理“0”書き込みのためのヒューズが存在する。図 3.1 はその結線図を示している。各トランジスタのベース側は WORD 線に、またエミッタ側は BIT 線として使用されるので、1 個の ROM-IC は 5 BIT を 1 WORD として 8 WORD までの ROM が構成されることになる。

3.2.1 ヒューズの設計

論理“0”の書き込みは IC の製造後に過電流を通電し、配線を溶断することによって達成されるので、まずヒューズの問題を解決しておく必要がある。

IC の製造工程数の増加を防ぐために、ヒューズは他の配線と同時に Al の蒸着によって作り、特別にヒューズのための工程を加えないことにした。このため次の項目について検討しておかなければならなかった。

(1) ヒューズの幅

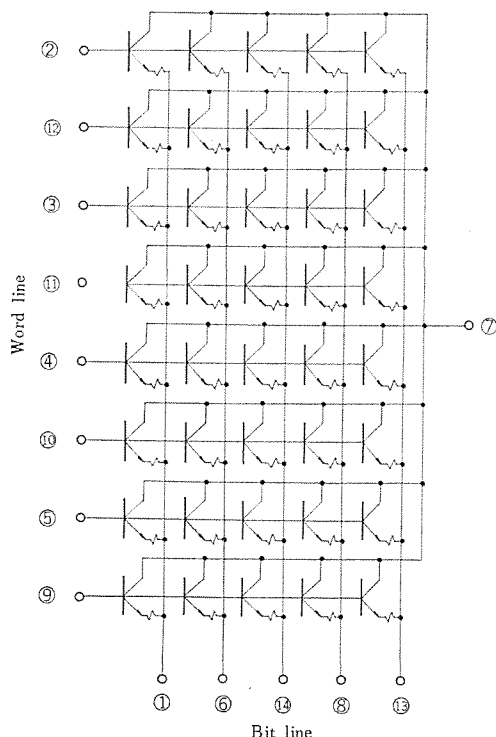


図 3.1 ROM-IC の回路図およびピン接続図
Circuit configuration of a ROM-IC chip.

- (2) ヒューズの長さ
- (3) Al 配線の厚さ
- (4) 切断後の状態

(1)、(3) については、Al 膜厚は薄いほど小さな電流で切断できるが、あまり薄くすると他の配線の断線などにより信頼性を下げる危険性がある。また、ヒューズ幅も細いほど小電流で切断できるが線幅の精度が落ち、素子間に切断電流のばらつきが生じる。(2) については、ヒューズがエミッタとビット線の間に入っているため、短くするとこれらがヒートシンクになり切断電流の増加を招く。(4) については、ヒューズに必要以上の大電流を流すと Al が飛び散り素子間の短絡の原因となる。

設計目標として 500 mA (中心値)、1 ms 以下のパルス電流を設定し、これを満足するためのヒューズの諸元を予備実験により求めることにした。その結果ヒューズのパラメータとして次の結果を得た。

- (1) ヒューズの幅 $\approx 5 \mu$
- (2) ヒューズの長さ $\approx 70 \mu$
- (3) Al 膜厚 $\approx 6,000 \text{ \AA}$
- (4) 切断電流 $\leq 600 \text{ mA}$, 1 ms 以下

3.2.2 トランジスタの設計

40 個のトランジスタについては

- (1) パルス電流による耐力
- (2) ベースエミッタ間容量

の 2 項目が特に重要となる。トランジスタの耐力は有効エミッタ長が長いほど大きい。ベースエミッタ間容量は大きくなる。この二つの相反する項目を同時に満足するエミッタの寸法の検討が必要となる。そこで、 $1 \text{ A} \cdot 1 \text{ ms}$ のパルス電流に耐えうる最小のエミッタ長を選んだ。コレクタは全トランジスタに共通であるので、単体トランジスタのように基板をコレクタとした。

3.2.3 ワード線

M 53001 S の語線は、構造上 P 形の拡散層を使用するため、直列抵抗が大きくその電圧降下が無視できない。幸いトランジスタマトリクスであるために、語線に流す電流はヒューズ電流の $1/\beta$ でよいことになり比較的有利となるが、それでもこの部分の電圧降下は、ヒューズ切断電流値のばらつきの原因となるもので可能な限り小さいことが望ましい。またこの抵抗は寄生効果を防ぐ意味からも小さいことが良い。M 53001 S では図 3.2 に示すような構造によって語線の抵抗を小さくしている。

表 3.1 は M 53001 S のトランジスタ特性を示したものである。

3.3 カスタマイザ

ROM の内容を顧客の要求に応じて書き込むことを“customization”と呼び、このための機械装置を“customizer”と呼んでいる。

M 53001 S はでき上がった時点ですべて“1”であるから、書き込みは“0”のみ行なえばよい。“0”書き込みは、目ざす素子を通る語線からビット線に向って、ヒューズ切断電流を流すことによって行なわれる。書き込み電流は、基礎実験の結果から 1 ms 500 mA が目標値であったので、これを基にして実験用のカスタマイザを試作した。

3.3.1 仕様

仕様は下記のとおりである。

- (1) 書き込みパルス 1 ms 750 mA 以下 (設定任意)
- (2) 書き込み情報の指定 ピンポッドプログラム
- (3) 表示 書き込み後の内容 (ラングアール)

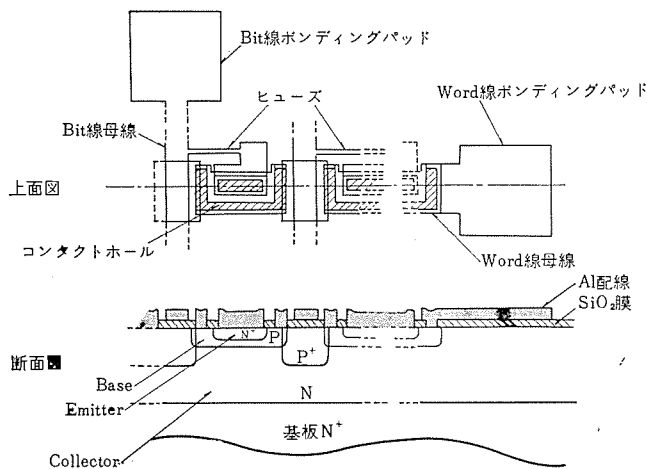


図 3.2 M53001S の構造
Circuit structure of M53001S.

表 3.1 トランジスタの電気特性
Electrical characteristics of transistor.

項 目	実測値(平均)	測 定 条 件
BVC_{BO}	52 V	$I_{CC}=1 \text{ mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$
BVE_{BO}	6.5 V	$I_{BE}=1 \text{ mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$
BVC_{EO}	17.5 V	$I_{CE}=1 \text{ mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$
h_{FE}	120	$V_{CC}=5 \text{ V}$, $I_B=80 \mu\text{A}$, $T_a=25^\circ\text{C}$
I_{CEO}	5 nA	$V_{CE}=6 \text{ V}$, $T_a=25^\circ\text{C}$
I_{BEO}	6 nA	$V_{BE}=5 \text{ V}$, $T_a=25^\circ\text{C}$
C_{IN}	2 pF	0 バイアス, ベース エミッタ間, $T_a=25^\circ\text{C}$

(4) 検 査 GO/NO GO (指定情報と書き込まれた内容の、比較 チェック)

(5) 操 作 ワンタッチで 1 パッケージの書き込み

カスタマイザの構成は図 3.3 に示すように、書き込み情報を指定するピンボード、ピンボードのスクナ、ヒューズ切断電流を流す定電流源、切断素子の位置選択を行なう電流ドライバ、電流スイッチ、書き込まれた情報をピンボードと比較する一致検出部、および全体のコントロールをつかさどるタイミングの各部からなっている。

スタートボタンを押すとカウンタがカウントアップを開始し、ピンボードのスキニングが行なわれる。このとき、同時に電流ドライバ、電流スイッチもスクナと対応した番地が選択されていて、スクナがピンボード上のピンを検知するとドライバに書き込み信号を送り、情報の書き込みが行なわれる。カウンタが 40 まで進むとチェックモードになり、一致検出回路がピンボードと ROM 素子の内容の比較を行ない、一致していれば GO、不一致の場合は NO-GO の信号を出し、次いでカウンタが自動的にリセットして停止する。

3.3.2 ヒューズの切断状態

図 3.4 は“0”書き込み後の写真であり、ヒューズ部分で黒く見える所が切断箇所である。図 3.5 は切断箇所を拡大した写真である。これらの写真はいずれも 600 mA 1 ms のパルス電流によってヒューズ部を溶断している。

3.3.3 歩どまり

ヒューズが溶断するのに必要な電流は個々のヒューズによってばらつきが生ずる。このばらつきの分布がかりにガウス分布していると仮定して、400 ビットの実測側から母集団の分布を推定すると母平均 μ 、および母分散 σ は信頼度係数を 98 % として以下の値となる。

$$472 \text{ mA} \leq \mu \leq 488 \text{ mA}$$

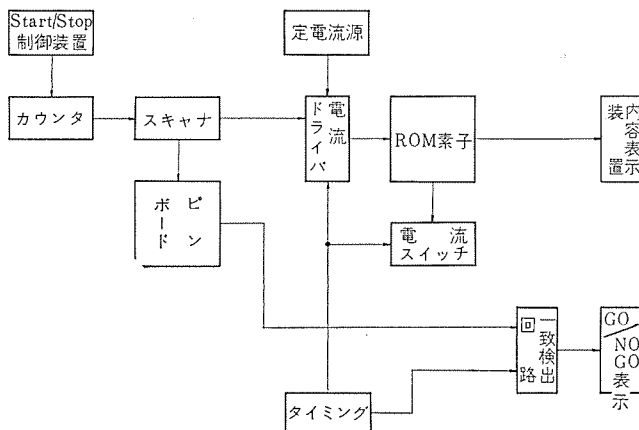


図 3.3 カスタマイザのブロック図
Block diagram of the ROM-customizer.

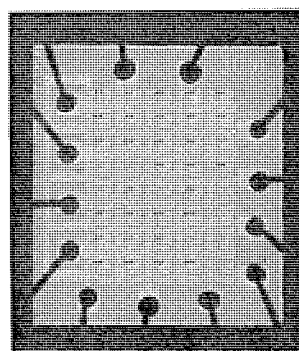


図 3.4 ヒューズ切断後の Al 配線
A photograph of Al wiring after customized.

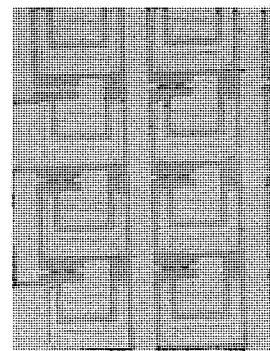


図 3.5 ヒューズ切断部の拡大図
Exterior view of the fuse after blown by overcurrent.

$$55 \text{ mA} \leq \sigma \leq 66 \text{ mA}$$

さらに 1 パッケージ内の 40 ビットのすべてが切断されるに十分な電流値を測定し、IC パッケージ単位で同様な分布を調べると、50 個のサンプルデータから次の推定ができる。

$$516 \text{ mA} \leq \mu \leq 533 \text{ mA}$$

$$46 \text{ mA} \leq \sigma \leq 79 \text{ mA}$$

この値はヒューズ切断電流を 650 mA としたとき、全パッケージの 93 % 以上が信頼度係数 98 % で切断できることを表わしている。また切断電流を 700 mA とすると、98.3 % 以上の確率で切断できることになる。

3.3.4 問題点

現在のカスタマイザの問題点は、同時には単体の IC を 1 個しか書き込みができないことである。ここで問題にしているのは、書き込みの速度よりも、むしろ内容の異なる 1 個 1 個を区別して扱わねばならないという煩雑さである。

したがって今後実用に供するためには、ROM-IC 実装カード 1 枚分 (IC を数十個積載) の IC を、カードに実装したままの形で情報書き込みができるようにして、取り扱い上の不便を取り除かねばならない。この場合には、書き込み情報の指定もピンボードではなく、紙テープまたはパンチカードで行なうことになる。

3.4 ROM-IC の信頼性

信頼性確認のために、次の 3 グループにつき高温動作寿命試験を行なった。

A グループ: 書き込みをまったく行なわないグループ

B グループ: 各ビット線の 6 個所に“0”を書き込んだもの

C グループ：各ビット線の2個所に“0”をきき込んだもの
表3.2は各グループの評価結果を示す。さらにヒューズ切断後のリーク電流のドリフトを確認するために I_{BEO} について特に詳しく調べた。図3.6、図3.7はその結果を示したものであるが、これらの結果によると信頼度は十分満足できるものである。

3.5 ROM の応用

IC-ROMの用途として電子計算機の主演算装置、あるいはI/Oコントローラにおけるμプログラミングの記憶、キャラクタディスプレイのキャラクタジェネレータ、各種コード変換、デコーダ、その他特殊な用法としてMULTIPLEXOR、AND/OR論理などがある。

M53001Sは40ビット/パッケージの比較的小容量であるが、これを大容量にまで拡大するにはプリント基板配線により、語線、ビット線のおおの方向に延長し、より大きいマトリクスを構成する。計算機のμプログラムを目的としたROMでは、50,000~200,000ビットの容量のものが利用されることになるが、ここでは文字発生装置用として試作した小容量のROMについて述べる。

試作ROMの仕様は、容量が約5,000ビット(128語、40ビット)でアクセスタイムが100nsである。インターフェイスの信号はTTL-ICの論理レベルであり、これには入力信号としてのアドレス、クロックと出力信号としてのデータがある。また所要電源は+5Vのみである。

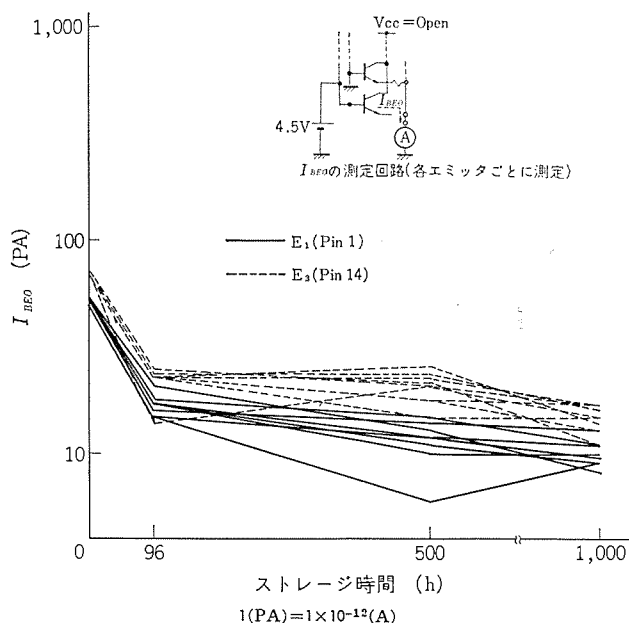


図3.6 M53001S (ROM) 動作寿命結果(1)
グループB I_{BEO} の変化曲線
(試料23本中10本のデータをプロット)
Drift of leak current I_{BEO} (group B)

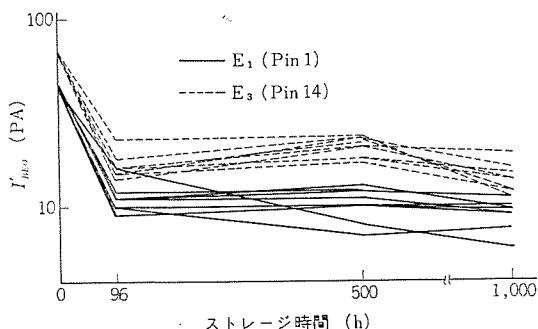


図3.7 M53001S (ROM) 動作寿命結果(2)
グループC I_{BEO} の変化曲線
(試料23本中10本のデータをプロット)
Drift of leak current I_{BEO} (group C).

表3.2 高温動作寿命試験結果
Result of qualification test at high temperature.

グループ	試験条件	板取数	許容不良数	中間測定点	中間結果	備考
A		45個 (LTPD 5%)*	0 (2)	0 h 96 240 500 1,000	0 0 0 0 0	おもにヒューズの特 性に注目
B	$V_{CC}=5.0V$ $T_a=+75^{\circ}C$ $R_E=330\Omega$	25個 (LTPD 10%)*	0	0 96 240 500 1,000	0 0 0 0 0	おもに切断しなかつ た T_r の劣化に注目
C		25個 (LTPD 10%)*	0	0 96 240 500 1,000	0 0 0 0 0	おもに切断した T_r の劣化に注目

板取数の()内の数字は劣化故障数(LTPD 10%)

* MIL 883-T 5005 による。

試作装置は、16語40ビット実装のROMカード8枚からなるROM本体、このカードを選択するカードセレクトデコーダ、ROMカード内のドライバを選択するドライバセレクトデコーダ、40ビットのセンスアンプ、40ビットのデータレジスタおよびタイミング回路の各部からなり、図3.8のように構成されている。

ROM本体の最小ブロックは16語40ビットであり、16個のドライバおよび1/16デコーダを含めて1枚の小形カードに積載されている。図3.9にその外観を示す。本装置の動作タイムチャート、およびROM-ICからの読出信号波形を図3.10、図3.11に示す。動作速度が目標の仕様よりやや遅れているが、これは周辺のTTL-IC論理素子に帰因するものである。

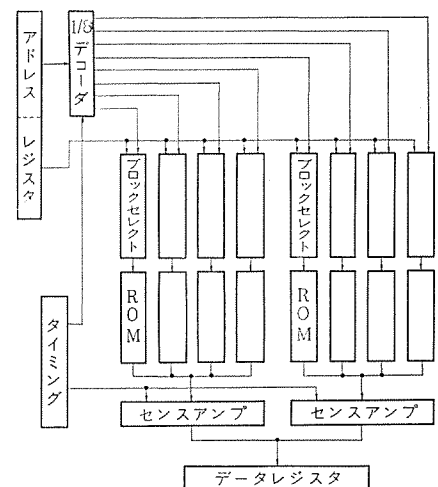


図3.8 文字発生用ROM装置の構成
Block diagram of the character generator.

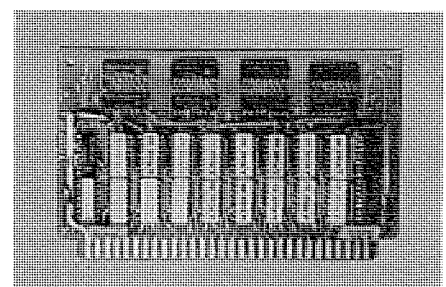


図3.9 ROM-IC実装小形カード
ROM-IC equipped small card.

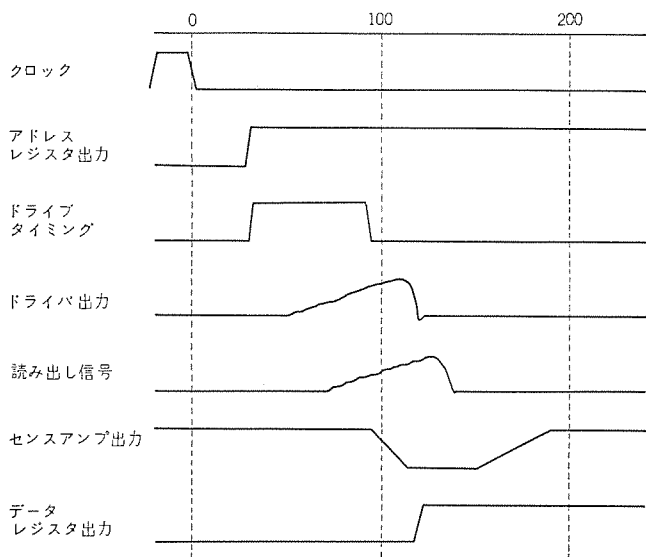


図 3.10 試作モジュール タイムチャート
Trial module time chart.

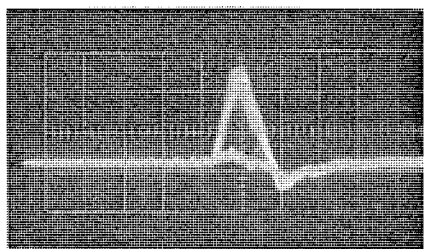


図 3.11 M 53001 S 読み出し信号
(縦軸 2 V/div 横軸 50 ns/div)
M 53001 S read-out signal.

4. 交換パック形 磁気ディスク駆動装置 (M-834)

4.1 概要

交換形ディスクは記憶媒体であるディスクパックが取りはずし交換可能で、オフラインで無限に記憶容量がふやせること、ヘッドが目的番地を短時間で直接アクセスできる点に大きな特長をもつ。したがって最近磁気テープに代わって電子計算機等の補助記憶装置の主流になってきている。ディスクパックにも種々のものがあるが、ここに紹介するM 834は14インチ6枚を一つのパックとしたもので、もっか国際的にも標準化が検討されている形のものを使用している。

本機の特長は次のとおりである。

- (1) 位置決め制御が電気式であるため、取り扱いが簡単で使用温度範囲が広い。
- (2) 集積回路を使用しているため信頼度が高い。
- (3) 電源を内蔵しているので独立に試験ができる。
- (4) 自己診断回路を内蔵しているので故障発見が早い。
- (5) IBM-2311等とインターフェース条件が同一であるため装置の互換性がある。

4.2 装置

4.2.1 外観

図4.1に本装置の外観を示す。ディスクパックは、透明なアクリルのカバーを上方に持ち上げて、先端がコーン形をしたスピンドルに装着される。上部全体のカバーを装置後方から持ち上げると、位置決め装置、磁気ヘッド、書き込み読み出し増幅器がある。下部きょう(筐)体には本装置を制御する電源その他の電子装置類がある。図4.2に

ディスクパックの外観を示す。

4.2.2 回転機構部

誘動電動機によりベルト駆動されるスピンドル、パックのヘッドに対する回転角を検出するタイミングセンサ類、パック装着ごとにディスク表面のじんあいを自動的に清掃するクリーナがある。

スピンドルは先端がコーン形をしていて、このテーパ軸によりパック円板のヘッドに対する水平・垂直位置が正確に決められる。ディスクパックと回転軸の結合は、スピンドル中心のねじ軸とパック内側のねじが締めつけられることにより行なわれ、約100 kgの装着力がある。パックは使用していない状態では必ずカバーがついていて、スピンドル軸にパックを差し込みカバー上部のハンドルをまわすとカバーがはずれる。この操作ができるようにスピンドル軸をロックするラチェットが設けてあり、パックの停止時に作動するようになっている。

ディスクパックの最下層円板は、セクタディスクと呼ばれ切り欠けがある。この切り欠け位置を検知してセクタ信号およびインデックス信号を作る。これらの信号はデータ処理の際タイミング信号として用いられる。

浮動状態におけるヘッドと円板との間隔は約3μである。したがってきわめて微細なじんあひもデータエラー発生の原因になるのみならず、浮動ヘッドが墜落して円板に接触し、破損を招く原因にもなる。

そこで図4.3に示すようなフィルタシステムを構成した。すなわちパックに外部の清浄空気を直接送るためのダクトを設置し、この入口にまずフィルタをつけた。さらにパックの空気吸い込み口に駆動装置としてのリング状フィルタをおいてある。空気はこの部分を通過した後、パック自身もっているパックフィルタを通過してディスク部に導入される。空気はディスク表面を滑動して遠心力で外部に流出する。このような一方向性をもった空気流路があるので、ディスク面に外気が直接入ることはない。さらにディスク面に付着しやすい微細なじんあひも、パック装着ごとに約1分間ディスク面上へせり出してくる清掃はけにより除去される。

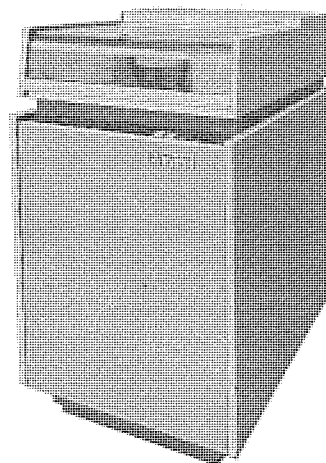


図 4.1 M-834 磁気ディスク駆動装置外観
Front view of M-834 disk pack drive.

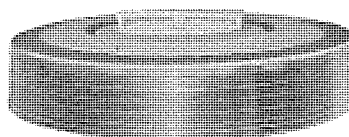


図 4.2 磁気ディスクパック
Magnetic disk pack.

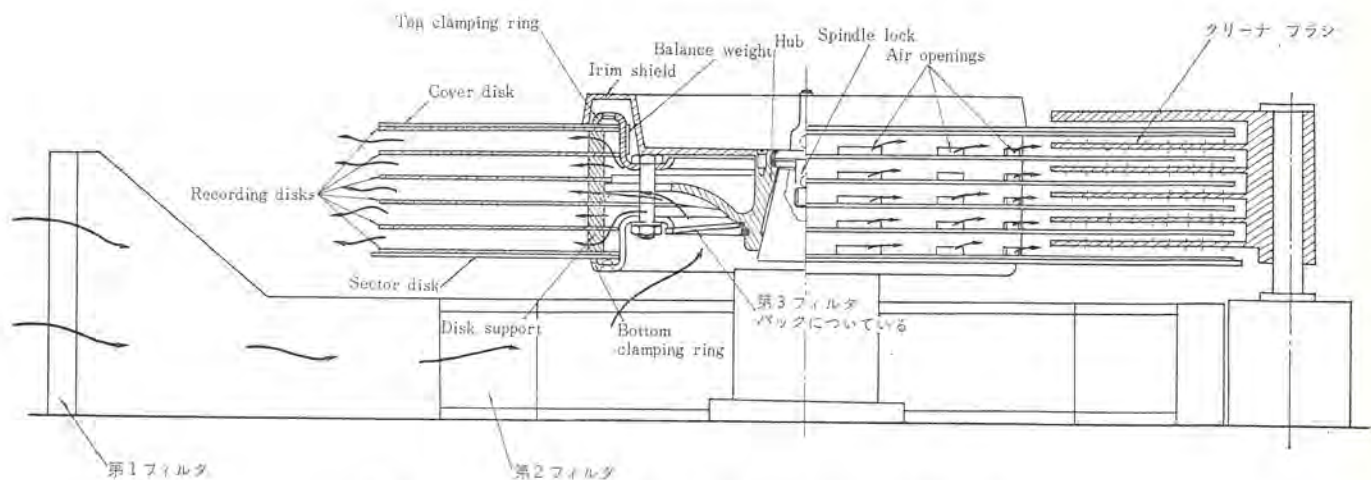


図 4.3 ディスクパック 清浄装置

Cleaning system of disk pack.

4.2.3 位置決め機構部

ディスク面ごとに設けられた10個のヘッドを同時に所定トラック上に高速高精度に移動、停止させる位置決め機構と、ヘッドをディスク面上にランディングさせ、所定の荷重を与えるヘッド加圧機構よりなっている。

位置決めは低慣性直流モータの回転力をラックピニオンにより直線運動に変え、フルストローク約50mmの範囲で行なわれる。所定位置に移動した後は、機械的なデティントを行なうことにより必要な位置決め精度を得ている。ラック、ピニオン、デティントギヤ等の工作許容差を工程能力に合わせて配分する必要がある。直流モータの制御基準はモータ軸に直結された制御ディスクにより得られる。制御ディスクには光学的スリットが刻んであり、このスリット数を計数することにより、モータの回転角および角速度を検知している。制御の詳細は次節で述べるが、最終位置決め時の系の衝撃・振動を可及的に小にすべく最適な運転姿態を求めなければならない。

ヘッドのディスク面上への負荷はディスクが正常な回転を示し、しかもヘッドがディスク面上の所定位置に入った場合にだけなされる。負荷はねじり板ばねを回転させ、板ばね先端でヘッドの負荷ポイントを約390gでおさえる。10本のヘッドをいっせいに押えるので、相互に連結されたギヤブロックの一つのギヤに回転力を与えている。回転力は動作中は常に保持される必要があるため、プランジャマグネットを用いたロッキング機構が付加されている。またヘッドがディスク面上所定範囲を逸脱して暴走しないように、機械的にも電気的にもリミターが入っている。

4.2.4 仕様

記憶容量	7,250 K バイト (1 バイトは 8 ビット)
トラック容量	3,625 バイト
トラック数	200 + 3 予備トラック (1 面当たり)
記憶ディスク面	10 面 (パック当たり)
ディスク回転数	2,400 rpm
情報伝送速度	156 K バイト/s
アクセス時間	最大 135 ms 最小 24 ms
電源	AC 200 V 3φ, 50/60 Hz
消費電力	1.1 kW
寸法	幅 610 × 奥行 920 × 高さ 1,050 mm

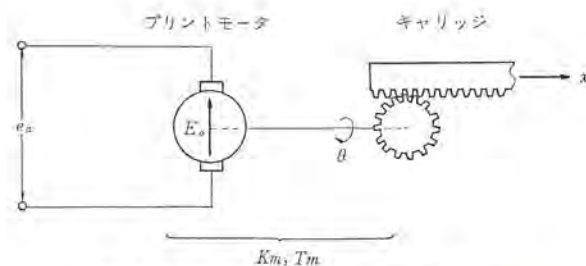


図 4.4 位置決め系の等価回路
Equivalent circuit of positioning mechanism.

重量 約 250 kg

4.3 動作説明

4.3.1 位置決め動作

パック装着時にヘッドをディスク上に負荷し、トラック00にヘッドをセットするファーストシーク、コントローラより移動すべきトラック数と、その方向に関する指令信号を得てヘッドを目的トラックに移動させるダイレクトシーク、さらにパックを停止させるときヘッドをディスク面から離し、さらにパック外に後退させるパワーオフシークの三つの基本動作がある。このうちダイレクトシークは待時間を決定する重要なもので、以下にその制御手法を述べる。他の二つの動作はいずれも発停時の補助動作である。

ヘッドを保持しているキャリッジの位置決め系は図4.4に示すようなモデルで考えることができるので、印加電圧 e_a に対するキャリッジ変位 x およびキャリッジ速度 $\dot{x}$ は次式で与えられる。

$$x = K_m e_a [t - T_m (1 - \exp(-t/T_m))] + x_0 \quad \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\dot{x} = K_m e_a [1 - \exp(-t/T_m)] \quad \dots \dots \dots (3.2)$$

ここに K_m は系の増幅度であり、 T_m は機械的時定数である。この2式より時間 t を消去すると図4.5に示すような位相面($x, \dot{x}$)上で運動を考察できる。

初期位置 x_0 から出発して、最終位置決め位置 $x=0$ に達する動作を最短時間で実現するような速度制御を行なうことを考える。この制御は図4.5に示す位相面上で、加速曲線 x_0S と減速曲線 SO とを交点で接続したものに对应する。交点は制御切り換え点になる。M834のもっかの系では最大移動トラック数 $x_0=202$ のとき、切り換え点 S の位置 $x_S=51$ トラック、速度 $\dot{x}_S=4.6$ Kトラック/秒となる。したがって制御曲線 x_0SO が最短の位置決め時間を与えるものとなる。実際の制御にあたっては、金物の構成のしやすさと系の特性変動を

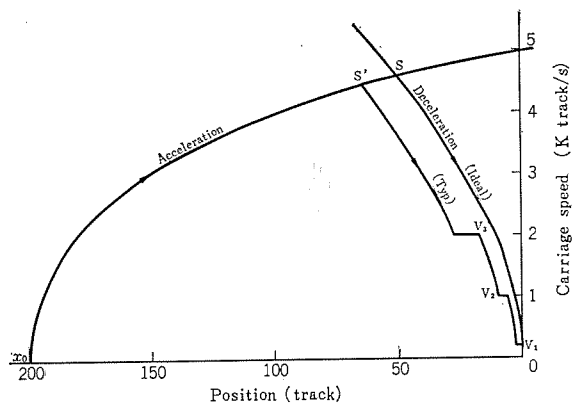


図 4.5 位置決め制御系の位相面特性
Phase plane of carriage position and speed.

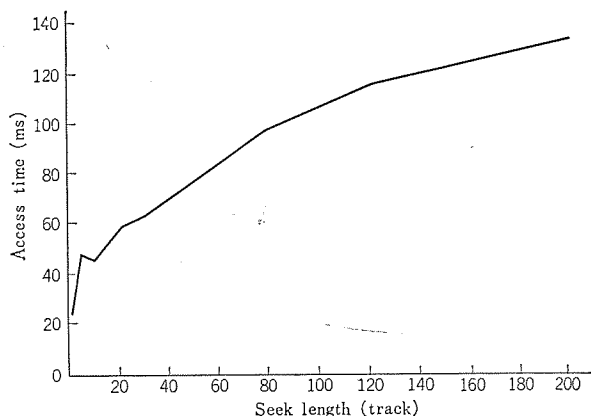


図 4.6 位置決め時間特性
Positioning time characteristics.

考慮して余裕制御曲線 $x_0 S' V_3 V_2 V_1 O$ を採用した。切り換え点を S から S' に変更したことによって 16トラックの位置余裕を得ている。これを定速制御部分 V_1, V_2, V_3 にそれぞれ 2, 4, 10トラックずつ配分した。位置決めすべきトラックの近くでは $V_1=200$ (トラック/秒)(=5 cm/s)に定速度制御され、最後のトラックを検知して停止する。その直後デテントが動作し、キャリッジは固定される。移動トラック数に対する位置決め時間の関係を求めたのが図 4.6 である。

4.3.2 書き込み読み出し動作

本装置で使用している磁気ヘッドは図 4.7 に示す空気動圧形浮動ヘッドであり、ディスクの回転によって生じる空気の流れを利用してディスク面上に約 3μ の間隔で浮動させ、情報の書き込み読み出しを行なうものである。浮動ヘッドはディスク面と接触しないので摩耗がなく、またディスクに 300μ 程度のランアウトがあっても、常に一定の間隔でディスク面上を追従するので安定な書き込み、読み出しが行なわれる。磁気ヘッドの書き込み読み出し部は、図 4.8 に示すようなトンネルイレース方式である。情報は R/W(リード/ライト)ヘッドで 0.2 mm のトラック幅に記録され、ついで E(イレース)ヘッドでその両側を 0.035 mm ずつ消去して、最終的に 0.13 mm の記録幅にする。

読み出しの際には 0.13 mm 幅の情報を 0.2 mm 幅の R/Wヘッドで読み出すので、ディスク交換の場合の装置間の位置決め誤差や温度変化による熱膨張で起こる読み出し出力の低下を防止することができる。

情報の記録方式は周波数変調法 (Double Frequency Recording) を採用している。本方式は図 4.9 に示すように 1ビット間隔ごとにクロックパルス C を発生し、情報“1”のときはクロック間にさらにパル

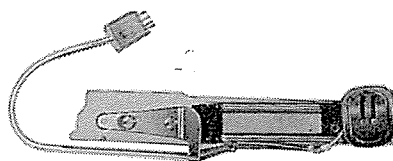


図 4.7 浮動形磁気ヘッド
Flying head assy.

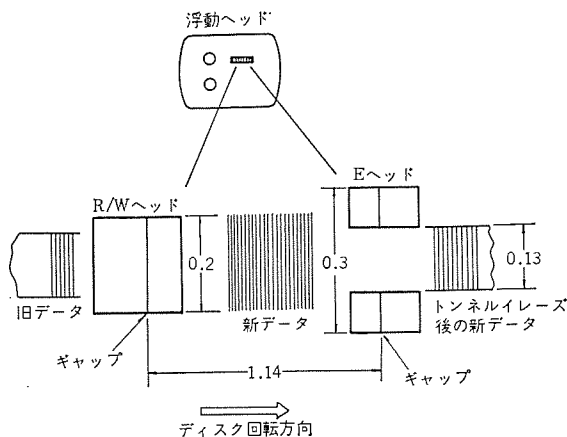


図 4.8 トンネルイレース記録
Tunnel erase recording track dimension.

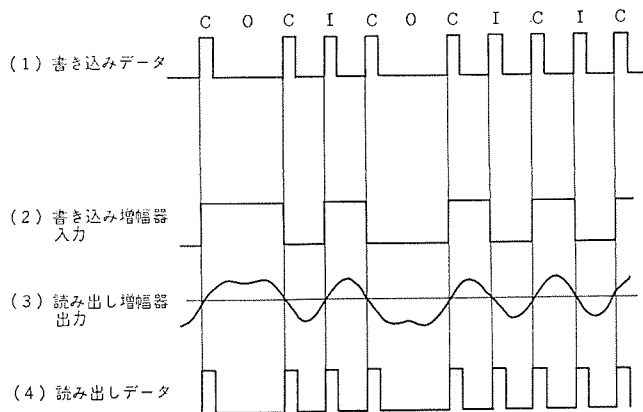


図 4.9 周波数変調記録方式
Double frequency recording.

スがあり、情報“0”のときはパルスがないという方式で記録が行なわれている。図中(1)で示すようなパルス列よりなる情報を受ける。これでフリップフロップをたいて(2)で示すような記録波形を得る。この読み出し波形はかなり干渉をもったものなので線形等価器を通して(3)に示すような出力を得る。この波形をゼロクロス弁別器に通し、(4)に示すようなパルス列を復元している。計算機で用いるレベル形の情報への変換やエラーの検出は、コントローラ側で行なわなければならない。

4.3.3 接続

本装置は3本のケーブルにより制御装置と接続される。これらのケーブルおよび端末の接せんは、IBM 2311 形磁気ディスク駆動装置と互換性を有する。信号レベルおよび方式は同一である。ディスク制御装置としては、MELCOM-3100 システムモデル 20, 40 に対しては C-3381, MELCOM-9100, システムグループ 30 に対しては C-2833 が用意されている。1台の制御装置に最大8台までの M-834 磁気ディスク駆動装置が図 4.10 のように接続される。

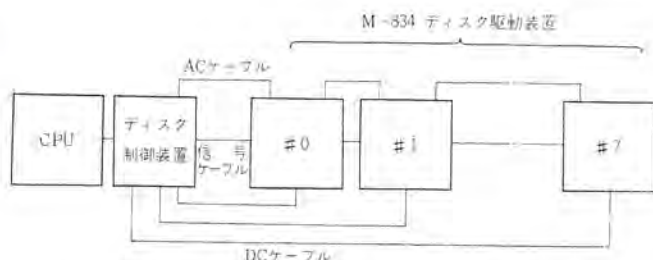


図 4.10 M-834 磁気ディスク駆動装置の接続
Cabling diagram for M-834 disk pack drives
and controller.

4.4 運用

4.4.1 互換性調整

本装置は交換形ディスク駆動装置であるから、ディスクパックの交換に際し互換性がなければならない。本装置の場合、M-834 相互間および IBM 2311 形磁気ディスク駆動装置との間の互換性が問題になるため、基準となるディスクパックを定め、これを読み出しながらヘッドの取り付け位置その他の調整を行なっている。

4.4.2 保守

本装置は位置決め装置に油圧方式に代わって純電気式を採用しているため、前者につきものの油圧関係の保守は必要としない。しかしながら、さらに保守性を高めるために次の機能が加えられている。

(1) 診断用表示ランプカード

主要なインターフェイス信号、レジスタ、カウンタ、ゲートの内容はランプ表示される。擬似信号入力に対するランプ表示の変化を標準パターンと比較することにより、すばやく故障箇所を発見することができる。ヘッドの位置決め位置はランプ表示されると同時に機械的にも表示されるから、両者を比較することにより位置決めエラーを判別することができる。

(2) 簡易テスト

ディスク駆動装置が制御装置から切り離されている場合に、位置決め系および書き込み読み出し系の試験調整を行なうために、携帯用簡易テストが用意されている。

5. 固定ヘッド形磁気ディスクメモリ (M-811)

5.1 概要

情報処理技術の発達普及に伴い、要求される記憶装置の性能も大容量・高速なものから装置コストを第1とする手軽なものへと範囲を広げつつある。ここに紹介する小形磁気ディスク記憶装置は、むしろ後者の要求にこたえるために製品化したもので、すでに MELCO M-80 シリーズ小形電子計算機、カラーディスプレイその他のメモリとして多くの実績を得ている。浮動ヘッドの導入と機構の簡易化により下記のような特長があり、小形計算機のみならず省力化・自動化機械のメモリとして手軽に使用できるものである。

(1) 浮動ヘッドはディスクによく追従し、相対ギャップを一定に保つための温度管理はいっさい不要である。

(2) トラックごとにヘッドを設けてあるため、アクセスタイムが短くなっている。

(3) 小形・軽量ながら 27 万ビットないしは 54 万ビットを記憶できビットコストも低廉である。

(4) ディスクおよびヘッドは硬質の保護皮膜を有し、また密閉構

造で防じんを行ない、全部品には耐食処理を行なうなど長期間安心して使用できる。

図 5.1 に装置外観を示す。

5.2 装置

この装置は情報を記憶保持する「磁気ディスク (磁気円板)」とこれを回転させる「モータ」、回転するディスク表面に近接して情報の書き込み、読み出しを行なう「磁気ヘッド」のわずか三つの基本要素から構成されている。さらに多数の磁気ヘッドの中から特定ヘッドをできるだけ少ない周辺回路で選択するための「ダイオードマトリクス」をもっている。図 5.2、図 5.3 に防じんカバーをとった装置外観図を示す。

5.2.1 磁気ディスク

磁気ディスクは直径 205 mm (約 8 インチ)、厚さ 3 mm の軽量小形の 1 枚の円板で、Ni の下地処理をした後、厚さ約 0.7 μ の Co-P 系磁性メッキを行ない、さらにそのうえに厚さ約 0.5 μ の粘り強い保護皮膜がメッキしてある。ディスク表面の硬度はブリュネル硬度で約 700 であり、表面は表面あらさ約 0.2 S 以下に鏡面仕上げされている。なお円板のランアウトは 30 μ 以下におさえてある。

5.2.2 接触スタート形浮動ヘッド

この装置はトラックごとにヘッドを有するいわゆる「ディスク」であるから、多数のヘッドをいかにたくみに配置するかが設計のポイントになる。種々の角度から検討した結果 5 個のヘッドを一つの浮動船にまとめたマルチチャンネル形式をとった。浮動船は回転するディスク表面に付着して走行する空気流の粘性により浮動するもので、いわゆる空気ベアリング支持方式をとっている。この浮動船は双胴船のようにブロック両端に浮動力を得るための船をもっている。この構造を図 5.4 に示す。

この浮動船はディスクが回転していないときはディスク面に接触しているが、ディスクが所定の回転数に達すると図 5.5 のような姿勢で浮動する。このような浮動状態での船の浮動力と浮動ギャップとの関係を図 5.6 に示した。薄い板ばねで約 30 g 中心部を押えたときの船底と、ディスク表面とのギャップは約 3.5 μ に保持され、等価スティフネスは約 20×10^3 g/m であり、ヘッド自重が約 4 g であるから浮



図 5.1 M-811 外観
Front view of M-811 disk
memory.



図 5.2 M-811 の内部構造
Internal structure of M-811
disk memory.



図 5.3 M-811 のヘッドブロック配置
Head-block assembly of M-811
disk memory.

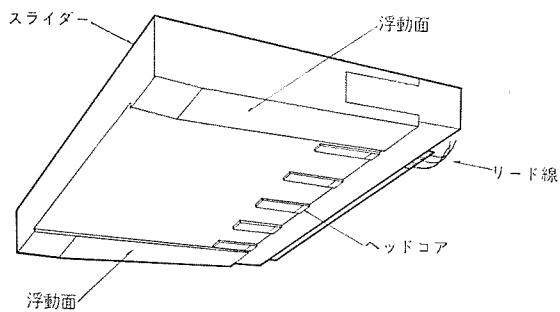


図 5.4 浮動船
Floating shoe.

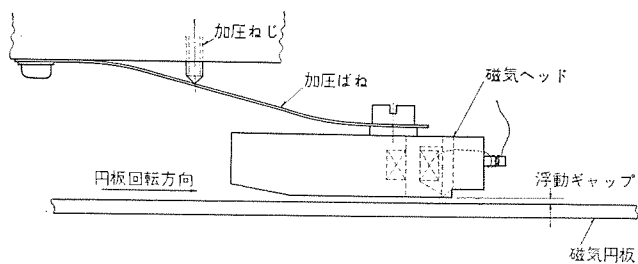


図 5.5 浮動姿勢
Floating attitude of floating shoe.

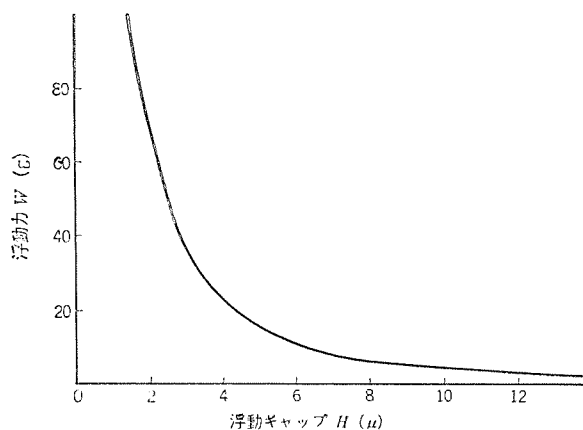


図 5.6 浮動力と浮動ギャップの関係
Calculated relationship between loading strength
and air gap.

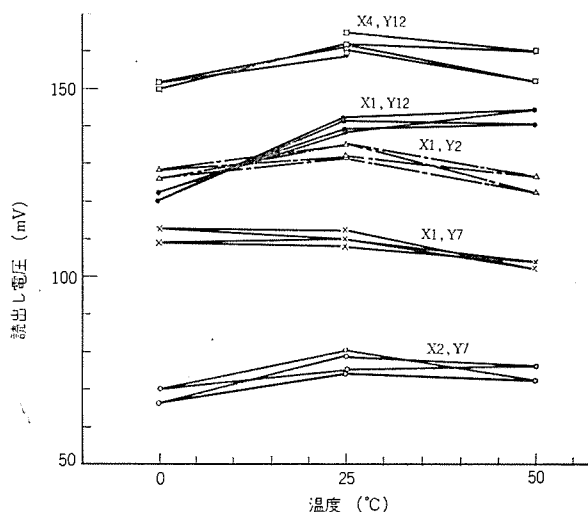


図 5.7 温度変化による読出し電圧変化
Playback amplitude dependence on temperature.

動系の共振周波数 f_0 は約 300 Hz となる。したがって円板に 30 μ /周程度の正弦波状のランアウトがあっても、振幅変調 0.7 以下となるべく、ヘッドがこれに追従している。

おのおのの磁気ヘッドの先端面は、この浮動船の底面と画一になるよう精密加工されているので、磁気ヘッドとディスク記憶面との相対的な空気ギャップも常に一定微小値に保持されることになり、温度変化による読み出し電圧の変化も図 5.7 に示すようにきわめて少なくなっている。浮動船をこのような双胴形とすることにより、ローリング方向のヘッドの復元力を大きくしている。また記憶トラックを決める磁気ヘッドコアと浮動面とが重ならないような設計をすることにより、発停時の浮動面のしゅう動により、トラックに劣化を招かないようくふうしてある。

磁気ヘッドのコアは機械的に強じんで、高周波領域における導磁率も高い MnZn 等の高密度フェライトを用いてあり、コア先端のギャップもコアと同等の硬度と線膨張係数を有するスペーサ材により構成し、約 10 μ に設定してある。

接触によるディスク面、ヘッドの劣化対策に関する長年の研究により、この装置では起動・停止の瞬間にヘッドがディスク面に接触するコンタクトスタートストップ形式の浮動ヘッドを実用化している。これにより機構部がきわめて簡略となり、信頼度の向上と小形でありながらビットあたりのコストを低減することができた。

ヘッド浮動面の形状はもとより、浮動面、ディスク面に特殊の高耐摩耗材を用い摩擦力を極限にまで軽減し、さらに接触しゅう動距離を極限すべく、モータの起動停止を動的に制御している。その結果 2 万回以上の起動・停止に耐えることが多数台の加速寿命試験の結果実証されている。図 5.8 に試験結果の一例を示す。一般的な傾向として読み出し振幅の微小低下（約 500 トラックを供試して、その最大が 7 % の低下であった）と、分解能の微小向上が観測された。これにより 1 日 10 回の起動・停止を実施しても 5 年以上の寿命があることが推定できた。

5.2.3 その他

この装置は防じんカバーを取ると図 2.3 に示すようにヘッドと外部コネクタを結ぶ一連のワイアリング、ダイオードマトリクスが現われる。しかしこの部分とディスク、ヘッドを収容しているディスクルームとはヘッドブロック、アクリル窓等でさらに完全に防じんシールがしてある。したがってフィールドで不良ダイオードの取り換え等も容易かつ安全に実施できる。また面ごとに設けられた透明なアクリル窓を通して、ディスク面の状態をみて清掃の要否の判定もできる。円板は片持ちでモータに直結されているため、単に取りつけフラジをはずすだけで円板の交換もできる。

5.3 仕様

本ディスク記憶装置本体の仕様を表 5.1 に示す。

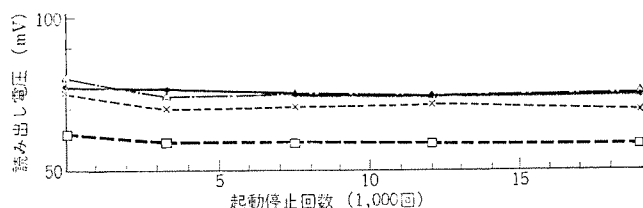


図 5.8 寿命試験結果例
Example of life test result.

表 5.1 M-811 の仕様
Specification of M-811 disk memory.

ディスク形式	M-811-1	M-811-2
総容量 (ビット)	270,000	540,000
トラック容量 (ビット)	8,500	8,550
データトラック	32	64
タイミングトラック	4	4
磁気円板	8 インチ 1 面	8 インチ 2 面
回転数 (rpm)	1,200/1,800/3,600	
平均待時間 (ms)	25/16.7/8.3	
データ速度 (キロビット/秒)	160/240/480	
磁気ヘッド 半コイルインダクタンス (μH)	200 以下	
自己共振周波数 (MHz)	1.0 以上	
書き込み電流 (mA)	50	
読み出し電圧 (mV)	30 以上	
分解能 (2 f/f)	0.7 以上	
振幅変調 (振幅変動率)	0.15 以下	
S/N (dB)	14 以上	
周囲温度 ($^{\circ}\text{C}$)	10 ~ 40	
湿度 (%)	40 ~ 90 (非凝結)	
電源	100 V 1 ϕ 50/60 Hz	
起動電流 (A)	15	
定常電流 (A)	2	
外形寸法 (mm)	256 ϕ $\times$ 250	
重量 (kg)	12.5	

注) 回転数その他は電源周波数 60 Hz の場合の値を示す。

6. む す び

計算機のハードウェアの中でメモリの占める比重はますます大きくなりつつある、しかもメモリ技術はきわめて多種にわたっているが、その中でどれが将来の主流となるかは必ずしもはっきりした見通しが現時点では立っていない。

今後のメモリ技術の動向に関して著者はつぎのような見解をもっている。

- (1) ワイヤメモリは主メモリの主流となりがたい
- (2) 比較的大容量のメモリではコアメモリ(主メモリ)とICメモリ(パ

ックメモリ)の組み合わせとなり、中容量以下はすべてICメモリとなる

(3) コアメモリはまだ安定した技術のうえに立った機種ライフを保持するが、編組方式は3D-3W方式が主流となる、しかしさらに高速を要求するもののみが2 $\frac{1}{2}$ D-3W方式となるであろう。

メモリをはじめ計算機ハードウェアのパフォーマンスの上昇は急なものであるが、ハードウェア技術として成否を左右する重要課題は実装技術にある。従来のハードウェア設計手法のみでは不可能であり、これに計算機導入による設計演算を加えないと成功しない。これが今日よくいわれるCAD (Computer Aided Design) そのものである。計算機による自動設計は人手不足による省力化も効果の一つであるが、それよりもさらに重要なことは計算機によらないと設計の質的向上をはかることができないことである。

参 考 文 献

- (1) D. H. Chung : A Monolithic High Speed Read Only Memory, IEEE Conv. Record ID-1 (1968)
- (2) 磯崎, 織田, 東山 : 動圧形浮動ヘッドによる磁気ディスク上の高密度記録, 昭40信学会全大予稿 No. 676
- (3) 磯崎, 織田, 吉田, 佐々木 : 2重完全閉ループサーボによる磁気ディスク高精度位置決め, 昭40信学会全大予稿 No. 677
- (4) 東山, 志賀 : 磁気ディスククリーナ, 実案昭44-2984
- (5) H. Waagen : Reduce Torsional Resonance in Incremental motion Servos, Control Eng., 16, 85 (1969)
- (6) G. V. Jacoby : Signal Equalization in Digital Magnetic Recording, IEEE Trans. Magnetics, MAG-4, 302 (1968)
- (7) 池上, 岡村, 雨宮 : 磁性薄膜の下地としての無電解ニッケルめっき, 金属表面技術協会, 第36回大会, 予稿
- (8) 池上, 織田, 岡村, 雨宮 : 高密度記録用磁気ディスク, 昭42電気四学会連大, 予稿 No. 2072
- (9) 織田, 東山, 菊地, 岸 : 接触スタート形浮動ヘッドの寿命とその延長策, 昭44, 電気四学会連大, 予稿 No. 3190

電子計算機用端末機器

龍田 直紀*・斎藤 靖彦*・田 隆吉*・山崎 英蔵**
大野 陽吉***

Terminal Equipments of Computer Systems

Kamakura Works

Naonori TATSUTA・Yasuhiko SAITÔ・Takayoshi DEN・Eizo YAMAZAKI

Head Office Yohkichi OHNO

The application range of electronic computers has been expanding considerably with qualitative improvement to a higher degree as their performance advances. Of the application, the field of real time processing now accounts for the major portion. Various terminal equipment supporting the development of the real time processing are expected to make development more and more. It is considered that those of high performance and easy to operate are coming in demand. In this article are given various Terminal equipment suitable for real time data processing system; MELCOM-3900 data collection system used for gathering business management information, remote scanner made a new departure for remote instrumentation of process data, graphic display and colored character display apparatus effective for man-machine communication.

1. ま え が き

電子計算機の最近における性能向上はめざましいものがあり、適用領域の拡張と適用度の質的高度化への努力が各方面で続けられており、初期のバッチ処理を主体とする適用から、逐次その主体はリアルタイム処理へ移行しつつある。リアルタイム処理の領域においては、文字どおり即時性が要求されるとともに、必然的に広域性が要求され、また使いやすさ、システムの効率が重要なファクタとなってくる。

リアルタイムシステムの発展をささえる技術的な原動力は、電子計算機そのもののほかに、通信技術・端末機器およびそれを総合化するシステム技術にあるといえよう。本文では、これらのうちで端末機器をとりあげ、当社の最近における成果を中心にとりまとめて報告する。

端末機器と一口にいても、その適用分野にしたがって多種多様のものが要求されるが、リアルタイムシステムの適用分野は、主としてつぎの4種に大別される。

データ収集システム

実時間制御システム

実時間情報管理システム

タイムシェアリングシステム

これら4種のシステムは、相互に独立したものではなく、基礎技術の融合と発展をくり返しながら、統合化の方向にむかいつつあるとみてよい。これを端末機器の側からながめれば、一つはデータを実時間で収集するための機器が必要であり、他の一つは人間と計算機との密接な対話によって、計算機のもつ迅速正確な情報処理能力と、人間のもつ高度な判断能力とを有機的にむすびつけるための、いわゆるマンマシンコミュニケーションに有効な機器が必要となる。本文ではこのような見地から、経営情報の収集に有力な手段を与える、MELCOM-3900データ収集システムと、プロセス制御の分野で遠隔計測のために開発された、リモートスキャナをとりあげ、また、マンマシンコミュニケーションに適した機器として代表的なCRTディスプレイとしてグラフィックディスプレイ装置およびキャラクタディスプレイ装置をとりあげて紹介する。

2. MELCOM-3900 データ収集システム

データ収集の要件の第一は、散在する情報発生源から直接にその場所情報で情報を吸収することである。原始情報を特殊な専門技術または手段なくして投入しうえるために、特にマンマシンインタフェースについての配慮が肝要である。第二に刻々発生する情報を取扱うための時間的制約から収集は迅速でなければならず、大量のデータを即時に集中するには、伝送線を介したデータの伝送が必要である。第三に入力情報の再現が困難な点からも収集は正確でなければならず、装置の信頼性とともにより操作の単純化と操作エラーに対するチェック機構が重要である。

M-3900データ収集システムは、これらの基本条件を効率的に満足することを主眼としているほか、次の特長を持っている。

(1) 情報形態に適した端末装置の用意

種々の特性をもつ情報の投入が可能なるよう、それぞれに最適の入力装置または出力装置を統一した伝送路仕様のもとに用意することにより、アプリケーションの多様性に対するとともに、中央装置の効率的な使用を期待している。

(2) 拡張性への配慮

総合システムに導入する場合、部分的採用から始まり需要増を伴う全面的採用へ移行することが予想されるので、広い潜在機能をもつシステムを安価に導入できるよう、入力装置の多様化による機能的拡張性と集信装置の容量的拡張性を持たせている。

M-3900データ収集システムは、転写・キーパンチ・転送などデータの移動に関する経費と時間、および誤りの発生を減少せしめ、正確な最新のデータのは握による高度の管理システムの実現を目的としており、製造業を例にとっても、購買(発注・納期・検収)、資材(在庫・受払)、原価(材料・作業時間)、工程(進行・所在)、機械・工具(運用・使用時間)、品質(検査・信頼性・クレーム)、販売(受注・出荷)、労務(出退・賃金・作業配置)など広範な分野の適用が考えられる。

2.1 システムの構成

図2.1にシステム構成、表2.1に構成装置を示す。装置はいずれ

も半導体集積回路を使用している。

構成装置はいずれも次の共通伝送仕様により統一している。

(1) 通信および同期方式

伝送は一方に固定される単向通信。調歩同期式。

(2) 伝送速度と符号

使用機械の動作速度に見合う 200 ビット/秒。符号はマークカードのトランスクリプションモードの伝送も考慮し、8 単位符号 (EIA 符号垂直パリティ付き) を採用。

(3) 伝送信号

信号は周波数変調し、二線式伝送が可能で、構内電話回線の類も使用できる。

周波数	下り	1,080 Hz±100 Hz
	上り	1,750 Hz±100 Hz

(4) 伝送誤りの検出と訂正

垂直水平パリティチェックを行ない、不良の場合は 3 回まで自動再送を行なう。

(5) 伝送制御シーケンスとテキスト形式

コンテンションの可能性がないので図 2.2 のように端末起動による回線接続を行ない、伝送制御信号に信号極性などを用いて装置の簡略化をはかっている。各設定データはまとめてブロック伝送を行ない、その形式は据付時のワイリングによってトランザクション番号と対応づけ、たとえば図 2.3 のようにする。

2.2 端末装置

2.2.1 M-3911/12 データ入力装置

本システムの標準となる入力装置で、3 種の設定データを読み取り、

表 2.1 データ収集システム構成機器
Equipment list of data collector system.

入力装置	M-3911 データ入力装置	80 欄カード、バッジカード、マニュアル入力 (目盛板式)
	M-3912 データ入力装置	80 欄カード、バッジカード、マニュアル入力 (フルキー式)
	M-3921 バッジカード入力装置	バッジカード (2 枚)
	M-3924 マークカード入力装置	マークカード (自動フィード)
出力装置	M-3971 テストプリンタ	入力装置の出力の印字用
	M-3974 出力プリンタ	中央装置からの返送情報の印字用
中央装置	M-3951 集信記録装置	最大 16 回線からの入力を紙テープにせん孔
	M-3952 集信記録装置	M-3951 に併設して回線及び出力容量の拡張用
付属装置	M-3941 時刻そう入装置	集信記録装置において日付・時刻をデータに付加
	M-3944 集信付加装置	集信情報を出力プリンタに返送する際に使用
	M-3972 モニタプリンタ	集信情報の印字用

表 2.2 入力装置のデータ読取り設定方式
Data reading setup of input station.

	M-3911	M-3912	M-3921	M-3924
80 欄カード	スターホイール式 カード固定 80 けた	ブラシ式 カード移動 80 けた	—	—
バッジカード	スターホイール式 カード固定 12 けた	光電式 カード固定 5/10 けた	光電式 カード固定 5/10 けた×2 枚	—
マークカード	—	—	—	光電式 カード移動 (自動フィード) 40, 80 けた×2 面
マニュアル	目盛板 15 けた	フルキー 15 けた	ロータリスイッチ 2 けた	—

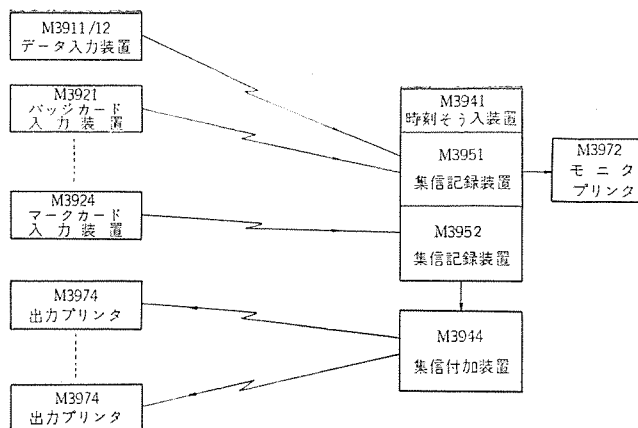


図 2.1 データ収集システム構成
System configuration of data collector system.

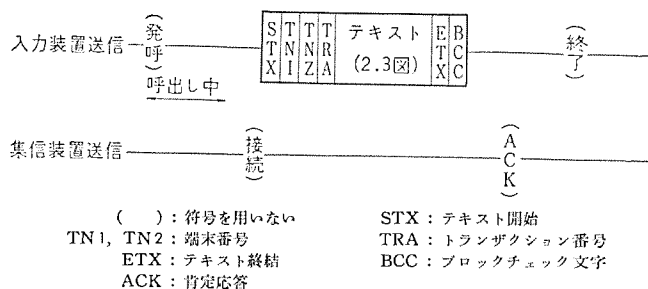


図 2.2 伝送シーケンス
Transmissim sequence

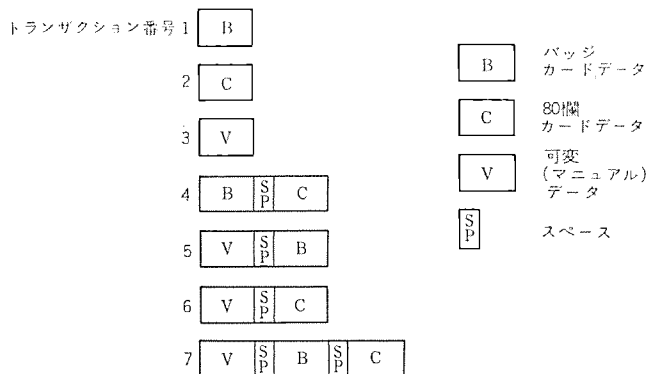


図 2.3 テキスト形式の 1 例
Text format.

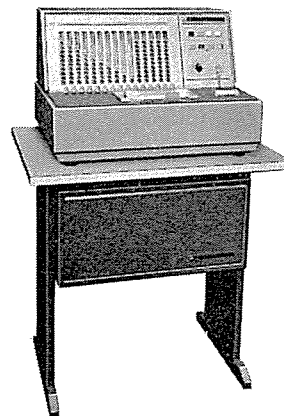


図 2.4 M-3911 データ入力装置
M-3911 data input station.

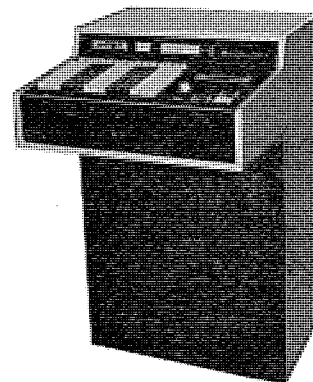


図 2.5 M-3912 データ入力装置
M-3912 data input station.

直列信号として伝送線路に送出する。

(1) データの設定

入力媒体として80欄カード、バッジカードおよびマニュアル設定のための目盛板またはフルキーを備え、いずれも送信を行なうたびに手で設定する。

あらかじめ計算機によって作成される既定データを内容とする80欄カードは、せん(穿)孔符号に冗長性がない反面、周囲環境によってそこなわれやすいため、信頼性の高い読取りが要求されるが、特に星車式のものは汚れやじんあいに強く、カード固定式であるので高湿度での使用が可能である。バッジカードは繰返し投入される固定データ用のプラスチックカードで、冗長符号の使用による読取りチェックが可能である。マニュアル入力は半固定データと可変データとを適当に振り分けて投入できるよう各けたに設定のロック機構を設け、固定項目については送信終了後のクリアを無効にすることができる。目盛板式は設定値の確認が横一列に容易に行なえる特長をもち、フルキー式は17数けたの設定が迅速に行なえる。

(2) 人間の誤まりに対するチェック

操作者は一般に特別の訓練を受けていない人を対象としているが、投入操作の誤まりによる不良データの発生は致命的となるため、人間の誤まりに対する厳重なチェックが必要である。

(a) データの設定に関するチェック(一般に不良で送信禁止)

設定忘れ——トランザクション番号に対応した所定の入力媒体の設定の有無のチェック。マニュアル入力については各けたごとにチェック(※2機種中1機種のみ)。

設定誤まり——80欄カードのコーナカット、バッジカードのパイロット孔による設定方向のチェック。マニュアル入力の二重設定は機械的に防止または伝送不良扱いとする。

(b) 誤操作の防止

リセット——送信のスイッチ押下げは無効。

トランザクション番号——送信中の変更は伝送不良扱い。

(c) 補助機能(不良データ発生の間接的な防止)

送信済み80欄カードへの自動捺印による二重送信防止(※)。

キースイッチの採用による部外者の投入の防止。

訂正スイッチによる先行データ消去のための符号そう入機構。

(3) 装置の誤動作のチェック

時間が経過してからのデータの再投入は一般に困難であるので、不良データは即時に検出して修正する必要がある。

(a) データ読取部のチェック(不良の場合伝送不良扱い)

80欄カード——規定外符号の検出(※)、必要な場合にはブランクチェックの付加(※)。

バッジカード——誤まり検出符号による穿孔。

マニュアル入力——人間の設定誤まりに含めて扱う。

(b) 伝送制御部のチェック

伝送不良などとともに集信記録装置においてチェック。不良の場合3回まで再送させ正常データが得られぬときは、入力装置と集信記録装置の両方で異常アラーム。

2.2.2 M-3921 バッジカード入力装置

従業員の出勤管理などに主として使用されるバッジカード専用機で、同時に2枚のカードを送信し、終了後はカードを排出または収納できるので、たとえば1枚を従業員番号カード(排出形)、1枚を勤務種別カード(収納形)として勤務状況のは握、賃金計算などに利用する。

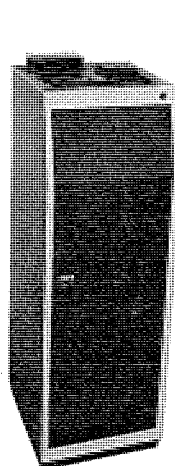


図 2.6 M-3921 バッジカード入力装置
M-3921 badge card input station.

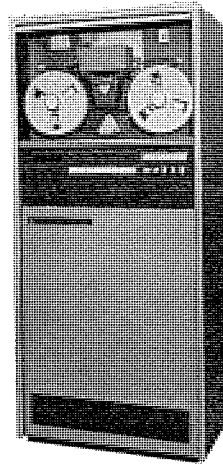


図 2.7 M-3951 集信記録装置
M-3951 line concentrator with paper tape punch.

2.2.3 M-3924 マークカード入力装置

簡単に比較的多くの情報量を入力でき、しかもそのまま控えとして残せるマークカードを入力媒体とするもので、カード寸法は固定項目のプレパンチも可能なるよう80欄カードと同一である。読取りはホリス符号のほか、6マークポジションずつのトランスクリプションモードも可能であり、コーディングによる記入ミスを防止できる。

カードはまとめて投入されることが予想されるので、ホッパのカードは順次自動送りが可能であるが、1枚送信すごとに回線接続はいったん開放し改めて接続する方式をとり、本装置による集信記録装置の専有を防いでいる。

2.2.4 M-3971/72/72 プリンタ

システム動作や入力情報の記録・監視(M-3972 モニタプリンタ)、入力装置の動作試験(M-3971 テストプリンタ)、入力情報の即時報告(M-3974 出力プリンタ)のための装置である。M-3944 集信付加装置によって任意の入力装置からの任意のトランザクションのみを選択して、出力プリンタに信号を与えることができる。

2.3 M-3951/52 集信記録装置

1台で最大16入力装置を受持ち、発呼した装置を選択して紙テープパンチに接続する。端末起動の呼はすべて保持され、順次スキッピングで接続するのを原則としている。

入力装置数を17以上にすると、あるいは受信能力を増すにはM-3952 集信記録装置を併設する。このとき各入力装置と紙テープパンチの対応は不定で、発呼した入力装置があきのパンチに接続される。

集信記録装置では、次のチェックにより入力装置と伝送線路の状態を監視している。

- (a) 垂直水平パリティチェック
- (b) 調歩同期チェック
- (c) STX・ETXをみる始終チェック
- (d) 時間監視
- (e) 回線断チェック
- (f) せん孔チェック

不良の場合はそれぞれに応じて、再送・入力回線閉塞・出力(紙テープパンチ)閉塞などを行ない異常アラームとする。なおデータ長チェック、データフォーマットチェックは行なわず計算機での処理段階で行なう。

M-3941 時刻そう入装置を追加することにより、任意のトランザクションに対して、データせん孔時に併せて現在時刻(時分)と日付(月

目)をそう入することができる。

2.4 システムの設計

装置の機能が簡単であり、アプリケーションの巧稚が価値を左右する決め手となるが、システム設計上のポイントとして次のものがあげられる。

(a) 全システムの効率——いかに迅速に多くの情報を収集しても、それが本システムを含む全システムの中で有効に利用されなければならない。

(b) 例外処理の確立——現場情報につきものの例外事情の処理が無理なく行なわれること。

(c) 入力情報の厳選——情報は必要最少限で簡単な形にとどめ、現場投入者にとって負担にならないこと。

(d) 情報の発生ひん度と装置台数——待ち時間のひん発によって投入者の時間をとらないこと。

(e) 情報と入力媒体の選定——各媒体の特性を考慮して、入力項目の割付けを行なうこと。

(f) 不良情報の検出と回復——不良情報が全システムに影響しない段階で検出され、何らかの方法で回復されうること。モニタプリンタによる監視のほか、カードにおけるキーデータの二重せん孔、ブランクけた利用の特定符号のせん孔も有効である。

(g) 故障時の処理方法の確立——故障時に発生した情報の処理方法が十分考慮されていること。予備機的な意味で端末装置台数に余裕をもたせること。

(h) 運用上の留意事項——投入者に対する基本操作方法と禁止行為の徹底。定期的な保守点検、とくに機器の清掃と定期的なテストデータの送信による動作確認。故障時の連絡方法とその際の入力媒体の保管、不良統計。

2.4.1 データ量と集信装置の台数

M-3911 入力装置より80欄カード、バジカード、マニュアル入力を投入する場合を例にとる。集信記録装置での処理時間 T_{P1} は一定(この場合約7.1秒)であり、システム(集信装置)の利用率 ρ は、データの平均発生量を $\bar{N}$ とすれば

$$\rho = \bar{N} T_{P1} \quad (2.1)$$

データの発生がランダムであるとし、入力装置の送信スイッチを押してから、送信後カードが排出されるまでの時間の平均値 $\bar{T}_S$ とその標準偏差 σ_S は、

$$\bar{T}_S = T_{P1} \left[1 + \frac{\rho}{2(1-\rho)} \right] \quad (2.2)$$

$$\sigma_S = \frac{T_{P1}}{1-\rho} \sqrt{\frac{8\rho - 2\rho^2 + 3\rho^3}{12(2-\rho)}} \quad (2.3)$$

図2.8, 2.9より実用上 ρ は0.5程度と考えられ集信装置1台の見かけ上の能力は1秒間に $0.5/7.1 \approx 0.07$ 件、すなわち約250件/時間となり、 $\bar{T}_S$ は約10秒となる。集信装置の実際の能力は530件/時間であるが、さきの値を越す場合は待ち時間が増大するので装置を増設する必要がある。

2.4.2 入力装置の台数

1人の投入者に装置が占有される時間 T_{P2} は、前項の T_S ほかに、データの設定時間と投入者の入れ替り時間が加わり約25秒となる。この時間には T_S 中にある送信の際の待ち時間が変動分として入るが割合が小さいので全体として一定とみなすと、ランダムに装置のところへ投入者があらわれる場合、投入者があらわれてから送信し終り装置を離れるまでの時間 T_T について前項と同様に

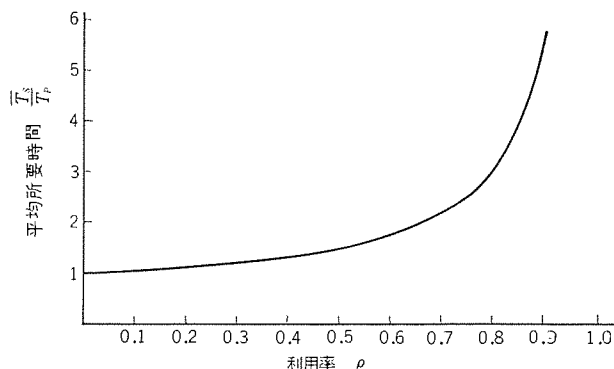


図2.8 平均所要時間
Average queuing time.

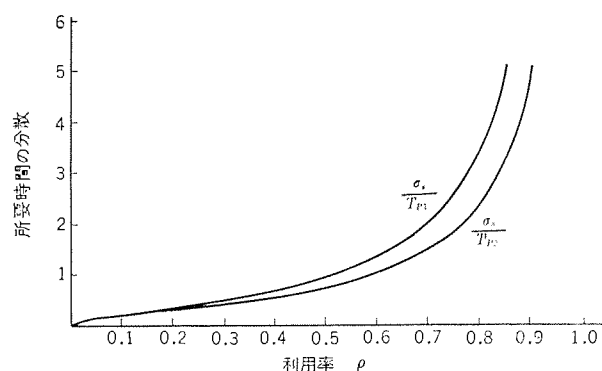


図2.9 所要時間の分散
Dispersion of queuing times.

$$\bar{T}_T = T_{P2} \left[1 + \frac{\rho}{2(1-\rho)} \right] \quad (2.4)$$

$$\sigma_T = \frac{T_{P2}}{1-\rho} \sqrt{\frac{\rho}{3} - \frac{\rho^2}{12}} \quad (2.5)$$

投入者は順番に列を作って待つので σ_T の式が前項と相違するが、 $\rho=0.5$ とすれば平均所要時間37秒(処理能力72件/時間)として装置台数を見積る必要があることになる。

2.5 効果

本システムの導入により、単なる情報収集のスピードアップだけでなく、それに伴って管理システムの高度化が可能となり、間接人員の削減による省力化とともに、情報発生現場の各人自らが入力することによって、データに対する責任感やシステムに対する参画意識の向上にも役立つであろう。本装置は、さらに広範なアプリケーションに対応するため、入出力媒体として磁気カードや磁気テープの採用、システムの高速度などをつぎの課題としている。

情報収集システムの最近の傾向としては、中央の大形計算機システムとオンラインで結ぶリアルタイム化が本格的に実用化される時代になりつつある。

3. リモート スキャナ装置

リモートスキャナ装置は、MELCOM-350-30⁽³⁾の特長あるプロセス入出力装置として、開発されたものの一つである。

制御用計算機の適用分野、制御方式の発展に伴い、複数のプロセスを1台の計算機で、制御したいという要求が発生してくる。これは個々のプロセスに1台ずつ計算機を導入するより、価格的に有利であること、プロセスデータの交換が、複数台の計算機の間では、特殊なデータリンクを行なわなければならない、1台の計算機に集中させたほうが、データ交換が容易にできること、ベシックプログラムを共有できる

こと、等の有利な点が考えられるためである。そして、MELCOM-350-30 は、複数のプロセスを同時に制御できるだけの能力を有している。

しかしながら、この場合、制御範囲が広がるので当然プロセス入力のための配線は長く多くなる。そこで最も問題になるのが、低レベル信号を取り扱うアナログ入力である。低レベルのアナログ入力、特に熱電対入力は外部ノイズに弱く、線材も特殊な補償導線を必要とし、距離が長くなるとノイズ、価格的にも問題を生ずる。この場合、できるだけ検出端から近い所で、デジタルに変換して、計算機に送り込む必要がある。そして、1点1点、AD変換器を持つのも割高になるので、スキャナを置き、時分割でAD変換をする。通常のアナログ入力システムのリモート化が望まれる。本リモートスキャナ装置は、この目的のために開発された装置である。さらに本装置を使用することにより、プログラムの変更の要がなく、また、スキャンスピード等の仕様も変わらないように設計されており、一般のアナログ入力標準プログラムがそのまま利用できる。そのため、本装置と計算機とのインターフェイスは、通信回線インターフェイスを用いず、後述の独特なインターフェイスを有している。

また、リモートスキャナ側の接地レベルと計算機の接地レベルが同一である保証はないので、それぞれの地点で接地できるよう絶縁形のライドライバ、ラインレシーバを使用している。

本装置は現在、数台、化学プラントに納入され、順調にか動しており、MELCOM-350-30の適用分野の拡大に貢献している。

3.1 構成

リモートスキャナは図3.1に示すような構成である。計算機側には、M-350-30のスタンダードインターフェイスに接続するインターフェイスユニットを、遠隔地には、アナログ入力ユニット(スキャナリレー)、直流増幅器、アナログ入力付加装置(A/D変換装置)およびそれらを制御する、コントロールユニットを設置する。インターフェイスユニットとコントロールユニットの間は、パルス伝送を用いたライドライバ、レシーバで接続し、最長600mまで延長することが可能である。

3.2 仕様

- (a) 入力信号種類……電圧、T/C、電流、スライドワイヤ、RTD
- (b) 入力点数……最大2,048点

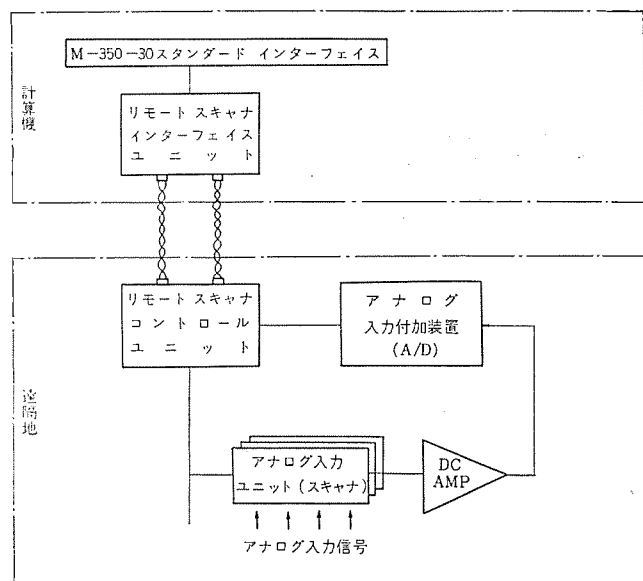


図 3.1 リモートスキャナ構成
Configuration of remote scanner.

- (c) スキャンスピード……50点/秒、最高200点/秒(グループスキャン)
- (d) AD変換方式……電圧逐次比較形(両極性)
- (e) 変換精度……10ビット+符号 0.1%(フルスケール)

3.3 動作概要

3.3.1 動作モード

リモートスキャナはM-350-30のアナログ入力制御装置と全く同様なプログラムインターフェイスであり、ダイレクトチャネル、および、マルチプレクサチャネルに接続される。図3.2にコントロールワード、および、データワードの形式を示す。

(1) ダイレクトモード

プログラムによりアナログ入力コントロールワード(スキャナリレーのアドレスおよび直流増幅器のゲイン設定等)を、リモートスキャナにセットし、A/D変換されたデータもプログラムで読み取るモードである。すなわち、データの入出力がAレジスタ経由で制御される。

(2) マルチプレクスモード

アナログ入力コントロールワード群をコアメモリに準備し、同時に、A/D変換データの入力されるデータエリアをコアメモリに確保して、スタートをかけることにより、自動的にA/D変換データをコアメモリに取り込むモードである。

(3) 優先処理割込モード

マルチプレクスモードで動作実行中に、緊急に処理したいアナログ入力の要求が発生した場合、一時マルチプレクスモードの動作を中断させ、ダイレクトモードでアナログ入力を処理するモードである。必要なデータを取り込んだ後、マルチプレクスモードでの動作は続行される。

3.3.2 動作シーケンス

リモートスキャナのインターフェイスユニットでは、前記モードのコントロールおよびスタンダードインターフェイスとの、インターフェイスオペレーションを行なう。図3.3に示すように、インターフェイスユニットと、コントロールユニットとの間には、[OUT]と、[IN]の記号により接続されている。以下に動作のシーケンスを説明する。

(1) アナログ入力コントロールワードのセット

スタンダードインターフェイスより、受け取ったアナログ入力コントロールワードを、インターフェイスユニットで記憶し、出力データ(φDO~F)に準備する。同時に、開始指令(BIG)をコントロールユニットに与える。

(2) A/D変換への準備

コントロールユニットでは、開始指令がくると、出力データでスキャナリレーの選択、およびゲインの設定等を行ない、アナログ入力付加装置(A/D変換装置)へ、A/Iスタート信号を与える。

(3) A/D変換

A/Iスタート信号より、所定時間経過後、A/D変換を実行する。コントロールユニットでは、A/D変換レディーとなると、インターフェイスユニッ

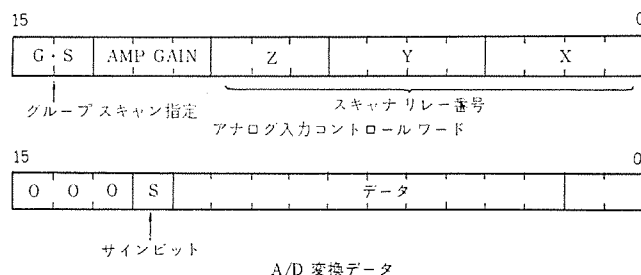


図 3.2 コントロールワードとデータワードの形式
Control word and data word format.

トへ、A/D 変換データを入力データ (IDO〜C) に準備して、読取要求 (RRQ) を出す。

(4) A/D 変換データの読み取り

読取要求信号をインターフェイスユニットで受け取ると、動作モードに従って読み取られる。読み取られると、コントロールユニットへ読取完了 (RDR) を出力する。コントロールユニットでは、アナログ入力コントロールワードで指定されている、スキャンのモード (グループスキャン) に従って、再び A/D 変換を行なうか、または終了要求 (FRQ) を出す。

(5) シーケンスの終了

インターフェイスユニットでは、終了要求がくると、アナログ入力の1回のシーケンスが終了したことになり、終了指令 (FIN) を出して、次のアナログ入力コントロールワードの要求を行なう。

以上のシーケンスが繰り返されて、順次、アナログ入力信号を変換して、データを取り込んで行く。

3.3.3 ラインドライバ、レシーバ

インターフェイスユニットと、コントロールユニットとの間は遠隔となるため、パルストランスを用いたラインドライバ、レシーバで接続している。図 3.4 にラインドライバ、レシーバの回路図を示す。

ラインドライバは入力パルスの立上り、および立下りを微分し、パルストランスで微分パルスを伝送する。ラインレシーバはこのパルスを受け整流して、立上り・立下りの微分パルスを検出して、フリップフロップを、セット、リセットして、入力パルスを再生している。

3.4 特長

リモートスキャナはソフトウェア的に見た場合、従来のアナログ入力制御装置と全く同一であり、スキャンスピードを落とすことなく、遠隔地のアナログ入力を実現させている。遠隔地との信号の伝送はすべて、デジタル信号で行ない、パルストランスを用いた絶縁形のラインドライバ、レシーバで接続している。したがって、雑音にも強くなっている。伝送はすべて並列で行なっているため、装置は比較的簡単な形で構成し

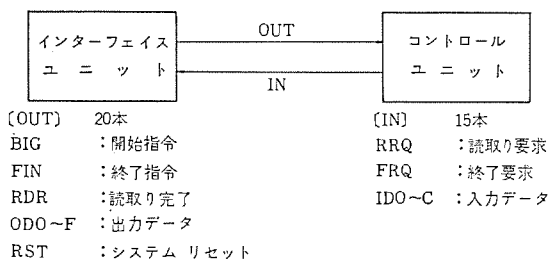


図 3.3 信号インタフェイス
Signal interface.

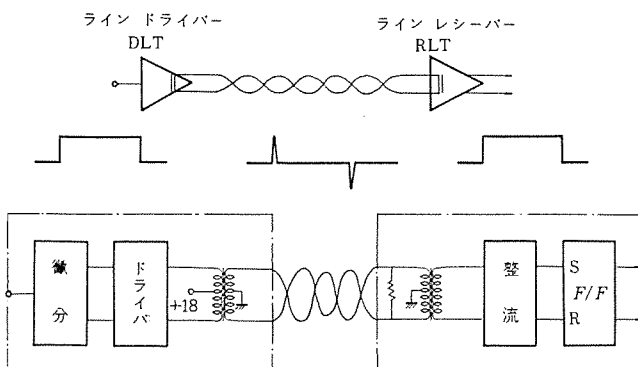


図 3.4 ラインドライバ、レシーバの構成
Schematic diagram of line driver and receiver circuits.

ている。リモートスキャナは、遠隔地のアナログ入力を取り扱う目的で開発したものであるが、特にアナログ入力点数が多い場合等、適当な地点にリモートスキャナを設置し、信号を中継して接続することにより、アナログ入力信号線を短縮することにも利用できる。

4. グラフィックディスプレイ装置

ディスプレイの特長は

(a) 計算機の処理結果が直ちに CRT (Cathode Ray Tube) などの画面に、文章・図形など人間にわかりやすい形で表示される。

(b) 表示されている文章・図形などの修正・削除あるいは新しい文章・図形のその入をライトペンやキーボードを使って画面を見ながら行なえる。

(c) また、計算機の処理実行中であってもスイッチやライトペン操作によって新しい処理要求を出し、その処理内容を直ちに変更させることができる。

など、いわゆる対話形式によって計算機が使えるところにある。

図 4.1 はライトペンを使って図形を書き込んでいるところを示す。特にグラフィックディスプレイは任意の図形が取扱えることから交通・列車・電力などの管制システム、構造・意匠・回路・プログラムなどの設計、科学解析、各種シミュレーション、など種々の分野での応用が期待されている。しかし現在は一般に基本的なシステムが開発された段階であり、今後各種の応用に対するソフトウェアを開発することにより、その真価を発揮せねばならないものである。

当社はすでに基本的なシステムの開発を完了し、現在は航空交通管制システムそのほかについての応用面を開発中である。ここでは MELCOM グラフィックディスプレイについてハードウェアを中心に概要を紹介する。

4.1 構成と仕様

図 4.2 は計算機を含めた全体のシステムの構成例、図 4.3 はディスプレイ装置の構成、図 4.4 は装置の外観を示す。表 4.1 にももな仕様を示す。

ディスプレイ装置はディスプレイコントローラと (ディスプレイ) コンソールの二つのユニットで構成され、MELCOM-7000 シリーズあるいは MELCOM M-9100/30 計算機システムに接続して使用される。

ディスプレイコントローラはコアメモリを持ったパツファ形であり、8k 語を基本記憶容量とし、16k 語、24k 語まで拡張可能である。メモリ容量の拡張と合せてコンソール制御部を追加することによって、1台

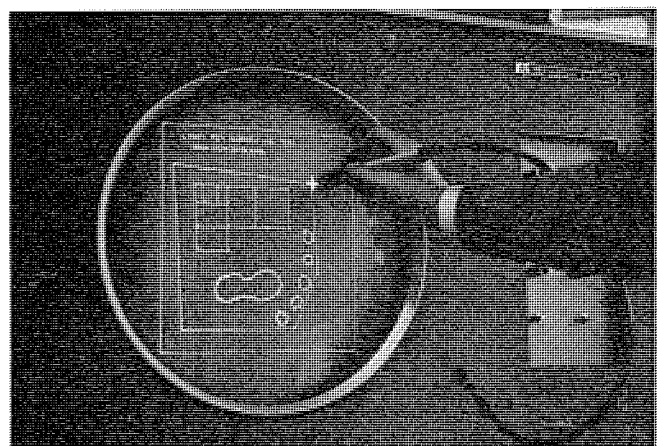


図 4.1 ライトペンによる図形作成例
Drawing lines by light pen.

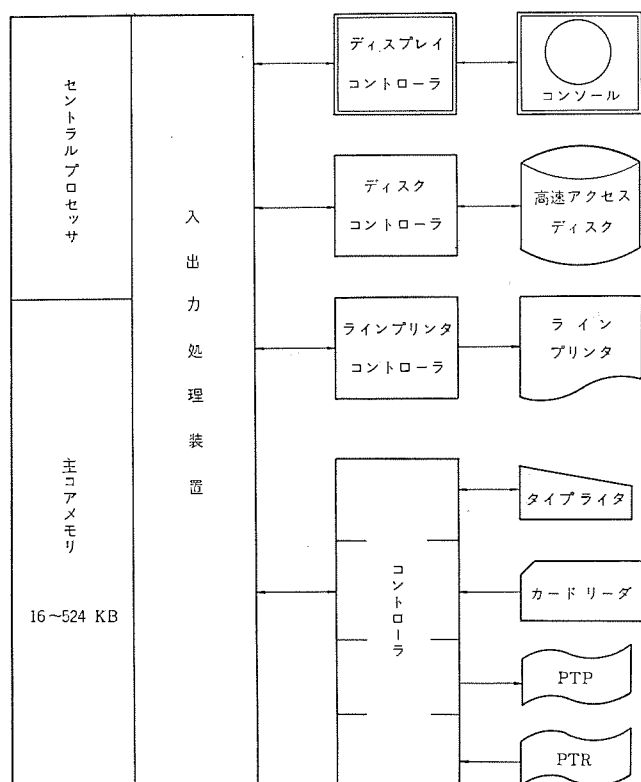


図 4.2 グラフィックディスプレイシステム構成
System configuration of graphic display system.

のコントローラで最大4台のコンソールが制御可能である。この場合各コンソールはメモリを共用しており、柔軟な使用ができる。

コンソールは19形フラットフェイスCRTを表示画面とし、ライトペン、ファンクションスイッチ、A/N(英数字)キーボードを入力操作器具としてパネルに持ち、キャラクタジェネレータ、ラインジェネレータおよびCRT駆動回路などを内蔵している。

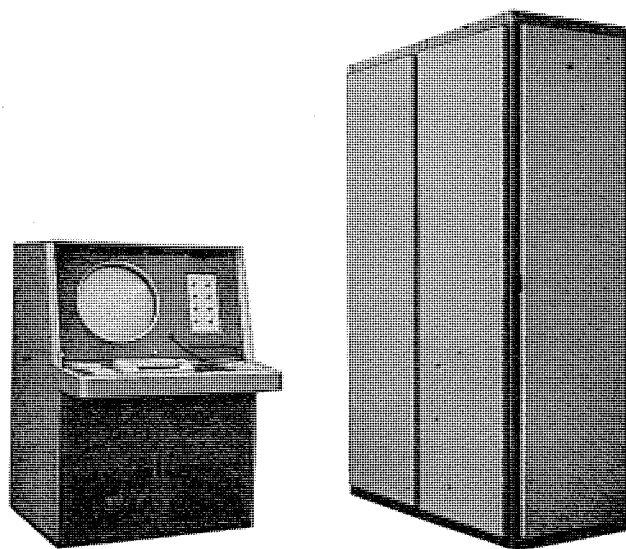


図 4.4 グラフィックディスプレイ装置
Display controller and console.

表 4.1 グラフィックディスプレイ装置仕様
Specification of CRT graphic display.

項 目	仕 様
C R T	外 径 470 mm 丸形 発 光 色 白 (けい光材 P7) 偏 向 方 式 電磁+静電偏向 集 束 方 式 静電集束
画 像	フ レ ム 数 40 フレーム/s (標準) 画 面 域 300 mm×300 mm 格 子 数 1,024×1,024 解 像 度 15 本/cm (輝度 60 nit) 直 線 性 1 % 輝 度 3 段階 (プログラムによる指定可)
キ ャ ラ ク タ 発 生	種 類 英大文字, 数字, 記号……計 60 種以内 サ イ ズ (標準) 小……高さ 4 mm×幅 3 mm (64 字/行) 大……小の 1.5 倍 (43 字/行) 所 要 時 間 8 μs/字以下
図 形 発 生	種 類 点, 短線, 長線 所 要 時 間 { 短線 (0~18 mm) ……2 μs 点, 長線…… { ほぼ距離に比例 35 μs/フルスケール
リフレッシュバッファメモリ	語 形 式 19 ビット (データ: 16, カーソル: 2, パリティ: 1) 容 量 フェライトコア 8,192 語 (16 k, 24 k も可)
コントローラの制御能力	最大4台のコンソールが制御できるように拡張可
入 力 器 具	ラ イ ト ペ ン ス イ ッ チ 付 最大 256 個 A/Nキーボード フルキー
最 大 表 示 量 (40 フレーム/s の場合)	長線 (フルスケール) の場合 570 本 (170 m) 短線 (1/16 フルスケール) の場合 3,570 本 (66 m) 点 (1/16 フルスケール間隔) の場合 3,000 点 字 (テキスト表示) の場合 2,330 字
電 源	周 波 数 50/60 Hz 単 相 電 圧 100 V 電 流 47 A (コンソール 12 A, コントローラ 35 A)
環 境 条 件	+10°~+40°C
ケ ー ブ ル 長	コントローラ~コンソール間, 最大 200 m

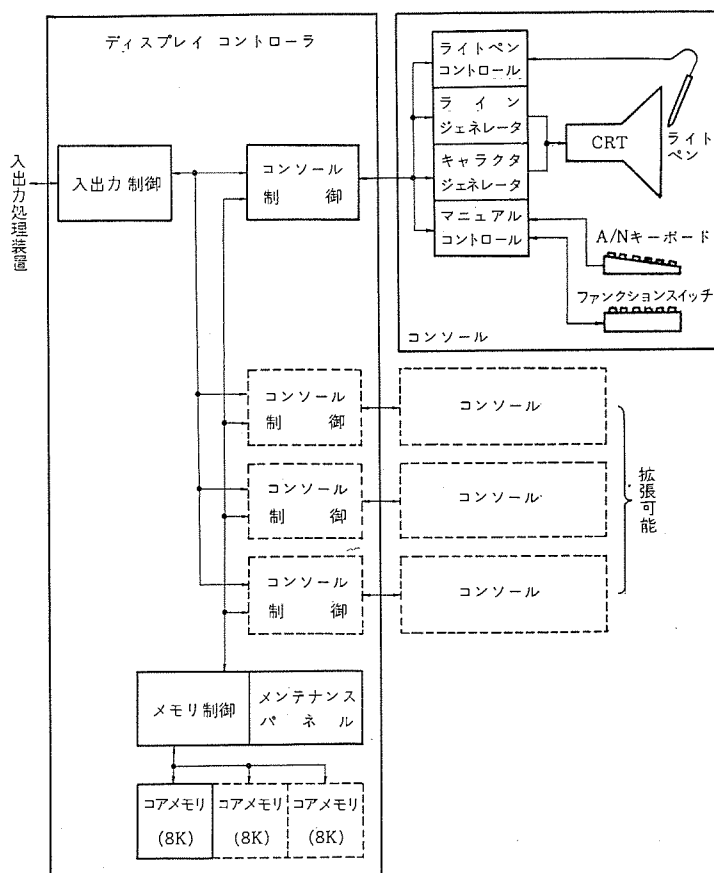


図 4.3 グラフィックディスプレイ装置構成
Block diagram of graphic display unit.

4.2 機能と動作

4.2.1 ラインおよびキャラクタ ジェネレータ

CRT は加えられる偏向信号および輝度信号に応じて一筆書き的に図形や文字を画面上に表示する。一方、ジェネレータは計算機から出された図形・文字の表示オーダ（デジタルコード）をデコードして CRT を駆動できるようなアナログ信号を作成する。

表示オーダには位置決め・点表示・線表示・文字表示などがあり表 4.2 に示すようなフォーマットを構成している。

図 4.5 に直線の表示例、図 4.6 に文字の表示例を示す。

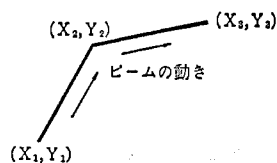
4.2.2 表示プログラムとリジェネレーション

表示オーダを組合せてプログラムを作ればまとまった画像を表示することができる。しかし、CRT は残像性がないので、ちらつきの画像を得るためには表示プログラムを毎秒 30~40 回の割合で繰返し実行（リジェネレーション）しなければならない。リジェネレーションを計算機に行なわせることは、計算機の効率を著しく下げるので、本装置ではコントローラ内のバッファメモリに表示プログラムをたくわえておき、そこでリジェネレーションを行なっている。

表示プログラムは単に表示オーダだけの組合せでなく、表示再生停

(POINT PLOT, ABS.)	
0	(X ₁)
	(Y ₁)
(LINE PLOT, ABS.)	
1	(X ₂)
	(Y ₂)
1	(X ₃)
	(Y ₃)

表示プログラム例



表示

図 4.5 直線表示
Line drawing.

止の制御を行なうもの、プログラムの流れの分岐を制御するもの、ビーム位置座標をメモリ内に取り寄せるもの、ライトペンやトラックボールの動作を制御するもの、および、輝度レベル、文字サイズ、プリンキングを制御するものなども組合せることができ、高度の機能を発揮することができる。

4.2.3 コマンド

グラフィックディスプレイ装置は計算機のプログラムによって作成され、送られてくる 8 ビットからなるコマンドによって動作が制御される。コマンドは全部で 13 種類あり、その内容は表 4.3 に示す通りである。

本装置のようなバッファ型では表示のための命令は、前項で述べたような表示プログラムとして WRITE BUFFER コマンドにより、計算機からバッファメモリへ書き込まれる。

リジェネレーションの起動・停止はコントロールコマンド [SARP] および [SARR] によって行なわれる。

装置に異常があった場合、あるいはライトペン操作による計算機への割込みがあった場合、計算機は SENSE コマンドを出すことにより、その詳細を迅速に取り寄せることができる。

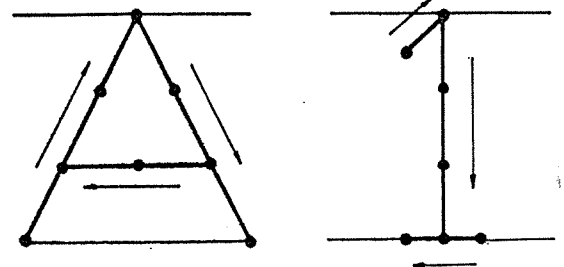


図 4.6 文字表示
Character drawing.

表 4.2 オーダー一覧表 Orders.

分類	名 称	オ ペ ラ ン ド	機 能
表示 オ ー ダ	POINT PLOT, ABSOLUTE	16 B X Y	○ビームを現在位置からオペランドで指定する位置まで移動し、点表示
	LINE PLOT, ABSOLUTE		○現在位置を始点としオペランドで指定する位置を終点とする直線表示
	POINT PLOT, INCREMENTAL		○ビームを現在位置からオペランドで指定する変位量だけ移動し、点表示
	LINE PLOT, INCREMENTAL		○現在位置を始点としオペランドで指定する変位量を加えた位置を終点とする線表示
コ ン ト ロ ー ラ	CHARACTER, UNPROTECTED	S: 符号, B: ビーム ON/OFF S ΔX I S ΔY B	○カーソルビットをたてることができ、A/N キー操作可能な文字、記号の表示
	CHARACTER, PROTECTED		○A/N キー操作から保護された文字・記号の表示
コ ン ト ロ ー ラ	NO OPERATION	表示開始アドレス 分岐先アドレス ア ド レ ス X Y X S I B	○不動作。メモリ予約、図形データの削除等に有効
	END ORDER SEQUENCE		○このオーダーの読出しによって表示再生が降り、CPU に対しアテンションが出される
	HALT & START REGENERATION		○表示再生を一たん停め、次のフレームトリガで指定されたアドレスから表示を再開する
	BRANCH UNCONDITIONAL		○オーダープログラムの流れをオペランドで指示するアドレスへ無条件分岐する
	BRANCH SUBROUTINE		○主ルーチンからサブルーチンへ分岐し、主ルーチンへの復帰アドレスを記憶する
	BRANCH INDIRECT		○サブルーチンから主ルーチンへ復帰するオーダーである
	BRANCH INDEX REGISTER		○オペランドで指定するアドレスをインデックスレジスタの内容で修飾した実効アドレスへ分岐する
	STORE X-Y REGISTER		○現在のビーム位置 (X, Y) をオペランドで指定するアドレスとその次に格納する
	TRACKING LIGHT PEN		○トラッキングマーカを発生し、L/P スイッチ ON により L/P トラッキングが可能になる
	TRACKING TRACK BALL		○トラッキングマーカを発生し、T/B によるトラッキングが可能になる
	SET DEFERRED MODE		○L/P の検出信号の処理方法を規定する：検出を一時保留にしてプログラムにまかせる
	ENABLE SWITCH DETECT OPE		○L/P の検出方法を規定する：L/P スイッチを押すごとに 1 回だけ検出が可能になる
オ ー ダ	DISABLE L/P DETECT		○L/P の検出動作を禁止する
	PERMIT DETECT INTERRUPT		○ODEFER された L/P の検出を可能にする。検出があれば CPU へアテンションが出る
	SET CATEGORY		○表示オーダーに先立って、B: プリンキング、I: 輝度・暗・中・明、S: 文字サイズ大・小、X: インデックス等のセットを行なう

表 4.3 コマンド一覧表 Commands.

分類	名称	オペランド	機能
WRITE	WRITE BUFFER [WRBF]	書き込みデータ (2・n バイト)	アドレスバイトで指定する主メモリ番地より、レンジス バイトで指定するバイト数だけ連続したデータをバッファメモリへ転送する。[SARP] で指定した番地から書き込む
READ	READ BUFFER [RDBF]	読み込みデータ (2・n バイト)	[SARP] で指定したバッファメモリの開始番地より、レンジス バイトで指定するバイト数だけ連続したデータを主メモリへ読み込む
	READ MANUAL INPUT [RDMN]	16 キー種別 キーコード	キー操作によりアテンションが発生した際、どのキーが押されたかを調べるためのコマンド
	READ CURSOR [RDCS]		あらかじめ [SARP] で設定したバッファアドレスより、レンジスバイトで指定する バイト数だけバッファメモリを skip read し、カーソルの検出されたアドレスを退避させる
	READ X-Y REGISTER [RDXY]		L/P 割り込み後、図形データ、トラッキングマーカの X-Y 座標データを CPU へ送る
CONTROL	NO OPERATION [NOPR]		不動作
	SET ADDRESS REGISTER & SART [SARR]	アドレス	オペランドで指定するバッファメモリの番地より表示再生動作を開始する。
	SET ADDRESS REGISTER & STOP [SARP]	アドレス	表示再生を停止し、アドレス レジスタの内容をオペランドで指定する値にセットする
	INSERT CURSOR [INCS]		あらかじめ [SARP] で指定したバッファメモリ番地にカーソルを挿入する
	REMOVE CURSOR [RMCS]		カーソルビットを除去する
	SET INDICATORS [SIND]	ランプ ON/OFF 指定 ランプ ON/OFF 指定	オペランドの各ビットに対応する 32 個のランプの点滅を制御する
	SET AUDIBLE ALARM [SAUD]		ブザーの ON/OFF を制御する
SENSE	SENSE SECONDARY STATUS BYTE [SNBY]	ステータス ステータス バッファアドレス	L/P 割り込み時の表示プログラム番地、エラー内容、コントロールステータスなど詳細な状態を CPU へ知らせる

4.2.4 マニュアル操作

計算機を対話形式で使うため、ディスプレイ装置は種々の入力器具を持っており、かつ、随時計算機への割込みを行なう。マニュアル入力器具としてはライトペン、ファンクションスイッチ、A/N キーボードが標準的にあり、要求によっては、トラックボール、サムホイールなど特殊の器具も取付けられる。

(1) ライトペン

ライトペンは、画面上の光を検知して電気パルスに変換する部分と、ペンに取付けられたスイッチの部分からなる。

ライトペンは、プログラムの助けを借りて次の三つの異なった使い方ができる。

(a) ピッキング……画面上の任意の画像にライトペンを当てることにより、その画像 データの格納されている メモリー アドレス をとらえる。(Identifying) 単に画像の識別だけでなく、人間の意志・判断を計算機に伝える手段として使える。

(b) ポインティング……ラスタ 走査との組合せにより、画面上の任意の位置を指示できる。

(c) トラッキング……ライトペン 専用の マーカ (十字形) をライトペンで任意の位置に誘導していく。プログラムを準備すれば ライトペンで画面上に任意の図形を書き込んでいける。

図 4.7 にライトペンの構成とトラッキングの原理を示す。

(2) ファンクションスイッチ

人間が計算機に対して新しい処理 (プログラム) を要求するとき、あるいはプログラムの切換えを要求するとき用いる。多数の押しボタ

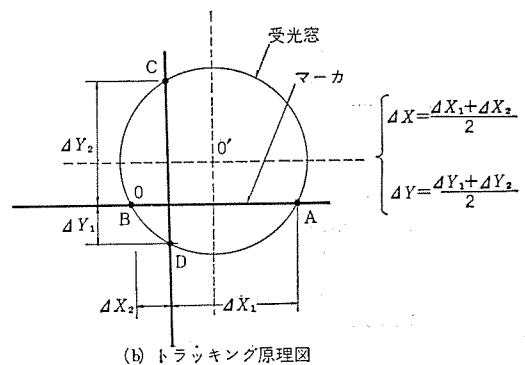
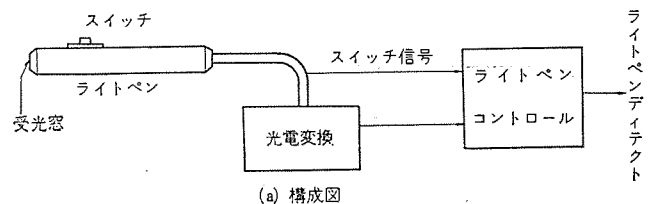


図 4.7 ライトペン Light pen.

ンスイッチ かなり、希望する処理 (プログラム) に対応したスイッチを押すことにより計算機への割込みがなされ、新しいプログラムの呼出しが行なわれる。たとえば、前述のライトペンの使用モードもファンクションスイッチによって選ばれる。ファンクションスイッチの操作はバッファメモリと表示出力動作には無関係に行なうことができ、計算機に対する割込みを直接行なうことによりスイッチのコードが CPU へ直接取りこまれる。(コマンド [RDMN] によって行なわれる)

(3) A/N キーボード

文字・記号の入力用として A/N キーボードがある。キーを押すとそのキーコードがバッファメモリ内の予約された番地(CHARACTER UNPROTECTED オードでかつカーソルビットの立っているところ)に書き込まれる。リジェネレーション中であれば、この内容は直ちに画面上に表示され、人間は結果を確認しながらキー操作が行なえる。次に文字のそう入表示される画面上の位置にはカーソルが表示されており、キーをたたくとカーソルは右へ1文字ずつ移動する。A/N キーボードには文字キーのほかにはファンクションキー(ADVANCE, BACK, SPACE, NULL, JUMP, CLEAR, END)があり文章の編集をやすくしている。

A/N キーボードを操作可能にするには、コマンド [INCS] によってカーソルを立てればよい。

4.3 ソフトウェア

基本的なソフトウェアとして、FORTRAN および ASSEMBLER で使用できるグラフィック用サブルーチンパッケージがある。内容は、画像の管理に関するもの、画像(表示プログラム)の作成に関するもの、ライトペンやキーボードからの入力に対する処理を行なうもの、エラーの処理に関するもの、など約60種のものがある。

5. キャラクタディスプレイ装置

本装置は、情報を表示する画面に CRT (陰極線管) を用い、情報を入力するためのキーボード、データの記憶、およびリフレッシュメモリとしてのディスクメモリ、文字発生のための固定メモリとこれらの制御部から構成されている。

計算機からの出力データは、一度ディスクメモリにコードの形で記録される。ディスクの内容は、繰り返し読み出され、文字発生器を通して CRT 上に文字の形で表示するので、人間の眼には静止した状態で情報が観測できる。人間はこの情報を読み取り、思考し、必要があれば、キーボードを使って自由に画面を編集し、訂正することができる。しかも編集した結果はディスクメモリに記録されているので、その内容を計算機に転送することも可能である。

キーボードを使ってタイプライントした情報は、ディスクメモリに記録されるとともに CRT 上に表示される。人間は今入力した情報を CRT 上で確認し、誤りがあれば訂正したうえでそのデータを計算機に転送することができるので、あやまったデータを計算機に入力することが防止できる。

データの転送は計算機とディスクメモリとの間で行なわれ、最高、ディスク1回転時間に1画面の高速で転送される。データの転送時間が短かければ、多端末を時分割に制御しても各端末の待時間は十分に短かく、オペレータは不自由を感じないし、チャネルの使用時間が短縮されるので、計算機側から見ても非常に有利である。本装置は最大12台の端末を同時に制御することができる。

このようなキャラクタディスプレイの実際の応用面として次のようなものがある。

(a) 航空機・列車などの座席予約や情報検索などの各種問い合わせ業務に

(b) 工程管理などにおける中央から現場への指示、または、現場から中央への報告の手段として

(c) 計算機の入出力装置として

本装置は7色のカラー表示ができるので、1色のものより、よりいっそう変化に富んだ応用が考えられる。図5.1に表示例を示す。

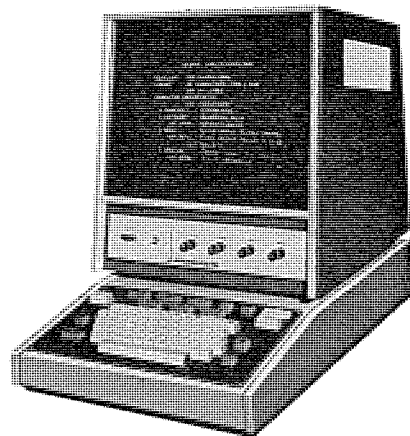


図 5.1 キャラクタディスプレイの表示画面例
Seven coloured characters displayed on CRT.

5.1 構成

本装置は大別すると入出力制御装置、ディスプレイコントローラおよびディスプレイステーションに分かれる。これらは次の構成要素から成っている。

- (a) 入出力制御部
- (b) ディスプレイコントローラ
 - (i) 小形磁気ディスクメモリ
 - (ii) 中央制御部
 - (iii) 文字発生器
 - (iv) ビデオ回路
- (c) ディスプレイステーション
 - (i) 文字表示部
 - (ii) キーボード

本装置の構成図を図5.2に示す。図5.3はその外観である。

5.1.1 入出力制御部

入出力制御部は計算機との接続方式によって異なる。計算機と直結のローカル方式の場合には、高速チャネルを使用すれば、ディスクメモリ1回転時間に1画面の速度でデータを転送することができ、マルチプレクサチャネルを使用した場合でも、ディスクメモリ16回転時間に1画面の速度でデータを送ることができる。一方伝送制御装置を使ってデータを転送する、いわゆるリモート方式の場合には、最大1,200ボートの速度でデータを転送することができる。

5.1.2 小形磁気ディスクメモリ

ディスクメモリはCRT上に繰り返し文字を表示するためのリフレッシュメモリとしての働きと、情報記録用としての本来のメモリの機能を持っている。

仕様は次のとおりである。

形式 : M-811-1

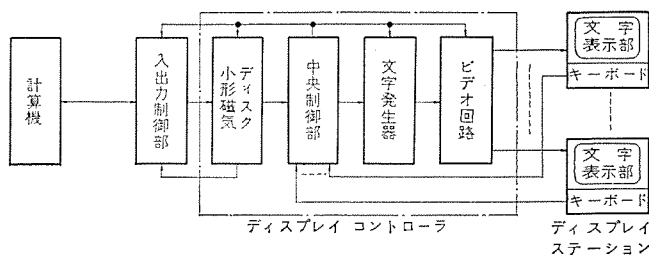


図 5.2 キャラクタディスプレイ構成
Block diagram of character display system.

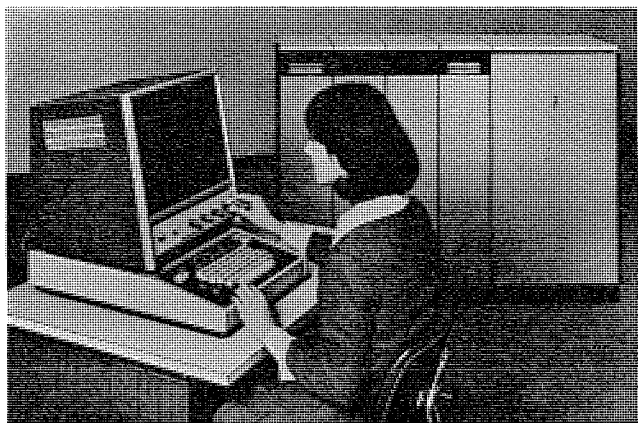


図 5.3 キャラクタディスプレイ装置
Character display station and its controller

トラック容量 : 10,000 ビット
データトラック : 32 トラック
タイミングトラック : 4 トラック
回転数 : 3,000 rpm (50 Hz/s)
3,600 rpm (60 Hz/s)

ディスクは、3トラックを並列に使用して画面分のデータを円周方向に交互に記録し、最大12端末分のデータの記録ができる容量を持っている。タイミングトラックにはクロックが書き込んであり、このクロックに同期して全装置を制御しているので、ディスクの回転数の変動は動作に影響を与えない。

5.1.3 中央制御部

中央制御部は各種タイミング信号発生部、カーソル制御部、編集回路部、キーボードアダプタ、およびチェック回路から成っている。

カーソル制御回路は、CRT画面上にカーソル（エントリーマーク）を表示するための回路と、画面のカーソルのある位置に対応したディスクメモリ上のデータ記録位置に、新しくデータを記録するための制御回路から成る。

編集回路は、ラインレジスタと称する、1行分のデータが記録できるシフトレジスタと、ラインレジスタの内容を書き換えるための制御回路で構成される。編集が完了したラインレジスタの内容は、そのままディスクメモリに書き込まれる。

キーボードアダプタは、キーからのデータをデコードして、カーソル制御回路、および、編集回路に必要な信号を発生させるためのアダプタである。

チェック回路は、ディスプレイコントローラをチェックモードの状態にローカルにチェックするための回路である。

5.1.4 文字発生器

CRT画面上に文字を表示する表示方式に次のものがある。

文字発生方式 { ドットパターン方式
ストローク方式
標本方式

ドットパターン方式は文字を点の集合で表示するのに対して、ストローク方式は線分の組合せによるものである。標本方式は文字の標本を用いる方式で、キャラクタ方式とか、モノスコープ方式がある。本装置ではCRT画面の走査方式がラスタースキャン方式である関係上、ドットパターン方式を採用している。CRT画面上に表示される文字パターンは5×7のドットマトリックスで構成される。文字発生器は、ラインレジスタから出力される文字コードを、上記文字パターンを発生するために必

要なビデオ信号に変換するための回路で、ROM（リードオンリーメモリ）で構成されている。

この文字発生器は、複数のディスプレイステーションによって時分割に使用され、最大12個のディスプレイステーションにより共用することができる。文字発生器はこのように文字パターンを発生するとともに、カラーコードが入力されたときは、R、G、Bの3色のビデオ出力を制御するための制御信号を発生する。

5.1.5 ビデオ回路

CRTには標準のITVで使用するビデオ信号と同じ信号を供給する。ビデオ回路は、文字発生器の出力に垂直・水平の同期信号を付加し、色指定信号によって、R、G、Bの各出力を制御する回路である。

5.1.6 文字表示部

一般にCRT画面に文字を表示するためのビームの走査方式には次のものがある。

スキャン方式 { ランダムスキャン
連続スキャン { ラスタースキャン
モディファイドスキャン

ラスタースキャン方式は、標準のテレビのスキャン方式と同じで周期的に全画面を連続走査する方式である。この方式を採用すれば、文字表示部には汎用のモニターテレビを使用することができるので、カラー表示も容易に行なうことができ、しかも画面の大きさを自由に選択することができる。本装置ではラスタースキャン方式を採用し、ラスタースキャンの本数を256本にして7ラスタースキャンに一行の文字を表示し、行間は7ラスタースキャンとっている。

5.1.7 キーボード

本装置に使用したキーボードは、無接点の固体化スイッチ群とエンコーダで構成されたもので、非常に信頼度の高いものである。

5.2 仕様および特長

本装置の概略仕様は次のとおりである。

表示容量 : 640 文字
フォーマット : 40 文字×16 行
表示方式 : ラスタースキャン
メモリ : 小形磁気ディスク
文字種類 : 英数字、カナ文字、記号など110種
コード : ISO (カナ入り)
フレーム : 50 フレーム/秒または、60 フレーム/秒
接続台数 : 最大12台
表示色 : 赤、緑、青、黄、マゼンタ、シアン、白
編集機能 : CLEAR, ERASE, DELETE, INSERT, ROLL UP/DOWN
カーソルキー : ADVANCE, BACK STEP, SCAN RIGHT/LEFT, UP/DOWN, CR, HOME.
その他のキー : TRANSMIT, LOCAL, FUNCTION (#1 ~ #7)。

上記仕様から明らかなように、本装置の主要な特長は次の3点にある。

(a) 文字表示方式がラスタースキャン方式であるため、文字表示部には汎用のモニターテレビが使用でき、7色のカラー表示が可能である。しかも画面の大きさは自由に選択できる。

(b) メモリーにディスクメモリーを使用しているため、多数の端末を

同時に制御することが可能で、最大12台の端末を接続することができる。

(c) 編集が容易に行なえるので、編集機能を豊富に備えている。

5.3 動作概要

本装置の動作には次の四つのモードがある。

(a) DISPLAY MODE

(b) EDIT MODE

(c) DATA IN MODE

(d) TRANSMIT MODE

ディスプレイコントローラは通常 DISPLAY MODE にあり、計算機からの指令または、キーボードからの指示により他の三つのモードに移つる。次に各モードの動作を説明する。

5.3.1 DISPLAY MODE

このモードは、ディスクメモリに記録されたコード化信号を、交互にラインレジスタ、AおよびBに読み出す READ PHASE とラインレジスタの内容をラスターに同期させて、7回循環させながら文字発生器に供給する、DISPLAY PHASE とで構成されている。

5.3.2 EDIT MODE

EDIT MODE はキーボードからキーインすることによってスタートする。このモードには五つのサブモードがある。

(1) TYPE

カーソルの位置にキーボードから入力した文字を表示する。カーソルは次に進む。

(2) ERASE

カーソルの位置から行の終わりまでを消去する。

(3) DELETE

カーソルの位置の文字を消去し、その行内の後の文字を前につめる。

(4) INSERT

カーソルの位置にキーボードから入力した文字をそ入する。

(5) ROLL UP/DOWN

カーソルのある行の文字列を1行上へ、または、下へコピーする。

以上の動作は、すべてラインレジスタに読み込まれた内容をラインレジスタ内で1巡させながら修正し、その内容を再びディスクに書き込むことによって行なわれる。そのため編集はすべて1行単位で行なわれる。

5.3.3 DATA IN MODE

DATA IN MODE は計算機からチャネルを介して転送されるデータをディスプレイコントローラ内のディスクメモリに書き込むモードで、表5.1に示すようなコマンドでデータの転送が制御される。CL (CLEAR) があれば該当するディスクメモリの領域を消去する。LP (LINE POSITION), CP (COLUMN POSITION) が読み込まれると後続のデータを書き込むべき位置を指定するポジションカウンタにその値がセットされる。転送されてきた文字データは、一度バッファレジスタにセットされ、カーソルカウンタとメモリ番地を示すメモリアドレスカウンタとの

表 5.1 データ転送形式
Data transmit command.

転送順序	ディスプレイ→計算機		計算機→ディスプレイ	
	STX	始めの符号	STX	始めの符号
↓	LP	ラインポジション	CX(注)	画面消去指示
	CP	カラムポジション	LP	ラインポジション
	TEXT	データ	CP	カラムポジション
	ETX	終わりの符号	TEXT	データ (SOT)
			ETX	終わりの符号

(注) 画面を消去しない場合は不要である

一致をとりながら順次ディスク上に書き込まれる。書き込みの途中に CR (CARRIAGE RETURN) があれば、ラインポジションをプラス1し、カラムポジションを0にする。このモードは ETX を検知するか、指定文字数を書き込むか、または、画面の最後まで文字を書き込んで完了する。

5.3.4 TRANSMIT MODE

TRANSMIT MODE は、ディスプレイ画面上的 HT マークから ETX マークまでのデータを、ディスクメモリの該当領域から計算機へ送出するモードで、一般にはキーボード上の TRANSMIT キーにより指令する。データ転送が正しく行なわれると画面上的 HT マークは消去される。多端末から同時に送出要求が出された場合は、若番優先で処理される。データの転送のコマンドは表5.1に示すとおりである。

6. む す び

1970年代は情報化の時代、多様化の時代ともいわれ、電子計算機を中心とする情報機器の飛躍的発展が期待されるが、この中でも、端末機器はもっとも重要なシステム構成要素の一つとして、より使いやすく、システムの効率を改善するものが、多種多様に、各目的、用途に応じて開発されるものと考えられる。本文にのべたデータ収集のための装置やマンマシンコミュニケーションの手段としてのディスプレイ装置は、今後のリアルタイムシステムにおいて必要不可欠のものであり、利用技術の進展とともに、急速にその適用がすすむものと予想される。端末機器としてはこれらのほかにも各種のものがあ、ますます多様化が要求される一方、高性能化・低価格化の要求も一段と強まると考えられるので、当社においても、特色ある新しい端末機器開発への努力が継続されていることを付言する。

参 考 文 献

- (1) 春日井：エレクトロニクスダイジェスト, No. 127, 69 (昭44)
- (2) J. Martin : Design of Real-time Computer System, Prentice-Hall, Inc., N. J. (1967)
- (3) 中尾, 松本, 的場：三菱電機技報 41, No. 9, 1,169~1,174 (昭42)
- (4) 山崎：電子科学 20, No. 2, 13 (昭45)
- (5) 大川, 小畑, 白石, 渡辺：昭44電通学会 955 (昭44)
- (6) 山崎, 重徳, 大田：昭44電通学会 960 (昭44)

最近登録された当社の実用新案

名 称	登 録 日	登 録 番 号	考 案 者	関 係 場 所
衣料乾燥器	43-12-18	860867	鶴谷嘉正・藤田 勲	群馬製作所
衣料乾燥器	43-12-18	860868	鶴谷嘉正	群馬製作所
衣料乾燥器	43-12-18	860869	鶴谷嘉正・藤田 勲	群馬製作所
衣類乾燥器の熱気排出装置	43-12-18	860870	{馬淵公作・鶴谷嘉正 大須賀通孝	群馬製作所
衣類乾燥器	43-12-18	860871	川島宣文	群馬製作所
衣類乾燥器	43-12-18	860872	川島宣文	群馬製作所
機関点火時期調整装置	43-12-18	860873	大西正義	姫路製作所
足温器	43-12-18	860874	内田武士・長沢重雄	郡山製作所
機関用遠心式点火時期調整装置	43-12-18	860875	林 正博	姫路製作所
電気ストーブの発熱体支持装置	43-12-18	860876	慶野長治・内藤修一	群馬製作所
衣類乾燥機	43-12-18	860877	馬淵公作・鶴谷嘉正	群馬製作所
衣類乾燥機	43-12-18	860878	鶴谷嘉正	群馬製作所
同期機間の電圧調整装置	43-12-18	860879	松尾 潔	神戸製作所
衣類乾燥器のハンガー収納装置	43-12-18	860880	馬淵公作・鶴谷嘉正	群馬製作所
衣類乾燥器	43-12-18	860881	馬淵公作・鶴谷嘉正	群馬製作所
衣類乾燥器	43-12-18	860882	鶴谷嘉正	群馬製作所
衣類乾燥器	43-12-18	860883	馬淵公作・鶴谷嘉正	群馬製作所
励磁機切替装置	43-12-18	860884	久松章三	神戸製作所
衣類乾燥器の被乾燥衣類懸下装置	43-12-18	860885	馬淵公作・鶴谷嘉正	群馬製作所
蓄熱暖房器	43-12-18	860886	赤羽根正夫・桜井信捷	群馬製作所
発電装置	43-12-18	860887	石橋直登	長崎製作所
電気かみそり	43-12-18	860888	小川 昇・福田興司	群馬製作所
ポンプ装置	43-12-18	860889	津田栄一	中央研究所
充電用発電機の電圧調整装置	43-12-18	860890	綿谷晴司	姫路製作所
遮断器用消弧装置	43-12-18	860891	江口清司	福山製作所
開閉器	43-12-18	860892	阪上正幸・橋本政敏	神戸製作所
湯温検知装置	43-12-18	860893	佐々木武敏	商品研究所
密閉形電動圧縮機	43-12-18	860894	佐藤善一	静岡製作所
真空開閉器	43-12-18	860895	亀山三平	伊丹製作所
除鉄装置	43-12-20	861133	諏訪 寧・柳下儀兵衛	大船製作所
磁性体除去装置	43-12-20	861134	道家昭彦・本谷昇一	鎌倉製作所
除鉄器	43-12-20	861135	{諏訪 寧・柳下儀兵衛 閑才弘道	大船製作所
除鉄における磁性フィルタ	43-12-20	861136	諏訪 寧・柳下儀兵衛	大船製作所
除鉄における磁性フィルタ	43-12-20	861137	諏訪 寧・柳下儀兵衛	大船製作所
負イオン発生装置	43-12-20	861138	片桐幸彦	商品研究所
機関着火用自動進角装置	44- 1-28	863971	荒川利弘	姫路製作所
被覆鉄心	44- 1-28	863972	{伊藤公男・清水英範 岡崎信一	中央研究所
保護回路を備えた温度計測装置	44- 1-28	863975	岡本孝治・渡辺 宏	神戸製作所
多相用方向距離継電装置	44- 1-28	863976	北浦好一	神戸製作所
電磁接触器	44- 1-28	863977	丸地謙二・森 欽哉	名古屋製作所
電気掃除機の集塵量表示装置	44- 1-28	863970	武井久夫・加藤 悟	群馬製作所
電気炊飯器	44- 1-28	863973	広岡 博	群馬製作所
熱電冷却装置	44- 1-28	863974	大場健司・笠置 紘	商品研究所
電磁開閉器	44- 1-28	863978	中島治男・中村 隆	名古屋製作所
整合装置	44- 1-28	863979	伴 和紘	通信機製作所
電気掃除機	44- 1-28	863980	武井久夫・加藤 悟	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863981	長谷川 清	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863982	長谷川 清	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863983	長谷川 清	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863984	長谷川 清	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863985	長谷川 清	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863986	{藤田 勲・早川 浩 近藤政喜・萩原 正	群馬製作所
電気鍋	44- 1-28	863987	{藤田 勲・早川 浩 近藤政喜・萩原 正	群馬製作所
振幅変調波通倍装置	44- 1-28	863988	片山泰一・池上和生	通信機製作所



特許と新案

自動トースタ

発明者 野畑昭夫・岡上 廉・熊沢 裕

この発明は自動トースタに関するもので、パンに光を照射してその反射光線を光導電セルで受光し、焼き上がり時パンが白色からきつね色に変色するのを検出して、所定の焼き上がり色になったとき電源回路を開くようにしたものである。

図において、パン12をパン載置板に載置し、これを下降させ突起16に係止棒17に係合すると、スイッチ3が閉じ発熱体に通電される。初めパン12が白い間は、ランプ10からガラス等の透明無空棒11を経てパン12に照射された光の反射光量が多いため、これを受光した光導電セル13は抵抗値が小さくなり、そのため、トランジスタ8のベース電流が大きくなって、そのエミッタとコレクタ間の電圧が小さく、制御整流素子4は導通することがない。そして、パン12が焼けてきつね色に変色すると、その反射光量が少なくなるので、光導電セル13は抵抗値が大きくなり、トランジスタ8のベース電流が減少してエミッタと

コレクタ間の電圧が大きくなり、そのため、制御整流素子4は導通してリレーコイル5に電流が流れ、スイッチ3が開いて発熱体2への通電を断つ。このとき、リレーコイル5は係止棒17を吸引して突起16との係合はずれ、パン12をホップアップさせる。また、トランジスタ8のベースと焼色調整用抵抗15の接続位置を光導電セル13に接近させると、トランジスタ8のベース電流が増加するため、光導電セル13の抵抗値が大きく変化した後でなければリレーコイル5が動作しないので、パン12は黒くなり、また反対に接続位置を動かすとパン12は比較的白い状態でホップアップする。

また、トランジスタ8および光導電セル13を含む制御回路に、ほぼ定電圧が印加されるよう接続したツェナーダイオードを備えているため、電源電圧の変動があっても安定した動作状態が得られるものである。

(特許第554501号) (近藤記)

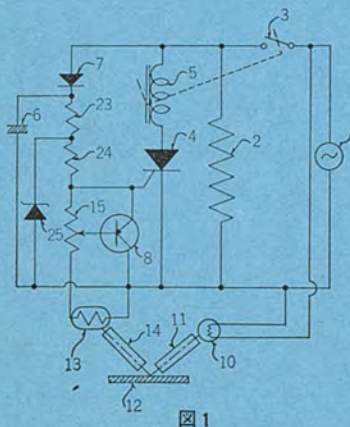


図1

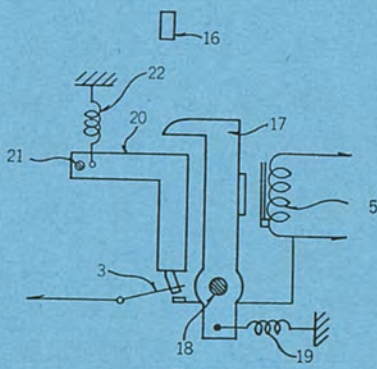


図2

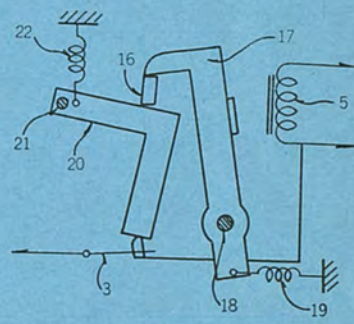


図3

音響機器の音質表示装置

考案者 五十嵐 進

この考案は主としてステレオの音質調整状態を表示する音質表示装置に関するもので、周波数対増幅度のトーングラフを目盛った表示板の裏側に光学繊維を配設するとともに、その一端を表示板中央のランプに対向させ、他端を音質調整用の可変抵抗器と連動させ、この可変抵抗器による音質の変化を上記光学繊維の変化とし音質調整曲線のグラフを変化させ、これを読み取るようにしたものである。

図1はこの考案の装置の正面図、図2はその側面図である。この図で1はキャビネットの前面をおおうしゃへい板、2は横軸方向に周波数を縦軸方向に増幅度を目盛った透明な表示板、3は上記しゃへい板の裏面に金具4により取り付けられたランプ、5・5はしゃへい板1の左右に取り付けられた音質調整用の可変抵抗器の回転軸、6・6はこの回転軸を所定間隔をおいて上記しゃへい板1に取り付け

特許と新案

られた滑車、7・7はこの滑車および上記回動軸5・5に引掛けられた操作用無端引きひも、8・8はスプリング、9・9は一端を上記ランプ3に対向して固定し自由端を操作用無端引きひも7・7の中間部に固定した透明な光学繊維で、ランプ3の発光を導き光輝することにより上記表示板2にトングラフを描くものである。

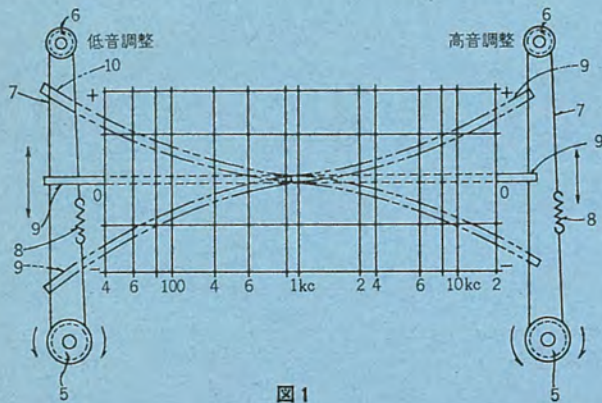


図1

いま右側可変抵抗器の回動軸5を右側に回すと右側の光学繊維9は無端引きひも7により、2点鎖線のように上側に移動し高音を強調したことをトングラフとして表示する。また回動軸5を左側に回すと光学繊維9は下側に移動し高音が弱められたことを表示する。

左側の可変抵抗器の回動軸5も同様に操作して低音の強弱をトングラフとして表示する。

この考案によれば音質調整全体を光学繊維の光の束によって表示できるので、その読み取りが非常に明確となる。さらに光学繊維にけい光物質を混入したり着色すればよりいっそう明確に表示できる。

(実用新案登録第873098号) (古川記)

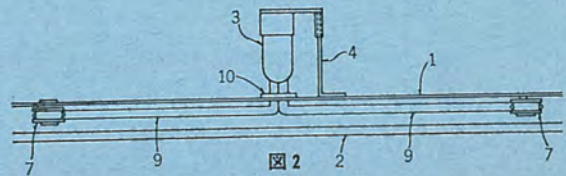


図2

単相直巻電動機 の 速度制御装置

発明者 遠藤 吉隆

従来、単相直巻電動機速度制御装置として図1に示すように電源 V_0 に対し電動機と両方向制御形半導体素子を直列に接続し、その半導体素子と並列に可変抵抗 V_R とコンデンサ C を主要素とする制御回路を接続し、さらに上記半導体素子が OFF 時に電動機の界磁巻線に電流を流すための抵抗 R を有する交流位相制御装置があった。この装置においては、電源電圧の各半サイクルでコンデンサ C の充電電圧が可変抵抗 V_R の設定位置にもとづく所定位相で所定電圧に達するとこの充電電圧をゲートに受けた上記半導体素子が導通するので、電動機は可変抵抗 V_R の設定位置に応じた電流を供給されて所定速度で回転する。また負荷変動により電動機の回転速度が変動した場合にはこの変動に応じてコンデンサ C の充電速度が変化し、この結果、上記変動を押えるように上記半導体素子の導通角が制御されるので、電動機の回転速度が上記所定速度に保持される。しかし

ながらこの装置には電源電圧が変動した場合に電動機の回転速度を一定に保つことができない欠点があった。

この発明は上記抵抗 R に相当する抵抗を電源電圧の変動にともない変化する素子たとえば図2に示すように電源 V_0 にトランスを介して接続したランプ L で照射される光電素子 CdS で構成したことを特長とするもので、この発明によれば電源電圧が変動した場合に抵抗素子の変化すなわち図2においてランプ L の光量変化にもとづく光電素子の抵抗変化にしたがって電動機の界磁巻線 F に流れる電流が変化し、この結果、界磁巻線 F の電圧降下が上記半導体素子の制御回路の付勢電圧を変動させないように変化するので電源電圧の変動にかかわらず電動機の回転速度が一定に保たれる効果を得る。

(特許第544358号) (村松記)

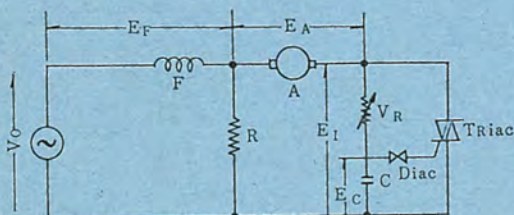


図1

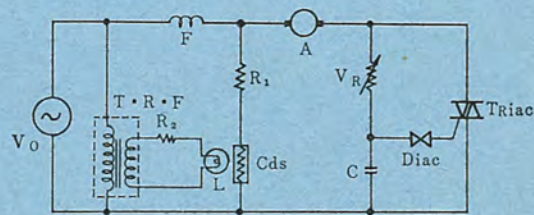


図2

中国電力(株)棕梨川発電所 25,000 kVA 水車発電機および運転制御装置

横山 俊文*・石見 武弘*
岡 裕 輔**・合田 啓 治***

25,000 kVA Water Turbine Generator and Controller of Mukunashigawa Power Station of Chugoku Electric Power Co.

Chugoku Electric Power Co. Toshifumi YOKOYAMA・Takehiro IWAMI
Mitsubishi Electric Corp. Kobe Works Yuusuke OKA
Mitsubishi Electric Corp. Head Office Keiji GOHDA

Mukunashigawa power station is a semi-underground plant taking water from Mukunashi dam constructed for multi-purposes as one part of all-out development work of the Numata river. It generates power for average seven hours a day for the peak of demand to cope with the environment of Mihara. It is a supervisory control station operated from Mihara substation which is a controlling station situated at 16 km down stream of the power plant. The water turbine is a vertical Francis machine and the generator is of an ordinary vertical shaft type. The main machines are of no specially new design, but the controller is provided with the latest technological apparatus such as a thyristor exciter, AQR, an automatic recloser and program operation equipment, having almost all the functions considered necessary for an unattended water power station.

The article makes the description with the controller as the principal subject.

1. ま え が き

棕梨川は広島県のほぼ中央に位置する西原山に源を発し、途中で本流沼田川に合流して瀬戸内海に注ぐこう(勾)配の急しゅん(峻)な河川である。

沼田川総合開発の一環として、棕梨川中流に治水・工業用水・上水ならびに発電を目的とした棕梨ダムが築造され、これより下流約5 kmの地点に出力23,100 kWの発電所を建設したものである。

棕梨川発電所は昭和42年9月着工し、昭和44年10月15日監督官庁の検査を終了し10月16日より営業運転にはいった。以来順調に運転を続けている。

この発電所はピーク調整時間6時間の調整式発電所で、発生した電力はせん(尖)頭負荷用として三原周辺地区に送電されている。

発電所の運転は、下流約16 kmの三原変電所から遠方制御で行な

っている。遠方制御方式は、信号伝送路として電力線搬送を使用し、制御所に設置したプログラム運転装置と、トランジスタ形符号式遠方制御装置を組合わせて、制御操作を機械化し運転の合理化を図っている。

発電所の機器には、サイリスタを使用した自動式発電機、また系統事故時のしゃ断器操作用として、自動復旧装置等幾多の最新の技術を採用している。

以下棕梨川発電所の電気設備の概要と、その特色について紹介する。

2. 計 画 概 要

棕梨川発電所は、総貯水容量7,360,000 m³の貯水池より約4.7 kmの圧力送道で導水し、水圧管路を経て最大水量12 m³/s、有効落差227.83 m、最大出力23,100 kW、年間発生電力量約62,000 MWHの発電を行なうものである。発電所は地標68 mから約47 m掘り下げ、地下7階、直径14 mの円筒型の半地下式発電所である。この発電所で使用した水は、約4.3 kmの放水路トンネルで下流に導き河川に放流している。放水路の出口にはゲートを設け、ピーク運転後の水を、この放水路トンネル(容量50,000 m³)で逆調整し、下流河川の水位変動、下流の工業用水、上水の取水に支障をあたえぬよう放流している。

2.1 設備の概要

発電所の位置 広島県賀茂郡河内町大字下河内

河川名 沼田川水系 棕梨川

流域面積 160 km²

最大使用水量 12.00 m³/s

最大有効落差 227.83 m

最大発電力 23,100 kW

えん堤 型式 可動とびら付き越流型重力式コンクリートダム



図 1.1 発電所位置図
Map of Mukunashigawa P/S.



図 2.1 発電所全景
Power station.

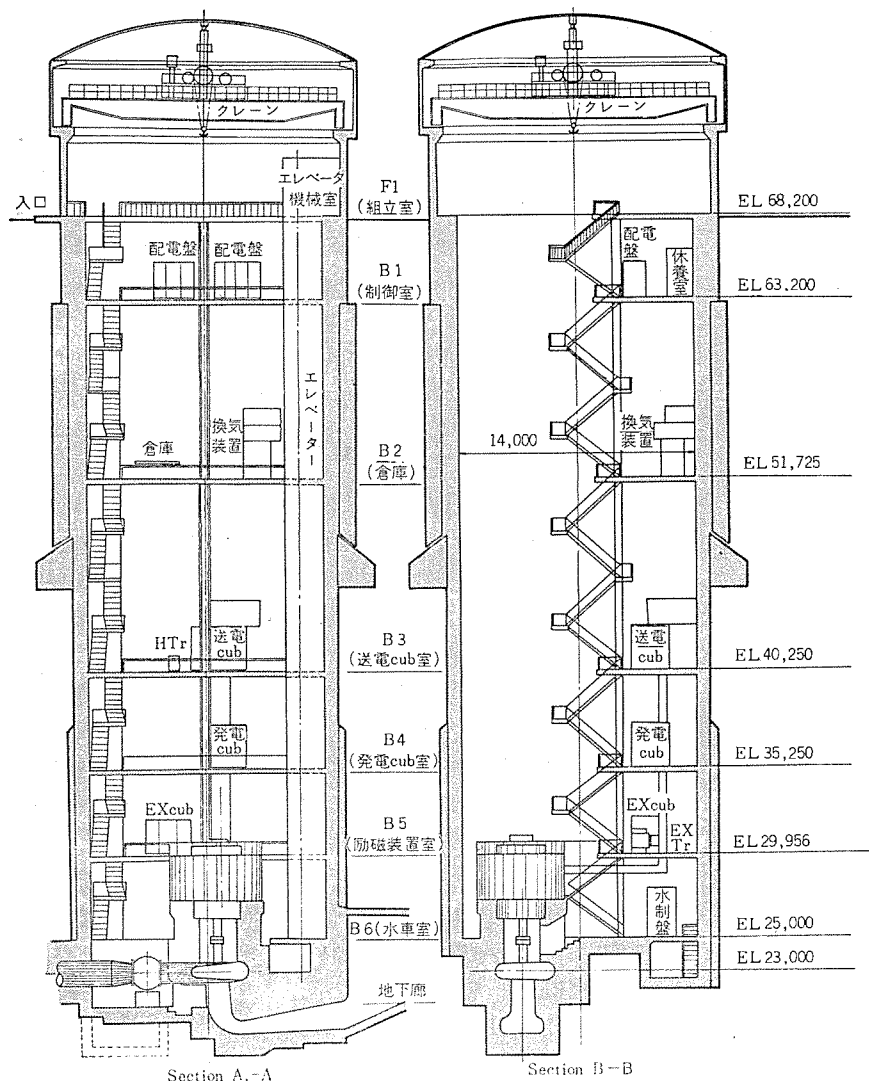


図 2.2 発電所断面
Cross section of power station.

堤頂長	214.4 m	
高 さい	39.5 m	
貯水池	利用水深 14.7 m	
	有効貯水量 6,090,000 m ³	
導水路	型 式 標準馬てい(蹄)型無圧 トンネル	
	延 長 4,672 m	
放水路	型 式 馬てい型無圧 トンネル	
	延 長 4,261 m	
水そう	型 式 差動式円形 サージタンク	
水圧鉄管	内 径 2.25 m~1.50 m	
	長 さい 463 m	
水 車	型 式 立軸単輪単流 フランシス 水車	1 台
	基準出力 23,300 kW	
	基準落差 221.83 m	
	基準使用水量 12.00 m ³ /s	
	回転数 600 rpm	
	特有速度 107 m-kW	
	ΔN 40%, ΔP 45%	
発電機	型 式 三相交流同期発電機	1 台
	出 力 25,000 kVA	
	電 圧 11,000 V	
	力 率 0.93	
主要変圧器	型 式 屋外三相油入自冷式	
		1 台
	出 力 25,000 kVA	
	電 圧 一次 110 kV	
	二次 10.5 kV	
	結 線 一次 星形	
	二次 三角	
起重機	型 式 屋内天井走行施回形	
	クレーン	1 台
	巻上荷重 主巻 55 t	
	補巻 10 t	
	揚 程 主巻 50 m	
	補巻 52 m	

発電所断面を図 2.2 に示す。

3. 発 電 機

3.1 定格事項

本発電機の仕様定格事項は、下記に示すとおりである。

形 式	立軸普通形 回転界磁全閉内冷形 (空気冷却器 4 個付き)
出 力	25,000 kVA
電 圧	11,000 V
電 流	1,312 A
力 率	90% 遅れ
周波数	60 Hz
回転速度	600 rpm (最大過速度 1,050 rpm)
励磁方式	サイリスタ 励磁
はずみ車効果	90 t-m ² 以上
短落比	1.0 以上

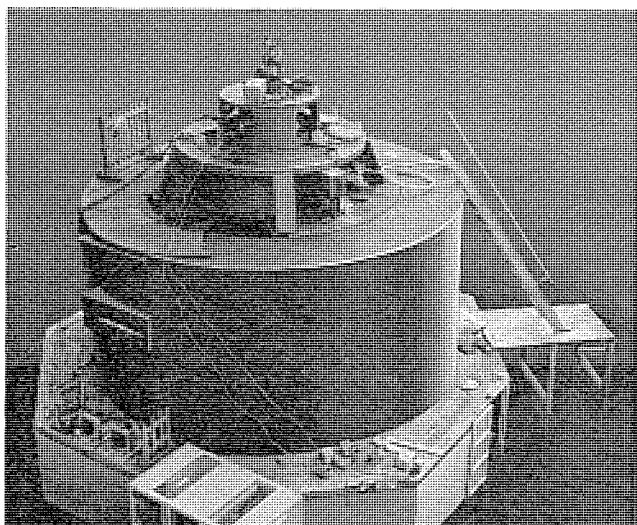


図 3.1 水車発電機
Water turbine generator.

3.2 構造概要

発電機は、立軸普通形構造でフランシス水車に直結されている。発電機の励磁が、サイリスタ励磁方式である点を除けば、特に発電機自身としてあげるべき特長はない。ただ発電機が、直径 14 m、地下約 40 m の円筒状建屋の底に、据付けられるために、湿気が非常に多いと予想されたので、構造上、次のような考慮を払った。

スペースヒータを設けて機内温度を常に 30°C 以上に保つとともに、除湿機を機内設置し、発電機停止中は自動的に除湿が行なわれる。またこれらは手動でも作動可能である。また機内水管のみならず、空気冷却器にも水滴防止塗料を施し、空気冷却器出口前面の風道には吸湿材を内張りして、露滴発生防止および飛散防止構造とした。

3.3 工場試験結果

発電機は、工場にて全組立を行ない試験を実施した。図 3.1 に工場試験中の発電機を示す。発電機の各種定数の測定値は次に示すとおりで、いずれも保証値を十分満足した。

項目	測定値	保証値
効率（負荷 100% 定格力率）	97.8%	97.2%
短絡比	1.04%	1.0%
波形狂い率（線間電圧）	2.3%	5% 以下
電圧変動率（力率 93%）	27.3%	30%
（力率 100%）	18.6%	20%
リアクタンス（同期）	96.0%	100% 以下
（直軸過渡）	24.1%	
（直軸初期過渡）	20.5%	
（横軸初期過渡）	20.5%	
（零相）	11.8%	
（逆相）	20.0%	
時定数（開路時定数）	7.2 s	
（短絡過渡時定数）	1.48 s	
（短絡初期過渡時定数）	0.015 s	
（電機子時定数）	0.16 s	
はずみ車効果	101.1 t-m ²	90 t-m ²

4. サイリスタ励磁装置

水車発電機の励磁方式としては、直流回転励磁機、自動複巻形静止励磁装置およびサイリスタ励磁装置がある。どの励磁方式を採用するかは、経済的かつ性能的観点から決定しなければならない。したがって、励磁方式の決定に当たっては、前記 3 方式について綿密な経済比較と性能比較を行なった。その結果、サイリスタ励磁装置が最適であるという結論を得た。そのおもな理由は、次のとおりである。

(1) 他方式にくらべて最も安価であること。

主機回転数が低く励磁容量の大きなものほど、サイリスタ励磁装置は、他方式にくらべて安価になる。今回は 600 rpm と比較的回転数が高かったが、それでも、経済的であった。

(2) サイリスタ素子の信頼度が最近特に向上したこと。

今後、ますます静止化（サイリスタ化）の傾向にあり、大容量発電機の励磁装置はそのほとんどが、サイリスタ励磁装置となろう。

(3) 保守が簡単で無人 P/S には好都合であること。

(4) 応答速度が速く、負荷しや断時の電圧抑制性能がすぐれていること。

しかし、サイリスタ励磁装置を採用した場合の系統安定度が問題となった。すなわち、励磁系速度と系統安定度の関係である。この問題については、デジタルコンピュータを活用して安定度計算を行ない、棕梨川発電所として適切な速度を決定した。この計算の結果より一般的に励磁系速度の向上が、系統安定度の増進におよぼす効果はきわめて少ないことがわかった。

4.1 定格事項

励磁装置の定格は次のとおりである。

最大出力電流	356 A
頂上電圧	280 V
素子構成	三相全波片アーム
冷却方式	強制風冷
電源方式	発電機端子に電源トランスを接続
電源トランス	三相 油入自冷式 140 kVA 一次 11 kV/二次 246 V
制御電源	PMG AC 110 V 60 Hz
初期励磁電源	所内 DC バッテリ

4.2 サイリスタ励磁装置の構成

図 4.1 はサイリスタ励磁装置回路構成図を示す。サイリスタ励磁装置は励磁電源トランス、サイリスタおよびシリコン整流器からなる整流回路、サイリスタ点弧角制御回路、発電機電圧偏差を検出してサイリスタ点弧角制御回路に信号を与える AVR 回路、手動電圧調整回路および初期励磁回路からなる。

図 4.1 において発電機電圧は PT、電動操作式誘導電圧調整器 (90R) を経て電圧検出回路に加えられ、この回路の中で三相全波され、平滑回路を通して AVR 回路に加えられる。

AVR 回路は、基準電圧と発電機電圧との偏差を検出する偏差検出用演算増幅器と、その偏差を増幅してゲート回路に加えるための演算増幅器からなり、その出力をサイリスタ点弧角制御回路に加える。この演算増幅器は、多数入力の代数和に比例した出力を出す直流増幅器を使用している。

サイリスタ点弧角制御回路は、AVR 回路からの偏差信号によりサイリスタの点弧位相角を制御し、発電機電圧を設定値に保持する。なお、励磁制御系の安定を計るため、界磁電圧をサイリスタ点弧角制御

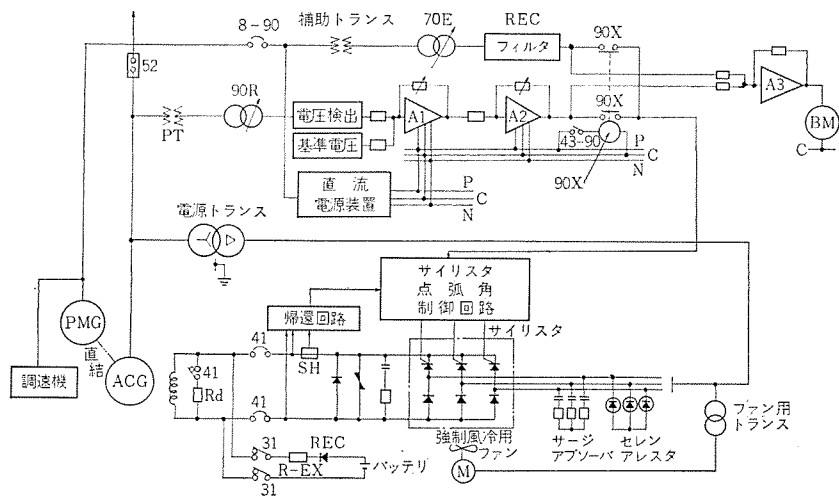


図 4.1 サイリスタ励磁装置回路図
Schematic diagram of the thyristor excitation system.

回路にフィードバックとして加えている。

AVR 回路および点弧角制御回路の制御電源は、発電機主軸に直結された PMG（永久磁石発電機）より直流電源装置を介して得ている。これは所内直流電源喪失時においても、励磁能力を有することを配慮したものである。

4.3 電圧確立

励磁用電源は、発電機端子より電源トランスを介してとっているため、発電機電圧確立前においては励磁電源がない。そこで、所内バッテリー回路 DC 110 V より初期励磁をかけている。初期励磁は、水車発電機を起動し、その回転数が定格回転数の 80% 程度になってからかけ始め、発電機電圧を 20% まで確立させる。20% の電圧が確立するとサイリスタ励磁装置の点弧角制御回路がピックアップし、サイリスタ励磁装置により電圧が確立する。サイリスタ励磁装置が動作を始めて、出力電圧が初期励磁電圧よりも高くなると、初期励磁電流は急速に減少し、ついには零になる。この様子を図 4.2 に示す。発電機電圧が確立し、定格電圧近くなると、AVR が動作する。ここで注意しなければならないのは、初期励磁回路は、初期励磁電圧を確立してから、発電機電圧が 100% に確立する以前に切離さなければならないことである。なぜなら、発電機電圧が 100% をオーバーすると、AVR が働き、サイリスタ励磁装置の出力電圧を瞬間的に零近くまで下げるので、ごく短時間ではあるが、初期励磁回路から界磁電流の大部分が流れ、バッテリーに損傷を与える。このため、発電機電圧を瞬時動作の電圧リレーで検出し、定格電圧の 60% まで確立すると、初期励磁回路を切り離す方法をとっている。

4.4 減磁

サイリスタ励磁装置の減磁回路を図 4.3 に示す。減磁には、次の二つの方法がある。

- (1) ゲートシャ断による減磁
- (2) 急速減磁

(1) は普通停止時における減磁の方法である。停止時には、まず、並列用シャ断器 (52) 開路し、次いで、ゲート制御回路の入力を切換えスイッチにより、AVR 側からゲートシャ断回路に切換えてサイリスタに流れる電流を制限し、界磁電流をフライホイールダイオードに流し、界磁巻線の I^2R にて減磁する。この方法によれば、界磁シャ断器 (41) を停止のたびに開路する必要がなく、界磁シャ断器の機械的寿命を著しくのばすことができる。この方法は、サイリスタのゲートシャ断の

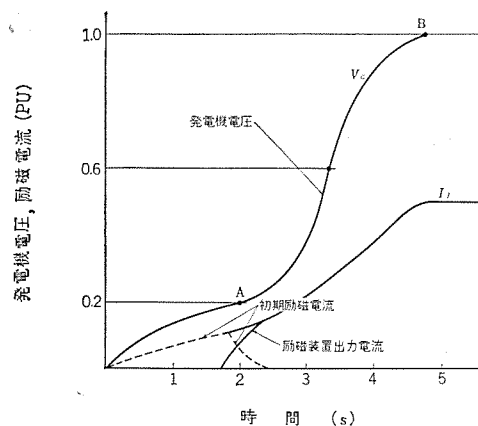


図 4.2 サイリスタ励磁装置の電圧確立
Build-up of generator voltage.

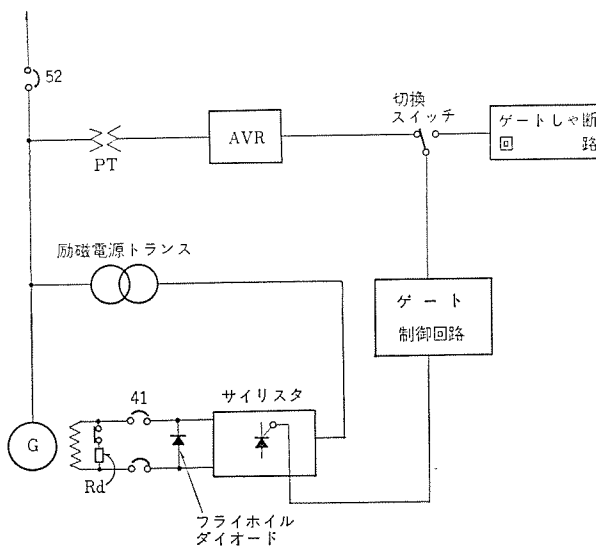


図 4.3 サイリスタ励磁装置の減磁回路
De-excitation circuit of thyristor excitation system.

利点を応用したもので、当社サイリスタ励磁装置のユニークな特長の一つで、現在特許出願中である。

(2) は非常停止および急停止事故時における減磁の方法で、界磁シャ断器 (41) を開路し、界磁放電抵抗 (Rd) により急速減磁する。

4.5 界磁回路の異常現象と保護装置

サイリスタ励磁装置の設計においては、次の異常現象に対して十分な保護装置を考慮しなければならない。

(1) 三相短絡時に交流側短絡電流の反作用により、界磁回路に移行する短絡電流に対してサイリスタが破壊されないこと。

この電流は通常、短絡発生直前の約 3 倍程度の値となる。発電機端子または近至端における三相短絡事故の場合には、励磁電源がなくなるので、サイリスタ励磁装置は、転流不能になる。したがって、素子構成が、片アーム（混合ブリッジ）の場合には、上記短絡電流が、フライホイールダイオードに流れるので、ダイオードは、この電流を考慮して定格を決定しなければならない。

(2) 異電圧同期投入、2 線短絡、脱調の場合には、界磁電流が逆流する場合がある。この電流を流す通路がない場合には、異常電圧を発生するのでバリスタで保護しなければならない。当社では、この異常電流の解析をデジタルコンピュータで行ない、より適正な保護装

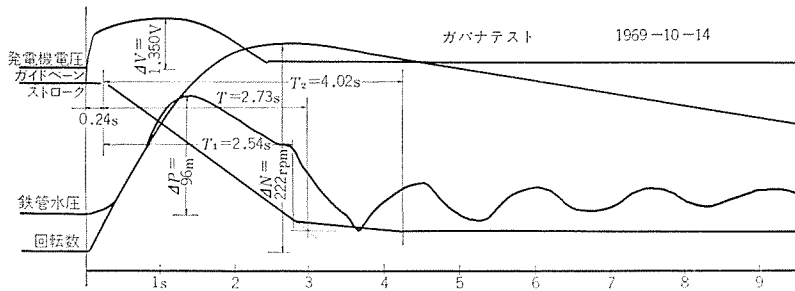


図 4.4 椋梨川 P/S 負荷しゃ断試験
Mukunashigawa power station 4/4 load rejection test.

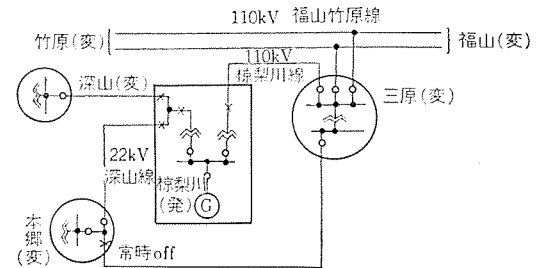


図 5.1 送電系統
Transmission network.

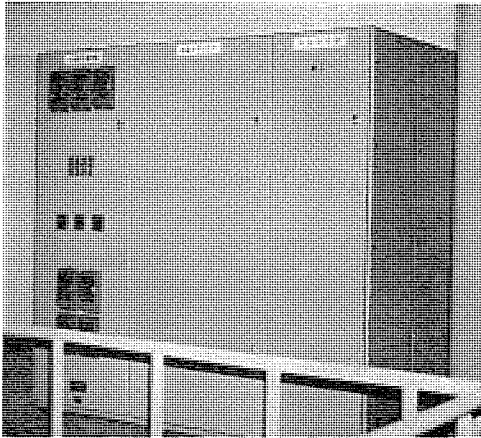


図 4.5 励磁用キュービクル
Excitation cubicle.

置の設置に心がけている。

(3) 励磁用トランスおよび発電機本体より浸入する雷サージ等のサージについては、交流側、直流側の双方にアレスタやサージアブソーバ等の保護装置を入れている。

4.6 試験結果

図 4.4 は、負荷しゃ断試験のオシロである。

直流回転励磁機の場合には、速度上昇率 40% で電圧上昇率は 30% 程度であるが、サイリスタ励磁装置の場合、図 4.4 のように 12% 程度しか上昇せず、すぐれた電圧抑制性能をもっていることがわかる。今回は、サイリスタ素子構成を三相混合ブリッジ式(片アーム)としたが、これを均一ブリッジ式(両アーム)にした場合には、負荷しゃ断時、界磁電圧を逆励磁できるので、さらに電圧抑制性能を向上させることが可能である。われわれがコンピュータで解析した結果によると、電圧上昇率は 7% 程度となった。このように、サイリスタ励磁装置はすぐれた特性をもち、しかも、最近の大容量サイリスタの開発とともに、信頼性も急速に向上したため、今後、ますますサイリスタ励磁装置の採用が増加するであろう。図 4.5 に励磁用キュービクル、すなわち自動電圧調整器盤、励磁サイリスタ盤および界磁開閉器盤の外観を示す。

5. 配電盤

5.1 主回路接続方式

送電系統を図 5.1 に示す。椋梨川発電所停止時には、三原変電

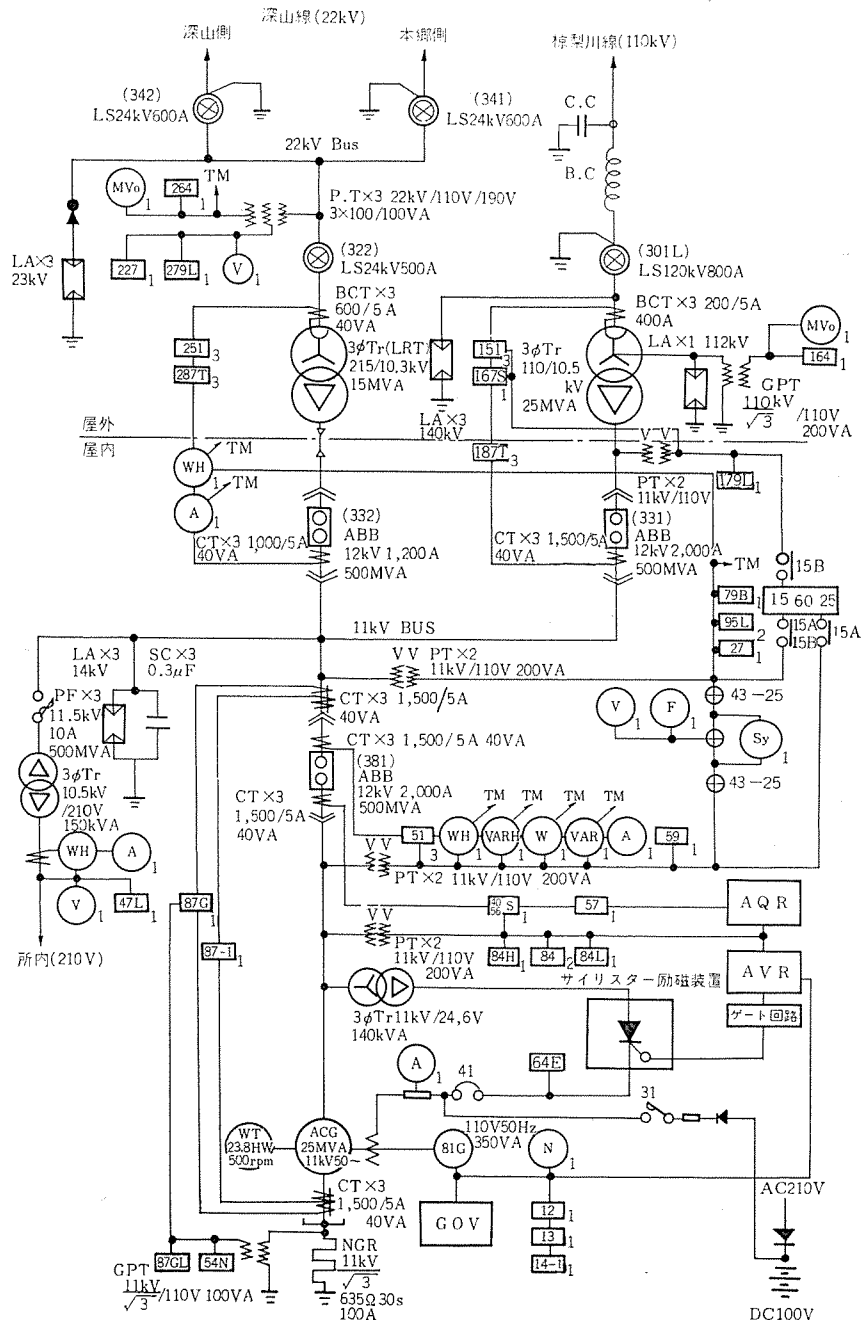


図 5.2 単線接続図
Single line diagram.

所より 110 kV で受電し、深山および本郷変電所に 22 kV で送電している。したがって椋梨川発電所は、110 kV 椋梨川線の事故時にはおいては前記 22 kV 負荷をもって単独運転する。

図 5.2 はこの発電所の単線接続である。発電所主回路は、110

5.2 制御方式

三原変電所を制御所とする、電力線搬送による遠方監視制御発電所であるが、必要によっては発電所で 43 R 直接に切り換えることにより、1 人制御が可能である。主機の起動停止ならびに負荷調整は、プログラム運転装置によってあらかじめ制御所で設定することにより、自動的に行なわせる。また制御所でプログラム装置をロックすることにより、任意に起動停止・負荷調整は可能である。AVR 運転、AQR 運転の切り換えは、制御所の切り換えスイッチで行なえる。また各設定値の調整は任意に行なうことができるが、限定にかかった場合はその表示を行なうようになっている。並列運転中に外部事故で 110 kV 系が停電した場合は、22 kV 系の負荷をもって、単独運転を行なわせるため自動的に次の処置を行なわせている。

- (1) プログラム運転装置をロックする。
- (2) 調速機のダンピングをノーロードダンピングに切り換える。
- (3) AQR を除外し AVR 運転とする。

43Rが遠方あって主機停止中に系統の周波数の過低下が一定時間継続したときは、自動的に起動並列し系統の維持に速応できるようにした。

5.3 保護方式

水車発電機の保護方式については、一般の発電所と特に変わった点はないがその項目を表 5.1 に示す。

110 kV 送電線しゃ断器を省略したため、主変圧器の事故時には相手端（三原変）しゃ断器を転送トリップさせる方式とした。この伝送には、電檢を使用しているためノイズによるミストリップのないように特に考慮した。また送電線しゃ断器には、自動復旧装置を採用し、系統事故時における復旧操作の自動化を計った。その概要は 110 kV 送電線を図 5.3 に、22 kV 送電線を図 5.4 に示す。

発電機の脱調保護は、系統外部事故による脱調軌跡を検討した結果、従来の継電器で検出できない可能性が考えられたため、模擬送

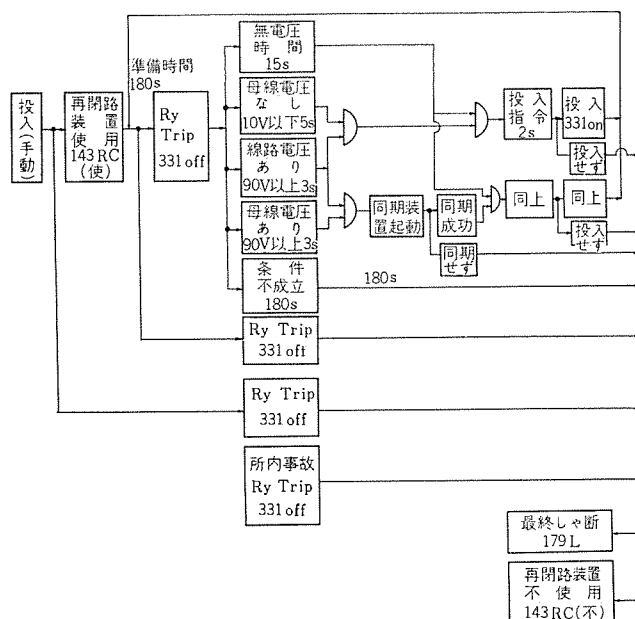


図 5.3 110 kV 自動復旧ブロック図
Block diagram of automatic recloser for 110 kV line.

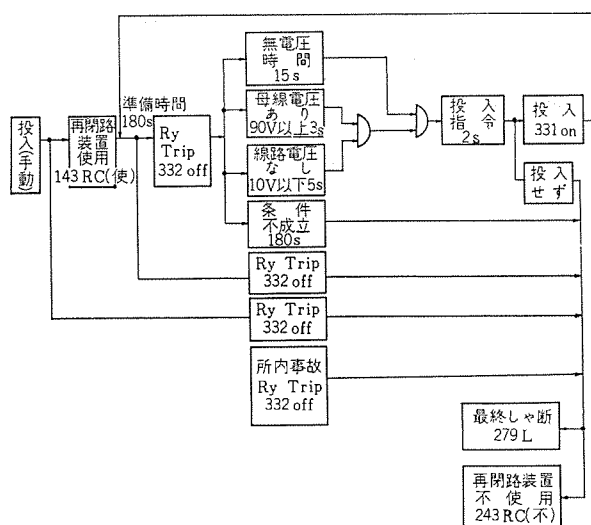


図 5.4 22 kV 自動復旧ブロック図
Block diagram of automatic recloser for 22 kV line.

表 5.1 保護項目

非常停止 (86-1)		急停止 (86-2)		緩停止 (86-5)		警報故障 (30 F)	
表示	内容	表示	内容	表示	内容	表示	内容
87-1 87-G 64 N 40 56 S 59 51 86 E	発電機内部短絡 発電機内部接地 発電機回路接地 界磁喪失 脱調 発電機過電圧 発電機過電流 励磁装置故障	12 38 DH 63 Q 3 81	発電機過速度 軸受温度(第2段) 油圧低下(第3段) 調速機故障	38 DL 63 Q 2 69 W 33 QB 49 A 64 E 80 64 D 33 WH 26 ET 92 G	軸受温度上昇(第1段) 油圧低下(第2段) 冷却水断水 軸受油面低下 発電機温度上昇 界磁回路接地 直流低電圧 直流回路接地 所内排水ピット過上昇 励磁装置用トランス温度上昇 ゲート自動降下	28 G 68 Q 33 QP 86 G 80 P 63 AC 37 PTF 80 AQR 37 B 88 EFI 48	発電機発火検出 油タンク混水 圧油タンク油面異常 グリースポンプ故障 ブロン制御電源異常 コンプレッサ空気圧異常 PT 2 次フェーズ断 AQR 制御電源異常 制御電源 NFBトリップ 励磁装置常用ファン故障 起動渋滞
110 kV 送電線しゃ断器 (130 F)		22 kV 送電線しゃ断器 (230 F)		母線故障 (30 FB)		所内故障 (30 FH)	
表示	内容	表示	内容	表示	内容	表示	内容
167 S 164 187 T 163 T 126 T	方向短絡電圧 接地過電圧 変圧器比率差動 変圧器圧力異常 変圧器温度上昇	251 264 287 T 263 T 226 T 48-24	過接地過電流 接地点過電圧 変圧器比率差動 変圧器圧力異常 変圧器温度上昇 変圧器タップ切換渋滞	51 B 95 L 27 B 1 27 B 2	11 kV 母線短絡 周波数低下 母線低電圧 母線低電圧	28 H 92 H 47 H 88 F	所内無火災 無断開 所内交流電源異常 補機予備機起動

Protection system.



図 5.5 主配電盤
Main switchboard.

電線 (ATL) 試験を行ないこれに補償器を取付け確実に動作できるようにした。

母線保護は、特に継電器の設置は行わず送電線保護継電器を利用し、時限協調により保護する方式を採用した。

5.4 主配電盤

地下1階に主機の制御盤、送電線関係盤、遠制装置関係盤、通信関係盤、直流電源装置盤等を設置した。特に主配電盤については、地下発電所という見地から床据付面積を極力減少させるため、発電機盤・送電盤・直流盤の計3面にまとめ、次のような考慮をはらった。

- (1) 各種指示計器，スイッチ類は必要最小限とした。
- (2) 自動同期盤は省略し，自動並列装置は発電機盤の継電器面に取付けた。
- (3) 自動制御盤・プログラム運転装置盤はいずれも省略し，コンパクトな器具で構成し直流盤の裏面パネルに収納した。

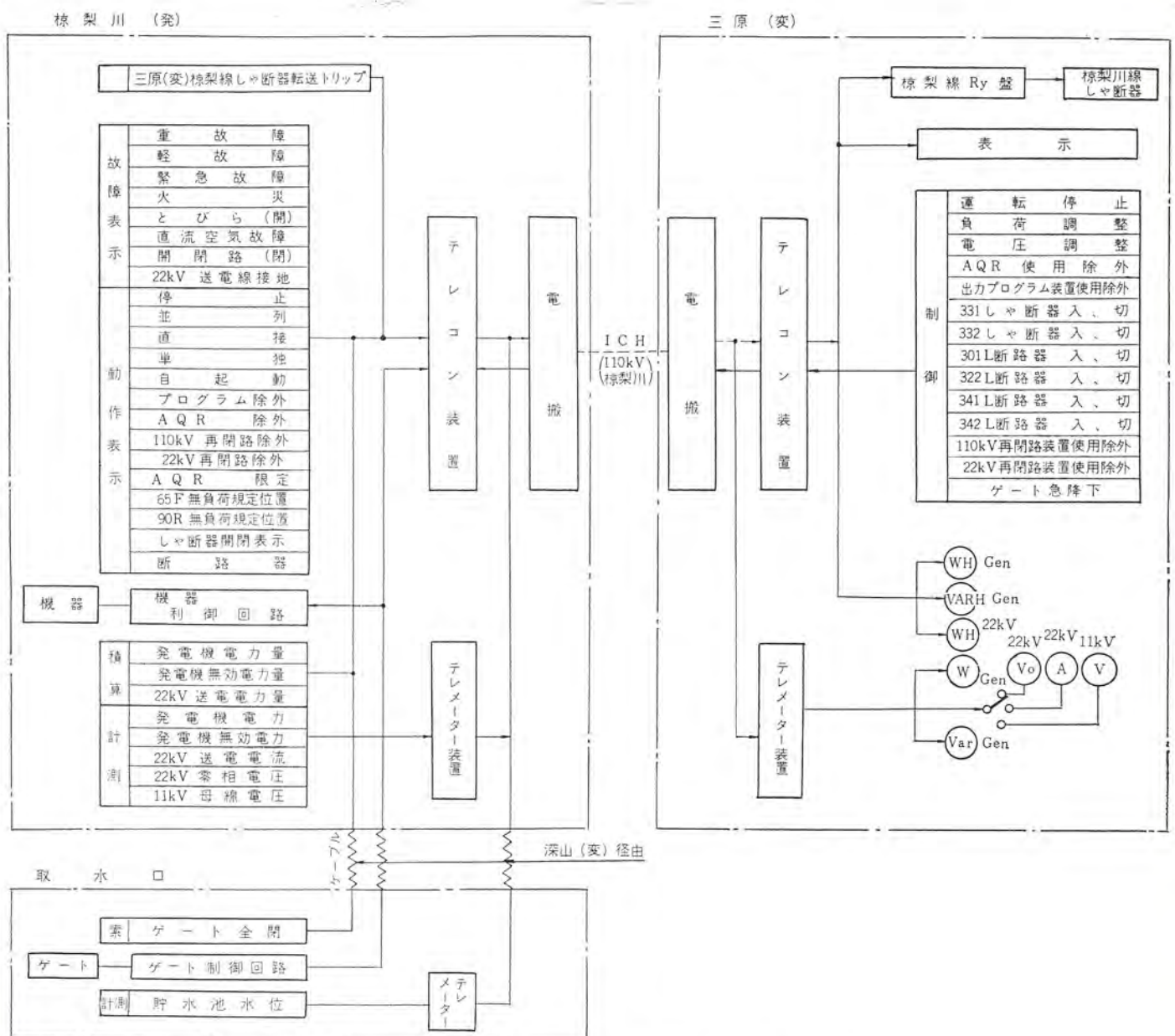


図 6.1 遠方監視制御装置概要図

Supervisory control system.

6. 遠隔監視制御装置

桜梨川発電所は、三原変電所から電力線搬送装置を利用して、遠方監視制御される。図 6.1 はそのブロックダイヤグラムを示している。また通常の運転は三原変電所より、プログラム運転装置により、自動的に起動・停止および負荷調整を行なう。

6.1 遠方監視制御装置

三菱トランジスタ形符号式遠方監視制御装置（CY形）は、機器の選択・制御・状態表示などの情報を二進化符号に変換して、制御と被制御所間を伝送する符号方式であり、符号には、パルス総数検定、および定マーク検定を組合わせた検定方式を採用している。したがって、動作が確実であるとともに返送照合を行なう必要がないため、装置が簡単で、しかも機器の操作状態表示に要する時間にきわめて短時間である。この装置の信号伝送路は、110 kV 椋梨川送電線（電力線搬送）を使用し、符号伝送速度は 50 ボーである。

6.2 遠隔測定装置

デジタルサイクリックテレメータ方式で、伝送速度は50ボーである。測定項目は、次のごとく常時計測と選択計測がある。

(1) 常時計測

- | | | |
|-----|---------|-----|
| (a) | 発電機出力 | 1 量 |
| (b) | 発電機無効電力 | 1 量 |
| (c) | ダム水位 | 1 量 |

(2) 選択計測

- (a) 11 kV 母線電圧
(b) 22 kV 送電電圧
(c) 22 kV 接地電圧

なお、電力量は表示ポジションを利用して計測している。

6.3 プログラム運転装置

この装置は、三原変電所において、あらかじめ定めた1日の負荷曲線にもとづいて、プログラム設定器に1日の負荷予定時刻と予定出力を設定し、その設定出力を速制装置により、棕梨川発電所のプログラム運転装置に伝送し、設定時刻になると、水車発電機を起動し、出力をとり、さらに設定時刻と設定出力によって、プログラム運転するものである。

図 6.2 は、本装置の構成図を示す。次に各構成品について説明する。

(1) 時計装置

水晶時計とし、1時間ごとに、タイムコントローラおよび、遠制装置にパルスを発信する。

(2) タイムコントローラ

時計装置より1時間ごとに信号を受け、設定時間を進行させる役目をもつ電話交換機用ロータリスイッチを応用した装置。

(3) プログラム 設定器

1 時間ごとの任意の時刻に出力段階 (10 段階) の任意の一つの出力を組合わせて、1 日 24 時間の出力予定を設定するもので、任意に設定および解除が可能な 24 個(時間)×10 個(出力段階)の押しボタンスイッチで構成される卓上形の設定器。

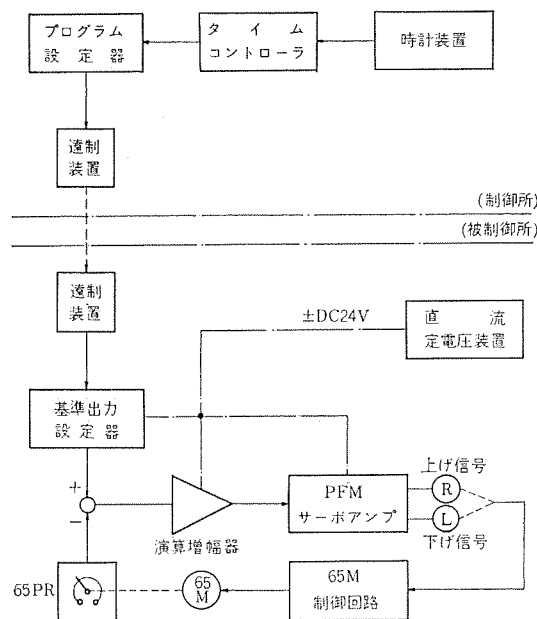


図 6.2 プログラム運転装置ブロックダイヤグラム
Block diagram of program operation system.

(4) 基準出力設定器

10 段階の出力は、水車発電機停止、および所定出力（9 段階）である基準出力設定器は、9 個の可変抵抗器とその選択切り換えリレーで構成され、プログラム運転における基準出力を決定する。

(5) 出力調整装置

出力調整装置は、演算増幅器、PFM サーボンプ、出力 リレー、および 直 流 定 電 圧 装 置 で 構 成 さ れ、 基 準 出 力 設 定 器 の 出 力 と ガ イ ド ベ ー ン 開 度 検 出 ポ テ ン シ ョ メ ー タ の 出 力 と 比 較 し、 そ の 偏 差 を 増 幅 し て PFM サーボンプに加える。PFM サーボンプは、規定値以上の入力が入ると、その入力信号の正負を判定し、偏差を修正するに必要な出力信号を出す。その信号を出力リレーを介して 65 M の制御回路に加え、65 M を制御することにより、基準出力設定器の出力と一致するよう動作する。

7. む す び

ここにあげた棕梨川発電所は、その発電規模ならびに発電方式からそれほど脚光を浴びる種類のものではないが、サイリスタ式励磁装置、トランジスタ式 AVR および AQR、遠方監視制御装置、プログラム運転装置、自動復旧装置および電気ガバナ等最新の装置を備えた水力発電所の一つのモデルとして、今後の計画に何かの参考になれば幸いである。

終わりに、この水車発電機および運転制御装置の製作に当たり、計画当初から完成まで理解あるご援助をいただいた中国電力株式会社のかたがたに、厚くお礼申し上げる次第です。

参考文献

- (1) 三浦ほか：三菱電機技報，43，No. 4，509（昭43）
- (2) 三菱トランジスタ形 符号式遠方監視制御装置，リーフレットL-32341

日本道路公団 東名高速道路納め 変電設備集中遠方監視制御装置

島田政代士*・山中 彪生*・津吉 信夫*・森本 博文*

Centralized Supervisory Control Equipment for the Installations of Tokyo-Nagoya Expressway Supplied to Japan Highway Public Corporation

Kobe Works Masayoshi SHIMADA・Torao YAMANAKA・Nobuo TSUYOSHI・Hirofumi MORIMOTO

The Japan Highway Public Corporation completed the Tokyo-Nagoya Expressway, one of the largest target of expressway network construction plan in Japan, extending over 347 km in May, 1969 by finishing the construction of the road between Ohi-Matsuda interchange and Go tenba interchange, the commercial operation being followed immediately. The equipment for maintaining the function of the expressway, such as for street lighting, tunnel lighting, tunnel ventilation, road control and alarm for accident and firehazard, and substation power supply to the installations, is centrally controlled and supervised from the control stations located at a distance of 50 km and classified according to the block.

Mitsubishi has built and supplied 12 transistorized cyclic type supervisory control equipment, 12 telemeter devices and 1 punched tape automatic recorder, to 6 electric stations including Tsuburano tunnel assigned for Gotenba control station. This article describes their outlines and features.

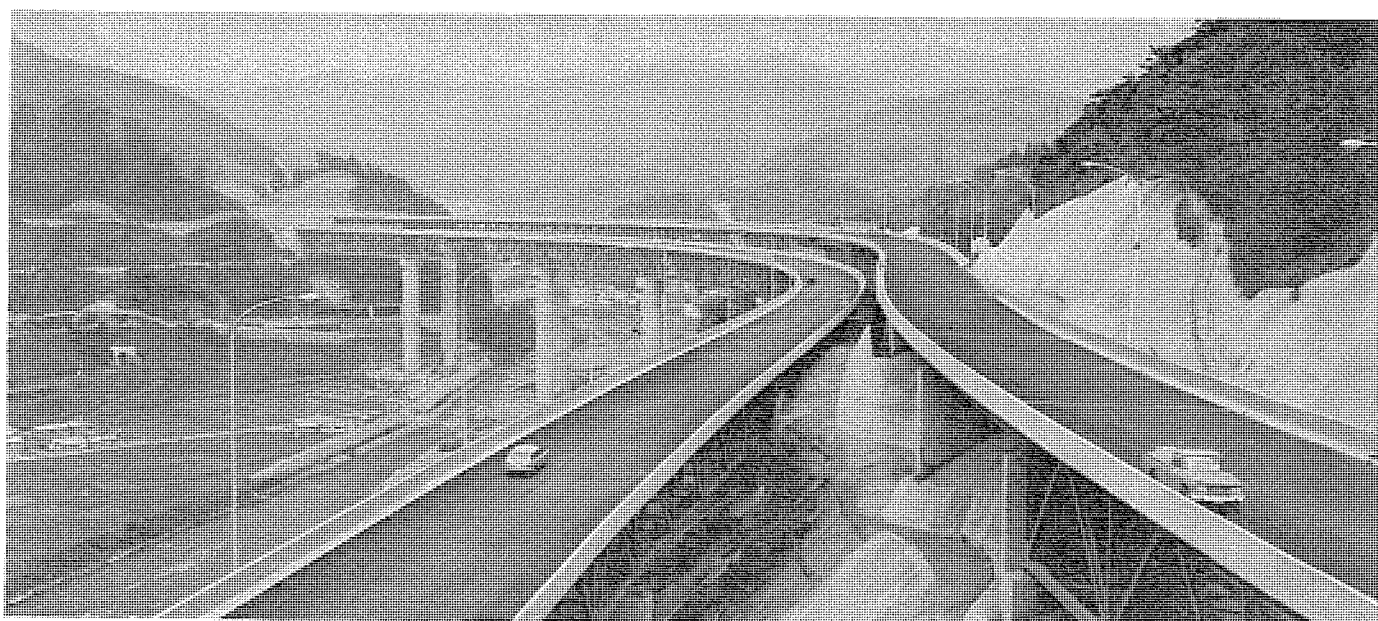


図 1.1 東名高速道路 (酒匂川付近) Tokyo-Nagoya express way (near Sakawa river).

1. ま え が き

現在経済の発展に伴う交通量の増大および自動車の増加に対する必要性和国土開発の立場とから国の重要政策の一つとして、高速自動車国道の建設が日本道路公団などにより大規模に進められている。東名高速道路は国土開発幹線自動車国道法における東海自動車道であり、国内高速道路網建設計画中最大目標の一つであったが昭和44年5月に全線完成、営業にはいっている。東京～名古屋間の高速道路維持用諸設備すなわち道路照明設備、トンネル照明設備、トンネル換気用ファン設備、事故・火災など道路管理警報設備、それに対する電源供給用変電所などは御殿場、八王子、静岡など数個の道路維持管理事務所(約50km間隔で設置)より集中制御されている。

当社では御殿場道路維持事務所に設けられた制御所より、大井松田と沼津の両インターチェンジ間約50kmに設けられた大井松田IC都

夫良野トンネル東口変電所、同西口変電所、足柄SA、御殿場IC、沼津ICの6個所の電気所に対し、トランジスタ形符号式遠方監視制御装置12組、直接式遠方監視制御装置1組、搬送式テレメータ装置12組、直送式テレメータ装置1組、さん孔テープ式自動記録装置1組、車両台数計数装置1組を製作・納入した。本トランジスタ形符号式は符号送受信部をシリコントランジスタ、ダイオードによって無接点化し、高速・長寿命・高信頼度を計るとともに、特に表示回線には常に全監視項目の表示信号を、制御回線には常に制御回路の確認信号を繰り返し送信するサイクリック式を採用し、装置および回線の状態を含めて機器の状態監視を行ない、遠方監視制御装置の信頼度を高めた最新の方式である。

テレメータ装置はアナログ伝送式で、その中央制御所における計測出力はさん孔テープ式記録装置に導かれてさん孔テープに記録され、後刻電算機に必要な計算をすることが計画されている。このさん孔

* 神戸製作所

テープ式記録装置は論理回路部はすべて当社製 IC にて構成されているのできわめて高信頼度であり、コンパクトなものである。

以下本文にて本邦初の本格的な高速道路の変電設備用集中遠方監視制御装置を紹介することにした。

2. 監視制御対象設備の概要

東名高速道路の大井松田～沼津間の諸設備の配置は図 2. 1 に示

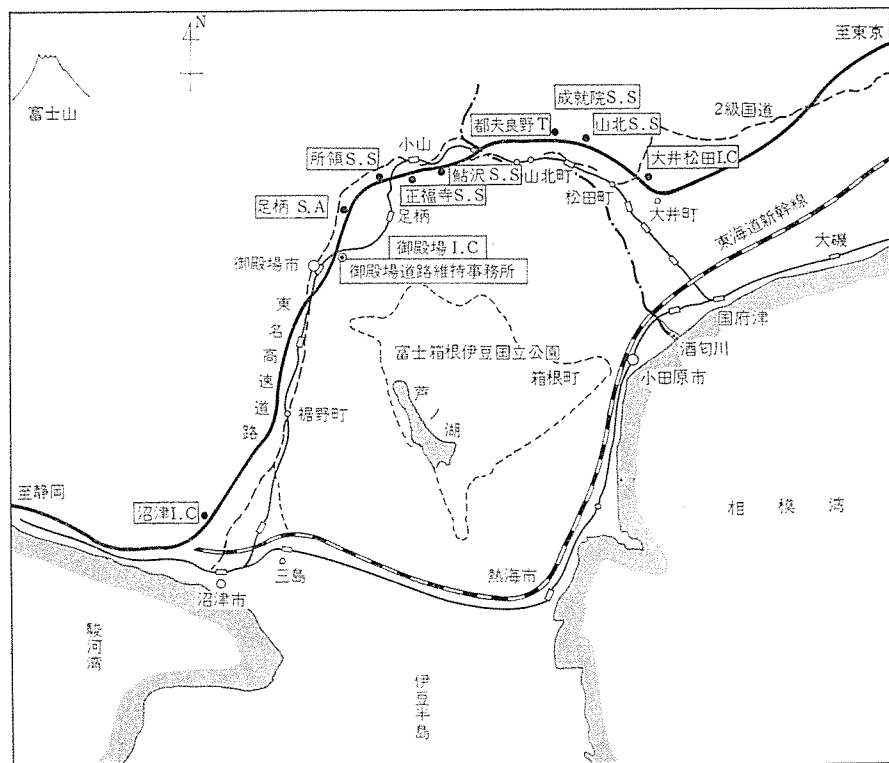


図 2. 1 東名高速道路 (御殿場道路維持事務所管内)

Tokyo-Nagoya express way (Range supervised by Gotemba road maintenance office).

すとおりである。

すなわち都夫良野トンネル、大井松田、御殿場、および沼津の3カ所のインターチェンジ、足柄サービスエリア、ならびに山北、成就院、鮎沢、正福寺および所領の5カ所の本線照明用受電所であり、これらはすべて無人設備で御殿場道路維持事務所内のコントロールセンタより集中監視制御されている。

以下、各設備の概要について紹介する。

2. 1 トンネル設備

2. 1. 1 受変電および自家発電設備

都夫良野トンネルの延長は約 1.7 km であるが、受電は西口で一括して 66 kV で受け、東口へは 6.6 kV に変圧してケーブルにより送電している。西口の受電所は東名高速道路唯一の特高受電所である。なおディーゼル発電機を備え、受電停電時には自動起動するようになっている。

設備の概要は下記のとおりである。

受変電	電気方式	交流三相 3 線式
	受電電圧	66 kV
	周波数	50 Hz
	変圧器容量	三相 3,000 kVA
自家発電	電気方式	交流三相 3 線式
	発電電圧	6.6 kV
	周波数	50 Hz
無停電電源	発電機容量	1,250 kVA
	容量	14/18 kVA (西口/東口)

受変電、自家発電回路の単線結線図は図 2. 2 のとおりである。

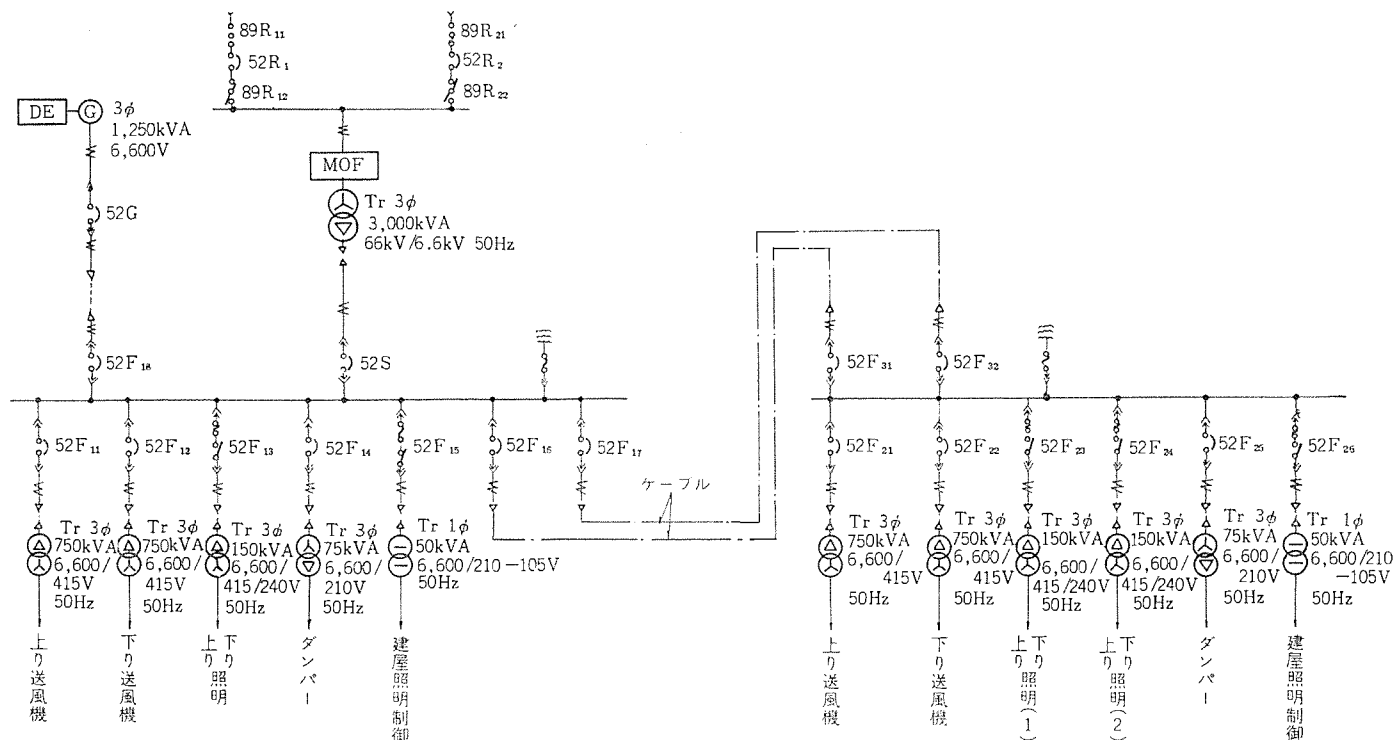


図 2. 2 都夫良野トンネル受変電、自家発電回路単線結線図
Skeleton diagram of electric power receiving and generation at Tsuburano tunnel.

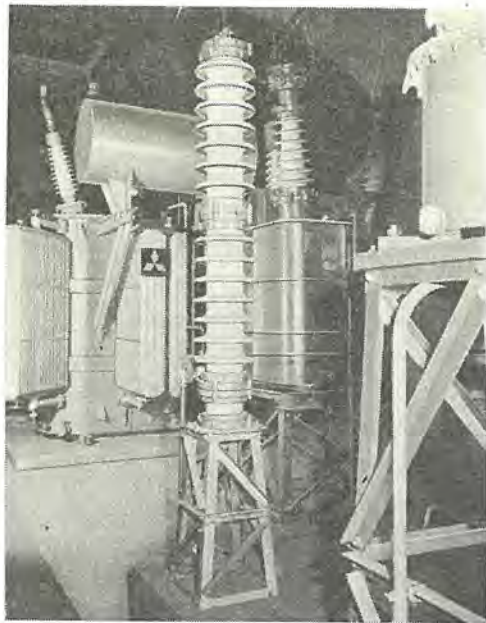


図 2.3 都夫良野トンネル 西口特高受電所のしゃ断器および変圧器
Circuit breaker and transformer in the 60 kV substation at the west of Tsuburano tunnel.

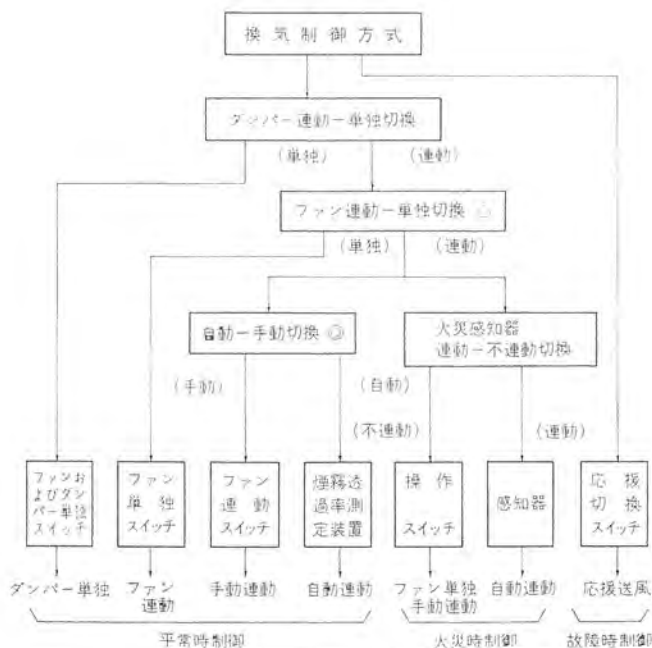


図 2.4 換気制御方式
Method of fan control.

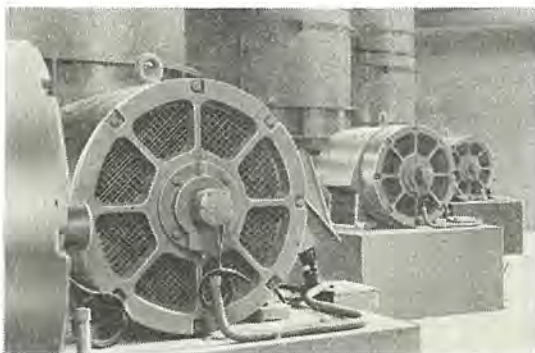


図 2.5 速風機用主電動機
Main motors for the fans.

また、西口特高受電所のしゃ断器および変圧器を図 2.3 に示す。

2.1.2 換気設備

換気用の送風機は東口、西口それぞれ上り側に 3 台、下り側に 3 台の合計 12 台が設置されている。換気制御方式は図 2.4 に示すとおりで、常時はトンネル内の煙霧透過率により 6 段階（停止も含む）の自動連動運転を行っており、万一火災が発生した場合は全数逆転させ排気を行なう。また一酸化炭素量過大の場合は全数正転高速運転を行なう。

手動の場合は上記 6 段階および逆転の連動運転のほか、各送風機ごとの高速、低速、逆転の単独制御を行なうことができる。

換気設備の概要は下記のとおりである。

送風機	形 式	立て形 1 段軸流式
	風 量	82 m ³ /s
	全風圧	120 mm Hg
主電動機	台 数	6 台
	形 式	三相特殊かご形
	電 圧	440 V
ダンパー	出 力	150/65 kW
	台 数	6 台
	形 式	角形多翼式
駆動方式	形 式	電磁ブレーキ付き電動機
	台 数	6 台（吐出用）

送風機用主電動機の外観を図 2.5 に示す。

2.1.3 照明設備

照明設備はトンネル出入口の道路照明、入口の増灯照明および内部照明の三つに分けられる。

道路照明は夕暮れに点灯し、夜明けに消灯するが、深夜の交通量の少ない時間は調光を行なう。照明段階制御の方法は図 2.6 のとおりで、通常は CdS セルとタイマーによる調光装置により自動運転を行なうが、切換えにより手動制御を行なうこともできる。

入口の増灯照明はトンネルにはいったときにドライバーの目を慣らすために入口の照明を増灯するいわゆる緩和照明のためのものであり、照明段階制御の方法は道路照明の場合と同様であるが、道路照明はまわりが暗くなると点灯するのに対し、入口増灯照明は外部が明るいほど、明るくする点が異なる。また段階も暗 1、暗 2、曇 1、曇 2、消灯の 5 段階である。

内部照明は昼、夜、深夜、消灯の 4 段階で、正常の状態では消灯になることはなくタイマーにより制御されている。切換えにより手動制御も可能である。また非常灯が常時直流電源よりインバータを介して点灯されており、受電停電時でも残るようになっている。

2.1.4 防災設備

トンネル内部の両側には 12 m 間隔に火災感知器が設置されており、

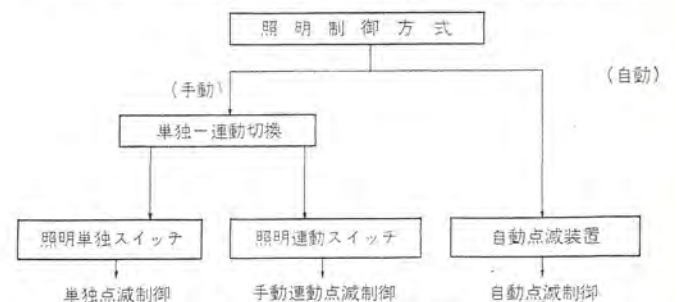


図 2.6 照明段階制御方式
Method of light step control.

感知器動作時はファンを全数逆転させるとともにファン冷却用の噴霧器を動作させる。

火災感知器は平常時に動作試験を行なうことができる。この試験はコントロールセンタより遠制装置を介して行なうことも可能で試験の指令により順次試験を行ない、正常動作のたびにパルスを送送するのでそれを系統監視盤のカウンタで数えることにより不良個所を標定することができる。

2.1.5 標 識

トンネル 入口に設置されているもので、「速度落とせ」「進入禁止」「右側通れ」「左側通れ」「事故」「火災」「工事」のほか予備が3項目で合計10項目の表示を手動で行なうようになっている。

この表示はコントロールセンタより遠方監視制御装置を介して行なうことができる。

2.1.6 車両台数計

都夫良野 トンネル 西口には通過車両の検出器が設置され、上下線それぞれ大形、小形の別に登算されるようになっている。また車両通過の度に各種別ごとのパルスがコントロールセンタに送出され、同様に登算され、監視盤に数字表示管により表示されるとともに、一定時間ごとに他の計測量とともにテーブにさん孔記録される。検出器のおもな仕様は下記のとおりである。

検知速度範囲	150 km/h以内
車両間隔	単一ループ 2 m 以上
	車種選別 8.5 m 以上
検出感度	2 輪車 (250 cc) 以上
操 作	計測は自動

2.2 インターチェンジおよびサービスエリア設備

2.2.1 受変電および自家発電設備

照明その他の電源供給用の受変電および自家発電設備で6kVで受電し、415Vおよび240Vに変圧してき電している。自家発電設備はインターチェンジのみにあり、受電停電時に自動起動する。設備概要は下記のとおりである。(大井松田インターチェンジの場合)

受変電	電気方式	交流三相3線式
	受電電圧	6 kV
	周波数	50 Hz
	変圧器容量	150 kVA

自家発電	電気方式	交流三相3線式
	発電電圧	415 V
	周波数	50 Hz
	発電機容量	40 kVA

2.2.2 照明設備

トンネルの出入口道路照明と同じく、CdS セルタイマーによる調光装置により常時自動運転を行ない、切換えにより手動制御を行なうこともできるが、照明の段階はトンネル 出入口道路が全灯、調光、消灯の3段階であるのに対し、全灯、調光、残置、消灯の4段階である。残置は深夜に、必要な部分のみを残して他は消灯の状態とするものである。

2.3 本線照明設備

2.3.1 受変電設備

山北、成就院、鮎沢、正福寺および所領の5カ所の受電所のうち鮎沢のみ3kV(将来6kV)の高圧受電で、他は200Vの低圧受電で、いずれも屋外設備である。設備概要は下記のとおりである。

鮎沢受電所	受変電	電気方式	交流三相3線式
		受電電圧	3 kV
		周波数	50 Hz
		変圧器容量	50 kVA および 30 kVA

その他の受電所	受変電	電気方式	交流三相3線式
		受電電圧	200 V
		変圧器容量	30 kVA または 20 kVA

2.3.2 照明設備

トンネル 出入口道路照明と同じく、全灯、調光、消灯の3段階であるが、CdS セル および タイマー による調光装置は現場には設置せず、コントロールセンタにある共通の調光装置により遠方監視制御装置を介して25個所一斉に制御される形となっている。もちろん手動に切換えた場合はそれぞれ単独に制御を行なうことができる。

3. 遠方監視制御装置

3.1 遠方監視制御系統

遠方監視制御系統は図3.1のとおりである。

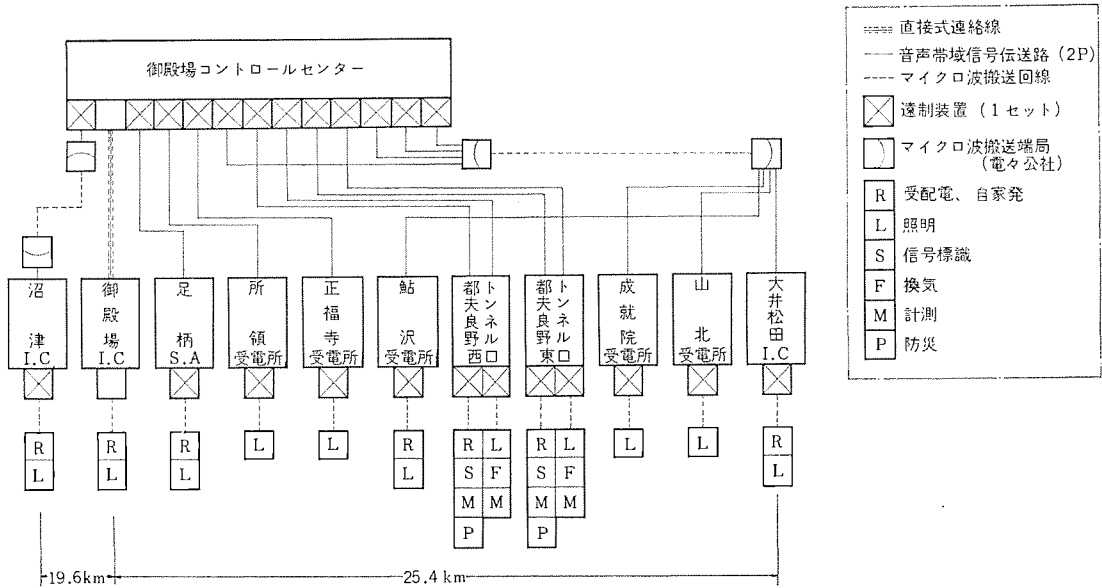


図 3.1 遠方監視制御系統図

Centralized supervisory control system.

表 3.1 遠方監視制御項目一覧

List of supervisory control items.

POS No.		項 目		POS No.		項 目	
群	偶 別	制 御	表 示	群	偶 別	制 御	表 示
1	1		制 御 決 断	9	1		制 御 決 断
	2		操 作 場 所		2		非 常 照 明
	3		電 源 表		3		吐 出 ダンパ 運 転 (上り)
	4		インバーター 運 転 表 示		4		吐 出 ダンパ 運 転 (上り)
	5		高 圧 配 電 盤 状 態		5		吐 出 ダンパ 運 転 (上り)
	6		配 電 線 短 絡		6		吐 出 ダンパ 運 転 (下り)
	7		配 電 線 地 絡		7		吐 出 ダンパ 運 転 (下り)
	8		変 圧 器 故 障		8		吐 出 ダンパ 運 転 (下り)
	9		直 流 電 源 故 障		9		煙 霧 透 過 率 低 下
	0		所 内 故 障		0		煙 霧 透 過 率 低 下
2	1		所 内 故 障	10	1		煙 霧 透 過 率 低 下
	2		火 災 感 知 器 動 作 (上り1)		2		一 酸 化 炭 素 量 過 大
	3		火 災 感 知 器 動 作 (上り2)		3		一 酸 化 炭 素 量 過 大
	4		火 災 感 知 器 動 作 (下り1)		4		送 風 器 故 障
	5		火 災 感 知 器 動 作 (下り2)		5		送 風 器 故 障
	6		自 動 噴 霧 動 作 (上り1)		6		送 風 器 故 障
	7		自 動 噴 霧 動 作 (上り2)		7		送 風 器 故 障
	8		自 動 噴 霧 動 作 (下り1)		8		送 風 器 故 障
	9		自 動 噴 霧 動 作 (下り2)		9		送 風 器 故 障
	0		フ ァ ン 冷 却 噴 霧 動 作		0		火 災 感 知 器 通 動 不 通 動
3	1		フ ァ ン 冷 却 噴 霧 動 作	11	1		火 災 感 知 器 通 動 不 通 動
	2		火 災 感 知 器 試 験 終 了		2		吐 出 ダンパ 運 転 (上り)
	3		火 災 感 知 器 試 験 終 了		3		煙 霧 透 過 率 計 故 障
	4		火 災 感 知 器 不 故 障 報 警		4		煙 霧 透 過 率 計 故 障
	5		ボ ン		5		一 酸 化 炭 素 検 出 計 故 障
	6		主 水 槽 水 位 警 報		6		予 一 酸 化 炭 素 検 出 計 (上り)
	7		主 水 槽 水 位 警 報		7		予 一 酸 化 炭 素 検 出 計 (下り)
	8		主 水 槽 水 位 警 報		8		換 予 気 塔 火 災 備
	9		主 水 槽 水 位 警 報		9		予 試 選 択 完 了
	0		主 水 槽 水 位 警 報		0		予 試 選 択 完 了
4	1		試 表 示 復 験	12	1		試 表 示 復 験
	2		配 電 線 し や 断		2		照 明 自 動 手 動
	3		配 電 線 し や 断		3		内 部 照 明
	4		配 電 線 し や 断		4		内 部 照 明
	5		配 電 線 し や 断		5		内 部 照 明
	6		配 電 線 し や 断		6		内 部 照 明
	7		配 電 線 し や 断		7		内 部 照 明
	8		配 電 線 し や 断		8		入 口 増 灯 照 明
	9		配 電 線 し や 断		9		入 口 増 灯 照 明
	0		予 加 圧 ボ ン		0		入 口 増 灯 照 明
5	1		自 家 発 電 自 動 手 動	13	1		入 口 増 灯 照 明
	2		火 災 感 知 器 試 験 起 動		2		入 口 増 灯 照 明
	3		火 災 感 知 器 試 験 起 動		3		入 口 増 灯 照 明
	4		火 災 感 知 器 試 験 起 動		4		入 口 増 灯 照 明
	5		火 災 感 知 器 試 験 起 動		5		入 口 増 灯 照 明
	6		火 災 感 知 器 試 験 起 動		6		入 口 増 灯 照 明
	7		火 災 感 知 器 試 験 起 動		7		入 口 増 灯 照 明
	8		火 災 感 知 器 試 験 起 動		8		入 口 増 灯 照 明
	9		火 災 感 知 器 試 験 起 動		9		入 口 増 灯 照 明
	0		火 災 感 知 器 試 験 起 動		0		入 口 増 灯 照 明
6	1		自 家 発 電 自 動 手 動	14	1		入 口 増 灯 照 明
	2		火 災 感 知 器 試 験 起 動		2		入 口 増 灯 照 明
	3		火 災 感 知 器 試 験 起 動		3		入 口 増 灯 照 明
	4		火 災 感 知 器 試 験 起 動		4		入 口 増 灯 照 明
	5		火 災 感 知 器 試 験 起 動		5		入 口 増 灯 照 明
	6		火 災 感 知 器 試 験 起 動		6		入 口 増 灯 照 明
	7		火 災 感 知 器 試 験 起 動		7		入 口 増 灯 照 明
	8		火 災 感 知 器 試 験 起 動		8		入 口 増 灯 照 明
	9		火 災 感 知 器 試 験 起 動		9		入 口 増 灯 照 明
	0		火 災 感 知 器 試 験 起 動		0		入 口 増 灯 照 明
7	1		自 家 発 電 自 動 手 動	15	1		入 口 増 灯 照 明
	2		火 災 感 知 器 試 験 起 動		2		入 口 増 灯 照 明
	3		火 災 感 知 器 試 験 起 動		3		入 口 増 灯 照 明
	4		火 災 感 知 器 試 験 起 動		4		入 口 増 灯 照 明
	5		火 災 感 知 器 試 験 起 動		5		入 口 増 灯 照 明
	6		火 災 感 知 器 試 験 起 動		6		入 口 増 灯 照 明
	7		火 災 感 知 器 試 験 起 動		7		入 口 増 灯 照 明
	8		火 災 感 知 器 試 験 起 動		8		入 口 増 灯 照 明
	9		火 災 感 知 器 試 験 起 動		9		入 口 増 灯 照 明
	0		火 災 感 知 器 試 験 起 動		0		入 口 増 灯 照 明
8	1		自 家 発 電 自 動 手 動	16	1		入 口 増 灯 照 明
	2		火 災 感 知 器 試 験 起 動		2		入 口 増 灯 照 明
	3		火 災 感 知 器 試 験 起 動		3		入 口 増 灯 照 明
	4		火 災 感 知 器 試 験 起 動		4		入 口 増 灯 照 明
	5		火 災 感 知 器 試 験 起 動		5		入 口 増 灯 照 明
	6		火 災 感 知 器 試 験 起 動		6		入 口 増 灯 照 明
	7		火 災 感 知 器 試 験 起 動		7		入 口 増 灯 照 明
	8		火 災 感 知 器 試 験 起 動		8		入 口 増 灯 照 明
	9		火 災 感 知 器 試 験 起 動		9		入 口 増 灯 照 明
	0		火 災 感 知 器 試 験 起 動		0		入 口 増 灯 照 明

集中制御方式は1:1集合方式で、都夫良野トンネル西口および東口は制御、監視項目が多いのでそれぞれ2セットずつ、その他の場所にはそれぞれ1セットずつ設けている。装置は御殿場インターチェンジ向け以外はすべてトランジスタ形パルス符号式(当社形名CY-2形)である。信号伝送は足柄、所領、正福寺および都夫良野トンネルの西口と東口は音声帯域副搬送波直送方式でケーブル心線は各セットごとに制御に1P、監視およびテレメータに1Pを使用、沼津および大井松田はマイクロ搬送、鮎沢、成就院および山北については大井松田まで

表 3.2 遠方計測項目一覧

List of telemetering items.

No.	遠方計測項目	No.	遠方計測項目	No.	遠方計測項目
1	受 電 ヲ 圧	11	No.1 煙霧透過率	21	発 電 ヲ 力 量
2	受 電 ヲ 流	12	No.2 煙霧透過率	22	発 電 機 運 転 時 間
3	発 電 ヲ 圧	13	一 酸 化 炭 素 量	23	ノ ッ チ 別 運 転 時 間
4	発 電 ヲ 流	14	No.1 車 両 台 数	24	
5	送 風 機 電 圧	15	No.2 車 両 台 数	25	
6	送 風 機 電 流	16	No.3 車 両 台 数	26	
7	照 明 電 圧	17	No.4 車 両 台 数	27	
8	照 明 電 流	18		28	
9	送 風 機 回 転 数	19		29	
10		20	受 電 ヲ 力 量	30	

副搬送波を直送し、大井松田～御殿場間をマイクロ搬送としている。
回線はいずれも電々公社の市外ケーブルおよびマイクロ搬送回線を使用している。

御殿場インターチェンジ用のものは、操作および表示の形態をトランジスタ形パルス符号式のものに合わせて、直接式により行なっている。

3.2 遠方監視制御および計測項目

トンネルでは、受配電、換気、照明、防災および標識各関係の項目があり、項目数は非常に多く、予備も含めて制御60、表示80項目の標準セット2組を設け監視制御を行なっている。

計測は各部の電気量のほかに、送風機回転数、煙霧透過率、一酸化炭素量の計測を行なっている。また送風機のノッチ別風量段階の表示に積算時間計を連動させて運転時間の積算も行なっており、西口では通過車両台数の計測も加わっている。

インターチェンジ、サービスエリアおよび本線照明設備では、受配電および照明関係がおもな項目であり、3カ所のインターチェンジ、足柄サービスエリアおよび鮎沢受電所では、予備も含めて制御20、表示40、その他の本線照明設備の受電所では予備も含めて制御10、表示20のものの各1セットずつとなっている。例として都夫良野トンネル西口の監視制御および計測項目一覧表を表3.1～表3.2に示す。

3.3 遠方監視制御方式および装置仕様⁽¹⁾

遠方監視制御方式は三菱トランジスタ形パルス符号式(CY-2形)であり、本装置の仕様の概要は下記のとおりである。

(1) 装置容量

トンネル用	制 御	60 量
	表 示	80 量

インターチェンジ、サービスエリア および鮎沢受電所用

制 御	20 量
表 示	40 量

鮎沢以外の受電所用

制 御	10 量
表 示	20 量

(2) 装置方式

制 御	
操作方式	2 挙動方式
符号送出	選択時、あるいは制御時に該当符号をサイクリック伝送

表 示	
符号送出	常時連続走査送出方式
試 験	試験指令により反転伝送 試験中に状態変化があれば、自動的に試験を中断する

出 力 1 灯式 (故障表示等)、2 灯式 (しゃ断器等)

(3) 符号検定方式

制 御	2 連送照合+パルス総数検定+定マーク検定
表 示	2 連送照合+パルス総数検定

(4) 符号方式

ON-OFF 符号 NRZ 隣接反転方式

(5) 符号伝送方式

伝送速度	制御、監視ともに 200 ボー
信号伝送	200 ボー FS 方式

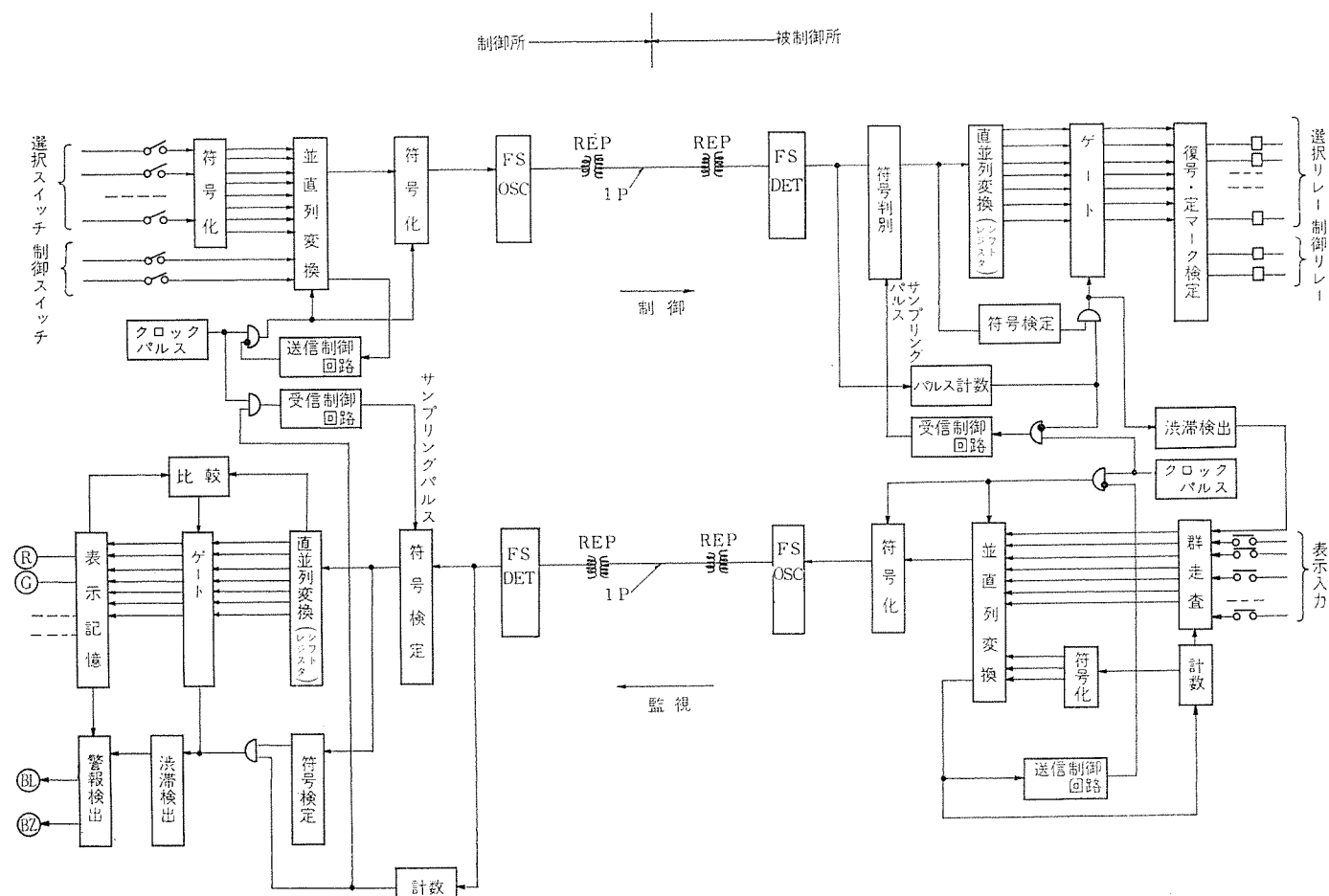


図 3.2 遠方監視制御装置 ブロックダイアグラム (1 セット)
Block diagram of supervisory control equipment (1 set).

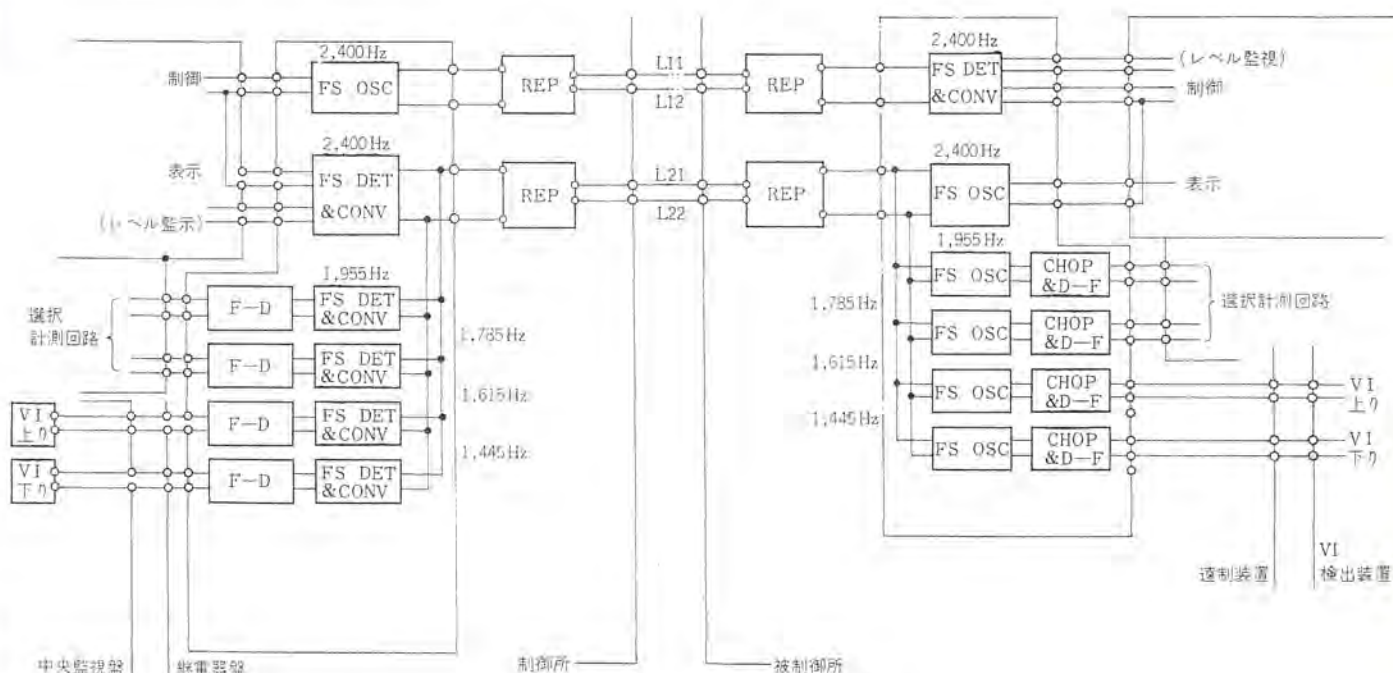


図 3.3 信号伝送系統図 (トンネル 東口 No. 2)
Block diagram of signal transmission system (Set No. 2 of Tsuburano tunnel east).

(6) 信号伝送装置

周波数	制御用	$f_0 = 2,400 \text{ Hz}$
	監視用	$f_0 = 2,400 \text{ Hz}$
周波数偏移		$f_0 \pm 100 \text{ Hz}$

(7) 伝送時間

制 御	約 0.4 秒以内 / 1 ポジション
表 示	約 3.2 秒以内 / 80 ポジション

(8) 制御出力および表示入力

制御出力	無電圧	片端子共通 1a 接点
	接点容量	DC 110 V 5 A / 1 秒
表示入力	無電圧	片端子共通 1a 接点
	接点容量	DC 110 V 0.1 A 以上

(9) 表示および警報

表 示	送信信号ランプ	送出符号により点灯
	受信信号ランプ	受信符号により点灯
	渋 滞	制御局、被制御局とも約 2 秒符号誤り継続で点灯
	回線断	搬送波レベル 10 dB 以上低下で点灯
警 報	渋滞および回線断でブザー警報	

(10) 電 源

入力電源	DC 110 V
	電圧変動 90~140 V
電圧変換	DC/DC コンバータ方式

(11) 周囲条件

温 度	-5°C ~ +40°C
湿 度	40% ~ 90%

遠方監視制御装置のブロックダイアグラムおよび信号伝送系統図を図 3.2 および図 3.3 に示す。

3.4 テレメータ方式

アナログ量のテレメータは衝流周波数方式である。すなわち被計測量を 0~1 V の直流電圧に変換し、さらにこれを 12~24 Hz の衝流に

変換してこれを監視制御の場合と同様の音声帯域 FS 変復調装置 (信号伝送装置) を介して伝送し、受信側 (コントロールセンタ) で再び直流電流または電圧に戻して、指示計または後述の計測量自動記録装置に入れる。

車両台数や火災感知器試験号機のようなパルス信号は直接音声帯域 FS 変復調装置を介して送受量する。

電力量の場合はパルス間隔が長いので、遠方監視制御装置の表示の 1 項目として送受量を行ない、監視盤の受量カウンタを動作させている。また送風機のノッチ別運転時間の積算は前述のように表示信号と積算時計の組合わせにより行なっている。

アナログテレメータの仕様の概要は下記のとおりである。

(1) 方 式

衝流周波方式 12 Hz ~ 24 Hz

(2) 送量器入力条件

電 圧	0~1 V
インピーダンス	10 kΩ

(3) 信号伝送方式

50 ボー FS 方式

(4) 信号伝送装置

周波数	$f_0 = 425 + 170(n-1) \text{ Hz}$
	$n = 4 \sim 10$ のうち必要数使用
周波数偏移	$f_0 \pm 35 \text{ Hz}$

(5) 受量器出力条件

電 流	0~1 mA
インピーダンス	500 Ω

(6) 電 源 DC 20 V (遠方装置 DC/DC コンバータより供給)

3.5 制御所設備概要

コントロールセンタは御殿場道路維持事務所内の一室にある。図 3.4 に建物の外観を示す。

3.5.1 機器配置

コントロールセンタの機器配置を図 3.5 に示す。

1階フロアの中央より左寄りに系統監視盤と制御機、左端に遠方監視制御継電器盤および計測量自動記録装置、右端に直流電源装置が設置されている。

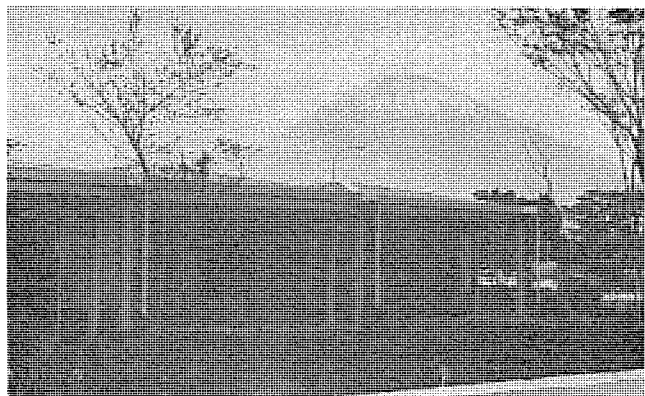


図 3.4 御殿場道路維持事務所（コントロールセンタ）
Gotemba road maintenance office (control center).

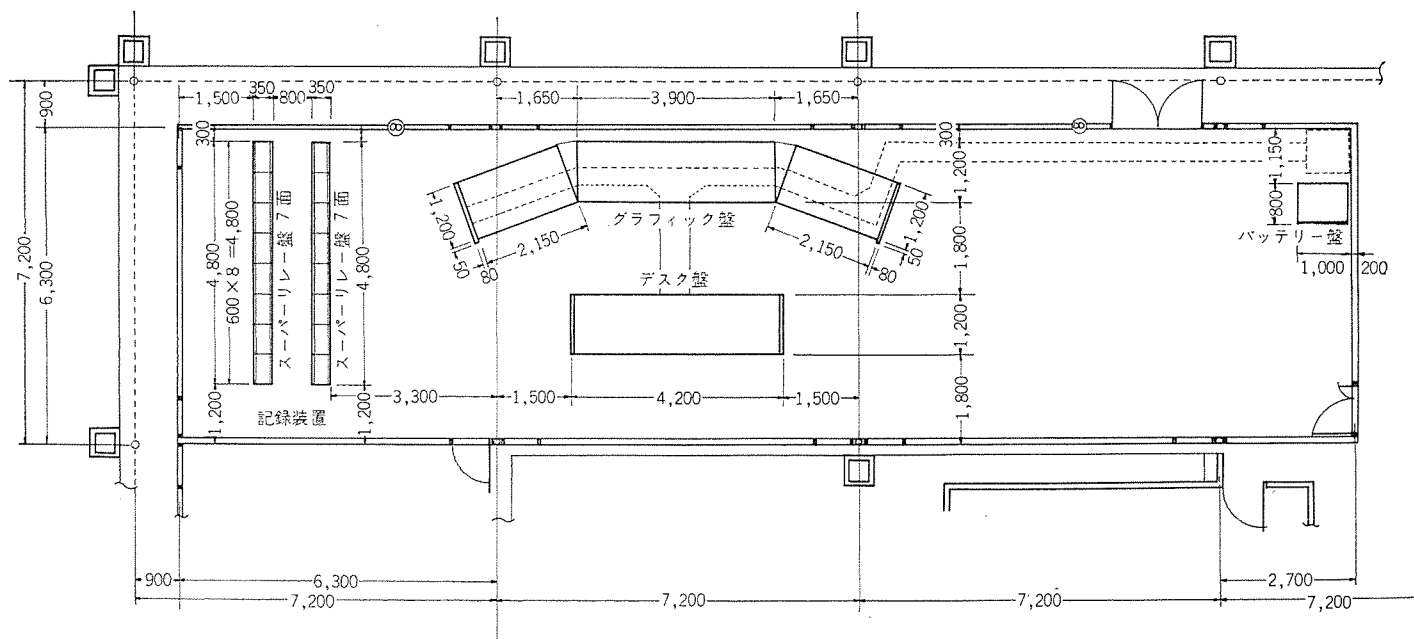


図 3.5 コントロールセンタの機器配置図
Equipment layout of control center.

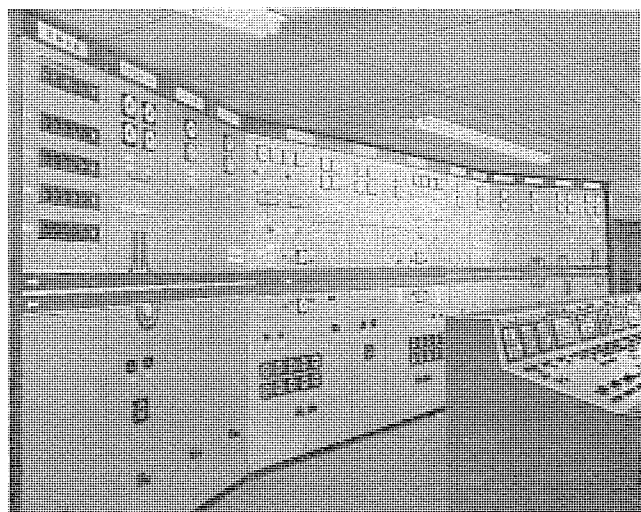


図 3.6 系統監視盤
Graphic display panel for supervising system of the road installations.

3.5.2 制御機および系統監視盤

制御機は幅 225 mm または 450 mm のブロックになっており、手前に水平部があり、中央のゆるい傾斜部に選択用の引きボタンスイッチとマスタコントロールスイッチを配置し、奥の傾斜部に故障その他の状態を表示する集合表示灯を配置している。

系統監視盤は横に道路を模擬した線を行らせ、インターチェンジ、サービスエリアおよびトンネルのシンボルをはじめ各表示灯や計器を模擬的に配置したグラフィックパネルとなっている。常時監視を必要としない積算計器関係は下部に配置している。

系統監視盤の左端は時刻および通過車両台数が上下線車種別に表示される。

制御機、系統監視盤とも色彩は盤面が、10 R 6.5/1.5、緑が 10 R 4.0/1.5 のツートンカラーで系統監視盤上の道路は上りが 7.5 YR 5/6、下りが 2.5 YR 5/8、トンネル計は 2.5 BG 4/4 テレメータ指示計は黒色にするなどシンボルの色彩などにも考慮が払われ、新しい道路維持コントロールセンタにふさわしい調和のとれた配色となっている。

系統監視盤および制御機を図 3.6、図 3.7 に示す。

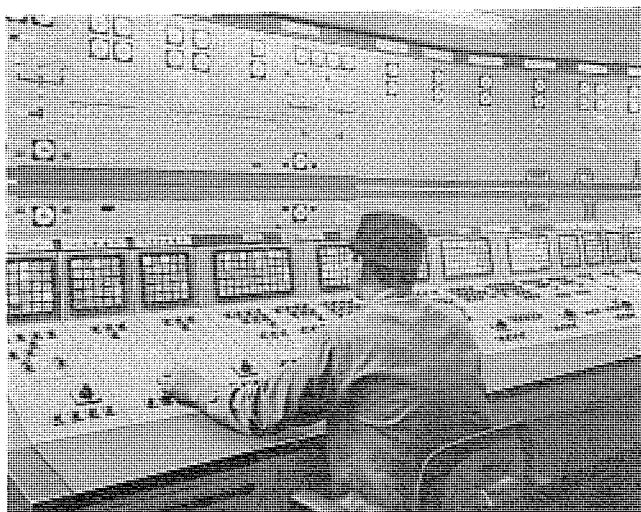


図 3.7 制御機
Control desk.

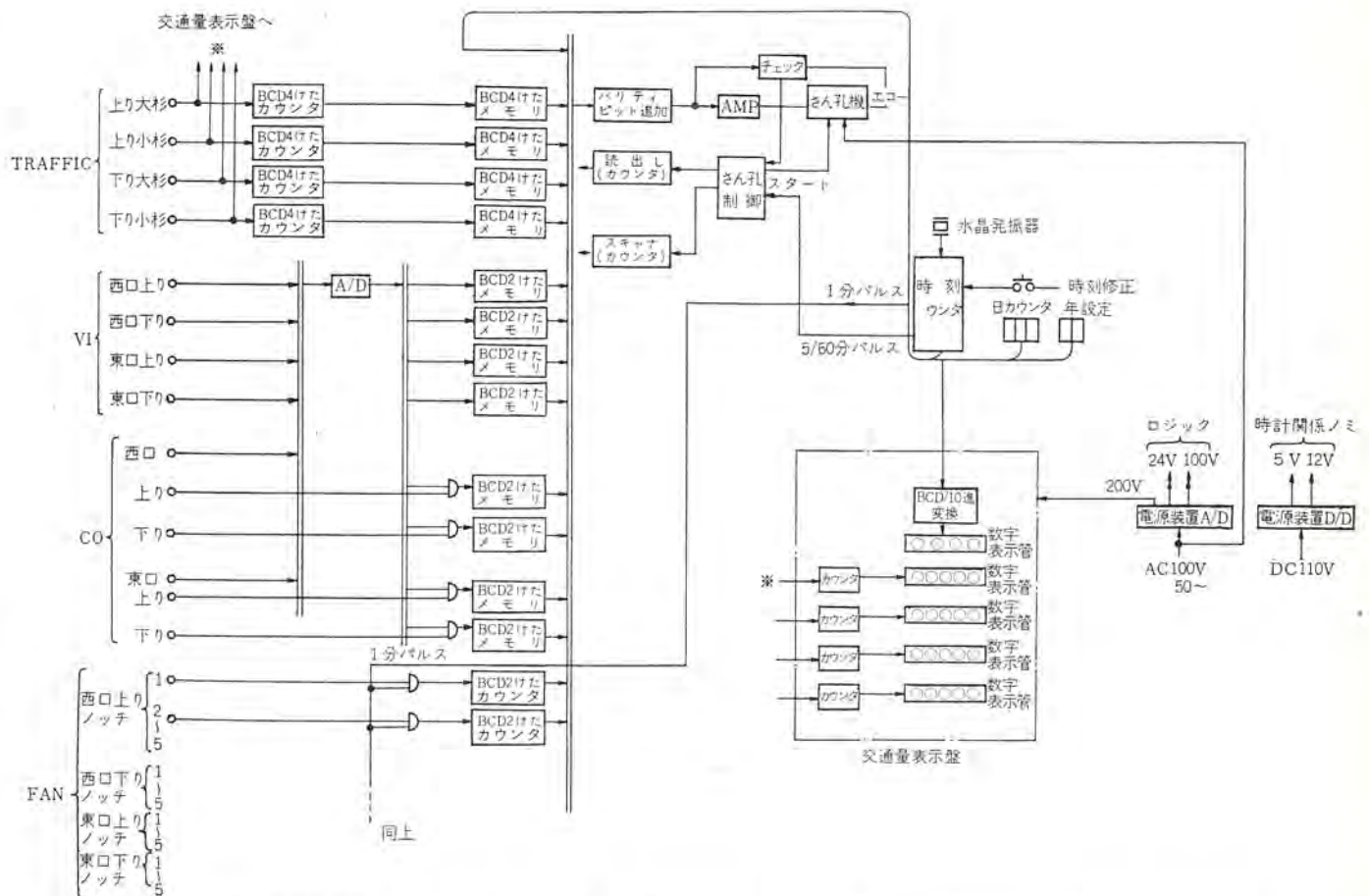


図 4.1 計測量自動記録装置 フロックダイアグラム

Block diagram of measured quantity automatic recording equipment.

3. 5. 3 遠方監視制御継電器盤

遠方監視制御継電器盤は幅 600 mm, 高さ 50+2,300 mm, 奥行 350 mm のキャビネット構造で, 上部に電源装置, 下部のとびらの内側にリレーユニット, トランジスタロジックカードユニット, 信号伝送装置およびテレメータのユニットが収納されている。

御殿場 インターチェンジ 監視制御用の直接式装置も同一構造のキャビネット形としている。

3. 6 被制御所側装置

遠方監視制御装置の被制御所側装置は遠方監視制御継電器盤と計測量変換器盤よりなり, 前者は制御所側継電器盤と同一のキャビネット構造である。後者は電流, 電圧等の計測量を 0~1 V の直流電圧に直す変換器や, 電力量計測用のパルス変換器を収納した盤である。トンネル, インターチェンジ および サービスエリア は直流制御電源を備えているが, 本線照明設備は AC 200 V を使用している。

4. 計測量自動記録装置

コントロールセンタには遠方監視制御装置に付属して, トンネル関係の諸計測量を一定時間 (1 時間/5 分切換可能) ごとに自動的にテープにさん孔記録する装置が設置されている。

4. 1 装置動作および仕様の概要

本装置のブロックダイアグラムを図 4.1 に示す。図の左端がテレメータ装置または遠方監視制御装置よりの入力信号である。

Traffic は車両が通過するごとにパルスが到来しこれをカウンタで計数する。VI および CO は煙霧透過率および一酸化炭素量で, 常時到来しているアナログ信号をリレーの接点で走査して増幅器およびアナログデジタル変換器に入れ, デジタル量に変換した後それぞれのメ



図 4.2 計測量自動記録装置

Measured quantity automatic recording equipment.

モリに入れる。ただし一酸化炭素量は上りと下りが同一チャンネルに時間的に交互に到来するため, 遠制装置より上下を区別する信号を受けてそれぞれ対応のメモリに入れる。なお本装置のロジックおよびメモリには IC を使用している。

FAN は送風機のノッチ別運転時間で, 遠制装置より運転中閉じる接点信号を受けて, 内蔵の時刻カウンタで 1 分パルスを作って接点閉路中の時間を登算する。

常時上記の動作を行なっていて, 定刻になると内蔵の時刻カウンタ

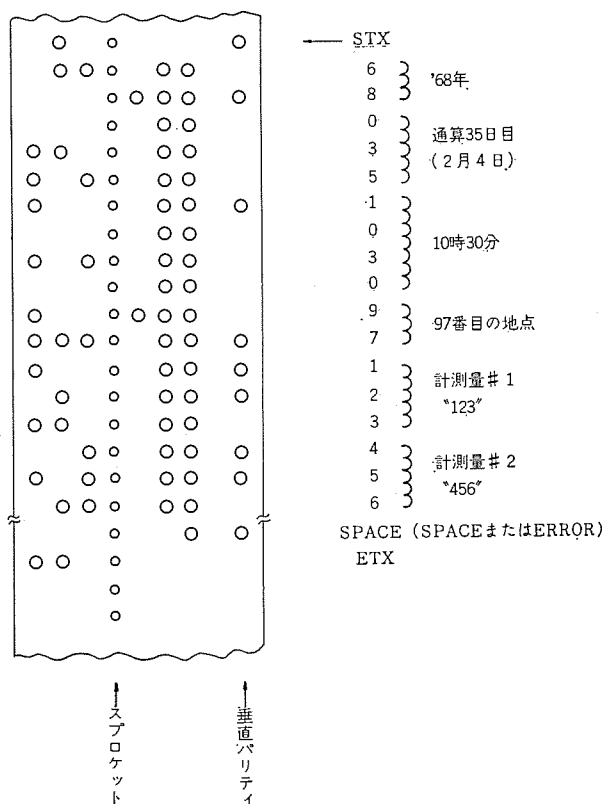


図 4.3 計測量自動記録装置さん孔フォーマット
Punch format of measured quantity automatic recording equipment.

からの指令でさん孔制御回路が動作を始め、車両台数のカウンタの内容をメモリに移し、カウンタはリセットして次のカウントを開始させるとともに、アナログ量の走査をいったん中止して、各メモリの内容を順次テープにさん孔する。送風機運転時間のカウンタは（1分パルスははいらないので）内容をそのままさん孔し、さん孔記録完了でリセットし、次の時間帯の登算を開始させる。さん孔機はエコー接点を有しており、正しいさん孔が行なわれたかを常に検定し、エラーを検出した場合は再度さん孔し直しをする。

計測量自動記録装置のキャビネット内部を図 4.2 に、さん孔フォーマットを図 4.3 に示す。

計測量自動記録装置の仕様の概要は下記のとおりである。

(1) 記録項目

交通量	4 量 (4 けた)
煙霧透過率	4 量 (2 けた)

一酸化炭素量 4 量 (2 けた)

送風機 ノッチ 別

運転時間 20 量 (2 けた)

(2) 記録方式

テープさん孔記録 8 単位 ISO コード

さん孔速度 10 けた / 1 秒

記録時間 5 分または 60 分ごと (切換え可能)

(3) 入力信号

交通量 電圧パルス信号

煙霧透過率 アナログ信号 (0~0.5 V)

一酸化炭素 同上

および上り、下り別の無電圧接点信号

送風機 ノッチ 別

運転時間 無電圧接点信号 (該当ノッチの時間)

(4) 表示機能

系統監視盤の左端に下記のものを表示

時刻 時, 分 (4 けた)

交通量 4 量 (5 けた)

午前 0 時にリセット

(5) 電源

AC 100 V $\pm 10\%$

時計関係のみ DC 110 V (90~140 V)

5. む す び

以上東名高速道路 御殿場道路維持事務所に設置された、大井松田、沼津両 インターチェンジ 間の諸設備を集中監視制御する装置の概要を紹介したが、本年 5 月で約 1 年近くの運転実績を有することになり、十分その機能を発揮し、安全な交通に寄与していることが立証されている。

今後高速道路網の拡充に伴い、この種の装置がますます多く取り入れられ、また高性能化されて道路の維持運用に寄与するものと思われる。

最後に本装置の設計、製作にあたり、始終ご指導をいただいた日本道路公団の関係各位に、深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 島田, 鍋倉, 流郷: 東京都交通局納め集中監視制御装置, 三菱電機技報 43, No. 8 (1969)

電子線照射による塗膜の硬化

鈴木 康弘*・上田 和宏*・永井 昭夫*・柴山 恭一**

Electron Beam Curing of Coatings

Central Research Laboratory Yasuhiro SUZUKI・Kazuhiro UEDA・Akio NAGAI・Kyoichi SHIBAYAMA

Coating industry has involved a search for rapid curing methods, one of them being the use of high energy electron beam radiation.

Radiation curing technique has substantial merit because of its rapid curing speed, low material and operational costs, small space requirement, improved properties of cured films, and applicability to substrates sensitive to heat.

This paper reports on viscoelastic properties of polymer network prepared by radiation cure and the conventional thermal cure in which unsaturated polyester/monomer systems are used.

The latest developments in radiation curable polymer/monomer systems are also covered in it, including unsaturated polyesters, some of modified epoxies and acrylic polymers.

1. ま え が き

塗装は外観を美しく、材料のもつ実用性を維持・改良する目的で行なわれ、その対象はきわめて広い分野におよんでいる。塗装工業の最近の傾向としては最終製品ばかりでなく、産業材料自体への塗装処理が行なわれるようになり、各種建材をはじめ鉄板など構造材の大規模な塗装が行なわれるようになってきた。このため、塗装から硬化まで一貫したクローズシステムにより塗装工程の省力化、作業安全管理の改善および生産性の向上等塗装の合理化を計るため、塗装材料ならびに塗装技術の研究が活発に行なわれている。

電子線照射による塗膜硬化法 (Electron Beam Curing ; EBC 法) はこのような要求を満足する新しい塗装方法として、現在各界から大きな注目を浴びている。これは低エネルギー大容量電子線加速器の開発により、放射線エネルギーが有効に利用できるようになったからである。一般に塗膜の硬化機構としては溶剤の蒸発、酸化・重合、熱縮合・重合、触媒作用による縮・重合などがあり、いずれも熱エネルギーによる橋かけ反応である。これに対し放射線エネルギーは触媒や熱に代わってラジカル重合反応を起こすことができ、しかも電子線加速器は一度に大量のラジカルを生成し得るので (硬化) 反応は瞬時に進行する。

電子線塗膜硬化法はこれを利用したものであり、したがって利用できる塗料はラジカル機構による橋かけ反応を行なうものに一応限定される。

電子線硬化用塗料が広く開発されれば、この塗装プロセスは次のような特長を有する革命的技術となるであろう。

- (1) 硬化時間が数秒ときわめて短い………生産性の向上
 - (2) 塗装ラインの占有面積が小さくなる
 - (3) 触媒不要と一液形塗料となる………長期間安定、秤量の手間がない、塗膜性能の安定
 - (4) 加熱が不要………加熱を不適当とした素材 (木材、プラスチック、紙、皮革等) への塗装が可能、加熱効率の悪い素材 (肉厚鉄板) に適する。
 - (5) 塗料が無溶剤形となる………塗料コストが安くなる。公害・環境衛生の解決
- 一方、開発途上の新技術であり、いくつかの問題点を含んでいる。

たとえば塗料に関しては、

- (1) 反応方式の制限があるため広範な用途をカバーする品種の豊富さは期待しにくい
- (2) 溶剤は原則として使えないので粘度・作業性の調節がむずかしいことである。

また照射装置に関しては、

- (1) 設備投資にかなりの巨額を要し、償却費が大きい
- (2) 被塗物の形状に制限を受け、現在のところ平板以外はむずかしい

等がある。今後、専門メカの協力とともに付帯技術の確立が急務となろう。

電子線硬化ならびに塗料に関する技術についての文献は最近数多く発表されるようになった。電子線硬化法については Deninger⁽¹⁾, Davison⁽²⁾, Tawn⁽³⁾ および Vanderbie⁽⁴⁾ らの総説があり、硬化機構および照射装置とビームの特性等について詳しい記述がなされている。塗料に主体をおいた総説には Miranda⁽⁵⁾, Frick⁽⁶⁾ および Hoffman⁽⁷⁾ らの紹介がある。諸外国の状況⁽⁸⁾ および関連技術ならびに特許、経済計算等をも含めた展望には上池⁽⁹⁾, 田畑⁽¹⁰⁾, Morganstern⁽¹¹⁾ らによって詳細がまとめられている。一方、この方法に関する最も重要な研究課題である塗料の硬化線量および線量率依存性について ズル・ザル は分率の測定から塗膜の硬化度を求めた報告⁽⁷⁾,⁽¹²⁾ はいくつか見られるが、塗膜物性に主体を置いた研究例はほとんど報告されていない。

すでに述べたように電子線硬化用塗料としてはポリマモノマ系からなる橋かけ高分子が一般的に用いられる。橋かけ高分子が示す性質は、形成される網目構造のいかんによって顕著な影響を受けることが知られている^{(13)~(15)}。電子線硬化法で得られる塗膜は (触媒の存在下で加熱する) 従来法にくらべ三次元化速度が著しく速くまた高い活性種濃度下で硬化反応が行なわれるなどの事情により、形成される網目構造に変化が生じる可能性がある。実用性質と合わせて、電子線硬化物の特長づけを行なう必要がある。

この論文では 2 章において当社製照射装置の概略とビーム特性・評価法について述べる。3 章では電子線硬化塗膜の Characterization を目的としモデル塗料を用い、力学的性質の変化を調べる。4 章では電子線用塗料が現在どのようなレベルに位置づけられるか、およ

び開発の方向等について報告する。

2. 電子線照射器と線量

実験に用いた 300~350 keV 級の電子線照射器については、別に本誌に報告するので詳しくはそれをご参照願いたい⁽¹⁰⁾。ここでは電子線による塗膜硬化に関連した電子線照射器の概要と照射電子線の線量、線量率について記す。

図 2.1 に装置の外観、図 2.2 に構成のブロック図を示す。電子線を加速する直流高電圧は線形陽子加速器・前段加速器の CW 形直流高電圧発生器を流用しているためオープン形であるが、これは近々密閉形で電流容量の高い電源にかえられることになっている。電子銃で発生した電子は加速管で高いエネルギーまで加速され、電子線取出し窓より大気中にとりだされて物質を照射する。真空中で高い密度をもった電子ビームをそのまま空気中にとりだすと、局部的な発熱により電子線取出し窓が破壊されるので、ビームを広げて電子線取出し窓を通過させる。

電子線取出し窓は広さ 1,000×40 mm で 30 μ 厚のチタニウムはく(箔)でできており、電子線通過時の発熱は強制空冷であり除かれて



図 2.1 電子線照射器
Electron accelerator.

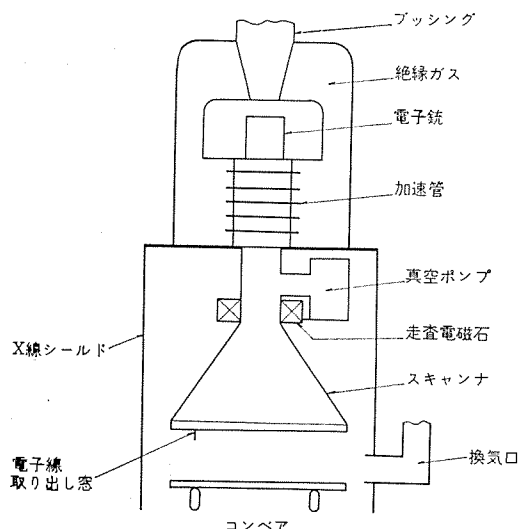


図 2.2 電子線照射器 ブロック図
Block diagram.

いる。電子線取出し窓より下方 7 cm の所をコンベアが走っており、これを 10~15 mm 厚の鉛板で囲んで電子線が物質に当たったとき発生する制動 X 線をしゃへいしている。また空気中で電子線のエネルギーが失われるときに大量のオゾンが発生するが、これは衛生上からも被照射物の反応上からも有害であってできるだけ取り除かねばならない。このため大形の換気扇でシールド内の空気を屋外に排気している。制御盤は別室にあり、すべての操作を集中して行なえる。コンベアに乗った試料は工業テレビで監視できるようになっている。

電子線電流の最大値は 15 mA (直流高電圧の電源容量に制約されており電源更新とともに増加する)、コンベア速度は 1 m/min から 10 m/min まで可変である。

電子線を照射したとき物質に与えられるエネルギーを吸収線量といい、rad という量 (radiation absorbed dose の略) で表わされ、物質 1 g あたり 100 erg のエネルギーを吸収したときに 1 rad と定義されている。いま照射電子線が図 2.3 のように a cm × l cm の均等な広がりをもつと仮定し、コンベア速度を v cm/s、物質に入射するときの電子線の平均エネルギーを V (keV)、電子線電流を I (mA) として、物質 (密度 ρ g/cm³) 表面層 (厚さ t cm、塗膜等の薄膜を考慮 100 μ 程度とする) での単位時間あたりの線量すなわち線量率 DR は

$$DR = k \cdot \frac{V \cdot I}{a \cdot l \cdot \rho \cdot t} \times 10^5 (\text{rad/s}) \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

で与えられる。ここで k は物質入射面でのエネルギーのうち、厚み t で失われる電子線エネルギーの割合を示している。またコンベアに乗せた物質が電子線取出し窓の下を 1 回通過するごとに受ける線量は、

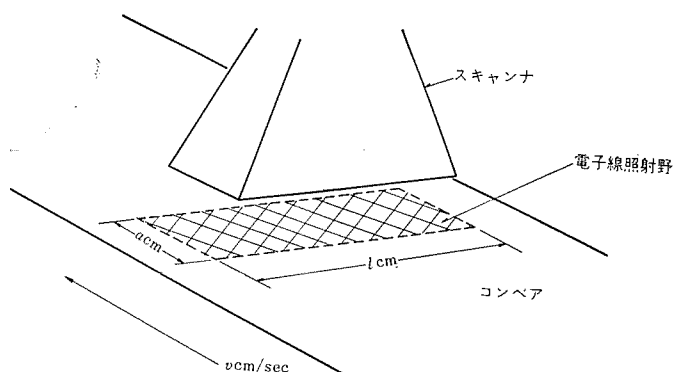


図 2.3 電子線照射野
Irradiation area.

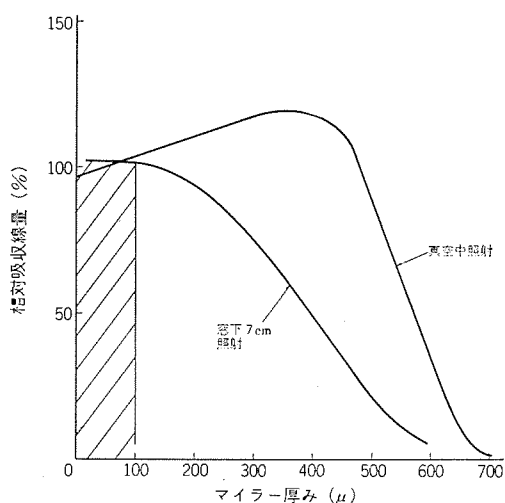


図 2.4 吸収曲線
Depth-dose curve.

$$D = k \cdot \frac{V \cdot I}{v \cdot l \cdot \rho \cdot t} \times 10^5 (\text{rad/pass}) \dots \dots \dots (2.2)$$

である。

ところで加速された電子線が真空中にあるときは、シャープなエネルギー分布をもつが、空気中に取り出された電子線は、電子線取出し窓や空気層による吸収や散乱の結果、全般的にエネルギーが下がり相当広いエネルギー分布をもつ。これは 1 MeV 以上の高いエネルギーの電子線ではあまり顕著でないが、それ以下のエネルギー領域では確認されている。このような電子線の物質中での吸収がどのようになるかについて確かな理論がない。

そこでわれわれは、現在のところ比較的信頼性の高い線量測定法といわれるマイラー法⁽¹⁷⁾で、窓下 7 cm の所での吸収曲線(depth-dose 曲線)、および真空中での吸収曲線を測定し、この結果より線量および線量率を求めた。図 2.4 に吸収曲線を示す。 $t=100 \mu$ では、この図より $k \approx 0.2$ が得られる。また真空中の吸収曲線との比較より、空気中の電子線の平均エネルギー V は加速エネルギー ($V_0=300 \text{ keV}$) の約 75 % で 225 keV と予想される。したがって式 (2.2) は、マイラーの比重が 1.4 g/cm^3 だから、

$$\begin{aligned} D &\approx 0.2 \times \frac{225 \times I}{1.4 \times 0.01 \times l \times v} \times 10^5 (\text{rad/pass}) \\ &= 3.2 \times \frac{I}{l \times v} \times 10^8 (\text{rad/pass}) \dots \dots \dots (2.3) \end{aligned}$$

となる。通常本装置は走査角 40° で運転され、窓下 7 cm の照射野は $75 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ である。また加速管内電流 I_0 と照射電子線電流 I はおおむね $I/I_0 \sim 0.6$ であるので、コンベア速度を $v_m \text{ m/min}$ と表示しなおせば、線量は

$$D \approx 1.5 \times \frac{I_0}{v_m} (\text{Mrad/pass}) \dots \dots \dots (2.4)$$

となり、このとき線量率は

$$DR \approx 0.31 I_0 (\text{Mrad/s}) \dots \dots \dots (2.5)$$

で与えられる。図 2.5 に式 (2.4) にもとづく加速電流、コンベア速度と線量の関係を示す。

以上のように得られた線量と線量率は各種の実験データに裏付けられているが、かならずしも正確なものと言いがたい。その原因は、

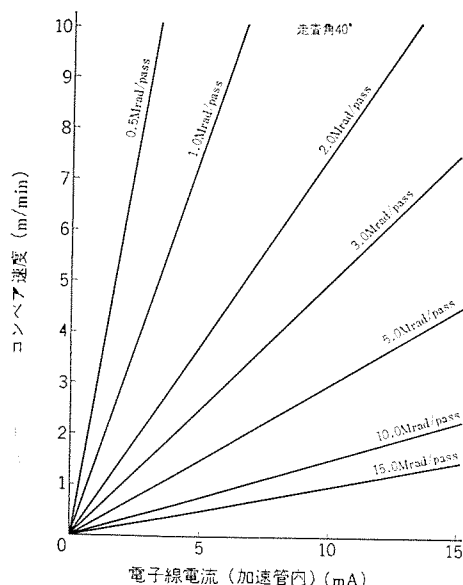


図 2.5 線量計算図
Dose chart.

空気中に照射された電子線、測定の誤差が大きいこと、マイラー法による線量測定が吸収した電子線によって起こった化学変化を捕えたもので、吸収量と化学変化が 1 対 1 に対応するかどうか不明確であること、300 keV と 225 keV のエネルギー差による化学変化の違いを無条件で無視したことなどにある。

しかし現状では、“照射”を規定する量として一応満足すべきであると考えてマイラー以外の物質にも上記の式を適用している。

3. 電子線硬化塗膜の Characterization

すでに 1 章で述べたように電子線硬化法は触媒の存在下で加熱する従来法と異なり、放射線の持つ膨大なエネルギーを利用し塗膜の迅速硬化を行なうものであり、形成される網目構造には顕著な差異が生じる可能性がある。この章では塗膜の硬化方式および硬化条件の違いが、橋かけ高分子の力学的性質にどのように反映されるかという問題について不飽和ポリエステルを対象として調べる。

3.1 硬化試料の系列

不飽和ポリエステルは表 3.1 に示した配合でプロピレングリコール (PG)、コハク酸 (SA)、フマル酸 (FA) から FA 量を変えることで不飽和基濃度の異なる同族体を合成したビニルモノマーに溶解した。表 3.2 に硬化試料の系列と硬化条件を示した。電子線硬化塗膜 (以下 EBC と記号づける) は、シロップを $\sim 100 \mu$ の厚さにブリキ板上に塗布し、セロハン ($\sim 20 \mu$) でおおい空気をシャ断した条件で電子線照射して得た。用いた線源は 2 章で述べた当社製 CW 形電子線加速器で、加速電圧は 320 keV で行なった。

EBC 塗膜は、一定の線量率下で総線量を変えた系列 (TD 系列) と総線量は一定にし、線量率を変えた系列 (DR 系列) を用意した。加熱法による硬化塗膜 (CH 系) は重合開始剤として、過酸化ベンゾイル (BPO) を 0.25 % 添加したシロップをガラス板間にはさみこんで加熱硬化して得た。

表 3.1 試料の組成
Composition of sample.

プレポリマー (mol)				ビニルモノマー (%)		記号
no.	PG	SA	FA	St	St/MMA	
2	1.0	0.4	0.6	25	—	2-25 S
				35	—	35 S
				45	—	45 S
3	1.0	0.6	0.4	25	—	3-25 S
				35	—	35 S
				—	35	35 S/M
4	1.0	0.8	0.2	25	—	4-25 S

St/MMA=1/1 (wt)

表 3.2 硬化物の系列
Series of cured films.

系 列		硬 化 条 件	
電子線硬化 (EBC)	線 量 (TD 系列)	Total dose 3 Mrad 5 10	} at 0.15 Mrad/s
	線 量 率 (DR 系列)	Dose rate 0.01 Mrad/s 0.10	
加 熱 硬 化 (CH 系列)		B. P. O 0.5 %, 80°C 5h+150°C 5h	

3.2 力学的性質

3.2.1 硬化線量

不飽和基濃度の異なる3種のプレポリマモノマ系に対する硬化線量の影響を図3.1に示した。同一線量における比較は橋かけ高分子に見られる一般的な挙動で網目密度の効果が明らかである⁽¹⁵⁾。

同一プレポリマモノマ系については線量とともにゴム弾性率(E_2')が高くなり、 $\tan \delta$ の極大値($\tan \delta_m$)は低くなる傾向を示すが、 $\tan \delta_m$ を示す温度(T_m)にはほとんど変化が認められない。またCH硬化物はEBC硬化物より E_2' が高く、 $\tan \delta_m$ は小さい傾向がある。ここで見られたように、 T_m に変化がなく E_2' が変化するという特長的な粘弾性挙動は、以前に報告した橋かけ高分子の網目構造にからみ合い結合に基づくトポロジカルな改変を導入した場合に示された挙動⁽¹³⁾と一致した傾向を示す。そこでは、からみ合い結合の寄与はゴム弾性率(化学的橋かけ結合+からみ合い結合)の増加に効果を示し、ガラス転移温度には大きな影響を与えないことが推定された。

図3.1で示された傾向は、硬化方式の違い(CHとEBC)あるいはTD系でも線量によって網目構造に主としてトポロジカルな変化が導入されているのではないかと想像される。ここで用いたEBC硬化物は完全硬化したものであって、モノマ残存などの不完全硬化ではない。このことはEBC硬化物を熱処理しても粘弾性にはまったく差が認められなかったことから確かめられる。

3.2.2 モノマ量

プレポリマ/モノマ比でモノマ量が多くなると硬化性が低下し、完全硬化させるには高線量を必要とする傾向が認められている⁽⁷⁾。事実、われわれの試料でもスチレン量が多く低線量硬化の場合には、粘弾性分散の形が少し変化し、転移温度近辺で分散の強度が大きくなり微量の未反応物質が存在すると考えられる。しかしながらスチレン量が多くても線量を10 Mradにすれば完全硬化に至る。

図3.2にスチレン量を変えた場合のEBC硬化物(10 Mrad)とCH硬化物の粘弾性を示した。ここでも同一プレポリマモノマ系では、図3.1で認められたと同じ傾向(すなわちCH硬化系のほうが E_2' が高く $\tan \delta_m$ は低い)が保たれている。一方CH硬化系ではスチレン量がふえれば E_2' は低下し $\tan \delta_m$ は高くなる傾向が認められる。このことはスチレン量が増加すると系全体としての網目密度が減少するためであって、橋かけ高分子が示す一般的な粘弾性挙動である。ところがEBC硬化系ではスチレン量が増加すると逆に E_2' が高くなり、 $\tan \delta_m$ はスチレン量によって変化しないという興味ある挙動を示す。そしてスチレンが増加すると、それが少ない場合と比較して粘弾性に現われたCH硬化物とEBC硬化物の差は小さくなる傾向が見られる。

このように、CH硬化物とEBC硬化物の粘弾性がモノマ量の少ない場合に差が大きく、モノマ量が多くなると差が小さくなるという原因については現時点では明らかにすることはできないが、硬化方式の違いはモノ量が多くなると網目のトポロジには差が少なくなることを推定させる。

3.2.3 線量率効果

硬化塗膜がある定められた硬化線量で満足すべき性能を示す場合、処理能率の向上面からは高線量率下で硬化させるのが得策である。しかしながら、電子線用塗料の多くはかなり顕著な線量率依存性を示すものが多い。塗膜の硬化度をゲル分率から判定した研究^{(6), (12)}例を図3.3~3.4に示した。これらの例からわかるように、硬化

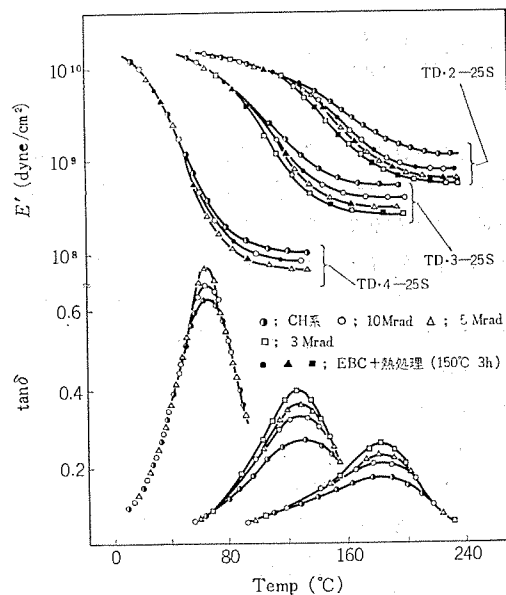


図3.1 硬化線量の効果 (110 Hz)
Effect of total doses on viscoelastic dispersions for some polyesters (110 Hz).

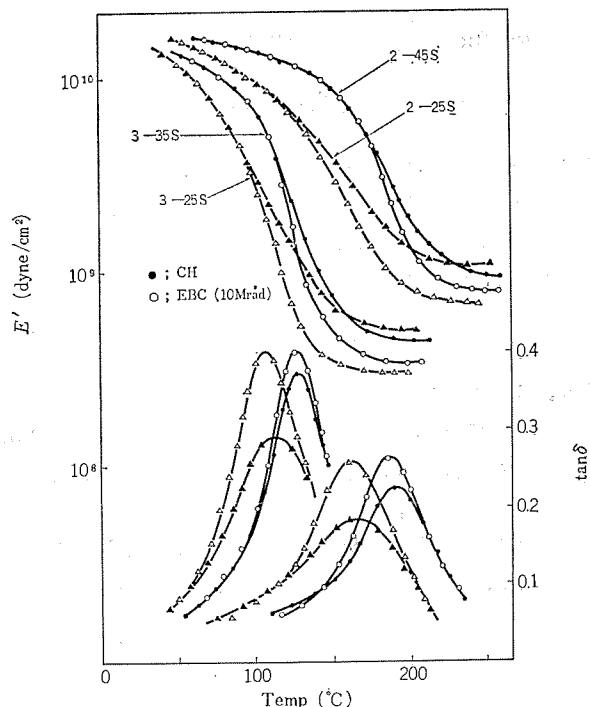


図3.2 モノマ量の効果 (110 Hz)
Effect of monomer content on viscoelastic dispersion for some polyesters (110 Hz).

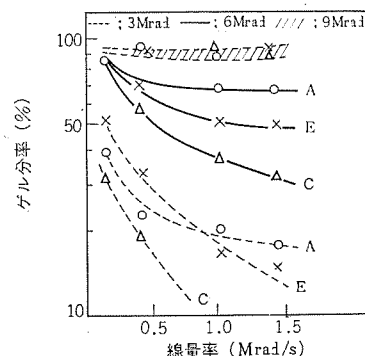


図3.3 線量率とゲル分率⁽¹²⁾
Relation between dose rate and gel fraction for styrene/polyester mixtures⁽¹²⁾.

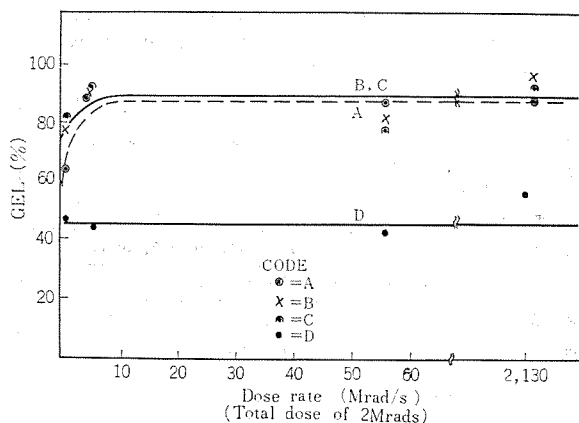


図 3.4 線量率とゲル分率⁽⁵⁾
Gel content vs. dose rate for selected radiation sensitive systems⁽⁵⁾

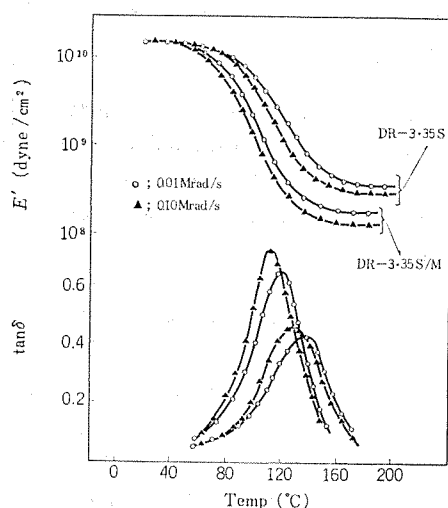


図 3.5 線量率の効果 (110 Hz)
Effect of dose rate on viscoelastic dispersion for some polyesters.

度の線量率依存性は総線量および塗料組成によって著しく変化することが明らかである。すなわち図 3.3⁽¹²⁾に示されているように硬化線量が低い場合には線量率によって硬化度が大きく変化するが、高線量になるとほとんど線量率効果は認められなくなる。図 3.4⁽⁵⁾では硬化線量が 2 Mrad であっても、塗料組成によっては明らかに線量率依存性を改変させうることを示している。

図 3.5 に硬化線量は一定で線量率を変えた場合 (DR 系列) の粘弾性を示した。測定試料は完全硬化していることを確かめてある。

図 3.5 からわかるように、線量率が高くなるとゴム弾性率 (E_2') は低下し $\tan \delta_m$ は高くなる傾向を示す。 T_m はわずかに低温側に移行するが、その移動量はそれほど大きくはない。全体の傾向としては、線量率の変化は線量を変えた場合 (TD 系列) に見られたと同様の粘弾性挙動を示すものと考えられる。

3.3 Characterization

すでに述べたように、硬化方式の違いは塗膜の粘弾性に特長的な挙動を反映し、形成された網目構造には主としてトポロジカルな改変が導入されていることを推定した。同様のことが電子線硬化において線量および線量率を変えた場合にも認められた。固体状態にある高分子には分子鎖のからみ合いが存在し、これは凝架橋点として作用することが知られている。特に橋かけ高分子の場合には、このよ

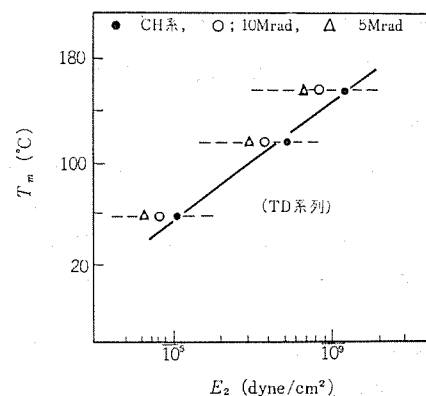


図 3.6 転移温度と架橋度の関係 (110 Hz)
Relation between transition temperature and crosslinked density.

うなからみ合いは化学的橋かけ点にはさまれて存在し、トラップされた状態となり化学的橋かけ点と同等の効果を反映するようになる。この場合 ゴム弾性率に顕著な影響を与え、図 3.1 に示されたような粘弾性挙動を示す。

粘弾性温度分散から得られるいま一つの情報として分散の起きる温度位置がある。以前に高分子のガラス転移温度におよぼす橋かけ密度の効果の考察から、 $\tan \delta_m$ を与える温度 (T_m) と ゴム弾性率 (E_2') の間に式 (3.1) の関係を導き、この関係は多種類の高分子によく成立することが確かめられた⁽¹⁴⁾。

$$T_m = K_1 l_n K_2 E_2' \quad (3.1)$$

$$K_1 = a / \Delta \alpha \cdot (1 - \beta)$$

$$K_2 = 1 / \rho_0 \cdot \exp(T_{m0} / K_1)$$

ここで a は橋かけによる自由体積の減少に関係した値、 $\Delta \alpha$ は転移点上下での熱膨張係数の差、 β は網目鎖長に沿った束縛の集中度を表わす。 ρ_0 は分子鎖のからみ合いの程度を示す値であり、 T_{m0} は相当する無限大分子量の線状高分子の $\tan \delta_m$ を示す温度である。

図 3.1 の結果から T_m と $\log E_2'$ のプロットをつくると図 3.6 のようになり、式 (3.1) から期待される直線関係は電子線硬化系 (EB C)、加熱硬化系 (CH) とともに満足するが、EBC 系は図中の点線で示したような傾向を有する。EBC、CH 系ともに K_1 値は大体等しいが K_2 値は CH 系のほうが小さくなる。現在の系では、 T_{m0} は両系では等しいと考えられるから、 K_2 値は ρ_0 すなわちからみ合いの数の大小に関係があると推定される。したがって CH 硬化物は EBC 硬化物よりからみ合いの数が大きくなるものと考えられる。

K_1 値は β に依存するが、からみ合いの効果は、転移温度では長い緩和時間の分子鎖の再配列運動には大きな影響を与えないと考え、CH と EBC 硬化物の β は同程度となって K_1 値は等しくなる。加熱硬化塗膜と電子線硬化塗膜の粘弾性に表われた差は、前者のほうが本質的にからみ合い結合を多く含有した網目構造体を形成するのではないかと想像される。

加熱硬化の場合には熱エネルギーは反応系全体に等しく供給され、その分配されたエネルギーが活性化に必要な量であれば反応は順調に進行する。これに対し電子線硬化では、加速電子の持つエネルギーは膨大であっても、入射した電子の数に相当する分子しかエネルギーの供給を受けず、反応は大きなエネルギーの供給を受けた局所的な部分を出発点として拡大化していくと考えられる。反応機構は同一であって (ラジカルも反応) このような事情は形成される網目構造、とくに網目のトポロジーに差を生じせしめるであろう。その程度はそれぞ

れの場合に応じて変化するものと考えられる。

4. 電子線硬化用塗料の実際

4.1 基本的考え方⁽⁹⁾

不飽和ポリエステルはラジカル重合反応で硬化し、電子線塗料の基本形の一つである。通常、アルキッド、アミノアルキッド、エポキシ、アクリル等の熱硬化性塗料に電子線を照射しても本質的な硬化皮膜を得ることはできない。したがって電子線で硬化する塗料としては特別な formulation が必要である。

高分子の熱硬化反応における活性化エネルギーは一般に数 10 kcal/mol である。加熱硬化の場合には物質 1 mol をとれば、分子全体に熱エネルギーは供給され、通常 100～150℃ に温度を上げれば分子は平均して約 1 eV (23 kcal/mol) 程度のエネルギーを受け、活性化エネルギーを十分満たす。これに対し電子線硬化では加速電圧が 330 keV であれば、個々の電子は 7.6×10^6 kcal/mol という大きなエネルギーレベルにあるが(利用効率が 100% であっても)、入射した電子の数に相当する数の分子にエネルギーが与えられるにすぎない。

かりに電流密度が 10 mA であれば電子数は 4×10^{16} 個/秒 (6.6×10^{-8} mol/秒) となり、1 秒間照射してそのエネルギーを分子全体に均等分配したとすれば 2.18×10^{-2} eV (約 0.5 kcal/mol) にしかならない。このことは電子線硬化では、加熱硬化とエネルギーの与えかたがまったく異質であり、反応系の局所的な部分に集中してエネルギーを与え、全分子に平均化すればたいした量にならないことを意味する。したがって熱硬化のような反応は通常起こらないと考えるべきである。

電子線硬化反応の起こる条件としては、局所的に集中したエネルギーを容易に反応系に拡大するような(連鎖)反応であること、そして分子成長反応が通常のそれより低活性化エネルギーで行なわれるなどを実現してやる必要がある。

このような観点に立てば、ラジカル反応が最も一般的であると考えられる。電子線硬化用塗料としては硬化反応性、作業性等の実用面および塗膜性能面から、現在不飽和プレポリマ/モノマ混合物が主流となっている。この場合プレポリマおよびモノマの G 値によって硬化性は顕著な影響を受ける。一般的には G 値の大きいものが硬化性は良好である。G 値が大きくてもプレポリマ、モノマの分子構造によっては誘発されたラジカルはトラップされたり、立体障害のために拡散運動が妨害されたりする可能性があり硬化反応に寄与しない場合がある。すぐれた硬化性と塗膜物性を有する電子線硬化用塗料を短期の内に開発する、あるいは性能向上を目指すには、高分子物性および合成法等の知識を総合的に導入する必要があると考えられる。

次に現在入手し得る電子線硬化塗料の性能について述べる。

4.2 不飽和ポリエステル系

不飽和ポリエステルは多価の不飽和有機酸とグリコールとの縮合によって得られ、これを重合性モノマに溶解し塗料とする。不飽和酸としては無水マレイン酸、フマル酸が用いられる。塗膜の性質は飽和二塩基酸とグリコールの組合わせによって広範囲に変化させる。またモノマの種類・量によっても行なわれるが、電子線硬化ではモノマ量は硬化性に顕著な影響をおよぼすので最適値を見出す必要がある。表 4.1 に電子線硬化用不飽和ポリエステル硬化線量と二、三の性質を示した。硬化には大体 2～6 Mrad の線量が必要である。ここで示したものはすべて空乾タイプのものである。電子線硬化に興味のある点は、基材に対する付着性がすぐれていることである。加熱法

表 4.1 電子線硬化不飽和ポリエステル塗料の諸性質
Various properties of unsaturated polyesters designed for radiation sensitive systems.

種 類	A			B			C			D		
線 量 (Mrad)	1	2	4	3	4	6	2	4	6	3	6	9
電 流 (mA) at 300 keV	0.26			0.26			0.26			10		
表 面 乾 燥 性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
基 盤 目 (X/100)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	60
エリクセン (mm)	6	2	2	6	5	7	6	3	2	5	8	3
衝 撃 テ ス ト	○	×	×	○	○	○	△	△	△	—	—	—
膜 厚 (μ)	20～25			20～25			20～25			30～40		

(すべて空気中で照射)

表 4.2 電子線硬化エポキシ系塗料の諸性質
Various properties of modified epoxies designed for radiation sensitive systems.

種 類	E			F			G			H		
線 量 (Mrad)	1.5	3	6	2	4	6	3	6	9	3	6	9
電 流 (mA) at 300 keV	10			0.26			2			2		
表 面 乾 燥 性	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鉛 筆 硬 度	H	3H	3H	—	—	—	HB	HB	H	H	H	2H
基 盤 目 (X/100)	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	96	84
エリクセン (mm)	<1	<1	<1	<7	>7	>7	>8	>8	>8	8	7	6
膜 厚 (μ)	30～40			30～40			40～50			40～50		

(すべて空気中で照射)

にくらべ硬化収縮、残留応力が少なく接着力が向上するものと考えられる。

不飽和ポリエステルは屋内用木工関係には有望であろう。この場合、素材との間にグラフト反応による複合が起こり、性能のすぐれた新材料としての利用が行なわれるようになるであろう。

現在、屋内木工用としては、数品種の電子線塗料ができあがりつつあるものと想像される。残された問題点としては、木材の種類と質(産地、生産時季)によって仕上がり変動があること、印刷と塗装の一体化など応用技術の確立がある。

4.3 エポキシ系

エポキシ系塗料は耐水・薬品性および密着性が特にすぐれ、金属用塗料として広く利用されている。従来の焼付形エポキシ塗料には、(a)アミン硬化エポキシ塗料と(b)脂肪酸変性エポキシ塗料がある。これらの塗料に用いられるエポキシ樹脂は、特殊な場合を除き大部分はビスフェノール形エポキシである。

電子線硬化用エポキシ塗料の開発は塗料タイプとしては(b)に属し各種の変性方法を導入する方向にある。

表 4.2 に電子線硬化エポキシ塗料の硬化線量と諸性質を示した。硬化性に重点を置くと塗料構成としては橋かけ密度が高くなり、付着性および屈曲性等の機械的性質が低下してくる。現在のところ塗膜性能に主体を置くと 3～6 Mrad の硬化線量を必要とするものが多い。一方、金属用塗料としては各種の環境における性能の長期的安定性が重要な問題となる。これらのデータの蓄積が急務である。

4.4 アクリル系

熱硬化形アクリル塗料は硬度が高く、耐候性にすぐれしかも色相・光沢は他の塗料の追従を許さない。熱硬化形アクリルの硬化機構はアクリルポリマ中に導入された官能基(—COOH, —OH, —NH₂, —C—C—
| |
O O 等)の縮合、付加反応で橋かけが起こる。

電子線硬化用としては、熱硬化形の逆の合成法でプレポリマを作れ

表 4.3 電子線硬化 アクリル 系塗料の諸性質
Various properties of acrylic polymers designed
for radiation sensitive systems.

種 類	I			J						K*		
線 量 (Mrad)	3	6	9	1	2	3	6	0.25	0.5	1		
電 流 (mA) at 300 keV	10			6	6	8	2	4	6	2	2	
表 面 乾 燥 性	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	◎
鉛 筆 硬 度	F	H	H	B	HB	B	HB	HB	HB	2H	—	3H
基 盤 目 (X/100)	80	50	80	100	100	100	100	100	100	100	—	>90
エリクセン (mm)	>7	>7	>7	>8	>8	>8	>8	>8	>8	>8	—	7
膜 厚 (μ)	20~35			40~50						—		

(* N₂ gas 中, 他は空气中で照射)

ばよい。すなわち硬化はラジカル反応によるビニル架橋で行なわれる。表 4.3 に電子線硬化アクリル塗料の硬化線量と諸性質を示した。高線量率下で1~2 Mrad の線量で硬化し、機械的物性も良好なものが多い。この場合、酸素の存在は硬化性に興味ある影響をもたらす。たとえば K は空気中では総線量 3 Mrad でも硬化しないが、不活性ガス中において照射すれば 0.25 Mrad でも事実上硬化塗膜が得られる。これとは反対に J では空气中で照射したほうが硬化性が良い。この場合、照射実験はモノマ蒸発などの影響のない条件で行なったものであり、塗料の formulation によっては酸素の硬化性に対する妨害作用を排除し、逆に利用しうることも可能と考えられる。

電子線硬化用塗料としてアクリル系は硬化性、塗膜性能等にかなり良好なものが存在し、塗料の基本構成は大体確立してきたと考えられる。現用のアミノアルキッドや熱硬化アクリルと塗膜性能を比較した場合、いま一步改善の余地があるようである。一方、素材に対する付着性は現用塗料を上まわる可能性を示す。

塗膜性能のバランスおよび特定目的に対する性能調節のために部分的改善策を施せば、比較的早い時期に高性能・高信頼性の電子線硬化用塗料を手にすることができる段階にあると考えられる。

5. む す び

最近、注目の大きい電子線塗膜硬化法について、この技術の特長および照射装置に関して簡単に紹介し、硬化塗膜の力学的性質、電子線用塗料の現状に焦点をあわせて考察した。諸外国の動向や電子

線の作用、反応のメカニズム等については割愛した。電子線で硬化した塗膜はその網目構造に特長的な変化が認められた。実用性質との関連において今後調べてゆくつもりである。この技術の成功のかぎはすぐれた塗料を手にあることにありといっても過言ではないであろう。

この意味から、塗料開発においては、とくに高分子物性に関する知識を広く導入することが今後の開発テンポを早める上で重要と考えられる。一方、加速器・照射工学の開発ならびに各種の付帯技術の確立化も強力に遂行されなければならないと考えられる。

参 考 文 献

- (1) W. Deninger, M. Patheiger : J. Oil Col. Chem. Assoc., 52, 930 (1969)
- (2) W. H. T. Davison : ibid. 52, 946 (1969)
- (3) A. R. H. Tawn : ibid. 51, 782 (1968)
- (4) W. Vanderbie et al : Paint and Varnish Production, March, 39 (1969)
- (5) T. J. Miranda et al : J. Paint Tech., 41, 119 (1969)
- (6) N. H. Frick et al : I. E. C., 61, 60 (1969)
- (7) A. S. Hoffman, D. E. Smith : Modern Plastics, June (1966)
- (8) C. & E. N Feb. 20, 48 (1967)
- (9) 上池 : 塗装と塗料, [176] 37 (昭-44)
- (10) 田畑, 荒木 : 工業技術ライブラリ 12 (放射線加工) 日刊工業新聞, 昭 44
- (11) K. H. Morganstern : Paint and Vanish Production, June, 67 (1967)
- (12) 上池, 高橋, 影山 : 色材 42, 9 (昭-44)
- (13) 柴山, 鈴木 : 高化, 23, 24 (昭-41)
- (14) 柴山 : 高化 18, 183 (昭-36), 19, 219 (昭-37)
- (15) K. Shibayama, Y. Suzuki : J. Polymer Sci., A 3, 2,637 (1965)
- (16) 永井, 上田, 広, 朝木 : 三菱電機技報 掲載予定
- (17) 大島, 田中 : 応用物理 36, No. 7, 515~520

正 誤

前号第 44 巻 5 号で、題目：新形大容量 SF₆ ガス シャ断器 SFH シリーズ (執筆：富永、森岡、大野、山内) の中に、誤記がありましたので下記のように訂正いたします。

記

638 ページの図 3.4 と
639 ページの図 3.5 を } 図面のみ入れ換えます。

最近の表示線保護継電装置

高田 信治*・菅井 英介*・下迫 賀生*・西浜 忠*

The Latest Pilot Wire Relaying Scheme

Kobe Works Nobuharu TAKATA・Hidesuke SUGAI・Yoshio SHIMOSAKO・Tadashi NISHIHAMA

As the electric power system in large cities expands, short distance transmission lines increase. In consequence the application system of pilot wire relays increases and expectation on these relays becomes larger. To cope with this situation, studies have been made on : (1) equivalent circuits of pilot wires, (2) change of the extension of the pilot wires and their transmission characteristics, (3) a statical circuit system of ratio differential relays (4) a supervisory circuit system, and (5) design of withstanding voltage with insulation transformers.

As a result, long distance grounding pilot wire relay scheme of high sensitiveness and low burden have been brought to completion. This article deals with their outlines.

1. ま え が き

大都市の電力系統拡大にともない、表示線継電器の適用系統が増し、したがって表示線継電器に対する期待が大きくなってきた。

このような情勢のもとに、表示線継電器の性能向上が要望されることになり、特に

- (1) 地絡表示線継電器の感度向上
- (2) 地絡表示線継電器の低負担化
- (3) 表示線継電器の長距離化

が要望されるようになった。今回これらの点を満足した地絡表示線継電装置を開発したので、その概要を

- (1) 表示線の等価回路
- (2) 表示線こう(亘)長変化と伝送特性
- (3) 比率差動継電器の静止形回路方式
- (4) 表示線監視方式
- (5) 絶縁トランスの耐圧設計

等を中心に述べ、合わせてテストデータについても発表する。

2. 表示線の等価回路⁽¹⁾

2.1 基本式

表示線分布回路を等価 π 回路回路に置きかえ、4端子定数を用いて解析する。

図2.1は4端子定数の基本回路で、A, B, C, Dを4端子定数とするとき、両端の電圧 E_1, E_2 、電流 I_1, I_2 の間には、次の式が成立する。

$$\begin{cases} E_1 = AE_2 + BI_2 \\ I_1 = CE_2 + DI_2 \end{cases} \quad (2.1)$$

4端子定数で表現された回路を π 回路に置換えれば、図2.2の

ようになる。したがって以下では表示線の分布回路を計算して、式(2.1)の定数A, Bを求め、次の値を計算すればよい。

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= B \\ \beta &= \frac{B}{A-1} \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

図2.3は分布回路の電圧・電流を示すもので、それぞれの変化分に着目すれば、

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial e}{\partial x} &= Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} \\ -\frac{\partial i}{\partial x} &= Ge + C \frac{\partial e}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

ここにR, L, G, Cは単位長当たりの抵抗、リアクタンス、コンダクタンス、キャパシタンスである。

$$\left. \begin{aligned} e &= E \cdot e^{j\omega t} \\ i &= I \cdot e^{j\omega t} \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

とおき、式(2.4)を式(2.3)に代入して

$$\left. \begin{aligned} \frac{dE}{dx} &= -Z \cdot I \\ \frac{dI}{dx} &= -Y \cdot E \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} Z &= R + j\omega L \\ Y &= G + j\omega C \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

式(2.5)を解いて

$$\left. \begin{aligned} E &= A_1 \cdot e^{-\gamma x} + A_2 \cdot e^{\gamma x} \\ I &= \frac{1}{Z_0} \{ A_1 \cdot e^{-\gamma x} - A_2 \cdot e^{\gamma x} \} \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

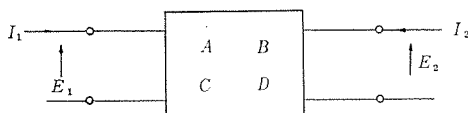


図 2.1 基本回路
Basic circuit.

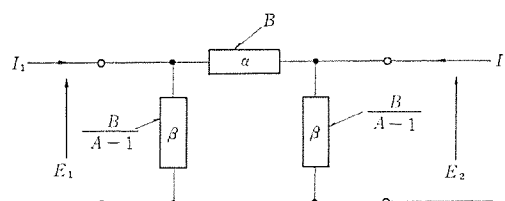


図 2.2 π 等価回路
Type π equivalent circuit.

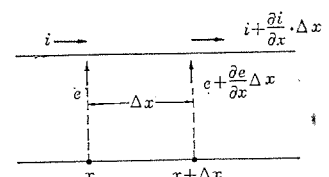


図 2.3 分布回路
Distribution circuit.

ここに

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= \sqrt{ZY} = \alpha + j\beta \text{ (伝ば定数)} \\ Z_0 &= \sqrt{\frac{Z}{Y}} \text{ (特性インピーダンス)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.8)$$

式(2.7)の定数 A_1, A_2 を図 2.4 の境界条件に合うように決定する。

式(2.7)で $x=l$ のとき, E, I は E_2, I_2 となるから,

$$\left. \begin{aligned} E_2 &= A_1 e^{-\gamma l} + A_2 e^{\gamma l} = Z_R I_2 \\ Z_0 I_2 &= A_1 e^{-\gamma l} - A_2 e^{\gamma l} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\therefore \left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{Z_0 + Z_R}{2} \cdot I_2 \cdot e^{\gamma l} \\ A_2 &= \frac{Z_0 - Z_R}{2} \cdot I_2 \cdot e^{-\gamma l} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.10)$$

式(2.10)を式(2.7)に代入し, $x=0$ とおけば E, I はそれぞれ E_1, I_1 となり, $E_2 = Z_R \cdot I_2$ を考えると次の式となる。

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= E_2 \operatorname{ch} \gamma l + I_2 Z_0 \operatorname{sh} \gamma l \\ I_1 &= E_2 \frac{1}{Z_0} \operatorname{sh} \gamma l + I_2 \operatorname{ch} \gamma l \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.11)$$

式(2.11)と式(2.1)を考慮し, 式(2.2)を計算すれば, 次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= B = Z_0 \operatorname{sh} \gamma l \\ \beta &= \frac{B}{A-1} = Z_0 \coth \frac{\gamma l}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.12)$$

したがって表示線の等価 π 回路の基本式は, 式(2.12)となり図 2.5 がこれを示す。

2.2 計算例

表示線の代表例として 0.9 ϕ 銅線を考えると, 往復定数で

$$\left. \begin{aligned} Z &= 2R, \quad R = 29 \, \Omega \\ Y &= j\omega C, \quad C = 0.06 \, \mu\text{F} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.13)$$

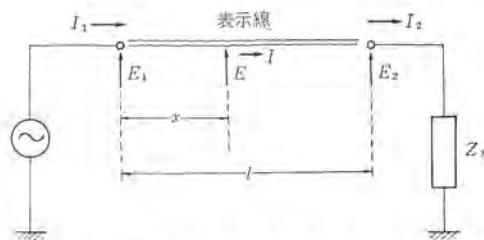


図 2.4 境界条件
Boundary conditions of pilot-wire.

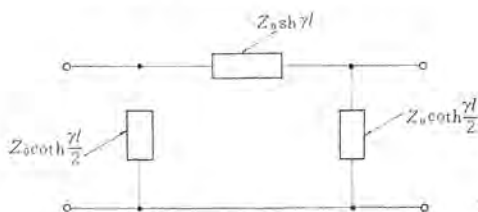


図 2.5 表示線の π 等価回路
Type π equivalent circuit of pilot-wire.

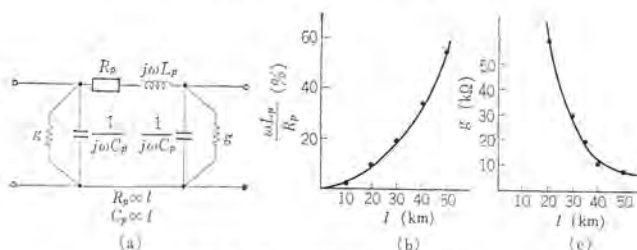


図 2.6 0.9 ϕ の計算例
Example of 0.9 ϕ pilot-wire.

したがって式(2.8)より L と g を無視している

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= 0.037 e^{j\frac{\pi}{4}} \\ Z_0 &= 1,600 e^{-j\frac{\pi}{4}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.14)$$

(60 Hz とした)

この定数を使って式(2.12)を計算すれば図 2.6 が得られる。

2.3 考察

以上は 0.9 ϕ の表示線を例にとり, 等価 π 回路を検討したが, 表示線継電器における表示線の扱いについて, 次のように言える。

- (1) 表示線の等価回路 π を考えるときには, 抵抗 R_P と直列に入るリアクタンス L_P , 容量 C_P と並列に入る g を考える必要がある。
- (2) こう長が 20 km 程度なら誤差は L_P によりきまり, 30~40 km になると g の影響が著しく現われてくる。リレーと組合わせた場合, 絶縁トランス ITr の昇圧比が大きいくほど, g の影響は大きくなる。
- (3) $g = \infty, L_P = 0$ と考えて, $\pm 5\%$ 以内の誤差範囲となるワイヤこう長は, 0.9 ϕ の場合に 10 km 程度以下となる。
- (4) したがって表示線継電器において, ワイヤこう長が変化したときのワイヤ補償装置および試験時の表示線等価回路は, 10 km 程度以下の $g = \infty, L_P = 0$ とした CR π 回路を組合わせるか, または図 2.6 の g, L_P を計算してそうしておく必要がある。
- (5) 従来, 三菱標準の HCB 形表示線継電器が使用されてきたが, この標準設計値は片道抵抗 500 Ω , 0.9 ϕ を考えれば, 500 Ω / 29 $\Omega/\text{km} \approx 17 \text{ km}$ である。今回, 片道抵抗 1,000 Ω のリレーを設計するとき, 対象こう長は 34 km となるので, 対称性を考えて 1 端より 2 π ずつ, 両端より合計 4 π の補償を考える必要がある。

3. 表示線こう長変化と伝送特性

表示線継電器を設計する場合に, 表示線の実こう長とワイヤこう長補償値 (計算値) の合計値を一定にすれば, タップ値・比率特性等がそろい, 品質管理がしやすいし, 現地での詳しい試験調整に時間がかからず望ましい。このような目的のために, ワイヤこう長が変化しても伝送特性変化のすくない回路方式が必要となった。

図 3.1 はワイヤこう長の補償を絶縁トランス ITr の高圧側で行なう図であり, 所望の特性を満足する。ただしワイヤこう長の整定変更を行なう場合に, 高圧側を操作する必要があるので, できればワイヤ補償は, 絶縁トランスのリレー側 (低圧側) で行ないたい。

図 3.2 は, 絶縁トランス ITr の低圧側で補償する方法を示している。この場合, 実ワイヤと補償ワイヤとの間に絶縁トランス ITr があ

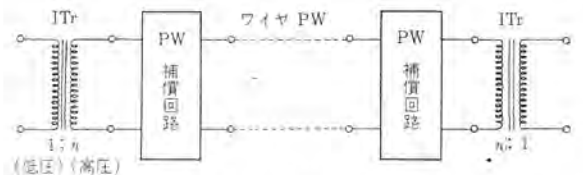


図 3.1 ワイヤー補償回路 (1)
Compensator of pilot-wire length (No. 1).

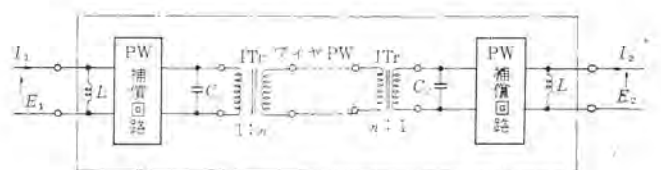


図 3.2 ワイヤー補償回路 (2)
Compensator of pilot-wire length (No. 2).

表 3.1 4 端子定数の変化測定結果
Test result of constant A, B.

RP (片 道)		1,000 Ω	500 Ω	0 Ω	備 考
E_1	V	5	5	5	基 準 値
	度	0	0	0	
E_2 (at $I_2=0$)	V	3.76	3.83	3.83	A の変化
	度	8°10'	7°10'	8°10'	
I_2 (at $E_2=0$)	V	13.6	13.5	13.2	B の変化
	度	27°10'	25°20'	25°10'	

るので、合計値は同じとしても、それぞれがいくらを受け持つかに
より伝送特性が異なってくる。この ITr の影響を除くために、コン
デンサ C_L を追加し、ITr の L 分と共振させている。したがって、ワ
イヤの容量を補償するために、リアクター L を加えている。図 3.2 の
1 点鎖線内を一つの Black Box として考えて、4 端子定数的扱い
を行なうと、図 2.2 より定数 A, B が、ワイヤこう長より変化しな
ければ、伝送特性の変化がないことになる。表 3.1 は、図 3.2 に
おいてワイヤこう長を $R_P=1,000\ \Omega$ (補償分 0), $R_P=500\ \Omega$ (補償
分 500 Ω), $R_P=0$ (補償分 1,000 Ω) としたときに、定数 A, B が
どれだけ変化するかを見るものである。もちろん 2.3 節 (5) を考
慮して、 $R_P=500\ \Omega$ のときには、両端から一つの π ずつ合計 2π
で、 $R_P=0$ のときには、両端から二つずつの π で合計 4π で補償
している。

表 3.1 より以上を考慮すれば、ワイヤこう長が変化しても伝送特
性は十分同一と考えられるので、図 3.2 をワイヤ補償の基本回路に
採用した。

4. 静止形回路方式

図 4.1, 図 4.2 は表示線リレーの原理を説明する図で、図 4.1
は外部事故を、図 4.2 は内部事故を示す。OC, RC はそれぞれ動
作 コイル、抑制 コイルで、これらに流れる電流をおの I_{OC} , I_{RC}
としたとき、抑制度を η として

$$\left. \begin{array}{l} > \text{動作} \\ |I_{OC} - \eta I_{RC}| = 0: \text{限界} \\ < \text{不動作} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (4.1)$$

が動作式となる⁽²⁾。式 (4.1) を静止形回路で入力部を設計すれば、
図 4.3 となる。高速度形差動リレーを設計する場合には、次の点に
注意しなければならない。

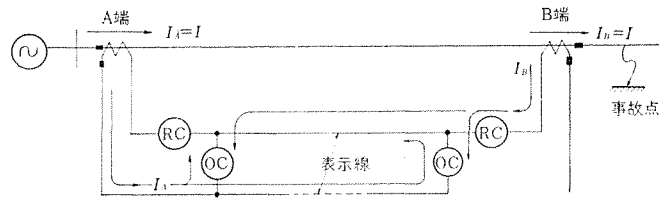
(1) 外部事故発生時に、若干の動作電流 I_{OC} 、大電流の抑制電
流 I_{RC} が図 4.3 に印加される。このとき、出力には I_{OC} が立ち上
がるより早く、 I_{RC} による電圧があらわれることが必要である。

(2) 外部事故除去時には、 I_{RC} による抑制力が消失する以前に、
動作力 I_{OC} の動作力が消失することが必要である。

条件 (1) は、コンデンサ C_O に関する充電時定数が、コンデンサ C_R に
関する充電時定数より大であることに相当し、条件 (2) は、 C_O に
関する放電時定数が、 C_R に関する放電時定数より小さいことに相
当する。

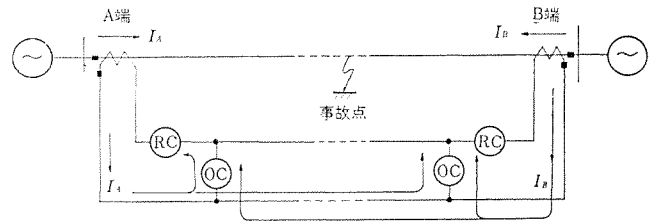
今回、この条件を満足させるために、図 4.3 の出力 E_1 で条件
(1) と (2) を満足しなくても、出力 E_2 で満足するようにリアク
タ L を加え、入力部自体で、外部事故の発生一除去時の協調を満足す
る回路方式を開発した。

図 4.3 の回路方式は、表示線リレーだけでなく、あらゆる比率差
動リレーの静止化に利用できる。



外部事故時には両端の動作コイル OC 電流小 (差となるため)、抑制コイル RC 電流大となり、リレーは不動作。

図 4.1 外部事故時の電流分布
External fault.



内部事故時には両端からの電流は動作コイル OC にあい加わる極性となり電流大、したがってリレーは動作。

図 4.2 内部事故時の電流分布
Internal fault.

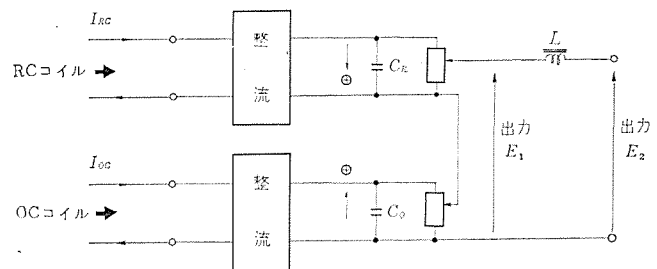


図 4.3 差動リレーの静止形入力部
Input assembly circuit of solid state differential relay.

5. 表示線監視方式

5.1 監視方式の原理⁽³⁾

監視の原理図を図 5.1 に示す。監視回路のインピーダンスは、コン
デンサ C を大容量とすることにより、その影響が除去される。すなわ
ち、交流的に監視回路のインピーダンスは、コンデンサ C で短絡され
た形式となる。常時直流電流 i_s がワイヤを循環しており、ワイヤ
短絡事故が発生すれば、 i_s は増大し、ワイヤ断線事故が発生すれば、
 i_s は減少するので、 i_s の増減をリレー A で監視すれば、ワイヤの短
絡・

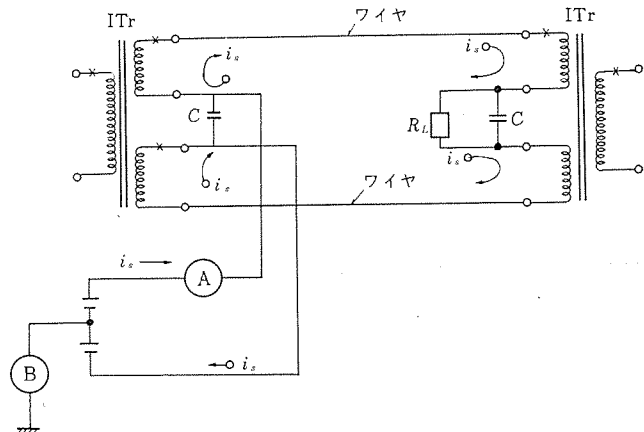


図 5.1 監視の原理図
Principle of pilot-wire supervision.

断線を検出できる。なお R_L はワイヤ相手端で短絡があっても、 i_s が増大するようにそう入されたものである。

図 5.2 は、ワイヤに地絡事故が発生したときの電流分布を示すもので、常時 $i_g=0$ であるが、ワイヤ地絡により i_g が流れて、リレー B を動作させるようになっている。

5.2 全端監視

最近の動向として、表示線保護を行なっている全端子を同時に同一感度で、ワイヤ事故を検出する全端監視方式が採用される傾向にある。この目的のために考えられたのが、図 5.3 の全端監視回路方式である。

図 5.3 は、図 5.1 の監視リレー A、B が動作したことにより、ワイヤを制御（短絡）して模擬事故を発生させ、相手端のリレー A により、不足電流（断線）を検出して、全端子が同一感度でワイヤ事故を検出するようにしたものである。したがって図 5.3 の子端局（B、C 端）では、ワイヤ事故の内容——短絡・断線・地絡——を区別できない。図 5.3 では、模擬事故発生をリレー A、B で行なっているが、短絡・断線・地絡のうちの特定のものだけを検出したとき、模擬事故を発生させるように制御することもある。

5.3 最新の監視回路

最新の監視回路の原理を図 5.4 に示す。図 5.4 は図 5.3 において、監視用直流電流 i_s が絶縁トランス ITr に流れないように考慮した点である。監視電流 i_s が絶縁トランス ITr に流れると、トランス

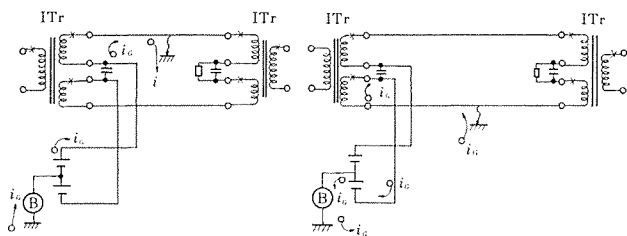


図 5.2 地絡電流の分布
Current distribution of pilot-wire ground fault.

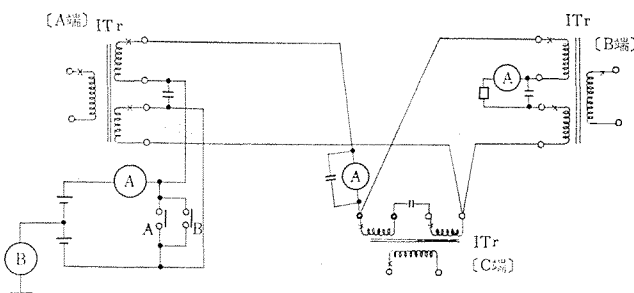


図 5.3 全端監視
Supervision detecting wire fault from all terminals.

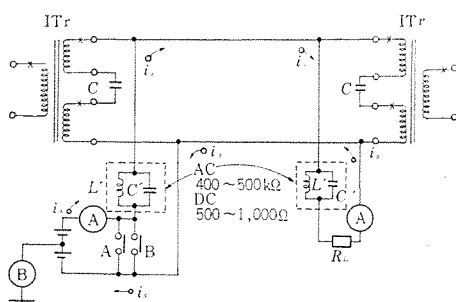


図 5.4 最新の監視回路
The latest supervision system.

を直流励磁したことになり、監視電流 i_s の有無により、表示線リレー装置の感度に影響を与えることになる。図 5.4 はこの点を改良したものである。監視回路は、図 5.3 と異なりワイヤと並列にそう入されているが、商用周波数では $400 \sim 500 \text{ k}\Omega$ 、直流では $1 \text{ k}\Omega$ 程度の交流入力阻止フィルタ (L' , C' 並列共振回路) により、監視回路のそう入損失は無視できるように設計した。監視電流 i_s は数 mA 程度であるが、図 5.4 としたときには、 i_s を $20 \sim 30 \text{ mA}$ としても、監視電流 i_s が表示線リレー装置に与える影響を無視できることを確認した。

6. 絶縁トランスの耐圧設計

絶縁トランス ITr は、ワイヤ側は対アース 10 kV の耐圧を満足する必要があるため大きく、重量も $9 \sim 10 \text{ kg}$ 程度となっている。今回、絶縁トランスを再設計するに際し、最新の固体絶縁材料を使用して、トランスの高圧（ワイヤ）側コイルと低圧（リレー）側コイル間、およびコイルと鉄心間のそれぞれを固体絶縁し、絶縁距離を縮小した結果、図 6.1 に外形を示す小形絶縁トランスを完成できた。図 6.1 の絶縁トランス重量は 1.7 kg で、従来品に比較して約 $1/5$ の重量となり、盤取付方法等も著しく簡単となった。

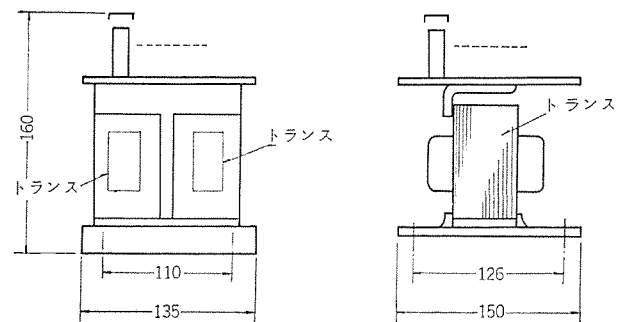


図 6.1 絶縁トランス
Insulation transformer.

7. TAWG-1-D 形 地絡表示線継電器

7.1 概要

以上の新しい設計を適用した地絡表示線継電器が、TAWG-1-D 形リレーで、その写真を図 7.1 に、標準表を表 7.1 に示す。

図 7.2 は、TAWG-1-D 形地絡表示線継電器を使用した表示線保護継電装置の構成図である。図中の NW-3 形コンデンサ箱は、図 3.2 の C_T を収納したものである。また表示線リレー 87 GP の構成は、図 7.3 で、87 GP 内に図 3.2 のリアクトル L 、ワイヤ補償装置

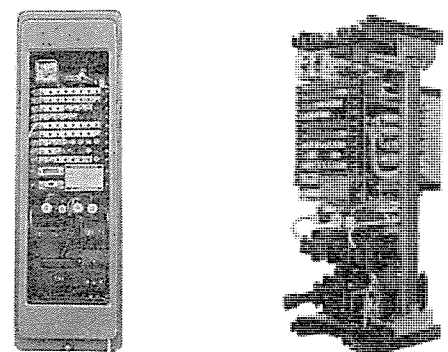


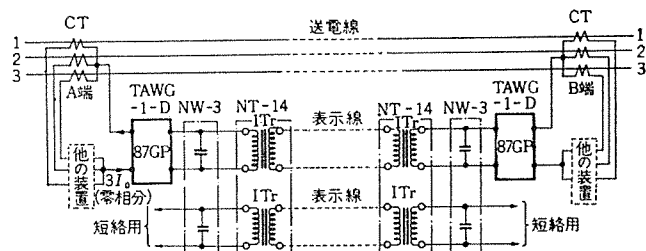
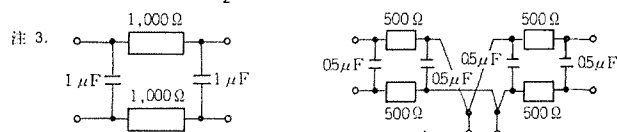
図 7.1 TAWG-1-D 形 地絡表示線継電器
Photographs of type TAWG-1-D pilot-wire relay.

表 7.1 標準表
Standard list of type TAWG-1-D.

形 番	形 名	整 定 範 囲	定 格		適用限界	備 考
PE 589	TAWG-1-D	(1) 0.15, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 A	AC	50 Hz	片道抵抗 1000 Ω	D-E ケース
			2 A			
PE 590			(2) 0.25 ~ 8 μF 0.25 μF ごと	DC		片断容量
		(3) 0 ~ 130 Ω 5 Ω ごと	110 V	60 Hz	1 μF (注 3)	600 Ω

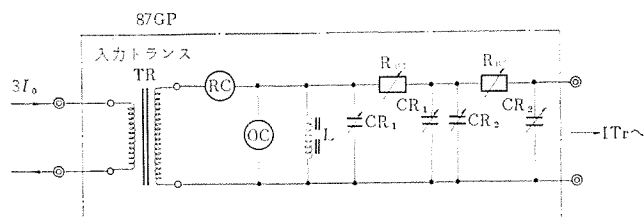
注 1. タップ値は 2 端子系 1 端流入時の電源端動作値を示す。
非電源側は電源側より高感度になっている。

注 2. (3 端子系の動作値) = $\frac{3}{2} \times$ (2 端子系の動作値) となる。



87 GP : 表示線継電器 TAWG-1-D 形
NT-14 : 絶縁トランス ITr を 2 組内蔵した補助箱
NW-3 : コンデンサを 2 組内蔵した補助箱 (ITr の励磁分の補償用)

図 7.2 構成図
System diagram of pilot-wire relay.



RC : リレー抑制コイル
OC : リレー動作コイル
L : リアクタで表示線の静電容量と共振
RB1,2 : 表示線抵抗補償用抵抗
CR1,2 : 表示線容量補償用コンデンサ

図 7.3 87 GP 原理構成図

Diagram showing the principle of 87 GP (TAWG-1-D relay).

$RB_{1,2}$, $CR_{1,2}$ を含んでいることを示している。TAWG-1-D 形継電器のワイヤ長設計値は、片道抵抗 1,000 Ω (0.9 ϕ で 約 35 km) であるから、図 7.3 に記入しているように、1 端から 2 π のワイヤ補償となる (図 2.6 参照)。

7.2 特性

(1) 動作感度

タップ値 0.15~0.6 A, 表 7.2 参照, ワイヤ長変化による感度変化は ± 5 % 以内

(2) CT 負担

0.15 A tap, 1.3 Ω (at 5 A), 表 7.3 参照

(3) 動作—復帰速度

図 7.4 参照

(4) 電流容量

100 A 1 秒, 200 A 0.5 秒以上

表 7.2 動作感度表
Minimum pick-up of type TAWG-1-D relay.

2 端子系	A	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
3 端子系 = 2 端子系 $\times \frac{3}{2}$	A	0.225	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9

無電流端の動作感度
電源端動作値 $\times$ (75~85 %) 程度

表 7.3 CT 負担表
CT burden.

1 端子流入にて測定

電流タップ	A	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
CT 負担 Ω	測定電流	2 A	2	1.35	0.8	0.55	0.4
		5 A	1.3	0.9	0.5	0.36	0.28

2, 3 端子によらず, 上表が適用できる。

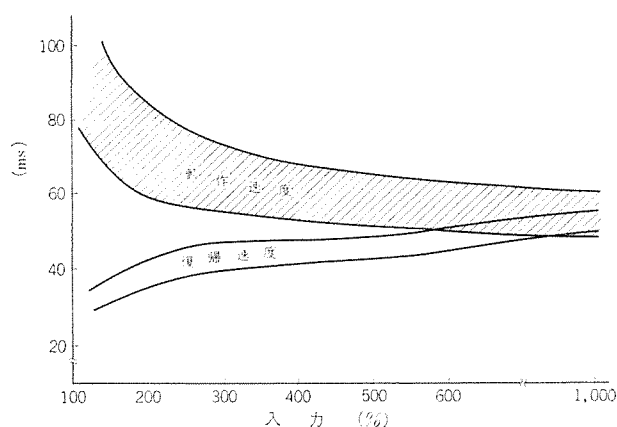


図 7.4 動作—復帰速度
Operating-reseting speed.

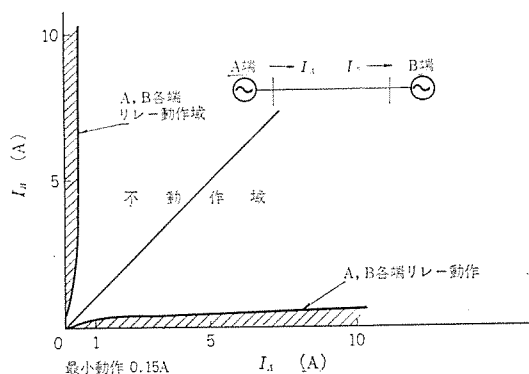


図 7.5 2 端子系比率特性
Ratio-differential characteristics of two terminals.

(5) 比率特性

2 端子系……図 7.5 参照

3 端子系……図 7.6, 図 7.7 参照

(6) 誘導電圧限界

絶縁トランスの表示線側端子間に誘起される誘導電圧は 9 V 以内

(7) 周囲温度

0~40°C にて, 20°C の値の ± 5 % 以内

(実力 -20~+60°C にて, ± 3 % 以下)

(8) 3 倍周波数入力時の感度

最小動作値の 15 倍を 1 端に印加するも不動作

(9) 直流消費電力

DC 110 V にて, 17 W

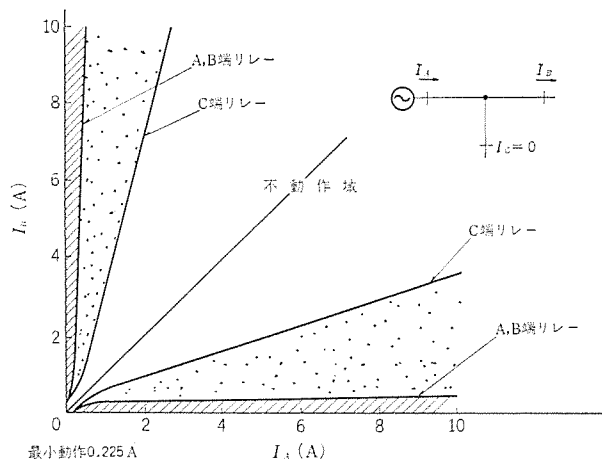


図 7.6 3 端子系比率特性 (1)
Ratio-differential characteristics of three terminals (No. 1).

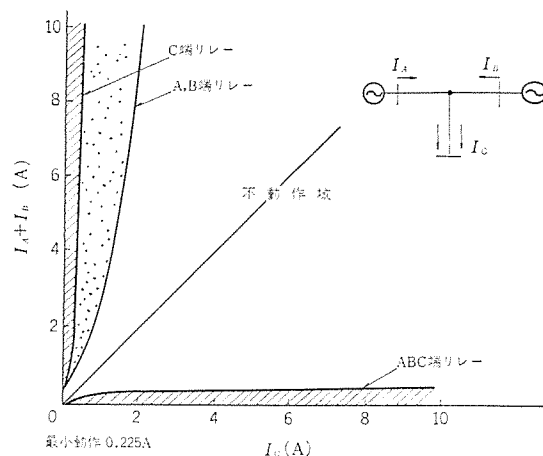


図 7.7 3 端子系比率特性 (2)
Ratio-differential characteristics of three terminals (No. 2).

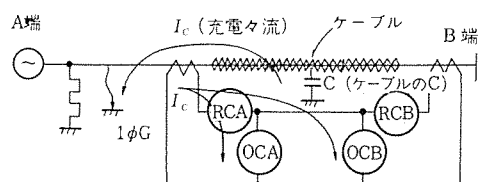


図 7.8 ケーブルのコンデンサ C の影響
Charging current through capacitor between cable and earth.

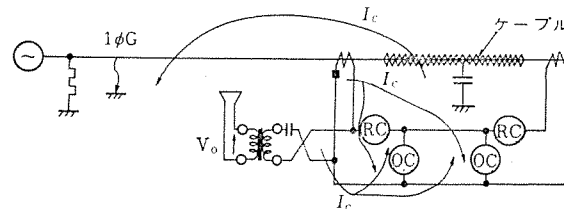


図 7.9 充電電流補償
Compensator of charging current.

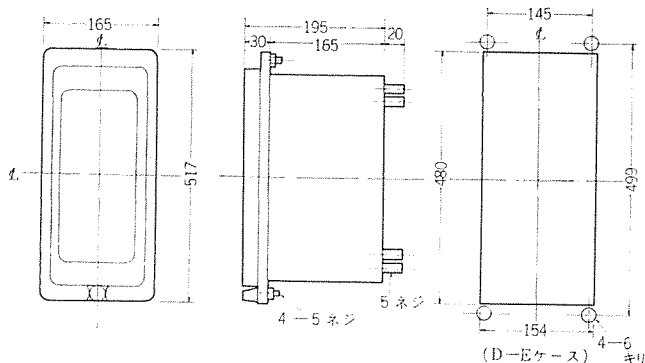


図 7.10 TAWG-1-D 形 継電器外形図ならびに穴明図
Outline and drilling plan of type TAWG-1-D relay.

(10) 直流変動特性

80~140 V にて 110 V のときの $\pm 3\%$ 以内

(11) DC サージ

110 V 端子に 2,000 V 20 ms 侵入するも異常なし

(12) 重量

中 味 9 kg, ケース 込み 14.3 kg

(13) 充電電流対策⁽⁴⁾

図 7.8 に示すように、ケーブル系では充電電流 I_c により 1 端電流ありの状態となり、誤動作に至る可能性がある。従来から、この充電電流対策として、図 7.9 のように V_0 を入力として 90° 進みの補償電流 $I_{c'}$ を作り、リレー内で $I_c = I_{c'}$ となるように $I_{c'}$ のタップ選

択を行なう方法を取ってきた。この方法は、充電電流 I_c を直接的に補償電流 $I_{c'}$ により打消すもので、ケーブル系となっても補助 PT とコンデンサからなる補助箱を追加するだけで、電流循環方式の原理のまま適用できる点が有効である。この TAWG-1-D 形リレーも、従来と同様の方法で充電電流補償を行ない、良好な特性をおさめている。

(14) 外形図と穴明図

図 7.10 を参照

8. む す び

以上に述べた TAWG-1-D 形地絡表示線継電器は、模擬送電線による詳細な試験に対して、きわめて優秀な応動特性を有し、すでに 50 台以上の納入実績を有している。

最後に、この開発試験に対して多大のご教示を賜った関西電力関係者各位に、深甚の謝意を表す次第である。

参 考 文 献

- (1) 寺田, 高田, 菅井, 山岡: 電気学会関西支部大会, G 3-55 (昭 44)
- (2) 森: 三菱電機技報, 38, No. 7, 78 (昭 39)
- (3) 寺田, 天野, 鈴木, 下迫: 三菱電機技報, 40, No. 4, 636 (昭 41)
- (4) 森, 寺田, 下迫: 三菱電機技報, 39, No. 11, 41 (昭 40)

ガス温風暖房機 (クリーンヒータ)

伊藤 利朗*・野間口 有**・柘 植 恵***

MICS Type Gas Convector

Central Research Laboratory

Toshio ITO・Tamotsu NOMAGUCHI

Nakatsugawa Works

Satoshi TSUGE

This paper relates to gas convectors which are the application of Mitsubishi Inner Combustion System (abbreviated to MICS). This new system using the gas convector is well compared with the central heating system, working with hot water now in the limelight, as for the heating effect, sanitation and safety. On the other hand, it costs only one third of the latter in installing it. The principal features of this unit are : (1) No noxious gas flows out in a room or no exhaust is discharged there and sanitation and safety are well assured. (2) The assembling work such as connection of gas pipes and attaching of exhaust hoses is very simple. (3) The heat utilization efficiency is above 90 % and economy is effected. Brief description is made herein about the principle, specification and application of the gas convector.

1. ま え が き

新しい燃焼方式⁽¹⁾⁽²⁾ (MICS, Mitsubishi Inner Combustion System の略称) を中央研究所で開発して以来、MICS 応用第 1 号として、温風暖房機の開発研究を鋭意進めてきたが、ようやく製品化の段階に到達した。MICS は、空気とガスの混合気体を、高温の熱触媒にふれさせて燃焼させるもので、次のような特長を有している。

(1) 燃焼を狭い空間に閉じ込めておこなわせるため、目的に応じて任意性に富む構成ができる。

(2) 燃焼負荷率が高いので、コンパクトな燃焼器ができ、しかも低騒音である。

(3) 空気過剰率を小さくすることができるので、燃焼ガスの質量流量が小さく、エンタルピーが大きいので、効率の高い熱交換器をつくることができる。

(4) 市販のガス燃料、都市ガス、LPガス、天然ガスなどに対してユニバーサルバーナにできる。

この新しい燃焼方式を使えば、従来に例をみない高い機能を持つ温風暖房機をつくるのが容易になる。この温風暖房機は、これまでの温水循環形のセントラルヒーティングなどに比べて数々の利点を有している。本文では、MICS 応用の新温風暖房機の構成原理、仕様、その応用について記述する。

2. 新温風暖房機の原理

2.1 構成の概要

この温風暖房機は図 2.1 に示すような構成になっている。図に示すように、燃焼器とこれに結合された熱交換器とを同時に送風ファンで冷却し、その結果温風をつくる装置である。その構成上の特長を簡単にまとめると、

(1) MICS 方式を採用しているため安定で静かな発熱部を構成している。燃焼器壁を強制冷却しても安定な燃焼が維持される。

(2) 燃焼ガスと熱触媒との熱交換が効率よくおこなわれるのを利用して、燃焼空間から外部へのふく射による熱伝達を大きくすることができる。そのため、対流熱交換器の熱的負担が軽くなり、普通の金属で熱交換器をつくるのが可能になる。

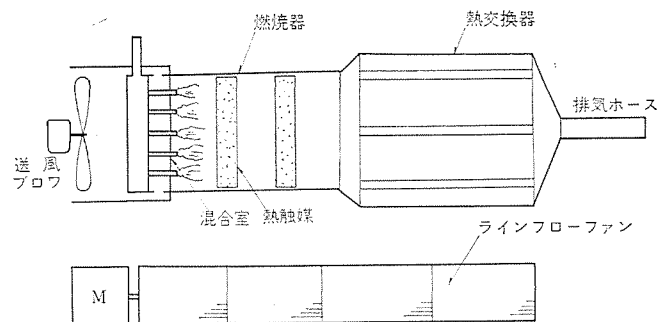


図 2.1 温風暖房機の構成
MICS type gas convector.

(3) 対流熱交換器は、燃焼器と同程度の圧力損失をもたせることによってコンパクト化できる。

などの点があげられる。

燃焼は、図に示すように燃料投入用のパイプの先端からはじまるが、この部分で燃焼の心が形成されている。燃焼は、混合室と熱触媒の間の空間で予備的に進行しながら熱触媒の部分に到達し、ここでほとんど完了する。燃焼ガスは、さらに二枚目の熱触媒を通過して、ここでさらに完全な燃焼ガスとなるとともに、(2)でのべたように熱触媒へエネルギーを与えて、およそ 1,000°C 前後の気体となって熱交換器に流入する。熱交換器から排出される燃焼ガスの温度は 100°C 前後で、熱利用効率は 90 パーセント以上である。

次にこの温風暖房機の主要な構成要素について簡単な説明をおこなう。

混合室

燃料投入用の細いパイプと、空気をこまかく分割して投入するため混合板にあげられた穴とを交互に無数に配置した、いわゆる“細分割供給法”によって、空気と燃料の混合がスムーズにおこなわれるようにくふうされている。これは送風圧が高々数十 mmAq しかとれない送風プロフを使用する場合、最も理想的な混合法である。

熱触媒

熱触媒は文字どおり燃焼への触媒効果とともに、混合をさらによくする効果、燃焼室を熱的に安定化して通常使用状態での圧力変動などに起因する燃焼の不安定性を緩和する効果などもある。また燃

焼空間の真中に熱触媒があるため、これがきわめて高温になりふく射源としての役割も果している。固体の emissivity は、気体のものより一けたあるいはそれ以上大きいので、固体からのふく射を利用することは、熱交換にとって非常に有効である。

熱触媒はアルミナ (Al_2O_3) を主成分とする耐熱セラミックの成形品である。したがって、この熱触媒は酸化還元ふん囲気に強く長寿命である。

熱交換器

燃焼器部分でふく射による熱交換は、せいぜい 45 % であり、残りのエネルギーは対流熱交換器で熱交換している。熱交換器として金属の管群熱交換器を利用したこと、燃焼ガス流の圧力損失を、熱交換器の部分にも若干許す設計としたことによって、非常にコンパクトな構成になっている。

燃焼空気供給プロフ

燃焼用空気の供給用プロフは、全閉時の風圧が 10~30 mmAq 程度のもので十分である。もちろんどのような圧力領域に対してもこの燃焼方式は使えるのであるが、この温風暖房機は、一般家庭で利用できることを目的としたため、騒音や経済的見地から上のような圧力領域を選んだ。

2.2 熱交換の原理

本節では、燃焼ガスから室内側空気への熱伝達の様子についてのべる。燃焼ガスからの熱の流れを模型的に示すと図 2.2 のようになる。したがって、本節では熱の流れの各ルートについての考察をおこなうことにする。

(a) 熱触媒による熱交換

熱触媒は燃焼空間の内部に設置されており、そのうえ熱触媒効果の発揮に伴う燃焼ガスからの熱伝達の増大のために、非常に高温になる。そのためこの温風暖房機では、燃焼ガス→熱触媒→燃焼器壁→温風への大きな熱伝達が期待される。そこで、このルートによる熱伝達の量がどの程度になるか、理論的に推定してみよう。

計算にあたっては、簡単にするために次の二つを仮定する。

仮定 1 燃焼ガスと熱触媒は近似的に同温度である。

仮定 2 燃焼ガスから器壁への対流熱伝達は無視できる。

さて、温度 T_g にある熱触媒から温度 T_w にある器壁への熱伝達は次式で表現できる。

$$H_r = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot F_{gv}(T_g^4 - T_w^4) \quad (2.1)$$

ここで σ は Stefan-Boltzman 定数で、 $13.35 \times 10^{-12} \text{kcal/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K}^4$ である。 ε は熱触媒の emissivity で、この場合、主成分がアルミナであるからおよそ 0.5 程度である。 A はふく射体の表面積、 F_{gv} はふく射体 (熱触媒) から器壁へのふく射熱伝達の形状係数で、次式で

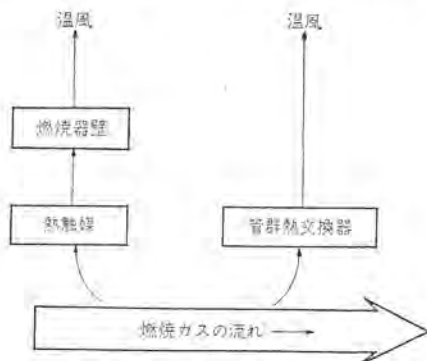


図 2.2 燃焼ガスからの熱の流れ
Energy flow from combustion gas.

表現される⁽³⁾。

$$F_{gv} = 1 + \frac{1}{r^2}(\sqrt{1+r^2}-1) + \frac{4}{r} \cdot \frac{l}{L}$$

$$r = 2R/L$$

ここで、 R は熱触媒の半径、 L は 2 枚の熱触媒間の距離、 l は熱触媒の厚さである。

上流側の熱触媒の温度を T_{g1} 、下流側のそれを T_{g2} として、それぞれの部分での燃焼ガスのエネルギーバランスの式をつくると、上流側に対して、

$$W - H_{r1} = mC_p(T_{g1} - T_a) \quad (2.2)$$

下流側に対して、

$$(W - H_{r1}) - H_{r2} = mC_p(T_{g2} - T_a) \quad (2.3)$$

上式において、 H_{r1} 、 H_{r2} は式 (2.1) において T_{g1} 、 T_{g2} を用いたことを意味する。また W は、単位時間あたりの熱入力、 m は燃焼ガスの質量流量、 C_p は燃焼ガスの比熱、 T_a は室温である。

式 (2.1)~(2.3) を連立して解けば、 T_{g1} および T_{g2} ひいては熱交換率を求めることができる。

[計算例]

条件：燃料は $4,500 \text{ kcal/m}^3$ の都市ガス。熱入力 $2,500 \text{ kcal/h}$ 。

室温 20°C のとき、直径 7.0 センチ、熱触媒間隔 3.5 センチの燃焼器を、空気過剰率 1.5 で用いたとき、

$$T_{g1} \approx 1,500^\circ\text{K}$$

$$T_{g2} \approx 1,160^\circ\text{K}$$

したがって、下流側の熱触媒を出るまでに理論燃焼温度 (およそ $2,300^\circ\text{K}$) 分 $1,160^\circ\text{K}$ 、すなわち 50 % の熱がふく射によって伝達されることが期待されるのである。実際に、筆者らの実験によれば、45 % の熱がふく射によって伝達していることが確認されている。このようにふく射による熱伝達が大きく、燃焼器出口における気体温度はすでに $1,200^\circ\text{K}$ 前後になっているため、後に結合されている管群熱交換器の熱的負担が軽くなり、構成材料の耐熱性に対する要請も軽減することができるのである。

(b) 管群熱交換器による熱交換

燃焼器部分でふく射熱交換した残りは、管群熱交換器によって熱交換される。この熱交換器入口での燃焼ガスの温度は

$$T_g - T_a = (W - \sum H_{rt}) / mC_p \quad (2.4)$$

で与えられる。 $\sum H_{rt}$ は全熱触媒からのふく射による熱伝達を示している。この温風暖房機の場合、熱交換器入口での T_g の値はおよそ $1,200^\circ\text{K}$ 前後となっている。

管群熱交換器も、これまでの温風暖房機のものよりコンパクトに構成されているが、なぜコンパクト化が可能であるか、もう少し具体的に説明しよう。

ここでとりあげるように、燃焼ガスが $1,000^\circ\text{C}$ に近い高温から 100°C と低温まで変化し、温風のほうが室温から 80°C 位までしか変化しない熱交換では、壁温一定モデルがよく適応できて、熱交換器の単位時間あたりの熱交換量 ΔQ 、体積 V_{H-E} 、圧力損失 ΔP は次のように与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta Q &= \frac{N_u \mu a n l}{P_r} (h(\bar{T}_g) - h(T_w)) \\ \Delta P &= \frac{8 \mu m a l}{P n s^3} \\ V_{H-E} &= F \cdot n s l \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

この場合燃焼ガスの流れは層流域を対象としている。式 (2.5) に

において P_r , $\bar{N}_w$, $\bar{\mu}$ および $\bar{P}$ は燃焼ガスのプラントル数, 平均ヌセルト数, 平均粘性係数, 平均密度である。 n , l , s は熱交換器を構成する管の本数, 長さ, 流路断面積である。 $h(\bar{T}_g)$, $h(T_w)$ は管の中心部における燃焼ガス温度におけるエンタルピーの管長方向の平均値と管壁の温度 T_w における燃焼ガスのエンタルピーである。 α は管の形状に関する係数で, 管のぬれ縁長さを P とすると $(P^3/4s)$ で与えられる。

式 (2.5) より形状に関する無次元数 α と n を残し, l と s を消去すると次式が得られる。

$$\left(\frac{4Q}{V_{H-E}P}\right) \left/\left(\frac{4P}{4Q \cdot P}\right)^{1/2} \frac{\bar{N}_w^{3/2}}{2\sqrt{2}FR^{1/2}P_r^{3/2}} \cdot \frac{1}{m^{1/2}} \cdot \frac{\bar{\mu}}{\bar{T}_g^{1/2}}\right\} \{h(\bar{T}_g)-h(T_w)\}^{3/2} \cdot n\alpha \equiv F.M. \dots\dots\dots (2.6)$$

この式の左辺の分子は熱交換器の負荷率, 分母は単位熱交換量当たりの圧力損失の割合の平方根であり, 分子は大きいほど, また分母は小さいほど熱交換器としてすぐれていることになるので, 一種のフィギュア・オブ・メリット $F.M.$ と考えられる。 R は燃焼気体の気体定数である。

式 (2.6) において, 第1項は燃焼気体の種数が与えられれば, ほぼ定数と考えられる項であり, 第3項はガス温度 $\bar{T}_g$ の単調増加関数である。

さて新燃焼方式では, 空気過剰率の小さい燃焼が実現されているので, 式 (2.6) における質量流れの m が小さく, しかもその結果ガス温度 $\bar{T}_g$ がガス流のもつ総熱量のわりに高くなっているため, 本質的に高い $F.M.$ を与えることになる。しかも新温風暖房器では, $n\alpha$ が非常に大きい設計となっているために, 式 (2.6) における $F.M.$ のきわめて大きい, 換言すれば非常にコンパクトな熱交換器が実現されているわけである。

[計算例]

断面積 0.2 m^2 , 長さ 17 cm の円管 40 本からなる熱交換器に a 項の計算例で示した燃焼ガス (燃焼室で熱交換され, 温度が $1,210^\circ\text{K}$ まで低下したガス) を導入した場合, 式 (2.5) から

$$4Q \doteq 1200 \text{ kcal/h}$$

$$4p \doteq 3.5 \text{ mmAq}$$

という結果が得られる。これは熱入力約 45% に相当する。

これと a 項で述べたふく射熱交換の効率 45% を加えると, 総合で 90% 程度の高い効率がきわめてコンパクトな構成で実現されることになる。

3. 新温風暖房機の仕様

3.1 設計仕様決定と MICS 新燃焼方式

設計の立場でこの MICS 新燃焼方式をみると, 温水利用のセントラルヒーティングと比較してきわめて有利な条件を具備していることが前節までの説明で理解できる。すなわち

- ・熱源を内蔵して同熱量, 同体積の温風暖房機が可能となる。
- ・したがって設備工事が非常に簡単な温風暖房機となる。
- ・熱源のコントロールが個別に制御できて経済的となる。
- ・自動加湿が可能である。

温水利用のセントラルヒーティングの一般住宅への普及を阻害してきた重要な要因が解決することになる。ガストーブとは比較すべきではないが, それの持つ基本的欠点である空気汚染, 火災の心配等は完全に解決され, 温水とガスが異なるのみの温風暖房機といえる。当社のファンコイルユニット (商品名リビングマスター) の分野に画期的なガス利用の

新機種系列の出現を可能にした。

3.2 設計仕様

基本的にはファンコイルユニット (温水利用) とまったく同一に考えた。ガスを熱源としてしかもこれが可能になった点に注目すべきである。すなわちファンコイルユニットの販売実績および需要予測資料によって第1段階の機器の熱容量を定め, 騒音, 送風量, 吐出風速および吐出温度等まったく同一にした。

しかし MICS 新燃焼方式を内蔵するため特に留意した事項もありそれについてのべる。

まず前提条件としては器具関連規格, 基準に合格する物としたことはもちろんである。次に一般のファンコイルユニットと, 換言すれば温水使用のそれと同程度の安全性を持たせるために品質を優先させる方針の下に仕様を定めた。

(1) 有害ガスの流出を絶対になくする。

未着火, 停電, 不完全燃焼, 送風機の停止, 異常温度上昇, ガス供給一時中断, 燃焼の中断などの状況が発生した場合, 直に安全回路が働きガス回路を閉じる構造とした。

(2) 火災防止

赤熱露出部分をまったくなくする。

異常温度上昇時には電源・ガス回路をシャ断する (二重保護)。

排気温度を約 100°C にする。

(3) 誤動作の起こり得ない構造とする。

電源未投入時の着火不可能である。

燃焼停止後一定温度以下になるまで送風機自動運転回路を設ける。

外風による燃焼への影響をなくする。

3.3 新温風暖房機 “クリーンヒータ” 製品仕様

(1) 機種一覧表

表 3.1 による。

(2) 仕様一覧表

表 3.2 による。

(3) 外形図および寸法

図 3.1 による。

表 3.1 機種一覧表
List of the kinds of apparatus.

形 名	暖房能力	暖房可能面積	ガスの種類	対象地域
VG-07 EP	2,500 kcal/h	6~8 畳	プロパンガス	全 国
VG-07 EC 4			都 市 ガス 4,500 kcal/m ³	大阪ガス, 東邦ガス 供給地域
VG-07 EC 5			都 市 ガス 5,000 kcal/m ³	東 京 ガ ス
VG-10 EP	4,000 kcal/h	8~12 畳	プロパンガス	全 国
VG-10 EC 4			都 市 ガス 4,500 kcal/m ³	大阪ガス, 東邦ガス 供給地域
VG-10 EC 5			都 市 ガス 5,000 kcal/m ³	東 京 ガ ス

- 注) 1. LP ガスについては (イ) (ロ) (ハ) 号すべてに対して使用可能である。
2. 都市ガスの場合 C4, C5 の区分により調整を必要とする。
3. 上記以外の都市ガス, 天然ガスについても順次機種を加えていく予定である。

表 3.2 仕様一覧表
List of specifications.

機種 ガス		VG-07 E			VG-10 G		
		P	C 4	C 5	P	C 4	C 5
暖房可能面積		6~8 畳			8~12 畳		
ガス消費量		0.187 kg/h	0.53 Nm ³ /h	0.53 Nm ³ /h	0.3 kg/h	0.85 Nm ³ /h	0.85 Nm ³ /h
熱利用効率 (%)	強	92			90		
	弱	85			83		
電 源		1 φ 100 V 50/60Hz					
電 流 A		0.63,0.70			0.90/0.95		
入 力 W		40/42			55/60		
室内送風機		90 φ ラインブローファン					
燃焼送風機		ターボファン					
騒 音 (ホン)		40			42		
ガス入口径		10 φ			10 φ		
排気ガス チューブ径		35 φ			35 φ		
室内側風量 m ³ /min		4.0			6.0		
重 量 kg		28			33		

- 注) 1. 暖房可能面積の表示値は一般的なものであり、室の構造・外気条件等により異なるので注意を要する。温水利用の前吹出し形ファンコイルユニットとまったく同一に考え得る。
2. 暖房設計の参考資料としては当社リビングマスターカタログおよび技術資料を流用できる。
3. 自動加湿の水分量の表示は、排気パイプの設置方法、周囲温度条件により異なるため省略した。したがって使用条件によりドレン皿に1回/1日の注水の必要がある。

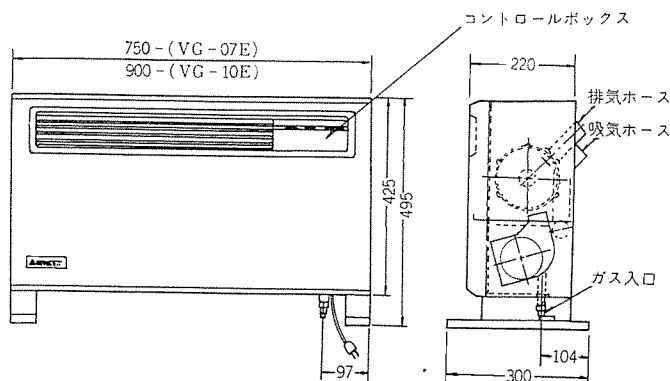
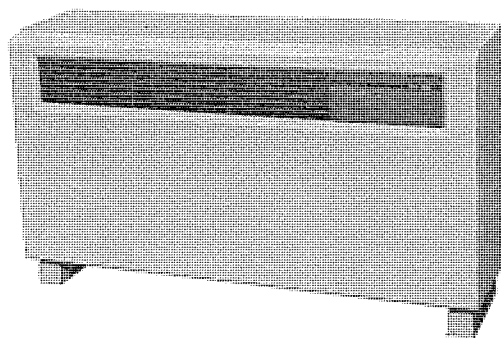


図 3.1 外形図寸法
Outline dimensions.

4. 新温風暖房機クリーンヒータの応用

前に説明したとおり一般のファンコイルユニットとまったく同一に考えてよい。したがって一般住宅はもとより寮、社宅、公団住宅、マンションおよび各種商店、事務所等において最適である、とくに温水利用のファンコイルユニットの採用が経済的に難点のある所では、本機ならば可能となり石油温水機の排煙処理、燃料の貯蔵制限、防災、および不使用時の凍結防止等の諸問題が解決し得る。いわゆるガス利用

表 4.1 プロパンガス使用の場合のガス消費量に対する配管径
Piping diameter for gas consumption in case of propane.

ガス消費量		配 管 長 さ					
		3 m	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m
m ³ /h	kg/h						
0.15	0.279	8.0	8.0	8.0	8.0	10.0	10.0
0.20	0.372	8.0	8.0	8.0	10.0	10.0	10.0
0.30	0.588	8.0	8.0	10.0	10.0	12.0	12.0
0.50	0.931	10.0	10.0	12.0	12.0	3/8"	3/8"
0.80	1.489	12.0	12.0	3/8"	3/8"	3/8	1/2
1.00	1.862	12.0	3/8"	3/8	1/2	1/2	1/2
1.50	2.793	3/8"	3/8	1/2	1/2	3/4	3/4
2.00	3.725	3/8	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4
3.00	5.587	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1
5.00	9.308	3/4	3/4	1	1	1	1 3/4
7.50	13.964	3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2
10.00	18.620	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2

のファンコイルユニットであることを理解すればよいわけである。

4.1 設備費の比較

1例として4室のセントラルヒーティングの場合について計算すると次のようになる。

	石油温水機使用の場合	新温風暖房機の場合
石油温水機 (15,000 kcal/h)	105,000円	—
燃料タンク	12,000	—
循環ポンプ	14,000	—
システムタンク	16,000	—
温風暖房機 (2,500 kcal/h)	120,000	180,000
機器総計	267,000	180,000
工事費 (含機械室)	350,000	20,000
総 計	617,000	200,000

(注) 既設の住宅でガスせんのある場合上記の比較は、さらに有利となる。

4.2 設置上の注意事項

ガス配管上注意すべきことは 3.3 節(2)に示す仕様一覧表によるが、たとえば C5 ガスで 2,500 kcal/h の暖房機 4 台使用の場合消費ガス量は、2.12 Nm³/h となる。したがって一般ちゅう(厨)房用ガス使用量をこれに加えた総ガス使用量に対して、十分なガス配管設備とすべきである。詳しくは表 4.1 配管長—配管径を参照されたい。(プロパンガス用)。

次に排気、吸気は外径寸法約 35 mm のフレキシブルパイプを室内より室外へ貫通させねばならない。一般には約 100 mm 内径の貫通穴を設けるとよい。なお排気パイプの内面では、温度の低下とともにドレンが出てくるので、排気パイプは途中で水がたまらないよう留意する必要がある。

5. む す び

MICS ガス新燃焼方式はこの新温風暖房機の開発により、初めて一つの実を結び当社の住宅関連設備機器の将来に輝かしい第一歩を踏み出した。しかしこれはあくまで本燃焼方式が端緒についたことを示すにとどまり、暖房の分野のみにおいてもまったく新しいガスファナース、パネルヒータおよび温水機の出現を約束している。すなわち、これら従来の概念を一新する製品群の開発完了を当面の目標に現在その推進を行なっている、去る 1 月中旬の発表以来、当社によせられた好意ある需要者各位のご声援に応じるべく、よりいっその研究を重ねる所存である。

参 考 文 献

- (1) 伊藤、野間口、柘植：設備と管理 (オーム社) 5 月号
- (2) 伊藤、野間口：三菱電機技報, 44, (昭 45) No. 5
- (3) W. H. Giedt：基礎伝熱工学

技術講座

最近の磁気記憶装置 (3) —その制御方式と誤り処理—

小 野 和 夫*

1. ま え が き

電子計算機には各種の周辺装置と呼ばれる入出力機器が用いられているが、中でも磁気記憶装置では、その「記憶」という本質的な機能、および現在一般的に用いられている磁気記憶装置の特質から、他の入出力機器に見られない考慮が、その制御方法・誤り処理方法等に払われている。

電子計算機システムにおいて、記憶装置にどのような機能を付与するかは、その計算機システム全体（ソフトウェアおよびハードウェア）の機能と密接に結びついている。したがってシステム全体の要求に応じて、各種の磁気記憶装置が用いられ、その制御方法も種々の試みがなされているが、ここでは現在広く普及しつつある回転形磁気記憶装置を中心にして、その制御方法・誤り処理方法等に触れてみたい。

2. 制御装置の構成

磁気ディスク等の回転形磁気記憶装置の制御装置は、次のような機能ブロックより構成されている。

- (1) 計算機 インターフェース 制御
- (2) デバイス インターフェース 制御
- (3) アドレス 制御
- (4) データ 制御
- (5) エラー 検知 コード 制御
- (6) タイミング 制御
- (7) その他

計算機 インターフェースに関しては、すでに計算機側の インターフェース

が決まっている場合には、自由度の少ない部分であるが、インターフェース設計にあたって最も注意しなければならない点は、データ転送レートである。最近の磁気記憶装置は、計算機周辺機器の中でも転送レートの高い部類に属するうえに、回転形磁気記憶装置等の“GO-ARROUND”形の入出力機器では、一定時間内に計算機とデータの授受が行なわれない場合、データロスとなるからである。

デバイス インターフェースに関しては、制御装置とデバイスとの境界線をどこにひくかによってそれぞれ異なるが、最近では、制御装置が複数個のデバイスを制御する場合は、極力デバイスの共通部分を制御装置側に持つ傾向にあるので、変調・復調・同期化・セルフクロック抽出等の信号処理 (Signal Conditioning) 回路も、制御装置側のデバイスインターフェースとして考慮される必要がある。

アドレス制御部は、記憶領域の選択を行なう部分で、シリンダ、トラック、セクタ等の概念で分割された記憶領域ごとの選択が行なわれる。アドレス制御は、単に物理的位置の決定のほか、ソフトウェア体系の一つとしてのファイルの構造とも関連して決定されねばならない部分でもある。

データ制御部は、タイミング制御の下に計算機データを記憶装置に適したデータフォーマットに変換する部分で、並直変換 (Parallel-Serial Conversion)、同期パターンの生成検知等の機能を有する。

エラー検知コード制御部は、データ制御部の一部と考えるべき機能を有する部分であるが、磁気記憶装置におけるエラー検知コード制御の重要性から考えて、独立した機能とみなすことができる。

タイミング制御部は、制御装置全体へ基本タイミングおよび制御タイミングを供給する部分で、デバイスインターフェース制御部とも関連して、制御のきっかけを作る。

制御装置にはこのほか、デバイスの異常を検知する機能、オペレータとのマンマシンインターフェース等がある。

2.1 記憶領域の選択 (Addressing)

計算機からのアドレス情報にしたがって、記憶領域の選択を行なう場合に、大別して次のような二つの方法がある。

- (1) 直接番地方式 (Direct Addressing)
- (2) キー変換方式 (Key to Address Transformation)

ソフトウェア体系において、ファイルの構造が比較的簡単なものについては、直接番地方式がハードウェア実現上の容易さからも有利であるが、一方、ファイルの構造が複雑な場合は、計算機上でのアドレス計算が繁雑となり磁気記憶装置の利用効率も悪くなるので、アドレス計算に磁気記憶制御装置のハードウェアを利用するキー変換方式が有利となる。

2.1.1 直接番地方式

回転形磁気記憶装置の記憶領域の選択を行なう場合、ヘッドの形式

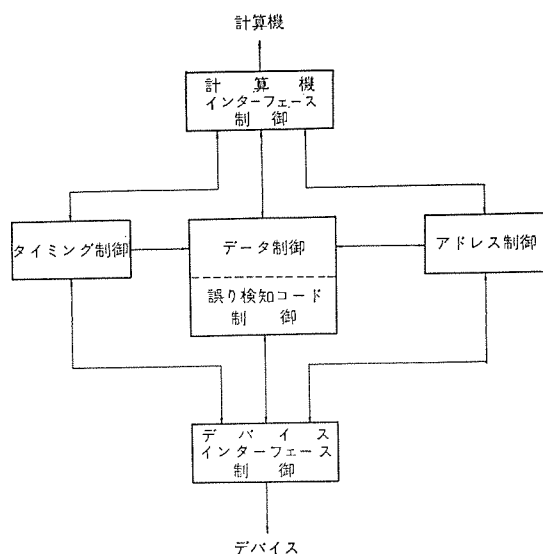


図 2.1 磁気記憶制御装置構成図

が、固定ヘッド形式か、可動ヘッド形式かによって記憶領域の分割、すなわち番地のレベル付けが異なるが、大略以下のように番地付けが行なわれる。

- (a) セクタ (Sector), またはレコード (Record)
- (b) トラック (Track)
- (c) シリンダ (Cylinder)

計算機で用いられる最小単位はビット(bit)で、さらに8ビットが1バイト(Byte)を構成するが、磁気記憶装置では複数バイトのデータと、それに同期領域および誤り検知のための冗長ビットを含めて、セクタまたはレコードと呼ばれる単位ごとに制御が行なわれる。セクタは物理的にはギャップ (Gap) によって分割されている。

トラックはセクタの集合の一回転分であり、通常トラックの選択はヘッドの選択に対応する。

シリンダは等しい待ち時間でアクセスできる複数個のトラックの総称で、可動ヘッド形式のディスクパック等では、シリンダ単位で位置設定 (Head Positioning) が行なわれる。

直接番地方式では、シーク命令 (Seek Order) により計算機よりアドレス情報として、上記シリンダ、トラック、セクタ情報が直接送られてくる。

記憶領域の選択に要する時間は、主たる要素として

ヘッド位置決め時間 (Head Positioning Time)

回転待ち時間 (Latency Time)

で決まるので、時間的に効率良く記憶装置を用いるためには、シリンダアドレスが集中するようなファイルの使い方をソフトウェアで考慮する必要がある。またひん繁なヘッド位置決めの実行は、デバイスの寿命を短くすることになるので注意を要する。

固定ヘッドの磁気記憶装置では、ヘッド位置決めが省かれるので、回転待ち時間のみでアクセスタイムが決まる。

2.1.2 キー変換方式

計算機の利用形態から言えば、記憶装置上の記憶領域の物理的位置は、なんら意味を持たないものである。つまりソフトウェア的には、ファイルの管理上必要な情報は、ファイル自身のインデックスとしてのキー情報 (Key Information) である。直接番地方式では、このキー情報と物理的地址との対応には、計算機上でのテーブル照合法 (Table-Lookup Method) が用いられているわけであるが、計算機処理業務がふくそう (幅員) するにつれて、キー情報は各種様々となる (従業員コード・部品ナンバー・自動車運転免許証番号、米国であれば Social Security Number など) ので、計算機上でのアドレス計算が繁雑となる。このアドレス計算を磁気記憶制御装置上で、ハードウェア的に行なう方式がキー変換方式 (Key-to-Address Transformation) である。

キー情報は、通常キー情報として用意されている空間をすべて占めるものではない。たとえば、当社の従業員全員に割振られている従業員コード (マンナンバー) は、十進7けたである。つまり5万人強

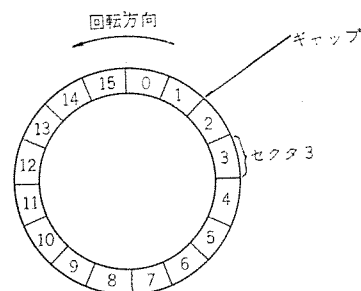


図 2.2 ディスクトラック

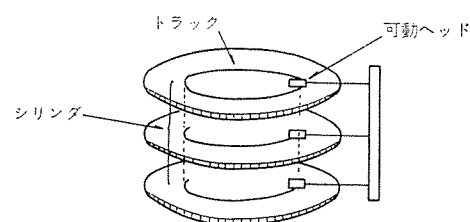


図 2.3 シリンダ構成

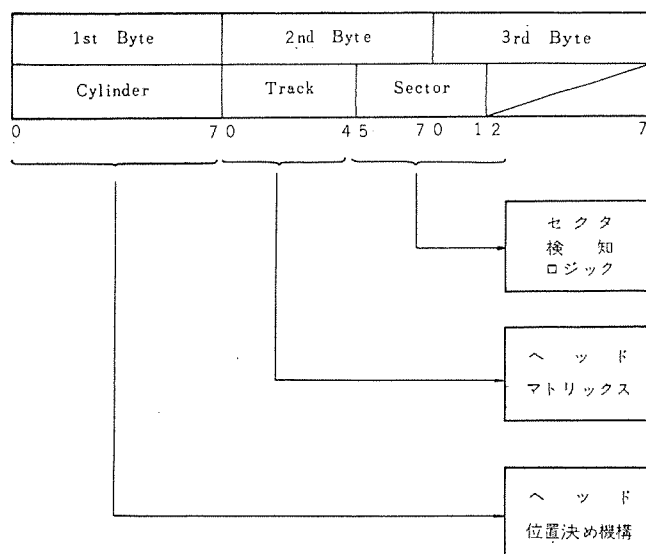


図 2.4 番地情報

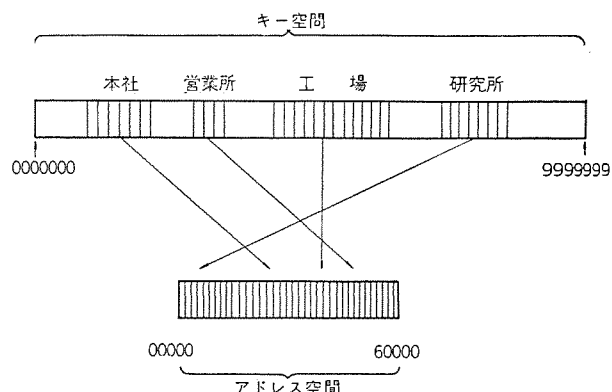


図 2.5 従業員コードにみるキー変換

の従業員に対して1千万人分の従業員コードが用意されている。したがって、実際には記憶領域のアドレス空間としては、5万なにがしかで十分なわけである。キ-変換とは、このキ-空間からアドレス空間への変換にほかならないのである。

キ-変換の手法としては

- (1) 符号理論を用いた剰余符号 (Residue Code) 法
- (2) 抽出 (Extraction) 法
- (3) 基数変換 (Radix Transformation) 法
- (4) 重ね合せ (Folding) 法
- (5) 数字分析 (Digit Analysis) 法

等が上げられるが、現在のところ最も有力な方法は(1)の符号理論を用いた剰余符号法である。これは誤り訂正符号の理論 (The Theory of Error Correcting Code) に親しんでいる人々は、おなじみの方法である。

上記いずれの方法においても、キ-情報からアドレス情報に変換する際に、二つ以上のキ-情報が一つのアドレス情報に変換される場合が残る。つまりキ-空間とアドレス空間とは写像の関係にはないわけである。このような二つ以上のキ-情報に対応するアドレスをシノニム (Synonym) と呼ぶ。シノニム発生にそなえて、バケット (Bucket) と呼ばれるエリアを作り、制御する方法が通常とられている。いずれにしても、シノニム発生を少なくするような考慮がファイルの構造決定時に必要になるわけである。

2.2 データフォーマット

セクタまたはレコードを形づくるデータのフォーマットも、ファイルの構造に応じて千差万別であるが、ハードウェア的見地からすれば、おおよそ図2.6のような構造をしているものが一般的である。

同期化領域は、記憶媒体からの信号を回路が受信し始めてから、回路的な安定時間が必要なこと、セルフクロック方式 (Self-Clocking Method) においては、復調回路 (Demodulator) の完全同期が必要となるため、これに要する領域の確保と、さらにデータ領域を判別

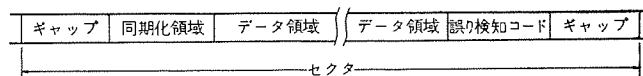


図 2.6 一般的なデータフォーマット

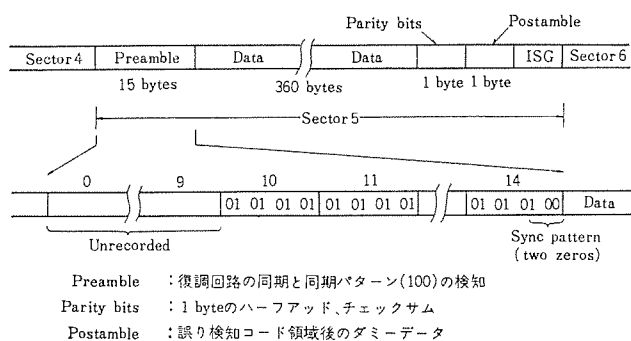


図 2.7 MELCOM-7000 システムディスク装置のデータフォーマット

するための同期パターン (Sync. Pattern) の検知のための領域としての意味を持っている。

データ領域に関しては、固定長データ領域の場合と可変調データ領域の場合がある。可変長データの場合には、データの長さを自由にえられるので、たとえば大きなサイズのデータを記憶する場合に磁化面の有効利用 (ギャップが少なく) が可能になることや、任意のデータサイズで記憶が可能になる利点がある。しかしながら一方では、データ長さを決める際にトラックの残り領域の長さが常に把握されていなければならない、また回転体のスリップも考慮に入れて、データ長に見合ったギャップの幅を決定しなければならない、といった制御装置設計上の困難がある。固定長の場合は、可変長の場合の利点・欠点を全く逆の視点からみることになる。

誤り検知コード領域は、データ領域の内容が正しいかどうかのチェックを行なうためのチェックシンボルを書き込む領域である。誤り検知コードに何を選ぶかは非常に重要な問題であるので、誤り処理として別項にゆずることとする。

固定データ長のデータフォーマットの例として MELCOM-7000 システムディスク装置の場合を図2.7に示す。

2.3 信号処理 (Signal Conditioning)

2.3.1 クロック

データの書き込み・読出しに際して、記憶装置上のタイミングトラックを利用する場合と、全くこれに頼らない場合とがある。

前者の場合は回転体の回転速度が変化しても、タイミングトラックのクロック周波数もこれに追随するので、ギャップを最小限度に押えて書込みが行なえる利点がある。一方、読出しの場合は高密度書込みになればなるほど、タイミングトラックと同期しての読出しは困難となるので、セルフクロック方式によらざるを得ず、制御装置設計にあたっては、クロックの取捨選択を巧みに行なうことが望まれる。

2.3.2 同期の問題

同期の問題は二つの面でもとらえることができる。それは、

- (1) 同期パターンに対する考慮
- (2) 復調回路の誤同期防止

である。

データ領域の判別は同期パターンによって行なわれるので、同期ずれが発生すると誤った領域をデータとみなしてしまうことになり、また、現在用いられている誤り検出コードの多くは1ビットの同期ずれが起こると、誤り検出能力が $\frac{1}{2}$ に低下してしまうものが多いので、データを誤って読んだことすら検出し得ない事態が生ずる。したがって同期パターンを決定する際には、少なくとも1ビットの読出しの誤りは100%検出でき、しかも、数ビットの読出し誤りがあっても、かなりの程度の割合で同期ずれとならないような同期パターンを選択

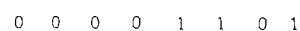


図 2.8 1バイトの同期パターンの例

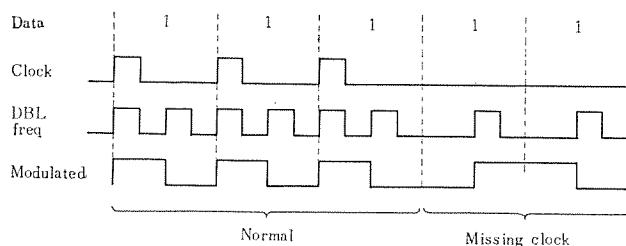


図 2.9 ミッシングクロック方式

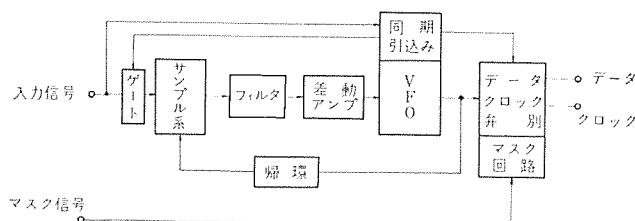


図 2.10 VFO 回路機能ブロック図

する必要がある。1 バイトの同期パターンの例を図 2.8 に示す。

同期パターンに用いられるビット数が、データ領域全体のビット数より多くないかぎり、トラック情報の中から無作為に同期パターンを抽出する方法は無い。トラック情報の中から同期領域を抽出する他の方法として、ミッシングクロック (Missing Clock) 方式がある。通常変調されたデータからは常にクロックが抽出できるように書込みが行なわれているが、ミッシングクロック方式では、同期パターンの直前でクロックが抽出できないように、変形変調して書込みが行なわれる。このクロック欠除を検知して同期パターン領域の判別を行なうのである。

復調回路の誤同期の原因としては、(a)回路のドリフト、(b)読出し信号のピークシフト、(c)回転体のスリップ等があげられる。高密度書込みの場合には、特に(b)、(c)に対する考慮が必要になってくる。ピークシフトにもとづく変調されたデータの周波数変動は瞬時的なものであり、一方、回転体のスリップによる周波数の変動はピークシフトに比してゆるやかなものである。復調回路のストロブパルス (Strobe Pulse) の制御に、平均的な周波数変動には追従し、瞬時的周波数変動には感応しない回路技術が必要になるわけである。VFO (Valuable Frequency Oscillator) はこの目的に沿うものである。

3. 誤り処理 (Error Handling)

3.1 誤り処理の意味

電子計算機のごとき大システムを構成する電子機器では、誤りの処理いかんがシステムの効率良い運営の重要な要素となる。

誤り処理がシステム運営上の効率に關与する点として、

(1) エラー発生を検知して、これをプログラムに知らせ計算機動作の混乱を防ぎ、計算機の再始動を可能とする。

(2) エラーの一形態としての故障 (Solid Failure) を検知して、システム再構成 (System Reconfiguration) の情報とする。これによ

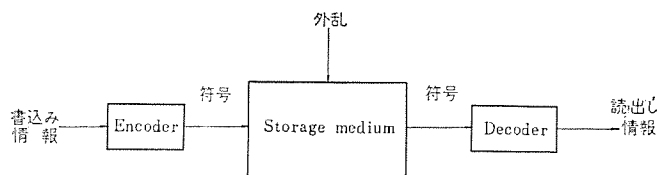


図 3.1 書込み、読出し概念図

りシステムダウンを最小限にとどめる。

(3) 重大なエラーをオペレータに知らせ、オペレータの介入を求めることによりダウンタイムを短くする。

(4) エラー・故障等のフィールドデータを蓄積し、設計者のシステム解析の一助とする。

などがあげられる。

3.2 誤り検出 (Error Detection)

3.2.1 誤りの様式 (Classes of Errors)

磁気記憶装置 (デバイス、制御装置) において起こりうるエラーとしては、(1)プログラムエラー、(2)ハードウェアエラー、(3)オペレーションミス等がある。

プログラムエラーとしては、書込み禁止領域への書込み、不正長データ、および存在しないアドレスでのサーチ等があげられる。

ハードウェアエラーとしては、回路素子の動作不良、電源ダウン等の故障 (Solid Error) と、記憶装置の物理的特性 (Air Gap, 回転スピード etc.) の変化、ノイズ等の瞬時エラー (Intermittent Error) とに分けることができる。

さらにオペレータの誤操作もエラーの一種と考えられる。

3.2.2 誤り検出法

誤りの様式に応じて誤り検出法が異なることは当然で、プログラム制御によるもの (Check Write, Skip Transfer) や、個別機能の検知 (書込み電流チェック、エコチェック、回転むらチェック、オーバランチェック、不正長チェック) 等があるが、磁気記憶装置におけるエラー検出は、最終的には情報が正しく記憶されているかどうかの一点に集約される。

磁気記憶の誤りの検出方法には、データ通信あるいは衛星通信等で用いられている、エラー検知コードによる誤り検出のテクニックがほぼ同様に用いられる。磁気媒体への情報の書込みは、情報の符号化 (Encoding)、送信であり、記録の読取りは、情報の受信、復号化 (Decoding) である。

3.3 エラー検出コード

一般的にエラー検出コードが具備すべき条件として

- (1) 最も起こりやすいエラーが検出できる。
- (2) 冗長度を変えることにより、エラー検出能力が変えられる。
- (3) 少ない冗長度で高い検出能力を持つ。
- (4) 符号化・復号化がハードウェア的に実現容易。

などがある。

	データビット(N)	チェックビット(P(N))
偶パリティ	0 1 1 0 0 1 0 0	1
奇パリティ	0 1 1 0 0 1 0 0	0

図 3.2 1ビットパリティ

1st Byte	0 1 1 0 0 1 0 0
2nd Byte	0 1 0 1 0 1 1 0
Check Sum	0 0 1 1 0 0 1 0

図 3.4 ハーフアッド

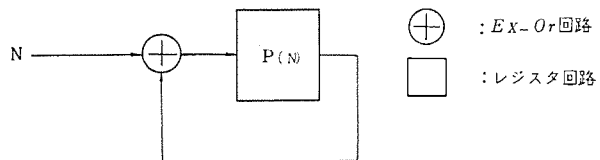


図 3.3 偶パリティ論理回路

1st Byte	0 1 1 0 0 1 0 0
2nd Byte	1 1 0 1 0 0 1 0
Check Sum	0 0 1 1 0 1 1 0

図 3.5 フルアッド

一般に固定長 n のコードシンボル (n -tuples または n -vectors と呼ばれる) からなる符号全体は、ブロックコード (Block Code) と呼ばれ、これ等の中から選び出された符号の部分集合をコードワード (Code Word) を呼ぶ。

通常エラー検出コードに用いられるのはこのコードワードで、 n 個のコードシンボルのうち k 個が情報シンボルとして、 $(n-k)$ 個がチェックシンボルとして用いられるので、 (n, k) コードとも呼ばれる。

以下磁気記憶装置で一般的に用いられるエラー検出コードの例を紹介する。

3.3.1 パリティチェック

二進法を基盤とするデジタル機器のエラー検出法としては、最も広く用いられているものである。

(1) 1ビットパリティ

ある二進数に対して1ビットのチェックビットを追加して、全体として‘1’の数が偶数、または奇数になるように制御する方法で、‘1’の数が偶数であれば偶パリティ、奇数であれば奇パリティと呼ばれる。

いま偶パリティについて考えると、データビットとチェックビットの関係は式 (3.1) のように表わされる。

$$P(N) \equiv \sum_{i=0}^n \alpha_i \pmod{2} \\ = \alpha_n \oplus \alpha_{n-1} \oplus \dots \oplus \alpha_1 \oplus \alpha_0 \quad (3.1)$$

ただし、 $\alpha_i \in \{0, 1\}$, $\oplus$: Exclusive OR

したがって偶パリティを図 3.3 のごとく、レジスタ1回路と (E_x - O_r) 1 回路により実現できる。

(2) チェックサム

制御装置のデータ制御部で行なわれる並直変換の単位として、ワード、またはバイト等が用いられるとき、チェックシンボルにも、これと対応する単位を用いることが多い。

(a) ハーフアッド (Half-add)

二進数の場合、ハーフアッドによるチェックサムは各けたごとの E_x - O_r をとることである。したがって m バイトのデータに対するチェック

サムは、 i 番目のビットに関し、

$$H_i = \alpha_{i1} \oplus \alpha_{i2} \oplus \dots \oplus \alpha_{im} \\ = \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} \pmod{2} \quad (3.2)$$

と表わされるから、各ビット単位の1ビットパリティと等価である。

(b) フルアッド (Full-add)

通常のけた上げを行なう加算であるが、最上位のけたのけた上げはオーバフローする。

ところで、 r 進数の任意の数 N を $\alpha_n \alpha_{n-1} \dots \alpha_1 \alpha_0$ すると

$$N = \alpha_n r^n + \alpha_{n-1} r^{n-1} + \dots + \alpha_1 r^1 + \alpha_0 r^0 \\ = \sum_{i=0}^n \alpha_i r^i \quad (3.3)$$

ただし、 $\alpha_i (i=0, 1, \dots, n) \in \{0, 1, \dots, r-1\}$

と表わされるから、 N のパリティは式 (3.4) で表わされる。

$$P(N) \equiv \sum_{i=0}^n \alpha_i \pmod{r} \quad (3.4)$$

図 3.5 のごとくバイト単位でフルアッドによるチェックサムを行なうことは、 $r=2^8=256$ 進法のパリティチェックを行なっていることにほかならない。

(3) エラー検出能力

r 進数の任意の数 $N = \alpha_n \alpha_{n-1} \dots \alpha_1 \alpha_0$ のパリティは式 (3.4) で表わされる。いま、数 N の i 番目の数字 (Digit) に誤りがあったとすると

$$N = \alpha_n \alpha_{n-1} \dots \alpha_i^* \dots \alpha_1 \alpha_0 \quad (3.5)$$

$$\alpha_i^* = (\alpha_i + e_i) \pmod{r} \quad (3.6)$$

と表わされる。そこで誤りのある数 N のパリティは

$$P^*(N) \equiv \sum_{i=0}^n \alpha_i^* \pmod{r} \equiv \sum_{i=0}^n \alpha_i \pmod{r} + \sum_{i=0}^n e_i \pmod{r} \\ \equiv P(N) + \sum_{i=0}^n e_i \pmod{r} \quad (3.7)$$

のように変形できる。

したがって、もし

$$\sum_{i=0}^n e_i \bmod r \equiv 0 \dots\dots\dots (3.8)$$

となるような誤り方であるとすれば、そのエラーは検知できず、また逆に、これ以外エラーはすべて検知することができる。言いかえと、パリティチェックは唯一のディジットのみに影響を与えるようなエラーはすべて検知できる。

(4) パリティチェックの限界

パリティチェックの限界の一つは、同期ずれないしはシフトの問題である。たとえば二進法についてみれば、1ビットのシフトによりエラー検知能力は $\frac{1}{2}$ になることは容易にわかるし、 r 進法では1ディジットの同期ずれは $\frac{1}{r}$ のエラー検知能力に低下する。ただし、図3.5のフルアドによるチェックサムの場合は、二進表現による256進法であるので、1ビットずれに対してはやはりエラー検知能力は $\frac{1}{2}$ となる。

パリティチェックに限らず、各種のエラー検出コードに共通している欠点は、エラー検出コードの周期が一定であり、同期ずれないしはシフトが起こっても、周期が同じであればエラーとして検出し得ないことである。

パリティチェックで行なわれている一つの試みは、二つの異なる周期のチェックを重ね合わせて用い、全体の周期を大きくとることによって、わずかのビットずれならば確実にエラーとして検出する方法である。

3.3.2 線形コード (Linear Code)

線形コードは、群コード (Group Code)・多項式コード (Polynomial Code)・代数コード (Algebraic Code)とも呼ばれ、二進符号に対してしばしば次のような多項式表現が用いられる。

いま、 (n, k) コードを次のような多項式で表わす。

$$F(X) = X^{n-k}I(X) + C(X) \dots\dots\dots (3.9)$$

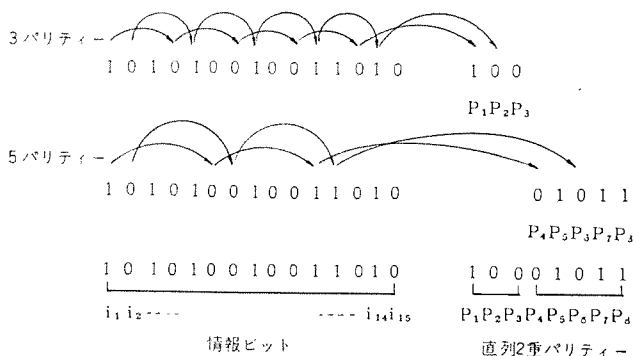


図 3.6 直列二重パリティ

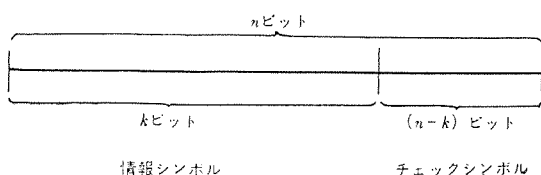


図 3.7 (n, k) コード

ただし $I(X) = a_1X^{k-1} + a_2X^{k-2} + \dots + a_k$

$C(X) = a_{k+1}X^{n-k-1} + a_{k+2}X^{n-k-2} + \dots + a_n$

$a_i (i=0, 1, \dots, n) \in \{0, 1\}$

多項式 $G(X)$ で情報シンボル部 $X^{n-k}I(X)$ を割ったときの商および剰余を、 $Q(X)$ および $C(X)$ とすれば次の関係が得られる。

$$\frac{X^{n-k}I(X)}{G(X)} = Q(X) + \frac{C(X)}{G(X)}$$

$$X^{n-k}I(X) = Q(X)G(X) + C(X)$$

$$X^{n-k}I(X) + C(X) = Q(X)G(X) \dots\dots\dots (3.10)$$

式 (3.9), (3.10) より

$$F(X) = Q(X)G(X) \dots\dots\dots (3.11)$$

このとき $G(X)$ を生成多項式と呼ぶ。符号化は情報多項式より剰余多項式を求め、符号多項式を構成することにあたり、一方、復号化は磁気媒体からの受信信号を $G(X)$ で割って、その剰余が '0' であることを確認することである。

3.3.3 巡回符号 (Cyclic Code)

巡回符号も線形コードの一つで、バーストエラーに対する検知能力が高いことや、エラー訂正能力もあること、さらにはハードウェア実現の容易性などの点から、磁気記憶装置にも広く用いられている。

巡回符号の代数的性格は、次の定義および定理により説明し尽される。

定義：部分空間 H の各元 $v = (G_0, G_1, \dots, G_{n-1})$ を巡回置換して得られるベクトル $v' = (G_{n-1}, G_0, G_1, \dots, G_{n-2})$ もまた、部分空間 H にあるとき、 H を巡回部分空間または巡回符号と呼ぶ。

定理：多項式 $f(X)$ より $X^n - 1$ を法として得られる多項式 $F(X)$ ($F(X) \equiv \{f(X)\} \bmod (X^n - 1)$) において、部分空間が巡回部分空間となるのは、その部分空間がイデアルのときである。(証明略)

一般に多項式 $P(X)$ (g 次) が割切ることのできる $X^e - 1$ 形の多項式の中で、最低次の多項式 $X^e - 1$ の次数 e を $P(X)$ の周期と呼び、同時に $e = 2g - 1$ が満されるとき、 $P(X)$ は原始多項式 (Primitive Polynomial) と呼ばれ、常に既約である。巡回符号では、 $P(X)$ 自身が生成多項式に選ばれることが多い。このとき誤り検知能力は最も高くなる。

表 3.1 原始多項式の例

原始多項式	(n, k)	備 考
$1 + X + X^2$	(7, 4)	Hamming Code
$1 + X^2 + X^3$	(7, 4)	
$1 + X + X^4$	(15, 11)	
$1 + X^2 + X^5$	(31, 26)	
$1 + X^2 + X^3 + X^4 + X^8$	(255, 247)	

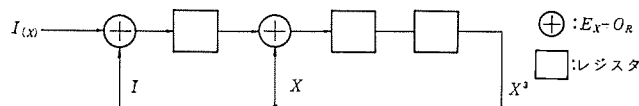


図 3.8 巡回シフトレジスタ

(1) 符号化

(7, 4) コードの $G(X) = 1 + X + X^3$ を例にとり、情報シンボルが 1010 であったとする。

$$X^{n-k}I(X) = X^3(X^3 + X) = X^6 + X^4$$

$$\frac{X^{n-k}I(X)}{G(X)} = (X^3 + 1) + \frac{X + 1}{X^3 + X + 1}$$

$$\begin{array}{r} X^3 + 1 \\ X^3 + X + 1 \hline X^6 + X^4 \\ X^6 + X^4 + X^3 \hline X^3 \\ X^3 + X + 1 \hline X + 1 \end{array}$$

$$\begin{aligned} F(X) &= (X^3 + 1)(X^3 + X + 1) + (X + 1) \\ &= \underbrace{X^6 + X^4 + X^3}_{\text{情報ビット}} + \underbrace{X + 1}_{\text{チェックビット}} \quad \dots (3.12) \end{aligned}$$

式 (3.12) よりコードワード 1010011 が得られる。

ハードウェアの実現は図 3.8 のように容易に行なえる。

(2) エラー検出能力

巡回符号のエラー検出能力は、次の幾つかの定理より如実に明らかになる。(証明略)

定理 1 : $G(X)$ が 2 項以上の巡回符号は、1 ビットエラーはすべて検知される。

定理 2 : $X + 1$ で割切れる多項式は偶多項式である。

定理 3 : 符号長 n が $G(X)$ の周期 e より大きくないとき、 $G(X)$ によって生成された符号は、すべての 2 ビット以下のエラーを検出する。

定理 4 : $G(X) = (1 + X)G_1(X)$ によって生成された符号は、その符号長 n が $G_1(X)$ の周期 e より大きくないとき、すべての 3 ビット以下のエラーを検出する。

定理 5 : 次数 $(n - k)$ の $G(X)$ で生成された符号は、バースト誤り長 l が $l \leq n - k$ であればすべて検出できる。

定理 6 : バースト誤り長 l が、 $l > n - k$ のときの、エラー検出能力は、 $l = n - k + 1$ のとき $1 - 1/2^{(n-k-1)}$ 、 $l > n - k - 1$ のとき、

$1 - 1/2^{(n-k)}$ となる。

4. むすび

入出力機器の制御装置においても、マイクロプログラムによる制御などが普及するにつれて、さらにソフトウェア体系とインテグレートした制御方式が、今後要求されるものと思われる。

符号理論を用いた誤り処理に関しては、データ伝送に比べ、計算機では若干遅れてスタートした分野でもあるので、今後ますます研究・実用化が進められるものと思う。

参考文献

- (1) T. H. Bonn : Mass Storage ; Broad Review, Proc. IEEE, 54, No. 12 (1966)
- (2) I. Kobayashi : ランダムアクセス装置利用の実例, Computer Report (邦文), 7, No. 8 (昭 42)
- (3) G. Schay, N. Raver : Method for Key-to-Address Transformation, IBM Journal, April (1963)
- (4) M. Hanan, F. P. Palermo : An Application of Coding Theory of a File Address Problem, IBM Journal, April (1963)
- (5) 大野編 : オンラインリアルタイムシステム的设计, 産業図書, 東京, (昭 45)
- (6) James Martin : Design of Real Time Computer System, Prentice-Hall, N. J., (1967)
- (7) W. W. Peterson : Error Correcting Code, MIT Press, Mass., (1961)
- (8) Peterson, Brown : Cyclic Code for Error Detection, Proc. IRE, January (1961)
- (9) 喜安 : 誤りの訂正できる符号, 数学, 岩波
- (10) 嵩 : 密集した誤り訂正符号の計算機による構成, 信学会誌, 45 (昭 37 - 11), ほか
- (11) 藤原ほか : 新しい符号化方式, 三菱電機技報, 43, No. 8 (昭 44)
- (12) F. Sellers, Jr., et al. : Error Detecting Logic for Digital Computers, Mc-GRAW-HILL (1968)
- (13) D. Tang, R. Chien : Coding for Error Control, IBM System Journal, No. 1 (1969)

新製品紹介

VC-600 形 低圧真空電磁接触器

真空電磁接触器は、小形・高しゃ断性能・長寿命・保守点検容易・無騒音などの特長を生かし、高圧分野で一般工業関係、電力の受配電設備用として普及しつつあるが、このたび 600 V 以下の低圧分野に使用する、VC-600 形真空電磁接触器の開発を完了し、発売するので、その特長・定格仕様について紹介する。

■ 特 長

(1) 小形・軽量

同定格の気中形電磁接触器に比べ小形軽量である。(当社 N-605 形と比較すれば、取付面積で 70%，重量で 60%)

(2) 高性能

しゃ断閉路電流容量が定格電流の 10 倍と高く、開閉ひん度も最大定格で 1,200 回/時と、高ひん度の用途にも使用できる。

(3) 長寿命

機械的寿命は 500 万回以上、電氣的寿命も最大定格で 50 万回以上を保証。

(4) 安全性

アークが外部にふき出さず、悪ふんい気での使用も可能。

(5) 無騒音

電流しゃ断音がなく、電磁石も直流操作のためうなりなどの騒音がない。

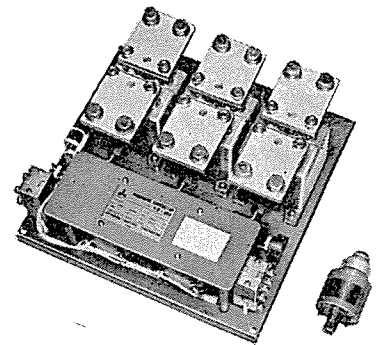
(6) メンテナンスフリー

保証寿命まで保守がいらない。

■ 定 格・仕 様

定 格 絶 縁 電 圧		AC 600 V
定 格 電 圧		AC 550 V
定 格 電 流		600 A
定 格 通 電 電 流		600 A
閉 路 し ゃ 断 電 流 容 量		AC 550 V 6,000 A
開 閉 ひ ん 繁 度		1,200 回/時
寿 命	機 械 的	500 万回以上
	電 気 的	50 万回以上

[名古屋製作所]



VC-600 形 低圧真空電磁接触器

交流商用電源使用による三菱スピードコントロールモートル —DIAROL〈ダイヤロール〉(愛称)— シリーズ

当社では、交流商用電源による無段変速装置としてサイリスタレオナード方式を採用したスピードコントロールモートルを開発中のところ、このほど安価で手軽に使用できる高性能 DIAROL (ダイヤロール) シリーズを完成し、今秋発売の予定である。

当社は、従来より各種可変速装置シリーズを製作し、自動化・省力化の要望に応じてきたが、特に今回発売する DIAROL シリーズは、サイリスタレオナード制御方式の特長を生かし、保

守の容易なコンパクトタイプの普及形シリーズである。

■ DIAROL の特長

(1) 制御装置の心臓部に IC を採用することにより、速度特性や温度特性の向上はもちろん高い信頼性をもっている。

(2) モートルは IEC 寸法に準拠し、従来品に比較し、一段と小形、軽量化をはかった。

(3) モートルのブラシ、整流子の点検、保守が容易に行なえる当社独自の構造となっている。

(4) 制御装置は、サイリスタ部本体と操作部(オプション)とを分け、操作部には可逆運転、ソフトスタートなど特殊な使い方を容易に行なえる配慮がはらわれている。

(5) 電流制限回路を内蔵しているため、100%~200%の範囲でトルク制限が可能などの当社独自のユニークな特長のほか。

(a) サイリスタレオード方式の採用で交流単相商用電源で手軽に広範囲の速度制御ができる。

(b) 負荷変動に対する速度変動がほとんどなく、しかも応答性もすぐれている。

(c) 速度制御に速度発電機を用いないなど、保守はきわめて簡単で高い信頼性をもっている。

(d) モートル絶縁階級には F 種絶縁を採用するなど、過負荷にも強い設計である。のような使いやすさに徹した数々の特長をもっている。

■ 仕様

- | | |
|-----------|---|
| (1) 交流電源 | 1φ 200/220 V ±10% 50/60 Hz |
| (2) 標準容量 | 0.2, 0.4, 0.75, 1.5, 2.2, 3.7, 5.5, 7.5 kW 各種 |
| (3) 変速範囲 | 80~1,750 rpm (定トルク) |
| (4) 速度変動率 | 定格速度の 3% 以下 |
| (5) 制御方式 | サイリスタレオード方式による単相全波制御 |
| (6) 電動機 | FK-E 形 直流電動機 (仮称) |
| (7) 使用温度 | -5°C~50°C |

■ 用途

各種工作機械・溶接機・切断機・化学繊維機械・事務機械・医療理化学機械・一般産業機械など各方面に使用される。

■ DIAROL の制御方式

DIAROL は直流他励式モートルを用いて、電機子電圧を変化させ、定トルクの可変速を行なう。

主回路にサイリスタ(CR)を2個、整流器(SR)2個を組み合わせた混合ブリッジ回路を採用している。図2のとおり交流電源の位相に合わせゲート信号の出る時間(θ)を変化させると、出力、すなわち電機子に印加される電圧もこれに応じて変化し、モートルの回転数が変化する。

DIAROL は、速度設定基準値と実際の速度を比較し、常に電源電圧、負荷変動を監視しながらサイリスタのゲート信号を送る自動制御を行なっているため、直流モートルの回転数を一定に保つことができ、また任意の速度に設定することも容易である。

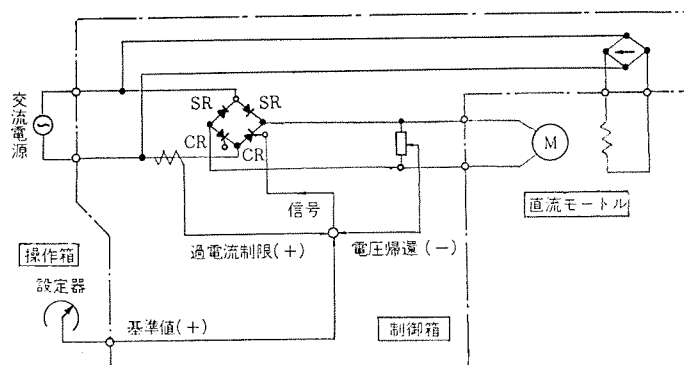


図1 動作原理図

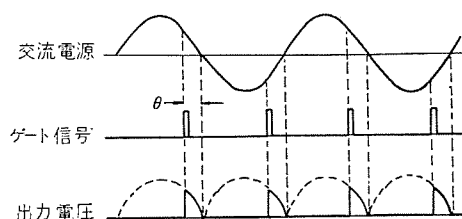


図2 動作波形

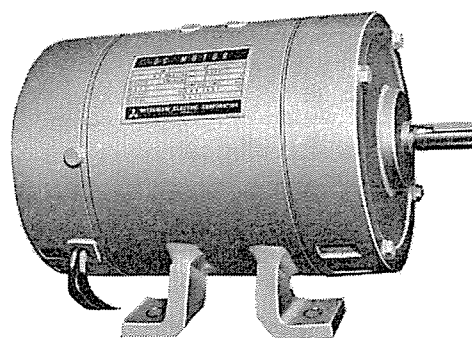


図3 三菱スピードコントロールモートル

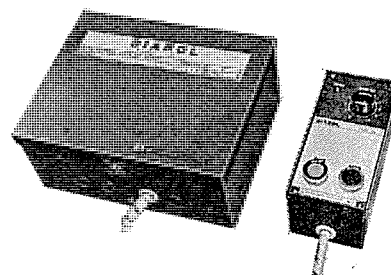
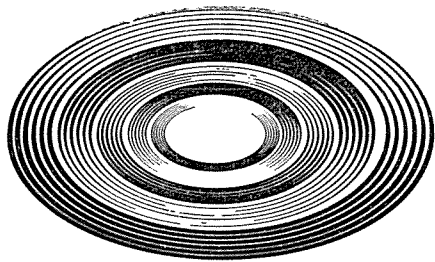


図4 制御装置

[機器事業部]



NEWS FLASH

MELCOM-7000 実演披露会



図 1 BTM(Batch-Timesharing Monitor) による バッチ 処理の実演

4月7日から3日間、鎌倉製作所においてデジタル電子計算機 MELCOM-7000 システムシリーズの実演披露会を行なった。MELCOM-7700 によるマルチプロセッシングの実演では、シンビオント(SYMBIONTS)によって、バッチ処理とカード読取装置やラインプリンタ装置のバッファ処理の同時併行動作、優先度指定によるタイムリリーなデータ処理を実行した。

さらにこれと同時に別室では、2台の端末タイプライタ装置により BASIC, FORTRAN の実演を行なった。

1,400 人ぐらいの来場者があり、特にタイムシェアリングの実演は、非常に興味をもった人が多く満員の盛況であった。

〔鎌倉製作所〕



図 2 FORTRAN を使った タイムシェアリング の実演



図 3 タイムシェアリング による ゴルフゲーム の実演

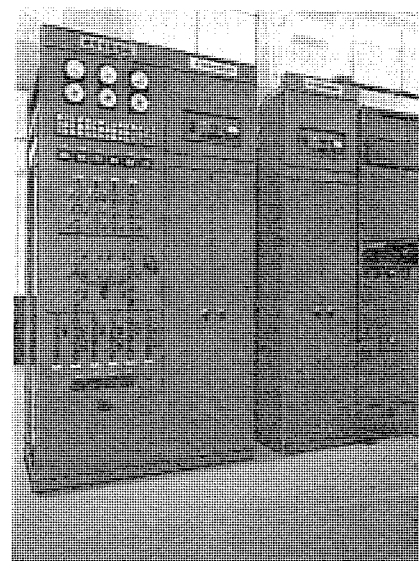
IC 化高速度・大容量形遠方監視制御装置 (MELDAC-400) の完成

このたび当所では、電気学会通信専門委員会規格の IC 化高速度、大容量形遠方監視制御装置を完成し、中国電力(株)南岩国 110 kV 一次変電所に納入した。当社はすでに電力会社配電変電所・電鉄用変電所・水道・高速道路向け等に、多数のサイクリック式(トランジスタ形あるいは IC 化)遠方制御装置を納入しているが、このたび IC 化により高信頼度・高速・大容量を計った新遠方監視制御装置を完成し、中国電力(株)(制御所: 岩国 S/S, 被制御所: 南岩国 S/S)に納入し運転開始されることになった(納入昭和 45 年 4 月, 運転開始同年 5 月)。本装置の主要な特長はつぎのとおり。

(1) 符号方式、符号検定方式などすべて昭和 44 年制定の電気学会、通信専門委員会規格「サイクリックデジタル情報伝送装置仕様規準」に準じている。

(2) 本装置は、制御・監視・デジタルテレメータを一体化したデジタルサイクリック式で、最大制御 620 量、表示 620 量の容量を持つ。

従来の標準仕様では制御 60 量、表示 80 量が最大であったが、本装置では遠方制御継電盤 1 面で制御 100 量、表示 200 量収容可能であり 210% 容量増加となった。



中国電力(株)南岩国 110 kV 一次 S/S 納め
“MELDAC-400” 工場試験風景

中国電力南岩国 S/S 向けでは制御 80 量, 表示 160 量を実装している。

(3) 高速伝送 (600 ボー 伝送) をしている。

従来の装置の伝送速度は 200 ビット/秒であるが, 本装置は 600 ビット/秒であり, 伝送速度を 3 倍にし, したがって情報伝送時間は 1/3 に短縮された。上記実装例では制御 0.44 秒, 表示 1.25 秒以下である。

(4) IC 化による高信頼度化・小形化を計った。

一次変電所の無人化に使用される装置は, 高信頼度・小形でなければならない。従来の方式では制御所・被制御所とも遠方制御継電盤として幅 600 mm のもの各 2 面が必要であったが, 本方式では IC 化, リレーユニットの小形化などによって縮少を計り, 各 1 面とし, したがって所要床面積も 1/2 にすることができた。

(5) 計測はデジタル化し, 表示と同一チャンネルで伝送するようにして変復調装置の節減を計った。従来のアナログ式であると計測項目数に応じて変復調装置が必要であったが, これを省略することができる。

(6) 使用温度範囲 $-10^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$

ただし IC 論理回路部は $-15^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ まで動作確認。

[神戸製作所]

川崎製鉄(株)水島製鉄所向け

ホットストリップミル用オートクロップ装置を完成

ホットストリップミルでは, 仕上スタンドにおける通板性を良好にするとともに, 後工程における作業能率や歩どまりを向上させるため, クロップャーにより鋼板の先端と尾端をせん(剪)断する必要があるが, このための正確なせん断精度を有するオートクロップ装置(赤熱鋼板形状認識装置)を, 川崎製鉄(株)水島製鉄所に納入した。

この装置は 42 年 3 月より八幡製鉄(株)と共同開発に着手し, 43 年 7 月より戸畑製鉄所の 80 インチホットストリップミルに設置して試験を行ない, その性能を確認した。

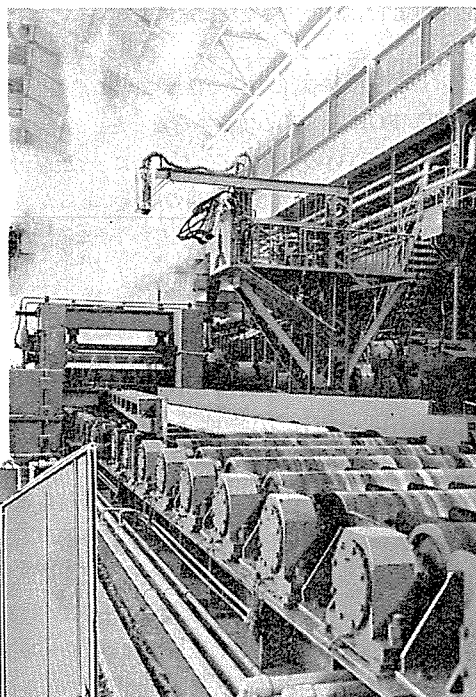
今回完成をみた川崎製鉄(株)水島製鉄所向け 2,300 mm ホットストリップミル用の装置は, 前記の 1 号機の実用性能に改良を加えて製品化したもので, 45 年 1 月の圧延開始以来, 順調にか(稼)動しており省力化と歩どまり向上に役立っている。

測定板温度	900~1,100°C
測定板幅	2,400 mm
測定板通過速度	120 m/min 最高
せん断片標準偏差	10 mm

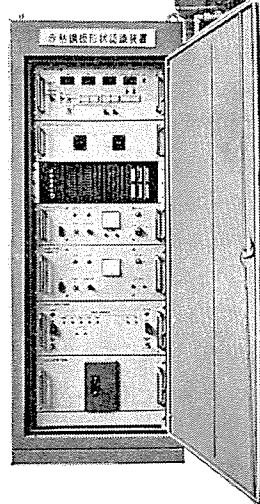
■ 本装置の特長

- (1) むだのないせん断が可能で歩どまりを向上させることができる。
- (2) 鋼板走行を停止させることなく先端部・尾端部をせん断することができる。
- (3) 広範囲に板温度・板速度・板幅が変わっても動作は正確である。
- (4) 高温多湿の悪ふんい気での使用に十分耐える。
- (5) 電子回路はすべて IC 化されている。

[神戸製作所]



ホットストリップミル用オートクロップ装置



本社・営業所・研究所・製作所・工場所在地

本 社	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(電) 100	(電) 東京 (03)	218局2111番
大阪営業所	大阪市北区梅田町8番地(西阪神ビル)	(電) 530	(電) 大阪 (06)	343局1231番
名古屋営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル)	(電) 450	(電) 名古屋 (052)	561局5311番
静岡出張所	静岡市伝馬町16の3番地(明治生命静岡支社)	(電) 420	(電) 静岡 (0542)	54局4681番
福岡営業所	福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル)	(電) 810	(電) 福岡 (092)	75局6231番
長崎出張所	長崎市丸尾町6番14号	(電) 850-91	(電) 長崎 (0958)	23局6101番
札幌営業所	札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル)	(電) 060-91	(電) 札幌 (0122)	26局9111番
仙台営業所	仙台市大町1丁目1番30号(新仙台ビル)	(電) 980	(電) 仙台 (0222)	21局1211番
富山営業所	富山市桜木町1番29号	(電) 930	(電) 富山 (0764)	31局8211番
広島営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル)	(電) 730	(電) 広島 (0822)	47局5111番
岡山出張所	岡山市駅前町1丁目9番地(明治生命館)	(電) 700	(電) 岡山 (0862)	25局5171番
高松営業所	高松市鶴屋町2番1号	(電) 760	(電) 高松 (0878)	51局0001番
東京商品営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(電) 100	(電) 東京 (03)	218局2111番
城北家電営業所	東京都文京区大塚3丁目3番1号(新茗溪ビル)	(電) 112	(電) 東京 (03)	944局6311番
城南家電営業所	東京都世田谷区池尻3丁目10番3号(三菱電機世田谷ビル)	(電) 154	(電) 東京 (03)	411局8181番
城西家電営業所	国分寺市南町2丁目16番14号(秀美ビル)	(電) 185	(電) 国分寺 (0423)	22局1881番
横浜家電営業所	横浜市中区富士見町3番地4	(電) 232	(電) 横浜 (045)	251局2226番
千葉家電営業所	千葉市新宿町2丁目49番地(三菱電機千葉ビル)	(電) 280	(電) 千葉 (0472)	42局5486番
大阪商品営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1	(電) 530	(電) 大阪 (06)	344局1231番
洲本出張所	洲本市上物部2丁目6番33号	(電) 656	(電) 洲本 (07992)	2局0631番
名古屋商品営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル)	(電) 450	(電) 名古屋 (052)	561局5311番
静岡出張所	静岡市小島2丁目1番22号	(電) 420	(電) 静岡 (0542)	85局6141番
福岡商品営業所	福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル)	(電) 810	(電) 福岡 (092)	75局6231番
札幌商品営業所	札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル)	(電) 060-91	(電) 札幌 (0122)	26局9111番
仙台商品営業所	仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル)	(電) 980	(電) 仙台 (0222)	21局1211番
北陸商品営業所	金沢市小坂町西97番地	(電) 920	(電) 金沢 (0762)	52局1151番
広島商品営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル)	(電) 730	(電) 広島 (0822)	47局5111番
高松商品営業所	高松市鶴屋町2番1号	(電) 760	(電) 高松 (0878)	51局0001番
新潟営業所	新潟市東大通1丁目12番地(北陸ビル)	(電) 950	(電) 新潟 (0252)	45局2151番
関東商品営業所	与野市上落合後原842番地	(電) 338	(電) 与野 (0488)	33局3181番
東京機器営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(電) 100	(電) 東京 (03)	218局2111番
大阪機器営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1	(電) 530	(電) 大阪 (06)	344局1231番
中央研究所	尼崎市南清水字中野80番地	(電) 661	(電) 大阪 (06)	491局8021番
商品研究所	鎌倉市大船2丁目14番40号	(電) 247	(電) 鎌倉 (0467)	46局6111番
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町3丁目10番地の1	(電) 652	(電) 神戸 (078)	67局5041番
伊丹製作所	尼崎市南清水字中野80番地	(電) 661	(電) 大阪 (06)	491局8021番
三田工場	三田市三輪町父々部85番地	(電) 669-13	(電) 三田 (07956)	局4371番
長崎製作所	長崎市丸尾町6番14号	(電) 852	(電) 長崎 (0958)	23局6211番
稲沢製作所	稲沢市菱町1番地	(電) 492	(電) 稲沢 (0587)	32局8111番
和歌山製作所	和歌山市岡町91番地	(電) 640-91	(電) 和歌山 (0734)	23局7231番
鎌倉製作所	鎌倉市上町屋325番地	(電) 247	(電) 鎌倉 (0467)	46局1111番
通信機製作所	尼崎市南清水字中野80番地	(電) 661	(電) 大阪 (06)	491局8021番
北伊丹製作所	伊丹市瑞原4丁目1番地	(電) 664	(電) 伊丹 (0727)	82局5131番
熊本工場	熊本市竜田町弓削720番地	(電) 862	(電) 熊本 (0963)	62局7211番
名古屋製作所	名古屋市中区矢田町18丁目1番地	(電) 461	(電) 名古屋 (052)	721局2111番
福岡製作所	福岡市今宿青木690番地	(電) 819-01	(電) 福岡今宿 (09295)	6局0431番
福山製作所	福山市緑町1番8号	(電) 720	(電) 福山 (0849)	21局3211番
姫路製作所	姫路市千代田町840番地	(電) 670	(電) 姫路 (0792)	23局1251番
相模製作所	相模原市宮下1丁目1番57号	(電) 229	(電) 相模原 (0427)	72局5131番
世田谷工場	東京都世田谷区池尻3丁目1番15号	(電) 154	(電) 東京 (03)	414局8111番
静岡製作所	静岡市小島3丁目18番1号	(電) 420	(電) 静岡 (0542)	85局1111番
中津川製作所	中津川市駒場町1番3号	(電) 508	(電) 中津川 (05736)	5局7151番
大船製作所	鎌倉市大船5丁目1番1号	(電) 247	(電) 鎌倉 (0467)	46局6111番
郡山製作所	郡山市栄町2番25号	(電) 963	(電) 郡山 (02492)	2局1220番
群馬製作所	群馬県新田郡尾島町大字岩松800番地	(電) 370-04	(電) 尾島 (02765)	2局1111番
藤岡工場	藤岡市本郷字別所1173番地	(電) 375	(電) 藤岡 (02742)	2局1185番
京都製作所	京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所1番地	(電) 617	(電) 京都西山 (075)	921局4111番
長野工場	長野市大字南長池字村前	(電) 380	(電) 長野 (0262)	27局1101番
ラジオ工場	尼崎市南清水字中野80番地	(電) 661	(電) 大阪 (06)	491局8021番
札幌営業所	札幌市北2条東12丁目98番地	(電) 060	(電) 札幌 (0122)	23局5544番

配 電 の 近 代 化 特 集

《特集論文》

- 配電の自動化システム
- 最近のレギュラネットワーク
- 世界貿易センタービル納めスポットネットワーク受電設備
- 過密都市架空配電用機器の技術開発
- 最近の配電用避雷器
- LOE 形高圧地絡継電装置
- PO 形計器用変圧変流器

- スポットネットワーク用 FLK 形限流ヒューズ

《普通論文》

- MK, SK 形制御スイッチ
- 中部電力高根第 1 発電所 100 MVA/100 MW 発電電動機および運転制御装置
- 観測船気象レーダ装置
- 半導体 Si 中不純物の放射化分析
- 新形インバータ
- 表面処理による導放管の低損失化

三 菱 電 機 技 報 編 集 委 員 会

委員長	仙 石 廉	常任委員	牧 野 六 彦
副委員長	神 崎 邇	"	湊 武 雄
常任委員	明 石 精	"	依 田 功
"	石 川 理 一	委 員	北 垣 成 一
"	上 田 重 夫	"	南 日 達 郎
"	宇 佐 見 重 夫	"	林 昇 寿
"	北 川 和 人	"	松 元 雄 蔵
"	古 賀 享	"	吉 武 正 彦
"	小 堀 富 次 雄	"	和 田 義 勝
"	鈴 木 正 材		(以上 50 音順)

昭和 45 年 6 月 22 日印刷 昭和 45 年 6 月 25 日発行「禁無断転載」定価 1 部金 100 円(送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

仙 石 廉

印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地
(郵便番号 162)

大日本印刷株式会社

印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

高 橋 武 夫

発行所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号(郵便番号 100)

三菱電機株式会社内 「三菱電機技報社」

(電) (03) 218 局 2323 番

発売元

東京都千代田区神田錦町 3 の 1 (郵便番号 151) 株式会社 オーム社書店
(電) (03) 291 局 0912 番 振替東京 20018