

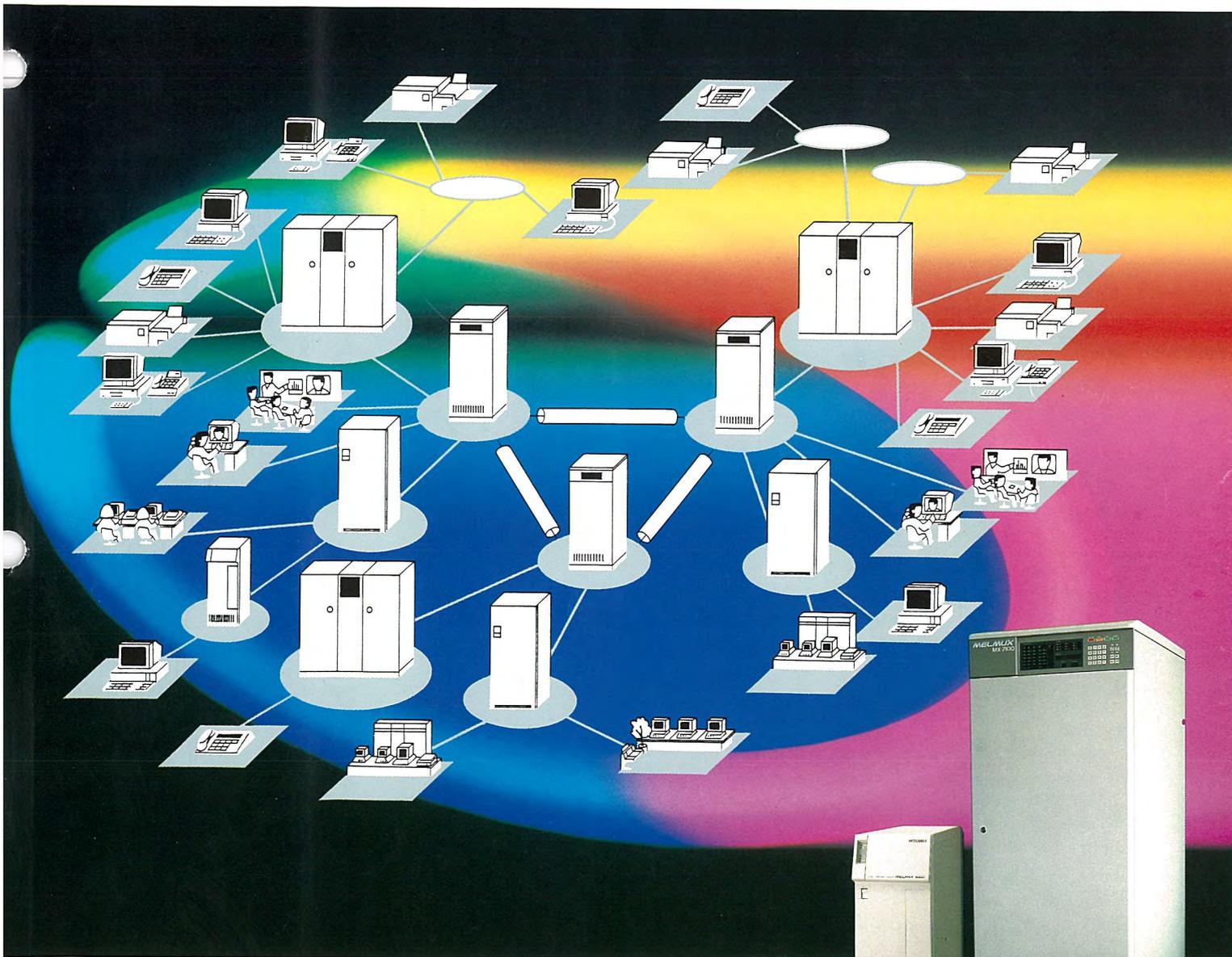
MITSUBISHI

三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.61 No.12

12
1987

情報通信特集



技術がつくる高度なふれあい **SOCIO-TECH**

情報通信特集

目次

特集論文

情報通信特集に寄せて……………	1
富永英義	
情報通信の動向とシステムの展望……………	2
藤原謙一	
ビジネス衛星通信サービス(IBS)用無線設備……………	4
巻田文男・阿部宗男・中西道雄・原 泰司・大場達博・井上誠也	
三菱高速デジタル多重化装置 MX-7100シリーズの基本方式とシステム構成……………	10
藤原謙一・石井康一・石坂充弘・関川一彦・高木 宏・原田永康・鹿間敏弘・小山啓一・藤田清志	
三菱高速デジタル多重化装置 MX-7100シリーズの構成と機能……………	14
青山 滋・内藤悠史・大島一能・中野 栄・覚埜高音・市橋立機・伊藤修治・木嶋孝文・佐田耕一	
パケット多重化装置《MELPAX 1000》……………	18
有賀 均・後沢 忍・水迫浩昭・藤田 進・北川健一・渡部重彦	
INVITE 64テレビ電話システム……………	22
山口博久・和田正裕・林 信喜・大塚洋侯・小松文昭	
分散処理ネットワークシステムにおけるデータベースの最適配置……………	26
稲本 惇	
コンピュータネットワーク体系MNA-P……………	30
宮崎茂雄・三屋誓志郎・高木 宏・重松康夫・渡辺 透	
情報通信と配電自動化……………	34
前田耕二・芦澤友雄・宮澤生行	
総合防災情報システム……………	38
椎野 茂・佐野昌利・日方俊幸・白田幸雄・井田 勝	
普通論文	
診療オーダリング方式による病院情報システム……………	44
山本修三・金山茂敏	
酸素富化装置を用いた高効率オゾナイザシステム……………	50
本多敏一・難波敬典・田中政之・久川義隆	
ICB蒸着法による成膜技術……………	54
伊奈照夫・花井正博・山西健一郎・伊藤弘基・小林正洋	
FD-1800型デジタル超音波探傷器……………	58
佐藤春治・大力健市・榎木和弘・杉元幸郎	
8/16ビット高性能CMOSオリジナルシングルチップマイコン……………	62
脇本昭彦・伊藤 栄・新村健太郎・城田省三・藤田絃一	
シングルモードファイバ用光合分波モジュール……………	66
足立明宏・菅沼ルミ子・伊東 尚・三宅良雄	
溶融型熱転写記録におけるインク特性と記録特性……………	70
端山菊雄・野村健次・村上貞利・矢野辰春	
特許と新案	
ガス絶縁開閉装置、係船ウインチの張力自動制御装置……………	75
エレベーターの非常時運転装置……………	76
スポットライト	
1チップFDD用ICシリーズM52820FP, M52812FP……………	74
三菱パッケージ形発電装置(PG-H形)用発電機シリーズ……………	81
三菱ツインファンエアコン《霧ヶ峰》……………	82
三菱テレビ電話・会議システム《INVITE 64》……………	(表3)
三菱電機技報61巻総目次……………	77

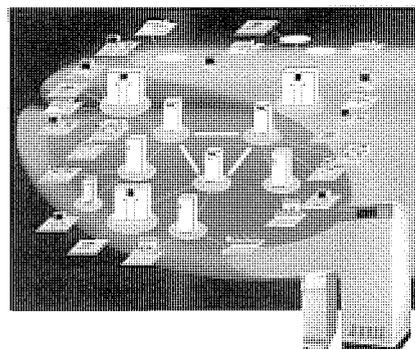
表紙

情報通信システム

情報通信システムは、情報資源の有効活用によるメリットを企業にもたらし、さらには人間生活に役立つ種々のシステムを創造して発展の一途をたどりつつある。

表紙のイラストは、当社の製品を使用して構築した情報通信システムのイメージを表現したもので、ユーザーの電話、端末、計算機等を回線交換機、パケット交換機へ接続し、更にそれらの交換機を中央に描いた高速デジタル多重化装置、高速デジタル回線に接続・統合しているシステムを表わしている。

写真は、左がパケット多重化装置MELPAX1000、右が高速デジタル多重化装置MX-7100シリーズである。



アブストラクト

情報通信の動向とシステムの展望

藤原謙一

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P2～3

企業活動のインフラストラクチャとして重要な役割を果たすようになってきた情報通信システムの最近の動向を述べるとともに、それらのシステムに対してユーザー側から指摘される課題を挙げ、これらの課題を解決して、より高度のシステム構築を可能とすべく推進中の、当社における情報通信機器・システム《MELINS》の開発例を紹介する。最後に今後の情報通信システムの進むべき方向を展望する。

INVITE64 テレビ電話システム

山口博久・和田正裕・林 信喜・大塚洋俊・小松文昭

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P22～25

デジタル電話1チャンネル分の情報に相当する通信速度64Kbpsの回線を使用して、音声と映像を同時に送受信可能なビデオコーデック（画像信号圧縮装置）が完成したので、これを使用してテレビ電話システムを開発した。このシステムは、近年普及し始めたデジタル通信回線を利用可能な地域であれば、従来の加入電話と同様の操作方法で容易に安価な通信料金で使用できる特長をもっている。

ビジネス衛星通信サービス（IBS）用無線設備

巻田文男・阿部宗男・中西道雄・原 泰司・大場達博・井上誠也

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P4～9

この論文はインテルサットの新しい衛星通信サービスであるIBSシステムの概要を述べるとともに、国際電信電話（株）が山口衛星通信所に導入したIBS用無線設備の特長と構成を述べる。この無線設備はインテルサットのIBSオープンネットワーク規格を満足する周波数変換装置と変復調装置、送信波の電力を一定に保つ送信電力制御装置及び無線設備の集中監視を行う監視制御装置から構成され、昭和62年6月からサービスを開始した。

分散処理ネットワークシステムにおけるデータベースの最適配置

稲本 惇

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P26～29

この論文は販売物流・サービスの分野を始め広く応用分野の広がっている分散処理ネットワークシステムにおける最適なデータベースの配置と、それらを処理する分散プロセッサの配置問題を扱い、問題の定式化と数理計画法に基づく解法を提案するものである。ここでは、最適化の目標関数として、分散処理プロセッサのマシン費用・データベース格納のためのディスク装置の費用・パケット交換網上の通信費用及び専用回線の使用料などの総和をとっている。

三菱高速デジタル多重化装置

MX-7100シリーズの基本方式とシステム構成

藤原謙一・石井康一・石坂充弘・関川一彦・高木 宏ほか

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P10～13

7100シリーズは日本電信電話（株）（NTT）等の高速デジタル回線を利用して、データや音声などの情報を時分割多重伝送する装置である。このシリーズは伝送効率の高いビット／オクテット多重化方式を採用し、豊富な端末インタフェースをそろえるとともに、回線の増設と変更及び障害監視と診断をパソコンから集中的に行うなど、高度なネットワーク管理を実現している。このシリーズにより、企業情報通信ネットワークの幹線系を構築できる。

コンピュータネットワーク体系MNA-P

宮崎茂雄・三屋誓志郎・高木 宏・重松康夫・渡辺 透

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P30～33

世の中はコンピュータによる分散化とネットワーク化が進んでいる。MNA-P（Multi-shared Network Architecture-Packet）は、この世の中の動きに対応すべく、昭和60年度から62年度にかけて開発された当社のネットワーク体系で、情報処理と通信処理を効率良く行えるコンピュータネットワークシステムをユーザーに提供する。本稿では、MNA-Pの特長とシステム事例について述べる。

三菱高速デジタル多重化装置

MX-7100シリーズの構成と機能

青山 滋・内藤悠史・大島一能・中野 栄・覚埜高音ほか

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P14～17

MX-7100シリーズは日本電信電話（株）（NTT）等の高速デジタル回線を利用して、企業情報ネットワークの基幹系を構築するためのデジタル多重化装置である。特長はビット／オクテット多重化方式による高い回線使用効率、豊富な端末インタフェース、様々な応用に適用可能な通信形態、主要部分二重化による高い信頼性、ネットワーク サービスプロセッサ（NSP）による一元管理機能などである。この論文では、これらの点について述べる。

情報通信と配電自動化

前田耕二・芦澤友雄・宮澤生行

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P34～37

配電自動化に対するニーズは、配電系統の高効率化、供給信頼度の向上、事務省力化、需要家サービスなどこれまで以上に強くなっており、この発展には広域な物理的範囲を有意義に結合するための高度な情報通信技術が必要不可欠なものになってきている。

本稿では、この配電自動化の分野において、情報通信技術がいかに適用されていこうとしているかについて述べる。

パケット多重化装置《MELPAX 1000》

有賀 均・後沢 忍・水迫浩昭・藤田 進・北川健一・渡部重彦

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P18～21

パケット交換網を利用した広域通信ネットワークが構築される中で、既存の一般端末を複数収容し、多重化してパケット交換網へ接続するための、PAD機能をもつ高機能、高性能なパケット多重化装置《MELPAX 1000》を開発した。本稿では、この開発の背景、機能とその実現方式について述べる。

総合防災情報システム

椎野 茂・佐野昌利・日方俊幸・白田幸雄・井田 勝

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P38～43

都市化の進展、市街地の拡大に伴って、災害の危険性は増大しつつある。防災情報システムは、台風、集中豪雨、地震などの災害に対する防災活動を支援する情報通信・処理システムである。

本稿では、システム事例として東京都板橋区に納入した防災情報システムを紹介する。このシステムは、コンピュータと通信を駆使した従来にないトータルシステムであり、今後の地方自治体における防災情報システムのモデルとして注目を集めている。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 22 ~ 25 (1987)

The INVITE 64 Visual Telephone System

by Hirohisa Yamaguchi, Masahiro Wada, Nobuki Hayashi, Hiroshi Dtsuka & Fumiaki Komatsu

The article reports on a visual telephone employing a video codec to compress voice and image information so that both can be carried in duplex mode over a single 64kbps digital telephone line. Communications over this line using the INVITE 64 visual telephone system is as simple as using a conventional subscriber telephone, and the communications charges are low. The digital telephone lines used by the INVITE 64 system are becoming increasingly available in Japan.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 2 ~ 3 (1987)

The Present Situation and Future Trends in Information-Network Systems

by Ken'ichi Fujiwara

The article reports on current trends in the information-network systems that now constitute vital infrastructures in business and industry. Development themes are examined from the standpoint of the user, and information-network systems and equipment from the Mitsubishi MELINS line are introduced as sophisticated answers to modern communication requirements. The article concludes with an overview of needed future developments.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 26 ~ 29 (1987)

Optimal Database Allocation in Distributed Computer Network Systems

by Atsushi Inamoto

The report concerns optimal database allocation and optimal location of processors in the distributed processing networks used for sales and product distribution management systems. The problems are formulated, and a mathematical methodology for solving these problems is presented. To minimize the system expense, the methodology is used to analyze the hardware cost of the distributed processors, the cost of the magnetic disk drive for database storage, the cost of communications over a packet switching network, and the cost of leased lines.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 4 ~ 9 (1987)

Communication Equipment for INTELSAT Business Service (IBS)

by Fumio Makita, Munee Abe, Michio Nakanishi, Yasushi Hara, Tatsuhiro Oba & Seiya Inoue

The article outlines the IBS system and its communication services, and introduces the configuration and features of IBS equipment installed at the Yamaguchi Satellite Communications Center of Kokusai Denshin Denwa (KDD). The equipment includes frequency converters, a digital modem conforming to the INTELSAT open network requirements, an automatic transmit-power control unit, and a centralized control and monitoring processor. The article introduces the system, which has been in service since June 1987.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 30 ~ 33 (1987)

The MNA-P Computer Network Architecture

by Shigeo Miyazaki, Seishiro Mitsuya, Hiroshi Takagi, Yasuo Shigematsu & Toru Watanabe

In the three years from 1985 to 1987, Mitsubishi Electric has developed a network architecture for linking distributed computer systems. Called MNA-P (Multishared Network Architecture Packet), this architecture realizes computer network systems that are amenable to both data-processing and communications-handling operations. The article covers the system features and presents application examples.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 10 ~ 13 (1987)

The Basic Architecture and System Configuration of the MX-7100 Series High-Speed Digital Multiplexers

by Ken'ichi Fujiwara, Koichi Ishii, Michihiro Ishizaka, Kazuhiko Sekikawa, Hiroshi Takagi, Nagayasu Harada, Toshihiro Shikama, Keiichi Koyama & Kiyoshi Fujita

The MX-7100 Series was developed to implement time-division multiplexing for voice and data over the high-speed digital links now available from Nippon Telegraph and Telephone (NTT). The series employs a bit-octet multiplexing scheme that realizes highly efficient transmission. It also features a complete range of terminal interface functions and sophisticated network-management functions. The latter facilitate like expansion and modifications, and enable monitoring and diagnostics to be performed centrally by a personal computer. The series is highly suited for use in corporate information networks.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 34 ~ 37 (1987)

Communication Technology in Automated Power-Distribution Systems

by Koji Maeda, Tomoo Ashizawa & Takayuki Miyazawa

Demand for automated power-distribution systems develops from requirements for more efficient power-system management, more reliable power supplies, reduced administration costs, and more flexible customer services. To realize such automated systems requires communication networks capable of carrying information efficiently across wide areas. The report discusses the ways in which communication technology can be adapted to meet these needs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 14 ~ 17 (1987)

The Structure and Functions of the MX-7100 Series High-Speed Digital Multiplexers

by Shigeru Aoyama, Yushi Naito, Kazuyoshi Oshima, Sakae Nakano, Takane Kakuno, Tatsuki Ichihashi, Shuji Ito, Takafumi Kijima & Koichi Sada

The MX-7100 Series was developed to implement multichannel trunk lines for private networks over the high-speed digital links now available from Nippon Telegraph and Telephone (NTT). The series employs a bit-octet multiplexing scheme for voice and data channels that realizes highly efficient transmission. It also features a complete range of terminal-interface functions, flexible network configurations, high reliability due to vital-part redundancy, and unified network-management functions implemented by a network service processor (NSP). The article outlines the equipment structure and capabilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 38 ~ 43 (1987)

An Integrated Disaster-Information System

by Shigeru Shiino, Masatoshi Sano, Toshiyuki Hikata, Yukio Usuda & Masaru Ida

Japan's metropolitan areas and cities continue to grow, and as they do, their vulnerability to civil disasters increases. Disaster-information systems are designed to support the communications and processing of information about typhoons, heavy local rainfall, earthquakes, and other disturbances. The systems are intended for use by disaster-prevention and relief organizations. The article describes one such system delivered to Tokyo's Itabashi Ward. By integrating computers and communications, the system realizes many previously unavailable capabilities, and is being viewed as a model for similar applications in rural government.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 18 ~ 21 (1987)

The MELPAX 1000 Packet Multiplexer

by Hitoshi Ariga, Shinobu Ushirozawa, Hiroaki Mizusako, Susumu Fujita, Ken'ichi Kitagawa & Shigehiko Watabe

Mitsubishi Electric has developed a multifunctional, high-performance packet multiplexer unit that provides packet assembly and disassembly functions to link several non-packet mode terminals to existing packet-based wide-area networks. The article introduces the development background of the MELPAX 1000, its functions, and their implementation.

アブストラクト

診療オーダリング方式による病院情報システム

山本修三・金山茂敏

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P44～49

従来の病院情報システムは、医事システム、検査システムなど個別システムが中心であり、個別システム間は伝票をもとに情報交換がなされていた。このシステムは診察室・病棟から直接診療情報を入力する診療オーダリング方式（発生源入力方式）を採用し、個別システム間を結合した病院情報システムである。システム構成は《MELCOM EX》、M5000 EV、《MELCOM 70》、《MELNET》からなり、機能分散情報集中の処理方式で構築されている。

8/16ビット高性能CMOSオリジナル シングルチップマイコン

脇本昭彦・伊藤 栄・新村健太郎・城田省三・藤田紘一

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P62～65

高度情報化社会の到来により、大量のデータを高速に処理するマイコンの出現が待たれていた。我々はウェーハプロセスとして1.3 μ mルールのVLSIテクノロジーを採用し、またアーキテクチャ的には、命令キューバッファ、データバッファレジスタの採用により、高集積化、高速化を図った8/16ビット高性能CMOSオリジナル シングルチップマイコンを開発したので報告する。

酸素富化装置を用いた高効率オゾンナイザシステム

本多敏一・難波敬典・田中政之・久川義隆

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P50～53

現在の空気を原料とするオゾンナイザシステムでは、オゾンの生成効率が限界に達している。これを打破するために、低温低圧力で動作するPSA式酸素富化装置と高放電密度型オゾンナイザを組み合わせた新しいシステムを開発した。オゾン発生量0.5kg/hのパイロットプラントによる試験結果から、全システムの消費電力が15～16kWh/kgであることを実証した。これは、従来の空気原料オゾンナイザシステムに比べて、25%の省エネルギーに相当する。

シングルモードファイバ用光合分波モジュール

足立明宏・菅沼ルミ子・伊東 尚・三宅良雄

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P66～69

双方向光波長多重伝送系の送受信装置を小型・簡単化するとともに、システムの構築上不可欠であった波長の選定や整合に関するユーザーの負担を軽減することをねらいとして、発光素子、受光素子及び合分波フィルタを一体化した光合分波モジュールを開発した。開発したモジュールはシングルモードファイバを伝送路とし、600Mbpsまでの高速双方向伝送系に適用できるもので、小型、高安定、高信頼である。

ICB蒸着法による成膜技術

伊奈照夫・花井正博・山西健一郎・伊藤弘基・小林正洋

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P54～57

イオンクラスタービーム（ICB）蒸着法を用いて、金属膜、酸化膜、窒化膜を形成し、イオンエネルギーの効果を調べた結果、反射率、付着力、結晶性、その他材料特有の特性に大きな向上が見られた。また、リアクティブICB蒸着法によって作成した酸化膜、窒化膜はイオンの効果により反応が促進され、ストイキオメトリーを変えたり加速電圧を制御することにより結晶性やその配向性を変えることができる。ここでは、ICB蒸着法と各種薄膜の成膜結果について述べる。

溶融型熱転写記録におけるインク特性と記録特性

端山菊雄・野村健次・村上貞利・矢野辰春

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P70～73

溶融型熱転写プリンタは、低騒音、装置の小型軽量化、高記録品質、メンテナンスフリーなどの利点を持つことから、多くの分野で利用されている。この記録材料は、フィルム基材に熱溶融性インクが塗布された構成となっており、熱エネルギーによりインクが軟化・溶融して記録用紙に転写される原理に基づいている。このため、インクの諸特性が記録品質に及ぼす影響が大きい。本稿では、インクの特性と記録性の関係を明らかにした点について述べる。

FD-1800型デジタル超音波探傷器

佐藤春治・大力健市・榎木和弘・杉元幸郎

三菱電機技報 Vol.61・No.12・P58～61

FD-1800は、最近の超音波探傷試験法で要求される様々な条件にこたえることを目的に開発したデジタル式超音波探傷器である。主な特長は、すべての探傷条件をデジタル入力でき、探傷結果もデジタル表示器やプリンタ出力で直読できること、メモリ機能により条件設定の簡略化と探傷結果の保存を可能にしたこと、 GPIBやRS232Cなど外部機器とのインタフェース機能を持っていることなどである。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 62 ~ 65 (1987)

An 8/16-Bit High-Performance CMOS Original Single-Chip Microcomputer

by Akihiko Wakimoto, Sakae Ito, Kentaro Shimamura, Shozo Shirota & Koichi Fujita

The Corporation has developed an original 8/16 bit high-performance CMOS single-chip microcomputer based on a 1.3 μ m design rule. The architecture features include instruction-queue-buffer and data-buffer registers, and dense high-speed logic. The device was developed to meet a demand for more powerful computers in a variety of consumer and industrial equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 44 ~ 49 (1987)

An On-Line Order-Entry System for Hospital Information

by Shuzo Yamamoto & Shigetoshi Kanayama

Hospital information systems usually comprise such subsystems as medical accounting and clinical laboratory subsystems and use written order sheets carried by patients or messengers for communications between them. The Mitsubishi Order-Entry System is a total computer system in which orders are made from terminal keyboards at each workstation. Based on a distributed, concentrated architecture, the new system uses MELCOM EX, M5000EV, and MELCOM 70 computers interconnected by a MELNET-R12 localarea network.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 66 ~ 69 (1987)

An Optical-Wavelength Multiplexer/Demultiplexer Module for Single-Mode Fibers

by Akihiro Adachi, Rumiko Suganuma, Sho Ito & Yoshio Miyake

Mitsubishi Electric has developed a 600Mbps bidirectional optical wavelength multiplexer/demultiplexer for single-mode fibers that is compact, very stable, and highly reliable. The module integrates an optical source, an optical detector, and a wavelength divider/junction. It was developed to provide a lightweight, easy-to-use transceiver unit for bidirectional wavelength-multiplexed optical-fiber communication systems. The integrated design eliminates the need for time-consuming wavelength-selection and coupling operations by the user.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 50 ~ 53 (1987)

A High-Efficiency Ozonizer System Using an Oxygen-Generation Apparatus

by Toshikazu Honda, Keisuke Namba, Masayuki Tanaka & Yoshitaka Kugawa

To overcome limitations of ozone conversion efficiency in conventional air-fed ozone-generation systems, the Corporation has developed a new design employing a pressure-swing adsorption oxygen-enrichment apparatus with a high-efficiency ozonizer. A 0.5kg-capacity pilot system based on the new system demonstrated an overall power consumption of 15~16kWh/kg, 25% below that of conventional air-based ozonizers.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 70 ~ 73 (1987)

The Relationship Between the Thermomechanical Properties of Inks and Thermal-Transfer Printing Characteristics

by Kikuo Hayama, Kenji Nomura, Sadatoshi Murakami & Tatsuharu Yano

Thermal ink-transfer printers have found applications in many fields due to their small size, quiet operation, high-quality printing, and low maintenance. The recording medium of these printers is hot-melt ink coated on a film substrate. Thermal energy from the print head causes the ink to melt and transfer to the paper. This design makes the print quality highly dependent on the properties of the ink. The article reports on clear correspondences that have been elucidated between certain ink characteristics and the final print quality.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 54 ~ 57 (1987)

Film Formation by an ICB Deposition Technique

by Teruo Ina, Masakiro Hanai, Ken'ichiro Yamanishi, Hiroki Ito & Masahiro Kobayashi

An ionized cluster-beam deposition technique was used to form layers of metals, oxides, and nitrides, and the effects of the ion energy were examined. Samples showed excellent reflective index, adhesive strength, and crystalline structure. When reactive ionized cluster-beam deposition was used to form the oxide and nitride films, the ion beam improved the chemical reactions and changed the stoichiometry. In addition, it was found that crystallinity and its orientation could be controlled by the ion-acceleration voltage. The article reports on the ICB deposition technique, and the results of forming various kinds of films.

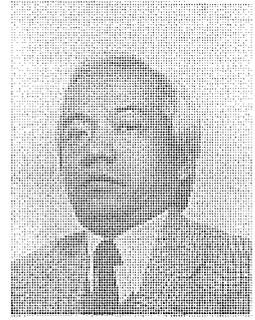
Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 12, pp. 50 ~ 61 (1987)

Type FD-1800 Ultrasonic Flaw Detectors with Digital Data Processing

by Haruji Sato, Ken'ichi Dairiki, Kazuhiro Hashinoki & Sachiro Sugimoto

FD-1800 digital ultrasonic flaw detectors were developed to support sophisticated new applications of ultrasonic flaw-detection technology. The FD-1800 provides for digital input of all flaw-detection conditions, digital readout of the measurement results, and realtime output of the measurement results to a printer. Memory functions enable the FD-1800 to easily store and recall measurement conditions and the measured values. GP-IB and RS232C interfaces are also provided to support remote-control and automatic-measurement applications.

情報通信特集に寄せて



早稲田大学 理工学部教授
工学博士 富永英義

電気通信技術の発展過程をみると大きく4つに分けられる。

第一は、揺籃期であって、電話と電信の原理的な発明から、これをビジネスとして確立した時代である。各国とも鉄道の発展と時期を合わせて電信網が建設され、商取引の広域化に伴い、電話網の拡充が図られてきた。国の機関として通信網は中枢機能をもつために、政府直轄事業として発展させる基盤を築いた時代である。

第二は、電話網の自動交換機の導入と拡充の時代である。全世界がダイヤラーつで自動操作できる電話網を人類の社会資本として、共有することを目指して、標準化の必要性が認識されはじめた。しかし、未だ、ネットワークサービス機能網は、目的別、使用者別等制度や運用体制を含めて、個別機能網の時代であった。

第三は、コンピュータ技術との融合の時代であり、大型コンピュータセンターの共同利用のためにネットワーク機能が利用されはじめ、また、ネットワーク技術においても、デジタル技術をはじめとして、プログラム制御技術が利用されることになった。また、ファクシミリやデータ通信等が電話網を介して提供される複合化網の時代であるともいえる。

第四は、統合化網の時代であり、正に ISDN の建設に向けて努力している現在である。通信網に荷せられるサービスの需要はますます多様化が進み、音声、画像、データ等のキーワードで象徴される情報の提供形態は、技術革新を競うかたちで、邁進している。

64 Kbit 網を基盤にして、多様化したサービスを統合化した情報形態で統一的に提供するネットワークの建設は、

現時点における通信技術者の当面の課題である。直接の利用者に提供されるサービスがアナログからデジタルへ移行することで、様々なニーズの予測に対する議論がある。新技術の導入が実社会へのインパクトが大きければ大きいほど、それを肯定的に受け入れる推進派の意見と、まだ現実として目の前に出てこないものに対する危惧の念からくる否定的な意見とがある。電気通信技術は、本質的にインフラストラクチャーとしての社会事業の基盤的なものである部分と、新しいサービスにおける利用者の利便性を重視した、サービス提供の競争の結果新しく生まれてくる部分とが混在している。一見矛盾する要求を満足させて、不都合なく事業を行う時代にあるともいえる。これは、正しく ISDN の主題である、統合サービスの課題である。

更に 21 世紀に入って考えられる第五の時代は、インターネットネットワークサービスの時代であろう。ISDN の発展の結果として、人類にとって、利便性が究極まで向上する時代である。

例えば、通信網に対するアクセス手段として、電話番号に代わり、人間が日常的に使っている名称を音声で呼び、相手がどこにいてもネットワーク機能がその存在を探し出して、情報のルートを設定する網機能の実現が考えられる。そこには、知的処理技術や分散データベース管理を前提とした基礎技術がネットワークの基本機能として考えられる。

このような広いネットワークの発展過程を考える場合、真に人類が幸福になるかどうか、平和に対して技術がどのように貢献するかを常に考えながら、技術者としての夢の実現に努力したいものである。

こし

情報通信の動向とシステムの展望

藤原謙一*

1. 情報通信システムの最近の動向

近年、情報通信システムは、企業活動のインフラストラクチャとして重要な役割を果たすようになってきた。当初は通信の自由化と、日本電信電話(株)(NTT)の高速デジタル専用線サービスを契機として、通信コストの大幅削減という即効的効果を目指し新情報通信網の構築がなされた。この通信網を利用した情報通信システムは、企業に情報資源の有効活用による企業競争力強化と新市場の創造をもたらし、更には人間生活に役立つ情報通信システムなどへと発展している。

それは、銀行・証券会社の第3次オンライン、流通業が進めている販売・仕入れのネットワーク化、製造業における工場から販売店までの総合情報通信システム、リクルート社に見られる回線のリセール・コンピュータサービスなど異業種の新市場への進出、また自治体による総合防災情報システムなどに表れている。

これらの新情報通信システム構築を促進し得たのは、LSIなどの半導体技術の進歩を土台に、伝送と交換という基本的な通信技術が、デジタル化され、通信処理技術及び情報処理技術と真の融合が可能となり、相互に変革をもたらした結果である。この変革が新情報通信網の特長となるマルチメディア通信網及び高付加価値通信網へと道を開いたと言える。

更に、基礎技術として、高速時分割多重化技術、デジタル交換技術、音声・画像帯域圧縮技術、データ通信ソフトウェア技術、光伝送技術、デジタル無線技術、衛星通信技術などの進歩が核となっている。

2. 情報通信システムの課題

現在提供されている新情報通信システムは、各種のアンケートやユーザーの意見によると、幾つかの問題点が指摘されている。

例えば、

- (1) ネットワークを広域化、メッシュ化すると運用、保守、管理が容易でない。
- (2) 異機種種の計算機・端末・通信機器を自由に接続通信することが困難である。
- (3) 画像や高速データのための広帯域(高速)交換が自由にできない。
- (4) 画像・音声の帯域圧縮率を上げると、多リンク接続交換が簡単にできなくなる。

などである。この解決には、標準化と技術開発の2面がある。

通信系の標準化については、国際的にはCCITT*1、国内ではTTC*2が進めている。通信プロトコルの標準化については、国際的にはISO*3、CCITT、国内的にはTC*4 97委員会、TTCなどで進められている。

また、コモンキャリアのサービスは、ISDN*5方式を国際標準として導入が進められ、国内ではNTTも昭和63年春サービス開始を目指している。

3. 情報通信機器・システムの開発

当社は、情報通信システムの構築には、本誌 Vol. 60, No. 10 で紹介した《MELINS》をシリーズ化し、製品群を提供している。この概念図を図1に示す。

その後も精力的に伝送系、交換系、通信処理系、情報処理系の開発を進めている。その目的は、2章の課題の解決と、各系技術の融合化、システム化である。以下にその一部を紹介する。

高速デジタル多重化装置には、交換とネットワーク化技術を導入し、第2世代のネットワーク管理型高速デジタル多重化装置(NW-TDM, 7100シリーズ)を開発製品化した。特長は自動診断機能、遠隔運用・遠隔保守機能を内蔵させ、センターから回線を停止することなくチャネルロケーションと回線構成の変更及びネットワークの管理ができることである。また、交換機I/F、多種多様なデータ端末I/Fをも併せ用意し、使いやすさとネットワークの信頼性を大幅に向上させた。この装置は(株)三菱銀行にノンストップネットワークとして稼働中であり、その他の顧客にも多数採用していただいている。また、当社の総合情報通信網MINDの中核機器として約70台全国に配置、昭和63年1月から稼働する。

構内網としての光LANは、リング型、バス型をシリーズ化して各方面で使用していただいている。使用拡大のために、LANに回線交換とパケット交換の両方式の収容、LAN間接続用のゲートウェイプロセッサ、異機種端末との交信のためのプロトコル変換装置などを開発製品化している。

パケット交換機は、当社MIND網にて運用を開始する。新製品としてはパケット交換網を効率よく使いやすくするために異機種間プロトコル変換、ローカル交換機能を持たせた16チャンネル収容の高機能パケット多重化装置《MELPAX 1000》を開発製品化した。

テレビ電話、テレビ会議用に、ベクトル量子化を利用した64Kbps/48Kbpsのビデオコーデックを発表済みである。また、音声の帯域圧縮化も16Kbps/9.6Kbps, 8Kbpsを完成している。今回、これらの技術を用いて交換回線を通して、通信可能なテレビ電話、テレビ会議システムを製品化した。帯域圧縮した動画(48Kbps)と音声(16Kbps)を、多重化して64Kbpsのデジタル専用線、又はデジタル交換回線が利用できるため、今後各方面での採用を期待している。

コンピュータネットワークのアーキテクチャは、OSIとして標準化が進められている。これらの成果を取り入れて、当社ではMulti-shared Network Architecture-Packetを開発し各方面で使用していただいている。

社会システムの分野では、広域に分散した重要なデータの収集、加工、分配に、また各所に分散配置した機器の監視制御に効率よく正

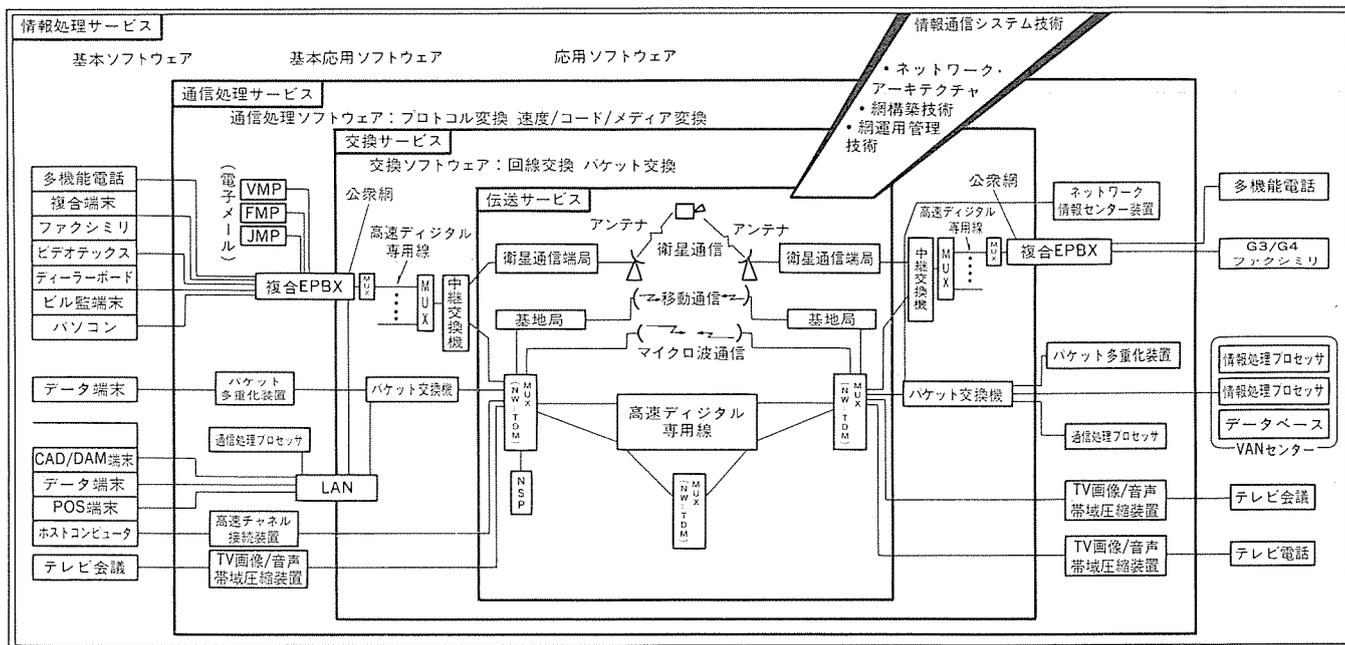
*1 CCITT: The International Telegraph and Telephone Consultative Committee.

*2 TTC: The Telecommunication Technology Committee.

*3 ISO: International Standardization Organization.

*4 TC: Technical Committee.

*5 ISDN: Integrated Services Digital Network.



LAN : Local Area Network
 NW-TDM : ネットワーク型デジタル多重化装置(MX7100)
 NSP : 網管理装置
 ADPCM--DSI : Adaptive Differential Digital Speech Interpolation
 VMP : Voice Mail processor
 FMP : Facsimile Mail Processor
 JMP : Japanese Mail Processor

図 1. 情報通信 システム 概念図

確な情報通信 ネットワーク が不可欠になりつつある。例えば、自治体では住民の安全を守るために、台風、集中豪雨、地震などの災害予防に対する情報通信網が必要になってきている。これには、移動無線、固定無線、NTT 回線を組み合わせネットワーク化されており、本誌でも東京都板橋区の実施例を紹介している。

4. む す び

情報通信 システム は、企業経営のインフラストラクチャとして、ますます重要度が増大するものと考えられる。また、情報通信 システム は企業内から企業系列へ、更に VAN のように企業系列を越えた情報通信網へ、また国内から国際化へとますます発展して行きつつある。

これは従来の縦系列の通信網が、業種面と空間面で二次元、三次元の通信網へと、広域化し複雑化することを示しており、ますます“使いやすさ”と“信頼性”と“稼働率”が問われることと考えられる。このためには、従来、伝送、交換、通信処理と各系ごとに機能を分担し、それぞれの機器が独自の思想で開発を進め、サービスを行ってきたものを、ネットワークとして統合したアーキテクチャのもとに各系をブロック単位で標準化し、融合し、RAS*6 と AI 機能を付加した知的情報通信網 サービスへと変革させていくのが我々の責務と考えている。

*6 RAS: Reliability Availability Servicability.

ビジネス衛星通信サービス(IBS)用無線設備

巻田文男* 原 泰司**
 阿部宗男* 大場達博**
 中西道雄** 井上誠也**

1. ま え が き

近年の情報化・国際化の流れの中で、衛星通信が広く普及している現在、企業を中心に低料金で自由に国際間の通信サービスを受けたいとの要望が高まりつつある。インテルサットでは従来の大東公衆回線サービスに加え、専用回線利用者向けのビジネス衛星通信サービスを開始した。これをIBS(INTELSAT Business Service)と称している。

本稿ではインテルサットIBSのシステム概要及び国際電信電話(株)(KDD)山口衛星通信所に設置したIBS用地球局無線設備の特長と構成について述べる。

2. IBS のシステム概要

IBSはインテルサットが加盟国の当事者を通じて主として企業向けに提供する、インテルサット衛星を用いた国際間の専用ビジネス通信サービスのことで、その特長は次のとおりである。

- (1) デジタル通信需要の多様化に対応した完全デジタル通信サービスである。
- (2) 音声・データ・ファクシミリ・テレビ会議などの通信サービスを同一の伝送路により統合的に提供することが可能で、将来のサービス統合デジタル通信網(ISDN)構築への発展が期待される。
- (3) ユーザーの敷地内に小型アンテナを設置して直接衛星へアクセスすることも可能で、廉価で簡単な利用が図れる。
- (4) 各種情報量に対応した種々の回線品目と回線の利用形態を用意しており、ユーザーの要求に自由に応じることができる。

以下にIBSのネットワーク構成とサービス種別について概要を述べる。

2.1 ネットワーク構成

IBSのシステム概念図を図1.に示す。各地球局は各国の通信需要・利用形態に応じて、主に既存の標準地球局を利用する国境地球局、主要都市又はその近郊に設置する都市地球局及びユーザーの敷地内に設置する個別地球局に分類され、衛星の周波数・ビームカバレッジに合わせて各種地球局間の相互の組合せが可能である。

回線の接続方法としては対地ごとに異なったキャリア(搬送波)を割り当てるポイントトゥポイント接続のほか、衛星のグローバル性を生かし複数対地向けの情報を多重化して一つの共通キャリアで伝送するポイントトゥマルチポイント接続の2方式がある。また、衛星の多元接続方式として局数の少ない現在は、回線を局間で固定的に割り当てるプリアサインメントのFDMA(周波数分割多元接続)方式であるが、将来の局数増加に対してはトランスポンダ(衛星中継器)の伝送効率を高めるのに有効である呼の発生に応じて、回線を割り当てるデマンドアサインメントのTDMA(時分割多元接続)方式の導入も検討されている⁽¹⁾。

IBSのネットワーク概念として、クローズドネットワークとオープンネットワークがある。クローズドネットワークは衛星を共有する他ユーザーへの干渉を与えないことを条件に、アンテナ特性及び伝送特性のみを規定しており、通信業者間相互で細部仕様を決めることができる反面、整合がとれる特定の通信業者間の利用に限定される。一方、オープンネットワークでは伝送速度・誤り訂正方式・フレーム構成などの細部仕様まで規定しており、これに従えばオープンネットワーク内のどの相手局とも通信が可能となる。

2.2 サービス種別

IBSによって伝送できる情報としては、低・中速度データ、ファクシミリ、電話などに適した64K~768Kbpsの低・中速度品目と高速度データ、テレビ会議、音声・データ組合せなどに適した1.536M~8.448

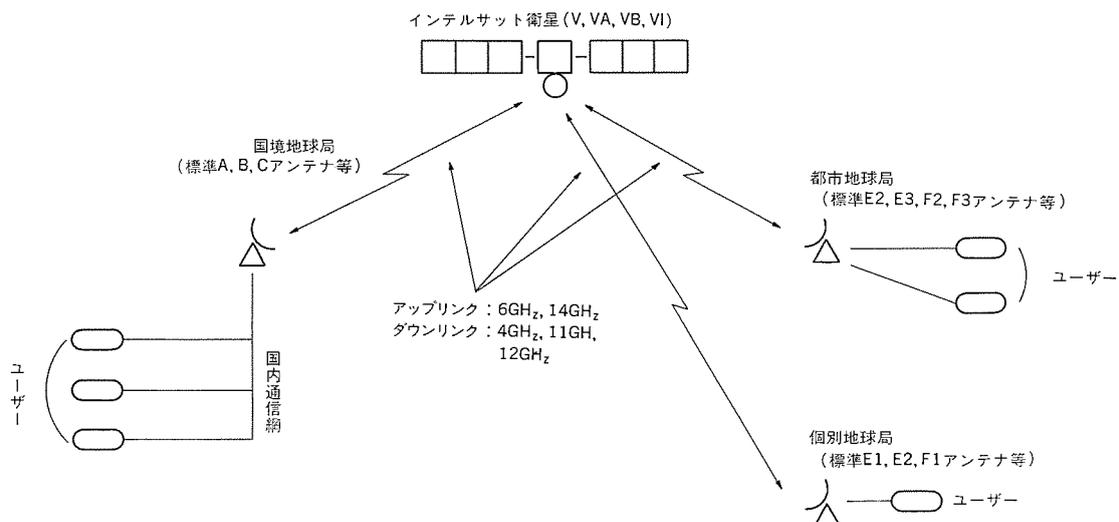


図 1. IBS のシステム概念図

表 1. IBS 用地球局の主要特性

項目	仕様
1. 情報速度*1 (bps)	64 K, 128 K, 256 K, 384 K, 512 K, 768 K, 1.536 M, 1.544 M, 1.92 M, 2.048 M, 4.096 M, 6.312 M, 8.448 M
2. 変調/多元接続方式	QPSK/FDMA, QPSK/TDMA
3. 誤り訂正方式	符号化率 1/2 畳み込み符号/軟判定ウィタビ復号*2
4. 秘 話	ユーザーが必要に応じて適切な方式を使用できる。
5. 品 質	アップリンク
・ベーシック IBS	6 GHz: BER*3 < 1×10^{-3} (年間 99.6% の時間率) 14 GHz: BER < 1×10^{-6} (年間 99% の時間率)
・スーパ IBS	14 GHz: BER < 1×10^{-3} (年間 99.6% の時間率)

注 *1 オープンネットワーク仕様では 2.048 Mbps 以下

*2 オープンネットワーク仕様

*3 BER: 符号誤り率

Mbps の高速度品目がある。

ただし、オープンネットワークとしては、現在のところ 2.048 M bps の伝送まで技術的に規定されている。また、ユーザーの回線要求に柔軟に対処するため、回線の利用形態として長期回線予約による常時利用のほか、短期的な利用も可能である。エンドユーザーに対する具体的なサービス提供形態は通信業者により多少異なる。

以上述べた IBS に適用する標準技術仕様は文献(2)に規定されており(以下、IESS-309 と略す)、主要特性を表 1. に示す。

インテルサットは、このサービスを 1983 年 10 月から開始し、加盟国は各々の通信事情に合わせて地球局を整備、サービスを始めており、今後急速な需要増加が見込まれている。

3. KDD 納入 IBS 用無線設備

我が国では KDD が太平洋地域を対象とした IBS 用地球局を大

手町ビルに建設し、昭和 61 年 12 月からサービスを開始、またインド洋地域を対象に山口衛星通信所に IBS 用無線設備を付加し、62 年 6 月からサービスを開始した。ここでは、山口衛星通信所に設置した IBS 用無線設備について特長と構成を述べる。

3.1 全体構成

図 2. に山口衛星通信所 IBS 用地球局の構成を示す。この地球局は昭和 55 年に建設した第 2 アンテナ(標準 A)を使用しており、国境地球局としてユーザー情報を集分配している。

今回製作した IBS 用無線設備は、インテルサット衛星 1 トランスポンダ 72 MHz 帯域に対応した周波数変換装置(F/C)、変復調装置(MODEM)、4 トランスポンダ分の送信電力を安定化する送信電力制御装置(ALC)及び各装置の遠隔制御と状態監視を行う監視制御装置(MC)から構成され、次の特長を持っている。

(1) F/C は低位相雑音シロサイザを用いた二重周波数変換方式により、6 GHz/4 GHz 帯 トランスポンダの全帯域にわたって 125 kHz ほどの周波数設定を可能とした。

(2) MODEM は IESS-309 に規定されたオープンネットワーク仕様準拠し、更にデジタル化・LSI 化により小型・安定化を実現した。

(3) ALC は全情報速度にわたり、最大 96 波までの送信電力の高精度検出を行い、かつ 4 トランスポンダ分の安定な自動電力制御を達成した。

(4) MC は最大 96 チャンネルの MODEM 及び最大 12 チャンネルの ALC を GP-IB で結合して監視・制御機能をサポートし、運用性に優れた集中監視システムを可能とした。

以上により、IESS-309 の規格を満足し、更に将来の回線増設が容易なシステム構成となっている。

3.2 周波数変換装置

(1) 送信周波数変換架

送信周波数変換架は変復調装置で変調された 140 MHz 帯信号 8

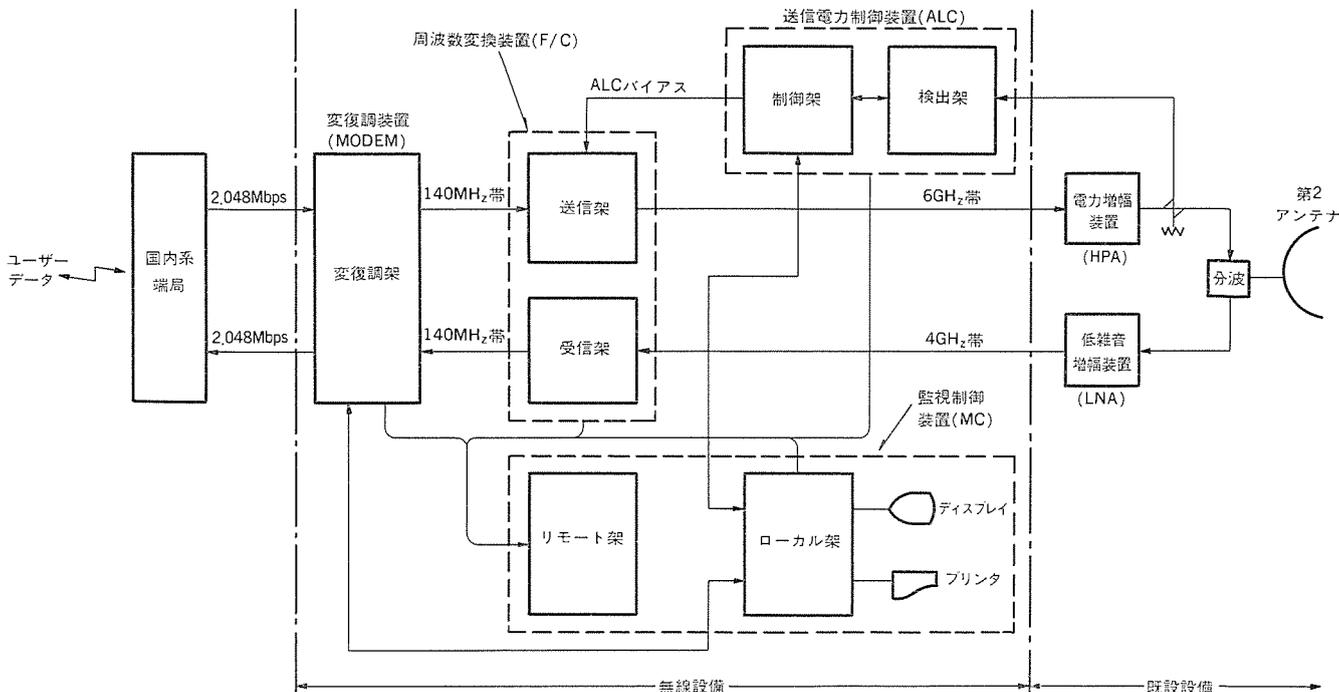


図 2. KDD 山口衛星通信所 IBS 用地球局の構成

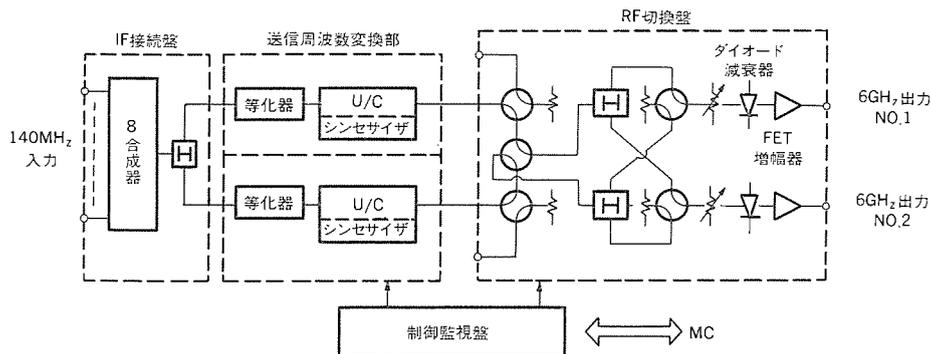


図 3. 送信周波数変換架系統図 (1 ルート 分のみ。1 架当たり 2 ルート 実装)

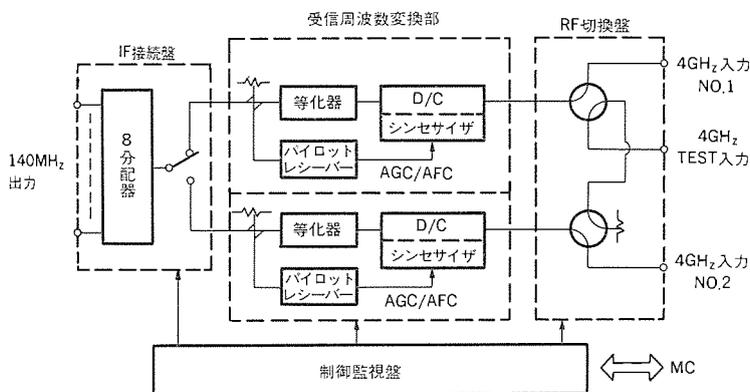


図 4. 受信周波数変換架系統図 (1 ルート 分のみ。1 架当たり 2 ルート 実装)

波を 6 GHz 帯に周波数変換し電力増幅装置に出力する。系統図を図 3. に示す。送信周波数変換部は 1:1 の冗長構成で、局部発振器として低速度の IBS キャリアに対しても性能劣化を与えないよう、低位相雑音特性に優れた YIG タイプのシンセサイザを用い、更に二重周波数変換方式の変換器と組み合わせて、送信周波数を 5,850 M~6,425 MHz にわたり 125 kHz ステップで任意に設定可能である。帯域幅は ±36 MHz であり、情報速度 2.048 Mbps の IBS キャリアを 24 波まで伝送可能な直線性を持っている。RF 切換盤は送信周波数変換部の現用・予備切換及びダイオード減衰器による ALC バイアス指令値に基づく送信電力制御機能を持っている。

(2) 受信周波数変換架

受信周波数変換架は低雑音増幅装置から受けた 4 GHz 帯信号を、140 MHz 帯に周波数変換後 8 分配し変復調装置へ出力する。系統図を図 4. に示す。受信周波数変換部は送信側と同様に低位相雑音特性のシンセサイザを用いた二重周波数変換方式とし、受信周波数を 3,625 M~4,200 MHz にわたり 125 kHz ステップで設定できる。更に、パイロットレシーバによる AGC/AFC (自動利得・周波数制御) 機能も付加できる。

3.3 変復調装置

この装置はインテルサット標準仕様 IESS-309 に従って、国内系デジタル信号と 140 MHz 帯 4 相位相変調波の間の変換を行うものであり、外観を図 5. に示す。この装置は最大 12 台実装できるチャンネルユニット、外部クロックを各チャンネルユニットに分配するクロック分配ユニット、140 MHz 帯 6 波ごとに分波・合成する接続ユニット及び GP-IB エクステンダから構成される。表 2. にこの装置の性能を示す。

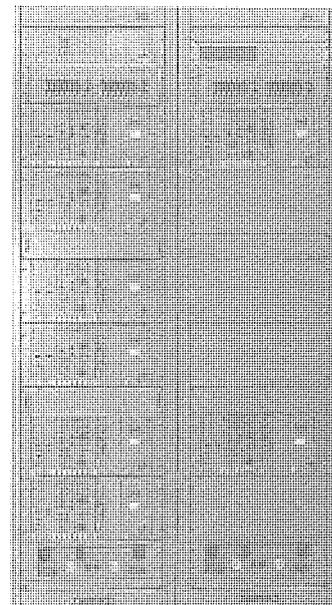


図 5. 変復調装置の外観 (チャンネルユニット 8 台実装)

表 2. 変復調装置の主要性能

項目	性能
1. 情報速度	64 Kbps × n (n=1, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 30, 32), 1.544 Mbps
2. 入出力中心周波数	140 MHz ± 22.5 kHz × n (n=1, 2, ..., 199)
3. 変復調方式	4 相位相変調 (QPSK) / 同期検波
4. 誤り訂正方式	符号化率 1/2, 拘束長 7 畳み込み符号化 / 軟判定ワイタビ復号化
5. 誤り率特性	図 7.
6. 国内系インタフェース	2.048 Mbps デジタル信号 (CCITT 勧告 G. 703, G. 704, G. 732 準拠)
7. シリアルインタフェース	64 Kbps × n (n=1, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 30, 32), 1.544 Mbps 電氣的条件は V. 11 又は 75 Ω TTL

3.3.1 チャンネルユニット

チャンネルユニットの系統図を図 6. に示す。このユニットの特長を以下に示す。

- (1) 1 台のシェルフに変復調機能、誤り訂正機能、IBS フレーミング機能、国内系インタフェース機能、監視制御装置との GP-IB インタフェース機能をすべて収容した小型化設計を行った。
- (2) 変復調器はデジタル化により、小型化、動作の安定化を図り、また低 C/N での安定動作を可能とした。
- (3) カスタム LSI により、ワイタビ復号器を小型化した。
- (4) 周波数シンセサイザ (22.5 kHz ステップ) の低位相雑音化を行った。
- (5) 監視制御装置とのインタフェースに汎用的な GP-IB を採用した。

次に図 6. に従い、チャンネルユニットの動作について説明する。このユニットの送信側は、国内系からの 2.048 Mbps デジタル信号中のタイ

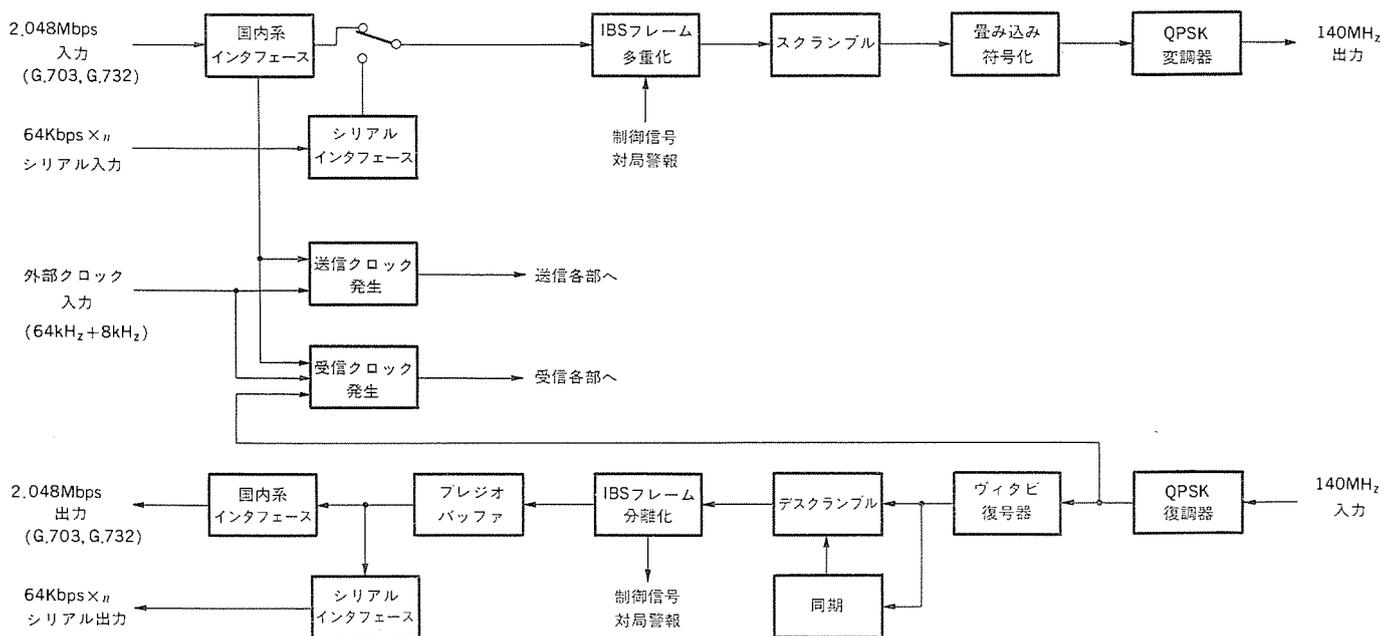


図 6. チャンネルユニット系統図

ムスロットから必要なデータを抽出し、フレーム同期信号、マルチフレーム同期信号、その他制御信号を付加して所定の IBS フレームフォーマットに変換後スクランブル及び畳み込み符号化を行い、更に QPSK 変調をかけて周波数変換装置に出力する。受信側は QPSK 波を同期検波により復調後軟判定ウィタビ復号を行い、フレーム同期、マルチフレーム同期を確立してデスクランブルを行った後、制御信号及びデータの分離を行う。得られたデータはプレジオバッファにより国内系クロックに同期変換し、2.048 Mbps デジタル信号中の所要タイムスロットに挿入して国内系へ送出する。このユニットは GP-IB インタフェースにより監視制御装置と接続し、送受信周波数、送信出力レベル、送信オンオフなどの監視

制御を行う。また、テストループ設定機能を付加し故障箇所の発見を容易としている。更に、このユニットは 2.048 Mbps デジタル信号によるインタフェースだけでなく、64 Kbps x n シリアルインタフェースによるデータの入出力も可能とした。

3.3.2 変復調器

変調器の波形整形フィルタはデジタル化により、小型化、動作の安定化を図り、また異なる情報速度に対して標準化した。復調器は次節で述べるウィタビ復号器と組み合わせて、低い C/N での安定動作が要求される。このため、キャリア再生、クロック再生、AGC 回路をデジタル化して低 C/N での動作を確実にするとともに、小型化、動作の安定化、情報速度に対する標準化を図った。

変復調器に用いた周波数コンセサイザは、送受信周波数 $140\text{ M} \pm 36\text{ MHz}$ の帯域内で任意の 22.5 kHz ステップごとの周波数に設定可能であり、また低い位相雑音特性を実現した。

この変復調器単体の E_b/N_0 対誤り率特性及び後述するウィタビ復号器と組み合わせたときの E_b/N_0 対誤り率特性を図 7. に示す。

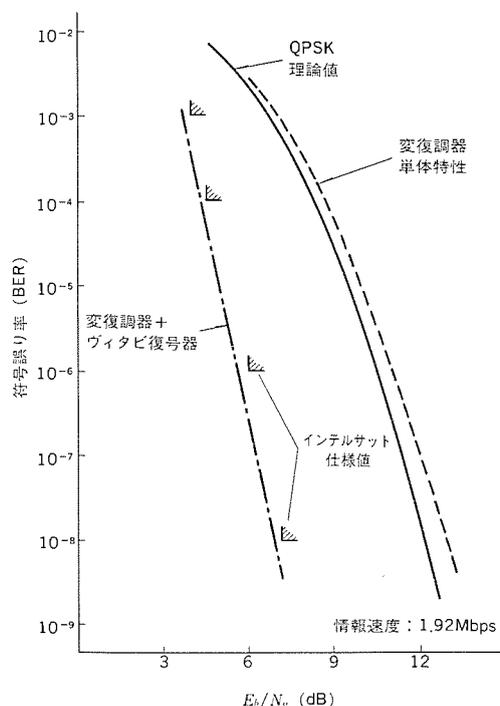


図 7. E_b/N_0 対誤り率 (BER) 特性

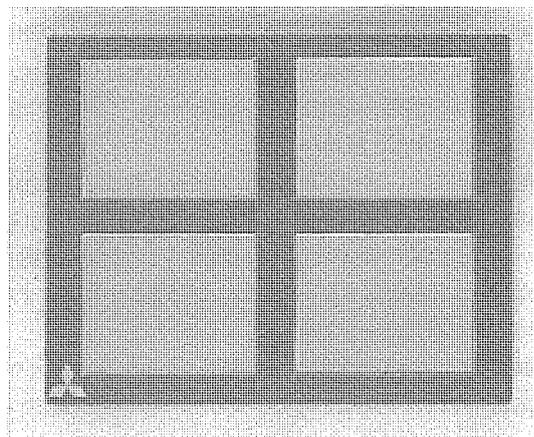


図 8. ACS 回路 マルチチップモジュールの外観

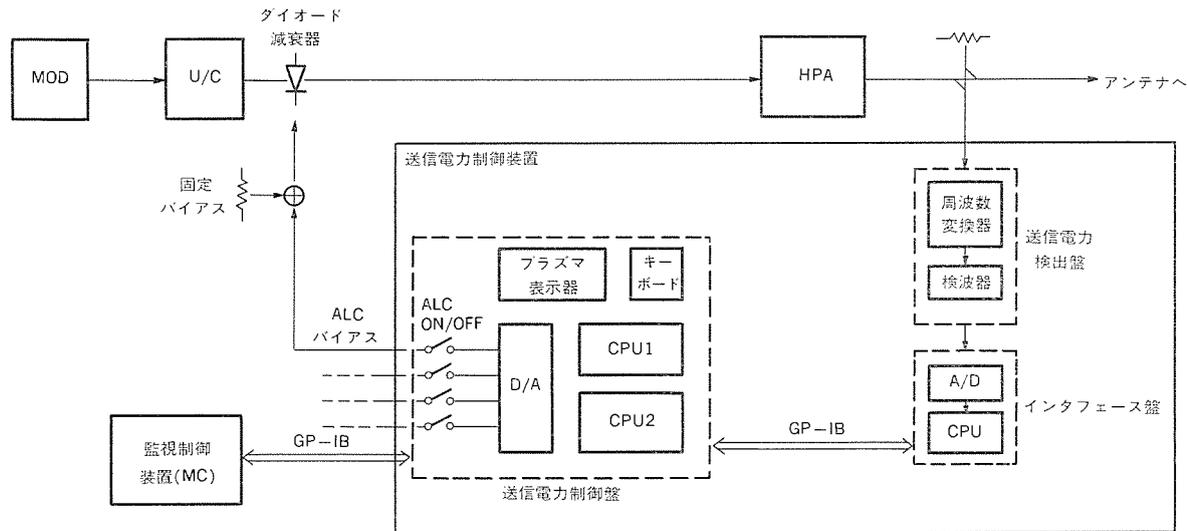


図 9. 送信電力制御装置系統図

表 3. 送信電力制御装置の主要性能

項目	性能
1. 周波数帯域	5,850~6,425 MHz
2. 検出方式	四重周波数変換方式
3. 検出範囲	25 dB 以上
4. 検出精度	±0.3 dB 以内
5. 検出安定度	±0.2 dB/月 以内
6. 検出キャリア数	最大 96 波
7. ALC ループ数	4 ループ
8. ALC 安定度	±0.4 dB/月 以内

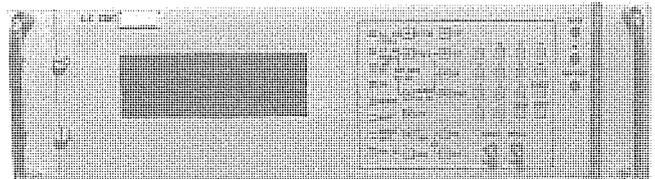


図 10. 送信電力制御装置の外観

3.3.3 ヴィタビ復号器

この装置では伝送路上で生じた誤りを訂正するために、符号化率 1/2、拘束長 7 の畳み込み符号化を行って送信し、受信側では 8 値軟判定データによるヴィタビ復号化を行っている。このような誤り訂正により図 7. に示すように、誤り率 1×10^{-5} の点において約 5 dB の C/N を改善している。

このヴィタビ復号器中の加算・比較・選択回路 (ACS 回路) は高速化のために、並列処理を行っている。したがって、この部分のハードウェア規模は膨大な量となるためにカスタム LSI 化を行い、図 8. に示すマルチチップモジュールを開発した。このモジュールは 4 個のカスタム LSI チップをセラミック基板上に配置し、チップ間の配線をセラミック基板上で行ったもので、大幅な小型化を行った。

3.4 送信電力制御装置

この装置は 6 GHz 帯 HPA 出力の IBS キャリア電力を検出し、送信電力を一定に保持する自動電力制御 (ALC) を行うもので、送信電力検出架及び送信電力制御架から構成される。この装置の系統図を図 9. に、主要性能を表 3. に示す。

送信電力検出架は、送信偏波ごとに検出盤を設け、1 架当たり現用予備構成 2 偏波分計 4 台の検出盤及び GP-IB インタフェース盤を実装している。送信電力制御架は、送信偏波ごとに制御盤を設け、現用予備構成で 4 偏波分計 8 台を実装し、制御盤の小型化などにより、従来型の 2 倍の実装効率を実現した。

この装置は、マイクロ波回路から制御用プロセッサ及びソフトウェアにわたる広範囲な技術を応用したものであり、具体的な特長を以下に示す。

(1) 送信電力検出盤

この検出盤は IBS 最小キャリアサイズ (情報速度 64 Kbps) を検出するため、6 GHz から 10.7 MHz まで四重周波数変換を行っている。第 1 及び第 3 局部発振器にはモンセサイザを使用し、最小 22.5 kHz 間隔でキャリア周波数に同調させている。この検出盤では IBS キャリアの送信電力が伝送速度に比例していることを利用し、同一帯域幅で電力検出を行い、検出器のダイナミックレンジが狭くてよい方式とした。真の送信電力は、あらかじめ帯域幅補正值を設定し、検出電力に帯域幅補正值を加えて得ている。検波器は恒温槽に収納して高安定化し、ROM による直線性補正を行った。

(2) 送信電力制御盤

この制御盤の外観を図 10. に示す。デュアル CPU 構成による機能分担、プラズマ表示器による集中表示を行い、1 制御盤当たり 96 波の送信電力監視、4 トランスポンダの ALC 制御及び GP-IB 2 系統 (1 系統は対送信電力検出盤、他は対監視制御装置) のデータの伝送制御を行っている。送信電力計測及び ALC 制御に必要なパラメータはキーボードから入力し、E²PROM (電気書込み・消去可能 PROM) に記憶させ、長期停電後もパラメータの再設定を不要とした。ALC キャリアの検出電力と基準電力との差があらかじめ設定したしきい値を超えたときは、ALC アラーム警報を発生し、ALC ループをオフとしている。ALC フィードバック演算はソフトウェアで行っているが、プロセッサの動作異常、電源電圧異常などを常時監視し、異常検出時は直ちに ALC をオフとしている。リモート選択時には、監視制御装置からコマンドを受け、各キャリアの送信電力計測、ALC オン/オフ及び ALC 基準値の変更を行う。

3.5 監視制御装置

この装置は以上述べた各装置の機器状態監視を行うリモート監視制御架と、変復調装置及び送信電力制御装置の監視・制御・記録を

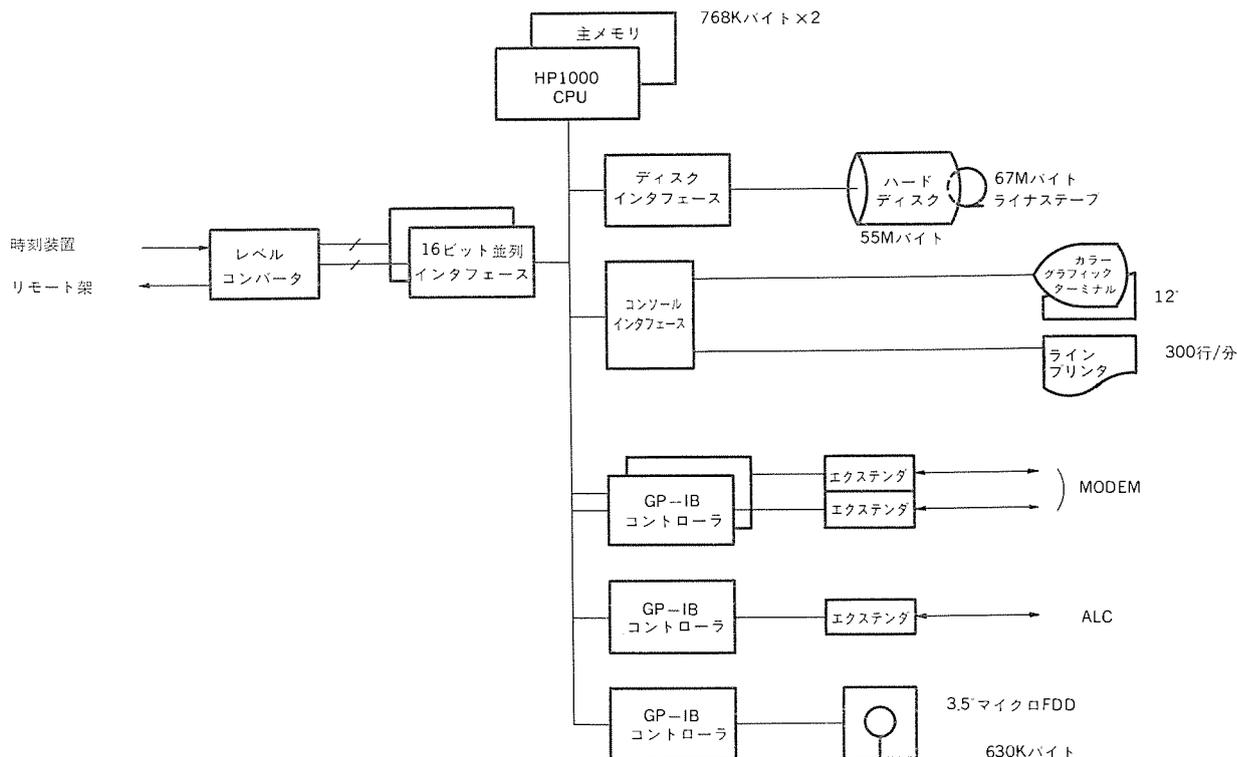


図 11. ローカル監視制御装置の構成

集中的に行うローカル監視制御架から構成される。図 11. にローカル監視制御架のハードウェア構成を示す。以下にローカル監視制御架の機能及び特長を述べる。

3.5.1 機能

- (1) MODEM 及び ALC の各チャンネルに対し GP-IB でインタフェースし、各種アラームの発生・復旧をイベントとして端末(ディスプレイ、プリンタ)へ出力する。
- (2) 上記イベント、アラーム以外の各種信号の発生・復旧及び各チャンネルユニットごとの符号誤り率を時系列にディスクへ格納し、操作者による検索機能を提供する。
- (3) ALC の各チャンネルに対し送信電力値の測定要求を行い、その応答値を端末へ出力する。
- (4) MODEM の各種パラメータ設定(送受信周波数・送信出力レベル・送信オンオフ・伝送モードなど)及び ALC のパラメータ設定(ALC 波のオンオフ)を行う。

3.5.2 特長

- (1) 最大 96 チャンネルまでの MODEM 及び最大 12 チャンネルまでの ALC に対しソフトウェアを変更せずにサポート可能。ディスプレイ端末から各チャンネルの割当て・除去も可能とした。
- (2) 各種監視信号を監視処理対象に含めるか否かの設定を可能とした。
- (3) MODEM のチャンネルごとに伝送モード(送受信が対となる双方向、送受信が独立の双方向、送信のみの片方向及び受信のみの片方向の各伝送)に応じて、各種アラームの表示色を変え操作者に着目す

べき信号を明りようにした。

- (4) 各 MODEM 及び ALC とは GP-IB で結合する構成とし、各装置の増設を容易とした。

4. む す び

この無線設備は昭和 62 年 4 月に納入し、インテルサットの衛星適合性各種試験を経て 6 月から欧州とのサービスを開始した。KDD では回線増設を現在計画中であり、更に太平洋地域を国境地球局である茨城衛星通信所にも同様の設備を 62 年 11 月に導入した。

IBS の今後の発展は、ユーザーに直結した個別地球局の普及にあるといわれる。衛星通信の新たな利用形態として、世界的規模で利用拡大、浸透されていくことが期待できる。

最後に、この製品の開発に当たり御指導、御協力いただいた KDD 山口衛星通信所及び衛星伝送部並びに当社通信システム技術開発センター無線・衛星伝送グループ及び通信機製作所の関係各位に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 野原 ほか：デマンド割当て/国際ビジネス衛星通信システムの設計, 信学論(B), J 69-B, 11 (昭 61-11)
- (2) QPSK/FDMA Performance Characteristics for INTELSAT Business Services (IBS), INTELSAT Document IESS-309 (1986)

三菱高速デジタル多重化装置MX-7100シリーズの基本方式とシステム構成

藤原謙一* 関川一彦* 鹿間敏弘*
石井康一** 高木 宏*** 小山啓一**
石坂充弘*** 原田永康** 藤田清志**

1. ま え が き

昭和59年11月に日本電信電話(株)(NTT)の高速デジタル伝送サービスが開始され、データ、音声、ファクシミリ、画像などの情報を統合した高速デジタル網をユーザー自身が構築できるようになった。この高速デジタル伝送サービスは、高速性と経済性及び回線品質とが今後の企業内におけるマルチメディア通信網実現に適合するものとして注目され、その利用が急速に拡大している。

デジタル多重化装置はこの高速デジタル回線を利用して、多種多様なマルチメディア情報を効率良く時分割多重伝送する装置で、企業情報通信ネットワークの中核となるものである。当社は先に三菱高速デジタル多重化装置《MELMUX》としてMX-7000を開発し、市場に投入してきたが、企業情報通信ネットワークの規模拡大と管理の高度化に伴い、多数の高速デジタル回線を収容できる大容量の多重化装置と、大規模なネットワークに対応できるネットワーク管理機能の拡充とが必要となった。この論文に概要を述べる《MELMUX》MX-7100シリーズは、以上のような要求を満たすべく開発され、高い伝送効率と高信頼性とを実現したものである。

本稿は2編から成るMX-7100シリーズに関する論文の前編を成すもので、全体の概要を説明している。本稿に続く論文では、MX-7100シリーズに用いられている技術について述べている。

2. MX-7100シリーズの特長

企業情報通信ネットワークなどの基幹系を構成するMX-7100シリーズは、以下に述べるような特長がある。

2.1 小規模から大規模まで最適なネットワーク構成が可能

MX-7100シリーズには最大8本の高速デジタル回線と端末を収容する6MTDMと、1本の高速デジタル回線と端末を収容する1STDMとがあり、更に1STDMにはNTTなどの高速デジタル回線を収容するタイプと構内回線用のタイプとがある。多回線の6MTDMが収容する端末の数は、設置される事業所の規模や使用形態により大きく異なる。このため、6MTDMでは回線収容部分と端末収容部分とを分離し、端末収容部分は端末の収容規模に応じて増設できる構成とすることにより、拡張性を持たせている。MX-7100シリーズは、これら6MTDMと1STDMとを組み合わせることで、システムの規模に応じた最適ネットワークの構築が可能である。MX-7100シリーズのネットワーク管理はパソコンを用いたネットワーク管理装置(NSP)により行う。NSPは最大80台の多重化装置から成るネットワークを管理できる。また、NSPは主と副の2台設けることも可能で、主NSPが障害の場合、副NSPでバックアップできる。

6MTDM及び1STDMとも主要部を二重化することにより、高い信頼性を確保しており、ノンストップシステムの実現が可能である。また、MX-7100シリーズは企業の事務所に設置されることを考慮して、商用電源を使用し、省スペース設計となっており、空調に関しても専用の設備は不要である。

2.2 伝送効率の高い多重化方式

企業情報通信ネットワークでは、多数の高速デジタル回線を利用して、多様な通信経路を柔軟に設定できることが必要となる。このため、多重化装置には以下が要求される。

- (1) 6Mbpsの回線を含む複数の高速デジタル回線を収容すること。
- (2) 複数の高速デジタル回線を相互に接続して通信経路を設定すること。
- (3) 多様な通信形態と端末速度の組合せに対して、多重化効率の良いこと。

高効率な多重化には、伝送フレーム構成上のビット単位に多重化処理を行うビット多重化方式が優れており、一方、専用線網内の多重化構成との整合性や回線設定運用の容易性、ハードウェア処理速度の低減化という面では、8ビット(64Kbps)のタイムスロット(TS)単位に多重化処理を行うオクテット多重化方式の利点も大きい。

MX-7100シリーズでは、上記のビット多重化とオクテット多重化の両方式の利点を併せ持ったビット/オクテット多重化方式を採用し、高効率多重化機能と柔軟な網構成機能を同時に実現している。また、オクテット多重化方式により、多回線を収容する6MTDMは24Mbpsの容量を実現し、合計がこの容量を超えない範囲で最大8本の高速デジタル回線を収容できる。

2.3 多様な端末インタフェース

企業情報通信ネットワークでは、データ、音声、ファクシミリ、画像などの情報を統合して伝送交換するマルチメディア通信網が必要である。MX-7100シリーズは、このマルチメディア通信に対応できる豊富な端末インタフェースの種類をそろえ、個々のインタフェースについてもきめ細かくサポートしている。例えば、V.24やV.35などのデータ系のインタフェースではDCE-DCE接続のみならず、DTE-DTE接続やDCE-DTE接続も可能で、種々のネットワーク構成に対応できる。また、音声系では、GIIIファクシミリの伝送が可能な32KbpsのADPCMをサポートしており、64KbpsのPCMに比べ同じ帯域で2倍の回線数を収容できるほか、更に伝送効率の高い16KbpsのAPC-MLQもサポートしている。交換機インタフェースとしては、アナログインタフェースに加え、64Kbps、1.5Mbpsと2Mbpsのデジタルインタフェースをサポートしている。

2.4 パソコンによるネットワークの集中管理

ネットワークが大規模化するとともに、障害箇所の切り分け及び通信経路の設定変更などの管理を1台の装置から集中的に行えることが重要となってくる。MX-7100シリーズはパソコンによるNSP1台により、以下のようなネットワークの集中管理機能を実現している。

- (1) NSPの画面に従って、メニュー式に各機能の選択、実行が可能である。
- (2) NSPはネットワーク構成や端末インタフェースに関する情報を管理するとともに、通信経路の設定情報や端末データのビット割当て情報を自動生成できる。

(3) ネットワーク構成情報をサービス回線を利用して NSP が各多重化装置にロードすることにより、ネットワークの増設変更及び障害時のネットワークの再構成などが NSP から容易に実行できる。

(4) ネットワーク管理に必要な NSP と各多重化装置との通信を、高速デジタル回線の帯域の一部を利用したサービス回線により実現している。サービス回線は高速デジタル回線の障害時、障害箇所を切り離して再構成できる。

(5) NSP は公衆電話網を利用して多重化装置を監視及び制御することもできる。

NSP は最大 80 台の多重化装置を管理できるが、これを超える規模のネットワークについては、NSP で管理可能な規模にネットワークを分割し、これらを相互接続することにより対応可能である。この場合、複数ネットワークの管理機能を持つ NCP (ネットワークコントロールプロセッサ) を用いれば、複数ネットワーク全体を集中管理することができる。

2.5 ノンストップで増設・変更及び障害復旧が可能

企業情報通信ネットワークは導入された後、増設と変更を繰り返しながら長期運用される。また、稼働開始後は、一瞬の停止も許されない場合が多い。

MX-7100 シリーズでは、この点を考慮し、増設、変更及び故障修理を円滑に行えるよう、次の機能を備えている。

- (1) 端末インタフェース及び回線インタフェースの増設、交換を装置の動作に支障なく実施できる。
- (2) 装置の増設、交換をシステム動作に支障なく実施できる。
- (3) 1 台の NSP で管理できる規模を超えて装置を増設する場合、増設分を別ネットワークとし、既設のネットワークと高速デジタル回線で相互接続することにより規模を拡大できる。

3. システム概要

3.1 構成要素と諸元

MX-7100 シリーズは多重化装置とネットワーク管理装置とにより構成される。多重化装置には 6MTDM(MX-7110)と 1STD(MX-7120, MX-7130)がある。ネットワーク管理装置には、NSP (MX-7180) と NCP (MX-7190) とがある。NSP は一つのネットワーク(最大 TDM 80 台)を管理するもので、パソコンを用いている。NCP は複数のネットワークを管理でき、汎用のミニコンを用いている。回線としては NTT 又は NCC(New Common Carrier) の高速デジタル回線と私設の構内回線を利用できる。6MTDM は複数の高速デジタル回線及び構内回線を収容する MBX 部と、端末インタフェースを収容する LTDM 部とから構成している。1STD は 1.5 Mbps までの高速デジタル回線と端末インタフェースとを収容する多重化装置で、

表 1. システム諸元

No.	項目	諸元
1.	適用回線	NTT又はNCC高速デジタル回線 回線種類 192Kbps 384Kbps 768Kbps 1.5Mbps 3Mbps 6Mbps
2.	通信形態	ポイント-ポイント、ポイント-マルチポイント方式 分岐中継
3.	装置の種類	6MTDM装置 (MX-7110) 1STD装置 (MX-7120, MX-7130) NSP (MX-7180) NCP (MX-7190)
4.	システム規模	MBX数 最大 16/1ネットワーク 1STDとLTDMの総数 最大 64/1ネットワーク 総台数 最大 80/1ネットワーク 高速デジタル回線インタフェース数 最大 8/1MBX
5.	多重化方式	MBX.....オクテット多重(64Kbps×Nの方路設定) LTDM.....ビット多重 1STD.....ビット多重
6.	フレーム構成	
7.	管理項目	ネットワーク管理方式 NSPによる集中管理 管理情報伝送方式 サービスチャネルを用いて各多重化装置間に構成されるサービス回線による 監視 装置動作状況 回線動作状況 制御 システムデータ管理及び装置へのロード 適用システムの変更切替 診断 端末インタフェース、回線インタフェースの折返試験

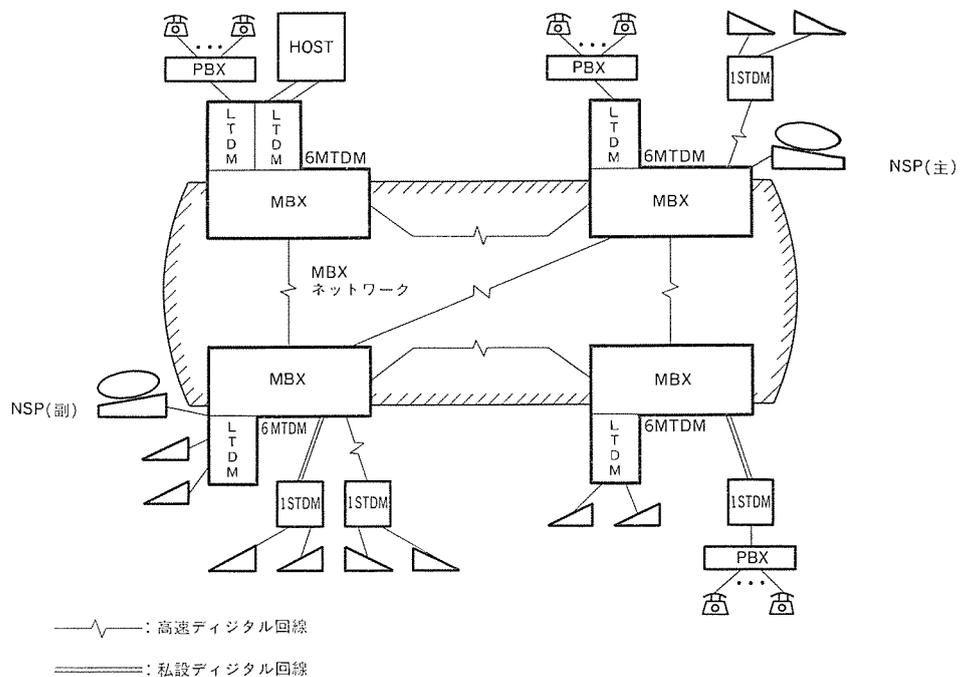


図 1. ネットワーク構成例

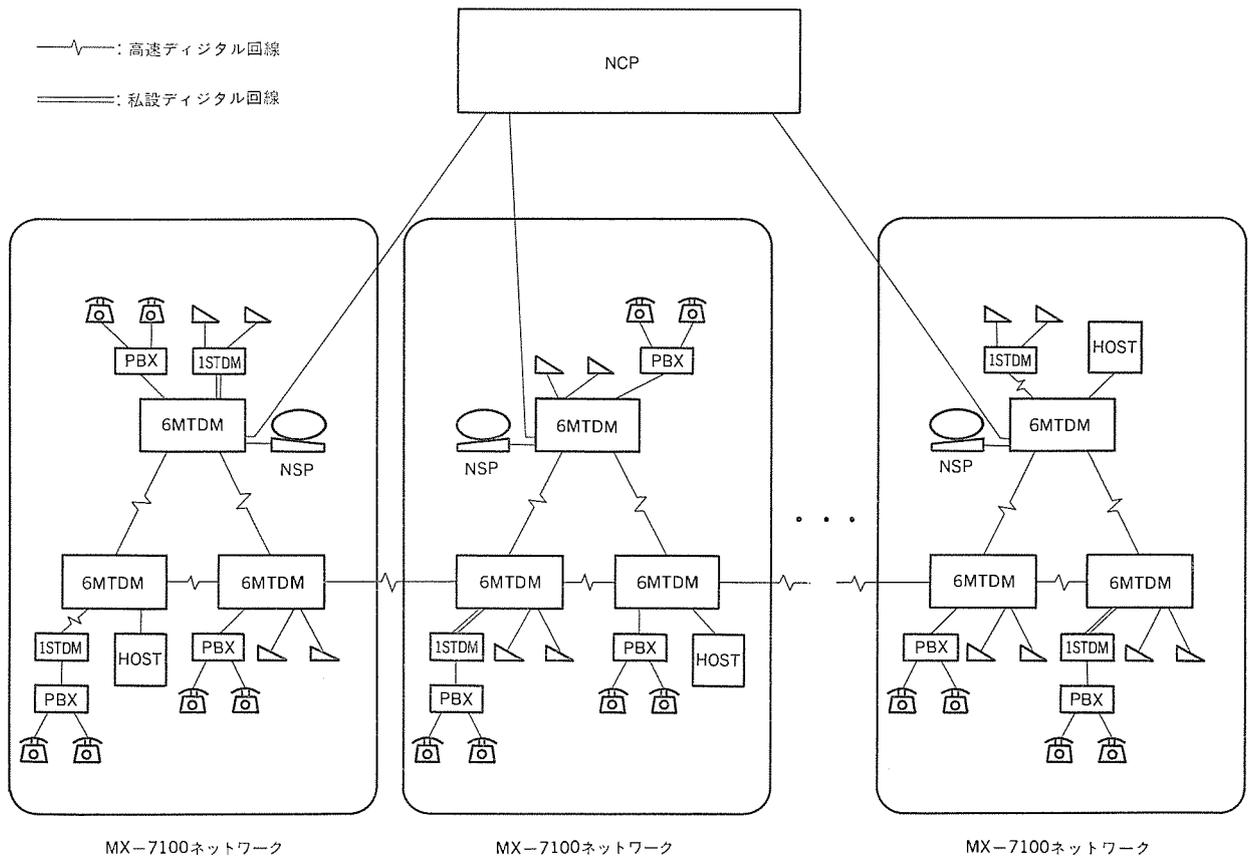


図 2. 複数ネットワークの相互接続例

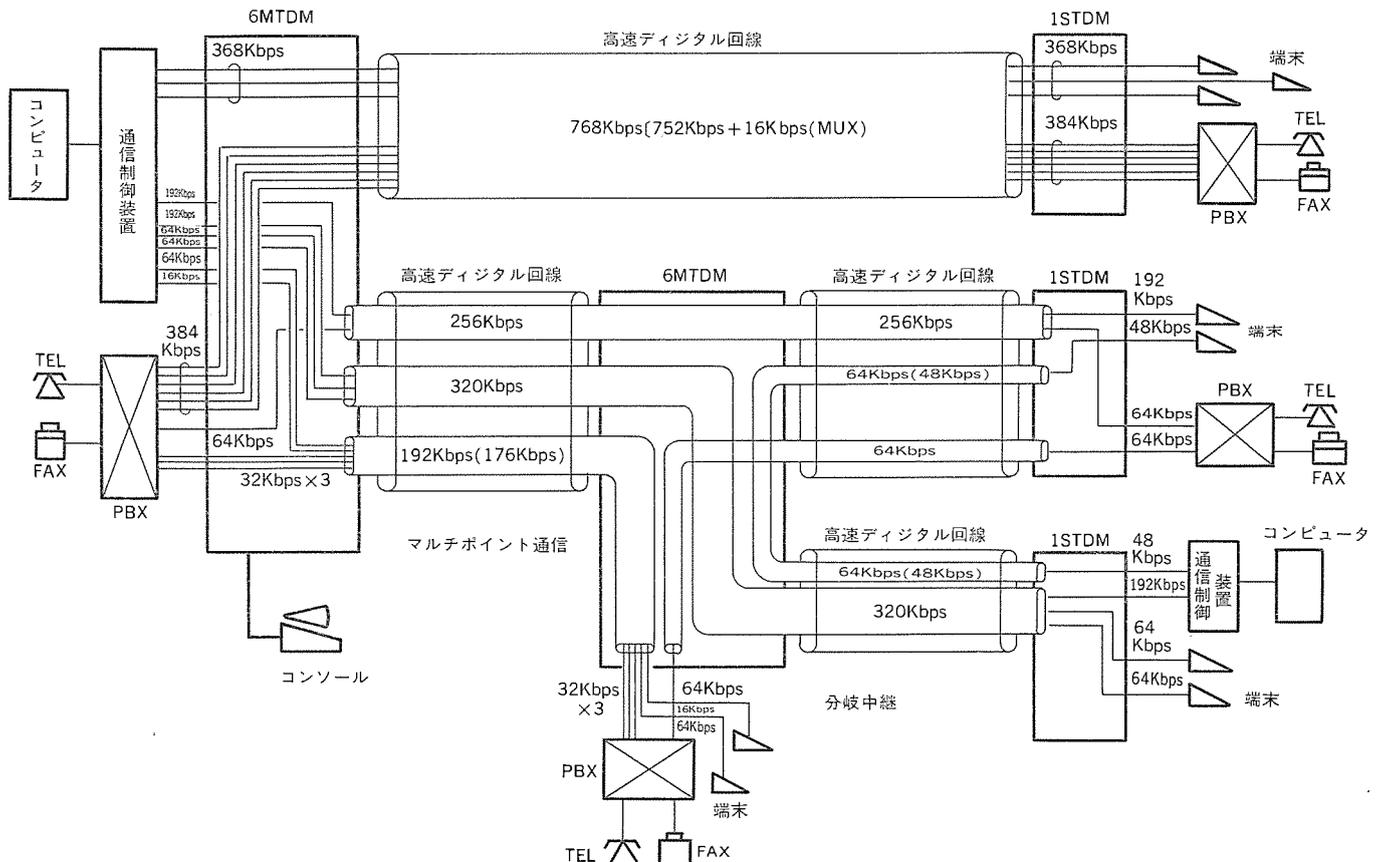


図 3. 通信形態例

回線を通じて 6MTDM に接続する。1STDM には高速デジタル回線用の MX-7130 と構内回線用の MX-7120 とがある。

表 1. に MX-7100 シリーズの主要諸元を示す。

3.2 ネットワーク構成

MX-7100 シリーズによる一般的なネットワーク構成を図 1. に示す。ネットワークは下記のように 2 層に階層化して構成される。

(1) MBX ネットワーク

高速デジタル回線により、MBX 相互を接続して構成されるネットワークで、64 Kbps を単位として多重化と分岐中継機能を行う。

(2) 端末収容ネットワーク

1 台の MBX に直結される LTDM と、高速デジタル回線及び構内回線により接続される 1 STDM によって構成されるネットワークである。LTDM 及び 1 STDM は端末を収容し、回線に多重化する機能を持っている。

また、図 2. に示すように複数の MX-7100 シリーズによるネットワークを相互接続して、大規模なネットワークを構成することもできる。

3.3 通信形態

MX-7100 シリーズでは、用途や目的に応じてポイント-ポイント、マルチポイント、分岐中継の 3 種類の通信形態を組み合わせ使用できる。

(1) ポイント-ポイント

2 台の多重化装置を対向させ、この間にユーザーの回線を設定する通信形態である。

(2) ポイント-マルチポイント

多重化装置 1 台に 2 台以上の多重化装置を対向させる通信形態である。

(3) 分岐中継

ある高速デジタル回線からのデータのうち、一部を自多重化装置内の端末に落とし、残りを別回線に中継する通信形態である。この際、自多重化装置内の端末データを相乗りさせることができる。分岐中継の単位は 64 Kbps × N である。

図 3. にマルチポイント及び分岐中継の通信形態を示す。

4. MX-7100 シリーズの適用例

MX-7100 シリーズによるネットワークの具体例として、(株)三菱銀行向けのノンストップネットワークシステムを紹介する。このネットワークは、図 4. に示すように業務の集中する東京、大阪の 2 地域に 4 基幹局をおき、全国をカバーする全社通信網の基幹となるデジタル通信幹線網である。特に高い信頼性を確保することに重点がおかれており、回線や装置の二重化とこれらを切り換えるスイッチにより、回線や装置の同時二重障害に対し主要な通信を継続できるよう設計されている。また、ネットワーク管理用の NSP は東京と大阪の両方に設置され、東京の NSP が障害の場合、大阪の NSP でバックアップできる。更に、障害により一部の多重化装置と NSP との通信が不能となった場合、

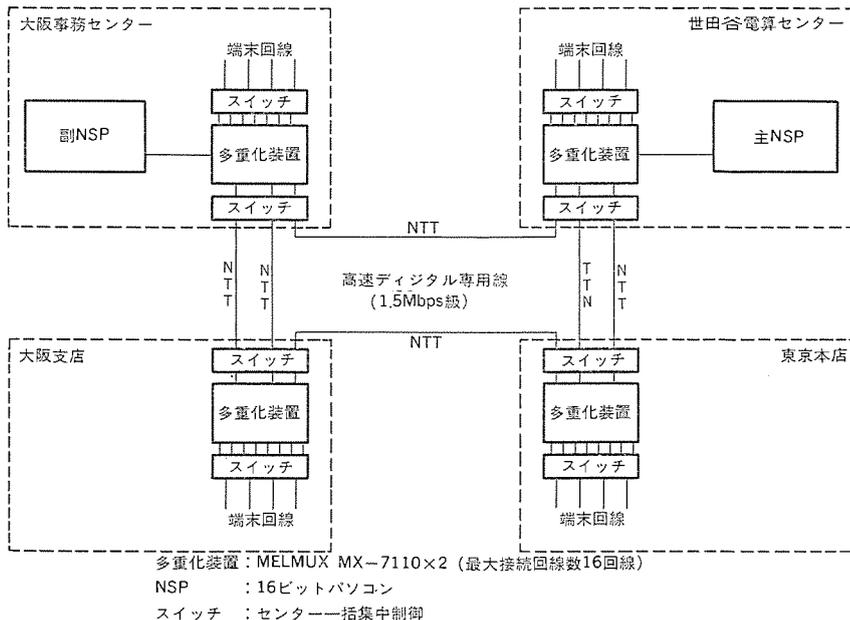


図 4. (株)三菱銀行向けネットワークシステム構成図

公衆電話網によりこの通信をバックアップすることも可能である。ネットワークの運用者は NSP により、ネットワーク全体の障害状況を把握することができ、必要に応じてスイッチ又は多重化装置の経路設定情報を切り換えることにより、障害対策を速やかに実行できる。このように MX-7100 シリーズの高度なネットワーク管理機能は、信頼性の高いネットワークの実現に極めて有効である。

上記、(株)三菱銀行向けシステムのほか、MX-7100 シリーズは当社が現在建設を進めている MIND (Mitsubishi electric group Information Network by Digital technology) においても使用される。MIND はマルチメディア通信を提供する大規模な企業グループネットワークで、昭和 63 年 1 月からサービスを開始する。このネットワークでは全国に約 70 台の MX-7100 シリーズ多重化装置を設置して、全国規模のデジタル統合通信網を構築し、東京のネットワーク管理センターに設置した NCP により、すべての多重化装置の一元管理を行う。

5. む す び

以上、デジタル多重化装置 MX-7100 シリーズの概要について説明した。MX-7100 シリーズに関する技術の詳細については、本稿に続く論文を参照されたい。

NTT や NCC が提供する高速デジタル回線の利用は、今後ますます拡大し、これを核として高度な情報通信ネットワークが形成されるものと予想される。それとともにデジタル多重化装置に対するユーザーの要求も多様かつ高度化していくものと考えられる。

当社は MX-7100 シリーズで培った技術をもとに、今後もより一層ユーザーのニーズに応じたデジタル多重化装置を提供する所存である。

三菱高速デジタル多重化装置MX-7100シリーズの構成と機能

青山 滋* 中野 栄* 伊藤修治*
 内藤悠史* 覚埜高音* 木嶋孝文***
 大島一能** 市橋立機* 佐田耕一+

1. ま え が き

大規模な企業情報通信ネットワークに対応できるデジタル多重化装置として開発された《MELMUX》MX-7100シリーズは、高効率な多重化機能と高信頼性に加えて柔軟な網構成機能を実現している。

本稿では、MX-7100シリーズのハードウェア構成及びソフトウェア構成の概要を述べるとともに、接続可能な端末インタフェース並びにネットワーク管理機能の詳細について説明する。

2. 多重化方式

MX-7100シリーズは、ビット多重化方式とオクテット多重化方式の両方の利点を合わせ持ったビット/オクテット多重化方式の採用により、高効率な多重化機能と柔軟な網構成機能を同時に実現している。

ビット/オクテット多重化方式は、異なる対地ごとに、伝送フレーム構成上のオクテット(64Kbps)の区切り目を境界とする $N \times 64$ Kbpsの領域を割り当て、この中に音声、データ、映像などのマルチメディア信号をマルチフレーム構成でビット単位に多重化する方式である。

伝送フレーム構成の一例を図1.に示す。図のように、20フレームで1マルチフレームを構成し(MFSYNCビットによりマルチフレーム位相同期をとる)、低速のデータ信号は、マルチフレームの周期に基づく0.4Kbpsの速度単位に、制御信号も含めて高密度に多重化し、また音声信号はPCM符号化による64Kbps、ADPCM符号化による32Kbpsなど $8 \text{ Kbps} \times n$ の信号として多重化する。

音声信号に付随するシグナリングは、音声信号の多重化スロットを利用して伝送するインチャネル・シグナリング方式を基本としている。アウトスロットでシグナリングを伝送する場合には、マルチフレームを利用して、0.4Kbps単位のビット多重化方式により収容する。データ系信号に付随するモデムなどの制御信号は、0.4Kbps又はその整数倍で多点サンプリングし、最大5種類の制御信号をデータ信号とともにビット多重化方式により収容する。

64Kbps以上の高速データは、 $64 \text{ Kbps} \times n$ の信号としてオクテットの区切り目を保存した多重化を行う。伝送フレームの第2ビット目には、ネットワーク管理のためのサービスチャネル(8Kbps)が配置される。

ビット/オクテット多重化方式では、網構成の柔軟性ととも、高い多重化効率を特長としており、図示の例ではモデム制御信号、サー-

ビスチャネルを除いた主信号だけの多重化効率で95%、制御信号なども含めると99%の効率となっている。また、9.6Kbpsのデータ信号に1種類のモデム制御信号を付加して、1.5Mbps回線に多重化する場合は152チャネルが収容でき、主信号のみの多重化効率で95%、モデム制御信号も含めると99.5%の効率が実現できる。

3. 装置構成と仕様

3.1 構成

MX-7100シリーズの中核となる6MTDM装置の外観と構成を図2.と図3.に示す。この装置は端末信号をビット多重する部分(LTDM)と、複数のLTDMや回線からの信号を高速に、対地ごとに信号の切換を行い多重化する部分(MBX)とから構成されている。交換機からの電話やファクシミリ情報は、音声端末インタフェース部で符号化され、低速多重化部へ送られる。一方、コンピュータ、データ端末からのデータ及び制御信号は、データ端末インタフェース部を経由して低速多重化部へ送られる。低速多重化部では、これら情報を1.536Mbpsに多重化してMBXへ送る。MBXの高速多重化・回線設定部では、この多重化された情報を対地別に再構成し、回線インタフェース部を経由して高速デジタル回線に送出する。この再構成処理は、24Mbpsの速度で行われる。

高速多重化・回線設定部、クロック発生部など装置の主要な部分は、二重化構成となっており、装置の信頼性の向上を図っている。

3.2 仕様

MX-7100シリーズは、端末収容数、高速デジタル回線の通信速度及び収容回線数などに応じて最適なモデルが選択できるように、表1.に示すモデルをとりそろえている。

4. 端末インタフェース

4.1 データ端末インタフェース

4.1.1 収容形態

多重化装置に直接端末を接続する形態(多重化装置をDCEと見立てるモード)と、モデムなどのDCEを接続し回線を介して端末を収容する形態(多重化装置をDTEと見立てるモード)とが可能である。後者の場合、接続されるDCEを制御するため、複数の制御信号を多重化装置間で伝送する。図4.は端末と多重化装置を電話回

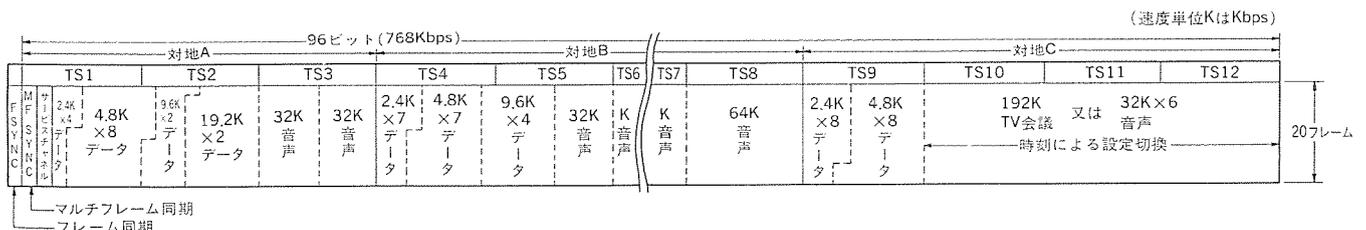


図1. 伝送フレーム構成例

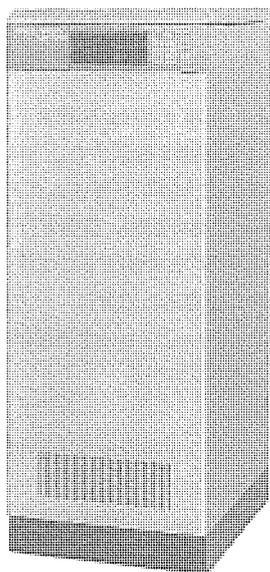


図 2. MX-7110 の外観 (6 MTDM 装置, MX-7120 及び MX-7130 も同様)

表 1. MX-7100 シリーズ 装置仕様

項目	MX-7110	MX-7120	MX-7130
適用回線種類	192 Kbps ~6 Mbps	構内回線 (1.5 Mbps まで)	192 Kbps ~1.5 Mbps
回線ポート数	最大 8 ポート	最大 1 ポート	
データ系 インタフェース	低速(非同期)	0.3 Kbps~9.6 Kbps (CCITT 勧告 V. 24/V. 28 準拠)	
	低速(同期)	1.2 Kbps~19.2 Kbps (CCITT 勧告 V. 24/V. 28, X. 21/V. 11 準拠)	
	高速(同期)	(48 Kbps~1.5 Mbps (CCITT 勧告 V. 35, X. 21/V. 11 準拠))	
音声系 インタフェース	アナログ	2W/4W+SS/SR (PCM: 64 Kbps, ADPCM: 32 Kbps, APC-MLQ: 16 Kbps)	
	デジタル	64 Kbps, 2Mbps(TTC 準拠), 1.5Mbps(TI 準拠)	
監視制御機能	・共通部冗長系の切替 ・障害情報の収集と動作の監視 ・試験, 診断 ・信号のモニタ		
冗長構成	基本共通部の二重化 (障害発生時, 自動的に予備系へ切替)		
電源・環境条件	AC 100 V \pm 10%, DC -48 \pm 10%, 50/60 Hz, 温度 0~45°C, 湿度 10~90%		
外形寸法 (mm)	2,100/1,450(H) x 550(W) x 716(D)		

線により接続し, 端末相互が通信を行う場合の例である。ここでは, 多重化装置が従来のモデム~端末間のケーブルを延伸した機能の代わりに, ER/DR, RS/CS, RS/CD, TI, CI の 5 対のモデム制御信号を伝送して端末からモデムを制御する。この信号は 1 対当たり 0.4 Kbps の整数倍で高速化でき, 応答時間の短縮を図ることができる。一般に, 同期式ユーザー回線 1 回線当たりデータ速度+制御信号 \times 0.4 Kbps の速度を使用する。

4. 1. 2 接続相手とのクロック授受の有無と同期形態

通常は多重化装置からのクロックに従属同期して接続されるが, そのほかに次の接続形態を用意している。

(1) 独立同期端末 インタフェース

半二重の同期式モデム回線の収容など従属同期できない場合に使用する。

(2) 多点サンプル方式

クロック授受のない非同期端末のデータ信号を多重化装置のクロックで多点サンプルして収容する。

(3) 調歩同期端末 インタフェース

調歩同期信号フォーマットを利用して同期化し, 多点サンプル方式よ

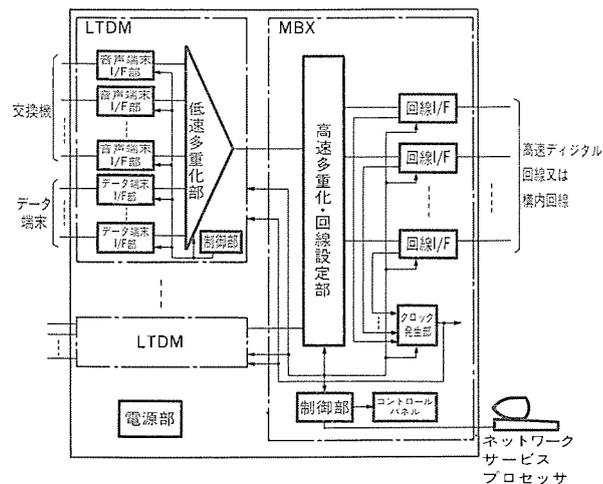


図 3. MX-7110 (6 MTDM 装置) の構成

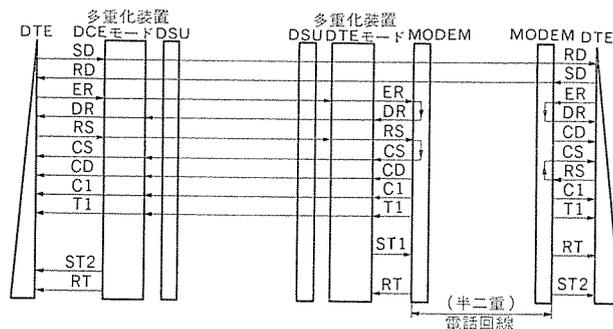


図 4. モデム制御信号の伝送形態例

りも効率よく多重化する場合に使用する。

4. 1. 3 その他

(1) 回線速度 -64 Kbps の通信速度

高速 デジタル 回線の容量を無駄なく使用するため, 高速 デジタル 回線の速度から 64 Kbps を減じた通信速度を用意している。

(2) 2 速度可変端末 インタフェース

昼夜の回線需要の違いに応じて通信速度を切り換えて使用する。

(3) 光 インタフェース

メタリックケーブルの制限長を越える伝送や, 悪電磁環境下の伝送が必要な場合に使用する。6 MTDM~構内用 1 STDM 間の 1.5 Mbps CMI 信号伝送用と, RS-449 インタフェースによる 1.5 Mbps の遠隔端末収容用の 2 種類を用意している。

4. 2 音声端末インタフェース

4. 2. 1 音声符号化方式

音声符号化方式として以下に示す 4 種類を用意している。

(1) 64 Kbps μ -law PCM.....従来の PCM 方式。2 M/64 Kbps の デジタルインタフェース では 64 Kbps の 透明な伝送も可能である。

(2) 32 Kbps ADPCM.....PCM 方式に比べ 2 倍の効率で伝送できる。FAX などの 4,800 bps 以下の モデム 信号の伝送が可能である。

(3) 改良型 32 Kbps ADPCM.....上記 32 Kbps ADPCM 方式を改良した方式で, G III FAX の 9,600 bps V. 29 モデム 信号の伝送を可能にした。

(4) 16 Kbps APC-MLQ……PCM方式に比べ4倍の効率で伝送できる。

4.2.2 シグナリング伝送方式

シグナリング伝送方式として以下のいずれかの方式を選択できる。

(1) ビット写像方式……シグナリング伝送速度に応じ、400又は800bpsの伝送ビットを割り当てる方式である。

(2) インチャネル方式……音声信号の伝送が不要なときに、音声信号の伝送に割り当ててある32Kbpsの伝送ビットを利用してシグナリング情報を伝送する方式で、シグナリング伝送に余分な伝送ビット割当てが不要であり、効率の高い多重化を可能にしている。

4.2.3 アナログインタフェース

アナログ局線インタフェースを持つ交換機との接続に用いる。4W/2W接続の選択が可能であり、シグナリングインタフェースはSS/SR方式を採用している。

4.2.4 デジタルインタフェース

デジタル局線インタフェースを持つ交換機との接続に用いる。

(1) 多重インタフェース……2Mbps多重インタフェース(30CH, TTC標準準拠)又は1.5Mbps多重インタフェース(24CH, T1準拠)カードと、PCM, ADPCM又は改良型ADPCMのチャンネルカードを組み合わせて用いる。図5.に多重インタフェースの構成を示す。

(2) シングルチャンネルインタフェース……64Kbpsデジタルインタフェースは、主信号に64KbpsAMI, シグナリングにSS/SRのインタフェースを持っている。

(3) 外部同期クロック供給……デジタル交換機へ外部同期用クロック

信号を供給することができる。

5. ネットワーク管理

MX-7100シリーズは、高速デジタル回線及び構内回線上のサービスチャンネルを用いてサービス回線網を構成する。このサービス回線網の構成制御を行うMBXを1次MBXと呼ぶ。1次MBXに接続したNSPにより、ネットワーク全体の運用、管理を行う。

1次MBXは2台のNSPを接続することができるので、1台を装置設置場所から離れた遠隔地に設置し、一方を昼間管理用、他方を夜間管理用とするなど、ネットワークの管理形態に合わせて運用することができる。

5.1 サービス回線網

サービス回線網は、ネットワークを構成する任意の機器、装置間での通信が可能となるように配慮されている。

(1) 網形状はツリー形で、システム構成変更時、障害時などにはNSPからの指示で任意のツリー形に変更することができる(図6.参照)。

(2) データリンクレイヤはHDLC, ネットワークレイヤはパケット転送プロトコルを採用している。ネットワークレイヤはパケット中継機能を持っている。

(3) 1次MBXは、各多重化装置の状態情報の定期収集など特別の機能を持っている。運用上又は障害時には他のMBXを1次MBXとして立ち上げ、サービス回線網を再構成して運用を継続することもできる。

5.2 システム制御機能

NSPにより網構成、装置構成、回線設定パターンなどを定義したシステムデータを作成し、各多重化装置にロードして実行する(これをシステム切換と呼ぶ)方式をとっており、システム構成や回線設定パターンを容易に変更することができる。

システムデータはNSPのディスク内に10個、多重化装置内に4個保持することができる。オペレータはそのうちの一つを指定して運用を行う。システムデータはフレキシブルディスクにセーブすることもできる。NSPから多重化装置へのシステムデータロードは、特定の多重化装置を対象にするモードと、全多重化装置を対象にするモードがある。

システム切換指示は、データリンクレイヤの放送機能を利用したネットワークレイヤの一斉通報通信機能により転送されるため、システム全体の切換を短時間に行うことができる。また、運用の自動化を図るために、NSPは設定された時刻にシステム切換指示を行う機能を持っている。

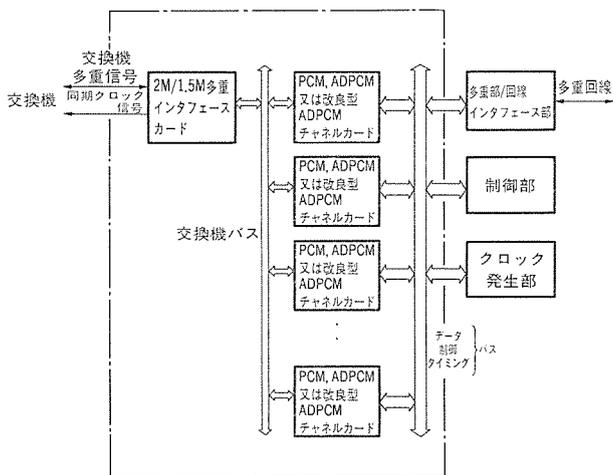


図5. 交換機多重インタフェースの構成

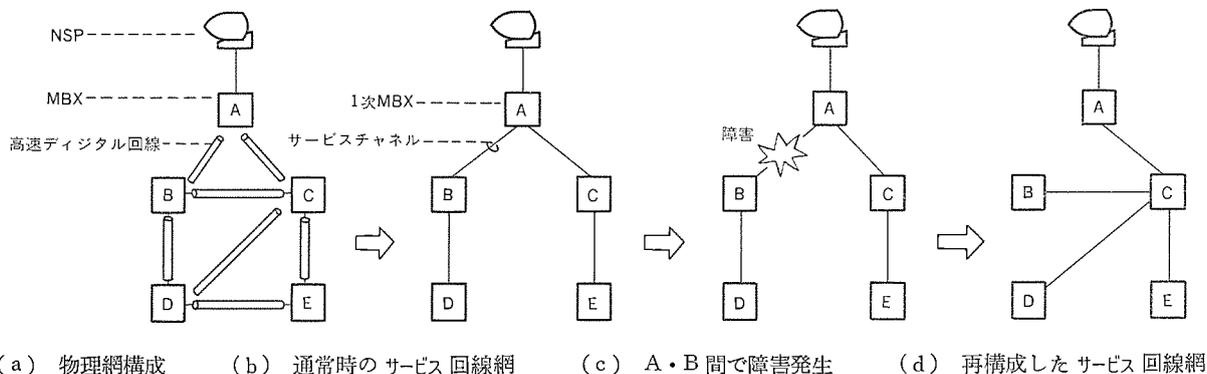


図5. サービス回線網の構成

表 2. 監視機能

分類	項目
回線	・高速デジタル回線、構内回線の障害発生状況
装置	・共通部、回線インタフェース部、端末インタフェース部の構成・設定状況、障害発生状況
システム	・サービス回線の障害発生状況 ・システムデータの整合性検査 ・他 NSP の運用状況 ・コントロールパネルの操作状況 ・折返しループ設定状況 ・端末インタフェースの信号（コントロールパネルのみ）

表 3. 試験・診断機能

分類	項目
立ち上がり時の自己診断	・CPU、メモリ、コントロールパネルなどのテスト ・各種制御用メモリのテスト ・回線インタフェース、端末インタフェースのローカルループバックテスト
コマンド*1による試験	・NSP インタフェーステスト ・コントロールパネルテスト ・回線インタフェースのループバックテスト ・端末インタフェースのローカルループバックテスト、リモートループバックテスト ・共通部二重化切替動作テスト ・各種ループバック設定

注 *1: NSP 又はコントロールパネルから指示する

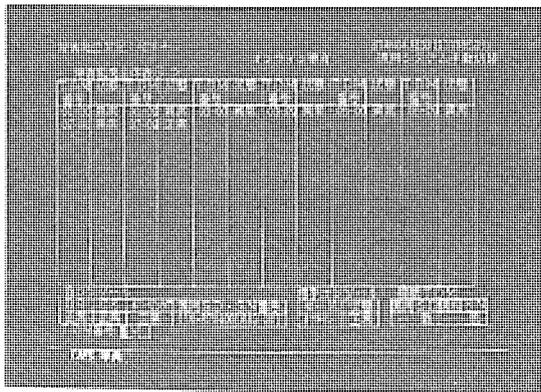


図 7. システム全体を監視する画面表示

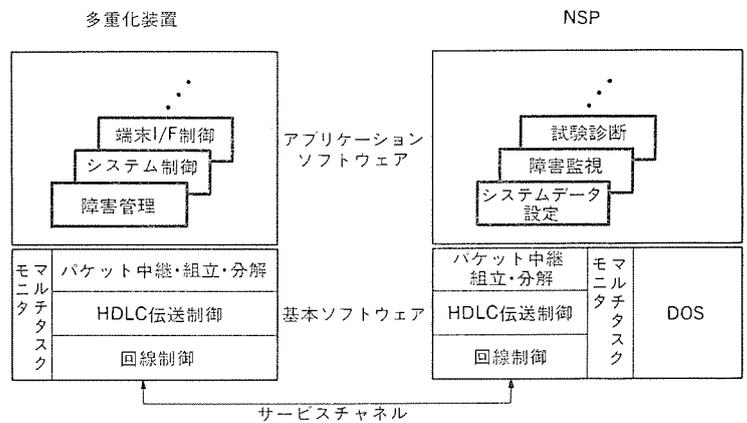


図 8. ソフトウェア構成

5.3 システム監視機能

(1) 障害監視

高速デジタル回線や多重化装置に障害が発生すると、その装置のコントロールパネルと NSP に障害が表示されブザーが鳴動する。また、《MELPHONE 8》*1 を接続して、公衆電話網経由でネットワーク管理者に障害発生を音声で通報することができる。多重化装置は電話網からの自動着信を行うことができ、遠隔からの保守・管理を可能にしている。システム監視機能を表 2. に示す。

(2) システムデータの整合性検査

多重化装置では、装置立ち上がり時の自己診断動作を除き、すべての動作はシステムデータを基に行っている。NSP は、各多重化装置が使用しているシステムデータの整合性を周期的に検査し、異なっていることが検出された場合には、システムデータのロード、切替や障害通報を行う。

5.4 試験・診断機能

(1) 自己診断機能

各多重化装置は、立ち上がり時に装置構成状況を読み取り、自己診断を行う。この段階で重障害と判定したユニットは、運用時には使用しない。回線インタフェース部、多重化・分配制御部など二重化構成された部分については予備系に切り換えて運用を開始する。

(2) 試験機能

ループバックテストをはじめとする試験機能は、障害箇所の切り分け、増設・変更時の動作確認に使用するもので、NSP 又は各多重化装

置のコントロールパネルからコマンドを投入することにより実行される。また、各カードのスイッチ操作により、二重系の切替とループバック設定を行うことができる。

試験・診断機能を表 3. に示す。

5.5 NSP

NSP(ネットワークサービスプロセッサ)は、20 M バイトのハードディスクを持つ 16 ビットパソコンとプリンタで構成され、システムデータの作成と管理、システム制御/監視/試験コマンドの実行、障害発生表示、ログ管理などを行う。

図 7. にシステム全体を監視する画面を示す。

6. ソフトウェア構成

多重化装置及び NSP におけるソフトウェア構成を図 8. に示す。基本ソフトウェアはマルチタスク管理機能などの汎用 OS 機能に加え、装置間の回線制御、データリンク制御及びパケットの中継、組立、分解機能を持ち、サービス回線網を構成すると同時にエンド-エンドのメッセージ転送機能を上位に提供する。各装置のアプリケーションソフトウェアは、この機能を用いて運用、管理機能を実現している。

7. むすび

デジタル多重化装置《MELMUX》の新機種 MX-7100 シリーズの機能、構成等を述べた。

今後更に、ユーザーニーズに沿った端末インタフェースの充実、接続形態のメニュー拡充を図っていく予定である。

*1 接点入力により起動される音声通報装置

パケット多重化装置《MELPAX 1000》

有賀 均* 藤田 進**
 後沢 忍* 北川健一***
 水迫浩昭* 渡部重彦***

1. ま え が き

効率の高いデータ通信システムを実現することのできるパケット交換網は、昭和57年に日本電信電話(株)(NTT)がDDX-P網のサービスを開始して以来加入者数が年々増加の一途をたどり、また一般企業でも自営パケット網を構築する動きがあるなど、その利用が急速に拡大している。

パケット多重化装置は、複数端末を集線・多重化してパケット交換網へ接続する装置であり、パケット交換網へのアクセス手段を与える重要なネットワーク機器であるが、近年の情報通信ネットワークの大規模化・高度化に伴って、端末のもつプロトコルをX.25手順(パケット交換網のプロトコル)へ変換するプロトコル変換機能の充実が求められ、取扱プロトコルの種類増加・自動切換、端末回線の収容数拡大、端末間のローカル交換、装置管理機能の強化などが必要となってきた。この論文のパケット多重化装置《MELPAX 1000》は、以上のような要求を満たすべく開発されたもので、4種類のプロトコルを取り扱うことができ、しかもそれらのプロトコルを端末側回線の1回線ごとに設定可能であり、また端末側のプロトコルの変更に応じてプロトコル変更ソフトを自動的に切り換えるなど、効率的で経済的なネットワークの構築を容易とする装置である。

本稿ではこの《MELPAX 1000》の開発の背景、基本機能とその実現方式について述べる。

2. 開発の背景

2.1 パケット通信

パケット通信では⁽²⁾、まず発信側の端末において送るべきデータを一定長に区切り、これにあて先情報などを付けてパケットを構成し、このパケットを交換機へ送る。次に交換機では、このパケットをいったん蓄積し、パケット単位に処理して網内(交換機と交換機)の最適ルートを選択しながら相手側の端末まで送るといふ、蓄積交換方式によるデータ通信方式である。

主な特長としては、

- (1) 通信料がパケット量による従量性のため、比較的通信量の少ない端末にとっては、専用線、回線交換に比べ非常に経済的である。
- (2) 標準化されたプロトコル(通信手順)により、端末間の相互接続が可能である。
- (3) 回線上に複数のあて先の異なるパケットが相乗りできるため回線利用率が高く、またパケット形態端末が1本の物理回線で同時に複数の異なる相手と通信できる。
- (4) 交換機で転送されるたびに、誤り検出、回復を行うので伝送品質が高い。

当社でも、三菱電機企業グループ⁽³⁾の高度情報通信システム“MIND”(Mitsubishi Electric Group Information Network by Digital Technology)の一環として、自営パケット網とDDX-Pを利用した通信ネットワーク“MIND-P”の構築が着々と進められている。

2.2 問題点と《MELPAX 1000》

このような状況の中で、パケット交換網へ端末を直接接続するためには、端末が標準化されたプロトコルであるX.25手順(国際電信電話諮問委員会CCITTが勧告)をサポートする必要がある。現在、専用線等で結ばれている端末の多くは、このX.25手順をサポートしていない、いわゆる一般端末(NPT: Non-Packet Mode Terminal)であり、この一般端末の通信手順とX.25手順とのプロトコルの相異が、パケット交換網によるネットワーク構築にとって大きな問題となっていた(ホスト計算機では大半がこのX.25手順をサポートしている)。この問題を解決するために、《MELPAX 1000》は、一般端末の通信手順とX.25手順とのプロトコル変換を行い、更に複数の端末を1本の物理回線でパケット交換網へ接続するための多重化を行うことを主な目的として開発された。なお、当初《MELPAX 1000》は遠隔通信制御装置RCP(Remote Communication Processor)とも呼ばれていた。

3. 《MELPAX 1000》基本機能

《MELPAX 1000》は端末とパケット交換網の間に置かれ、以下の機能を実現する通信制御装置である。そのシステム構成を図1、外観を図2に、またこの装置の仕様を表1に示す。

(1) プロトコル変換(PAD)機能

一般端末を収容し、これらをパケット交換網へ接続するためのプロトコル変換を行っている。この変換機能には、それぞれSNA/SDLCをSNA/X.25に、BSC-PをMNA/X.25に、X.28をX.25にする機能がある。また、端末側の手順としてX.25をサポートすることで汎用性を高めている。この様子を図3に示す。

(2) 多重化機能

各端末回線ごとに、それぞれ任意のプロトコルを設定し装置全体として16台の端末を収容できる。更に、これらを1本の物理回線でパケット交換網へ接続するための多重化を行っている。なお、端末収容台数は増設機構により32台まで収容可能である。

(3) ローカル交換

1台の《MELPAX 1000》の端末側回線に収容された端末相互間

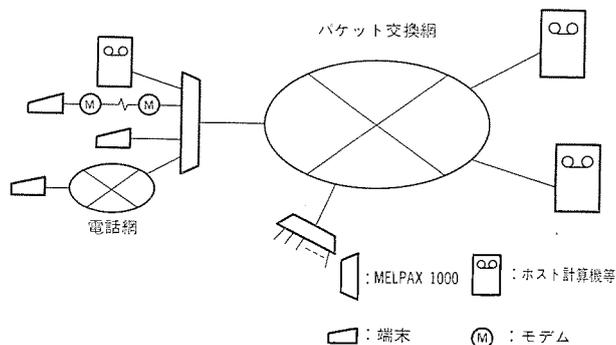


図1. システム構成

表 1. 《MELPAX 1000》の仕様

網側インタフェース	プロトコル：CCITT X.25 (76, 80年版) 物理インタフェース：V.24, X.21 回線速度：2.4~48 Kbps
端末インタフェース	プロトコル：SNA/SDLC, BSC-P X.28 CCITT X.25 (76, 80年版) 物理インタフェース：V.24 回線速度：~9.6 Kbps (電話網接続可)
端末回線数	標準 16本まで (32本まで拡張可)
概略寸法	600(H)×200(W)×600(D) mm
重量	約 35 kg
消費電力	約 350 VA
環境条件	温度 0~40°C, 湿度 40~80%

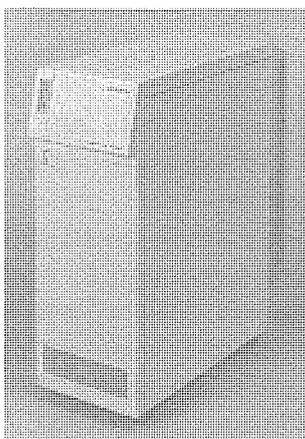


図 2. 《MELPAX 1000》の外観

の通信を、パケット交換網を通さないローカル交換のみで実現している。これにより通信料の削減を図っている。

(4) マルチプロトコル機能

当社パソコン《MULTI 16》を端末側回線に接続し、SNA/SDLCとBSC-P手順を《MELPAX 1000》—《MULTI 16》間で自動的に切り換えることにより、1台の《MULTI 16》が複数(異機種)のホスト計算機と通信できるようにしている。

4. 《MELPAX 1000》構成

《MELPAX 1000》は当社コンピュータ製作所のバス型LAN端末インタフェースアダプタ(TIA)をベースに作られている。

4.1 ハードウェア構成

ハードウェア構成を図4に示す。ハードウェアは大別して、パケット交換網へ接続するためのインタフェース手順を行う網側通信制御処理部、端末側の種々の通信手順を行う端末側通信制御処理部、及び《MELPAX 1000》全体の装置管理・制御を行う装置管理制御部から成る。これら3種類の処理部はカード単位になっており、すべて独立したマイクロプロセッサを内蔵して動作し、各処理部間のデータは当社で開発したコミュニケーションバス(Cバス)により高速転送される。このマルチプロセッサ構成により徹底した負荷分散を図り、装置全体として高い処理能力を達成している。また、各処理部の動作変更(パラメータ変更)が容易に行えるようにするため、各処理部へのソフトウェアは5インチFDDからローディングする方式をとっている。各処理部の機能概要を以下に示す。

(1) 網側通信制御処理部

パケット交換網とのインタフェースを行い、そのための回線を1回線備

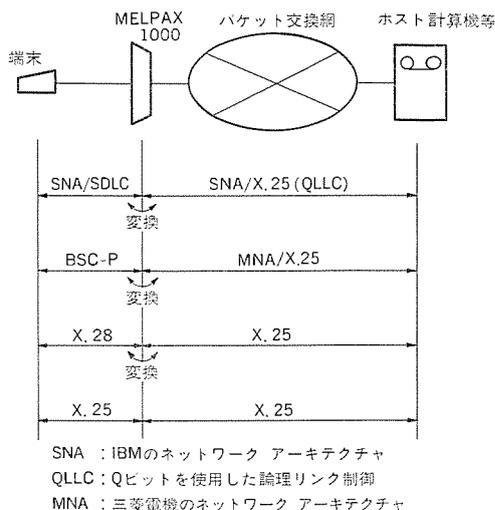


図 3. プロトコル変換

え、更に端末側のデータを多重化するための大きなバッファ用メモリもっている。

(2) 端末側通信制御処理部

1枚の処理部で端末側回線を4回線まで收容し、これら4回線をそれぞれ独立なプロトコルで制御する。1台の《MELPAX 1000》はこの処理部を4枚実装でき、合計16台分の端末を收容できる(増設機構には更に4枚実装でき、全体で32台の端末を收容できる)。

(3) 装置管理制御処理部

キーパネル、マンマシン及び5インチFDDを制御し、更に各通信制御処理部に必要な情報を格納するための大きなメモリもっている。

4.2 ソフトウェア構成

ソフトウェア構成を図5に示す。内部アーキテクチャとしては、一点鎖線で示すような内部交換網(X.25+PRC)を想定したソフトウェア構成にして、各処理部間及び各ソフトウェア(タスク)間の機能分割を明確化しインタフェースを簡素化している。このような構成によりLANとほぼ同様な動作ができ、ローカル交換機能を実現している。ソフトウェアは大別して、共通ソフトウェアと各処理部専用のソフトウェアから成り、以下にその機能を簡単に説明する。

4.2.1 共通ソフトウェア

(1) モニタ

タスク間のスイッチング機能、タイマ機能、バッファ管理機能などをもっている。

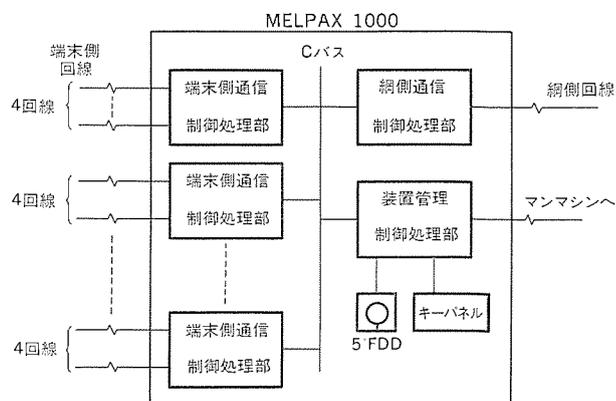


図 4. ハードウェア構成

(2) Cバスハンドラ

各処理部間の通信を行うためにCバスへのデータの送受信を行う。

(3) KEY-COM (キーコム)

装置管理制御処理部からの命令の実行と自処理部内のステータスを管理する。

(4) PRC (パケットルーチングコントロール)

内部交換網を実現し、X.25 CALLの制御を行う。

4.2.2 網側通信制御処理部

(1) LAPB

パケット交換網とのフレームレベルの通信を制御する。

(2) LCC (論理チャンネル変換タスク)

内部交換網とパケット交換網とのゲートウェイ機能を実現する。

4.2.3 端末側通信制御処理部

(1) PADタスク群

SNA/SDLC, BSC-P, X.28をX.25手順に変換するタスク群で、パラメータにより回線ごとにそれぞれの手順を任意に選択・設定できる。ここでプロトコル変換機能を実現している。

(2) LAPB

X.25手順の端末を収容するためにフレームレベルの通信を制御するタスクで、PADタスク群と同様、回線ごとに任意に選択・設定できる。

4.2.4 装置管理制御処理部

(1) ANS (応答タスク)

端末やパケット交換網からの発着呼に対し、その相手の処理部と回線を指示する。

(2) 網管理

各通信制御処理部へのソフトウェアオーデイングとステータス管理、I/Oタスク群からの命令の実行など、装置管理を行う。

(3) I/Oタスク群

FDD, キーパネルの入出力の制御とマニマシン用RS232Cのデータ送受信処理を行う。

5. 伝送制御

端末側の通信手順(SNA/SDLC, BSC-P, X.28, X.25)とX.25手順との変換について述べる。また、マルチプロトコルを実現するための伝送制御についてもそのシーケンスを示す。

5.1 SNA/SDLC ↔ X.25 変換

《MELPAX 1000》はSNA/SDLC手順の端末に対して、従来専

用線等で結ばれていたホスト計算機の動作であるSNA/SDLC手順の一次局の役割をする。また、ホスト計算機はSNA/X.25手順でパケット交換網に直接接続されるので、《MELPAX 1000》はこのパケット交換網を介して、つながっているホスト計算機に対しては、SNA/X.25 (QLLC)の二次局として動作する。このシーケンスをPVCを例にとりて図6.に示す。《MELPAX 1000》は端末の始業をSNRMコマンドに対する応答UAで検知し、ホスト計算機に対してQLLCをアクティブにするためRQパケットを送信する。ホスト計算機のQSMパケットに対しては、《MELPAX 1000》はQUAを返すことによりホスト計算機との間にリンクを確立する。その後のホスト計算機からのDTパケットは、SDLC手順のIフレームにして端末に送信し、また端末からのIフレームに対してはDTパケットにしてホスト計算機に送信する。このようにプロトコル変換してSAN/SDLC手順の端末とSNA/X.25手順のホスト計算機の通信を実現している。

5.2 BSC-P ↔ MNA/X.25 変換

BSC-P手順の端末に対しても同様に《MELPAX 1000》は、従来専用線等で結ばれていたホスト計算機(三菱電機製汎用コンピュータ:EX等)の動作であるBSC-P手順の一次局の役割をし、またパケット交換網を介してつながっているホスト計算機(EX等)に対してはMNA/X.25手順の子局として動作する。そのシーケンスをPVCを例にとりて図7.に示す。《MELPAX 1000》は端末の始業をGP(ポーリング)に対する応答S/S(ステータス)によって検知し、MNAレベル4のサーキット(論理的な通路)をCRQ, CEN, CECで確立する。そしてS/SをMNAレベル4のSTSに変換し送信する。その後のホスト計算機からのDTパケットはBSC-P手順のTEXTにして送信し、また端末からのTEXTはDTパケットにしてホスト計算機に送信する。このようにプロトコル変換して、BSC-P手順の端末とMNA/X.25手順のホスト計算機の通信を実現している。

5.3 X.28 ↔ X.25 変換

X.28手順とX.25手順の変換シーケンスを図8.に示す。X.28手順の端末に対して《MELPAX 1000》は、選択信号により該当するホスト計算機との間にパケットレベルの呼を確立し、これを端末へ伝える。その後は、端末から1キャラクタずつ送られてくるデータをリミタなどで区切り、DTパケットとしてホスト計算機へ送り、またホスト計算機からのDTパケットは1キャラクタずつに分解して端末へ送る。このようにプロトコル変換して、X.28手順の端末とX.25手順のホスト計算機の通信を実現している。

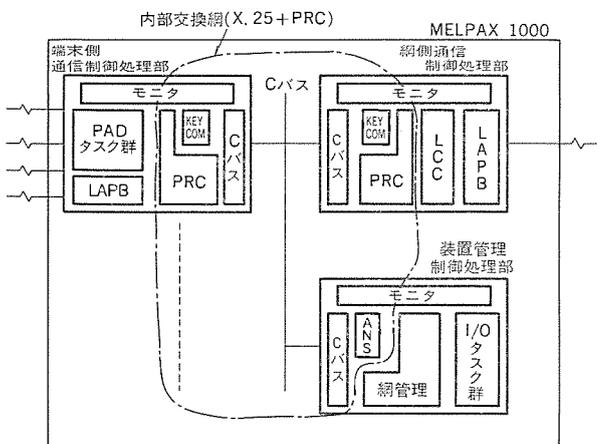


図 5. ソフトウェア構成

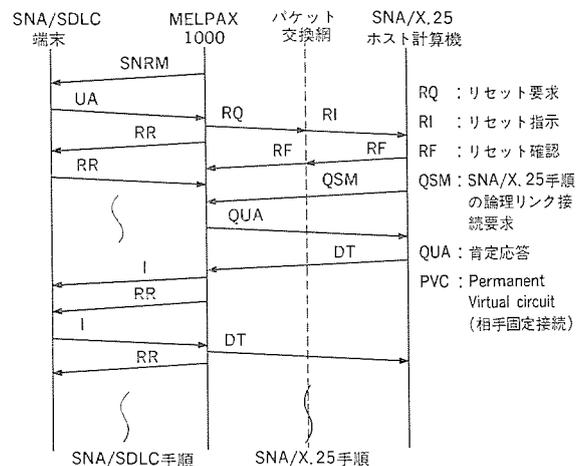


図 6. SNA/SDLC ↔ SNA/X.25 変換 (PVC)

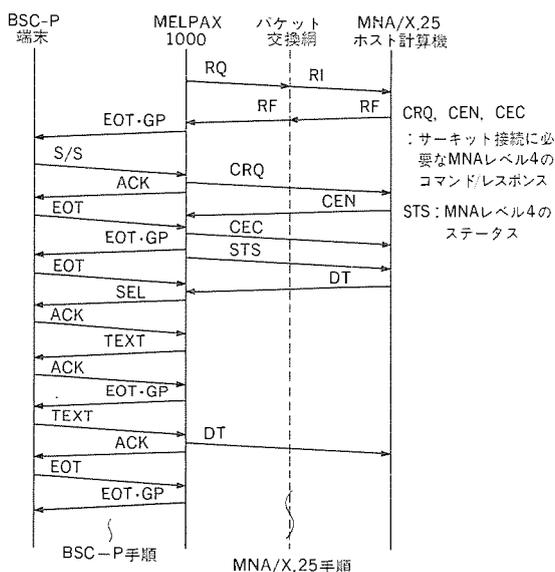


図 7. BSC-P ↔ MNA/X.25変換 (PVC)

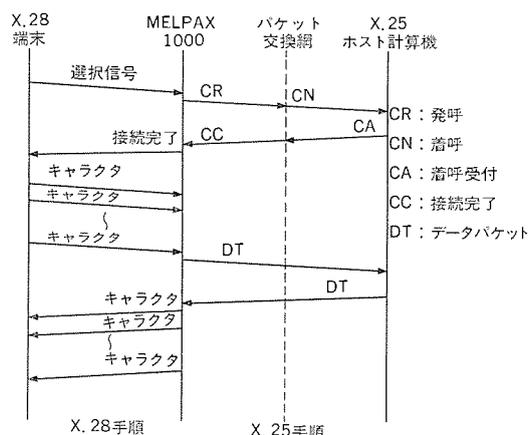


図 8. X.28 ↔ X.25変換

5.4 X.25 ↔ X.25変換

《MELPAX 1000》はX.25手順の端末に対しては、基本的にパケットをスルーで通す。ただし、X.25手順の端末と《MELPAX 1000》の間のパケットレベルの論理チャンネルと《MELPAX 1000》とパケット交換網の間の論理チャンネルが異なるため、この変換を行う。このシーケンスを図9.に示す。

5.5 マルチプロトコル

《MELPAX 1000》は《MULTI 16》から、ある手順に従ってホスト計算機のアドレス、手順などの情報を受け取る。この情報に従って《MELPAX 1000》は該当するホスト計算機との間に呼を確立し、その後《MULTI 16》がホスト計算機の手順に対応したエミュレータ(SNA/SDLC又はBSC-P)を起動するという手順によりマルチプロトコル機能を実現させている。このシーケンス例を図10.に示す。《MULTI 16》のCRIコマンドに対して《MELPAX 1000》は受け付

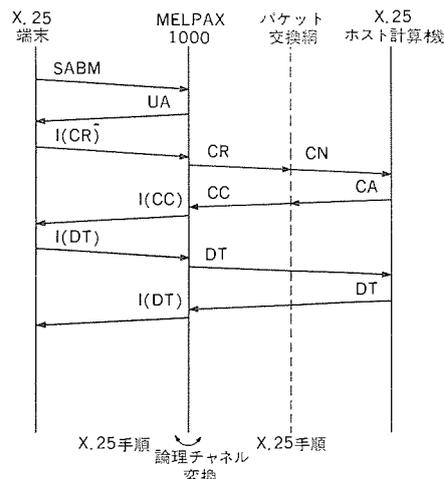


図 9. X.25 ↔ X.25変換

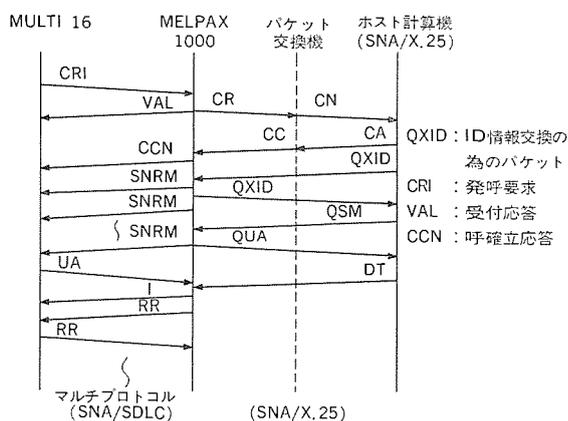


図 10. マルチプロトコル

けたことを示す応答 VAL を返し、この CRI コマンド の情報により該当ホスト計算機へ発呼する。呼が確立すると《MULTI 16》へCCNを送信し、これにより《MULTI 16》がエミュレータを起動させ通信を行う。

6. む す び

情報通信ネットワークは今後ますます広域化、多様化すると予測される。このネットワーク形成の元素である《MELPAX 1000》もまた、この多様化に対応すべく一層充実した装置にしていく所存である。

なお、《MELPAX 1000》を昭和62年2月から当社MIND計画に基づき順次導入している。

参 考 文 献

- (1) 山内ほか：パケット交換技術とその応用，コナ社，p. 1
- (2) 松田ほか：三菱電機技報，60，No. 10，p. 683 (昭61)
- (3) 森山ほか：三菱電機技報，60，No. 10，p. 669 (昭61)

INVITE64 テレビ電話システム

山口博久* 大塚 洋俣***
 和田正裕** 小松 文昭***
 林 信喜** 今飯田 哲+

1. ま え が き

テレビ電話については過去何度か話題となり、米国等で実際に運用されているが、広帯域のアナログ回線を使用しているために、通信回線使用料金が高額となり、広く普及するに至っていない。近年デジタル通信回線が主要都市を中心に利用可能になってきたので、デジタル電話回線1チャンネル分に相当する64Kbpsの通信速度で、カラー動画像と音声を送ることが可能な画像圧縮装置を使用したテレビ電話システムの開発が待たれていた。このたび、デジタル電話回線1チャンネル相当の通信速度64Kbps以内で使用可能なテレビ電話システムを開発したのでここに紹介する。

2. テレビ電話の定義

テレビ電話又はテレビ電話に類するものは、従来から各種存在する。主要なものを、使用する回線、交換設備の使用の有無、通信する映像の種類などにより分類した結果を表1.に示す。

ここで紹介するテレビ電話システムの定義は、CCITT Recommendation H.100 (Malaga-Torremolinos, 1984)に示された定義に準ずるものとした。すなわち「テレビ電話サービスとは、一般的に双方向の通信サービスで加入者相互間を広帯域のアナログ回線、又はデジタル回線を使った交換網を経由して結ぶものであり、主として動画像と静止画像の通信を目的とするものである。特別な用途として一方向システム、例えば監視システム、各種情報応答システムがあり、専用線を使ったテレビ会議システムを含めテレビ電話サービスの範ちゅうに入れることができる。テレビ電話サービスには、音声を伴うものとする」。

更に、CCITT Rec. H.100では、テレビ電話システムが持つべき基本機能として最低限備えるべきものを次のとおり提言している。

- (1) 人物一人の肩から上を写した像、又は数人の像で適度な判別が可能なものの動画像を通信可能なこと。
- (2) 音声を伴うこと。
- (3) 図面、文書などのグラフィック情報を高精細(625又は525ライン)で通信可能なこと。

表 1. 主なテレビ電話及び類似システム一覧

項番	回線種別	映像種別	画像圧縮の有無	交換機能の有無	備 考
1	デジタル専用線 (64 Kbps)	動画	有	有/無	デジタルテレビ電話
2	デジタル加入電話網 (64 Kbps)	動画	有	有	デジタルテレビ電話 (計画中)
3	デジタル専用線 (64 K~1.5 Mbps)	動画	有	無/有	通信会議システム
4	加入電話網 (0.3~3.4 kHz)	静止画	有	有	テレビ電話/監視システム
5	・	静止画	有	有	検索システム
6	同軸ケーブル	動画	無	無	ドアホン/監視システム

(4) テレビ会議サービスが可能なこと。

上記サービスは双方向が一般的であるが、片方向も可能であること。また、上記の(1)~(4)の機能は必ずしもすべて備える必要はない。

3. 本システムの利用目的と機能要件

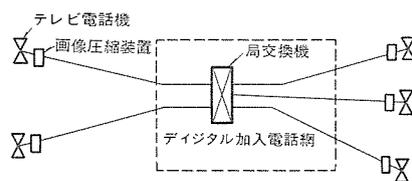
3.1 利用目的

開発すべきテレビ電話システムは、現在広く普及している一般の加入電話と同じ利用目的とし、より高度の意志又は情報の伝達を可能とするもので、一般加入電話と同様に、単独加入電話、構内交換機を通した電話の双方を対象とすることとした。しかし、現状では加入者線がデジタル化された加入電話は特定の地域で試用されているのみなので、当面はデジタル専用線を使用したシステムとしての運用を考慮することとした。テレビ電話のシステム系統図を図1.に示す。同図(a)はデジタル化された加入電話網に単独加入テレビ電話を接続した例、(b)はデジタル化された加入電話網に構内交換機経由でテレビ電話を接続した例、(c)はデジタル専用線に構内交換機経由でテレビ電話を接続した例である。

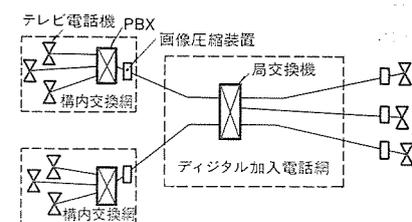
3.2 システム構築の外部条件

システムを構築するうえでの外部条件として次のものを想定した。

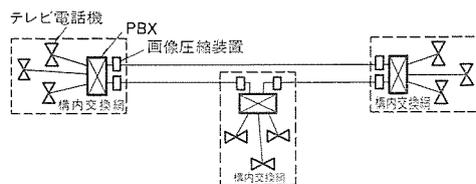
- (1) 通信速度は映像と音声を合わせて64Kbps以下、又は外国で



(a) デジタル加入電話網を利用したもの



(b) デジタル加入電話網と構内交換機を利用したもの



(c) デジタル専用線と構内交換機を利用したもの

図 1. テレビ電話システム例

の使用を考慮して 56 Kbps 以下であること。

(2) 画像圧縮装置は国際電信電話(株) (KDD) と三菱電機㈱が共同開発した INVITE 64 システム MVC-5000 を使用する。

(3) 構内交換機は次の理由により、従来のアナログスイッチ方式を採用し、音声スイッチに連動するビデオスイッチを付加した。

(a) 画像圧縮装置が比較的高価なため、内線通話は画像圧縮装置を使用せずに直接テレビカメラ出力信号と同一形式のビデオ信号を使って通信し、外線との接続点で画像圧縮装置を使いデジタル化する。

(b) 図 1. に示した(a)~(c)のいずれにも電話機は接続可能なこと。

(c) 既存の電話機と同様に小型で机上設置が可能であり、操作方式も既存の方式と同一であること。

(d) 災害時など停電のときでも音声のみの通話が可能であること。

(e) 既存の電話機と音声のみの相互通話を可能にすること。

(f) いまだ不確定な部分のあるデジタル化された加入電話網への接続の対応が容易であること。

以上(a)~(f)の各項目をシステム構築の前提条件とする。

3.3 機能要件

開発システムの機能要件を考察する。第1に使用者の立場に立った機能をテレビ電話機の操作、取扱いを念頭に入れて考えると、

(1) 発信操作、着信操作は、現在使用されている一般の電話機と同一にし、特殊なものであるという概念を取り除くこと。すなわち、発信する場合には、送受話器を取り上げ、ダイヤルをすると相手に対する呼出音が聞こえ、しばらくすると相手が出てくる。着信する場合にはベルが鳴るので、送受話器を取り上げ、相手と通話する操作方式を踏襲するものとする。画面は通話機能と連動して自動的に入/切されるものとする。

(2) 内線発信、外線発信、市外番号(デジタル専用線使用時は、相手方のビル番号)などのダイヤル操作手順は従来の電話機に準ずるものとする。

(3) 一人対一人の通話を原則とするが、片側2~3人でも使用が可能のように、ハンズフリー通話機能を設ける。ハンズフリー通話とは、送受話器を手を持たず電話機にセットされたマイクとスピーカーを使って会話する方式である。

(4) 無保守、無調整を原則とする。

(5) 特別にカメラ用の照明は行わない。一般事務机上程度の照明で十分使用可能なこと。

(6) 必要に応じて書類、図面などを写すことが可能なこと。これらは文字を含むので、人物像より精細な画質を必要とするが、動画像である必要はない。

以上(1)~(6)項が使用者の立場に立った機能要件である。次に画像圧縮装置についての機能要件を示すと次のようになる。

(7) 音声と映像を合わせた通信速度を 64 Kbps とし、音声に 16 Kbps、映像に 48 Kbps を割り当てる。

(8) 既存の信号方式による構内交換網とデジタル回線交換網の間に画像圧縮装置を設置し、各種制御信号の方式変換、中継を行う。構内交換網を経由せずに直接単独テレビ電話機に接続することも可能とする。また、デジタル交換網の代わりにデジタル専用機を使用することも考慮する。

(9) 動画像に加え、精細度の高い静止画像の伝送も可能であること。

表 2. 画像圧縮装置 MVC-5000 の仕様

動画部	入出力信号	NTSC	
	解像度	160 画素×120 ライン/320 画素×240 ライン	
	フレーム数	10 フレーム/秒 (通常時)	
	符号化方式	動き補償、輝度・色差差分ベクトル量子化 可変長符号化、適応フィルタ処理	
音声部	符号化速度	48~64 Kbps	
	入出力装置	ハンドセット又はマイクヘッドホン	
	符号化方式	APC-MLQ	
静止画部	符号化速度	16 Kbps 又は 9.6 Kbps	オプション
	入力信号	RGB	
	出力信号	RGB	
	解像度	480 画素×480 ライン又は 640 画素×480 ライン	
端子	符号化方式	輝度・色差差分ベクトル量子化/可変長符号化	
	伝送速度	64 Kbps	
デジタルデータ	入出力インタフェース	X.24 (X.21 専用接続)	
	伝送速度	300~9,600 bps	
伝送制御部	入出力インタフェース	RS-232 C	
	多重化方式	固定長パケットによるフレーム多重	
	ビットレート割当	可変 (各信号速度に適應)	
制御部	伝送誤り処理	FEC による誤り訂正、CRC によるオートデマンドリフレッシュ (以上動画) HDLC (静止画、データ)	
	回線インタフェース	G.703, V.35, V.10/11 など	
	伝送速度	64 Kbps (56 Kbps も使用可能)	

と。

(10) 動画像の精細度は、大画面のテレビ会議用と小画面のテレビ電話用の 2 モードを切替使用可能とする。大画面のテレビ会議用は、画像の動き特性を犠牲にして精細度を高めたモード、小画面のテレビ電話用は、動き特性を良好にして精細度を画面寸法に応じて気にならない程度まで低下させる。

以上(7)~(10)項が画像圧縮装置としての機能要件である。この機能要件は、(8)項を除き表 2. に示す画像圧縮装置で満たされる。構内交換機に関しては、既存のアナログ交換方式を踏襲し、信号方式も同一とするので、単に映像スイッチを従来の通話路スイッチに連動させる機能を追加する程度にとどめることとする。

4. システム構成と動作概要

前述の 3 章で考察した利用目的、外部条件、機能要件をもとに構築したシステムの構成を図 2. に示す。図において画像圧縮装置に備わった制御部は当面デジタル専用線用のものを使用しているが、必要に応じて容易にデジタル加入電話網用に交換可能な構成としている。

4.1 システム構成機器

このシステムは、下記(1)~(3)項の機器で構成される。

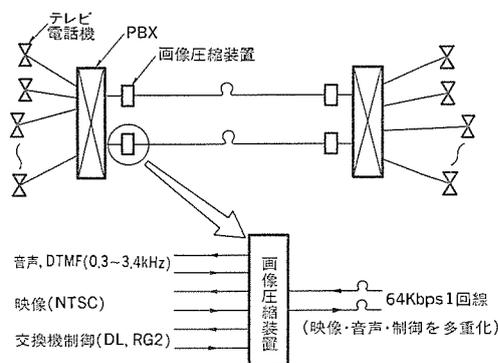


図 2. テレビ電話システム系統図

表 3. ビデオ 構内交換機 (PBX) の仕様

項目	仕様	備考
回線収容数	内線12 外線4	アナログテレビ電話回線
交換方式	通話路スイッチ(アナログ)	音声スイッチに映像スイッチが連動
制御方式	マイクロプロセッサによるデジタル制御方式	
選択方式	DTMF	
回線インタフェース	4 線	音声: -15 dBm 映像: 1.0 V _{PP} 75Ω
内線側多重化機能	音声, 映像を光ケーブルで伝送	必要に応じて追加可能

表 4. 画像圧縮装置間の網制御等機能一覧

項目	機能	内線側仕様
選択信号	通信相手選択	P B 信号
DL, RG 2	電話機使用中信号接続制御に使用	接点信号
モード指示	動画像精細度切替指示	P B 信号
リセット	通信回線異常などによる受信画像の乱れの修正を要求する	P B 信号

(1) テレビ電話機

一般の電話機とビデオカメラ, CRT モニタを組み合わせたもので送受話器を使って通話すると同時に, 相手方のカメラがとらえた人物像を CRT モニタで見ることが可能である。内線通話の場合は, 相手方のカメラのとらえた映像をそのまま CRT モニタに表示し, 外線の場合は画像圧縮装置で圧縮された映像が表示される。このテレビ電話機は, このシステム用に新たに製作することとした。エコーを防ぐため, 回線インタフェースは4線式である。詳細を5章に示す。

(2) 構内交換機 (PBX)

前述のように一般のアナログ交換機(制御はマイクロプロセッサを使用したデジタル方式を採用している)の通話路スイッチに映像スイッチを連動させたもので, 概略仕様を表3に示す。テレビ電話機までの距離が長い場合には, 光変換器を使用してビデオ信号と音声信号を光ケーブルに乗せて通信することも可能である。

(3) 画像圧縮装置

KDD INVITE テレビ電話システム用に開発した画像圧縮装置にビデオ PBX を接続するために, 表4に示す網制御機能等を付加したものをを使うこととした。画像圧縮装置の仕様を表2に示す。なお, 画像圧縮装置相互間で通信を行う必要のある制御信号(画像圧縮モードの切替信号などで, テレビ電話機のダイヤルボタンを使用して指示を

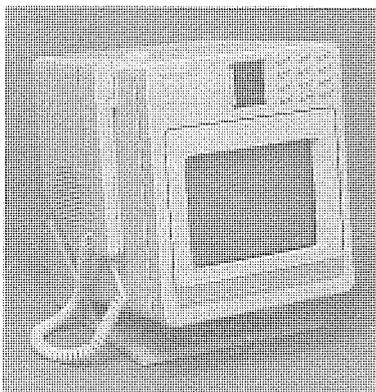


図 3. テレビ電話機の外観

受ける)も中継可能とした。

4.2 動作概要

テレビ電話機の送受話器を取り上げると装置に電源が入り, 自画像が CRT モニタに写し出される。相手番号をダイヤルすると呼出音が聞こえ, 相手が送受話器を取り上げて電話に出ると, CRT モニタは自画像から相手画像に変わり通話が可能となる。映像は必要に応じて押しボタンの指示により自画像と相手画像の交互表示が可能である。

外線発信の場合には, 外線用の特番をダイヤルすると画像圧縮装置に接続される。画像圧縮装置は, テレビ電話機からのダイヤル信号(PB信号)をデジタル信号に変換して相手方の画像圧縮装置へ送り, 相手方画像圧縮装置は, これを受けて元のダイヤル信号に復元して構内交換機へ中継する。構内交換機が接続を完了した後は内線と同様に通話が可能となる。映像は圧縮装置を通していているために, 一般のテレビ画像に比べ映像が大きく変化する場合に, 画面の動きに対する追従性が落ちるので, 準動画と呼ぶことがある。

5. テレビ電話機の機能と構成

テレビ電話機の外観を図3に, その仕様を表5に示す。このテ

表 5. テレビ電話機の仕様

項目	内容
電話回線	・4線専用回線/2線公衆回線
ビデオインタフェース	・NTSC ベースバンド ・同軸又は光ファイバ
光ビデオリンク	・発光素子.....LEC ($\lambda=0.85\mu\text{m}$) ・受光素子.....PIN フォトダイオード ・伝送信号.....ベースバンド ・周波数帯域.....30 Hz~4.2 MHz
カラーモニタ	・CRTカラー8インチ 90度偏向 ・映像入力.....NTSC ビデオ入力, 1V _{PP}
カラーカメラ	・撮像素子.....2/3インチ CCD ・レンズ..... $F=1.8, f=12.5\text{mm}$ ・映像出力.....NTSC ビデオ出力, 1V _{PP}
電話制御機能	・選択信号形式.....PB 信号 ・ワンタッチダイヤル.....8箇所(16けた) ・通話形式.....ハンドセット/ハンズフリー ・音量制御.....キーによるデジタル制御
映像制御機能	・相手像/モニタ像の切替 ・相手像への自動切替(相手応答) ・レンズシャッター機構 ・フェードアウト・イン機能
電源	・交換機給電.....-48 V ・商用給電.....AC 100 V
形状(mm)	・H=307 D=295 W=220

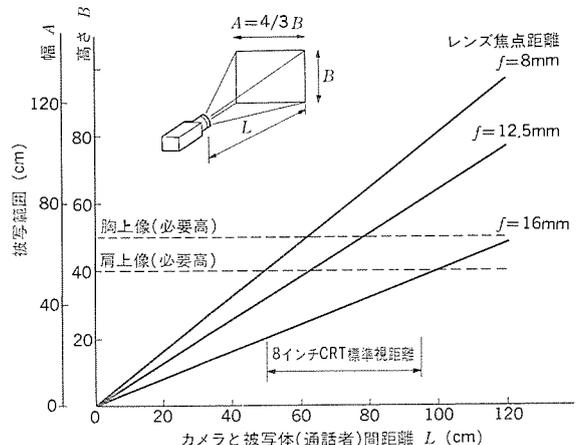


図 4. カメラレンズと被写範囲

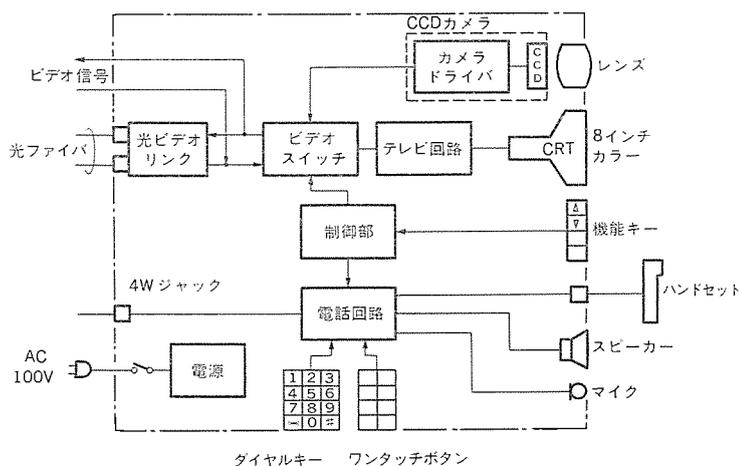


図 5. テレビ電話機ブロック構成図

テレビ電話機は、8インチのカラーCRTモニター、2/3インチCCDカラーカメラ、多機能電話機を一体化した小型の卓上機である。

電話部は4線の専用回線、2線の一般公衆回線に接続できる。映像信号は同軸ケーブルで伝送するが、長距離の場合にも無中継で伝送できるように光ビデオリンクも実装できる構成とした。CRTの大きさは、図4に示すカメラレンズと被写範囲の関係、通話は電話機から60~80cm離れた位置で行うことなどを考慮して8インチに定めた。レンズの焦点距離は、被写体の肩以上像から胸上像までを被写範囲とするため $f=12.5\text{mm}$ を使用した。テレビ電話機全体の上下調整角度は、日本人と欧米人の平均座高に基づいて5度から15度とした。更に、視線を一致させるために、カメラ単独で本体に対して0度から上方10度まで調整可能とした。

映像制御機能としては、相手像とモニター像との切換機能、モニター像の送出手を停止するレンズシャッター機構、保留時のフェードアウト機能などを設けた。レンズシャッター機構は使用者に安心感をもたせるためにメカニカルシャッターを採用した。

電話制御機能としては、ハンズセット通話のほかにスピーカーとマイクロホンによるハンズフリー通話機能を設け、複数人数による小会議もできるようにした。また、発信を容易にするための8箇所ワンタッチダイヤルボタン、受話音量をキースイッチで簡単に調整できる機能なども付加して電話機能の多機能化を図った。

電話機の電源は、交換機からの給電と商用電源による給電を併用して、商用電源が停止しても電話機能だけは使用できるようにした。

5.1 ハードウェア構成

全体のブロック構成を図5に示す。以下その主要部分を説明する。

(1) 光ビデオリンク

ビデオ電気信号と光信号の変換器であり、送信・受信に各1個実装可能である。発光素子はLED ($\lambda=0.85\mu\text{m}$)、受光素子はPINフォトダイオードを使用した。周波数帯域は30Hz~4.2MHzであり、NTSC方式のカラービデオ信号をベースバンドで伝送する。

(2) CCDカメラ

2/3インチCCD固体撮像素子を用いたカラーカメラであり、 $F=1.8$ 、 $f=12.5\text{mm}$ のレンズをマウントした。このため、低照度の室内でも十分撮影できる。また、保留時には被写映像を電氣的にフェードアウトできるようにした。

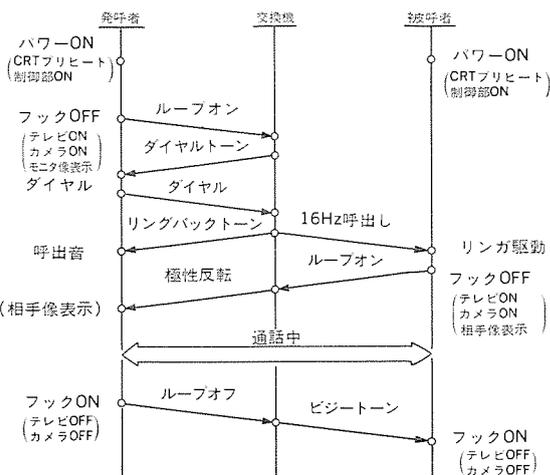


図 6. 発着呼動作シーケンス

(3) ビデオスイッチ

相手像とモニター像の切換回路である。マイコンの制御により、発信時はまずモニター像を表示し、相手応答(極性反転)信号を検出してから、自動的に相手像に切り換える。

(4) 電話回路

システム構築時の柔軟性を高めるために、4線専用回線と2線公衆回線の両インタフェースをもたせた。電話回路は、リング回路、スピーチネットワーク、PB信号発生回路、ハンズフリー通話用音声スイッチ回路、メモリ発生回路などで構成した。このうち音声スイッチ回路には、音声制御IC(M54192FP)を使用し音声制御のデジタル化、高機能化を図った。

(5) 制御部

制御部は8ビットのワンチップマイコン(M50747)で構成した。このマイコンで発着呼のシーケンス制御、音声のデジタル制御、モニター映像の切換制御などを行う。

5.2 ソフトウェア構成

テレビ電話機の発着呼動作シーケンスを図6に示す。交換機とテレビ電話機の動作シーケンスは、従来の電話機と同様の方式である。この動作シーケンスに基づき、カメラとテレビの電源制御、ビデオの切換、フェードアウト・インなどをプログラム制御する。

制御プログラムは、タイマ割り込みを利用した簡易なモニターで構成し、周期的に各タスクを起動する方式を採用した。プログラムのROM容量は、約2Kバイトである。

6. むすび

ここで紹介したテレビ電話システムは、現状の機器、設備、回線を利用して、システムを構築することに重点をおいたが、今後技術の進歩に合わせて改良可能なように考慮した。今後の課題として引き続き取り組むべき主なものとして、次のものを計画している。

- (1) 構内配線方式と配線方式に適した信号方式の開発
- (2) デジタル電話交換網との接続
- (3) 通信衛星回線との直接接続

これらは、通信網の拡張時期に依存する面も多いが、通信網の発達に遅れを取ることなく、いずれの地点とも手軽に通話可能なテレビ電話システムへの移行に努力していく所存である。

分散処理ネットワークシステムにおけるデータベースの最適配置

稲本 惇*

1. ま え が き

流通サービス業界にかぎらず製造業を中心とした業界又は学校教育といった CAI 分野そのほかの分野でも、全国的な規模でのオンラインネットワークシステムが積極的に導入されるようになってきている。このオンラインネットワークシステムも導入の当初は、全国の拠点に展開配置された端末をすべてネットワークにより中央のホストコンピュータと結び、データベースの集中管理及びオンライントランザクション処理を集中処理するいわゆる集中処理ネットワークシステムが主流であった。しかしながら、この4～5年は低価格ながら高い処理性能を持ち、しかも信頼性の高い分散プロセッサの出現により通信費用の軽減やシステムの危険分散などの利点をもつ分散処理ネットワークシステムが、広域オンラインネットワークの分野においても注目されるようになってきた。更に、最近開発された分散プロセッサについては、①事務所環境に設置できる、②専用のオペレータを必要としない無人運転が可能、③広域の分散データベースが構築できる、④高いオンライントランザクション処理性能を持つ、⑤処理の規模に応じた機種を選択でき、しかもフィールドグレードアップが可能である、などの特長を持つものであり、これらを活用することにより分散処理ネットワークシステムが集中処理ネットワークシステムに対して優位に立つケースも増加してきており、将来的にも増加する傾向にあると言えよう。

分散処理ネットワークシステムを採用するに当たっての一つの大きな課題は、データベース及びそれを処理する分散プロセッサをいかに最適に配置し、システムトータルとしての費用の最小化を図るかということである。この問題については、1980年代前半から研究が始められ、最適配置問題の定義とその定式化更に数理計画法を応用した幾つかの解法が提案されてきている⁽¹⁾⁽⁴⁾。本稿では、分散処理ネットワークシステムのモデルを想定してそのモデルに対して最適配置問題を定義し、その定式化を試みるとともに、数理計算法に基づく一つの解法を提案することとする。更に、その解法をソフトウェア化した最適データベース配置設計支援ツールのプロトタイプを用いた具体的な数値計算例によりその有効性を示す。

2. ネットワークシステムの構成

ここでは、最適データベース配置問題の対象とする分散処理ネットワークシステムのモデルシステムを定義することとする。モデルシステムのネットワーク構成図(システム構成図)は図1.に示すものであるが、その特徴とするところは以下のとおりである。

(1) ブランチ(支店・支社・営業所・工場などが対応する)は全国に展開しており、

各ブランチに幾つかの端末がクラスタ構成で配置される。

(2) ブランチのうち特に規模の大なるものを選択しサイトと称する。サイトは分散プロセッサを配置する候補地とする。

(3) 分散プロセッサ(サイトに配置)と端末クラスタは専用回線又はLAN(構内ネットワーク)により接続されている。

(4) 中央のサイト(本社機構に対応している)に配置される分散プロセッサを含み、すべての分散プロセッサ間は高速のDDXパケット網により接続されている。

このような分散処理ネットワークシステムにおいて、データベースは次のような考え方に基づき構築されている。

(1) 各ブランチにはそのブランチに対応するローカルなデータベースが存在する。

(2) 全ブランチに共通なデータベースが、上のローカルなデータベースとは別に存在する。

(3) 各ブランチの端末からのトランザクションはローカルなデータベースに閉じたものと、共通データベースのアクセスを必要とする処理の2種類あるものとする。しかしながら、大半のトランザクション処理はローカルなデータベースの中で処理が閉じるものとしている。

(4) 共通のデータベースについては、センターで集中管理されるものとしているが、限定された数のサイトにそのコピーを配置することを許している。

図2. は上に示したデータベースの端末からのアクセスルートを図示したものである。

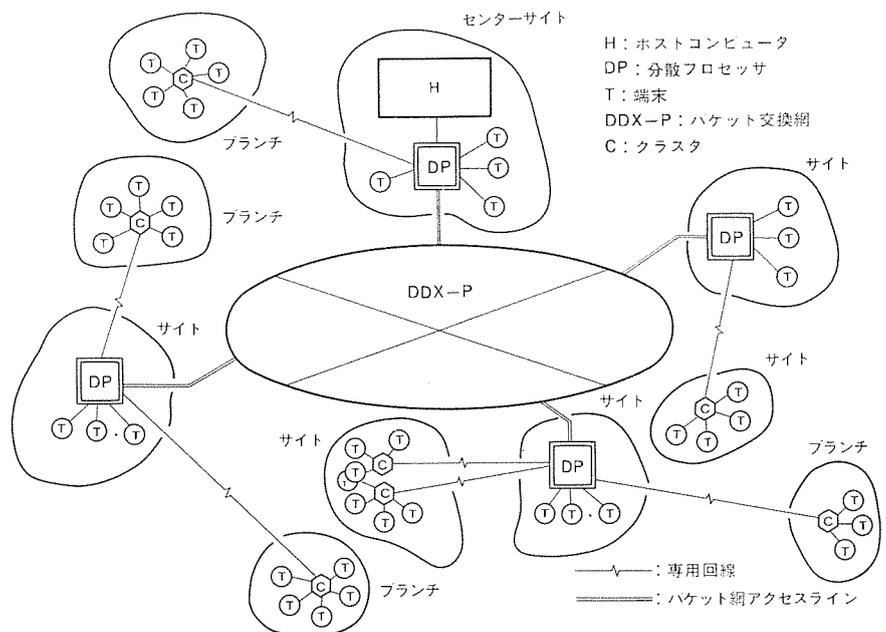


図1. 分散処理ネットワークシステムの構成図—モデルシステム—

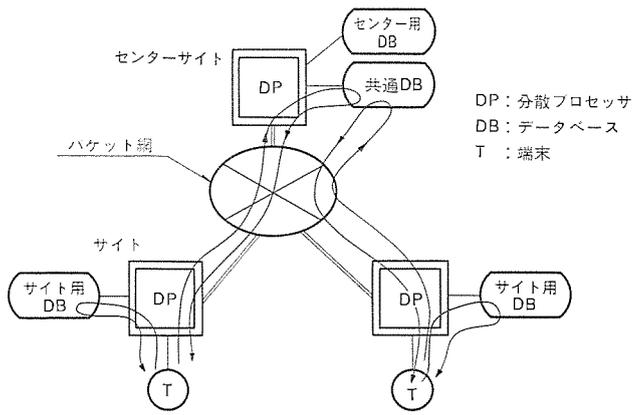


図 2. データベースのアクセスルート

3. 最適配置問題と定式化

ここでは、前節で示した分散処理ネットワークシステムのモデルシステムを前提として最適配置問題を定義し、更にそれを定式化する。

最適配置問題-1: 共通データベースはセンターサイトにのみもつこととして、ブランチ対応のローカルデータベースとそれらを処理する分散プロセッサをシステムのトータルコストを最小化するように各サイトに配置する。

この問題を定式化するに当たり、まず以下の記号を導入する。

α_i : サイト*i*における MIPS 値当たりの分散プロセッサのマシンレンタル費用 (百万円/月/MIPS)

β_i : サイト*i*における M バイト当たりのローカルデータベース格納用ディスクの費用 (百万円/月/M バイト)

δ_i : サイト*i*における分散プロセッサ設置のインシタル費用(月額換算)+運用費用 (百万円/月)

γ_{i0} : サイト*i*とセンターサイト間の単位伝送費当たりの DDX パケット網上の通信費用 (百万円/月/M バイト)

I_0 : 分散プロセッサが配置されるサイトのインデックス *i* の集合

J_i : サイト*i*に接続されるブランチのインデックス *j* の集合

ξ_j : ブランチ*j*対応のローカルデータベースのトランスアクション処理に必要な分散プロセッサの処理量 (MIPS)

η_j : ブランチ*j*対応のローカルデータベース格納のために必要なディスク容量 (M バイト)

ζ_j : ブランチ*j*の端末から共通データベースをアクセスするための月間の通信量 (M バイト/月)

M : サイトの個数

N : ブランチの個数

ρ_j : ブランチ*j*の端末クラス数=必要専用回線数

σ_{ij} : ブランチ*j*からサイト*i*間の1回線当たりの専用回線レンタル費用 (百万円/月/回線)

γ_{ik} : サイト*i*とサイト*k*間の単位伝送費当たりの DDX パケット網上の通信費用 (百万円/月/M バイト)

λ_0 : ラグランジェ乗数

次に、最適配置問題を以下のように定式化する。

(1) 分散プロセッサが配置される各々のサイト*i*($i \in I_0$) に対して発生するハードウェア費用 (通信費以外の費用) C_{1i} は、分散プロセッサのマシン費用及びディスク装置の費用に初期費用を加えたものである。このうち、マシン費用とディスク装置の費用はそのサイトに接続されるブランチ*j*対応のローカルデータベースの処理量及びディスク容量の和に比例するので、 C_{1i} は、

$$C_{1i} = \alpha_i \sum_{j \in J_i} \xi_j + \beta_i \sum_{j \in J_i} \eta_j + \delta_i, \quad i \in I_0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

となる。

(2) ブランチ*j*対応に共通データベースをアクセスするための DDX パケット網の通信費用 C_{2i} は月額で、

$$C_{2i} = \gamma_{i0} \sum_{j \in J_i} \zeta_j, \quad i \in I_0 \quad \dots \dots \dots (2)$$

である。

(3) サイト*i*に接続されるすべてのブランチ*j*の専用回線の月額レンタルコストは、

$$C_{3i} = \sum_{j \in J_i} \sigma_{ij} \cdot \rho_j, \quad i \in I_0 \quad \dots \dots \dots (3)$$

である。

システムのトータル費用は、各サイトごとのハードウェア費用 C_{1i} とパケット網使用の費用 C_{2i} と専用回線の費用 C_{3i} の総和として求められるので、問題は、

$$c = \sum_{i \in I_0} (\alpha_i \sum_{j \in J_i} \xi_j + \beta_i \sum_{j \in J_i} \eta_j + \gamma_{i0} \sum_{j \in J_i} \zeta_j + \delta_i) + \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in J_i} \sigma_{ij} \cdot \rho_j \quad \dots \dots \dots (4)$$

を最小とするインデックスの集合 $I_0, J_i (i=1, \dots, N)$ を求めることとなる。

更に、割付変数 X_{ij}, Y_j を導入して整理すれば最終的に、

$$c = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N a_{ij} X_{ij} + \sum_{i=1}^M b_i Y_i \quad \dots \dots \dots (5)$$

を制約条件、

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} = 1, \quad i=1, \dots, M \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$X_{ij} - Y_i \leq 0, \quad i=1, \dots, M \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$j=1, \dots, N$$

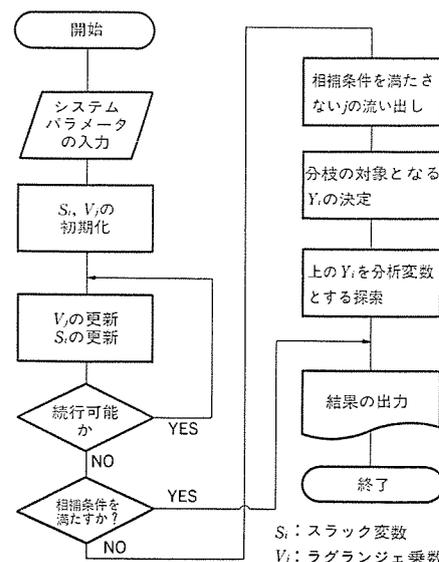


図 3. 最適データベース配置設計支援ツールにおける概略フロー

MIPS: Million Instruction per Second

の下に最小化する問題となる。ただし、

$$a_{ij} = \alpha_i \xi_j + \beta_i \eta_j + \gamma_{i0} \zeta_j + \sigma_{ij} \rho_j \dots\dots\dots (8)$$

$$b_i = \delta_i \dots\dots\dots (9)$$

である。

この問題は、正に数理計画法の組合せ最適化問題の一つとして扱われている、いわゆる“単純工場設置問題 (simple plant location problem)”と同型であり、この単純工場設置問題の解法として提案されている幾つかの方法を、そのままの形で流用することができる⁽²⁾。ここでは、幾つか提案されている方法のうち、最も有効であるとされている Erlenkotter の手法⁽⁶⁾⁽⁷⁾を採用することとする。図 3. にこの手法を採用したときの概略処理フローを示す。

4. 拡張問題とその解法

前節では、最適配置問題-1 を定義しその定式化により最終的に問題は単純工場配置問題に帰することを示したが、ここでは条件を変えた幾つかの拡張問題定義し、それらの問題についても最適配置問題-1 を繰り返し解くこと (すなわち単純配置問題を繰り返し解くこと) により最適解を得ることを示す。まず、最適配置問題-2 においては、全 ブランチ 共通の データベースのコピーを幾つかのサイトに配置することを許すこととする。共通 データベースのコピーをサイトに配置することにより、各サイトとセンターサイト間の通信費用は軽減されることになるとともに、システムのレスポンス向上にもつながることとなるが、反面コピーを配置することにより各サイトでのディスク容量の増大・データベース管理のための費用の増加を招くこととなる。また、データベースの管理上無制限にコピーをもつことは問題であるため、コピーを配置するサイトの数には制限があるものとする⁽³⁾。

最適配置問題-2: 共通 データベースはセンターサイトにもつとともにある制限された個数のコピーを各サイトにもつことを許すこととして、各 ブランチ 対応の ローカルデータベース及び共通 データベースのコピーとそれらを処理する分散プロセッサを最適に配置することによりシステムのトータルコストを最小化する。

この問題は、先の式(4)を変形して、

$$\begin{aligned} \tilde{c} = & \sum_{i \in J_0} (\alpha_i \sum_{j \in J_1} \xi_j + \beta_i \sum_{j \in J_1} \eta_j + \delta_i) + \sum_{j \in J_1} (\zeta_j) (\text{Min}_{k \in K_0} \gamma_{ik}) \\ & + \sum_{i \in J_0} \sum_{j \in J_1} \sigma_{ij} \rho_j \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

を、制約条件 $|K_0| \leq k_{\max}$ のもとに最小化することとなる。この問題は共通データベースの配置すなわちインデックス k の集合としての K_0 が決まると最適配置問題-1 に帰着することとなる。すなわち、

$$\tilde{c} = \text{Min}_{|K_0| \leq k_{\max}} c(K_0) \dots\dots\dots (11)$$

が最適配置問題-2の定式化の結果である。式(11)の解法については、 K_0 を $|K_0| \leq k_{\max}$ のもとに列挙法により求めることとする。すなわち、 $|K_0| \leq k_{\max}$ となるすべての K_0 を列挙しそれぞれの K_0 に対して最適問題-1 を解きその解である $c(K_0)$ のうち最小となる K_0^* を決定することができる⁽⁷⁾。この場合、共通データベースのコピーの制限数は低い数 (通常5以下) であるため、列挙法による解法を採用しても問題ないと考えられる。

次に、最適配置問題-3として分散プロセッサを配置するサイトの数を指定された値にするか若しくは指定された値以下 (以上の場合も考えられる) とする制約条件を付加した問題とする。

最適配置問題-3: 共通 データベースはセンターサイトにのみもつこととして、分散プロセッサを配置するサイトの数を指定された値とする (若しくは指定された値以下又は以上とする) 制約条件のもとに、各 ブランチ の ローカルデータベースとそれを処理する分散プロセッサを最適配置することにより、システムのトータルコストと最小化する。

以下では、サイトの数が指定された場合について定式化するが、指定された値以下又は以上の場合についても同等の定式化が可能である。

最適配置問題-1で定式化された目的関数式(5)を式(6)と式(7)の制約条件に加えて、

$$\sum_{i=1}^M Y_i = i_{\max} \dots\dots\dots (12)$$

の制約条件のもとに最小化する問題となる。式(12)に対応してラグランジェ乗数 λ_0 を導入したとき、最適配置問題-3のラグランジェ緩和問題は、

$$\begin{aligned} \tilde{c}(\lambda_0) = & \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N a_{ij} X_{ij} + \sum_{i=1}^M b_i Y_i + \lambda_0 (\sum_{i=1}^M Y_i - i_{\max}) \\ = & \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N a_{ij} X_{ij} + \sum_{i=1}^M (b_i + \lambda_0) Y_i - \lambda_0 \cdot i_{\max} \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

を制約条件式(6)、式(7)のもとに最小化する問題として定義される。この問題は、 b_i を $b_i + \lambda_0$ と置き換えることによりやはり最適配置問題-1に帰着する。次に、最適な λ_0 を求める問題はすなわち $\tilde{c}(\lambda_0)$ を最大にする λ_0 を求める問題となるが、これについては、劣こう配法 (sub gradient method) が有効である⁽⁶⁾⁽⁷⁾。すなわち、ある $\lambda_0^{(l)}$ に対して、ラグランジェ緩和問題を解きその最適解を $Y_i^{(l)}$ とする。この $Y_i^{(l)}$ を用いて、

$$\lambda_0^{(l+1)} = \lambda_0^{(l)} + \varepsilon (\sum_{i=1}^M Y_i^{(l)} - i_{\max}) \dots\dots\dots (14)$$

として $\lambda_0^{(l)}$ を逐次修正していくことにより $\lambda_0^{(l)}$ の最適解を得る。

最適配置問題-3では、サイトの数についての制限条件を加えたが、各サイトにつながるブランチの数を一定値以下に抑えろといった拡張問題を想定することもできる。その場合には、制約条件は、

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} \leq j_{\max}, \quad i=1, \dots, M \dots\dots\dots (15)$$

となり、やはりラグランジェ緩和問題が定義できる。

5. 数値計算例

ここでは、事例に近い分散処理ネットワークシステムにおける最適配置問題をとり上げここで開発した最適データベース配置設計支援ツールによる数値計算例を示す。ここで例として採用したシステムでは、沖縄から札幌まで全国51箇所のブランチが存在し、分散プロセッサを配置する候補地としては51箇所の中の21箇所 (そのうち1箇所はセンターサイトとする) が選択されているとした。この問題を定式化すると変数の数が1,042で制約条件が1,093の大規模な問題となる。51箇所のブランチの所在地・端末台数及びサイト指定の区別を表1. に示す。最適配置問題-1の解としてのトータルコスト・分散プロセッサの配置サイトを示したものが表2. である。この表は比較のためにセンターホストのみに分散プロセッサを配置するケース (集中処理ネットワークのケース) と全サイトに分散プロセッサを配置するケース (完全分散処理ネットワークのケース) を示している。

表 1. ブランチ/サイトの所在地と端末台数

No.	所在地	端末台数	サイトの指定	No.	所在地	端末台数	サイトの指定	No.	所在地	端末台数	サイトの指定	
1	沖 縄	12		18	和歌山	4		35	横 浜	16	○	
2	鹿児島	8	○	19	奈 良	4		36	川 崎	8		
3	宮 崎	4		20	神 戸	16	○	37	東 京	40	◎	
4	大 分	4		21	大 阪	24	○	38	八王子	4		
5	熊 本	8		22	堺	8		39	千 葉	8	○	
6	長 崎	12		23	京 都	12	○	40	浦 和	4		
7	佐 賀	8		24	大 津	4		41	前 橋	4		
8	福 岡	20	○	25	津	4		42	宇都宮	8		
9	高 知	8	○	26	名古屋	16	○	43	水 戸	4		
10	松 山	8		27	静 岡	8	○	44	福 島	8		
11	高 松	8		28	岐 阜	4		45	山 形	4	○	
12	徳 島	8		29	長 野	8	○	46	秋 田	4		
13	山 口	8		30	甲 府	4		47	仙 台	16	○	
14	広 島	20	○	31	福 井	4		48	盛 岡	4	○	
15	岡 山	12	○	32	金 沢	8	○	49	青 森	4		
16	松 江	4		33	富 山	4		50	札 幌	12	○	
17	鳥 取	8	○	34	新 潟	12	○	51	旭 川	4		
注 ◎: センターサイト ○: サイト												
										合 計	456	21

表 2. 最適配置問題-1の数値計算結果

単位: 集中方式によるシステムトータルコストを 100 とする。

分散プロセッサの配置方式	DP を配置するサイトの数	分散プロセッサを配置するサイト	システムコスト			合計
			ハードウェア費用	通信費用 パケット網	専用回線	
集中方式	1	東京(センター)のみ	25	0	75	100
最適配置方式	6	東京(センター) 福岡, 大阪, 広島, 山形, 札幌	44	5	26	75
完全分散方式	21	全サイト	78	6	14	98

次に、最適配置問題-2の数値計算例として同じシステム事例を用い、更に共通データベースのコピーをもつことを許した問題を対象とする。共通データベースのコピーをもたない場合から4箇所サイトまでもたせることを許すまでコピーの数に応じた分散プロセッサの最適配置・共通データベースの最適配置とともにコピーを配することによるシステムコスト軽減分を示したのが表3.である。ただし、この表では共通データベースのコピーを配置することに伴うコストについては評価していない。実際のコピー配置については、このコストアップ分を考慮する必要がある。

最後に、最適配置問題-3の数値計算例として、やはり先の例と同一のシステム事例において分散プロセッサの配置するサイトの数を15($i_{max}=15$)と2($i_{max}=2$)とした二つのケースについて結果を示したものが表4.である。

以上の数値計算ではFORTRAN-77で開発された最適データベース配置設計支援ツールのプロトタイプを用い、計算機は汎用計算機「MELCOM EXシリーズ」を使用した。

6. む す び

以上、分散処理ネットワークシステムのモデルシステムにおいて、データベ-

費用については集中処理システムにおけるトータルシステムの費用を100とした単位で示している。

表 3. 最適配置問題-2の数値計算結果

単位: 集中方式によるシステムトータルコストを 100 とする。

共通データベースのコピー数	分散プロセッサ・共通データベースの配置					最適サイト数	システムコストの軽減	
	東京	福岡	大阪	広島	山形		全体	一つのコピー当たり
0	◎	○	○	○	○	5	—	—
1	◎	○	○	◎	○	5	2.6	2.6
2	◎	◎	◎	○	○	5	4.0	2.0
3	◎	◎	◎	◎	—	4	4.5	1.5

注 ◎: センターサイト ○: 共通データベースのコピーをもつサイト
○: 共通データベースのコピーをもたないサイト

表 4. 最適配置問題-3の数値計算結果 ($i_{max}=15, i_{max}=2$)

単位: 集中方式によるシステムトータルコストを 100 とする。

分散プロセッサの台数の指定	サイトへの分散プロセッサの配置	システムトータル費用			合計
		ハードウェア費用	通信費用 パケット網	専用回線	
$i_{max}=15$	鹿児島, 福岡, 広島, 高知, 岡山, 大阪, 名古屋, 静岡, 新潟, 長野, 金沢, 東京(センター), 仙台, 盛岡, 札幌	64	6	16	86
$i_{max}=2$	東京(センター), 大阪	27	5	53	85
最適解 ($i_{max}=6$)	東京(センター), 福岡, 大阪, 広島, 札幌	44	5	26	75

ス及びそれを処理する分散プロセッサの最適配置問題を定義し、それを数値的に解くための定式化を行い、問題は数理計画法の分野で広く取り扱われている“単純工場配置問題”と同型であることを示した。また、幾つかの拡張問題を定義し、これらについても元の最適配置問題を繰り返し解くことにより最適解を得ることができることを示した。最後に、具体的な数値計算例における最適配置の結果を示し、ここで開発された最適データベース配置設計支援ツールの有効性を評価した。

ここでは、モデルシステムとして幾つかの前提条件をおいて議論を進めてきたが、実際のシステムにおける最適配置問題においても十分応用のできる議論であると考えている。

参 考 文 献

- (1) P. P. Chen et al: Optimal Design of Distributed Information Systems, IEEE, C-29, No. 12 (1980)
- (2) C. V. Ramamoorthy: The Isomorphism of Simple File Allocation, IEEE, C-32, No. 3 (1983)
- (3) S. Muro et al: Evaluation of the File Redundancy in Distributed Database System, IEEE, SE-N, No. 2 (1985)
- (4) B. Gavish et al: Computer and Database Location in Distributed Computer Systems, IEEE, C-35, No. 7 (1986)
- (5) D. Erlenkotter: A Dual Based Procedure for Uncapacitated Facility Location, Operat. Res, 26, No. 1 (1978)
- (6) M. Held et al: Validation of Subgradient Optimization, Mathematical Programming, 6, No. 1 (1974)
- (7) 茨木: 組合せ最適化一分枝限定法を中心として, 産業図書 (1983)

コンピュータネットワーク体系MNA-P

宮崎 茂雄* 重松康夫*
 三屋誓志郎* 渡辺 透*
 高木 宏*

1. ま え が き

世の中は正に情報ネットワーク社会になろうとしている。オフィス、工場、研究所、小売店が、

- OA(Office Automation)
- FA(Factory Automation)
- LA(Laboratory Automation)
- SA(Store Automation)

とコンピュータなどの情報機器による自動化で情報化拠点となり、かつそれらの拠点を通信回線で結ぶ分散化とネットワーク化が進行中である。

MNA-P (Multi-shared Network Architecture-Packet) は、この世の中の“分散化とネットワーク化”に対処すべく、開発された当社の新しいネットワーク体系である。MNA-P は当社のすべてのコンピュータを接続し、情報処理と通信処理を効率良く行え、かつ拡張性のあるコンピュータネットワークシステムをユーザーに提供することを目的としている。

本稿では、MNA-P の特長とシステム事例について述べる。

2. MNA-P システムの特長

ネットワークシステムに求められる性質として次の項目があげられる。

(1) 接続性

いろいろなコンピュータや端末と様々な通信回線を經由して接続し、情報の交換ができること。すなわち、Any to Any Communication が求められる。

(2) 水平分散ネットワーク

‘Any to Any Communication’ を実現するには、各コンピュータが対等に結合される水平分散ネットワークが不可欠である。ホストコンピュータ

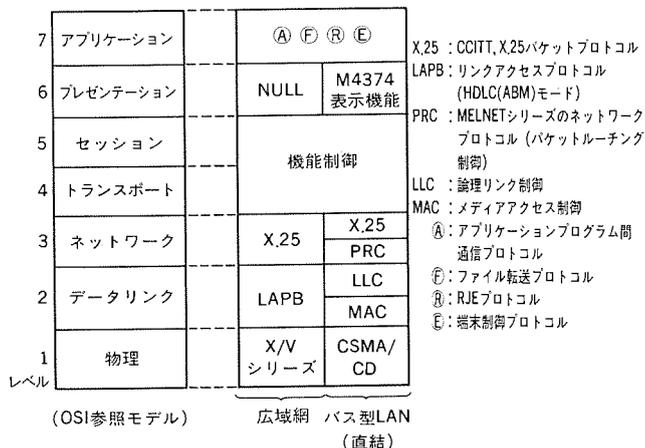


図 1. MNA-P の階層構成

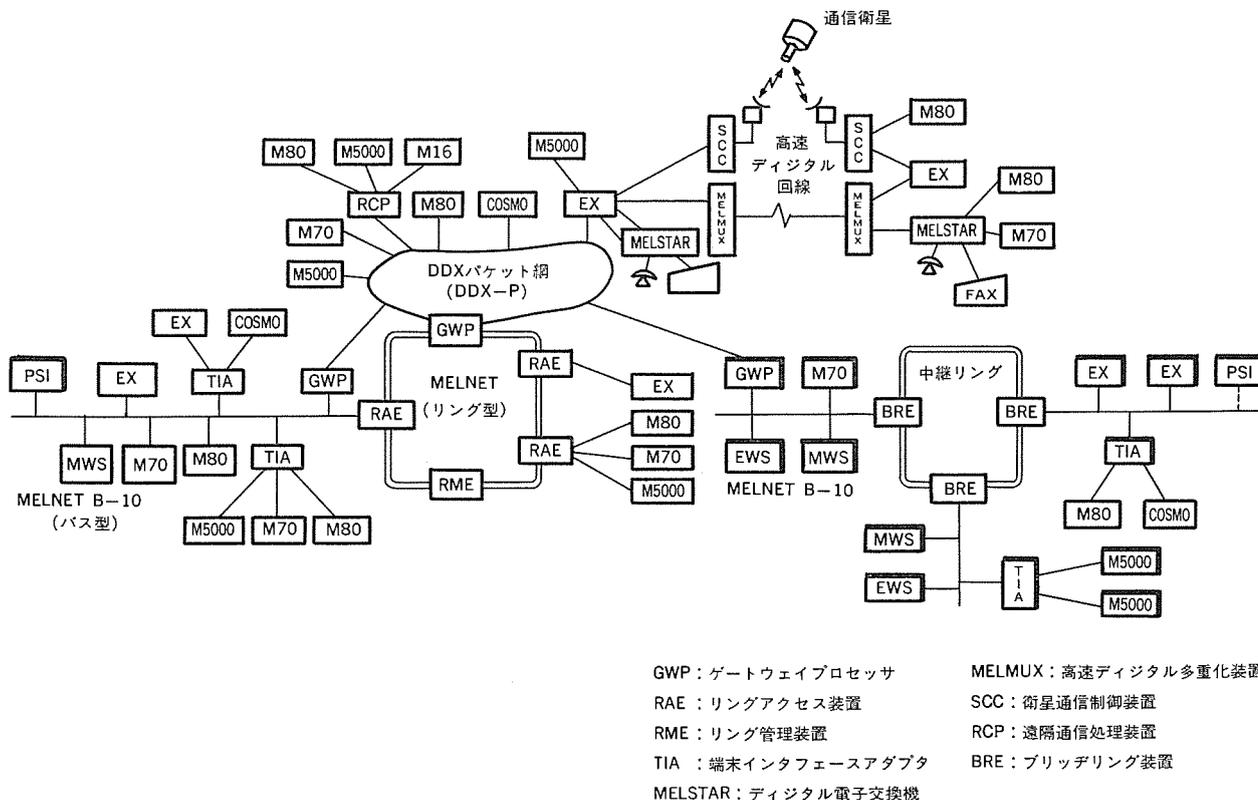


図 2. MNA-P ネットワークシステム

タが端末を制御する垂直分散では端末対端末通信が行えず 'Any to Any Communication' が実現できない。

(3) 豊富な利用形態のサポート

ネットワークの利用形態には、リアルタイム処理、TSS (タイムシェアリング処理)、ファイル転送などがあるが、これらの利用形態をユーザーが自分の業務に合ったものを選べるようにしなければならない。また、1本の通信回線を複数の利用形態で共有できなければならない。

(4) 相互運用性 (インタオペラビリティ)

ネットワークについての知識があまりない人でも、簡単に利用できるようにすることは、ネットワークを利用する人が非常に増加する情報ネットワーク社会に大切である。そのためには、利用者がネットワーク内のすべてのコンピュータ、端末を統一したインタフェースで同じように運用できることが望ましい。

(5) ネットワーク構築・運用・管理・拡張の容易さ

ネットワークを構築・運用・管理する人の負担が大きくなってはならない。また、ネットワークは一度構築されると、そのネットワークを拡張して発展させる。初めから再構築することは少ない。したがって、拡張性がきわめて大事である。

(6) 高い応答性能、転送効率

リアルタイム処理では、問い合わせに対する応答時間ができるだけ短くなければならないし、ファイル転送など大量データを転送するときは、一定時間に多くのデータが転送できることが求められる。

(7) 経済的であること

ネットワークを運用するのにかかる費用の代表的なものは通信回線使用料である。ネットワーク化が進めば通信量が増大し、通信回線使用料も増大する。通信回線を効率よく使用して使用料をできるだけ安くする対策が必要である。

MNA-P は以上の項目を満足すべく、様々な検討を行って実現したネットワーク体系である。MNA-P は図 1. に示すとおり、OSI (Open Systems Interconnection) を基調としている。

MNA-P の特長は次のとおりである。

2.1 高い接続性

MNA-P は、当社のすべてのコンピュータを接続したネットワークシステムが構築できる。MNA-P は、

- (1) 汎用計算機 EX シリーズ, COSMO シリーズ
- (2) ミニコン 《MELCOM 70 MX シリーズ》
- (3) オフコン 《MELCOM 80 シリーズ》
- (4) マルチワークステーション M 3300 シリーズ
- (5) エンジニアリングワークステーション ME 1000 シリーズ
- (6) AI ワークステーション PSI
- (7) パソコン 《MULTI 16》, M 5000

のどれとでも接続でき、それぞれのコンピュータの機能を生かしたネットワークを実現する (図 2.)。

2.2 多様な利用機能

MNA-P は接続されている各コンピュータ、端末から、

- (1) TSS (タイムシェアリング処理)
- (2) ファイル転送
- (3) アプリケーションプログラム間通信
- (4) リモートジョブエントリ処理 (RJE)
- (5) 統合 OA 処理 《DIATALK/DS》

といったあらゆる利用機能が使用できるようになっている。これらの機能は、MNA-P で規定した次のアプリケーションレイヤのプロトコル

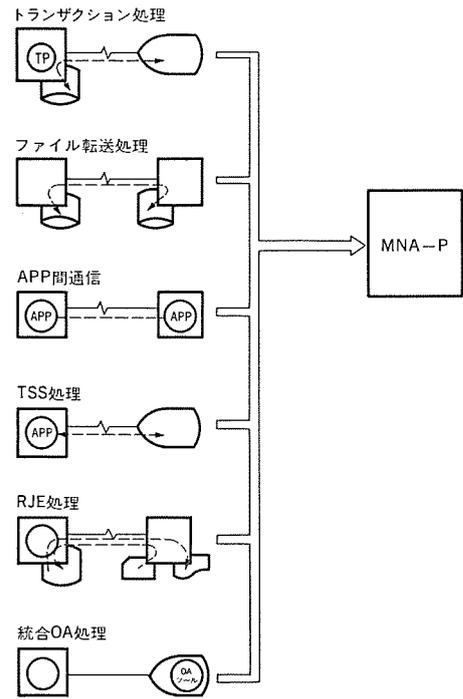
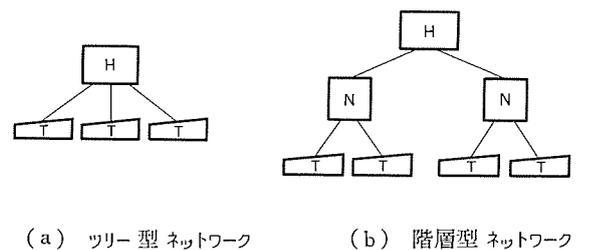


図 3. MNA-P の利用機能

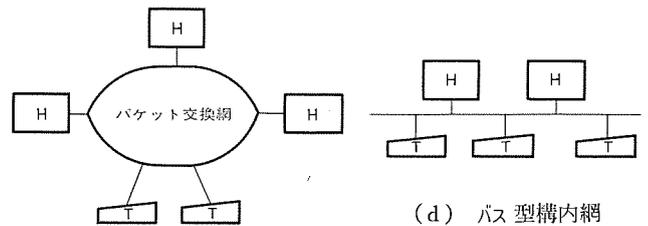
- ・端末制御プロトコル
- ・ファイル転送プロトコル
- ・アプリケーションプログラム間通信プロトコル
- ・リモートジョブエントリプロトコル

に基づいて実現されている。端末制御プロトコルは M 4374 データストリームとも呼ばれ、当社のコンピュータ対端末通信の統一仕様として広く



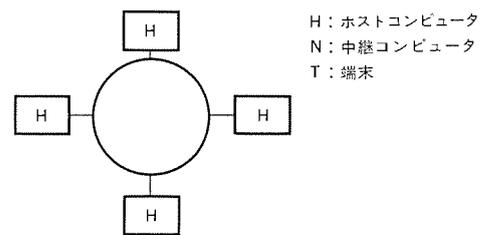
(a) ツリー型ネットワーク

(b) 階層型ネットワーク



(c) パケット交換網を用いた広域網

(d) バス型構内網



(e) リング型構内網

図 4. MNA-P のネットワークポロジ

H: ホストコンピュータ
N: 中継コンピュータ
T: 端末

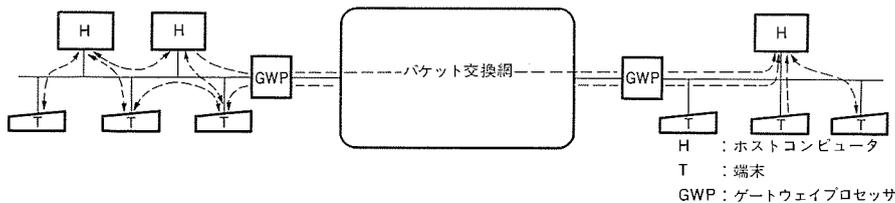


図 5. MNA-P インタネットワーク

用いられている。

MNA-P は、トランスポートレイヤのプロトコルに多重化プロトコルを用いているので、(1)~(2)の利用機能を一本の通信回線上で同時に利用できる。このことは、利用者が自分の業務形態に合わせて通信回線を使用できるだけでなく、通信回線の使用効率が高まるので経済的である(図3.)。

2.3 広域網と構内網の統合化

MNA-P が利用できる通信媒体には、

- ・専用線 (高速 デジタル 回線)
- ・パケット交換網 (76 年版, 80 年版, PVC, VC)
- ・《MELNET B-10》LAN (バス型 LAN)
- ・《MELNET R-32》LAN (リング型 LAN)
- ・三菱電機 グループ 統合 デジタル 通信網 MIND

がある。

また、MNA-P では次のネットワークポロジをサポートする(図4.)。

- (1) ツリー型ネットワーク
- (2) 階層型ネットワーク
- (3) パケット交換網を用いた広域網
- (4) バス型構内網
- (5) リング型構内網

MNA-P では、(1)~(5)のネットワークを組み合わせて、経済的でより大きなネットワークを構築できる。その場合、構内網(LAN)を広域網や専用線と全く同じように利用できることがMNA-Pの大きな特長である。このことは、ネットワークレイヤのインタフェースをX.25インタフェースで統一することによって実現した。また、このことにより、広域網と構内網とを組み合わせたインタネットワークが可能になるので、利用者は経済的で拡張性のあるネットワークを構築できる(図5.)。

2.4 垂直分散/水平分散ネットワークの実現

既存のネットワークでよく用いられている垂直分散ネットワークは、データ、プログラムが主にホストコンピュータに集中し、情報処理はほとんどホストコンピュータで行われるので、分散処理には限界がある。

水平分散ネットワークは各コンピュータが対等に結合されるので、負荷分散、機能分散が容易であり、分散処理に向いている。また、水平分散は拡張性に富んでおり、コストミナムなネットワークから大きなネットワークへの移行が容易である。MNA-Pは水平分散指向のネットワーク体系である。しかし、既存のホストコンピュータ対端末ネットワークの財産(特に処理プログラム)を継続するために、垂直分散ネットワークも実現できるようになっている。

垂直分散/水平分散ネットワークの複合化は、トランスポートレイヤのプロトコルに'Peer to Peer'すなわち対等型プロトコルを採用し、垂直分散/水平分散の違いはセッションレイヤ以上に分担させることにより実現している。

2.5 高性能

MNA-Pのデータリンクレイヤからトランスポートレイヤまでに、全二重ハイレベルプロトコルを採用して転送効率を高め、応答性能を高めている。一般に全二重ハイレベルプロトコルを用いると、通信の性能は良くなる。しかし、プロトコルのロジックが複雑になり、CPU時間やメモリ(特に通信用バッファ)などのコンピュータ資源を多く使用するので、コンピュータシステムのスループットを低下させる。

MNA-Pではデータリンクレイヤとネットワークレイヤは、通信制御プロセッサで実現しているので、コンピュータの能力を損なうことなく、高い転送効率と応答性能を実現している。

3. システム事例

MNA-Pを用いたネットワークシステムは、既に100システム以上ある。以下、代表的なシステム例を述べる。

3.1 広域ネットワークシステム

図6.はEXを集中処理センターとして、地区単位に《MELCOM 80》、M3300を各地区の地域性に合わせて配置した分散処理を実現する広域ネットワークの例である。パケット網を利用することにより通信コストの削減を実現している。例えば、EXの回線数はパケット網

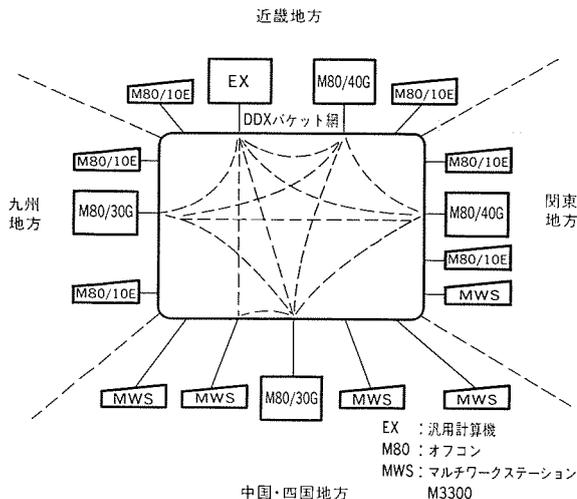


図 6. 広域ネットワークシステム例

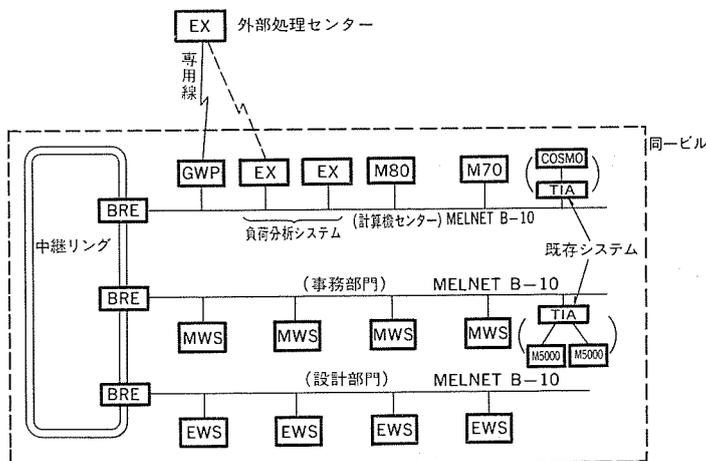


図 7. 構内網と広域網ネットワークシステム例

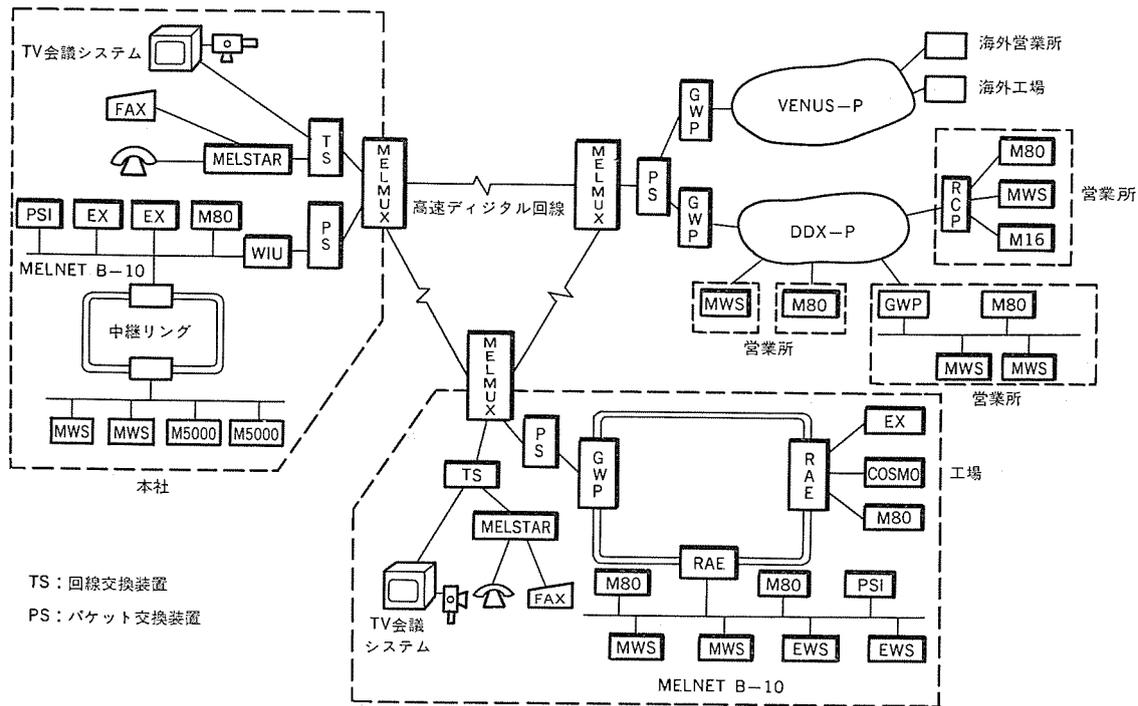


図 8. 企業内情報 ネットワークシステム 例

の packets 多重化機能により実際の端末台数より大幅に削減できる。各地区の小規模システム(《MELCOM 80/10 E》, M 3300) は処理内容により各地区のセンターコンピュータ《MELCOM 80/30 G, 40 G》と集中処理センター(EX)のどちらでもアクセスできる。

また、小規模システムとセンターコンピュータとの間だけでなく、センターコンピュータ間(各地区のセンターコンピュータ間や地区コンピュータと集中処理センターとの間)でも、各々コンピュータがもつファイルを互いにアクセスできる。

利用機能は業務に合わせて、

- (1) リアルタイム処理(トランザクション処理)
- (2) ファイル転送処理
- (3) アプリケーションプログラム間通信

のどれでも使用できるようになっている。

3.2 構内網と広域網ネットワークシステム

図 7. はビルのフロア単位にバス型 LAN 《MELNET B-10》を敷設し、それらの LAN を中継リングで相互接続した構内網ネットワークシステムと、外にあるセンターコンピュータを GWP(ゲートウェイプロセッサ)経由で接続した構内網と広域網とを統合したネットワークシステムの例である。各フロアに事務用、設計用と用途別に端末が設置されており、同ビル内の計算機センターに設置された EX, 《MELCOM 80》, 《MELCOM 70》などのホストコンピュータを自由にアクセスできる。また、外部センターコンピュータの利用も同ビル内のホストコンピュータと同じようにアクセスできる。

このシステムは、

- (1) 複数コンピュータによる通信媒体の共有
- (2) 複数ホストコンピュータによる端末の共有
- (3) 複数ホストによる負荷分散
- (4) 高速転送能力

といった構内網のメリットを生かし、

- (5) 複数コンピュータ、端末による広域網への回線の共有化を実現した経済的で拡張性のあるシステムである。

3.3 企業内情報ネットワークシステム

図 8. は従来、データ、電話、ファクシミリ、画像などのネットワークが個別に形成されていた企業内情報ネットワークシステムを、高速デジタル回線を用いてマルチメディアネットワークとして統合化した例である。当社の統合デジタル通信網 MIND が、このネットワークの事例として上げられる。このネットワークは多彩な通信サービスを利用者に提供するのみならず、構内網と広域網(高速デジタル回線、パケット交換網)との組合せ(インターネットワーク)により、増大する通信費の削減をも可能にする。

4. むすび

現在、ネットワークは標準化の時代である。世の中のあらゆる計算機が接続できるようプロトコルの標準化が OSI として進められている。

現在の MNA-P は OSI を基調としたネットワーク体系なので、OS I への移行が容易である。今後、MNA-P を OSI の標準化動向に合わせて機能拡張を図り、他社製品の接続を可能にし、企業内、企業間、業種間などでの情報交換を容易にするとともに、電子メール、分散データベース、ネットワーク管理といった OSI の機能を追加していく予定である。

参考文献

- (1) 新沢ほか：電子計算機《MELCOM コンピュータシリーズ》におけるパケットネットワークシステム、三菱電機技報、59, No. 11 (昭60)

情報通信と配電自動化

前田耕二*
 芦澤友雄*
 宮澤生行**

1. ま え が き

現代社会は高度情報社会の方向へ着実に歩んでいるばかりでなく、電力需要の質的高度化や日常生活の電力依存度向上につれ、電力の安定供給に対する要請が高まっている。配電系統は電力供給設備の末端に位置し、需要家に密着して面的に広がった膨大、複雑な設備であり、その運用の高効率化や供給信頼度の向上、業務省力化、需要家サービスなどの配電自動化に対するニーズがこれまで以上に強くなっている。この配電自動化の物理的範囲は極めて広域に及ぶものであり、その発展にはこの広域を有意義に結合するための高度な情報通信技術が必要不可欠なものになってきている。

本稿では、この配電自動化の分野において、情報通信技術がいかん適用されているかについてメーカーの立場で述べる。

2. 配電総合自動化システムとネットワーク

2.1 配電自動化の概念

“配電自動化”とは、線路機器の監視制御や自動検針、負荷集中制御など配電設備を対象又は利用するシステムを包括した総称として使用され、その内容は非常に幅広いものである。これらは、計算機

技術、情報通信技術、計測制御技術などの要素技術を有機的に結合した総合システムであり、また各要素技術も大規模な配電総合自動化を推進しうる状態になってきていると言える。特に情報通信分野は、上位のシステムから末端の需要家までを、光・同軸・ペーパーケーブルなどの専用通信線や、電力配電線搬送を通じて有機的に結合し、配電自動化としての機能を果たす上でなくてはならない技術となっている。ここで、通信ネットワークを応用した配電自動化の概念を図1.に示す。

また、配電自動化を機能（用途）別に分類すると図2.のように示される。すなわち、電力の分野を対象とする電力ユースと、通信の分野を対象とする通信ユースに分けられ、更に電力ユースの分野では、大きく分けると開閉器制御システム及び通信網を多目的に利用したシステムに分けられる。

2.2 配電自動化システム用ネットワーク

前節で述べたように、配電自動化システムの機能は多岐にわたる。これらの機能を実現するための情報伝送の特徴は、次のような共通の特徴を持っている。

- (a) Center-to-End (C-E) 型の情報伝送である。
- (b) 低速 デジタル 伝送である。
- (c) 双方向伝送である。

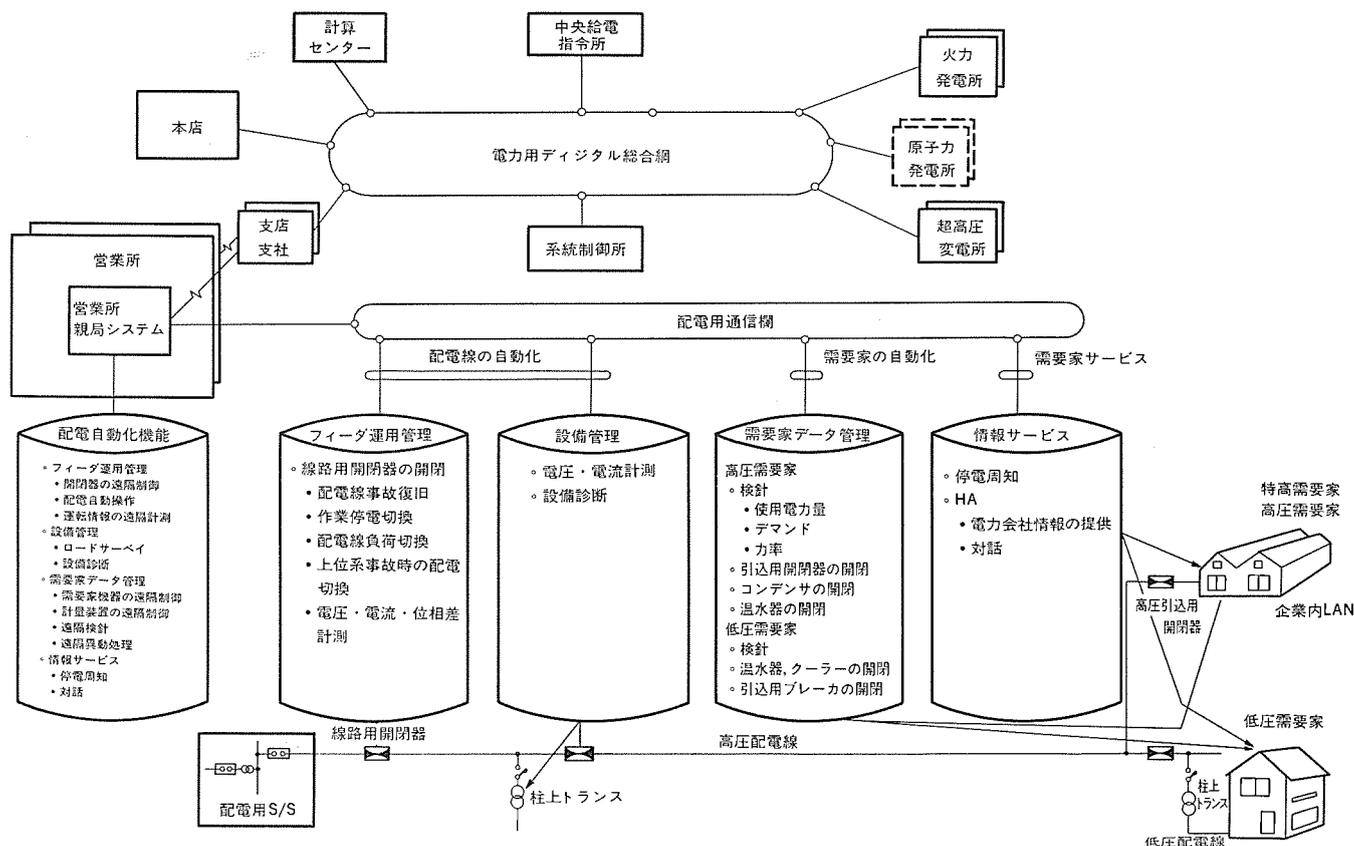


図 1. 配電自動化システム の概念

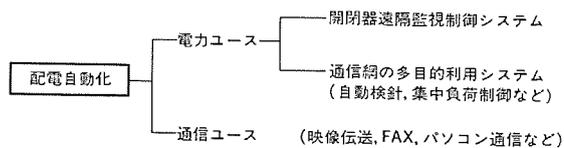


図 2. 配電自動化の分類

各種データの授受で使用される伝送制御方式としては、ポーリング・セレクトイングが最も多く、機器状態監視で一部サイクリック伝送も使用される。また、情報伝送の要求は、親局側から発せられる点が LAN

(Local Area Network) とは性格を異にする。

ネットワークのイメージとしては、営業所に親局を設置して、配電系統の機器及び需要家の端末との間を子局を介して主として配電線近傍に布設される通信ケーブルで結合する形が考えられ、途中、変電所、柱上トランスなどの場所を拠点とする階層構造のネットワークも有力である。表 1. は、配電自動化システム用として考えられるネットワーク構造を比較したもので、変電所、需要家の分布と経済性によって選択される。すべての階層でスター形ネットワークは機能上の適合性が良いが、ケーブルコストが大きくなる分布のもとでは、マルチドロップ又はリ

表 1. 配電自動化システム用ネットワーク構造の比較

	スター	マルチドロップ	リング
基本構成			
全般的特徴	<ul style="list-style-type: none"> あらゆるシステムに適合する。 フレキシブルなネットワーク構成が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 放送型情報伝送に適す。 適用分野は限定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク管理が必要で、簡便ではない (大型LANに多い)。 適用分野は広い (多機能、高性能)。
伝送媒体	光, 同軸, ペアのいずれも使用可能	同軸, ペアの適合性が良い。	高速伝送では光, 低速はペアが良い。
伝送速度	特に制限なし。	LAN以外では1Mbps 以上は少ない。	時分割多重による高速伝送可能
ポーリングの適合性	良い。	良い。	良くない。
論理的接続形態	$(1:1) \times N, 1:N, N:N$	$1:N, N:N$	$(1:1) \times N, 1:N, N:N$
伝送路長	最も長い。	最も短い。	マルチドロップに次いで短い。
異種情報伝送の追加 (映像伝送など)	可能, 時分割多重, 周波数分割多重, 波長分割多重 (光) に対応	困難	原理的には可能 (マルチメディア LAN が開発段階)
システムの信頼性	故障のブランチのみが切り離される。システムダウンはない。	子局故障は局所化される。伝送路切断は親局から遠い側が切り離される。	子局, 伝送路故障はシステムダウンにつながる。多重ループ, バイパス, ループバックなどで高信頼化可能
拡張性 (子局増設)	伝送路新設を要す。	既設ルート近傍では比較的容易	可能, 親局での機能変更を要す。

表 2. 伝送媒体の特徴

	光ケーブル	同軸ケーブル	ペアケーブル	配電線搬送
基本的な機器構成				
全般的特徴	<ul style="list-style-type: none"> 高速デジタル長距離伝送に適す。 マルチドロップが不得手 耐誘導雑音を要する場で有効 	<ul style="list-style-type: none"> 帯域伝送の多段中継に耐える。 映像FDM多チャンネル伝送とデジタル伝送の併用に特に適す。 	<ul style="list-style-type: none"> 小容量データ伝送用としては、安価にシステム構築ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 通信線新設が困難な場合に適す。
伝送品質	デジタル伝送で特に優れる。	伝送帯域で伝送品質が異なる。		端末機器により波形ひずみを受ける。
伝送距離	LED/PDで ≥ 3 km LD/APDで ≥ 30 kmも可能	VHF帯で ~ 1.5 km	低速データ伝送では数km可能	
伝送速度	低速から超高速伝送までカバー	広帯域伝送に適す (VHF, UHF)。	数100Kbpsまでが適す。	線間注入方式30~60bps
誘導障害	伝送媒体自体は誘導を受けない。		状況によりシールドを要す。	
拡張性 (機能)	高速伝送, 光波長多重などで光ケーブルの追加なしで対応可能	周波数多重による対応が可能	低速データは追加可能	高速化は困難
経済性	<ul style="list-style-type: none"> 高速, 長距離伝送でメリット大 電磁誘導環境では低速伝送でもメリットあり。 	<ul style="list-style-type: none"> 広帯域伝送の分配網でコスト的に優れる。 	<ul style="list-style-type: none"> 音声帯域伝送, 低速デジタル伝送でメリット 誘導対策で高価になることもある 	<ul style="list-style-type: none"> 通信線新設を要しないことのメリット大

ングを有効に導入するケースがある。

2.3 情報量と伝送媒体

配電自動化システムで大量の情報を扱う代表は自動検針である。1 需要家端末当たりで数千ビットの情報量であるが、一つの営業所で数 10 万需要家に及ぶ端末から一定時間内に情報収集を行う必要がある。しかし、結果としては特に困難な条件はない。ただし、システムが将来更に高性能、多機能となり、近年各種システムで富に多用されるようになった映像電送や、セキュリティ関連での急報、需要家サービスとしてのリクエスト応答などにこたえるシステムになれば、情報伝送容量と伝送媒体の再検討が必要になってくる。

表 2. は代表的な伝送媒体の特徴をまとめたもので、2.1 節で述べた概念の範囲での適合性判断のための検討表である。ここでは、映像多重伝送は含めていないので、同軸ケーブルの特長を活用しにくいといえる。光ケーブル伝送方式はまだ若干高価であるが、配電線に近接してケーブルを布設できること、誘導雑音を受けないことなどの特長がコスト面でも有利になり得るため、具体的条件の検討によって光ケーブルとペアケーブルが選定されることになる。

3. 通信ネットワーク応用の具体例

電力ユースにおける配電自動化システムの自動化対象を大まかに分

表 3. 開閉器遠隔監視制御システムの機能例

機能	処理内容
監視、状態把握	配変運転状態（機器、バンク二次電圧、電流、配電線電流）や配電系統状態（線路開閉器の状態、区間の充電状態など）をグラフィック CRT 等に表示するとともに、監視警報処理、負荷曲線の作成などを行う。
機器個別操作	CRT との対話形式で開閉器を入切操作する。
事故復旧操作	配変運転状態で配電系統状態から事故状態を把握し、健全停電区間の復旧操作手順の自動作成、実行を行う。
緊急操作	火災や地震など実際には系統事故が発生してはいないが、早急に停電操作や系統の切替を必要とする場合に、系統制御を行う。
過負荷解消操作	電流監視により、過負荷と判定された配電線の過負荷を解消するための系統制御を行う。
作業停電操作	予定停電操作件名の登録により、系統操作手順の作成、実行を行う。
記録報告書の作成	運用上、必要な事故記録、操作記録などを自動編集、記録する。
データメンテナンス	工事に伴い配電系統の図面、設備運用データの新設、変更、抹消を行う。
シミュレーション	運転訓練などのため、模擬事故の発生や、模擬操作に対応した系統状態変化を模擬する。

類すると、線路機器を対象領域とするものと、需要家設備を対象領域とするものに分けられる。ここでは、それらの具体例として開閉器監視制御システムと、通信網の多目的利用システムを取りあげ、それぞれについて機能例、システム構成、通信ネットワークの適用例を以下に紹介する。

3.1 開閉器遠隔監視制御システム

開閉器遠隔監視制御システムは、柱上の高圧区分開閉器を遠隔で監視及び制御するための、手動に近いものから自動制御用としての計算機システムがあり、配電線の工事、事故時の場合だけでなく、変電所、送電線などの異常時の逆送送電の制御、配電線の運用効率化などいろいろな効果があげられる。

(1) 機能

開閉器遠隔監視制御システムとしての代表的なシステム機能例には表 3. のようなものがある。

(2) システム構成

開閉器遠隔監視制御システムとしての代表的なシステムの構成を図 3. に示す。

(3) 通信ネットワークの適用例（その 1）

開閉器遠隔監視制御システムの基本構成は、

- (a) 営業所などに設置される計算機システム
- (b) 高圧区分開閉器を監視制御するための柱上に設置する開閉器子局
- (c) 両者を接続するための通信ネットワーク

であり、システムの規模によっては、変電所などに必要な機能を持った中継装置などが設置される。基本構成の通信ネットワークにおいて伝送媒体からみた構成例を表 4. に示す。

3.2 通信網の多目的利用システム

通信網の多目的利用システムは、自動化対象として需要家設備を対象領域とするものであり、営業所—需要家設備間の通信ネットワークを単一の目的ではなく、複数の用途に利用、応用して活用しようとするところから名付けられており、配電システムの高度化、事業の省力化、高効率化、需要家サービスの向上などを目的として検討・設置されるシステムである。

(1) 機能

通信網の多目的利用システムとしての代表的なシステム機能例を表 5. に示す。

(2) システム構成

通信網の多目的利用システムとしての代表的なシステム構成を図 4.

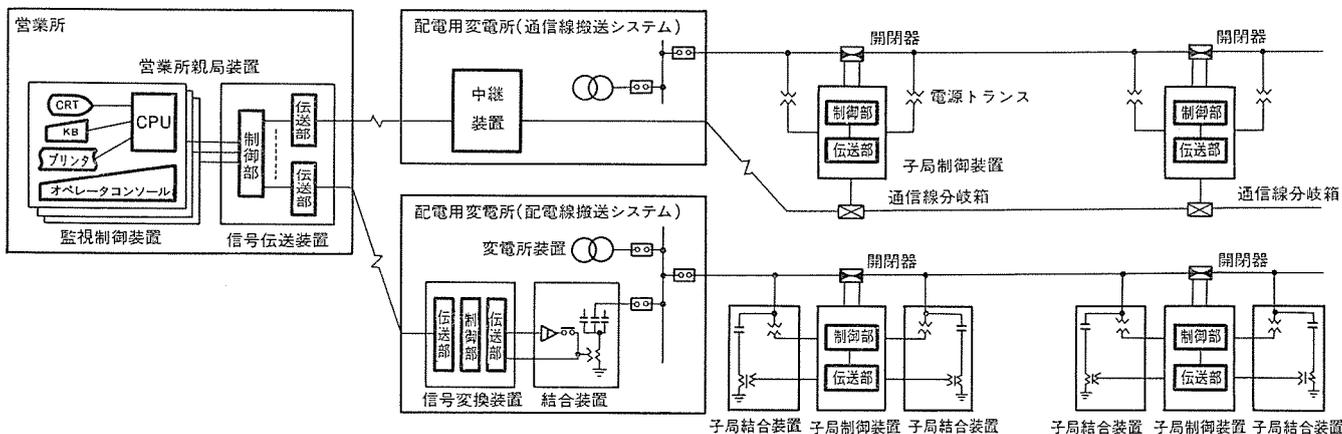


図 3. 開閉器遠隔監視制御システムの構成例

表 4. 開閉器遠隔監視制御システムの適用例

方式仕様	通信 ペアケーブル	同軸ケーブル	光ファイバ ケーブル	配電線搬送
システム構成	営業所 開閉器子局	変電所 営業所 アンプ 同軸	営業所 開閉器子局 開閉器子器 光ファイバ	営業所 開閉器子局
対象設備	高压区分閉器	高压区分閉器	高压区分閉器	高压区分閉器
形態	スター (マルチドロップ)	スター (マルチドロップ)	ループ	マルチドロップ
通信方式	半二重ボーリング	半二重ボーリング	タイムスロット	半二重ボーリング
伝送速度 (bps)	600	1,200	1.2M	600
周波数 帯域	トーンチャンネル (0.3~3.4kHz)	上り 40M帯 下り 70M帯	—	4,800 ± 200Hz, 5,400 ± 200Hz 9,600 ± 200Hz, 8,200 ± 200Hz
変調方式	FSK (注1)	FSK	IM(注2)	FSK
符号方式	8ビットキャラクタ	8ビットキャラクタ	8ビットキャラクタ	CDT
同期方式	調歩同期	調歩同期	フレーム同期	フレーム同期
検定方式	パリティ 反転連送照合 定マーク	パリティ 反転連送照合 定マーク	—	パリティ, CRC 反転連送照合 定マーク

(注1) Frequency Shift Keyig
(注2) Intensity Modulation

表 5. 通信網の多目的利用システムの機能例

機能	処理内容
自動検針	電力量, 無効電力量, デマンドなどの自動検針 ロードサーバイのデータ収集
監視	需要家機器の状態監視 需要家の受電遮断器の状態監視
負荷制御	クーラー, 温水器などの集中負荷制御 コンデンサの開閉制御
保全	異常通報, 自己診断など
セキュリティ	漏電, 防災など
情報サービス	停電周知, 料金計算, ホームオートメーションなど との結合

に示す。

(3) 通信ネットワークの適用例 (その2)

通信網の多目的利用システムの基本構成は,

- (a) 営業所などに設置される計算機システム
- (b) 需要家ごとに設置される需要家端末局
- (c) 両者を接続するための通信ネットワーク

であり, システムの規模によっては, 柱上トランス, 変電所などに必要な機能を持った子局, 中継装置等が設置される。基本構成の通信ネットワークにおいて, 伝送媒体からみた構成例を表 6. に示す。

4. む す び

配電自動化の分野における情報通信の現状と適用例について述べ

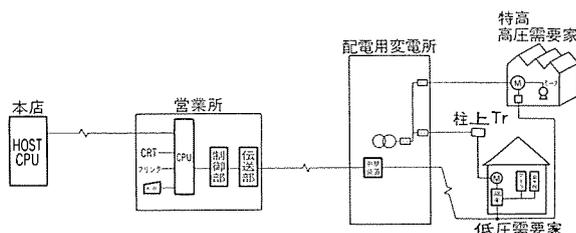


図 4. 通信網の多目的利用システムの構成例

表 6. 通信網の多目的利用システムの適用例

	通信ペアケーブル	同軸ケーブル	光ファイバケーブル
システム構成	営業所 需要家端末局	変電所 営業所 アンプ 同軸	営業所 中継局 需要家検針 需要家機器制御
対象設備	需要家検針 需要家機器制御	需要家検針 需要家機器制御	需要家検針 需要家機器制御
形態	マルチドロップ	マルチドロップ	マルチドロップ
通信方式	半二重ボーリング	半二重ボーリング	全二重ボーリング
伝送速度 (bps)	1,200	1,200	9,600 × 5ch
周波数 帯域	1,700 ± 400Hz	上り 20 MHz帯 下り 240MHz帯	—
変調方式	FSK	FSK	IM
符号方式	7ビットキャラクタ	7ビットキャラクタ	7ビットキャラクタ
同期方式	調歩同期	調歩同期	調歩同期
検定方式	パリティ	パリティ	パリティ

たが, 技術的には今後も発展を続けていく分野であり, 対象範囲は広く課題も多い。例えば, 開閉器遠隔監視制御システムでは, 情報通信の高信頼度化, 高速処理化が更に望まれ, 通信網の多目的利用システムでは, 大量の情報的高速処理化, 通信ユースへの応用などから幅広い需要家サービスが望まれている。

更に, システムとしても, 開閉器遠隔監視制御システムと通信網の多目的利用システムとを総合した配電総合自動化システムへの発展, 又は給電システムや系統制御システム, 設備管理システムなどとも結合した大規模システムへの発展がシステム効率化の面からも期待される。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機電力情報通信フェア, 展示品ご説明資料集 (昭 61-12)
- (2) 最新配電自動化システム総合技術資料集, JATEC 日本技術経済センター (昭 62-5)

総合防災情報システム

推野 茂* 白田幸雄+
佐野昌利** 井田 勝++
日方俊幸***

1. ま え が き

我が国は、その地理的条件、気象的条件から、台風・集中豪雨・地震などの自然災害をうけやすい国土である。また、近年の高度経済成長に伴う都市化の進展、市街区域の拡大などによって、災害原因は複雑多様化するとともに、災害の危険性も増大する傾向にある。そのため、このような災害から住民の生命と財産を守ることを目的とした防災対策は、地方自治体の重要な仕事となっており、各自治体では防災計画を作成し、各種の防災対策を実施している。

このような防災対策を大別すると、いわゆるハード的対策とソフト的対策とがあり、前者は河川の改修・整備、建物の不燃化・耐震化などの治山事業、治水事業、都市整備事業などがその主なものである。また、後者は住民、職員の防災意識啓もう、災害時の情報収集・伝達手段の確立、防災にかかわる情報活用の業務面・組織面の整備、及びそれらを支援する情報システムの整備がその主なものである。防災対策としては、前者のハード的対策が理想であるが、通常膨大な費用と時間を要し、また現在の地域環境から考えて万全を期するには非常に難しい面が残る。したがって、現状ではハード的対

策と併行して、ソフト的対策の充実を推進することが重要とされている。

防災情報システムは、上記ソフト的対策として現在最も注目されているものであり、対象とする地域の防災上の特性、ニーズによりシステム形態も変わってくるが、基本的には、

(1) 通信システムの充実

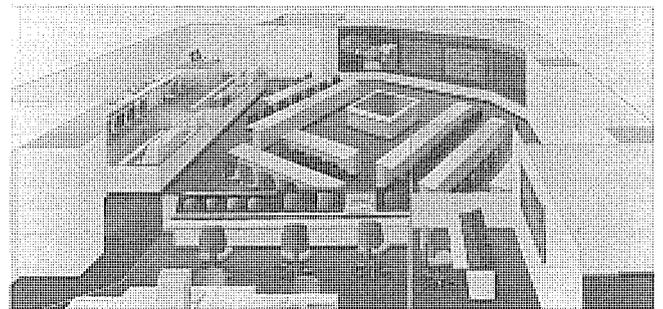


図 1. 防災センターの外観（完成予想図のため実際とは若干異なる部分がある）

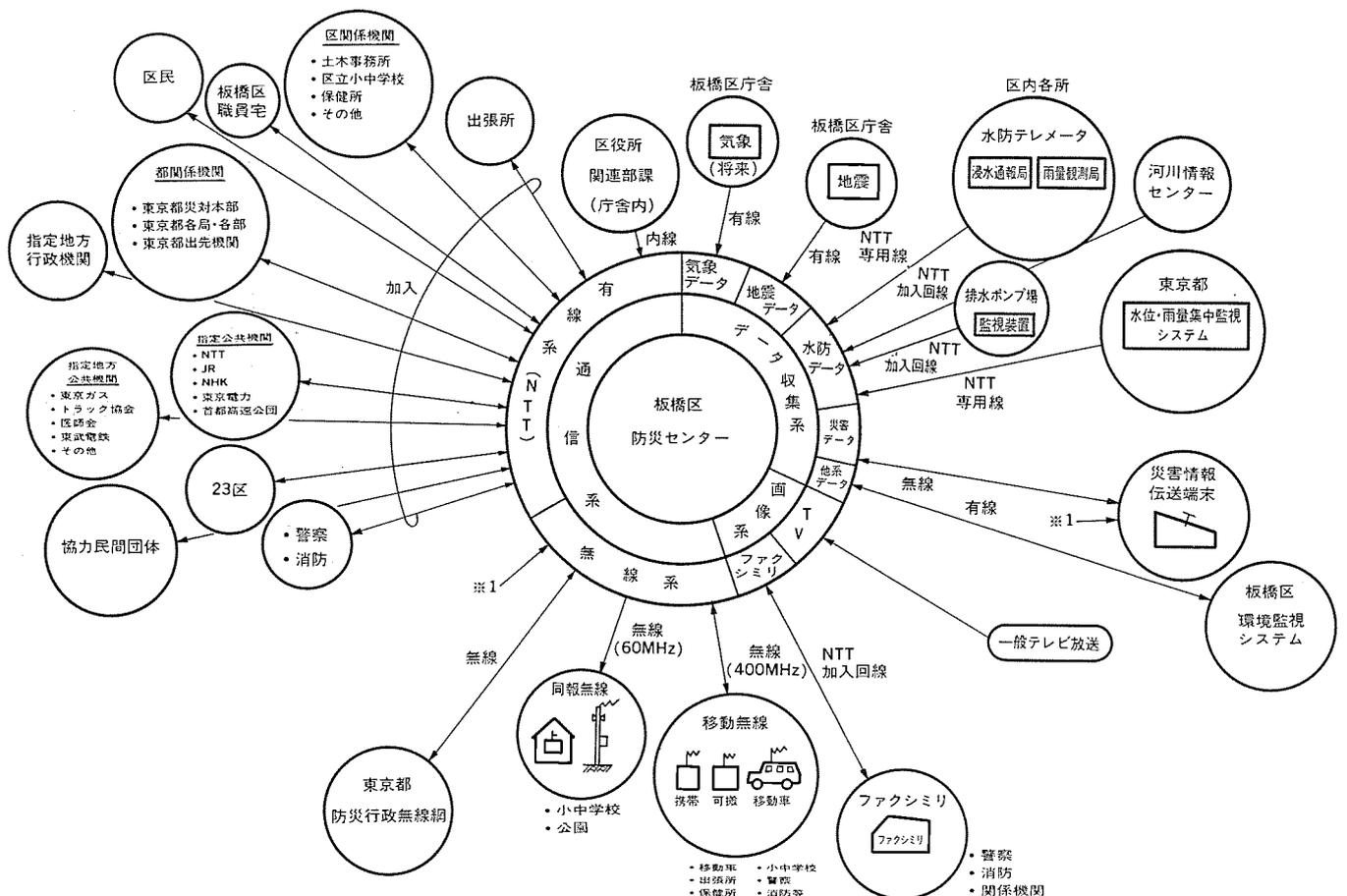


図 2. システム基本構成図

* 東京都板橋区 ** (株)三菱総合研究所 *** 三菱電機(株)本社
+ 同通信機製作所 ++ 同コンピュータ製作所

- (2) 気象・水象・地震などの観測システムの整備
- (3) 防災に関する情報処理の高度化
- (4) 映像・画像情報の活用
- (5) 上記4項目を有機的に結合したトータルシステムの構築

を主なポイントにした情報通信・処理システムであり、防災活動における情報の収集、処理、検索、提供などの業務を迅速かつ正確に行い、情報を媒体として防災活動を直接的、間接的に支援するものである。

本稿では、この防災情報システムの事例として、三菱電機(株)が東京都板橋区に開発、納入した“板橋区防災情報システム”(板橋区防災センターとも呼ぶ)を紹介する。

2. システムの概要

2.1 システムの目的

東京都板橋区では、来るべき21世紀にむけて「活力のある緑と文化のまち板橋」にふさわしい新庁舎の建設事業を進め、去る昭和62年2月2日にオープンした。板橋区防災情報システムは、その事業の一環として「板橋区の防災拠点とし、区民の生命と財産を守るため防災活動に必要な諸設備を整備し、あわせて防災思想の普及に努める」ことを理念として計画されたものであり、システムの中核となる防災センターは新庁舎の3階に設置され、庁舎オープンに先立ち、1月29日に稼働を開始した(図1.)。

このシステムは、防災業務の高度化、近代化を図るため次の三つを基本的な目的としている。

- (1) 防災情報を一元的に収集・管理し、迅速かつ正確にそれらが必要とする関係者に提供する。

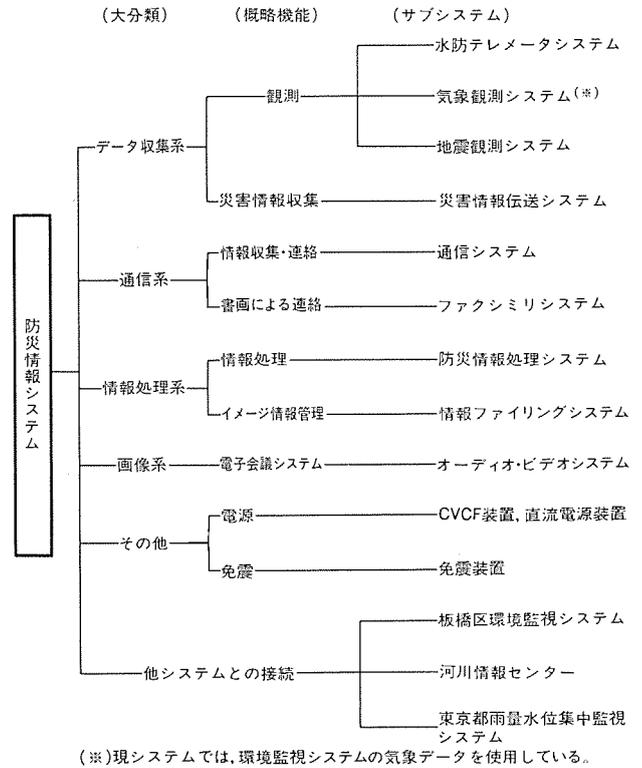


図 3. サブシステム構成図

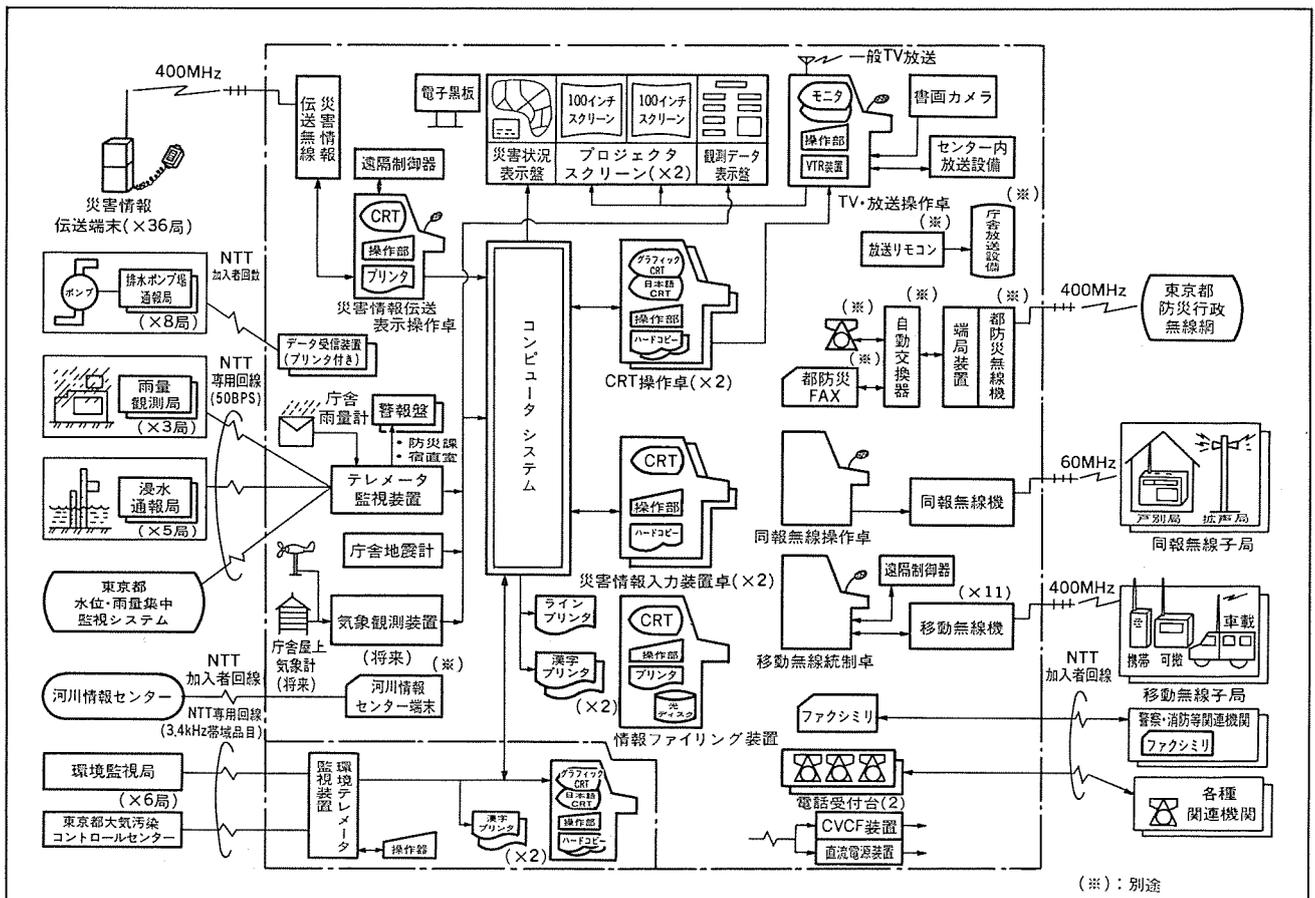


図 4. 全体システム構成図

(2) 防災センターを活動拠点として、防災関係機関相互及び防災業務相互における円滑な情報のやりとりを支援する。

(3) 板橋区民及び職員の防災教育の場として、平常時においても有効に活用する。

2.2 全体システムの構成

防災にかかわる情報の一元化を目的としたこのシステムは、新庁舎3階に設置された防災センターを中心に、センターと有線・無線回線で接続された区内外の出先機関、防災関連機関、各種端末局から構成される(図2.)。このシステムは、データ収集系・通信系・情報処理系・画像系から構成されるが、そのサブシステム構成及び全体システムの装置構成を図3.、図4.に示す。従来の防災システムでは、水防テレメータシステムと音声による通信システムが主な構成要素であったが、このシステムでは、新たに防災情報処理システムと呼ぶコンピュータシステム、オーディオ・ビデオシステム、災害情報伝送システムなどの防災業務の高度化・効率化に貢献するサブシステムを導入するとともに、防災情報処理システムを中心として各サブシステムを有機的に結合し、従来にはないトータルシステムを実現している。

なお、この情報処理システムは、板橋区環境監視システムの中央処理装置としても用いられている。

2.3 全体システムの機能

このシステムは、多種多量の防災にかかわる情報を、迅速かつ正確に収集・処理・分析・提供し、的確な判断、指示を下せるよう支援するものであり、その概略機能を表1.に示す。これらの機能は、災害時はもちろん、平常時でも訓練、防災教育、防災計画策定などの業務に活用できるものである。また、電子会議システム機能は、防災以外の会議にも有効に活用できるよう配慮してある。

2.4 システムの特長

このシステムは、防災情報処理システムを中心に、各サブシステムを有機的に結合した総合的な防災活動支援システムを構築したことによる

大の特長があるが、その他に従来システムにはない以下のような特長がある。

(1) 効果的な災害応急対策、災害復旧活動を行うには、迅速な災害情報収集が重要となる。このシステムでは、従来の音声通話に加えて無線によるデジタルデータ伝送を導入することにより、素早い災害情報収集、集計処理を実現している。

(2) 防災対策には、あらかじめ「どのような状況になれば、どこが危険か」を把握することが重要である。このシステムでは、重要な災害現象である浸水、延焼や避難状況についてシミュレーションを行うことが可能である。これにより、あらかじめ危険地域を把握し避難場所、避難道路、避難誘導の検討などの防災計画策定や日常の防災指導に活用できる。

(3) 観測情報(雨量、河川水位、気象等)、災害情報(被害、措置情報)、防災地域特性情報(地図、各種施設等)、支援情報(各種基準等)など防災にかかわる情報をデータベース化し、情報を一元的かつ体系的に管理することによって、効率的な処理、検索を可能としている。

(4) 防災業務において地図は不可欠なものである。このシステムでは、情報を地図と対応して管理するとともに、地図に各種情報を重ね合わせた形式で表示し状況把握が容易に行えるようにしている。

(5) 災害時に区の中核となる災害対策本部室には、概略被害状況と発令中予警報が一目で把握できる被害状況表示盤、現在の雨量、水位、気象状況が確認できる観測データ表示盤、各種CRT画面とビデオ、一般TV、書画カメラなどの映像情報を、大画面表示できる100インチビデオプロジェクタスクリーン(2面)及び放送設備を設置し、審議・検討・判断に必要な情報を統合的に提供できるようにしている。

3. システムの構成と機能

主要なサブシステムの構成と概要の機能を以下に示す。

3.1 災害情報伝送システム

このシステムは、災害時における迅速かつ正確な情報収集、伝達を目的としたものであり、防災センターに設置された基地局設備と可搬型の端末局から構成される。また、基地局設備は、CRT、プリンタを装備した統制卓(災害情報伝送表示操作卓)と無線装置から構成される(図5.、図6.)。

(1) 災害情報をデータとして伝送し、センターで集計、表示、記録する災害情報伝送機能、情報をメッセージとして伝送するメッセージ伝送機能及び音声通話機能がある。

表1. 全体システムの概略機能

項目	概略機能
情報収集	<ul style="list-style-type: none"> ・観測データ収集 区内及び周辺の河川水位、雨量、気象、地震 ・広域の気象状況収集 ・排水ポンプ場状況収集 ・被害、措置情報収集
情報処理	<ul style="list-style-type: none"> ・観測データの演算、警報判定、集計処理 ・被害・措置情報の集計処理 ・情報のデータベース管理 ・地図情報処理 ・シミュレーション 浸水、延焼、避難 ・予警報情報管理 ・訓練処理 ・イメージ情報管理
情報提供	<ul style="list-style-type: none"> ・情報処理結果の表示出力 CRT装置、100インチビデオプロジェクタ、グラフィックパネル、データ表示盤、警報盤 ・各種紙表の作成 ・映像情報表示
情報連絡	<ul style="list-style-type: none"> ・同報無線システムによる広報 ・移動無線システム、東京都防災行政無線システム等による情報連絡 ・ファクシミリによる書画伝送
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・電子会議システム機能 ・環境監視処理



図5. 災害情報伝送表示操作卓(統制卓)

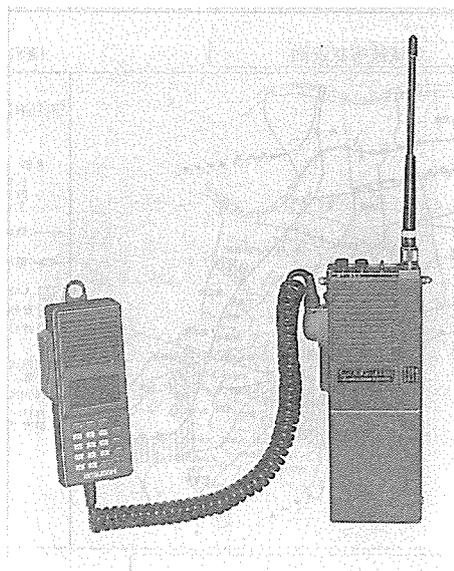


図 6. 災害情報伝送端末

(2) 伝送された災害情報は、統制卓の CRT、プリンタに集計表示、印字記録されるとともに、防災情報処理システムへオンラインで入力される。

(3) 呼出方式は上り、下りともにデジタル選択呼出方式を採用している。

(4) 不在時の着信を記憶し、後から読み出すことのできる不在着信機能、基地局の運用状況の自動記録を行う自動通信記録機能をはじめとし、一斉規制、一部解除規制などの運用の効率化を図る機能を充実させており、災害時はもとより、平常時における一般行政業務においても活用できる。

(5) 端末局は容積が約 720 cc、重量が約 1.3 kg と小型軽量であり、持ち運びが容易である。

3.2 水防テレメータシステム

雨量、河川水位、浸水状況、排水ポンプ場の運転状況などを把握し、水防活動に活用することを目的として、各所に設置した観測局、通報局から NTT 回線を介して防災センターへデータを収集し、監視を行うシステムである。

(1) 雨量、河川水位は、区の観測局に加えて、東京都雨量・水位集中監視システムのデータを東京都第四建設事務所から傍受し、観測の充実を図っている。

(2) 区内の浸水危険箇所のうち、早急な土木的対策が困難な箇所については、浸水通報局を設置し、浸水の早期検知を可能としている。

表 2. 対端末局伝送方式

項目	性能
呼出信号方式	デジタル信号
デジタル変調方式	サブキャリア MSK 方式
デジタル伝送速度	1,200 bps
デジタルマーク周波数	1,200 Hz ± 200 × 10 ⁻⁶ 以内
デジタルスペース周波数	1,600 Hz ± 200 × 10 ⁻⁶ 以内
呼出信号送出方式	2 連送
誤り訂正方式	短縮化巡回符号

(3) 収集データは、一次処理（データ検定、時間雨量の算出、警報判定など）を行った後、観測データ表示盤に表示するとともに、危険な状況であればランプ、ブザーによる警報を行う。また、排水ポンプ場状況は、監視項目ごとにその発生内容をデータ受信装置に実装した専用プリンタに印字記録する。

(4) 収集データは、防災情報処理システムへオンラインで入力し CRT 表示などの二次処理を行う。

3.3 通信システム

災害時における情報収集、区と防災関連機関・区出先機関との情報連絡、区民に対する広報及び平常時における一般行政業務への活用を目的として東京都防災行政無線（東京都が設置）、区防災行政無線（移動系、同報系）を基本とし、NTT 回線（電話、ファクシミリ）を補助的に活用する通信システムを構成している。

なお、同報系は電波ジャック対策としてデジタルレコーダ方式を採用している。

表 3. 防災情報処理システムハードウェアの概略仕様

装置名称	数量	概略仕様
中央処理装置	1 式	型名 : MELCOM 350-60/300 語長 : 32 ビット 主記憶容量 : 8M バイト (最大 16M バイト)
磁気ディスク装置	4 式	容量 : 135M バイト / 1 式
フレキシブルディスク装置	2 式	容量 : 1M バイト
磁気テープ装置	2 式	記憶密度 : 800/1,600 BPI データ転送速度 : 36/72 KBps
漢字プリンタ	2 式	印字速度 : ANK モード 180 字 / 秒 漢字モード 60 字 / 秒 印字幅 : ANK モード 136 又は 163 字 / 行 漢字モード 90 字 / 行
ラインプリンタ	1 式	印字速度 : 550 行 / 分 印字幅 : 136 字 / 行
CRT 操作卓	2 式	グラフィック CRT 装置 (ハードコピー装置付き) モニタ : 20 インチカラー 分解能 : 1,386 × 1,024 ドット 日本語 CRT 装置 (ハードコピー装置付き) モニタ : 12 インチカラー 表示文字数 : 漢字 1,000 字 (40 字 × 25 行) カナ 2,000 字 (80 字 × 25 行)
災害情報入力装置	2 式	日本語 CRT に同じ
システムコンソール	1 式	モニタ : 12 インチモノクロ
災害状況表示盤	1 式	文字表示 : 宛令中注意報・警報 数値表示 : 人的、建物、浸水被害数 ランプ表示 : 人的、建物、浸水、道路、河川被害位置

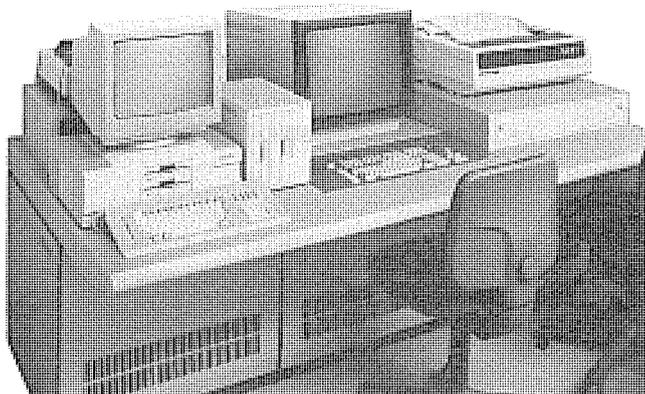


図 7. CRT 操作卓

3. 4 防災情報処理システム

3. 4. 1 ハードウェア

このシステムは、防災情報システムの中核をなすものであり、32ビットスーパーミニコン《MELCOM 350-60/300》を中心とした各種周辺機器から構成されるコンピュータシステムである。各ハードウェアの概略仕様を表3.に示す(図7.)。

3. 4. 2 ソフトウェア

防災活動を支援する各種適用業務ソフトウェアと防災情報データベースから構成される。主要なソフトウェアを以下に紹介する。

(1) 雨量・水位等常時監視処理

雨量・河川水位・気象・浸水・地震などの観測データを常時オンラインで収集し、水防活動に活用するものである。

- (a) 降雨量等の算出、警報判定、日集計などの演算処理
 - (b) 表、グラフ、図形式によるCRT表示
 - (c) 観測記録の作成、警報などの通報記録印字出力
 - (d) 長期保存データをMTへ保存出力
 - (e) 発令注意報、警報の登録、表示、管理
- なお、気象データとしては、環境監視システムで収集している風向・風速・温度・湿度を利用している。

(2) 被害情報処理

人的・建物・土木施設・ライフラインなどの各種被害情報について、以下の処理を行う。

- (a) 災害情報入力
- (b) グラフィックCRT表示

被害項目ごとにその発生地域を地図上に重ね合わせて表示を行う。

なお、地図は任意の拡大が可能である(図8., 図9.)。

(c) 日本語CRT表示

町丁目別、出張所別などの表形式で各被害の発生状況を表示する(図10.)。

- (d) 被害記録(被害速報)の作成
- (e) 被害状況表示盤への表示出力
- (f) 被害データをMTへ保存出力

(3) 措置情報処理

本部運営状況、避難状況、医療救護状況などの応急措置状況について入力、蓄積、表示、記録などを行うものであるが、その内容は、(2)(b), (e)項を除き被害情報処理の項と同様である。

(4) シミュレーション

浸水、延焼、避難について、設定した条件に対してシミュレーションを実行し、その結果及び時間変化を出力するものであり、平常時において、危険地域把握、避難道路検討などの施策立案に活用できる。処理結果は、地図に重ね合わせて表示されるとともに、詳細データは漢字プリンタにプリントアウトされる。なお、避難シミュレーションは、延焼シミュレーションの結果を用いて実行できる(図11., 図12.)。

(5) その他



図 8. 全域被害状況図

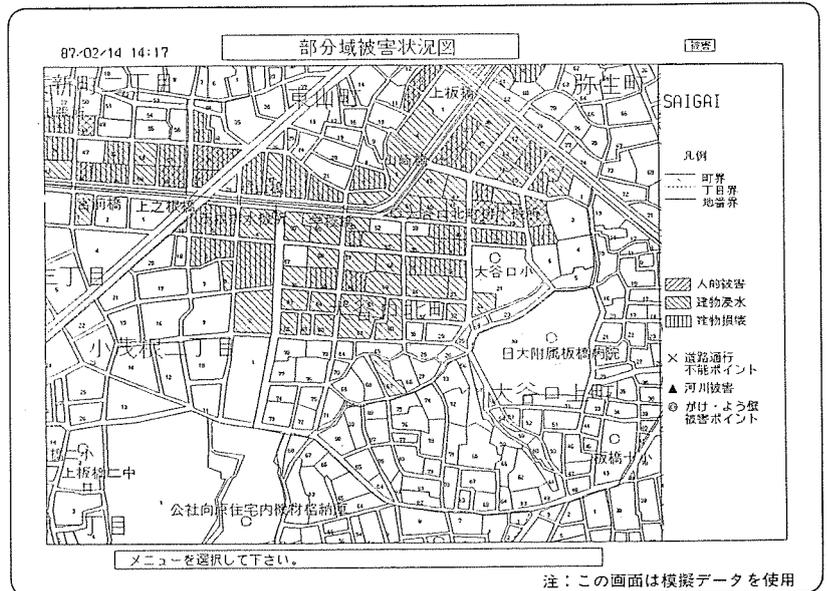


図 9. 部分域被害状況図

命 2・1・2 町丁目別人的被害・建物被害の一覧

87/02/17 10:38

町丁目名	死亡(人)	不明(人)	負傷(人)	床上(世帯)	床下(世帯)	全壊(世帯)	半壊(世帯)	損壊(世帯)
総計	5	6	48	1285	48	21	63	79
1 板橋二丁目	1	1	1	1	1	1	1	1
2 板橋二丁目	0	0	0	1	1	1	1	1
3 仲宿	3	3	10	60	2	2	0	6
4 弥生町	0	0	0	49	0	0	4	0
5 本町	0	0	0	10	0	0	1	0
6 大和町	0	0	0	1	0	0	0	0
7 富士見町	0	0	0	1	0	0	0	0
8 大谷口北町	0	0	13	752	14	8	30	46
9 小笠原三丁目	0	0	0	143	19	3	4	9
10 小笠原三丁目	0	0	0	2	0	0	0	0
11 小笠原五丁目	0	0	0	10	0	0	0	0
12 南宮台一丁目	0	0	6	20	0	0	5	0
13 南宮台二丁目	0	0	7	59	0	1	7	8
14 小笠原二丁目	1	1	1	1	1	1	1	1
15 西台一丁目	0	0	0	50	0	0	0	0

F2: 前面面 F3: 主画面 ESC+0: 次頁 ESC+1: 前頁
ESC+3: トップ頁 *被害*

注: この画面は模擬データを使用

図 10. 町丁目別被害一覧

システムを訓練モードで稼働させ職員の訓練を支援する訓練処理、過去の被害を再生表示する過去被害表示処理などがある。

3.5 オーディオ・ビデオシステム

このシステムは、防災センター内の情報伝達、情報連絡を効率よく行うことを目的としたものであり、災害時に区の中核となる災害対策本部室は、このシステムによって防災情報処理システムと連動した電子会議システムとして機能する(図13.)。

災害対策本部室に設置された100インチビデオプロジェクタスクリーン(2面)には、日本語とグラフィックCRT画像をはじめとしてVTR再生画像、一般TV放送、書画カメラ装置の各種画像・映像情報が表示できる。2面のスクリーンは、それぞれ独立に画像・映像ソースを選択できるような構成されており、例えば片方に被害状況図、他方にその地区の被害一覧表を表示するというような多様な情報提供が可能である。

3.6 その他の設備

大量の図画、文書形式の支援情報の検索、更新、蓄積を行う光ディスクを用いた情報ファイリングシステムFile Ace-1000、システムに安定な電源を供給するCVCF装置、及び直流電源装置、地震の振動からコンピュータシステムを保護する免震装置などがある。

4. む す び

地方自治体の総合防災情報システムの事例として、板橋区防災情報システムについてその概要を紹介した。

このシステムの稼働後、板橋区で大きな災害は発生していないが、操作訓練、防災訓練、一般見学、予防策検討などを通して所期の目的を達成しつつある。このシステムは、いわゆる社会システムとして位置づけられるものであり、近年社会的関心の強い防災対策の強化に貢献することを目的に、システムを開発し、導入した意義は極めて大きく、今後の地方自治体における防災情報システムのモデルとして注目を集めている。

これからも、都市化の進展や市街地の拡大による災害の危険性は増大し、防災情報システムの必要性はますます高まるものと考えられる。更に、防災について調査・研究を重ね、システムの充実、高度化に努めていきたい。

最後にこのシステムの開発、運用に当たって御指導、御協力いただいた関係各位に感謝する次第である。



図 11. 浸水 シミュレーション



図 12. 延焼 シミュレーション

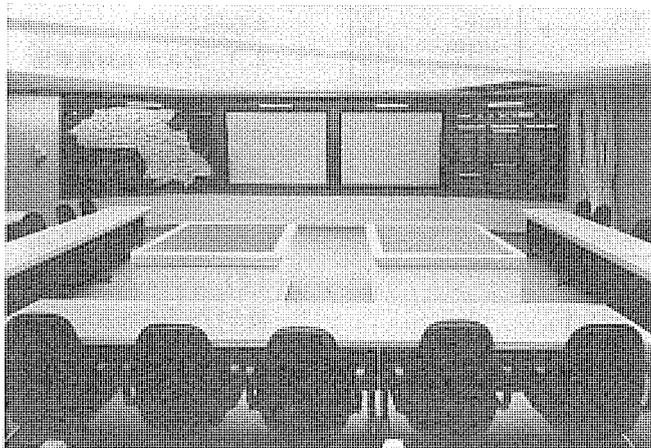


図 13. 災害対策本部室

診療オーダリング方式による病院情報システム

山本修三*・金山茂敏**

1. ま え が き

従来の病院情報処理は、医療費算定と請求を行う医事会計システム、検査業務の効率化を実現する臨床検査システム、薬剤の入出庫を行う在庫管理システムなどの個別システムが中心であった。病院情報システムの総合化は、個別システムの組合せで実現する場合が多く、伝票（処方せん・検査せん・会計伝票など）から個別システムへ情報を入力していた。

情報伝達手段として伝票が存在している限り、誤記・誤読や紛失などが発生する可能性を内在しているため、事務の正確性向上や患者サービスの向上に限度がある。近年、この問題を解決するため、病

表 1. 病院概要

(1) 外来診療科
・内科 小児科 外科 整形外科 脳神経外科 皮膚科 泌尿器科 産婦人科 耳鼻科 眼科 歯科 ・救急センター
(2) 病棟
第1病棟 第2病棟 第3病棟 重症患者集中治療室 産婦人科病棟 5階病棟 6階病棟 7階病棟 8階病棟
(3) パラメディカル部門
放射線科 検査科 薬局 理学療法科 栄養科
(4) 患者数
外来患者数 1日平均 900人 病棟 400床

院情報システムを患者診療情報の発生源である診療部門から、システム化の対象とする診療オーダリング方式（発生源入力方式ともいう）で構築する方法が検討されている。この方式は、今後の病院情報システムの主流となるものである。

このたび、済生会神奈川県病院に納入した病院情報システムは、ホスト計算機に《MELCOM EX 850》を導入し、病院内にオフィスマイナル《MELCOM 5000 EV シリーズ》を配置した、診療オーダリング方式のシステムである。このシステムでは、外来診察室や病棟で発生する診療情報を医師の入力によって収集し、関連部門へ配信するペーパーレス指向（伝票や報告書を最小限にする方針）で構築されている。診療オーダリング方式を採用した病院情報システムは、全国で約20病院で導入されつつあるが、対象となる診療行為にはかなりの差異がある。このシステムは、ペーパーレス指向のためすべての診療行為を入力でき、全国的に見ても高水準の機能を持っている。システムは昭和61年11月から一部稼働しており、ここにその内容と特長を報告する。

2. システム概要

済生会神奈川県病院は、表1.に示すように外来患者数1日平均900人、病床数400床の総合病院である。病院情報システムの導入に際し、患者サービスの向上と病院の近代化を促進するため、

(1) 会計待時間・投薬待時間の短縮

(2) 重複診療防止など診療体系の質的向上

(3) 事務作業軽減による作業効率と精度の向上

(4) 人的資源の有効活用と病院経営の改善

を実現することを目的とした。これを達成する病院情報システムの基本処理方式として、診療オーダリング方式が採用された。

2.1 システム対象業務

病院の組織は、患者の診療を行うため次の部門から構成される。

(1) 外来患者の診療を行う外来診療部門

(2) 入院患者の診療・看護を行う病棟診療部門

(3) 診療方針に基づき診療部門を支援する診療支援部門

(4) 病院の経営や運営を行う事務部門

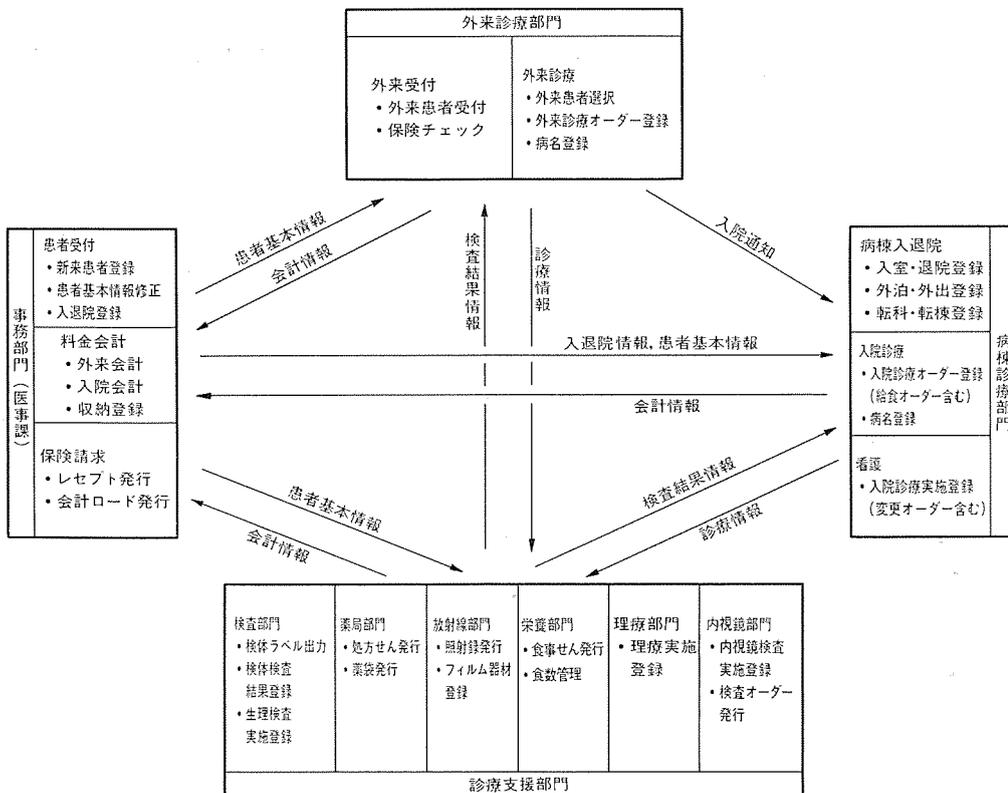


図 1. 病院組織と関連図

これらの部門間は、診療情報と診療に対する会計情報が伝達されている。図1. は部門間の情報関連図である。各部門のシステム業務概要を以下に説明する。

2. 1. 1 外来診療部門

外来診療部門は外来受付業務と外来診療業務がある。

- (1) 外来受付では受診患者の登録を行い、カルテに対応した保険の有効期限チェックを行う。
- (2) 外来診療は各診察室で診療を開始する患者の選択と、投薬・検査など診療行為全般の診療オーダーを作成する。また、患者の病名登録も行う。更に、過去の診療内容や他科の診療内容が検索できる。

2. 1. 2 病棟診療部門

この部門では入院診療業務と看護業務及び病棟入院退院業務がある。

- (1) 入院診療は外来診療と同様に診療行為全般の診療オーダーを作成するが、日サイクルの実施条件(毎日、1日ごとなど)とオーダーの有効期限を指定する。また、給食に関するオーダーが含まれる。病名登録や診療内容の検索も外来診療と同様に行える。
- (2) 看護では入院診療で指示された当日看護予定表に従い、オーダーの実施状況を登録する。また、オーダー外の看護内容も登録する。
- (3) 病棟入院退院は、入院時の入室登録や退院登録、外泊などの移動登録、転科・転棟の登録を行う。

2. 1. 3 診療支援部門

診療支援部門は医療技術部門とも呼ばれ、対応する診療オーダーを得て、それを実施する部門である。

- (1) 検査部門は検査オーダーをもとに検査作業を行う。検査には検体検査(血液、尿などの検査)と生理検査(患者検査)があり、検体検査では検査オーダーから計算された検体採取情報をもとに、検体採取も行われる。検体検査結果は技師の検取により、ホスト計算機に登録される。
- (2) 薬局は投薬オーダーに従い調剤作業を行う。投薬オーダーは処方せんとして出力され、薬剤名・投与量・投与方法を得ることができる。
- (3) 放射線科は画像オーダーに従い撮影作業を行う。画像オーダーは照射録として出力され、撮影方法・部位・方向を入手できる。撮影終了後、使用したフィルムの種類や枚数を会計情報として登録する。
- (4) 栄養科は給食オーダーにより調理・配膳作業を行う。給食オーダーは食事せんとして出力されるが、新規発生時や変更時に出力

される。食事せんには食種(一般食、治療食)と調理に関する注意事項が印字され、食数管理を行うことが可能である。

(5) 理学療法科は診療支援部門ではあるが、理学療法に関する実施済診療オーダーを登録する。

(6) 内視鏡検査室は生理検査部門の一つであるが、病理検査のオーダーや実施済みの注射オーダーを登録する。また、検査に使用した器材を会計情報として登録する。

2. 1. 4 事務部門

事務部門は主に医事課が中心である。患者受付業務や料金会計業務、保険請求業務がある。

- (1) 患者受付は、新来患者の登録やカルテ・診察券の発行を行う。また、再来患者の保険情報変更時など、変更情報の登録も行う。更に、入院や退院の登録も行う。
- (2) 料金会計は、外来診療部門や病棟診療部門、診療支援部門の診療オーダー実施情報から、医療費の算定と患者負担分の収納登録を行う。
- (3) 保険請求は、医療費の内、保険負担分の請求に必要なレセプト(診療報酬明細書)の出力を行う。

2. 2 システムの特長

診療オーダー方式のこのシステムは、次の特長を備えている。

(1) 機能分散情報集中型のシステム構成

図2. はこのシステムの概要構成図である。ホスト計算機《MELCOM EX 850》は、病院内で発生する診療情報や会計情報を、データベース化して蓄積している。外来診療部門・病棟診療部門・診療支援部門は、《MELCOM 5000 EV シリーズ》でシステム化されている。検体検査室の汎用ミニコン《MELCOM 70/50》は、臨床検査システムを構築している。これらの計算機や端末は、光ファイバを使用した《MELNET R-12》を介して接続されている。

システムの処理方式として、5000 EV シリーズやミニコンは、現場対応業務を円滑に実現する分散処理端末の位置付けである。業務中は必要な情報をホスト計算機により入手後、個々のシステム単独に動作するため応答性も良い。

(2) ペーパーレス指向の診療オーダー入り

各診療部門で発生する診療オーダーは、投薬・検査など多岐に及ぶ。しかし、ペーパーレス指向のため、診療行為全般のオーダーが登録可能である。したがって、伝票の起票作業がなくなり、誤読や紛失など

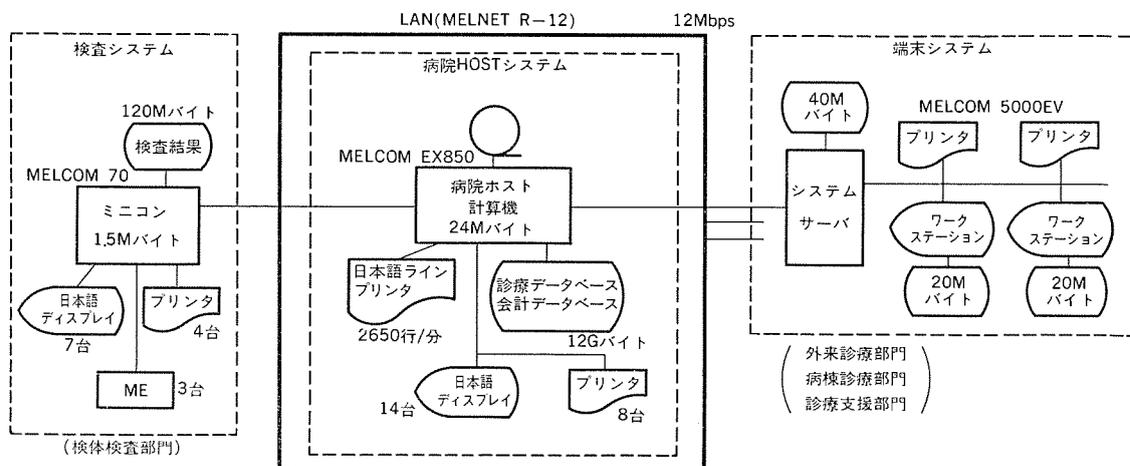


図2. システムの概要構成図

の問題が解決できる。

外来患者の場合、投薬オーダーはオーダー発生時、薬局へ送信されるため投薬待時間の短縮、また料金会計時は、会計情報が入力済みのため会計待時間の短縮が実現できる。

(3) 診療情報と会計情報の分離

診療情報と会計情報は、蓄積後の扱い方が相異なるため、用途に合わせたデータベース構造になっている。すなわち、前者は過去の診療内容をオーダー発生日単位に検索可能な構造に、後者は月末のレポート処理の円滑化と特定の費用算定項目（月一度しか算定できない指導管理料など）が検索可能なように、同一会計内容を単位に管理している。

診療情報と会計情報は、診療情報の実施登録時に、システムで変換を行い計算精度の向上が図られている。また、この分離方式のため、会計業務の単独稼働も可能となっている。

(4) 診療オーダー作成に適した画面切換方式

5000 EV シリーズの2多重並行処理機能を使用し、診療オーダー作成業務と診療情報検索業務が、同時に行えることが可能である。他科診療内容や過去の診療内容及び検査結果（検査単位表示や項目単位の時系列表示）が検索でき、診療行為の最適化が行え、診療の質的向上も実現できる。また、診療時間の短縮も可能である。

3. システムの処理機能

病院の部門ごとに、このシステムの機能を図3.に示す。図中のオーダー業務とは、診療オーダーの作成・登録を行う機能であり、そのオーダーを得て処理される機能を、オーダー関連業務と表現している。また、ローカル業務は、入手したオーダー情報を各部門単独で処理する

機能である。

オーダー業務とオーダー関連業務の関係を、図4.の外来患者システムフローと、図5.の入院患者システムフローで説明する。

3.1 オーダー業務

オーダー業務は、このシステムの中核業務である。診療オーダーの内容的分類を表2.に示す。オーダーには各々特異性があり、扱う情報も相異している。オーダー作成時の画面構成は、オーダーの質に合わせ、オーダー対応となっている。ホスト計算機へは、5000 EV シリーズで編集された統一形式の情報として登録される。

オーダー作成はすべてコード入力で行うが、コード不明時は、薬効・略称・コードの各検索機能（HELP機能）で、選択入力が可能である。また、簡易入力機能として、症状に応じた診療内容をセット化した診療セット入力、患者単位の過去登録したオーダーを使用するDO入力機能がある。これらのオーダーを修正し、オーダーを作成することも可能である。

オーダー実施方法の指定も、通常以外に緊急指定、予約指定が可能である。緊急指定は通常オーダーより優先して実施することを指示し、予約指定は当日以外（次回来院時など）に実施することを指示する機能である。

外来診療部門では、オーダー登録後オーダーの内容に従う順路案内票の出力がなされ、患者はその順に院内を移動すればよい。投薬オーダーが含まれる場合、薬の引換券も兼ねる。図6.は順路案内の出力例である。

病棟診療部門では、オーダーの実施条件に従い、当日分や翌日分に実施するオーダーが抽出される。この情報は病棟へ送信され、看護予定表となる。実施登録時、画面には予定表と同様な内容が表示され、

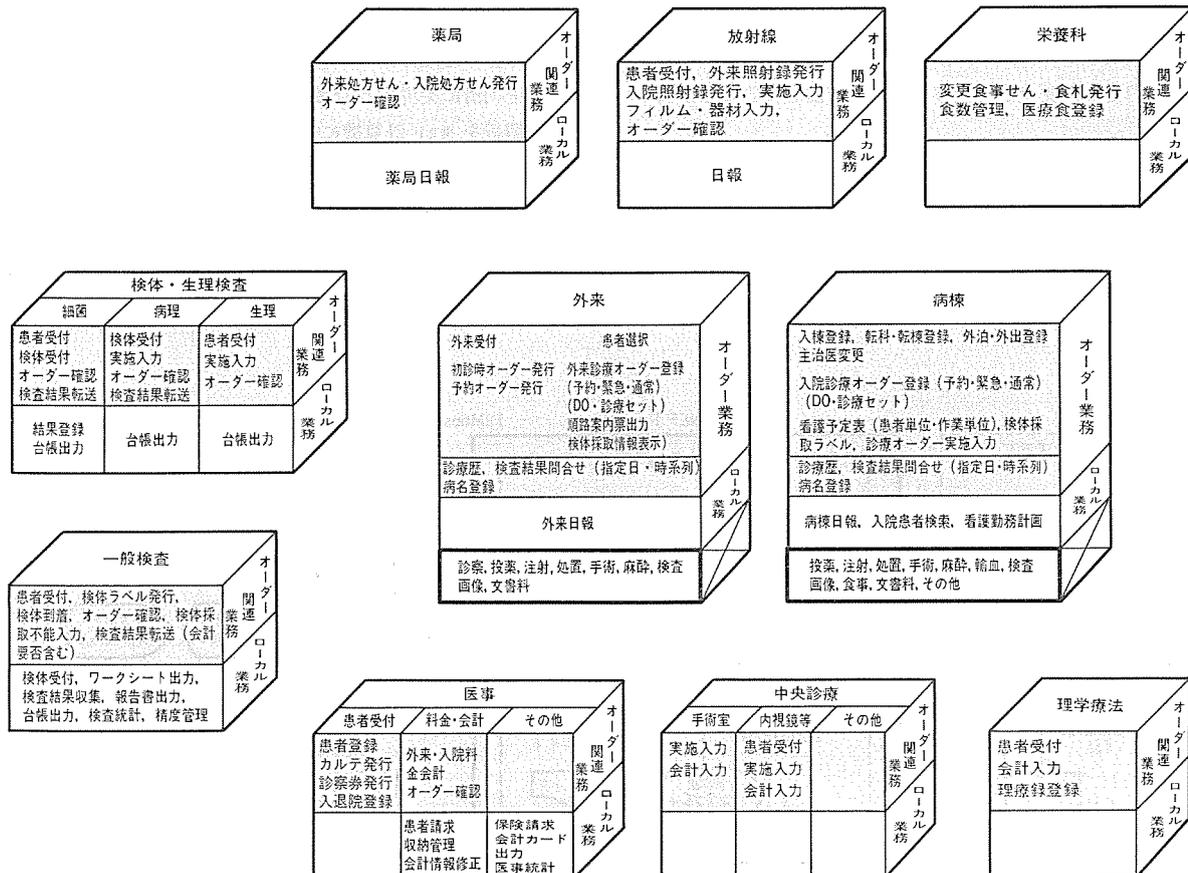


図3. システムの処理機能図

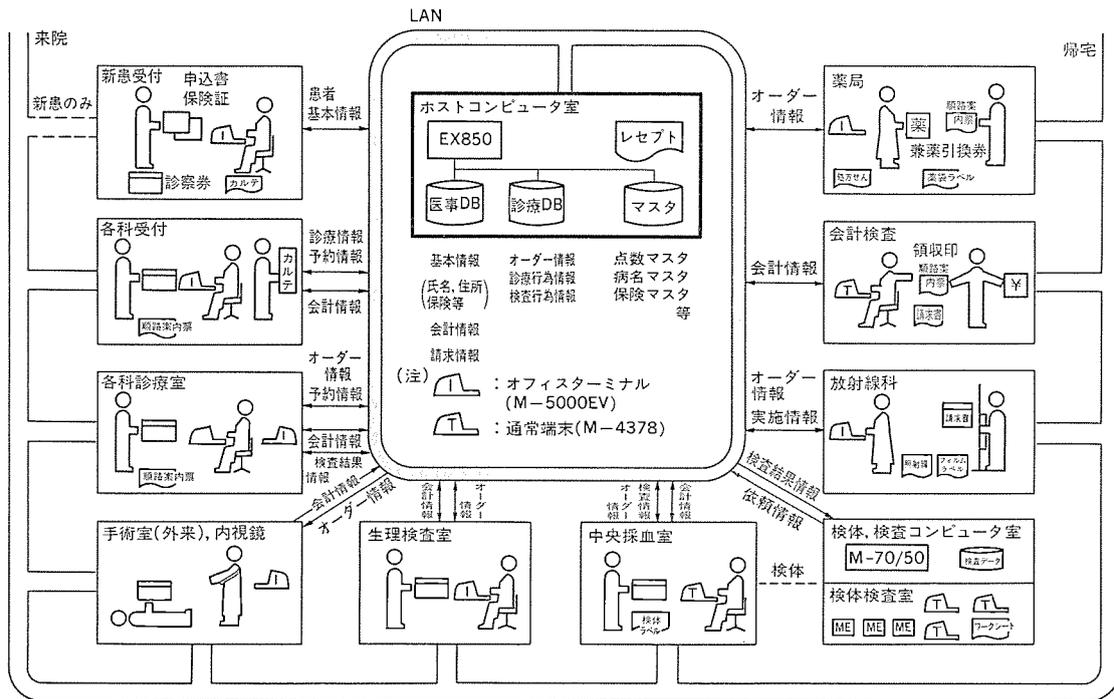


図 4. 外来患者 システムフロー

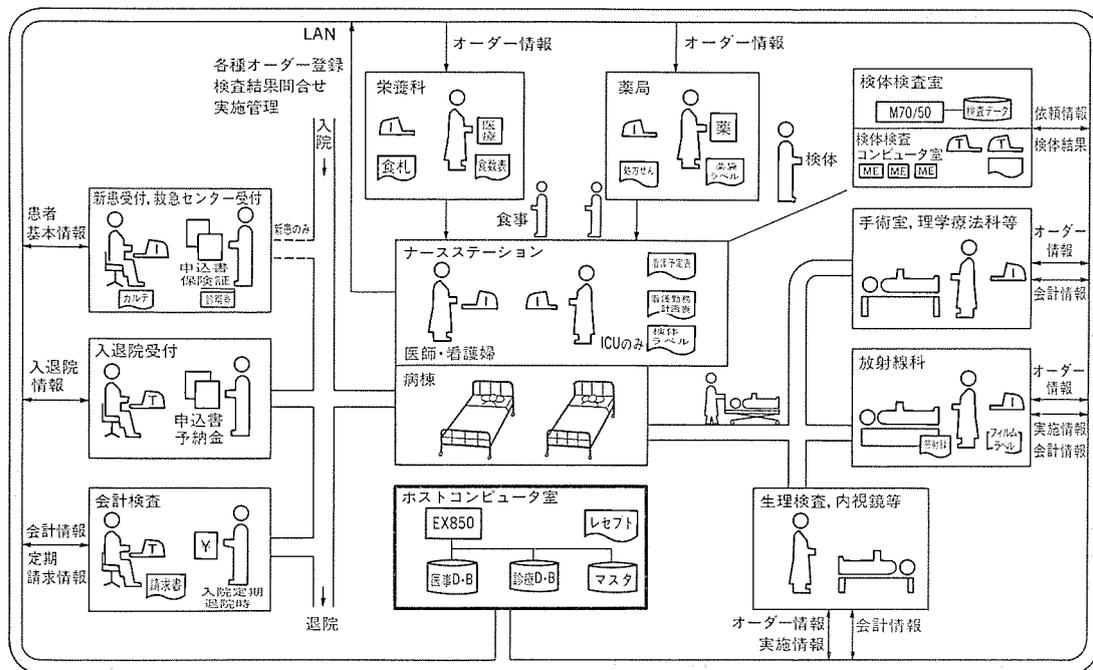


図 5. 入院患者 システムフロー

看護部門の実施登録の操作性を向上させる。

3.2 オーダー関連業務

この業務を行うためのシステム機能は、各部門ごとに相異なる。薬局機能は外来患者の投薬オーダーの自動送信機能と、入院患者の投薬オーダーに対する一括送信機能がある。後者は病棟指定で行われるため、診療データベースから必要な投薬オーダーが抽出される。薬局システムは投薬オーダーを処方せんとして出力する。

放射線科の機能は、受付に到着した患者の画像オーダー送信機能と、撮影後各撮影室で入力するフィルム種別・枚数をオーダー単位に登録する機能がある。ホスト計算機から送信される画像オーダーは、照射

録・フィルムラベルとして受付で出力される。

検査科の機能は、検体採取室の採取情報表示機能と検査業務機能がある。採取室では到着した患者に対する検査オーダーから、検体採取容器の種類と本数が、検体ラベルとして出力され、検査システムへ検査オーダーが送信される。外来採取や病棟採取の場合は、検体受付機能で送信される。検査システムでは、検査作業に必要な作業手順が出力でき、検査結果は自動分析装置からのオンライン収集機能、端末から入力する機能で収集される。検査終了後、ホスト計算機の診療データベースに格納する。格納された検査結果は、診療部門で検索できる。生理検査・内視鏡検査は、患者到着時患者番号の入力で検査

オーダーが送信され、実施登録を可能としている。

栄養科の機能は、変更オーダーの検索表示機能で、新規発生の給食オーダー、食事内容の変更、食止め・再開のオーダーの発生有無が検索できる。変更オーダーは栄養科システムに送信され、食事せんや食札として出力できる。

医事課の機能は、計算対象患者の入力で登録済会計対象情報が表示され、確認後、料金会計を行う機能と収納機能がある。外来患者では会計ごとに請求書が出力され、入院患者に対しては、一括して請求書が出力される。収納機能は未納登録や入金登録で、患者単位の費用管理を行う。

4. システム構成

4.1 ハードウェア構成

ハードウェア全体構成を図7に示す。

(1) 《MELCOM EX 850》のハードウェア構成

EX 850は、ディスク容量12Gバイトで診療情報の長期保存(3年の予定)と会計情報の3か月保存を行う。日本語ラインプリンタは、レポートや統計資料の出力に使用する。

表2. 診療オーダーの内容分類

種別	オーダー内容
10	初診、再診、指導管理の有無などの診察に関するもの
20	内服、外用、とん服で使用する薬剤や投与方法を指定する投薬オーダー
30	皮下筋肉内注射など注射種別と注射薬を指定する注射オーダー
40	創傷処置、救急処置など処置種と薬剤と器材と指定する処置オーダー
50	手術種、輸血などを指定する手術オーダー
60	生化学検査、血液学検査などの検体検査と超音波検査などの生理検査を指定する検査オーダー
70	造影剤撮影、単純撮影などの撮影種 部位、方向を指定する画像オーダー
80	理学療法、文書料の指定を行うオーダー
90	入院患者に対する食事内容を指定する給食オーダー

日本語ワークステーションや日本語シリアルプリンタは、直結の端末として接続している。医事課端末を直結にしているのは、LAN障害発生時でも会計業務を行えるための処置である。モデム接続端末としては、診察券発行機と患者登録用の《MELCOM 5000/15EV》がある。

(2) 《MELCOM 5000 EVシリーズ》の構成

院内に配置している5000 EVシリーズは、システムサーバ55 EVと複数のワークステーション35 EVからなるクラスタ構成が基本である。

55 EVはホストと接続され、40 Mバイトのディスクに設置場所共通の情報を格納している。入力端末である35 EVには、日本語シリアルプリンタと20 Mバイトのディスクを接続している。

(3) 《MELCOM 70/50》のハードウェア構成

70/50の120 Mバイトのディスクには、検査結果を1か月間保存できる。自動分析装置は臨床検査端末を介して接続している。また、

順路案内

下記の順路でお送り下さい。

受診日 87/03/07
患者ID 87000030 内科 DR. システム

● ● ● 子 殿 S. 32/02/26生 (30才01/16) 女
診 接 注 様 園 政 管

順序	行先	階	窓口	オーダーNO.
<input type="checkbox"/>	01 中央採血室	本館 2	30	68800038
<input type="checkbox"/>	02 放射線科受付	本館 1	14	78800014
<input type="checkbox"/>	03 計算窓口	本館 1	3	
<input type="checkbox"/>	04 薬局	本館 1	7	28800033

受付日 87/03/07 *外来薬引換券* オーダーNO. 28800033
内科 DR. システム

受引換番号 039 ● ● ● 子 殿 (87000030) 診 接 注 様 園 政 管
S. 32/02/26生 (30才01/16) 女

図6. 患者順路案内表例

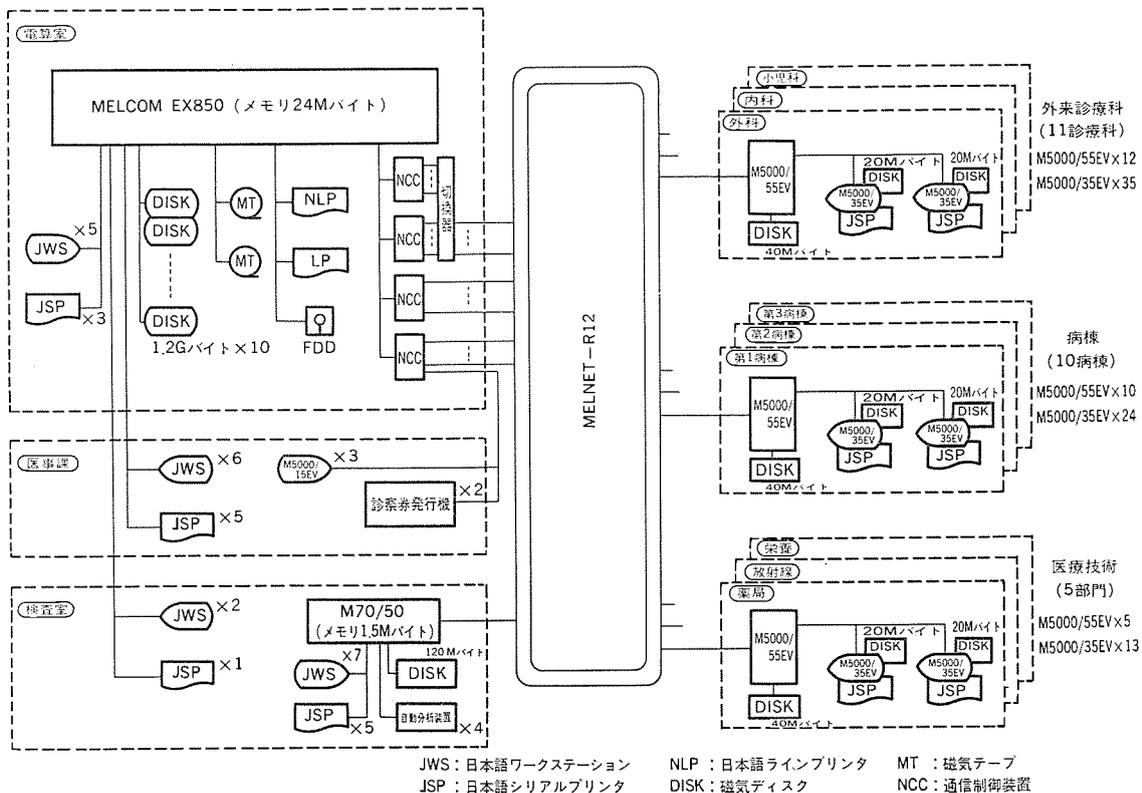


図7. ハードウェア構成図

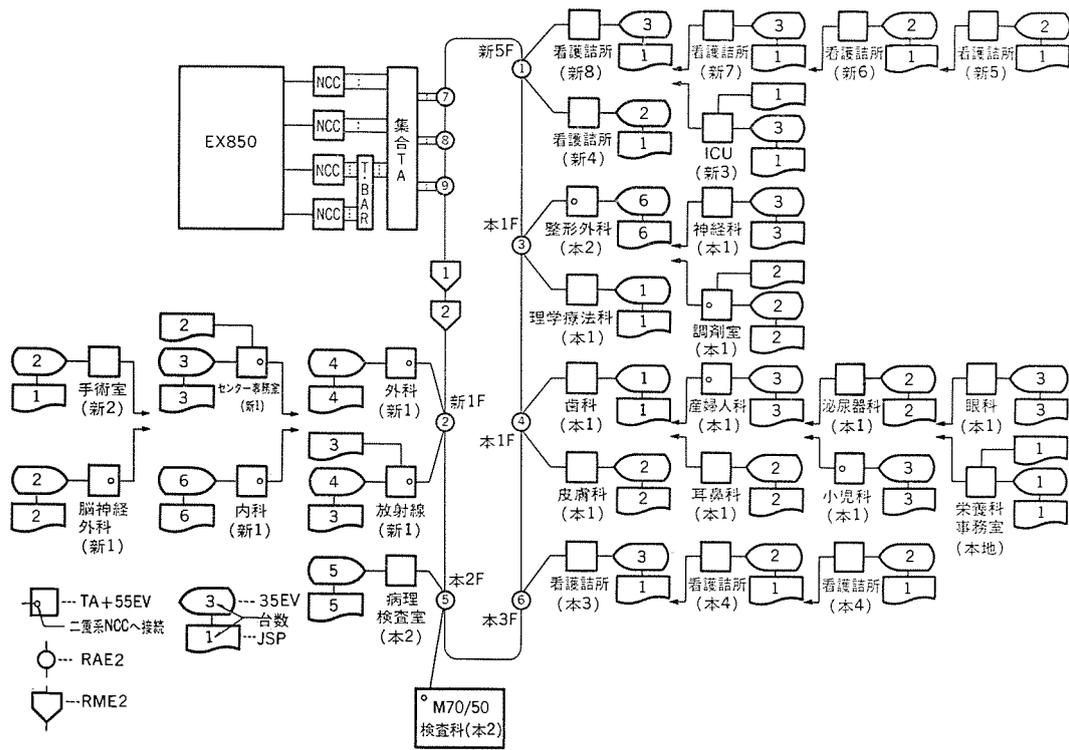


図 8. 院内ネットワーク構成図

端末は検査部門（生化学検査，血液学検査など）対応に，日本語ワークステーションや日本語シリアルプリンタを接続している。

(4) 《MELNET R-12》のハードウェア構成

院内伝送路である R-12 は，6心の光ファイバを使用し，リング管理装置 (RME 2) 2台で，二重化対策と拡張性を考慮した構成である。また，リングアクセス装置 (RAE 2) と端末アダプタ (TA) により，EX 850 や 55 EV 及び 70/50 が接続されている。図 8. は院内のネットワーク構成図である。

4.2 ソフトウェア構成

図 9. にこのシステムのソフトウェア体系図を示す。EX 850 では，オペレーティングシステムである GOS/VS，オンライン制御システム CIMS II，データベース管理システム EDMS II のもとで，業務プログラムが動作している。通信制御システムは VTAM で，5000 EV シリーズと M 4378 PT (パケット) 手順，70/50 と IRSS (Intelligent Remote Station Support) 手順を使用し接続されている。

55 EV は，基本ソフトウェア日本語 MP/M と M 4374 PT 通信管理ソフトウェアが動作し，35 EV は日本語 MP/M のもとで，M 4374 端末エミュレータと業務ソフトウェアが動作している。

70/50 は，オペレーティングシステム UOS とオンライントランザクションシステム UOS-TP のもとで，業務ソフトウェアが動作している。ホスト接続手順である IRSS 手順は，回線制御プログラム LCP と UOS-TP で実現されている。

5. 将来機能

診療オーダーリングシステムの最大の利点は，病院内に配置された端末から，患者診療情報を用途に応じ検索できることである。現在は患者単位の診療情報を蓄積している段階であるが，この情報を再編集し医学研究に役立てることが可能となる。また，診療情報以外の情報を扱うことも可能である。そこで本章では，このシステムの将来機能

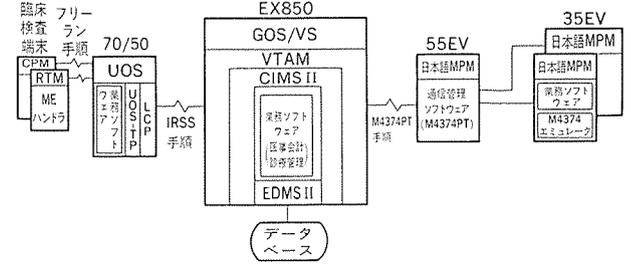


図 9. ソフトウェア構成図

を述べる。

(1) 病歴システムの開発

検索する診療情報の質的向上を図るものである。診療情報を病名別に分類し，病名に対する診療内容のチェックや症例検索を可能とする。また，手術後の追跡調査などの個人病歴の管理も行う。

(2) 物流・予約情報システムの開発

病院内には診療情報以外に，薬や器材の物流情報も存在している。この情報も伝票が主であり，物流システムの開発により，一層の事務効率の向上が期待できる。また，診療待時間・検査待時間を短縮する予約情報のシステム化も，患者サービス向上を図る上で必要である。また，部門内のローカル業務の充実も今後の課題である。

6. むすび

このシステムは稼働後，約6か月を経過した。当初発生していた外来診療時間の増大も解消され，システム導入以前の診療時間に納まりつつある。今後は，現在評価中の病棟診療部門の稼働を実現し，先に述べた将来機能の開発を検討していく予定である。

最後に，このシステムの構築に当たり，御指導と御援助をいただいた済生会神奈川県病院総合情報システム部各位を始めとし，関係各位に対し厚く感謝の意を表する次第である。

酸素富化装置を用いた高効率オゾンナイザシステム

本多 敏一*・難波 敬典**・田中 政之*・久川 義隆*

1. ま え が き

オゾンは酸素原子だけで構成される酸化剤であり、その非常に強い酸化力から、公害防止の分野を始め広く環境改善分野へと利用が拡大してきている。特に、最近の公共関連水処理分野では、①上・下水の高度処理、②水資源の確保、③親水環境の保全と創造が叫ばれ、上水処理場における臭気除去によるおいしい水作りや、下水処理場での放流水の再利用などが最重要課題とされてきている。

こうした中で、現在まで二次公害のでないオゾンを利用した水処理は、水中の有害物質や COD の除去、殺菌、脱色、脱臭などを目的として数多くの実績を重ねるとともに、工業的にオゾンを製造するオゾンナイザも年々大容量化してきている現状にある。しかしながら、現状の空気原料オゾンナイザのエネルギー効率は5~7%程度の低い値であり、オゾンは大電力を消費するといった批判の声が高く、オゾンを大量に安価に発生させる技術開発が今日急務となっているといえる。

無声放電を使ったオゾンナイザは、従来から空気を原料としたものが主であり、オゾンナイザの改良、空気乾燥装置などの改良により、オゾン発生コストは限界近くまで下げられている。これを打破して、更にオゾン発生のための消費エネルギーを低減する方法として、SF₆やHeを原料ガスに添加する方法やパルス放電法が提案されているが⁽¹⁾⁽²⁾、いまだ実用には至っていない。

一方、原料気体を空気から酸素に替えると、オゾンの生成量は同一電力で2倍以上に増加することが古くから知られている⁽³⁾。しかし、生成オゾン濃度が数%と低いので、原料酸素製造のためのエネルギーコストが大きいこと、酸素発生設備のコストが高価なことなどにより一過的に酸素を原料ガスとして使用するオゾン発生法は、経済性が成り立たないとされてきた。一方、空気中の酸素濃度を高濃化した原料気体(酸素富化空気)を得る手段として、深冷分離法、吸着分離法、膜分離法などがあるが、その中で吸着分離法は最近、従来に比べ低温・低圧力で動作させるPSA(Pressure Swing Adsorption)方式の装置が開発され、エネルギーコスト、設備コストの大幅な低減が可能となってきた。筆者らはこのPSA式酸素富化装置とオゾンナイザを組み合わせた新しいオゾンナイザシステムの開発を行い、システムとして大幅な省エネルギー化、簡素化及び設備面積の縮小を実現した。

この報告は、吸着分離法を用いた酸素富化型オゾンナイザシステムと今後の上下水道プラントへの適用効果について述べる。

2. 原料気体の酸素高濃度化法

簡単に得られて、しかもオゾンの生成効率を高められるガスとして酸素が唯一の実用ガスといっても過言ではない。

ここでは、新しい技術や新素材技術の開発により進歩の著しい酸素発生技術の現状とその消費電力量について述べる。現在、実用若しくは開発段階にある酸素生成方法は、深冷分離法、選択透過膜分離法と吸着分離法がある。

2.1 深冷分離法

深冷分離法による酸素の製造は、原料空気を断熱膨脹により液化し、窒素と酸素の沸点差(窒素 -195.8°C, 酸素 -183.0°C)を利用した精留により酸素と窒素に分離する。現在の酸素、窒素の大部分はこの方法で生産されている。この方法で精製される酸素の純度は99.6~99.8 Vol%で、酸素精製電力量が最も小さい全低圧式空気分離装置の場合、0.45~0.6 kWh/Nm³である⁽⁴⁾。ただし、装置が複雑で建設費が高く、運転に常時2~4人を要するので極めて大容量のオゾンナイザシステムにしか適用できないと考えられる。

2.2 選択透過膜分離法

このガス選択透過膜を用いた酸素濃縮法は、最も新しい技術で、酸素を選択的に透過させる高分子膜を用いて医療用、酸素富化燃焼装置等に実用されている。この方法で得られる酸素濃度は28~35%で、電力消費量は0.07~0.09 kWh/Nm³である。しかし、高分子膜の特性上、加湿ガスが得られるので、オゾンナイザシステムに適用する場合には乾燥設備が必要である。乾燥設備の動力をも含めた電力消費量は0.17~0.2 kWh/Nm³になる。酸素富化ガスの生成電力は小さいが、得られるガスの酸素濃度が低いので、オゾン発生器と組み合わせた全システムの消費電力は、従来の空気原料オゾン発生装置より多くの電力を必要とする。したがって、現状の酸素選択透過膜を用いたオゾン発生システムは経済性の点で実用は困難であろう。

2.3 吸着分離法

吸着分離法は、吸着剤に対する窒素と酸素の吸着選択性により分離する方法で、吸着剤として5A型、13X型やモルデナイト系のゼオライトが用いられる。これらの吸着剤は、酸素よりも窒素を選択的に吸着するので、吸着装置からは酸素濃度の高い気体が排出され、一方吸着された窒素を主成分とするガスは減圧吸引若しくは吸着時より低い圧力に下げることにより脱着排気される。図1は装置の一例で、連続的に酸素を得るために3塔の吸着塔で構成された吸着分離式酸素発生装置である⁽⁵⁾。生成酸素の純度はアルゴンが吸着されな

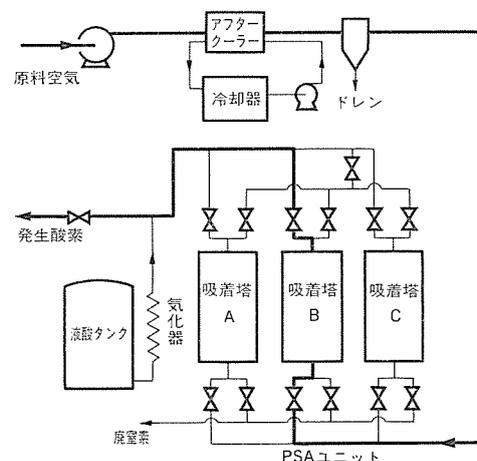


図 1. 吸着分離式酸素発生装置

いので、最大 95.5 Vol % で残り 4.5 Vol % のアルゴンと微量の窒素を含む。電力消費量は 0.5~1.0 kWh/Nm³ と深冷分離法に比べて高いが、酸素濃度を低くすることにより、電力消費量を格段に下げることができる。また、装置が簡素で操作も原則として自動運転で定期的な保守管理以外に人員を必要としない。

3. 酸素富化型オゾナイザシステム

原料ガスとして高濃度酸素ガスを得る方法の中で吸着分離方式が最も実現性が高いが、単に従来仕様の吸着式酸素発生装置とオゾン発生装置を組み合わせただけでは、空気式のオゾン発生装置とほぼ同等の電力消費が必要であり、また設備費は空気式オゾン発生装置の 1.3~1.5 倍になる。ここでは、吸着分離装置を酸素発生装置としてではなく、空気中の酸素濃度を上げる酸素富化装置として用いる新しい概念に基づいたオゾナイザシステムを提案し、まず生成酸素の低濃度化がオゾン発生システムの省電力化にどのように影響するかを、低温低圧下で動作させる最新の PSA 式酸素発生装置の小型実験機の結果を用いて試算するとともに、パイロットプラントにより実証テストを行った。

3.1 システムのシミュレーション

(1) シミュレーションの条件

オゾン発生装置の無声放電条件は、放電空けき長を 1.2 mm、放電密度 0.3 W/cm²、放電ガス圧力 1.7 ata とし、オゾン発生器へ供給する冷却水はチリグユニットを用いて 15°C に強制冷却とする。原料ガス組成は酸素濃度範囲を 70~95 % とし、酸素濃度の 5 % がアルゴン、残りを窒素とした。PSA 式酸素発生機から供給される上記組成の原料ガスを用いた場合の放電電力は図 2. で示される。酸素濃度の低下、オゾン濃度の増加に従って放電電力は増加する。

PSA 式酸素発生装置は、その生成酸素濃度を 60~95 % の範囲に設定して運転したときの補器を含めた全消費電力は図 3. であった。同図から酸素濃度を下げることにより、大幅に酸素生成電力が低減できる。なお、酸素富化空気を取り出し圧は 1.3 ata で、吸着剤の再生圧力は 0.5 ata である。また、オゾン発生器への供給圧である 1.7 ata への昇圧は酸素用ブロワで行う。

(2) シミュレーションの結果

上記のデータに基づいて、電源やトランスの電力ロス、オゾン発生器の冷却用電力や酸素昇圧ブロワなどの消費電力を含めたシステム全体の消費電力を、各動作条件に対応して試算すると図 4. で表せる。図中破線は従来装置である空気原料オゾン発生装置の全消費電力を表している。この結果から、PSA 式酸素発生装置で 70~80 Vol %

の濃度の酸素を供給し、50~60 g/Nm³ のオゾン濃度を発生させれば、全消費電力はオゾン 1 kg 当たり 16 kWh 程度の最小値になる。この電力は従来法に比べて約 24 % の低減に相当する。

3.2 実証プラント

シミュレーション結果から PSA 式酸素発生装置を酸素富化装置とするオゾン発生システムは、大幅な省エネルギー化が図れることが判明したので、オゾン発生量 0.5 kg/h のシステムを製作し、実証テストを行った。

装置構成の概略フローを図 5. に示す。この装置は酸素富化装置、ガス圧縮機、オゾナイザ、電源装置、冷却装置で構成されている。

3.2.1 構成機器の概要

(1) 酸素富化装置は、一定のサイクルタイムで吸着動作と吸着剤再生動作を交互に行う。吸着工程にある吸着塔は、原料空気は塔下部から供給され、塔内の脱湿ゾーン、熱交換ゾーンを経由して窒素吸着剤充てん部に送られる。ここでは、易吸着性の窒素が選択的に吸着され、難吸着性の酸素とアルゴンを主体とする酸素富化ガスを吸着塔から排出する。一方、再生工程では選択的に吸着された窒素を減圧ポンプで脱着して吸着剤の再生を行う。吸着剤の再生が完了すると、吸着塔内に酸素富化ガスを吸着動作圧力まで充てんして次の動作に入る。この装置では、これら吸着、再生工程を低温条件下で行うので吸着塔には熱交換器が装備されている。試験に用いた装置の定格能力は、20 Nm³/h (酸素濃度 93 Vol % 時)、吐出圧力最大 1.3 ata であり、また取り出し酸素富化ガス中の酸素濃度を平滑化する目的で、吸着塔を 4 塔で構成している。

(2) ガス圧縮機

オゾン水処理に用いる場合、一般にはオゾン反応設備でのオゾンの溶解効率を考慮して、オゾン反応槽の有効水深を 4~5 m にしている。ここでの水頭損失及び配管系での圧力損失を考慮すると、オゾナイザ出口の圧力は 1.7 ata 程度を必要とする。酸素富化装置の吐出圧力は、消費電力を最小にするために 1.3 ata に設定されているので、1.7 ata までの昇圧にガス圧縮機を用いる。オゾン使用圧力が 1.3 ata 以下の場合には、このガス圧縮機は不要となる。

(3) オゾナイザ

ここでは、原料ガスとして酸素富化空気を用いることから、従来の空気原料に比べ、より高密度放電が可能なオゾナイザを用い、電源に 1,000 Hz の電流型インバータを用いた。また、オゾナイザの冷却は冷却装置により 15°C 一定となるように保った。

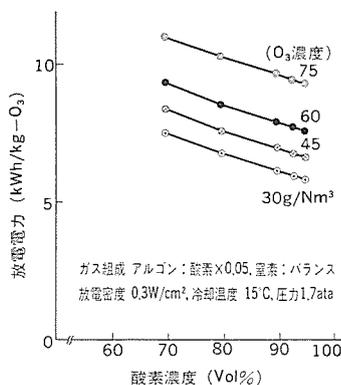


図 2. 酸素濃度と放電電力の関係

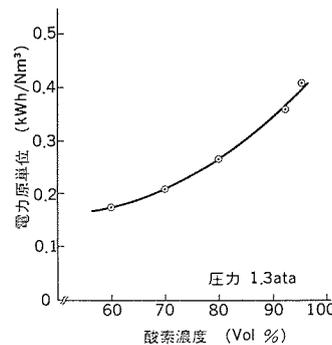


図 3. PSA 酸素富化装置における電力消費量

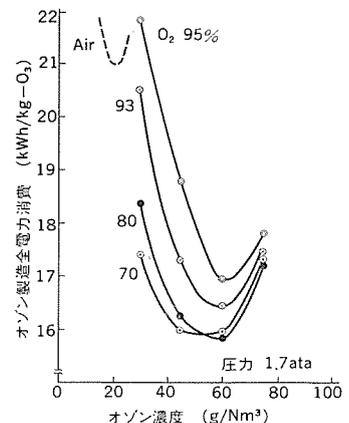


図 4. オゾン発生条件と電力消費の関係

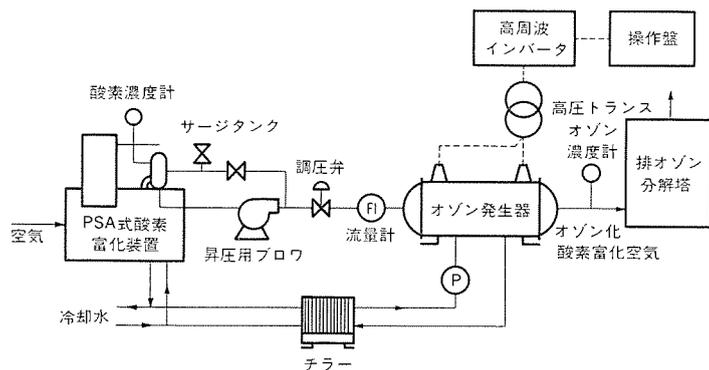


図 5. 実証プラントのシステムフロー

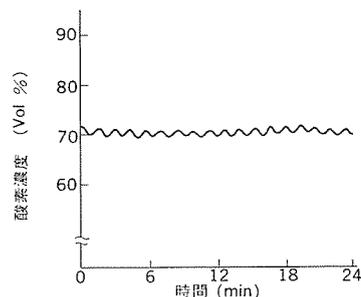


図 6. PSA 酸素富化装置の生成酸素濃度の変動

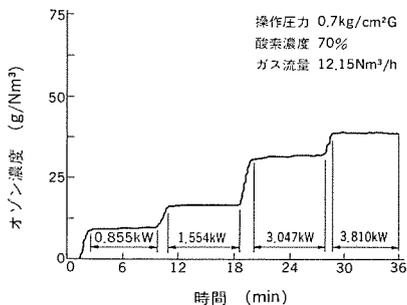


図 7. 発生オゾン濃度の安定性

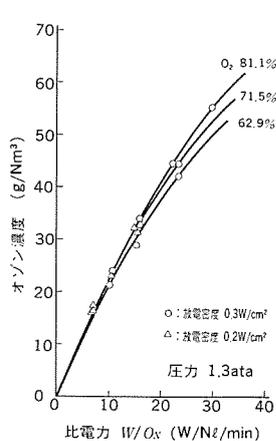


図 8. オゾン発生特性(1)

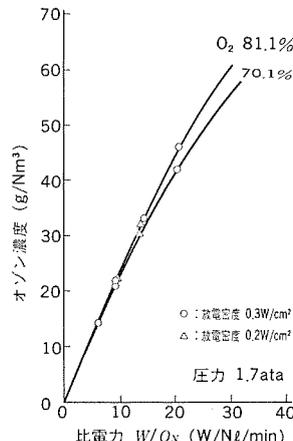


図 9. オゾン発生特性(2)

3. 2. 2 試験結果

酸素富化装置とオゾナイザを組み合わせたオゾナイザシステムの運転結果を以下に示す。

(1) 酸素濃度

酸素富化装置で供給されるガス中の酸素濃度の時間変化の一例を図 6. に示す。同図から平均酸素濃度を 70% に設定して運転した場合の濃度変動幅は、±1% 程度と非常に小さいことが分かった。また、この状態でオゾナイザへの投入電力を、ステップ状に変化させたときの運転データを図 7. に示すが、一定の投入電力に対しオゾン濃度はほぼ一定値を保ち、酸素富化装置で生成した酸素富化ガス中の酸素濃度の変化がオゾン発生に与える影響はほとんどないことを確認できた。また、生成ガス露点は -50~-60°C であった。

(2) オゾン発生特性

事前のシミュレーション結果から、酸素濃度 70~80%、オゾン濃度 50~60 g/Nm³ の条件が省エネルギーの面から最適であることを確認しており、パイロットプラントでは酸素濃度 60~80% とし、操作圧力を 1.3, 1.7 ata で運転を行った。供給ガス流量当たりの投入電力 (W/O₃) と生成オゾン濃度の関係を図 8., 図 9. にそれぞれ示す。同図から放電密度 0.2~0.3 W/cm² の範囲では放電密度がオゾン発生に与える影響は小さく無視できた。放電空げき内圧力は 1.3 ata と 1.7 ata とでは 1.7 ata の方が高い効率を与えている。これは酸素原料のオゾン発生で既に報告されている傾向、すなわち放電ギャップ 1.2mm では 1.6~2.0 ata の圧力が最も高い効率を与えることと合致している⁽⁶⁾。

表 1. 酸素富化型オゾナイザシステムの全消費電力

酸素濃度 (Vol %)	運転圧力 (kg/cm²G)	オゾン濃度 (g/Nm³)	放電電力 (kWh/kg-O₃)	冷却系 (kWh/kg-O₃)	PSA (kWh/kg-O₃)	その他 (kWh/kg-O₃)	全消費電力 (kWh/kg-O₃)
60	0.3	40	9.28	2.35	4.43	0.28	16.34
		50	10.26	2.57	3.54	0.31	16.68
		60	11.62	2.88	2.96	0.35	17.81
70	0.3	40	8.34	2.13	5.30	0.25	16.02
		50	9.17	2.32	4.24	0.28	16.01
		60	10.29	2.53	3.54	0.31	16.72
70	0.7	40	8.12	2.08	5.73	0.25	16.18
		50	8.65	2.20	4.53	0.26	15.69
		60	9.28	2.35	3.84	0.28	15.75
80	0.3	40	8.03	2.07	6.40	0.24	16.79
		50	8.60	2.19	5.12	0.26	16.17
		60	9.21	2.33	4.28	0.28	16.10
80	0.7	40	7.63	1.97	6.84	0.23	16.67
		50	7.96	2.05	5.46	0.24	15.71
		60	8.32	2.13	4.53	0.25	15.28

表 2. 酸素富化型オゾナイザシステムの標準仕様 (概略値)

型名	オゾン発生量 (kg/h)	オゾン濃度 (g/Nm³)	オゾン化酸素富化空気量 (Nm³/h)	酸素(富化空気)濃度 (Vol %)	放電電力 (kW)	消費電力 (kW)	補給水量 (ℓ/min)
OX-10 E	10	55	182	75	86	166.6	15.5 (7.5)
OX-20 E	20	55	364	75	172	321.5	20 (10)
OX-30 E	30	55	546	75	253	474.4	25 (13)
OX-40 E	40	55	728	75	344	634.3	36 (24)
OX-50 E	50	55	910	75	430	793.1	42 (30)
OX-60 E	60	55	1,091	75	516	951.5	52 (35)

注 (1) オゾン発生器吐出圧力 1.7 ata
 (2) 冷却方式 チラー+クーリングタワー
 (3) 冷却水量の () 値は PSA 式酸素富化装置内真空ポンプの軸封水を回収するシステムとした場合

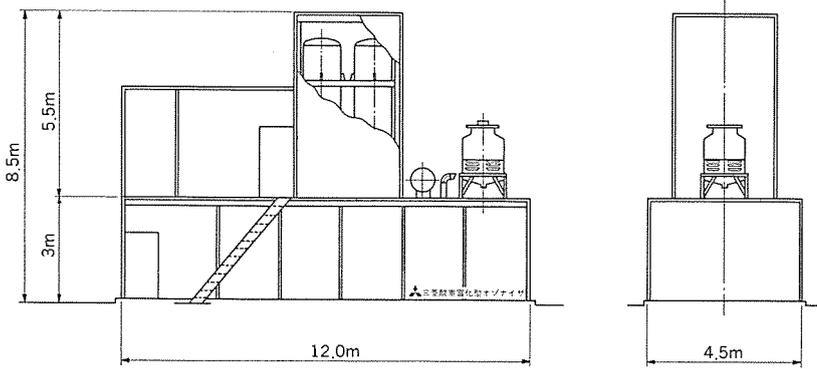


図 10. 酸素富化型 オゾン 発生器 システム の外形図 (オゾン 発生量 20 kg/h, 全機器屋外設置例)

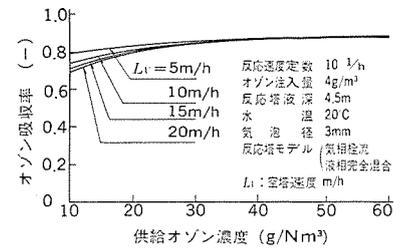


図 11. 供給オゾン濃度とオゾン吸収率の関係

(3) 酸素富化型オゾナイザシステムにおける全消費電力

上記オゾン発生特性を基に各酸素濃度、圧力下における単位オゾン発生量当たりの全消費電力を表 1. に示す。これらの結果から実用上の範囲で、全消費電力が 15~16 kWh/kg となり、これまでの空気を原料としたオゾナイザシステムでの全消費電力 21 kWh/kg に対して、約 25 % の省エネルギー化となっている。消費電力が先に示したシミュレーションの結果に比べて若干小さいのは、主に放電電力の違いによる。シミュレーションではアルゴンを酸素の 5 Vol % 混合した原料ガスとして測定した放電電力を使用した。酸素富化装置から供給されるガスのアルゴン濃度は、酸素回収率が 60~70 % であることから 7~8 % と見積られる。このアルゴン濃度の違いがオゾン発生の放電電力に差を与えている原因の一つと考えられる。

4. 酸素富化型オゾナイザシステムの仕様と適用例

4.1 酸素富化型オゾナイザシステムの仕様

酸素富化装置と高放電密度オゾナイザを組み合わせたオゾナイザシステムは、酸素富化装置、ガス圧縮機、オゾン発生器、冷却装置、高電圧変圧器、高周波インバータ及び制御盤で構成されている。特にこのシステムでは、大容量のオゾン発生において優れた経済性を示し、オゾン発生量 10~60 kg/h を標準としている。このシステムの標準仕様を表 2. に、また全機器屋外設置の場合の機器外形図を図 10. に示す。

4.2 酸素オゾナイザシステムの水処理への適用

水処理にオゾンを用いる場合、気相中のオゾン液相に溶解吸収させるオゾン反応プロセスが必要である。この場合、供給したオゾンをいかに有効に使用できるかが重要な問題であり、例えばオゾン反応槽でのオゾン吸収効率が小さいと供給オゾン量を大きくせざるを得ないため、オゾナイザは大きくなり、建設コスト、ランニングコスト、敷地面積などの増加となり、また排オゾン量が多くなるため、排オゾン処理コストの増加につながる。このため、オゾン吸収効率を改善することは、反応槽設備を小型化できるとともに、オゾン水処理システム全体に対する経済的効果は極めて大きいと言える。このオゾナイザシステムは、生成オゾン濃度が従来の空気原料方式に比べ 2~3 倍高い (20 g/Nm³→55 g/Nm³) という特長を持っており、オゾンの吸収速度は増大することになる。このシステムを上水プロセスに適用した場合の供給オゾン濃度とオゾン吸収率の関係の一例を図 11. に示す。

同図から空塔速度が 10 m/h の場合のオゾン吸収率は、従来のオゾン濃度 20 g/Nm³ の場合 81.5 %、このシステムによるオゾン濃度 55 g/Nm³ の場合 88.0 % となり、約 6.5 % の改善となる。更に、同一空塔速度の条件では、このシステムの場合、生成オゾン濃度の比率分

(20 g/Nm³/55 g/Nm³=1/2.8) だけ供給原料ガス量が少なく、したがって反応槽断面積は 1/2.8 で済むことになる。

このシステムでは、原料ガスの酸素濃度は 75 % であり、空気式の酸素濃度 21 % に比べはるかに大きい。その結果、オゾン処理水の溶存酸素濃度は、空気式の場合の 9 mg/l 程度に比べ、このシステムの場合は約 3 倍の 30 mg/l 程度と高くなる。上水処理の場合、オゾン処理後に BAC 処理を実施すると、水中のアンモニア性窒素が硝化・除去されるが、この場合、アンモニア性窒素 1 mg/l に対し、3.4 mg/l の酸素が必要とされる。したがって、空気式の場合のアンモニア性窒素の除去量 2.6 mg/l に対し、このシステムの場合では 8.8 mg/l まで除去可能となり、水質汚濁の進んでいる上水源でも十分対処できる。また、下水処理では、オゾン処理後の排酸素富化空気を活性汚泥処理に利用することにより、汚水中の溶存酸素量を供給するための送気ブローアの送気量を低減させることが可能となる。

このような付加価値は、上下水処理分野での高度処理を一段と実用性の高いシステムに換えるものと考えられる。

5. むすび

大型オゾナイザを必要としている上下水処理や製造プロセスでの使用に対応すべく、酸素富化型オゾナイザシステムを開発し、オゾン発生量 10~60 kg/h のものを製品化した。このシステムは従来の空気原料オゾナイザシステムに比べ、約 25 % の省エネルギー化を実現するとともに、その利用において様々なメリットの出る可能性を持っている。このオゾナイザシステムの実用化により、一層の環境改善が促進されることを望む次第である。

参考文献

- (1) 岡崎・小駒：オゾナイザにおける SF₆ の効果，昭和 57 年度文部省科学研究費総合研究(A)，p. 26 (昭 58-3)
- (2) 山部ほか：高効率大容量新型オゾナイザの開発，昭和 60 年度文部省科学研究費補助金試験研究(2) (昭 61-3)
- (3) V. E. Crowell & T. C. Manley: Ozone Chemistry and Technology, American Chemical Society, p. 304 (1959)
- (4) 化学工学協会編：酸素および窒素(深冷分離法)，化学プロセス集成，p. 137 (昭 45)
- (5) D. W. Break: Zeolite Molecular Sieves, John Wiley & Sons, p. 699 (1974)
- (6) 田中，田畑，静電気学会誌，7(3)，150 (1983)

ICB蒸着法による成膜技術

伊奈照夫*・花井正博*・山西健一郎**・伊藤弘基*・小林正洋*

1. ま え が き

ICB (Ionized Cluster Beam) 蒸着法は、イオンを用いた新しい薄膜形成技術として注目を集め、国内外の主要大学や大手民間企業の研究機関で、その適用技術が研究開発され、一部実用段階に入っている。

ICB 蒸着法は高真空中で蒸着材料をイオン化し、物理的及び化学的エネルギーを与えることによって、従来の真空蒸着法やスパッタ法では得られない高品質な薄膜を形成することができる。また、その質量に対する電荷量が、従来のイオンプレーティング蒸着法と比べて非常に小さいので、低電流でイオンビーム蒸着ができる。

これまでの研究によると、イオンの存在は薄膜形成の初期における核形成過程で、微細な核の形成を促進するという効果が解明された。

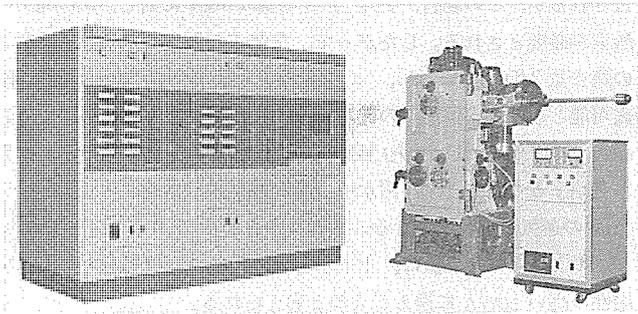


図 1. m-ICB 蒸着装置 (D52 型) の外観

表 1. ICB 適用技術

方法	ガン台数	ガス導入		蒸着材料	分野別運用例			
		有/無	ガス種類		電子部品	オプト	表面改質	半導体
ICB	1	無	—	Au Al ZnS PbF ₂ MgF ₂ Cu FeNi Cr BaF ₂ Si Ti SiO CoNi Se	接点 電極 EL プリント基板 磁気センサ 下地膜	ミラー ミラー 透過膜 透過膜 透過膜		バックコート 配線 フォトマスク 三次元 IC 抵抗体
	2	無		GaAs CoCr	磁性膜			
R-ICB	1	有	H ₂ O ₂ O ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ SnO ₂	a-SiH 絶縁膜 絶縁膜 ガスセンサ 透明電極	太陽電池 絶縁膜 絶縁膜 ガスセンサ 透明電極	透過膜 透過膜 透過膜	硬質膜 硬質膜 硬質膜 硬質膜	絶縁膜 絶縁膜 誘電膜 絶縁膜
		有	N ₂ N ₂ N ₂ N ₂	AlN TiN Si ₃ N ₄			硬質膜 硬質膜 硬質膜	誘電膜 絶縁膜
	2以上	有	O ₂ O ₂	PbTiO ₃ BaTiO ₃		赤外センサ 赤外センサ		

また、イオンのもつ物理的エネルギーは、横方向のマイグレーションエネルギーと膜成長方向のパッキングエネルギーに変換され、高付着力、高密度の均質な膜が得られる。また、その化学的エネルギーは、ストイキオメトリ（化学的質量比）を向上させ、物理的エネルギーとあいまって膜の結晶性、配向性を変化させることができる。

当社製 m-ICB 蒸着装置 (図 1.) を用いて、これまで各種薄膜の成膜技術を開発し、蒸着加工データを蓄積してきた。そして現在も、多元酸化物などの未知の薄膜の蒸着加工技術を開発中であるが、今回報告する成膜加工データは、リアクティブ ICB 蒸着法 (ガス雰囲気中で金属イオンビーム蒸着することによって、酸化物、窒化物薄膜などを形成する蒸着法) によって得たアモルファスシリコン薄膜及び幾つかの酸化膜、窒化膜についてである。m-ICB 蒸着装置の加工方法と適用分野を表 1. に、また加工データとその特長を表 2. に示す。

2. ICB 蒸着法による成膜例

2.1 R-ICB (リアクティブ-ICB) 蒸着法の原理

ICB 蒸着法は、高真空中でクラスターと呼ぶ塊状原子集団を形成し、それをイオン化、加速することによって化学的エネルギー及び物理的

表 2. ICB 蒸着加工データ

分類	蒸着膜	基板	成膜加工データ			特長
			加速電圧 (kV)	イオン化電流 (mA)	基板温度 (°C)	
単層膜	Au	Cu	2~5	500	R. T.	強付着力 高反射率
	ZnS	Ge	3	500	R. T.	強付着力 耐熱性
	ZnS	Si	3	100	R. T.	強付着力 耐熱性
	Au	フェライト	2~7	500	125	強付着力
	SiO	Si	2	100	R. T.	強付着力 高透過率
	PbF ₂	ZnS	0.5	500	120	強付着力
2層膜	Cu	PES	3	200	100	強付着力 ピンホールが少ない
	ZnS/Ge	Cu	3	200	R. T.	強付着力 高反射率
	SiO/Ge	Cu	2	200	R. T.	強付着力 良反射特性
アモルファス	CoNi/Cr	Al	5	400	200	磁気特性可変
酸化膜	a-Si:H*	ガラス	5	200	130	Si-H 結合性可変
	SiO ₂	Si	2	100	200~300	ち密性 ステップカバレッジ良
	TiO ₂ *	Si	3	200	200	結晶性可変 低基板温度成長
	Fe ₂ O ₃ * Fe ₃ O ₄	ガラス	0~3	200	300	結晶性可変 ストイキオメトリ可変
	ZnO*	Si	0.3	300	170	C 軸優先配向
	PbO*	Si	0.3	500	R. T.	(111) 軸優先配向
窒化膜	ZrO ₂ *	Si	2	100	200	低圧酸化成長 低基板温度成長
	TiN*	Si	0~3	200~400	300	結晶性可変 ストイキオメトリ可変

注 * 本文で詳しく紹介する。

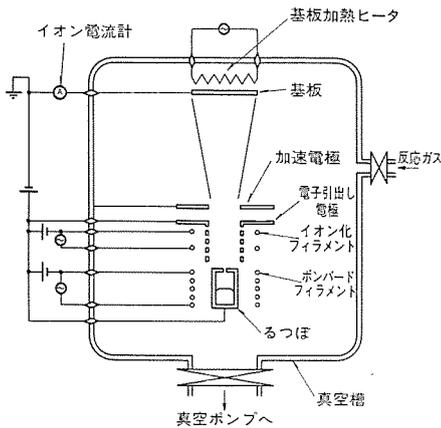


図 2. R-ICB 蒸着装置の概略図

エネルギーを与え、基板に射突させて薄膜を形成する方法である。クラスターを形成するには、るつぼを高温に加熱して中に充てんした蒸着物質を蒸気化させ、るつぼに設けた小孔（ノズル）から高真空中に噴出させることにより、断熱膨脹に基づく過冷却状態を起こす。このクラスターは、数百個程度の原子が緩く結合した状態をとる。クラスターのイオン化は、るつぼ上方に設けたイオン化部で電子照射することによって行う。また、イオン化したクラスターに電界を与えることによって加速する。イオン化されなかった中性クラスターもノズルから噴出した速度で基板に到達し、膜を形成する⁽¹⁾。

R-ICB 蒸着法とは、酸素、窒素、水素などの反応ガス雰囲気中で ICB 蒸着することによって、蒸着物質とこれらのガスを反応させ、酸化物、窒化物、水素化物などの薄膜を形成する方法である⁽²⁾。図 2. に R-ICB 蒸着法 の 概 念 図 を 示 す。反 応 ガ ス は 高 真 空 (10^{-6} Torr 程度) に排気された真空中に流量調節バルブで調整しながら、 10^{-4} Torr 程度の真空度になるまで導入される。この反応ガスが分子運動によって基板に到達したとき、ICB イオン源から基板に到達したイオンクラスター又は中性クラスターと反応して化合物を形成する。分子運動によって基板に到達するガス分子の数は、ガス分圧が 3×10^{-4} Torr で、1 秒間に 1 cm^2 当たり約 10^{17} 個である。また、イオン源のイオン化部に侵入した反応ガスは、るつぼから噴出したクラスターと同

表 3. a-Si:H 薄膜の成膜条件

	(a)	(b)	(c)	(d)
加速電圧 V_a (kV)	5			
イオン化電流 I_i (mA)	200			
基板温度 T_s ($^{\circ}\text{C}$)	250	200	190	130
水素分圧 P_{H_2} (Torr)	6×10^{-4}			
蒸着速度 D (nm/min)	4			
膜厚 T (nm)	450	450	460	430

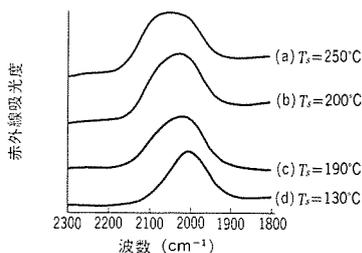


図 4. a-Si:H 薄膜の赤外線吸収ピークの基板温度依存性 (加速電圧一定)

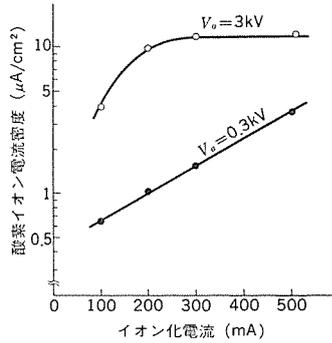


図 3. 酸素イオン電流密度の加速電圧及びイオン電流依存性

様に、一部イオン化され、電圧加速によって物理的エネルギーを付与されて基板に到達する。イオン化された反応ガスは、イオンのもつ化学的活性作用及び付与された物理的エネルギーによって、蒸着物質との反応が促進される効果をもっている。

図 3. に酸素ガスがイオン化、加速されて基板に到達する量を測定した結果を示す。加速電圧 V_a が 0.3 kV の場合、イオン化電流を増加していくと基板に入射するガスイオン量も増加していく。加速電圧 V_a が 3 kV の場合、ガスイオン量はイオン化電流が 300 mA 付近で飽和し、約 $15 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ になる。これは、1 秒間に 1 cm^2

当たり、約 10^{14} 個のガスイオンが基板に到達したことになる。

2.2 アモルファスシリコン (a-Si:H) 薄膜⁽³⁾

a-Si:H 薄膜は、水素を反応ガスとして用いる R-ICB 蒸着法によって得られる。 10^{-6} Torr 程度の高真空中に排気された真空中に 6×10^{-4} Torr の水素ガスを導入し、ICB イオン源からシリコン蒸着を行った。このときの成膜条件を表 3. に示す。形成した a-Si:H 薄膜の特性は、フーリエ変換を用いた赤外分光分析計を用いて、シリコンと水素の結合状態を調べた。シリコンと水素の結合状態は、 SiH 、 SiH_2 、 $(\text{SiH}_2)_n$ 、 SiH_3 と 4 種類があり、振動モードによって赤外線の吸収スペクトルが異なる。

図 4. に加速電圧を一定とし、基板温度を変化させて形成した a-Si:H 薄膜の $2,000 \text{ cm}^{-1}$ 付近の赤外線吸収スペクトルを示す。結合状態が SiH であれば $2,000 \text{ cm}^{-1}$ にピークを示し、 SiH_2 又は $(\text{SiH}_2)_n$ であれば $2,090 \sim 2,100 \text{ cm}^{-1}$ にピークを示し、 SiH_3 であれば $2,140 \text{ cm}^{-1}$ でピークを示す。図からシリコンと水素の結合状態はほとんど SiH か又は SiH_2 (又は $(\text{SiH}_2)_n$) であり、そのピーク値の相対比が加速電圧及び基板温度によって変化するが、一定の傾向はもたず、今回の蒸着条件の中では、加速電圧 V_a が 5 kV、基板温度 T_s が

表 4. TiO_2 薄膜の成膜条件

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
加速電圧 V_a (kV)	0.3	3			
イオン化電流 I_i (mA)	200				
基板温度 T_s ($^{\circ}\text{C}$)	300	200	100	R. T.	
酸素分圧 P_{O_2} (Torr)	3×10^{-4}				
蒸着速度 D (nm/min)	6				
膜厚 T (nm)	100				

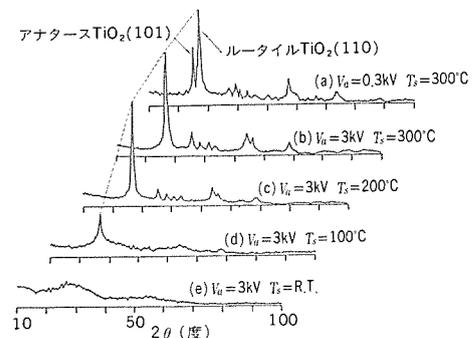


図 5. TiO_2 薄膜の X 線回折パターン (結晶構造の加速電圧及び基板温度依存性)

表 5. 酸化鉄薄膜の成膜条件

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
加速電圧 V_a (kV)	0			1	3
イオン化電流 I_i (mA)	0	150	300		
基板温度 T_s (°C)	300				
酸素分圧 P_{O_2} (Torr)	3×10^{-4}				
蒸着速度 D (nm/min)	6				
膜厚 T (nm)	300				
結晶性	アモルファス	Fe_2O_3	Fe_2O_3 (C軸配向)	Fe_2O_3	Fe_3O_4

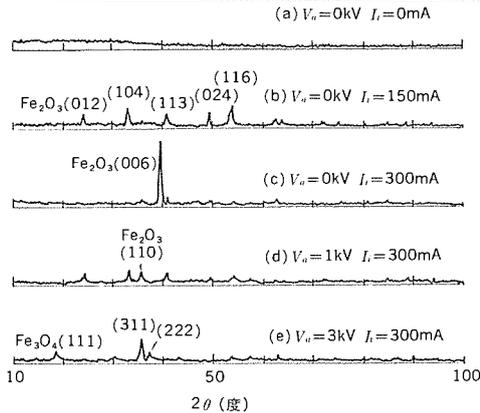


図 6. 酸化鉄薄膜の X 線回折パターン (結晶構造の加速電圧及びイオン化電流依存性)

表 6. ZnO 薄膜の成膜条件

	(a)	(b)	(c)
加速電圧 V_a (kV)	3	1	0.3
イオン化電流 I_i (mA)	300		
基板温度 T_s (°C)	175	165	
酸素分圧 P_{O_2} (Torr)	4×10^{-4}		
蒸着速度 D (nm/min)	20	19	4.5
膜厚 T (nm)	300		100

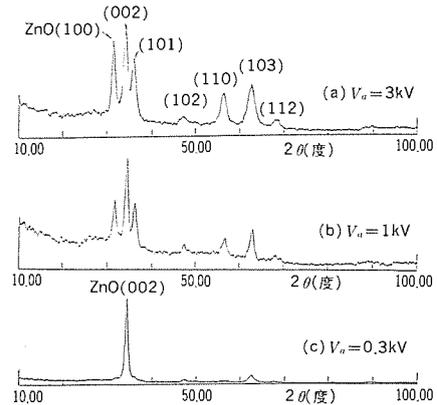


図 7. ZnO 薄膜の X 線回折パターン (結晶性の加速電圧依存性)

130°C の場合で SiH の結合の割合が最も多い。

2.3 酸化チタン (TiO₂) 薄膜⁽⁴⁾

TiO₂ 薄膜は、酸素を反応ガスとして用いる R-ICB 蒸着法によって得られる。加速電圧及び基板温度を変化させて成膜した条件を表 4. に示す。TiO₂ 膜は、ルチル型とアナタス型の二つの結晶構造をもっている。R-ICB 蒸着法で TiO₂ 膜を形成すると、加速電圧によって結晶構造が変化する。表 4. に示された条件で成膜した TiO₂ 薄膜の X 線回折結果を図 5. に示す。加速電圧 V_a が 0.3 kV の場合には、ルチル型とアナタス型の両方の結晶構造をもつが、加速電圧 V_a が 3 kV の場合には、アナタス型の結晶構造は見られなくなり、ルチル型の結晶構造だけが認められた。

次に加速電圧 V_a が 3 kV 一定で、基板温度を 300°C から室温まで下げていくと、200°C では 300°C の場合と同じルチル型の結晶構造をもつが、100°C になるとルチル型の結晶構造を示す X 線回折強度は減少し、室温になると X 線回折パターンにピークを示さないアモルファスになる。このように、TiO₂ 薄膜は基板温度 T_s が 200°C 以上で加速電圧によって結晶構造が変化することがわかった。

2.4 酸化鉄 (Fe₂O₃, Fe₃O₄) 薄膜⁽⁵⁾

酸化鉄薄膜は、酸素を反応ガスとする R-ICB 蒸着法によって得られる。イオン化電流及び加速電圧をパラメータにして表 5. に示す成膜条件で酸化鉄薄膜を作成した。そして、表 5. に示す条件で成膜した酸化鉄薄膜の X 線回折結果を図 6. に示す。図からイオン化電流 I_i が 0 mA、加速電圧 V_a が 0 kV の場合には、X 線回折パターンにピークを示さないアモルファス状薄膜が得られた。イオン化電流 I_i を 150 mA とした場合には、Fe₂O₃ (ヘマタイト) の結晶が得られ、更にイオン化電流 I_i を 300 mA とすると、Fe₂O₃ の C 軸に優先配向した膜が得られた。また、イオン化電流 I_i が 300 mA で、加速電圧 V_a を 1 kV 印加すると、再び優先配向しない Fe₂O₃ の結晶が得られ、更に加速電圧 V_a を 3 kV にすると、Fe₃O₄ (マグネタイト) の結晶が認められた。このようにイオン化電流と加速電圧を変化させると成膜した

酸化鉄薄膜の結晶性並びにストイキオメトリ (化学的量的比) が変化することが認められた。

2.5 酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜⁽⁶⁾

ZnO 薄膜は、酸素を反応ガスとする R-ICB 蒸着法によって得られる。加速電圧をパラメータとして、表 6. に示す成膜条件にて ZnO 薄膜を形成した。同表の条件にて成膜した ZnO 薄膜の X 線回折結果を図 7. に示す。加速電圧 V_a が 1 kV と 3 kV の場合には、リファレンス (パウダー) の ZnO の X 線回折結果と類似した結晶性の薄膜が得られた。低加速電圧 (0.3 kV) の場合には、C 軸に優先配向した

表 7. PbO 薄膜の成膜条件

	(a)	(b)	(c)
加速電圧 V_a (kV)	0.3		
イオン化電流 I_i (mA)	500	300	200
基板温度 T_s (°C)	R. T.		
酸素分圧 P_{O_2} (Torr)	3×10^{-4}		
蒸着速度 D (nm/min)	6		
膜厚 T (mm)	100		
イオン化電流密度 I_{ion} ($\mu A/cm^2$)	10	4.4	2.2

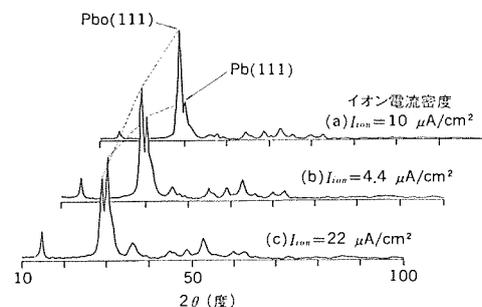


図 8. PbO 薄膜の X 線回折パターン (結晶性のイオン電流密度依存性)

表 8. ZrO₂ 薄膜の成膜条件

加 速 電 圧 V_a (kV)	2
イ オ ン 化 電 流 I_i (mA)	100
基 板 温 度 T_s (°C)	200
圧 力 P (Torr)	5×10^{-6}
蒸 着 速 度 D (nm/min)	6
膜 厚 T (nm)	100

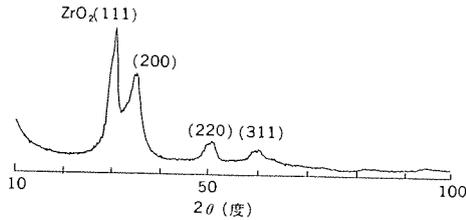


図 9. ZrO₂ 薄膜の X 線回折パターン

ZnO 薄膜が得られた。このように、加速電圧によって結晶の配向性を変えることができるということが明らかとなった。

2.6 酸化鉛 (PbO) 薄膜⁽⁷⁾

PbO 薄膜は、酸素を反応ガスとする R-ICB 蒸着法によって得られる。イオン化電流をパラメータとして成膜した PbO 薄膜の成膜条件を表 7. に、また各条件で形成された膜の X 線回折結果を図 8. に示す。表 7. からイオン化電流を増加させることにより、基板に到達するイオン量が増加する。また、図 8. からイオン量の増加につれて PbO (111) 面の Pb (111) 面に対する X 線回折強度の比が増加していることが明らかである。すなわち、イオンの増加によって Pb の酸化反応が促進されるものと考えられる。

2.7 酸化ジルコニウム (ZrO₂) 薄膜

ZrO₂ 薄膜は、ジルコニウム (Zr) を ICB 蒸着することにより形成する。表 8. に ZrO₂ 薄膜を形成したときの成膜条件を示す。成膜した ZrO₂ 薄膜の X 線回折結果を図 9. に示す。基板温度 T_s が 200°C で結晶化した ZrO₂ 薄膜が得られた。

2.8 窒化チタン (TiN) 薄膜

窒化チタン 薄膜は、窒素と水素の比が 9 対 1 の混合ガスを用いる R-ICB 蒸着法によって得られた。水素を混合しているのは、その還元作用によりチタンの酸化を防止するためである。表 9. に示された成膜条件で作成した窒化チタン 薄膜の X 線回折結果を図 10. に示す。加速電圧 V_a が 0~0.5 kV と低い場合には、Ti₂N の結晶構造を示すのに対し、加速電圧 V_a が 1~3 kV の場合には、TiN の結晶構造を示す。また、加速電圧 V_a が 0.5 kV の場合に得られた Ti₂N 薄膜の結晶性は同じ Ti₂N の結晶性をもつ加速電圧 V_a が 0 kV の場合のものに比べて、(111) 面に優先的に配向している。このように、窒化チタン 薄膜の形成において、前述の酸化鉄薄膜と同様、加速電圧によって、そのストイキオメリー及び結晶配向性を変えることができるということが確認された。

3. む す び

ICB 蒸着法は、イオンを用いた薄膜形成技術で、基板との付着力が強く、膜の密度が高いという特長をもち、更に結晶配向性やストイキオメリーを制御することができる。m-ICB 装置は、この ICB 蒸着技術を各種薄膜プロセスに適用できるように、大面積に高速蒸着できることを目標として開発された。この m-ICB 蒸着装置を用いて、

表 9. 窒化チタン 薄膜の成膜条件

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
加 速 電 圧 V_a (kV)	0	0.5	1	2	3
イオン化電流 I_i (mA)	330	380	350		200
基 板 温 度 T_s (°C)	300				
窒 素 分 圧 P_{N_2} (Torr)	3×10^{-4}				
蒸 着 速 度 D (nm/min)	34	50	50	70	35
膜 厚 T (nm)	100~300				
結 晶 性	Ti ₂ N	Ti ₂ N (111) 面優先配向		TiN	

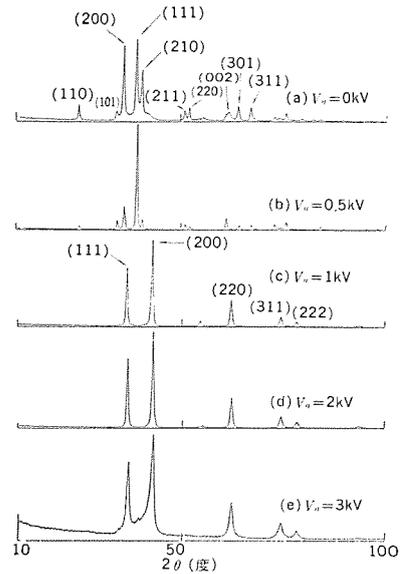


図 10. 窒化チタン 薄膜の X 線回折パターン (結晶性の加速電圧依存性)

表 2. に示すような各種薄膜サンプルを作成し、それぞれの成膜加工データを得た。

今後も、薄膜加工分野の需要に即して、新しい材料の成膜加工データを蓄積するとともに、多元素同時蒸着技術を用いた多元素薄膜の加工データを加えていく計画である。

参 考 文 献

- (1) 伊奈ほか：ICB 蒸着装置，三菱電機技報，60，No. 5，p. 53 (昭 61)
- (2) 高木：薄膜形成におけるイオンの役割，日経エレクトロニクス，No. 279，p. 188 (1981-7-7)
- (3) I. Yamada, I. Nagai, M. Horie, T. Takagi : Preparation of Doped Amorphous Silicon Films by Ionized Cluster Beam Deposition, J. appl. phys., 54, No. 3, p. 158 (1983)
- (4) K. Fukushima, I. Yamada, T. Takagi : Characteristics of TiO₂ Films Deposited by a Reactive Ionized Cluster Beam, J. appl. phys. 58(11) (1985-12)
- (5) K. Hosono, K. Matsubara, H. Takaoka, T. Takagi : Preparation of Iron Oxide (FeOx) Films by Ionized Cluster Beam, Proc. Int. Ion. Eng. Congr. 2, p. 1237 (1983)
- (6) T. Takagi, I. Yamada, K. Matsubara, H. Takaoka : Ionized Cluster Beam Epitaxy, J. Cryst. Growth, 45, p. 318 (1978-12)
- (7) I. Yamada, Y. Hirose, H. Inokawa, T. Takagi : Pb and PbO Films Prepared by ICB Deposition, proc. 4th symp., ISLAT (1986), p. 141.

FD-1800型デジタル超音波探傷器

佐藤 春治*・大木 健市*・榎木 和弘*・杉元 幸郎*

1. ま え が き

超音波パルスの伝搬と反射を利用して、鋼材などの固体試験体中の音響的不連続部分を検出する方法、すなわち超音波探傷法は、昭和20年代に実用化への一歩を踏み出している。当社は、昭和24年に超音波探傷器の第一号器を開発して以来、それぞれの時代の要求や技術の進歩に合った装置を市場に投入してきた。

非破壊試験の必要性和規模は時代とともに変遷する。すなわち、今日のように大型構造物や高速交通機関などが社会生活を支えている時代では、これらの工業製品の故障や破壊は、単にそれを所有する関係者の損失にとどまらず、地域社会の諸活動に重要な影響を与える。したがって、これら工業製品の出荷時及び保守の試験として、非破壊試験が不可欠とされるようになってきている。

非破壊試験の手法としては、超音波探傷試験法のほかに放射線透過試験法、磁気探傷試験法など種々のものが用いられているが⁽¹⁾、このうち超音波探傷試験法は、試験に携わる技術者に対して無害であること、放射能の影響などを考慮しなくてもよいこと、応力の集中しやすい音響的不連続部分に関して検出能力が高いこと、試験の結果が得られるまでの時間が短いことなどの理由で、非破壊試験法の中で重要な位置を占めている。

大量に製品を製造する工場では、自動化された超音波探傷機が広く用いられるようになった⁽²⁾。しかし、少量の製品の検査、大型構造物（例えば超高压圧力容器）の現場での検査や保守検査などでは、人手による超音波探傷試験法が専ら適用されている。

今日では、製品の品質を保証するためや供用期間中の製品の検査による残存寿命推定のためにデータを提供することが⁽³⁾、非破壊試験の重要な使命となっている。この使命に沿って、人手による超音波探傷試験では探傷データの再現性と記録性が強く求められるようになった⁽⁴⁾。

探傷データの再現性を損なう要因としては、探傷条件設定時の設定ミス、探傷図形からのデータ読み取りミス、計算ミス、更に、製品中の欠陥がほとんどなくなり、試験中の緊張維持ができなくなったために起きる欠陥の見落とし⁽⁵⁾、記録の際の誤記など、多くの項目を挙げることができる。

特に超音波探傷において、探傷データの定量性や再現性を高めようとするれば、試験体の音響特性に左右される音響反射源からのエコーの周波数を測定しておくことや、試験体中の音響異方性（鋼材の製造過程で生ずる、鋼材中の超音波伝搬方向による音速の差異）を確認する⁽⁶⁾ことの必要性が生じる。

このようにして、従来の超音波探傷試験では、ややもすると欠陥を検出することに集中していた関心が、探傷データの定量化、再現性の重視、欠陥見落としの防止、記録性の向上などに向けられるようになった。

また、従来の超音波探傷試験の対象物のほとんどは、鋼材などの金属材料であったが、今日ではセラミックスや複合材料にも超音波探

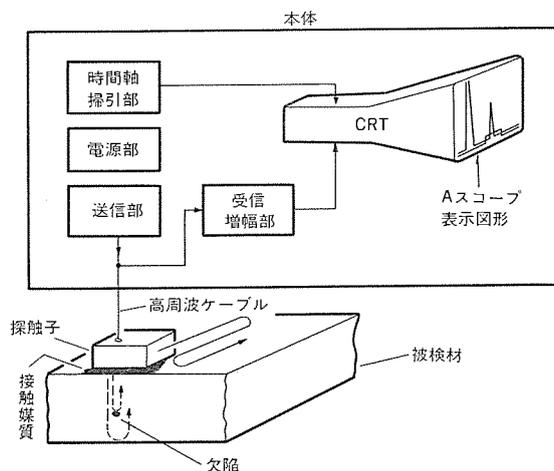


図 1. 汎用超音波探傷器の基本構成

傷試験が適用されるようになり、これらの素材・製品の試験への適応性にも関心が集まっている。

FD-1800型超音波探傷器は、ここに述べたような多岐にわたる探傷試験への要求にこたえるために開発した装置である。

2. 超音波探傷器の基本動作

ここで、汎用超音波探傷器の一般的な基本動作を説明する。超音波探傷器は、主として鋼構造物など固体の内部欠陥を検出するための装置で、汎用型ではブラウン管(CRT)などの表示器を備え、バッテリーで作動するものが大半を占めている。

図1. は汎用超音波探傷器の構成を示したもので、大きく分けて本体、高周波ケーブル及び探触子から成っている。送信部から高周波ケーブルを介して探触子へ電気パルスを印加すると、セラミックなどの圧電素子によって機械振動に変換される。この振動は油などの接触媒質を通じて（最近では油などを不要とする探触子も販売されているが）被検材へ超音波パルスとして伝搬し、内部の反射源（欠陥や底面）で反射され、再度探触子で電気パルスに変換されたのち受信増幅部において約100dB増幅され、CRTに探傷図形として表示される。

試験技術者は、探傷図形を見て被検材表面から反射源までの時間を距離（ Δ 路程）として読み取るとともに、反射波高値（エコー高さ）を対比試験片内人工欠陥からのエコー高さとの比較値として読み取ることにより、検出した反射源が排除すべき欠陥か否かをエコー波形からの所見を加えて判断する。

3. FD-1800型超音波探傷器の特長

今回開発したFD-1800型超音波探傷器は、従来のものと同様にAスコープ表示（基本表示）の探傷図形を表示するものである。図2. に外観、図3. にブロック図をそれぞれ示す。この超音波探傷器は、JISに制定されている探傷試験法を遵守しながら基本性能の向

上を図り、探傷データのより高い信頼性や再現性を確保するために多くの新機能を加えている。表 1. に主な仕様を示す。

3.1 デジタル化

表示器に表示する図形は現行の JIS で規定されているため、この超音波探傷器も表示に関しては従来どおりであるが、その他の処理についてはマイクロプロセッサを使って可能な限りデジタル化を図った。このデジタル化によって、この超音波探傷器は以下に述べるような新しい機能を保有することとなった。

3.1.1 タッチキーの採用

探傷条件の入力は、図 2. に示すように前面のタッチキーによって行うことができる。一般に、超音波探傷器は、多機能化するに従っ

て、つまみの数が多く必要となるために、主要なつまみは前面に配置しながら側面にも補助的なつまみを配置したことが多い。このために、多機能化した超音波探傷器は必然的に大型化し、可搬性や操作性が乏しくなる。この超音波探傷器では、タッチキー方式を採用したことによって、つまみ配列にとらわれることなく多機能化を実現している。

3.1.2 探傷条件と探傷データのデジタル表示

この超音波探傷器には、図 2. 及び図 3. に示すように、探傷図形を表示する CRT とは別に、数字、記号などを表示するためのデジタル表示器（液晶表示器 (LCD)）を設けた。

このデジタル表示器は、感度や測定範囲などの探傷条件を設定す



図 2. FD-1800 型超音波探傷器の外観

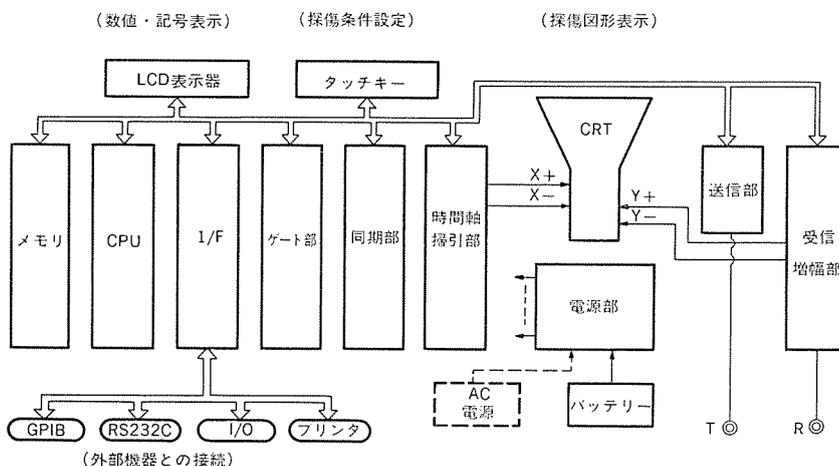


図 3. FD-1800 型超音波探傷器のブロック図

表 1. FD-1800 型超音波探傷器の主な仕様

項目	標準仕様	オプション仕様	項目	標準仕様	オプション仕様	
測定範囲	10 mm～10 m (銅中縦波換算) (レンジ: 1/2/5/10/12.5/20/ 25/50/100/200/250 cm)		入出力機能	(1) 警報ブザー出力 ×1		
音速設定範囲	1,000～20,000 m/s	200～999 m/s		(2) アナログ出力		
送信方式	単発パルス 一探/二探	マルチパルス 一探 (1 CH)/二探 (1 CH) 及び一探 (切替式 2 CH)		①エコー高さ (5 Vmax) ×1	ゲート×2 のとき ×2	
試験周波数	1/2/3/5/10/15 MHz	0.4/1/2/3/5/10/15/ 20 MHz		②ビーム路程 (5 Vmax) ×1	" " ×2	
受信帯域切替	狭, 広の組合せ	狭, 中, 広の組合せ		③レベル判定イベント出力 (TTL) ×1	" " ×2	
利得調整範囲	0～90.5 dB (0.5 dB ステップ) 精度: ±2 dB/80 dB			(3) プリント記録(オプション)		①年月日, 時刻
感度 (総合)	130 dB 以上 (5 MHz)			(4) 外部インタフェース(オプション)		②探傷条件及び結果のデジタル記録
増幅直線性	±3% 以下			(5) デジタル入出力(オプション)		③Aスコープ表示波形の記録
時間軸直線性	±1% 以下			(6) ゲートッド AC 波形出力 有		RS 232 C 又は GPIB (シーケンサ又はパソコン用)
遠距離分解能	1.5 mm (10 MHz DC 波形)	1.0 mm (10 MHz AC 波形)		その他の機能	①時間軸検機能	①欠陥検出ゲートの S エコー 追従機能
近距離分解能	1.5 mm (10 MHz DC 波形)	1.0 mm (10 MHz AC 波形)			②厚さ測定機能	
DAC 機能	最大補償量: 20 dB (5 MHz 以下) 起点: 0～5.0 m (銅中縦波換算) 傾斜: 0.48～4.8 dB/cm (銅中横波換算)	最大補償量: 26 dB			③音速演算機能	
ゲート機能	ゲート数: ×1 起点: 0～5.0 m (0.1 mm ステップ) 銅中縦波換算 幅: 0～5.0 m (0.1 mm ステップ) 銅中縦波換算 レベル判定: 10～100% PEN/REF 切替	ゲート数: ×2 起点: 同左 幅: 同左 レベル判定: 同左	外形寸法 (mm)	315(W)×140(H)×400(D)	④自動感度校正機能	
			重量	約 10 kg (バッテリーを含む)	⑤周波数測定機能	
					約 12 kg (バッテリーを含む)	

る際に、タッチキーを用いて各探傷条件の項目を呼び出し、数値を入力・表示することができる。これらの入力状況は、CRT表示器を用いて確認できる。

エコーの振幅、ビーム路程などの探傷データは、タッチキーからの呼び出しによって、デジタル表示器に数字で表示する。

エコーの振幅は、ビデオアンプの入力信号をサンプルホールドしたのち、AD変換してデジタル化したもので、高い増幅直線性が確保されている。ビーム路程は、約30MHzのクロックを用いて計測し、デジタル化しているので、CRT表示器上の限られた探傷図形から読み取るのとは異なり、その計測精度はビーム路程の長さには関係なくクロック周波数で定まり、縦波鋼中距離に換算して約0.1mmである。この方法を使用すれば、時間軸の直線性を論ずる必要はなくなり、また試験体の音響異方性のチェックにも効果を挙げることが期待される。

ビーム路程の測定方法としては、パルス先端を読む方法と立ち上がり位置を読む方法が考えられ、前者は超音波自動探傷のシステムに広く用いられているが、種々の理由によって後者がJISで指定されているため、この超音波探傷器では後者の方法を採用した。これによって、従来型の超音波探傷器に慣れている探傷技術者が違和感を抱かずに使用できる。

3.1.3 探傷データの処理

超音波探傷試験法には垂直探傷や斜角探傷など幾つかの方法があるが、ここではその代表例として斜角探傷法を取り上げ、図4.の概念図に基づいてデータ処理の一例を説明する。

従来の超音波探傷試験では、CRTに表示された探傷図形からビーム路程 W を読み取り、探触子の実測屈折角 θ 、探触子の試験体表面の位置 PWD 、試験体の厚さ t などから計算機等を用いて試験体内欠陥の立体的な位置を求めていた。この超音波探傷器では、0.1度ピッチに設定できる屈折角 θ や、試験体の厚さ t などあらかじめ入力しておくことによって、ビーム路程 W から探触子の位置 y を自動的に求め、直射法(図4.の①)、1スキップ法(図4.の②)のいずれの場合でも、それぞれ適切な計算式を選択して欠陥の位置(図4.の d , y_1 又は y_2)を表示する。この機能は、斜角探傷が最も広く適用されている鋼溶接部の試験において探傷結果の再現性の向上に有効であろう。

このほか、探傷データの処理を行うプログラムを入力することにより、データの処理を人手を煩わすことなく行うことができる。

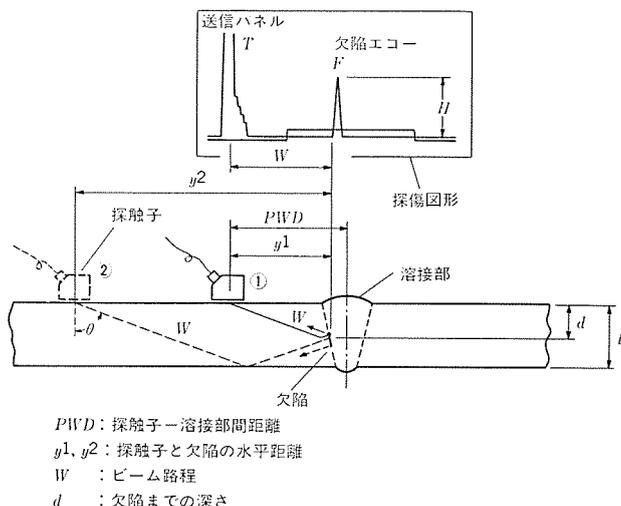


図4. 斜角探傷の概念図

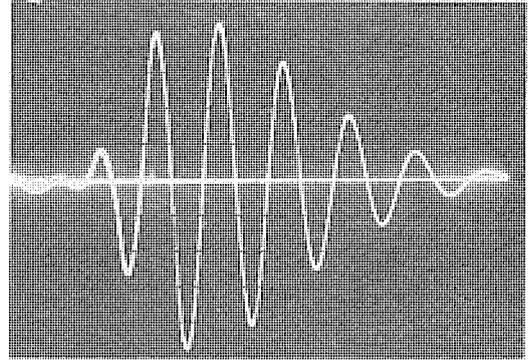


図5. AC波形表示例(2MHz狭帯域探触子によるエコー例)

3.1.4 メモリ機能

この超音波探傷器には、ROM(Read Only Memory)とRAM(Random Access Memory)が内蔵されており、ROMには、この超音波探傷器を操作するのに必要な基本的なプログラムが記憶されている。また、RAMに記憶された探傷条件は、バックアップ電池によって保持されている。探傷技術者は保持された複数個の探傷条件の中から一つを選んで直ちに設定することが可能となるので、大型鍛鋼品の場合のように垂直探傷法、斜角探傷法の両方を用い、しかも探傷条件も異なる試験を短時間のうちに順次行わなければならない試験では有効であろう。

3.2 周波数の測定

超音波探傷において、エコー信号の周波数を測定しておくことは超音波探傷データの定量化や再現性を確保するための重要な要素である。このため、各探傷規格や標準においてエコーの周波数の測定が推奨されるようになった。

我々はこの傾向に沿って、ゲートによりエコー信号を抽出するためのゲーテッド出力端子を持った超音波探傷器FD-610などを市場に送り出した。しかし、これらの超音波探傷器では、探傷器のほかにオシロスコープや周波数分析器が必要であり、探傷作業の現場で手軽に周波数を測定することは困難であった。

この超音波探傷器では、図5.に示すようにAC波形を拡大し、エコーの周波数を2波法又は3波法で測定することができるようになっている。

3.3 探傷データの記録

超音波探傷試験における問題点として指摘されることの中に、記録性がある。CRT上の探傷図形は、写真又は探傷技術者によるスケッチで記録されるが、このとき、探傷条件や読み取ったデータを同時には記録できず、ほとんどの場合、後で書き加えることになるためである。そこで、この超音波探傷器では、専用プリンタによってエコー高さ(0.1dBピッチ)や路程(0.1mmピッチ)の測定結果、斜角演算結果、探傷図形などを記録することができるようにするとともに、試験を行った際に用いられた探傷条件、記録年月日・時刻などの設定条件も記録できるようにした。図6.にプリンタ記録例を示す。この機能により、超音波探傷器の記録性を改善したといえる。

3.4 ゲート

超音波探傷器のゲート機能は、欠陥と判定しなければならないエコー信号だけを効率的に抽出するために用いられ、今日のほとんどの超音波探傷器に備えられている。

この超音波探傷器では、ゲートを2チャンネルまで拡張できる。この

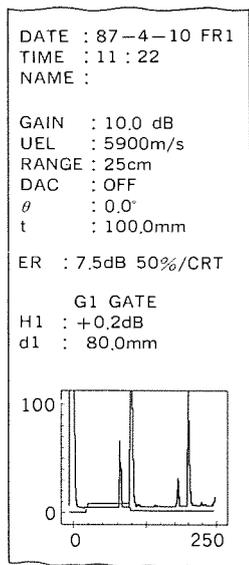


図 6. プリント 記録例

ゲート機能は、単に欠陥検出に使用するだけでなく、試験体の厚さの測定や、精密度を要求される場合に用いる水浸探傷法において必要な、表面エコーの位置変動に追従して動くゲート起点制御にも使用することができる。

3.5 受信周波数特性

今日の超音波探傷試験では、定量性を持つ探傷データを得るためにはエコー信号の周波数を知らなければならないため、狭帯域特性を持つ受信増幅器が必要となる。一方、試験体表面近傍の欠陥を検出する場合、又は音響特性が不明なために探傷試験に最適な周波数が不明の場合には、受信周波数の切換機能が有効である。この超音波探傷器では、0.4 MHz から 20 MHz までの試験周波数に対応でき、各々の周波数帯において広帯域、中帯域又は狭帯域のいずれかを探傷試験の目的によって切換できるようにしている。

3.6 送信パルス

従来の超音波探傷器では、広い周波数成分を含む単一ショックパルス波形の送信パルスが用いられてきた。しかし、この送信パルス波形では探触子を励振する効率が低いので、この超音波探傷器では、もっと探傷の感度を必要とする場合のために、送信パルスの波形を探触子の公称周波数に応じて変えられるようにした。この機能及び前節で述べた機能により、従来の当社の超音波探傷器に比べ 14~20 dB の感度余裕向上を図ることができた。

3.7 外部インタフェース機能

この超音波探傷器は、パソコンなど外部機器とのインタフェース機能を持っている。図 7. は探傷器本体をセンサとしてデータを収集する装置の一例であり、パソコンにデータ処理をさせるための構成例を示している。探傷器本体からの出力は、送信出力と外部クロック（距離情報）ごとの探傷データ（エコー高さやビーム路程）とがあり、入力信号としては外部クロックと受信入力とがある。パソコンによるデータ処理は種々考えられるが、AスコップやB、Cスコップ表示とその記録、デ

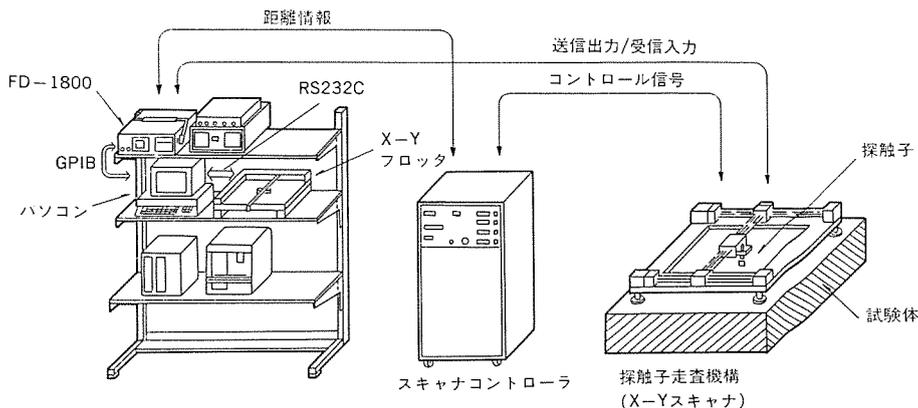


図 7. 外部機器との接続

ータのあらかじめ定めた評価基準との比較と集約などがある。

4. む す び

FD-1800 は、探傷試験現場に持ち込んで使用する汎用型の一面と、小型自動超音波探傷装置の本体として活用可能な面の両面もっている。超音波探傷器というものを、探傷結果の信頼性の向上とメンテナンスも含めた高度で多彩な機能の要求への対応という観点に立って追求していった結果、このような機器の開発に至った。自動超音波探傷装置では“デジタル化”は今や常識となっているが、汎用の探傷器においてはごくわずかの例を見るだけである。しかし、これからはこの種の超音波探傷器が多く開発され、普及していくものと思われるので、デジタル型探傷器に対応する性能や機能の統一化も促進されていくであろう。

この FD-1800 型超音波探傷器の開発を機に、今後も予想される超音波探傷試験の新たな各種要求に素早くこたえられるよう、ソフトウェアの拡張・充実を図り、顧客のニーズに合った機器に育てていきたいと考える。

参 考 文 献

- (1) 日本非破壊検査協会：非破壊検査概論
- (2) 日本機械学会：第 553 回講演会“超音波応用精密計測の進歩”テキスト (昭 57)
- (3) 日本技術検査協会：鋼構造物の非破壊試験と残存寿命の推定 (昭 59)
- (4) 日本非破壊検査協会：第 10 回世界非破壊試験会議出席報告 (3)超音波探傷部門機関誌“非破壊検査”第 32 巻第 3 号
- (5) 日本非破壊検査協会：建築鉄骨溶接部における超音波手動探傷試験の信頼性、機関誌“非破壊検査”第 30 巻第 3 号、第 4 号
- (6) 日本非破壊検査協会規格：NDIS 2413-86 音響異方性を有する鋼溶接部の超音波探傷試験方法及び試験結果の等級分類方法

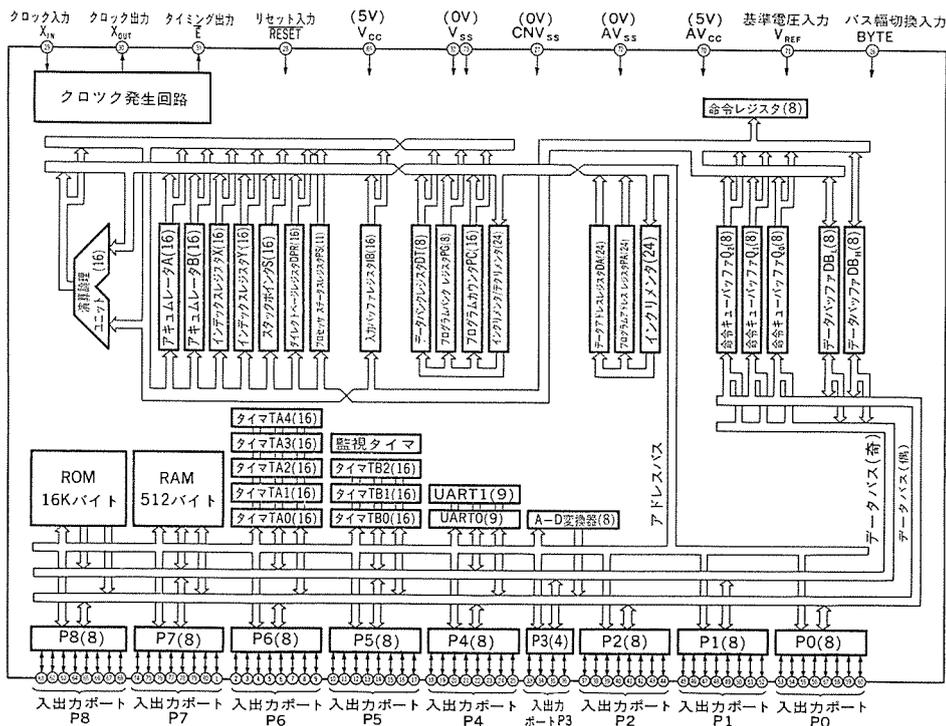


図 2. ブロック図

うにしている。この切換は BYTE 端子のレベルで設定でき、BYTE = "L" のとき、16ビット構成、BYTE = "H" のとき、8ビット構成となる。内蔵ROMは16Kバイト、内蔵RAMは512バイトと、内蔵メモリを大容量化した。メモリ空間は16Mバイトと巨大な空間をアクセス可能とし、大量のデータを扱う高機能なシステムへの応用にも適すようにしている。

基本命令数は103命令ある。命令は《MELPS 740》のアップワードコンパチブルな体系である。新たに追加した主な命令は、乗除算命令や、演算結果をスタックに格納した後その内容をレジスタに取り込んだり、スタックに対する相対アドレッシングでアクセスして使用できる命令、そして16Mバイトという大メモリ空間の任意の位置から任意の位置へ、データをまとめて転送できるブロック転送命令などがあり、更に便利で効率の良い命令にしている。

アドレッシングモードは28種類ある。特徴のあるアドレッシングモードとしては、メモリ空間16Mバイトまでアドレッシング可能な“ロング”形式のアドレッシングモードや、スタックを使ったアドレッシングモードなどがあり、これも便利になった。

図3.にメモリマップ、図4.にCPUのレジスタ構成を示す。ROM、RAM、I/O、タイマ等はすべてバンク0内に配置している。

CPUのレジスタ構成を説明する。アキュムレータ、インデックスレジスタ、スタックポインタは16ビット構成である。プログラムカウンタも16ビットであるが、更に上位にバンクを指定する8ビットのプログラムバンクレジスタがある。そのため、アドレスは24ビットとなり、16Mバイトという巨大なメモリ空間をアクセスできる。ダイレクトページレジスタは、0バンク内のダイレクトページの位置を示す16ビットのレジスタである。データバンクレジスタは、インダイレクトアドレッシングなどでバンクを指定する場合のバンクの内容を格納する8ビットのレジスタである。プロセスステータスレジスタは11ビット構成である。その中の特徴あるビットについて説明する。ビット4のxフラグは、インデックスレジスタX、Yのレジスタ長を選択するためのフラグである。x="0"のとき、インデックスレジスタX、Yは16ビット

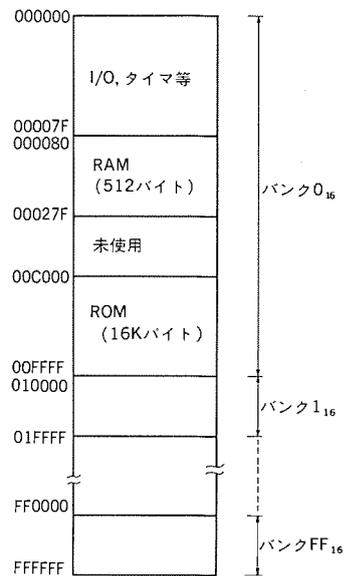


図 3. メモリマップ

長となり、x="1"のとき、8ビット長となる。ビット5のmフラグは、データ長を選択するためのフラグで、演算で扱うデータ長を指定する。m="0"のとき、データ長は16ビット長となり、m="1"のとき、データ長は8ビット長となる。この場合、アキュムレータのビット長もmに合わせて同様のビット長となる。したがって、内部ビット構成は16ビットであるが、データ処理は8ビット長で扱ったり、16ビット長で扱ったりできるため非常に便利となり、このことも応用範囲を広くしている。

I/Oポートは、シングルチップでは最多の68ビットあり、規模の大きなシステムの小型化も一段と進めることができる。出力はCMOS出力形式である。これらのポートはすべて入出力ポートで、各ビットごとに方向レジスタにより、入力ポート又は出力ポートに設定できる。ポートP0~P2までは、プロセスモードレジスタの内容によりアドレスの出力端子及びデータの入出力端子となる。プロセスモードは、プロセスモードレジスタのビット0、ビット1の2ビットで次のように指定でき、多様な用途を可能にしている。

- (1) シングルチップモード (ビット1, ビット0)=(0, 0)
- (2) メモリ拡張モード (ビット1, ビット0)=(0, 1)
- (3) マイクロプロセッサモード (ビット1, ビット0)=(1, 0)

シングルチップモードでは、すべてのポートは通常のI/Oポートとして動作する。メモリ拡張モードとマイクロプロセッサモードでは、P0~P2はともに同じ動作となる。P0からアドレスA0~A7が出力される。P1はBYTE="L"のとき、タイムシェアリングでアドレスA8~A15の出力端子となるとともに、データD8~D15の入出力端子となる。BYTE="H"のとき、アドレスA8~A15の出力専用端子となる。P2はこれらのモードのときは、BYTE端子に無関係に、アドレスA16~A23の出力端子になるとともにデータD0~D7の入出力端子となる。また、シングルチップモード以外のモードの場合には、P30~P33はそれぞれR/W、BHE、ALE、HLDA信号の出力端子となる。P40、P41は、HOLD、RDY信号の入力端子となる。P42~P47は、通常のI/Oポートで

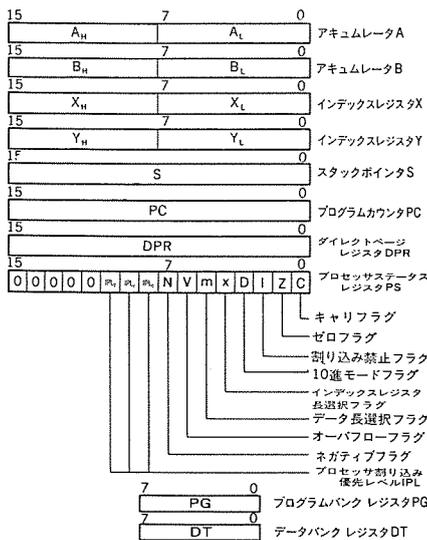


図 4. CPU 内部のレジスタ構成

ある。

次に周辺機能について説明する。タイマ/カウンタは大変強力な 16 ビット構成で、8 本内蔵されている。このタイマ/カウンタは機能によりタイマ A 5 本とタイマ B 3 本の 2 種類に分けている。タイマ A は 4 モードある。それらは、①タイマモード、②イベントカウンタモード、③ワンショットパルス出力モード、④PWM モードである。タイマ B は 3 モードあり、それらは、①タイマモード、②イベントカウンタモード、③パルス幅及びパルス周期測定モードである。

シリアル I/O は 2 本内蔵している。モードは、非同期型 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) とクロック同期型の 2 モードある。送信、受信ともバッファレジスタを持っているので、非同期型モードでは、送信、受信を独立して行える。クロック同期型モードのデータフォーマットは 8 ビット固定である。非同期型モードのデータフォーマットは、7 ビット、8 ビット、9 ビットフォーマットの 3 通りある。また、1 ストップビットか 2 ストップビットかの選択、パリティビットの有無、奇数パリティか偶数パリティかの選択も可能である。

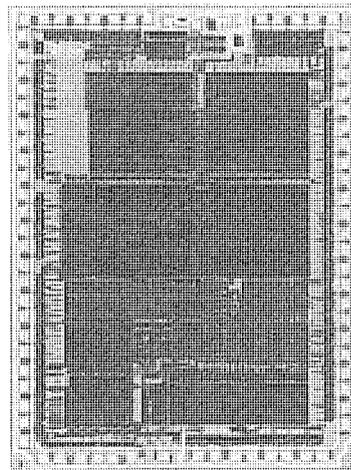
A-D 変換器は 8 ビット逐次比較方式である。入力 は 8 チャンネルまで可能である。変換結果は各々の入力に対応したレジスタ 8 本に格納される。動作モードは、①単発、②繰り返し、③単掃引、④繰り返し掃引の 4 モードある。スタートトリガは、ソフトウェアによる内部トリガと外部トリガの選択ができる。

4. M37700M2- $\times\times\times$ FP の構成

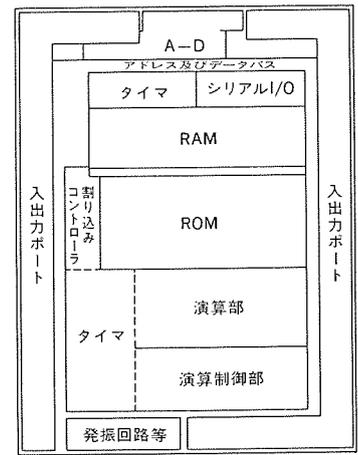
M37700M2- $\times\times\times$ FP のチップ写真とパターンレイアウトを図 5. に示す。1.3 μm CMOS プロセスにより、5.55 \times 7.50 mm² のチップ上に約 22 万個のトランジスタを集積した。パターンは各機能がブロックごとに分離できるようにし、それらのブロックを積み重ねて組み立てていく構成をとっている。以下、特徴のある回路構成について述べる。

4.1 バスインタフェースユニット

CPU の処理速度を高速にすると、CPU がメモリをアクセスする場合、メモリのアクセスタイムが CPU の速度に追従できないことが起こる。そのため、メモリのアクセスを制御するバスインタフェースユニットを設けた。図 6. はバスインタフェースユニットの簡単な説明図である。バスインタフェースユニットは、プログラムされた命令を先取りする命令キューバッ



(a) チップ写真



(b) パターンレイアウト図

図 5. チップ写真とパターンレイアウト図

ファレジスタ 3 バイトと CPU がメモリをリード/ライトする場合に使用する 2 バイトのデータバッファレジスタを備えている。このバスインタフェースユニットは、CPU とメモリとの間に位置し、低速なメモリのアクセスを CPU の動作クロック ϕ_{CPU} の半分の速度で行うことで CPU とメモリの間を制御する。バスインタフェースユニットがメモリをアクセスするクロック \bar{E} は、“L” でアクティブである。この“L”の期間は、 ϕ_{CPU} の 1 サイクル分である。つまり、メモリアクセスは ϕ_{CPU} でいうと 2 サイクル分でアクセスしている。換言すれば、CPU はメモリアクセスの 2 倍の高速で動作しているのである。したがって、CPU の処理を高速化し、かつ低速メモリアクセスが可能になった。

また、CPU の高速化のために、バスインタフェースユニットは命令の先取りを行う。この命令の先取りについて説明する。バスインタフェースユニットは、CPU が CPU 内部で処理している間、データバスがアイドル状態で、かつ命令キューバッファレジスタ内が全く空か又は 2 バイト空の状態であれば、プログラムされた命令を先取りし、命令キューバッファレジスタに取り込む。CPU は命令キューバッファレジスタに命令が格納されていれば、その格納されている命令を実行するので、CPU よりも遅いメモリをアクセスしなくてもよい。そのため、CPU の処理速度の高速化が実現できた。

命令キューバッファレジスタに取り込む際、アクセスするアドレスが偶数であれば、内部メモリをアクセスする場合は、2 バイトを一度のメモリアクセス (ϕ_{CPU} の 2 サイクル分) で取り込めるので効率が良い。アドレスが

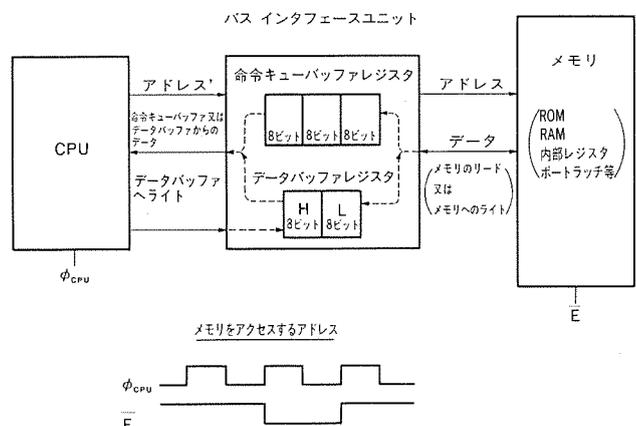


図 6. バスインタフェースユニット

割り込み要因i 割り込み要因i-1 割り込み要因i-2

割り込み要因2 割り込み要因1

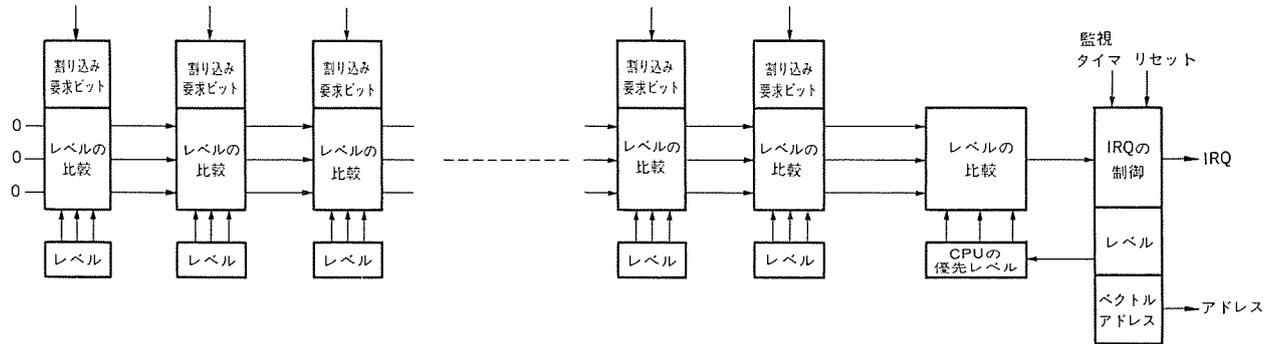


図 7. 割り込みコントローラの簡単な構成図

奇数であれば、一度のメモリアクセスで1バイトしか取り込めない。しかし、1バイト取り込むと次にアクセスするアドレスが偶数となるので、次の取り込みからは2バイトずつ取り込める。また、外付けメモリをアクセスする場合は、BYTE="L"ならば、内部メモリをアクセスする場合と同様の動作をするが、BYTE="H"ならば、アドレスの奇偶に関係なく、常に一度のメモリアクセスで1バイトずつ取り込む。

データのリード/ライトは、命令の先取りとは異なる。データのリード/ライト時には、データバッファレジスタが使用される。データバッファレジスタは16ビットデータが扱えるように2バイトで構成されている。CPUがデータをリードするためメモリをアクセスする場合、バスインタフェースユニットを介してメモリをアクセスする。バスインタフェースユニットは、データバッファレジスタに要求されたデータを格納する。CPUはこのデータバッファレジスタに格納されたデータを取り込み処理する。16ビットデータをリードする場合、内部のメモリであれば、BYTE端子に無関係に、アクセスするメモリのアドレスが偶数のとき、φCPUの2サイクル分で16ビットデータをデータバッファレジスタに一度に取り込むことができる。外付けメモリでも、BYTE="L"で、アドレスが偶数のとき、φCPUの2サイクル分で16ビットデータを一度に取り込める。もし、アドレスが奇数であれば、8ビットずつ二度に分けてデータバッファレジスタに取り込むので、サイクル数は2倍の4サイクル必要となる。外付けメモリで、BYTE="H"のとき、アクセスするアドレスが偶数でも奇数でも8ビットずつ二度に分けてデータバッファレジスタに取り込む。

CPUがデータをメモリにライトする場合、CPUはデータバッファレジスタにデータをライトする。データバッファレジスタにライトする動作は、CPUの1サイクルで実行する。実際のメモリにライトするのは、バスインタフェースユニットが行う。ライト命令があるとバスインタフェースユニットは、データバッファレジスタの内容を指定されたアドレスへライトする。このとき、アドレスが奇数か偶数かでサイクル数が異なるが、この動作はリードの場合と同様で、内部メモリか外付けメモリか、又はBYTE端子のレベルにより変わる。

ライトの場合は、CPUはデータバッファレジスタにデータをライトするだけであり、ライトした次のサイクルから、CPUは次の命令を実行できる。したがって、命令キューバッファレジスタに命令が格納されていれば、続けて命令を処理できるので、このこともCPUの処理速度の高速化に寄与している。

以上のようにバスインタフェースユニットを設けたことにより、CPUの高速化と低速メモリアクセスを可能とした。

4.2 割り込みコントローラ

割り込みはベクトル方式で、外部3本、内部16本の要因がある。

これらの要因のうち外部3本と内部13本については、プログラムで割り込みの優先レベルを自由に指定できる、強力な割り込みコントローラを備えている。レベルは7レベルあり、レベル7が最優先の割り込みレベルである。レベル0は割り込みを許可しない状態である。図7は割り込み回路の簡単な構成図である。

割り込み要求があれば、定められたサイクル間に、要求のあった要因の優先レベル同士を比較する。そして、複数の要因のうち、最も高い優先レベルの割り込み要因が選択される。更に、そのレベルが、その時点でのCPUの持つ割り込み優先レベル(プロセッサステータスレジスタのビット10, 9, 8の3ビット)と比較して、高いレベルであれば、その選択された割り込み要因はCPUに受け付けられる。受け付けられると、その割り込み要因に定めたベクトルを発生し、CPUは割り込み処理を実行する。このような割り込みコントロールを行っているため、CPUが割り込み処理を実行中、その実行中の割り込み要因のレベルよりも高いレベルの割り込み要因を発生させると、割り込み処理中に別の割り込み処理が実行できるので、多重割り込み処理が可能となり多彩な割り込み処理が行える。

5. 応用

高性能化を実現したM37700M2-×××FPは、幅広い応用分野に対応できる。多くの入出力端子を備え、また16Mバイトという巨大なメモリ空間を扱えるようにしているのも、特に大量のデータを高速に処理する必要のあるOA機器分野をはじめとする一般産業用に適している。例えば、複写機、高速プリンタ、電子タイプライタ、FAX、ワードプロセッサ、パソコンなどの事務機器や、温調器、シーケンサ、ME機器、ロボット、NC工作機、通信機、計測器などの産業機器への応用が考えられる。

6. むすび

最先端プロセスの採用とアーキテクチャの工夫により、最短命令実行時間250nsを実現した高性能マイコンM37700M2-×××FPは、製品展開も容易に行えるように、各機能ブロックを積み重ねた構成にしている。このM37700M2-×××FPのCPUを核にして、今後、メモリ容量の拡張などのシリーズ展開を図っていくつもりである。

更に、我々はM37700M2-XXXXFPの開発で培った技術をもとに、一段と高性能なマイコンの開発を推進し情報化社会に貢献していく所存である。

シングルモードファイバ用光合分波モジュール

足立明宏*・菅沼ルミ子*・伊東 尚*・三宅良雄**

1. ま え が き

光ファイバを用いた光波長多重伝送方式は、1本の光ファイバに波長の異なる複数の光信号を多重化し伝送する光伝送方式である。この光波長多重伝送方式は、複数の信号の独立した伝送路として1本の光ファイバを共用するため、経済性とシステム構築の柔軟性に優れている。特に異種信号を双方向に伝送する双方向光波長多重伝送方式は、画像情報の交換など高度な通信を可能とするものであり、加入者系をはじめとする広い分野で実用化が期待されている。この双方向光波長多重伝送方式を構成するには、発光素子、受光素子、光合分波素子が必要である。従来、これらの素子は光ファイバを入出力端末とした光部品としてそれぞれ個別に組み立てられていたので、これらを組み込んだ送受信装置は複雑で大型化していた。また、システム設計者は信号の漏れ込みを抑制するため、発光・受光素子のスペクトル特性や合分波素子の波長特性などに留意した光部品の選定をする必要があった。

これらの問題を軽減するため、我々は発光素子、受光素子及び合分波フィルタを一体化し、その上小型のパッケージの中に組み込んだ光合分波モジュールを開発することとした。波長の組合せに関しては、ユーザーの広範な要求に応じられるようにするため、長波長帯の中のみで選んだもの、又は短波長帯と長波長帯を組み合わせたもののように複数種類を開発することとした。また、光ファイバに関しては同様の観点からシングルモードファイバ用とマルチモードファイバ用を開発することとした。

ここでは、以上の光合分波モジュールの中から、長距離かつ高速な信号伝送ができる波長 $1.2\ \mu\text{m}$ / $1.3\ \mu\text{m}$ 、光ファイバとしてシングルモードファイバを用いた光合分波モジュールについて構成と性能を述べる。

2. 光合分波モジュールの構成

図1.に開発したシングルモードファイバ(SMF)用2波長合分波モジュールの構成を示す。この光合分波モジュールは、 $1.2\ \mu\text{m}$ と $1.3\ \mu\text{m}$ の二つの波長の光を1本の光ファイバで双方向伝送に用いられるもので、発光素子としてInGaAsP-BC(Buried Crescent)レーザダイオード(LD)、受光素子としてGe-APD、光合分波素子として多層膜誘電体フィルタを内蔵しており、光の入出力はSMF端末により行う。モジュールには発振波長 $1.2\ \mu\text{m}$ と $1.3\ \mu\text{m}$ の2種類があり、両者を一対向にして用いることにより2局間の双方向伝送系を構成することができる。

LDの出射光をファイバに結合するLD・ファイバ結合系と、ファイバからの信号光をAPDに結合するファイバ・APD結合系とも、途中で光合分波素子を介する必要があることから、出射光を第1のレンズで平行光束に変換した後、第2のレンズで絞込みコリメートレンズ系を採用することとした。

LD・ファイバ結合系にはファイバ端末にSMFを用いることから、高精度な光軸合わせと固定及び高い安定性が要求される。このモジュールでは、この結合系を直線状の構成とし上記の要求を満足して

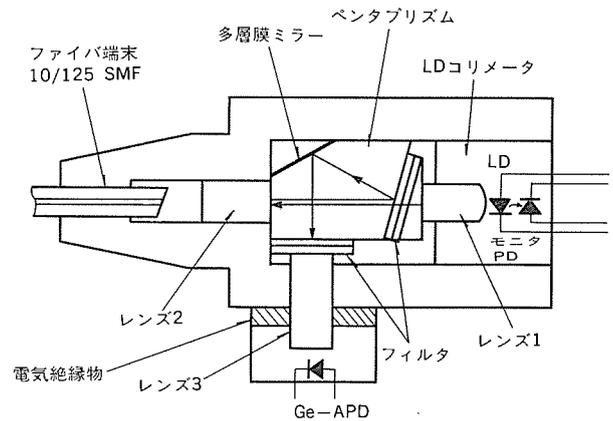


図1. SMF用光合分波モジュールの構成

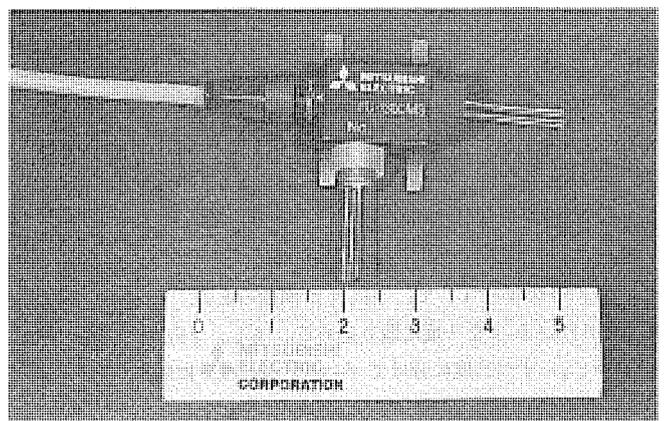


図2. 光合分波モジュールの外観

いる。

ファイバ・APD結合系では、ペンタプリズムを用いて光路を直角に折り曲げるようにし、モジュールの小型化と送受信電子回路との接続の利便化を図っている。また、Ge-APDは電気的絶縁物を介して本体に固定しており、これにより送信側から受信側への電気信号の漏れ込みを抑制している。

図2.にモジュールの外観写真を示す。開発したモジュールの寸法は、 $19\ \text{mm} \times 11.5\ \text{mm} \times 7.5\ \text{mm}$ で小型である。

3. 結合系の検討

結合系に用いるレンズには次の理由からGRIN(Graded Index)レンズを用いた。

- (1) 円筒形であるので保持が容易である。
- (2) 結合効率が最大となるLDとレンズ1の間隔が広いので、間に窓ガラスを挿入でき、LDの気密が容易に確保できる。
- (3) プリズムとの接合が面接着で行え、マッチング剤を兼用した接着剤を用いることにより、フレネル損失を容易に低減できる。

次に結合系の各パラメータの決定及び結合系の各 부품の固定について述べる。

3.1 結合系のパラメータ

LD 出射光を SMF に効率よく結合するには、LD のスポットサイズを SMF のスポットサイズに一致させればよい。ここで、LD のスポットサイズは約 $1\mu\text{m}$ 、SMF のスポットサイズは約 $5\mu\text{m}$ であるので、約 5 倍程度の拡大結合系が必要となる。このモジュールでは前節に述べた理由から、二つのレンズからなるコリメート結合系を用いているが、その倍率はレンズ 1 の焦点距離を f_1 、レンズ 2 の焦点距離を f_2 とすると、ほぼ f_2/f_1 で与えられる。したがって、このレンズ系で拡大系を形成するためには、レンズ 1 の焦点距離は短く、レンズ 2 の焦点距離は長くする必要がある。このためここでは、レンズ 1 には LD 側の端面を球面加工した屈折率分布定数 \sqrt{a} が大きい GRIN レンズを用い、レンズ 2 には \sqrt{a} の小さな、かつ短尺の GRIN レンズを用いることにした。

図 3. にレンズ 1 の焦点距離を 1mm に固定し、レンズ 2 の焦点距離を変化させた場合の LD と SMF の結合効率測定結果を示す。図から結合効率は倍率 4 ~ 5 倍でほぼ最大となり一定に達することがわかる。今回、構成上の制約を考慮して LD・ファイバ結合系の倍率は

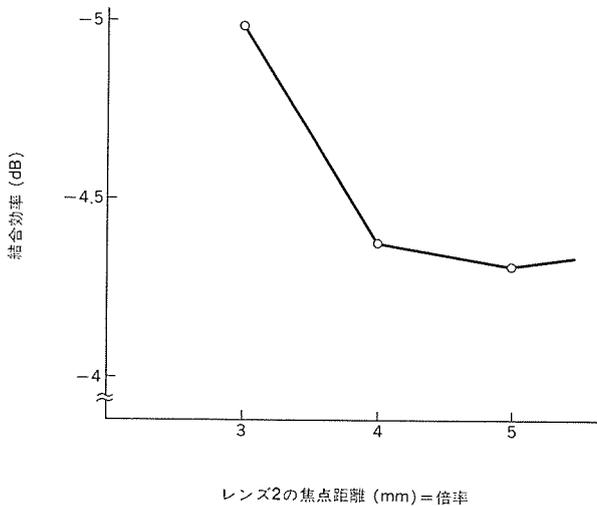


図 3. レンズ 2 の焦点距離 (= 倍率) と LD・SMF 結合効率の関係

表 1. 結合系のパラメータ

レンズ 1	形式 先端球面加工 GRIN レンズ 直径 1.8 mm 焦点距離 約 1 mm
レンズ 2	形式 平行端面 GRIN レンズ 直径 2 mm 焦点距離 約 4 mm
レンズ 3	形式 平行端面 GRIN レンズ 直径 2 mm 焦点距離 約 2.4 mm
LD・ファイバ結合系	倍率 約 4 倍
ファイバ・APD 結合系	倍率 約 0.6 倍

4 に設定した。

ファイバ・APD 結合系は、レンズ 2 とレンズ 3 により構成される。この結合系は LD・ファイバ結合系と同様の理由によりコリメート系としているが、光軸ずれによる APD 面でのファイバ端面像の位置変動が小さくなるように倍率を 1 より小さな値とした。

表 1. に二つの結合系のパラメータをまとめて示す。

3.2 組立固定

LD・ファイバ結合系では、LD、レンズ 1、レンズ 2、ファイバ端面の四つの構成部品を、高精度に軸合わせ及び固定する必要がある。ケース中でのこうした軸合わせ固定は構造の複雑化、ひいてはモジュールの大型化をまねくため、あらかじめ他の場所で結合系の一部を組み立てた後、これをケース中に組み入れる方式を採用した。今回は、最も高精度な軸合わせ固定を必要とする LD とレンズ 1 の固定をあらかじめケース外で行い、素子コリメータを形成することとし、ケース中では最も固定精度のゆるいファイバ端面の軸合わせ固定を行うようにした。なお、これらの部品の固定にはすべて長期安定性及び高い信頼性を得るために、YAG レーザ溶接固定法を採用した。

4. フィルタ構成

双方向伝送系では、LD を駆動したときに同一モジュール内にある APD に漏えいする信号成分は雑音となるため、なるべく低く抑える必要がある。この近端漏えいには LD 駆動時に放射した光が APD に漏れ込む光近端漏えいと、電気端子間で直接結合する電気近端漏えいの 2 種類がある。光近端漏えいはフィルタを挿入することにより低減できる。フィルタの設計に当たっては、LD のレーザ発光波長の温度変動とロットのばらつきを考慮するのはもちろんのこと、自然発光成分とその温度依存性についても配慮しておかなければならない。

モジュールの設計に当たっては、LD の発光波長のロットばらつき： $\pm 10\text{nm}$ 、自然発光のスペクトル範囲： $1\sim 1.5\mu\text{m}$ 、温度範囲： $0\sim 60^\circ\text{C}$ を考慮した。

図 4. に今回用いたフィルタ構成を示す。LD・ファイバ結合光学系には $1.2\mu\text{m}$ と $1.3\mu\text{m}$ の二つの信号光の分離と、LD の自然発光成分除去の目的で内蔵 LD の波長に透過帯域のある BPF (Band Pass Filter) を挿入している。また、APD の前部には内蔵 LD の主発光成分を減衰させるために、受信信号光の波長に透過帯域のある BPF 2 枚を挿入している。この構成により、LD のファイバ出力光に対する APD への漏えい光の減衰の割合 (アイソレーション) は、65 dB 以上確保できた。

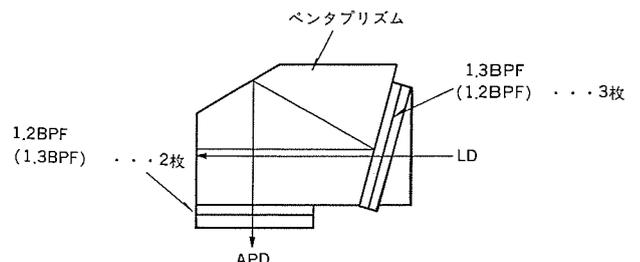


図 4. フィルタ構成

5. 性能及び特性

5.1 光性能

(1) 初期特性

表 2. に開発した SMF 用光合分波モジュールの光系の主要性能を

表 2. 光合分波モジュールの光系主要性能

	ファイバ出力	受光感度	アイソレーション
1.2 Tx/1.3 Rx	1 mW 以上*	0.6 A/W 以上	65 dB 以上
1.3 Tx/1.2 Rx		0.5 A/W 以上	70 dB 以上

注 * LD 5 mW 駆動時

表 3. 1.2 Tx/1.3 Rx モジュールの損失内訳

結合系		LD・ファイバ	ファイバ・APD
出力	感度	1.45 mW	0.63 A/W
結合損失		5.4 dB	0.76 dB
内訳	レンズ結合損失	4.4 dB	0 dB
	フレネル損失	0.36 dB	0.18 dB
	フィルタ損失	0.3 dB	0.2 dB
	ファイバ固定損失	0.22 dB	
	入力コネクタ損失		0.35 dB
	合計	5.28 dB	0.73 dB
その他の損失		0.12 dB	0.03 dB

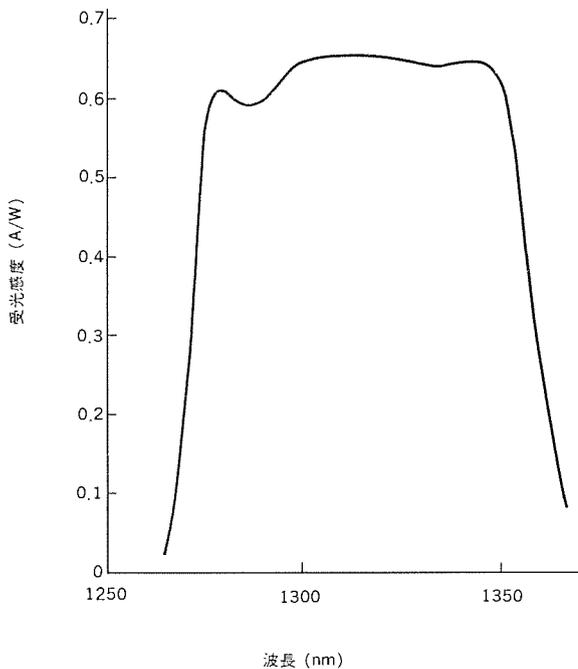


図 5. 受光感度波長特性

示す。光合分波モジュールはファイバ出力 1 mW 以上、受光感度 0.5 A/W 以上、アイソレーション 65 dB 以上の性能を持っている。表 3. に光合分波モジュールの損失内訳の一例を示す。表から明らかなように、モジュールの組立損失は 0.4 dB 以下であり、低損失な組立が実現されていることがわかる。

図 5. は光合分波モジュールの受光分光感度特性の一例である。開発したモジュールは、受光感度低下量が 0.5 dB である帯域幅は 70 nm 以上と広く、相手局の発光素子の波長変動に対する制限のゆるいことがわかる。

(2) 温度特性

図 6. に 0~60°C におけるファイバ出力の温度特性の一例を示す。図中 A 点から B 点を経て C 点に至る経路は、常温における LD の駆動電流に対するファイバ出力の関係を示している。また、C 点を挟む D 点と E 点間の経路は、C 点で APC (Auto-Power Control) を動作させた場合の、0~60°C における駆動電流に対するファイバ出力特性である。なお、APC は LD の後部出射光を内蔵しているモニタ PD で受光し、この受光量が常に一定になるように LD 駆動電流を制御することにより行っている。図 6. から 0~60°C の温度範囲でファイバ出力変動幅は 0.8 dB 以下と安定した特性が得られている。

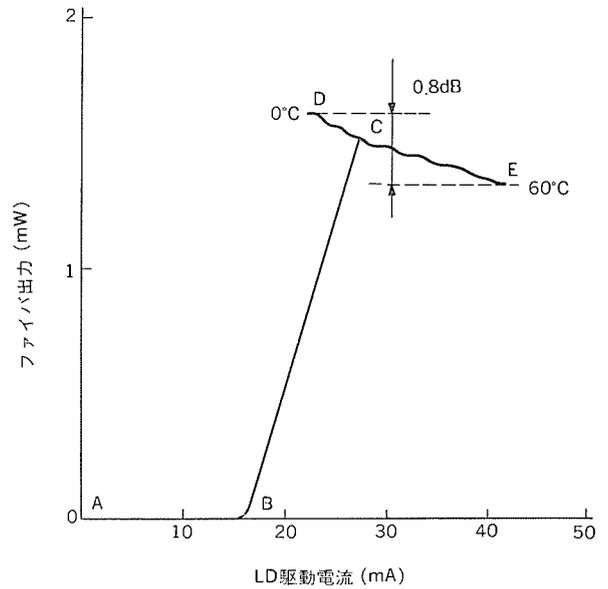


図 6. ファイバ出力の温度特性

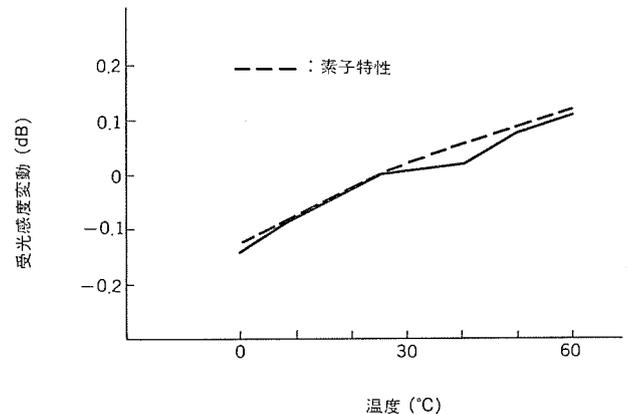


図 7. 受光感度の温度特性

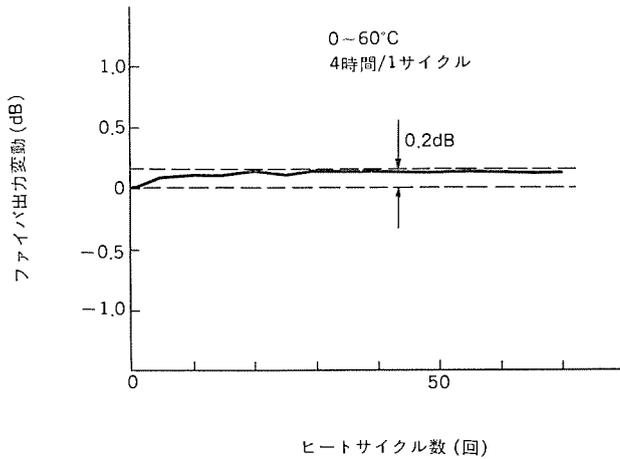


図 8. ファイバ出力のヒートサイクル特性

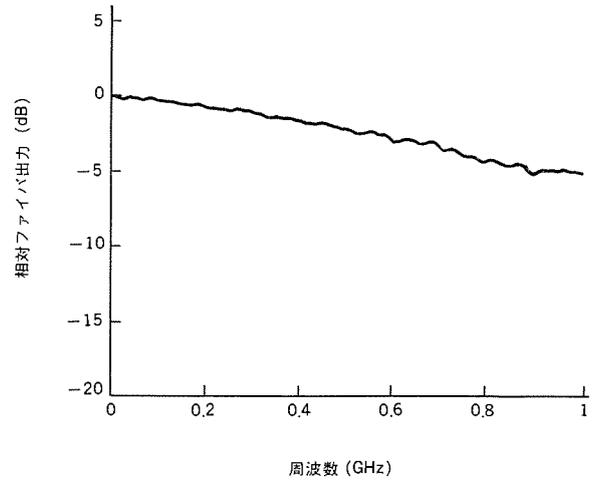


図 9. ファイバ出力の周波数特性

図 7. に受光感度の温度特性を示す。図 7. から 0～60°C の温度範囲における受光感度変動は ±0.15 dB 以下であり、安定した特性が得られている。これは、図中破線で示した受光素子自体の感度の温度特性とほぼ一致している。

(3) ヒートサイクル特性

図 8. にファイバ出力のヒートサイクル試験における変動特性を示す。ヒートサイクルは 0～60°C、4 時間/1 サイクルで行った。図 8. からヒートサイクル印加によるファイバ出力変動は、70 サイクル経過時で ±0.2 dB 以下であり、高い信頼性を示している。

5. 2 電気性能

(1) 周波数応答特性

図 9. に光合分波モジュールの LD を変調したときのファイバ出力の周波数応答特性を示す。測定時の LD 駆動バイアス電流は、LD しきい値電流の 1.65 倍である。図からファイバ出力の 3 dB 低下遮断周波数は約 630 MHz である。一方、受信については、使用した Ge-APD の遮断周波数は約 700 MHz である。以上から開発した光合分波モジュールを用いれば、約 600 Mbps の光信号伝送が可能である。

(2) 電気近端漏えいの周波数特性

電気近端漏えいは、LD と APD 間に金属のシールドを設けることにより低減することができる。図 10. に光合分波モジュールを回路基板上に実装したときの、LD 端子、APD 端子間電気アイソレーションの周波数特性を示す。図から電気アイソレーションは周波数約 600 MHz までの範囲で 110 dB 以上得られることがわかる。この値は 600

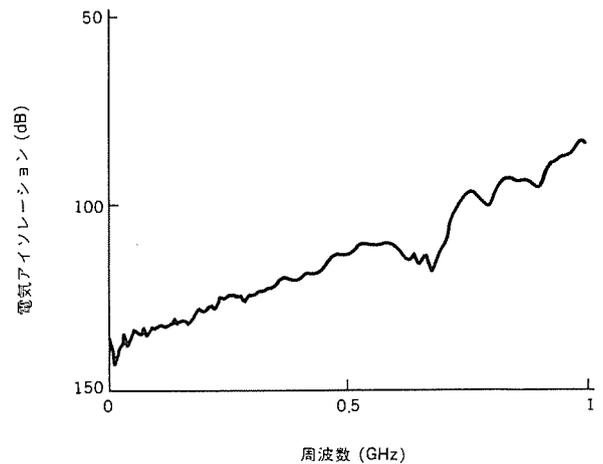


図 10. 電気アイソレーションの周波数特性

Mbps までのデジタル伝送を行うに十分な値である。

6. む す び

双方向光波長多重伝送系の送受信装置を小型・簡単化するとともに、システムの構築時における構成部品の波長の選定などに関するユーザーの負担を軽減することをねらいとして、発光素子、受光素子及び合分波フィルタを一体化した光合分波モジュールを開発した。

溶融型熱転写記録におけるインク特性と記録特性

端山 菊雄*・野村 健次*・村上 貞利**・矢野 辰春**

1. ま え が き

近年、OA化の進展や通信システムの高度化とともに情報量が増大しており、それらをより速く正確に伝達、理解するために、図形化、グラフィ化、更にはカラー化が進んできている。これに伴い、プリンタ、複写機、ファクシミリなどのハードコピー分野でも、記録物の高品質化が更に必要になっている。これまでに、溶融型又は昇華型熱転写、インクジェット、電子写真、ワイヤドットなどの多くの記録方式が考案され、実用化されてきている。これらの方式の中で、溶融型熱転写は、低騒音、装置の小型軽量化、高記録品質、メンテナンスフリーなど多くの利点を持つことから、今後とも大きく伸びることが予想されている。しかし、この方式には、フルカラー化や平滑性の低い用紙への高品質な記録など多くの課題が残されている。

溶融型熱転写方式の記録材料は、フィルム基材上に熱溶解性インクが塗布された構成となっており、インクが熱溶解して記録用紙に転写されることから、インクの諸特性が記録性に及ぼす影響は大きい。筆者らは、記録品質に関連するインクの諸特性についての基礎データを蓄積し、これを基に記録材料の改良を行い、新機種プリンタへの適用を図ってきた。ここでは、記録材料を構成するインクの熱挙動を中心とした特性について、種々の角度から評価した結果を述べ、その記録性能との関連性を考察した。

2. 記録材料の要求特性と材料物性

図1. は記録材料の構成と転写原理を示したものである。記録材料は、PETフィルムなどのベースフィルム(基材)に熱溶解性インクが塗布され、背面にニトロセルローズやシリコン樹脂などで耐熱、耐スティッキング処理が施された構造となっている。そして、常温で固体のインクをサーマルヘッドの熱で軟化、溶融して記録用紙に転写する原理になっている。したがって、インクは加熱転写されるときに、固体-液体-液体-固体の相変化を起こすため、その状態における化学的、物理的特性が記録性に大きく影響を及ぼすと言える。

熱溶解性インクの成分は、一般的には天然、合成、又はこれらを混合したワックスが主成分として使用され、これにモノクロの場合には黒色、カラーではイエロー、マゼンタ、シアン各顔料、その他各種の添加剤が加えられている。

従来、記録材料の評価は、実機プリンタでの記録試験による場合がほとんどであったが、記録材料を設計、製作するうえで、基材の

耐熱性、帯電性やインクの融点、溶融粘度などの材料物性を把握し、これらと記録性との関係を明らかにしていくことが不可欠である。そこで、記録材料の評価にあたり、その保存・運搬から記録に至るプロセスを分離して、図2. に示すような各々に対応した要求特性と材料物性を考えて試験を行った。

3. インク特性

図2. に示すように、記録材料は各プロセスを経るため種々の特性が要求されるが、その多くはインク自身の諸特性に左右されるところが大きい。したがって、インクについて種々の特性を把握する必要があるが、本稿では特に、熱・熱機械・溶融粘度・過冷却などの諸特性について述べる。熱特性、過冷却特性は、これらに大きく影響を及ぼす主成分のワックス単体で、また熱機械特性、溶融粘度特性については、ワックスに顔料と各種添加剤を加えたインクにより評価を行った。

3.1 熱特性

図3. は熱溶解性インクに利用される各種ワックスのDSC(示差走査熱量計・パーキンエルマー社製DSC-2型)による昇温-溶融、降温-

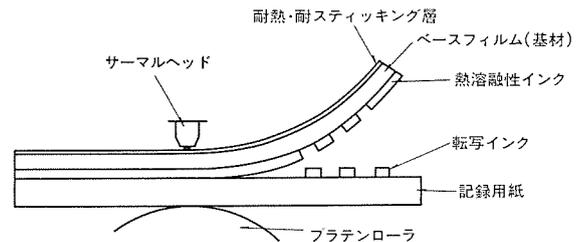


図1. 溶融型熱転写記録の材料構成と転写原理

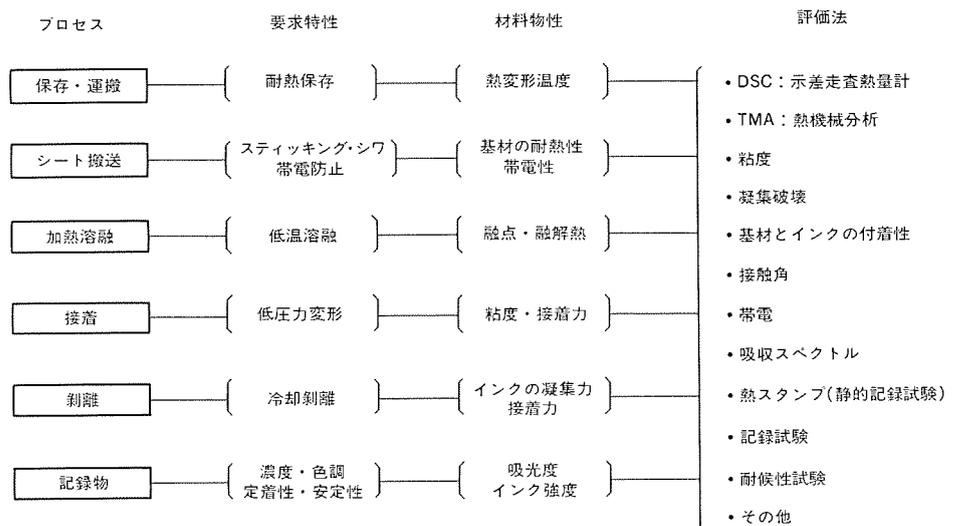


図2. 記録材料の要求特性と材料物性

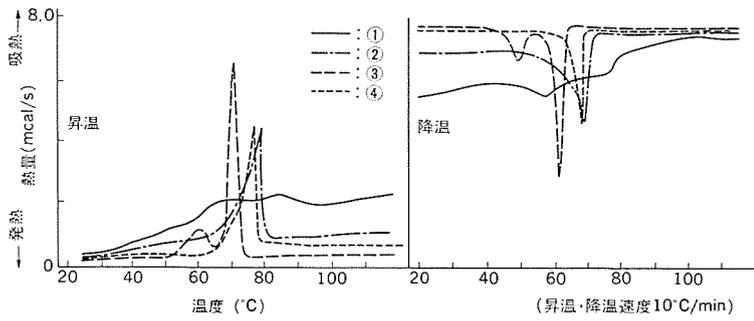


図 3. 各種ワックスの昇温-降温特性曲線

表 1. 各種ワックスの溶融-凝固特性

	溶 融				凝 固	
	融 点 (°C)	融 解 熱 (cal/g)	溶融完了 温 度 (°C)	ワックスを 溶融するの に必要なエ ネルギー (cal/g)	凝 固 点 (°C)	凝 固 熱 (cal/g)
①	65	39	91	72	58	38
②	77	41	79	69	70	37
③	70	51	72	75	62	52
④	75	25	77	51	67	25

注 ワックスを溶融するのに必要なエネルギー=比熱×(溶融完了温度-室温・25°C)+融解熱

凝固特性を示したものである。ワックスは各種炭化水素の混合物であり、その成分や分子量の違いにより様々な溶融-凝固形態をとるが、混合物の少ないものはDSCで鋭いピークがみられ、広い分子量分布をもつものや異種ワックスが混合されているものは、複数のピークが現れる。インクは記録用紙に転写される際、熱に敏感に反応しなければならぬことを考えると、ワックスは、図中③のような急激に溶融するタイプのものが望ましい。

表 1. に上記ワックスの溶融、凝固特性を示す。融点、融解熱、凝固点、凝固熱などに差がみられ、融点の低い①のようなワックスは、熱溶融しやすく、このワックスを用いたインクは、サーマルヘッドの熱量も低く設定することが可能である。しかし、融点が低過ぎると記録材料の保存時にインクが基材背面に付着するブロッキング現象を起こすため、融点の極端に低いワックスの利用は望ましくない。

一般に、ワックスの熱特性は融点で示されることが多いが、ワックス①のように広い温度範囲で溶融するものと、ワックス③のように狭い範囲で溶融するものがあり、融点のみで特性を比較することは難しい。そこで、融解熱と溶融が完了するまでに必要な熱容量(ワックスの比熱を0.5 cal/gとして求めた)とを加えた熱量、すなわちワックスを溶融するのに必要なエネルギーに注目した。この値を比較すると、融点は低い溶融温度範囲の広いワックス①と融点は高いがこの範囲の狭いワックス②とでは、同程度のエネルギーで溶融するのに対して、融解熱の少ないワックス④では、より少ないエネルギーで溶融することがわかる。このエネルギー量の少ないワックスを用いたインクは、後述するように高感度な記録を行うことができた。以上のことから、ワックスの熱特性を把握するうえでは、融点を求めるだけでなく、このエネルギーの測定値も加味することにより有効な知見が得られることがわかった。

3.2 熱機械特性

インクは記録用紙に転写される際、サーマルヘッドからの熱で軟化、溶

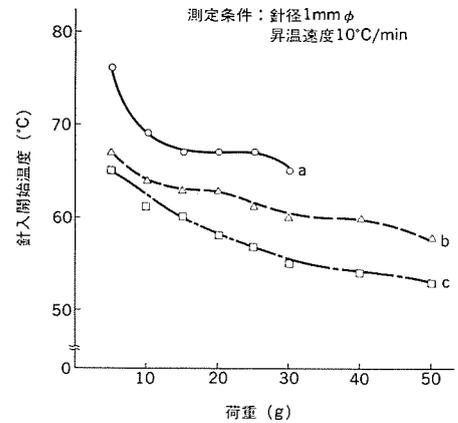


図 4. 各種インクの針入温度と荷重依存性

融されるとともに、サーマルヘッドとプラテンローラ間で圧力作用を受ける。したがって、インクの加熱状態における物性、すなわち熱機械特性を把握する必要がある。この特性は、TMA(熱機械分析)によって評価することができる。

図 4. は一般的な熱溶融性インクのTMA(パーキンエルマー社製TMS-1型)による針入温度と荷重との関係について調べた結果である。各インクとも、針径1.0mmφの場合、荷重が10g以上では10g増すごとに2~3°Cの針入温度の下降が生じる。この現象は転写時のサーマルヘッドの圧力増加によって、インクの溶融温度を下げることであり、記録感度を向上させることを示唆している。しかし、過度の圧力増加は、サーマルヘッドと記録用紙の間の摩擦力を増大させ、ヘッドに摩擦を生じさせることが懸念される。したがって、インクは低温で溶融が始まり、比較的小さな圧力で急激に溶融が進む熱機械特性を持つことが要求される。図 4. の中ではCが、比較的良好な特性を持つインクと言える。

3.3 溶融粘度特性

一般にインク層の厚さは3~4μmに対して、記録用紙の表面は、平滑性の高いものでもインク層以上の凹凸がある。したがって、サーマルヘッドにより加熱されて溶融したインクが用紙表面に付着するには、プラテンローラとの圧力による熱変形が必要であり、インクの溶融粘度特性、すなわち常温で固体のインクが熱によって溶融していくときの粘度変化を把握することが重要である。

インクの粘度は、記録時のインク転写性を推定するうえでの有効な指標となり、溶融時の粘度の低いインクは、容易に熱変形して記録用紙表面に付着するため、高感度の記録が可能である。しかし、粘度が低過ぎる場合は、記録用紙内部にまでインクが浸透してしまうため、記録濃度低下の原因となる。

熱転写に必要なインク粘度を推定すると、式(1)からインク厚3μm相当分(基材に3μmのインクが塗布されていると仮定)を、記録用紙に押しつけて(変位)転写するのに必要な粘度は10⁸poiseと求められる(インクを0.3μm押しつけるだけでよいとしたときは、10⁴poise)。

$$\eta = \frac{\sigma}{dr/dt} \dots\dots\dots (1)$$

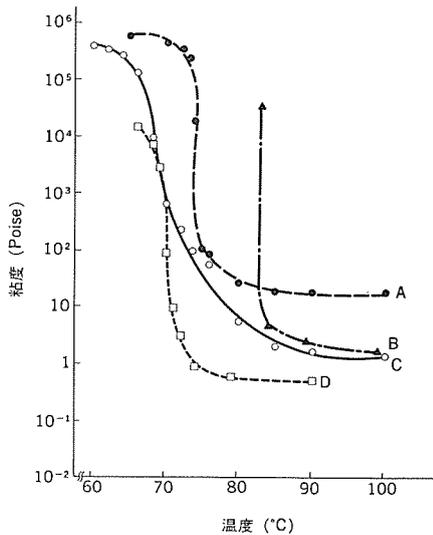


図 5. 各種インクの溶融粘度特性

ここに η : 粘度, σ : 力, r : 変位, t : 時間

プリンタを想定して $\sigma=16 \text{ g/mm}$, $t=0.16 \text{ ms}$ と仮定

このことから、高感度で記録できて、しかも記録用紙への浸み込みによる濃度低下を防ぐためには、インクは低温で溶融し急激に粘度が低下して、その後 10^3 poise 程度で一定になることが理想的であると推定される。

図 5. はインクの溶融粘度特性を動的粘弾性測定機 (Rheometrics 社製 ANA-R 1400 型) で求めた結果である。いずれのインクも昇温により急激な粘度低下を示し、理想的と推定した粘度である 10^3 poise でも急激な粘度変化を起している領域であり、最適転写温度幅の狭いことを示している。

この溶融粘度特性から、図中インク D については高感度記録が可能である一方、溶融粘度が低過ぎてインクの浸み込みによる濃度低下が起りやすいことが予想される。これに対して、インク A では溶融後の粘度が比較的高いレベルに保たれ、理想系と考えた特性に近い溶融粘度特性を示している。

3.4 過冷却特性

加熱によって、溶融、変形して記録用紙に付着したインクは、ベースフィルムとの界面ではなく(剝離して記録が完了する。この剝離過程において、インクが固化している場合は、インクシートと記録用紙を引き剝がすときの力が、インク層とベースフィルムの界面にかかることによって、正常な転写が行われる。一方、インクが溶融状態のまま引き剝がされると、インク層で凝集破壊を生じ、完全な転写が行われない。一般に、サーマルヘッドにより加熱されたインクは、剝離するまでに十分に融点以下の温度に冷却されるが、インクに用いるワックスによっては、融点以下の温度になっても結晶化するまでに時間がかかる過冷却現象が存在し、凝集剝離を生じるものがある。ワックスの過冷却性は、DSC により求めた融点と凝固点の差から把握することができるが、DSC では昇温、降温速度が $10^\circ\text{C}/\text{min}$ と実際のプリンタの数 $10^\circ\text{C}/\text{数 ms}$ と比べ遅いことから、実用性に即した値は得られない。そこで、筆者らは次の方法を考案し評価に供した。

ワックスは固体では結晶状態にあり、光を照射すると散乱するのに対して、溶融すると透明になり散乱光は減少する。この散乱光の変化を検出することにより、加熱-溶融、冷却-固化の現象を短時間

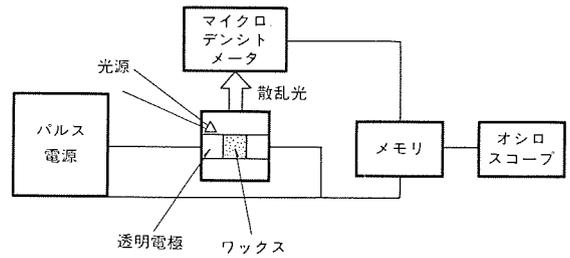


図 6. ワックスの結晶化時間測定系

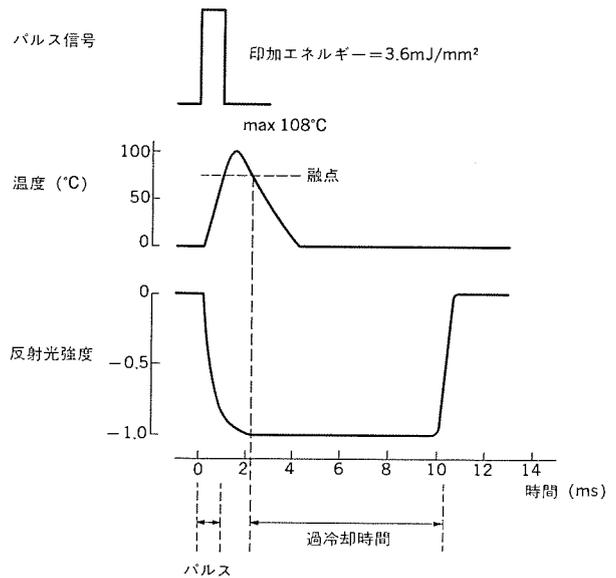


図 7. パルス信号印加時の温度と反射光強度の関係

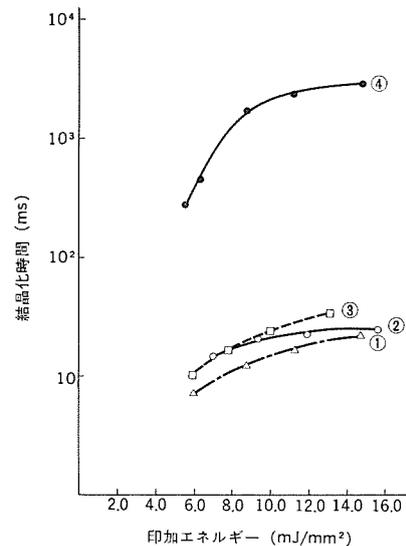


図 8. 各種ワックスの過冷却性

で測定することが可能となる。

図 6. はこの測定系を示したものである。ワックスを透明電極上に塗布し、透明電極をヒータとして 1 ms のパルス電圧を印加し、このときの散乱光強度の変化を測定した。パルス電圧印加時のワックスの温度と散乱光による反射光強度の関係を図 7. に示す。パルス電圧が印加されると、温度変化に伴い反射光強度が減少するが、過冷却性

表 2. 供試記録材料とインク特性

	融点	インクを溶融するのに必要なエネルギー	粘度
記録材料(I)	中	小	高
記録材料(II)	低	小	高
記録材料(III)	低	大	低
記録材料(IV)	中	中	低
記録材料(V)	低	小	高

の高いワックスでは、温度が融点以下になっても反射光強度が元のレベルに戻らない現象が観察される。したがって、融点に達した時間と反射光強度が元に戻るまでの時間の差から、過冷却時間を求めることができる。

図 8. はこの方法により、各種ワックスの過冷却性を求めた結果である。図中ワックス④は、結晶化時間が非常に長く、高過冷却性であることがわかる。ラインプリンタでは、インクが記録用紙に転写してから剝離するまでの時間が数百 ms 以上と長い、ワックス④を用いたインクでは過冷却性が高く、凝集破壊による転写不良を生じる。特にカラープリンタで3色又は4色の重ね記録を行うときは、インクの熱容量が大きくなるために冷却しにくくなり、先に転写記録したインクまでもインクシート側に移るいわゆる逆転写現象の原因ともなる。

4. 記録特性

サーマルヘッドを用いた感熱記録特性は、記録物の濃度による評価だけでなく、記録パターンにより点画、線画、面画などがあり、いずれにも満足できる画像を得ることが必要である。ここでは、異なった性質を持つ熱溶融性インクで構成した記録材料を試作して、記録性の評価を行い、インク特性との関連性について検討した。表 2. に供試記録材料のインク特性を示す。評価試験は表 3. の条件に従い、記録性を把握するうえで重要な項目に分けて評価を行った。表 4. はこの結果を示したものである。

記録材料(III)はインクの融点や溶融粘度が低く、比較的溶けやすく、流動しやすいため、記録用紙へのインク転写量が多く、記録濃度が高い。しかし、粘度が低過ぎるために、記録用紙に転写されたインクは、用紙の内部に浸透して濃度低下が起こる。一方、記録材料(I), (II), (V)は、インクの溶融粘度が高いため濃度低下は小さい。

記録材料(II), (V)は、短い印加パルスでライン記録が可能である。これらは融点とインクを溶融するのに必要なエネルギー量が小さく、低エネルギーで溶融しやすいインクであるために、ライン記録性に優れた記録感度が高い。

一方、尾引きは記録用紙への過度のインク付着性を表しており、記録材料(III), (IV)のように粘度の低いインクは、尾引き発生が起こりやすく、尾引き発生とライン記録可能な印加パルスの差で表した印字余裕が小さく、良質な画像を得にくい材料であることを示している。したがって、インクの粘度を高くして尾引き発生を小さくするか、インクの融点とこれを溶融するのに必要なエネルギー量を低くしてライン記録可能な印加パルス値を小さくすることによって、印字余裕を持たせることができる。

表 3. 記録試験条件

(1)サーマルヘッド	薄膜サーマルヘッド 記録密度 12ドット/mm 抵抗 740Ω
(2)印加電圧	15V
(3)周期	$10\text{ms} \begin{cases} T_1 = 5.0\text{ms} \\ T_{21} = 0.4 \sim 1.4\text{ms} \\ T_{22} = 2.6 \sim 1.6\text{ms} \\ T_3 = 2.0\text{ms} \end{cases}$
(4)プラテンローラ硬度	30度
(5)ヘッド圧力	27g/mm
(6)雰囲気温度	23°C
(7)記録パターン	
(8)記録用紙	三菱製紙TTR-PW

表 4. 記録特性

	記録材料 (I)	記録材料 (II)	記録材料 (III)	記録材料 (IV)	記録材料 (V)
最高記録濃度 (max O. D.)	1.35	1.30	1.50	1.25	1.15
連続記録 (ms)	0.50	0.50	0.60	0.50	0.60
濃度低下 (%)	4.0	2.0	15.0	6.0	0
ライン記録 (ms)	0.70	0.65	0.80	0.70	0.65
尾引き発生 (ms)	1.30	1.10	1.10	1.00	1.30
印字余裕 (ms)	0.60	0.45	0.30	0.30	0.65

注 (1) 連続記録は max O. D. 値を得るパルス

(2) 濃度低下 = $\frac{\text{max O. D. 値} - 1.5\text{ms 印加パルス時 O. D. 値}}{\text{max O. D. 値}} \times 100$

(3) ライン記録は副走査方向 1ドットライン 90% 以上記録可能なパルス

(4) 印字余裕 = (尾引き発生パルス) - (ライン記録パルス)

以上、記録性を各項目に分けて評価したが、インクの融点、溶融粘度、インクを溶融するのに必要なエネルギーなどのインク特性を制御することが、記録性能の向上に重要であることが明らかになった。

5. むすび

溶融型熱転写方式における記録材料について、それを構成する主原料のワックス及びインクの各々の熱的、力学的特性を様々な角度から評価し、記録特性との関連性について考察した。この結果、より記録性に優れた高性能な熱転写プリンタを設計するうえでの有益な知見が得られた。

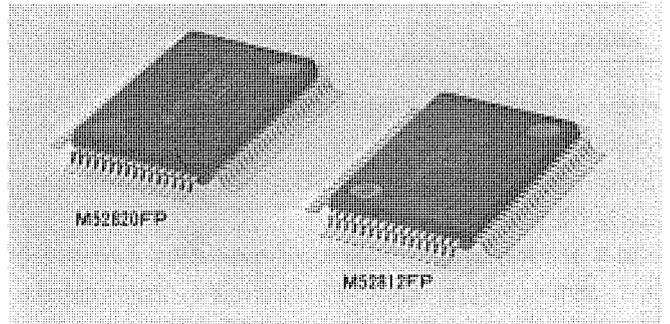
スポットライト

1チップFDD用ICシリーズ M52820FP、M52812FP

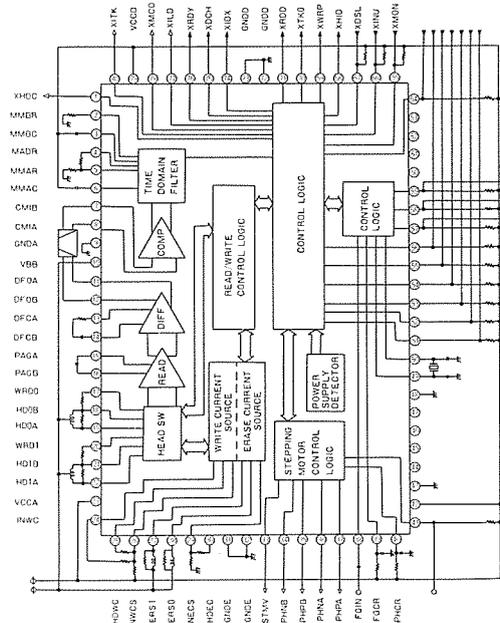
パソコン・ワープロなどのOA市場の拡大に伴い、フロッピーディスクドライブ (FDD) の需要が伸びています。5.25"タイプは成熟期に達しており、一方、より小形の3.5"タイプは、急速な成長が予想されています。また、FDDの高密度化、兼用機化、大容量化、多機能化、省電力化、5V単一電源化など市場ニーズはますます多様化しており、この要求に応じて今回、FDD専用IC M52820FP、M52812FPの2品種を開発しました。M52820FPは、低消費電力、標準密度/高密度切り替えの2モードFDD用に開発されたICで、5V単一、省電力タイプの3.5" FDD用に最適設計されています。一方、M52812FPは、標準密度/高密度切り替えの2モードFDD用に開発されたICで、2電源方式 (5V/12V) の3.5"/5.25"タイプのFDDに幅広く対応できる豊富なオプション機能を内蔵しています。外形は2品種とも80ピンフラットパッケージを採用していますので、セットのより小形化と、トータルコストの削減が可能です。

仕様

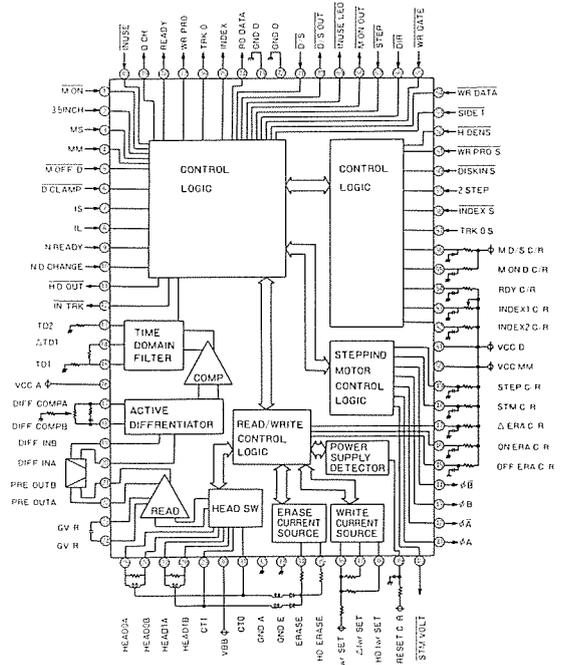
形名		M52820FP	M52812FP
電源		5V単一、5V/12V	5V/12V
消費電力	スタンバイ	7.5mW	200mW
	リード	123mW	420mW
	ライト	88mW	420mW
タイマ形式		クロック	ワンショット10回路
ライト電流		4段切り替え	4段切り替え
イレーズ電流		2段切り替え	2段切り替え
コマンドライバ		×	○
INUSE点灯条件		3	4通り
M.ON動作条件		3	4通り
M.ON/OFF DELAY		○	○
スペシャルシート		○	×
インタフェース出力		○	×
ウエハプロセス		Bi-CMOS	Bipolar-1L
パッケージ		80ピン	80ピン
FDD	サイズ	3.5"	3.5"~5.25"
	容量	500kB~2MB	500kB~2MB



M52820FPブロック図

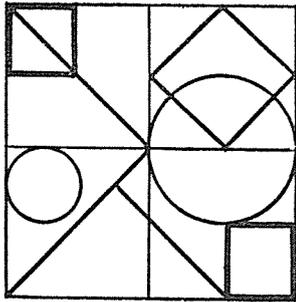


M52812FPブロック図



特許と新案 有償開放

有償開放についてのお問合せ先 三菱電機株式会社 特許部 TEL (03) 218-2136



ガス絶縁開閉装置 (特許第1172214号)

発明者 箱井信夫, 脇本 肇

この発明は、第一、第二の接地開閉器、断路器の配列を改良したガス絶縁開閉装置に関するものである。

ガス絶縁開閉装置は、図1に示すように充電部であるケーブル又はブッシング(1)、第一の接地開閉器(5)、第二の接地開閉器(7)及び断路器(6)を備え、変流器(2)を介して遮断器(4)に接続されている。そして、従来装置においては、接地開閉器(5)、(7)、断路器(6)が、第一の接地開閉器(5)、第二の接地開閉器(7)、断路器(6)の順に水平方向に配列されていたため、図1とは異なる配列となり、誤操作の原因となっていた。また、床占有面積が大きいという欠点があった。

この発明は、このような従来装置の欠点を解消するために、図2、3に示すように、第一の接地開閉器(5)、第二の接地開閉器(7)、断路器(6)を鉛直方向に配列し、それぞれの操作箱(15)、(16)、(17)を図1に対応し、かつ近接して配列し、接地開閉器(5)、(7)と操作部(15)、(16)とを中間操作部(70)、(70')を介して接続するようにした。これにより、誤操作を生ずる可能性が低く、操作能率が高く、床占有面積が小さいという優れた効果を有する。

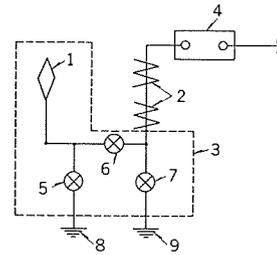


図1

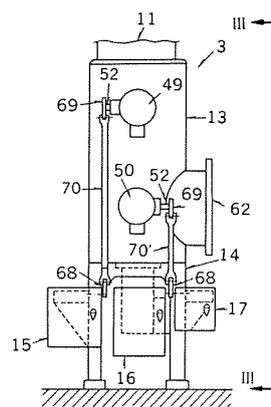


図2

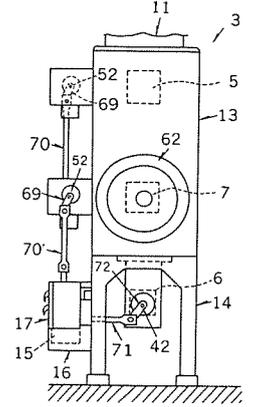


図3

係船ウインチの張力自動制御装置 (特許第1220796号)

発明者 中島 義信

この発明は、係船ウインチ駆動電動機のトルクの上限及び下限をそれぞれ任意に設定できる係船ウインチの張力自動制御装置に関するものである。

従来の張力自動制御装置においては、ロープの繰出し及び巻込み開始(駆動電動機(6)がドラム(1)の軸に与える)トルク T_B 及び T_C の比率が固定されてしまい、これらを自由に独立して設定することができず、ロープ張力の変化幅がある程度大きくなると、実用上要求されている以上に敏感に巻込み、繰出しを繰返し、ウインチとしての作動に安定性を欠くという欠点があった。

これに対して、この発明は、回転角検出器(21)により電動機(6)の軸の回転角及び回転方向を検出すると共に、巻取ドラム(1)の巻込み、繰出し開始時の電動機トルクを上限トルク T_B 及び下限トルク T_C として任意にし、上記回転角検出器(21)の出力信号に応じて上記上限及び下限トルクの範囲内で電動機トルクを制御するようにしたため、巻込み及び繰出し開始のトルクが各々任意に設定でき、ウインチ使用

条件により設定変更が必要なきも、非常に簡単に、かつ無段階に設定ができるという効果がある。更に、自動運転中、電動機(6)が常に適切な巻込みトルクを発生するように構成されているので、ロープ張力が突発的に増減しても応答性が良好である。

(電動機の回転速度)

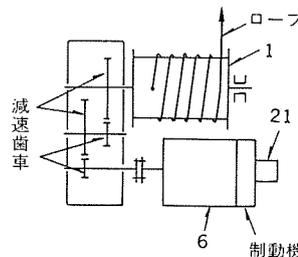


図1

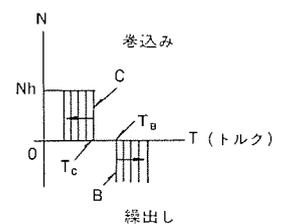


図2

エレベーターの非常時運転装置 (特許 第1251447号)

発明者 鈴木 修

この発明は、管理人に非常時の運転可能かご台数を明示して、極力かご内乗客の救出を早めるようにしたエレベーターの非常時運転装置に関するものである。

即ち、非常電源の容量と、エレベーターの運転に必要な容量及びエレベーター以外に必要な容量（非常灯、空調装置及びその他の負荷の容量）から、非常電源により運転可能なかごの台数を演算し、これを表示するようにしたため、管理人は帰着させるかごの台数を明確に知ることができ、乗客の救出を早めることができる。

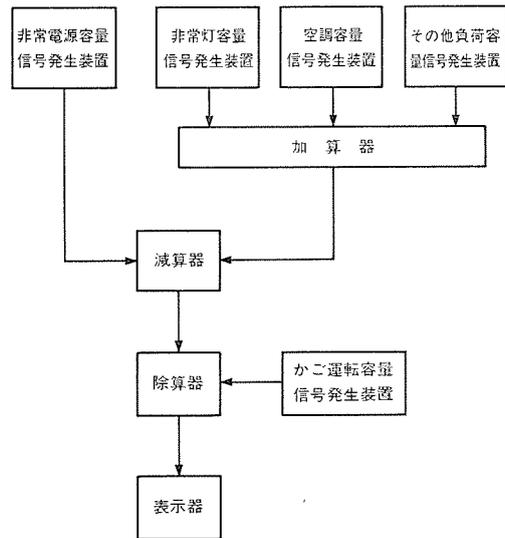
図はこの発明の一実施例を示すブロック図で、除算器で運転可能なかごの台数(N)が求められる。

$$N = \frac{W_1 - W_2}{W_3}$$

ここで、 W_1 : 非常電源の容量

W_2 : エレベーター以外で使用する容量

W_3 : エレベーター 1 台分に要する容量



<次号予定> 三菱電機技報 Vol. 62 No. 1 技術の進歩特集

- 研究
- 電力・エネルギー
- 産業用システム・機器
- 宇宙開発と衛星通信
- 情報・通信

- 半導体と電子デバイス
- 建築関連設備
- 交通
- 家電関連機器

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 鶴田敬二</p> <p>委員 峯松雅登</p> <p>〃 境野直一</p> <p>〃 堀切賢治</p> <p>〃 高橋宏次</p> <p>〃 村田豪</p> <p>〃 藤井学</p> <p>〃 郷鉄夫</p> <p>〃 高橋誠一</p> <p>〃 関沢英男</p> <p>〃 柳下和夫</p> <p>幹事 長崎忠一</p> <p>12月号特集担当 柳沢忍</p> <p>柴田信之</p>	<p>三菱電機技報 61 巻 12 号</p> <p>(無断転載を禁ず)</p> <p>昭和 62 年 12 月 22 日 印刷</p> <p>昭和 62 年 12 月 25 日 発行</p> <p>編集兼発行人 長崎 忠一</p> <p>印刷所 東京都新宿区桜町 7</p> <p>大日本印刷株式会社</p> <p>発行所 東京都港区新橋六丁目 4 番 9 号 (〒 105)</p> <p>三菱電機エンジニアリング株式会社内</p> <p>「三菱電機技報社」Tel. (03) 437 局 2338</p> <p>発売元 東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 101)</p> <p>株式会社 オーム社</p> <p>Tel. (03) 233 局 0641 (代), 振替口座東京 6-20018</p> <p>定価 1 部 700 円送料別 (年間予約は送料共 9,100 円)</p>
--	---

三菱電機技報 (昭和62年) 第61巻 総目次

1号 技術の進歩特集	5号 冷凍・空調特集	9号 通信用半導体特集
2号 交通特集	6号 加工機特集	10号 汎用電子計算機システム特集
3号 宇宙開発特集	7号 ワークステーション特集	11号 昇降機及びビル管理システム特集
4号 FA 特集	8号 材料/カーエレクトロニクス特集	12号 情報通信特集

《技術の進歩特集》

	号	ページ		号	ページ
1. 研究	1	2	6. 情報処理	1	46
2. 電力・エネルギー	1	12	7. 半導体と電子デバイス	1	54
3. 産業用システム・機器	1	20	8. 建築関連設備	1	62
4. 無線機器と宇宙	1	32	9. 交通	1	70
5. 情報通信	1	38	10. 家電関連機器	1	78

特集論文

〈交通特集〉

1. 交通におけるニーズと技術開発の展望	曾根 悟	2	87
2. 最近の列車運行管理システム	石田隆朗・六藤孝雄・館 精作・村木一己・祖父江幸男	2	89
3. 鉄道車両における情報システムの動向	森原健司	2	94
4. 最近の車両推進制御システム	成戸昌司	2	100
5. 最近の車両用主電動機	宗行満男・地蔵吉洋	2	106
6. 車両補助電源システムと空調システムの動向	松永健市郎・東濱忠良・加我 敦・米畑 譲・堤好一郎	2	113
7. 最近の列車無線システム	田口倭生・松本和臣・湯原 裕・横山保憲・三井和夫	2	119
8. 最近の電鉄用電力供給システム	田中潤次郎・田中 実・青木芳博	2	124
9. 最近の駅務システム	大倉忠廣・森本博文・有村慎一・福井 毅・松本真二	2	128
10. 車両基地におけるコンピュータ利用	高橋啓一・本多隆一・水谷次雄・川原和孝・吉村元由	2	133
11. 東京急行電鉄(株)向けバス運行管理システム	高橋 信一・新川 清・中平泰男・川原健志・間仁田俊行	2	137

〈宇宙開発特集〉

1. 宇宙開発の現状と展望	木下親郎・藤田康毅	3	172
2. 技術試験衛星V型(ETS-V)	村山英敏・筒井 修・山田重雄・笠井鯉太郎・石井豊彦	3	179
3. 通信衛星3号(CS-3)	高比良 昭・松本芳郎・向井長夫・鈴木庸彦・安坂吉生	3	185
4. リモートセンシングと画像処理	小野 誠・田中宏和・松井保憲	3	191
5. オーストラリア主要都市間衛星通信システム	鈴木善之・今井健雄・柴田秀樹・大場達博・田村節夫	3	196
6. 衛星搭載用アンテナ	片木孝至・赤石 明・小林右治	3	201
7. 人工衛星の姿勢制御技術	名取直幸・山口哲郎・吉田憲正・中川信雄	3	206
8. 大型伸展・展開構造物	小泉孝之・山本和夫・倉藤 康・谷沢一雄・浅葉 誠	3	211
9. 人工衛星における能動型熱制御	増本博光・桜井也寸史・木村 弘・大串哲郎・金森康郎	3	215
10. 人工衛星搭載用GaAs半導体デバイス	山本偉三・北陽 滋・上田和男・伊木茂男・園田琢二	3	220

〈FA 特集〉

1. FAの現状と将来展望	坂田邦寿	4	258
2. FAシステム構築手順	酒田泰博・真篠幸雄・岡崎隆夫	4	263
3. 生産システムにおけるシミュレーション技術	中山保夫・井手 清・林 昌孝・今井弘志・福田豊生	4	269
4. FAにおける分散型システム	今道周雄・稲本 惇・瀬名一生・松本和行	4	273
5. FAにおける新しい制御言語	若宮明子・滝 寛和・中山保夫	4	277
6. メカトロニクス機器の制御技術	大島道隆・馬場孝夫・森田 温・牛島正人	4	281
7. FAにおけるセンサ応用	亀井光仁・深田陽司	4	285
8. PROLOGによるオンライン操業支援システム	小林健三・南里 要・佐々木道雄・川崎雅夫	4	289
9. 自動車工場におけるFAシステム	河本晴夫・安居院憲彰・安部 勉・白倉忠晴	4	293
10. 半導体工場におけるFAシステム	上原 良・三浦孝夫・清水孝雄・山田 淳	4	297
11. 電子商品工場におけるFAシステム	加藤 恒・浦谷和茂・水野隆夫	4	301
12. 金型工場におけるFAシステム	阿部 忠・池田幾俊・杉原弘章・桜田 孝	4	309
13. 組立・マテハンロボット	志賀康宣・安藤春樹・東 健一・西脇宗夫・浜口修喜	4	315

〈冷凍・空調特集〉

1. 冷凍・空調技術の展望	江本浩徳	5	344
2. 昭和62年度インバータルームエアコンの快適制御	梅村博之・青木克之・菅原作雄	5	347
3. 1マイコンによるルームエアコン用インバータの制御	望月昌二・飯尾幸司・坂本泰堂・宇高正晴・川岸賢至	5	351
4. 空調機のホロニクス制御	松岡文雄	5	355

5. インバータ搭載冷凍冷蔵庫	板垣政也・飯尾幸司・勇内和秀・松岡文雄・川岸賢至	5.....359
6. パッケージエアコン《Mr. SLIM》のシステム制御	佐藤康夫	5.....363
7. 透湿膜式加湿器	人見不二夫・大川内幸訓・高橋健造	5.....367
8. 空調用水蓄熱ユニット KAH シリーズ	池原清一郎・大塚修・後藤耕治	5.....371
9. 温度ブースタ	弓倉恒雄・潤田静男・山中晤郎・新井卓史	5.....375
10. 食品店舗用オープンショーカーケース	佐藤務・長谷川厚・古沢齊	5.....381
11. 一体空冷コンビネーションマルチ式コンデンシングユニット	木村誠夫・上田和弘	5.....387
12. スプリット式冷凍冷蔵クーリングユニット	木下実・根来耕一	5.....391

〈加工機特集〉

1. 加工機の現状と今後の動向	田口堅・赤枝潤二郎	6.....427
2. ワイヤ放電加工機の最新技術	倉橋安則・荒楨淳・新開勝・大丸隆正・中山建夫	6.....430
3. ワイヤ放電加工特性と加工技術	弥富剛・岩崎健治・真柄卓司・志田伸一・牧野文平	6.....436
4. NC 型彫り放電加工機の最新技術	田中俊明・加藤幸夫・松田久和・西川守久・七沢禎文	6.....440
5. NC 型彫り放電加工特性と加工技術	高鷺民生・尾崎好雄・大泉敏郎・酒井洋三	6.....448
6. 型彫り放電加工用電極の 1 チャック多面加工技術	三嶋吉一・古川誠司・中山喜敬	6.....454
7. 炭酸ガスレーザ発振器	菱井正夫・佐藤清・大谷昭博	6.....460
8. 炭酸ガスレーザ加工機	吉田公生・山本昭規・柴山耕三郎・白須浩蔵	6.....464
9. 炭酸ガスレーザ加工技術	木谷基・金岡優・柴山耕三郎・吉田寿男	6.....468
10. 電子ビーム加工機	原且則・桂田重穂・山本吉廣・荒川及蔵・村上英信	6.....476
11. 電子ビーム加工技術	内海晴之・大田正雄・平本誠剛・山根義雄・丸山敏郎	6.....482

〈ワークステーション特集〉

1. 新しい分野を築くワークステーションの展望	小泉寿男・小畑甫	7.....512
2. マルチワークステーションの概要と特長	金井守司	7.....515
3. エンジニアリング分野における EWS の活用	田戸茂・片岡正博・片岡正俊・岡哲生	7.....519
4. 知識処理における AI ワークステーションの活用	秋田興一郎・太細孝・荻野敬迪・丸山冬樹	7.....527
5. 画像処理ワークステーション《MELISSA-WS》	望月純夫・松井保憲・塚越康裕・藤井順子・藤原美喜	7.....533
6. ソフトウェアエンジニアリングにおけるワークステーション	高野彰・堀川博史・藤掛遵・渡辺治・春原猛	7.....539
7. ワークステーションを用いたミックスモード通信用端末	小野文孝・苗村水戸夫・石原幹久	7.....545
8. 図面管理分野におけるワークステーションの利用	長島清・桑田貴平・中崎勝一・中村泰明	7.....549

〈材料特集〉

1. 材料開発の現状と展望	平林庄司	8.....595
2. 車両電動機用新絶縁材料	中島博行・村山雅一・地大英毅・西土井進・栗山啓	8.....597
3. 複合材料—宇宙機器用 CFRP 及び高性能プリント基板—	村山邦彦・山本泰・菅野俊行・羽仁潔・中島博行・三好一雄	8.....601
4. 小型蛍光ランプ用緑色蛍光体	橋本典綱・松永数・佐藤建	8.....609
5. 表面実装用 IC リードフレーム材料	北風敬三・中西輝雄・久保蘭健治・中島孝司	8.....613
6. 宇宙用スリップリング材	渡辺幹男・播磨三弘・中川潤・鈴木峰男・西村允	8.....619
7. 液相成長法による InP 系材料とその応用	大塚健一・松井輝仁・尾形仁士	8.....623
8. ECR プラズマ CVD 法による a-Si:H 膜	羽山昌宏・小林和弘・川元暁・三木秀二郎	8.....627
9. 導電性高分子の開発と電子デバイスへの応用	肥塚裕至・角田誠・津村顯・蔵田哲之・安藤虎彦	8.....631

〈カーエレクトロニクス特集〉

1. カーエレクトロニクスの現状と動向	壺井芳昭	8.....635
2. 自動車用半導体加速度センサ	番政広・別所三樹生・竹内孝信	8.....637
3. プレイバック機能付きカーラジオ	森廣義晴・白谷優次	8.....641
4. RDS 受信カーラジオ	田浦賢一・友広良	8.....645
5. 自動車用油圧制御ソレノイド・アクチュエータ	浜田有啓・原忠之・小島隆男	8.....651
6. ガソリンエンジンの電子制御装置	佐々木武夫・多田靖夫・上田敦	8.....657
7. 無段変速機用電磁パワダクラッチ制御システム	辰巳巧・内藤靖雄・三村宗彦	8.....663
8. 車載用 GPS 型ナビゲーションシステム	平田誠一郎・横内一浩	8.....669
9. 磁気方位センサ	伊藤久嗣・松本活典	8.....673
10. 車載用デジタルオーディオテーププレーヤー	加藤博明・中西康之・中川邦彦・石田雅之・宇津井良彦	8.....679

〈通信用半導体特集〉

1. 通信用半導体の現状と今後の動向	細見清・堀場康孝	9.....692
2. 通信用半導体光デバイス	樋口英世・河野正基・玉利邦喜・堀内茂樹・永井精一	9.....694
3. 長距離光通信用単一モード半導体レーザ	柿本昇一・浪崎博文	9.....700

4. 光送受信器用 IC	瀬上 広一・手島邦夫・加藤直之・北山忠義	9.....704
5. 衛星通信符号化モデム用 LSI	藤野 忠・三宅 真・村上圭司・櫻井博樹	9.....710
6. 移動通信用 GaAs デバイス	前村公正・中原和彦・阪本 進	9.....714
7. GMSK 周波数検波復調用 LSI	松本和臣・立石幸也・中村 忠・柏木 孝・松任幸広	9.....718
8. 電子化電話機の専用 IC	加藤直之・小松文昭・柏木賢一	9.....722
9. C バス制御用 LSI	江口真行・渡辺 晃・止部久仁彦	9.....726
10. 誤り訂正用 LSI	井上 徹・山岸篤弘・吉田英夫・小田好明	9.....732

〈汎用電子計算機システム特集〉

1. 汎用電子計算機システムの現状と動向	坂 和 磨	10.....774
2. 汎用電子計算機《MELCOM EX 860, 870, 880》の本体装置	ウィリアム・ランバート・肥田木 誠・木村富蔵・朱雀二郎・植木則明	10.....776
3. 汎用電子計算機《MELCOM EX 860, 870, 880》の素子実装技術と設計検証システム	森 伯郎・角 憲明・目黒久雄・国岡美千子・立 木 真	10.....780
4. 汎用電子計算機《MELCOM EX 800 シリーズ》のネットワークシステム	桂川泰祥・太田 潔・嵯峨公一・瀬戸秀輝・小松田敏二	10.....784
5. 汎用電子計算機《MELCOM EX 800 シリーズ》の分散処理システム	井上貞夫・下田義孝・塩尻浩司・尾崎 隆・松田昇平	10.....790
6. 汎用電子計算機《MELCOM EX 800 シリーズ》の OA システム	九鬼隆彦・増田元一・魚住光成・草場信夫・佐々木良男	10.....794
7. 汎用電子計算機《MELCOM EX 800 シリーズ》のシステムにおける利用形態と特徴	稲本 惇	10.....798
8. 製紙メーカーにおける統合情報システム	小野川利昌・石橋利英・桑子栄次・斉藤不二夫	10.....802
9. 音響電機メーカーにおける統合情報システム	小泉勝是・荒谷 真・白井浩之	10.....806
10. 半導体工場における汎用電子計算機システム	野村進二	10.....810

〈昇降機及びビル管理システム特集〉

1. 昇降機技術の展望	松倉欣孝・渡辺英紀	11.....844
2. VVVF 制御方式エレベーターの最近の動向	野村正実・棚橋 徹	11.....847
3. 電子化油圧エレベーター	山本友一郎・三宅立郎・神谷代詞男	11.....851
4. 個人住宅用エレベーター	吉川 博・杉山美樹・青井隆明・山本和美・中西光明	11.....855
5. 展望用エレベーターの形式とかが外装デザイン	牧野克巳・徳田泰弘・森沢龍夫・田村耕一	11.....859
6. 高性能乗用エレベーター《アクセル VF》インテリジェントオブションシリーズ	市岡洋一・笹尾勇夫・辻 伸太郎・氏原英世・吉田研治	11.....863
7. エレベーターのトラクション技術	本田武信・新川 実・岡田克巳・榎本順三	11.....869
8. 高速エレベーター用はすば歯車技術	山崎真治・吉岡純夫・熊沢道夫	11.....873
9. J シリーズエスカレーター	横田 達・谷口諄次・金森 修・北村茂治	11.....877
10. マンショントータル管理システム《メンセントリー M》	水庫 功・小野木幹夫・増本 昭	11.....881
11. 自動検針システム	山崎清熊・小山康仁	11.....887
12. カラスマブラザ 21 ビル向けインテリジェントビルシステム	保里康一・小林俊治・内藤 修・戸根川寿志・諸星芳彦・江田 攻	11.....893
13. 東京興産(株)向けビル群管理システム“インベリアルネットシステム”	大橋直樹・井上証策・岡野 勝・向井文章・菅野和敏	11.....897

〈情報通信特集〉

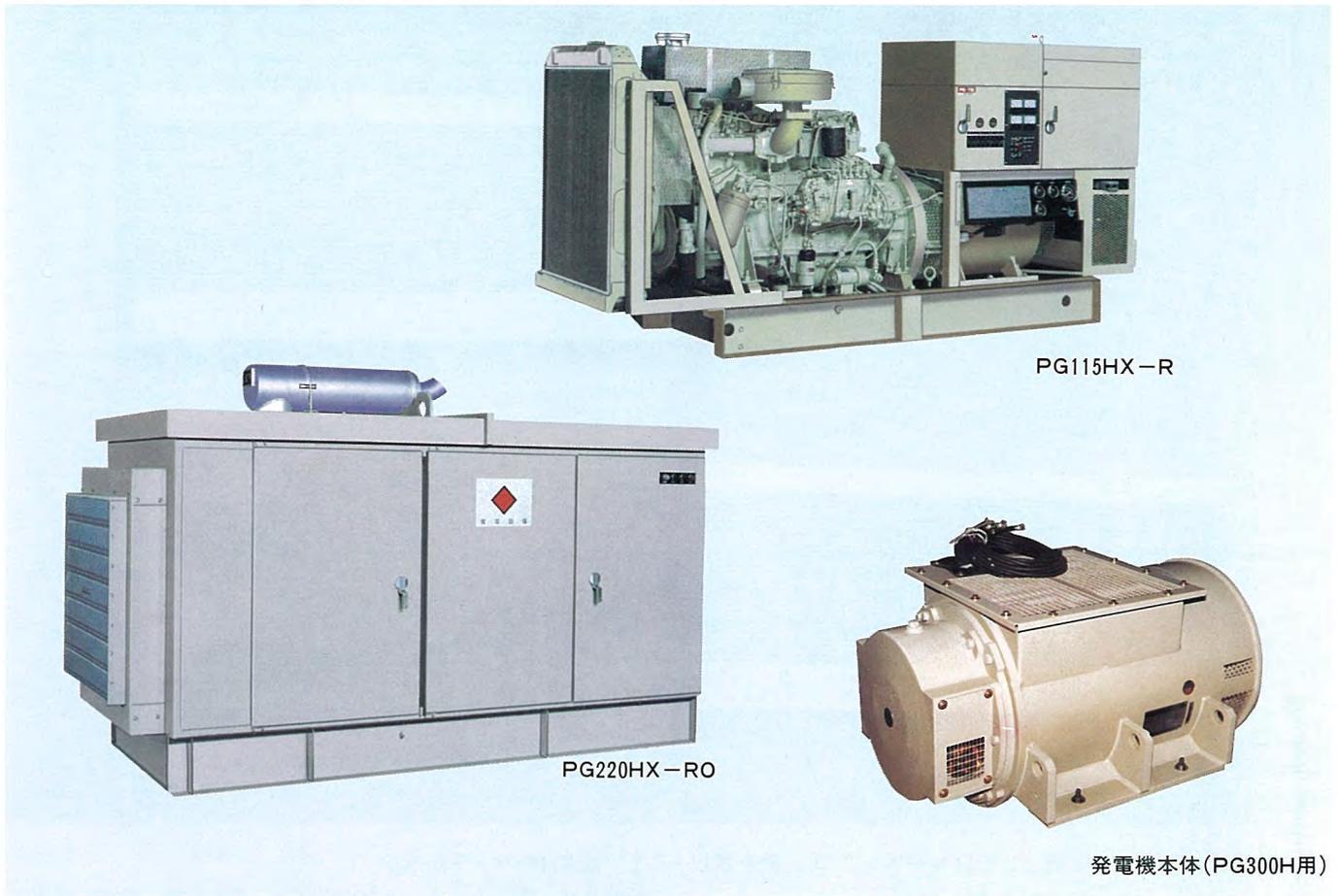
1. 情報通信の動向とシステムの展望	藤原謙一	12.....930
2. ビジネス衛星通信サービス (IBS) 用無線設備	中西道雄・原 泰司・大場達博・井上誠也	12.....932
3. 三菱高速デジタル多重化装置 MX-7100 シリーズの基本方式とシステム構成	藤原謙一・石井康一・石坂充弘・関川一彦・高木 宏・原田永康・鹿間敏弘・小山啓一・藤田清志	12.....938
4. 三菱高速デジタル多重化装置 MX-7100 シリーズの構成と機能	青山 滋・内藤悠史・大島一能・中野 栄・覚埜高音・市橋立機・伊藤修治・木嶋孝文・佐田耕一	12.....942
5. パケット多重化装置《MELPAX 1000》	有賀 均・後沢 忍・水迫浩昭・藤田 進・北川健一・渡部重彦	12.....946
6. INVITE 64 テレビ電話システム	山口博久・和田正裕・林 信喜・大塚洋俣・小松文昭	12.....950
7. 分散処理ネットワークシステムにおけるデータベースの最適配置	稲本 惇	12.....954
8. コンピュータネットワーク体系 MNA-P	宮崎茂雄・三屋誓志郎・高木 宏・重松康夫・渡辺 透	12.....958
9. 情報通信と配電自動化	前田耕二・芦澤友雄・宮澤生行	12.....962
10. 総合防災情報システム	椎野 茂・佐野昌利・日方俊幸・白田幸雄・井田 勝	12.....966

普通論文

1. 小田急電鉄(株)納め運転教習シミュレータ	佐藤 薫・武 昭价・本多隆一・星野正光・柿元栄三	2.....142
2. 東海道・山陽新幹線向け 100 系電車用電機品	植田幸雄・遠藤道忠・田原 先・関根康祐・牧 美好	2.....147

3. 車両補助電源用新シリーズインバータ装置—MELSIV-2000 シリーズ—	2.....150
4. 三菱汎用シーケンサにおけるデータリンクシステム 《MELSEC-NET》	2.....157
5. 気中アーク制御 VJC 方式配線用遮断器	2.....163
6. 磁気軸受フライホイールの宇宙実験モデルの製作	3.....226
7. 高信頼性 MIC 基板	3.....230
8. 人工衛星の帯電放電と帯電防止技術	3.....234
9. 人工衛星用電熱式ヒドラジンスラスタの熱解析	3.....238
10. 新住宅用規格形エレベーター	3.....243
11. 高耐圧・大電流 GTO サイリスタの特性	3.....247
12. 高速道路交通モニタシステム	4.....321
13. MRI 用超電導マグネットのクライオスタットと低温技術	4.....325
14. 高速 256 k ビット CMOS スタティック RAM	4.....329
15. 準マイクロ波通信等用・L バンド 50 W シリコンバイポーラトランジスタ	4.....333
16. 66 kV, 20 MVA 完全自冷式ガス絶縁変圧器の実用化	5.....395
17. 小型ファクシミリ 《MELFAS 2100 シリーズ》	5.....399
18. 高機能型デジタルビデオテックス宅内装置	5.....403
19. MPU 搭載 IC カード	5.....407
20. 超大容量 4 M ビットマスク ROM	5.....411
21. 三音速風洞試験設備	5.....415
22. マイクロ波レベル計 ML 2001	6.....490
23. 電源設備の信頼性向上と不燃化—ガス絶縁スポットネットワーク受電設備—	6.....494
24. プラスチックパッケージ型 ECL RAM	6.....500
25. アクティブフィルタを適用した高調波補償装置	7.....555
26. 東京電力(株)向け設備総合自動化店所給電所システム	7.....561
27. OA-LAN システム	7.....567
28. 三菱テレコムステーション ML-TS 100	7.....573
29. レーザ利用センサ	7.....577
30. CMOS 1 M ビットダイナミック RAM	7.....581
31. 医用画像ディスプレイステーション “File Ace 4100”	7.....585
32. 紫外線予備電離方式エキシマレーザ	9.....736
33. 雷観測レーダーシステム	9.....740
34. 液晶ポケット TV 用小型低消費電力信号処理 IC	9.....746
35. CVD 反応機構の数値シミュレーション	9.....750
36. 高速 1 M ビット CMOS EPROM	9.....754
37. テレビ会議室の室内設計	9.....758
38. 300 kV 全三相一括型ガス絶縁開閉装置	10.....814
39. 大容量サイリスタモータ駆動システム	10.....820
40. 運動部品の軽量化による工業用ミシンの振動低減	10.....826
41. 37 インチ インテリジェント ディスプレイモニター	10.....830
42. スピーカー音場のカラーアニメーション表示法	10.....834
43. 太陽光発電利用のトンネル照明システム	11.....901
44. 超高速可変速電動機システム 《MELDRIVE シリーズ》	11.....905
45. オリジナル高機能 CMOS 16 ビット 1 チップマイクロコントローラ	11.....911
46. 液晶光スイッチ	11.....915
47. 金型の制御による高精度 U 曲げ加工	11.....919
48. 診療オーダーリング方式による病院情報システム	12.....972
49. 酸素富化装置を用いた高効率オゾンナイザシステム	12.....978
50. ICB 蒸着法による成膜技術	12.....982
51. FD-1800 型デジタル超音波探傷器	12.....986
52. 8/16 ビット高性能 CMOS オリジナルシングルチップマイコン	12.....990
53. シングルモードファイバ用光合分波モジュール	12.....994
54. 溶融型熱転写記録におけるインク特性と記録特性	12.....998

三菱パッケージ形 スポットライト 発電装置(PG-H形)用発電機シリーズ



三菱パッケージ発電装置(PGシリーズ)は、三菱重工と三菱電機が共同で開発、生産、販売している非常用・防災用自家発電設備です。現在、全国で1万台を越える納入実績を誇っています。今回のニューモデル《PG-H形シリーズ》は、三菱重工と三菱電機の豊富な実績と経験をもとに開発されたもので、出力レンジが大幅に拡大されたほか、設置場所を選ばないコンパクト設計、あらゆる条件に対応する豊富な品揃えで、幅広いニーズに答えています。発電機本体の設計においては、出力レンジの拡大のみでなく、最近の負荷の状況に対応させて、(CVCFなどの高調波発生負荷の増加の対策として、発電機のダンパー巻線を強化するなど)品質・信頼性を大幅に向上させています。

発電機本体の特長

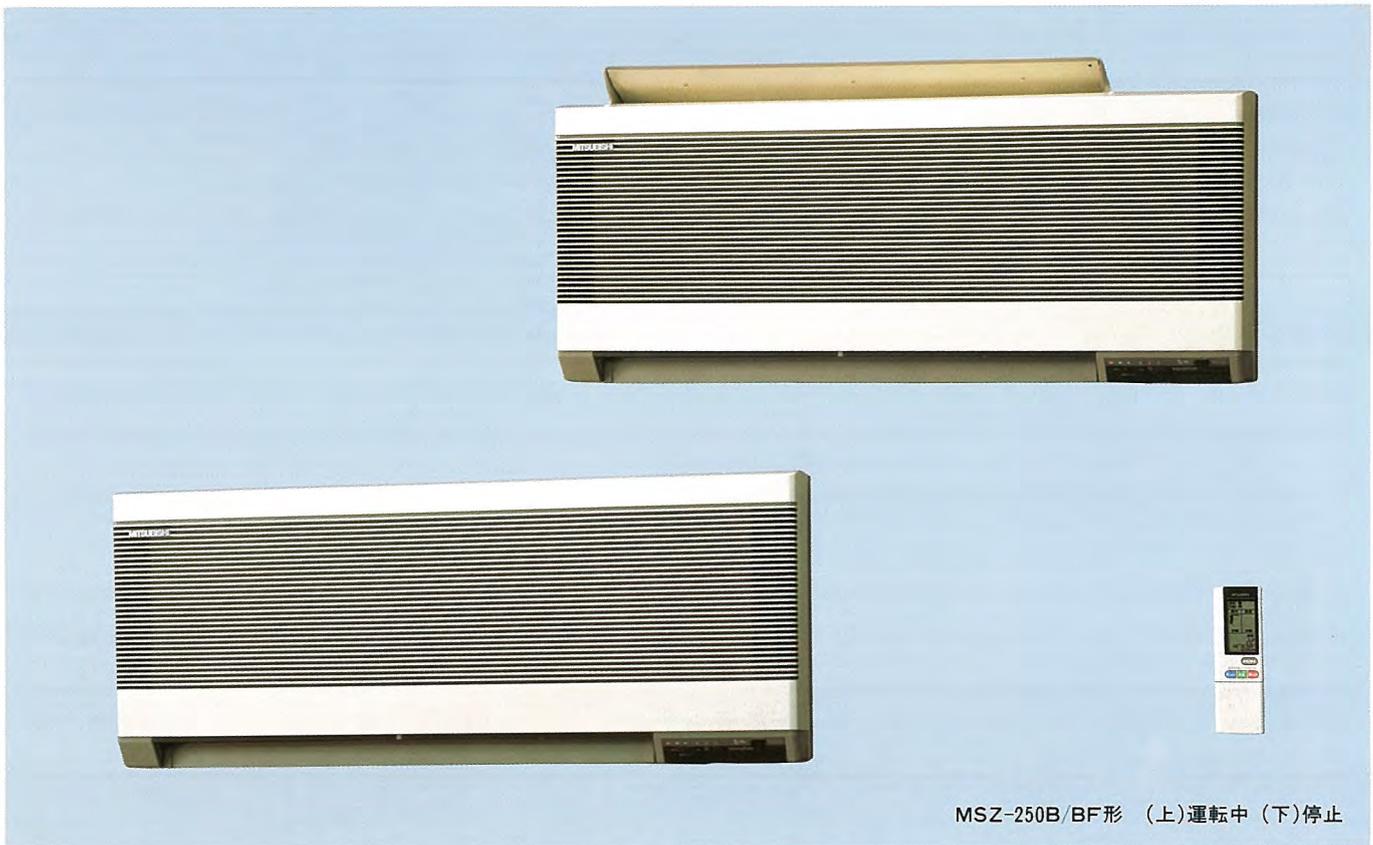
- 出力レンジの拡大
従来の最大出力、320/400kVA (50/60HZ) を450/450kVA (50/60HZ) に拡大。
- 発電機ダンパー巻線の強化
当社従来機に比べ、約50%強化。(発電機の逆相電流耐量は25%以上)
- 回転整流器の整流素子保護
発電機容量の20%以内のコンデンサ容量の投入にも、整流素子が耐えるように、回転整流器にバリスターを追加。

PG-H形シリーズ諸元

形名	PG20		PG28		PG40		PG55		PG85		PG115		PG155		PG220		PG300		PG375		PG450		
周波数 (HZ)	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	
定格 (kVA)	HY	20	20	23.5	25	30	35	45	50	73	76	90	100	120	140	185	200	250	275	290	340	410	450
	HX	20	20	26	28	35	40	50	55	80	85	100	115	133	155	200	220	250	300	320	375	450	450
形式	CFC形																						
電圧 (V)	200/220																						
回転数 (rpm)	3000/3600											1500/1800											
励磁方式	静止自励式											ブラシレス励磁式											

HYシリーズ…即時長時間形(10秒始動、10時間定格)
HXシリーズ…即時普通形 (10秒始動、1時間定格)

スポットライト 三菱ツインファンエアコン《霧ヶ峰》



MSZ-250B/BF形 (上)運転中 (下)停止

三菱電機は本格的な暖房機としてのルームエアコンをめざしたツインファンエアコンを新発売しました。

この商品は上下2か所からの温風吹き出しにより、暖房にありがちな、足元や部屋の反対側での温度ムラを減少させ、かつ、温風もマイルドにして暖房感をより高めると同時に、運転音の静粛化も実現しています。

特長

1. ツインファンエアコン

●足元も、背中も、すみからすみまで、いい気持ち

暖かい空気は、軽いために天井近くにたまりがち。三菱のツインファンエアコン霧ヶ峰では、上からの温風が下からの温風を押さえ込むため、暖かい空気が天井へと向かわず、お部屋のすみからすみまで、よく行きわたります。

●風がマイルドになり、とてもあたたかい

2つのファンで温風を出すので、1つ1つのファンから出る温風は、今までよりぐんと優しくなります。強い風が顔にあたる、足にあたってスースーする、などということがないのでマイルドで暖かさがさらにアップ。

●音もとてもソフト

ツインファンエアコンは、1つ1つのファンから出る風量が少ないので、音も柔らかくなります。従来タイプよりも3ホンも低騒音化を実現しました(当社比)。しかも音の質も耳ざわりでない、優しい音です。

2. 温感自動コントロール

お客様は、電源のスイッチを押すだけ。あとは霧ヶ峰がお部屋の状態をとらえて、暖房・冷房・ドライのモードを選びます。また、「暑いとき」「寒いとき」のスイッチでお客様の「温感」に合わせて自動コントロールし、「快適」のスイッチでその時の状態をエアコンが記憶しますので、いつもお客様にピッタリの快適さをお届けします。

仕様

形名		MSZ-250B、MSZ-250BF	MSZ-251BF
暖房のめやす		9~11畳(14~18㎡)	9~11畳(14~18㎡)
暖房能力(kcal/h)		3600(1350~4300)	3500(1350~4200)
冷房のめやす		8~12畳(13~20㎡)	8~12畳(13~20㎡)
冷房能力(kcal/h)		2500(1500~2800)	2500(1500~2800)
消費電力 (W)	暖房時	1370(350~1600)	1370(350~1600)
	冷房時	995(410~1225)	1070(410~1355)
外形寸法 (mm)	室内	高さ336(+34)×幅815×奥行142	
	室外	高さ540×幅780×奥行225	
騒音 (dBA)	室内	37	
	室外	46	

三菱テレビ電話・会議システム 《INVITE64》

スポットライト

三菱テレビ電話・会議システムINVITE (INtegrated VIual TE lecommunication System) 64は、デジタル電話回線 (64 kb/s) 一本で、テレビ電話・テレビ会議ができます。動画・音声・静止画・ファクシミリ・汎用データの各種信号を統合して、ISDNの基本伝送速度64 kb/sの回線一本に送出します。音声は、動画・静止画・ファクシミリ・汎用データとの同時伝送ができ、常時会話が可能です。また、INVITE64は、画像・音声伝送装置MVC-5000をメインとし、テレビ電話機・ファクシミリ・書画入力装置・書画ディスプレイ・キーボード・マウスなどの周辺機器から構成されます。さらに、テレビ電話機の音声と動画用アナログ回線を交換するビデオPBXを追加すれば、複数のテレビ電話機を切換えて使用する拡張システムが構成できます。

特長

●64kb/sデジタル回線一本でテレビ電話・テレビ会議を可能にする先進かつコンパクトな統合ビデオ通信システム
使用する回線は一本、装置もコンパクトであり、専用の会議室を必要としないテレビ電話・会議システムです。省スペースなのでオフィスへの導入も容易です。

●ISDNの基本伝送速度64kb/sデジタル回線一本で音声・動画・静止画を圧縮伝送する、優れたコスト・パフォーマンス
従来の方式のように、音声伝送のための別回線を必要としません。音声も64kb/sの回線の一部を使用し伝送されます。

●動画は、動きの速いテレビ電話モードと高解像度のテレビ会議モードを選択可能

テレビ電話モードは、160画素×120ラインで動きに対する追従性を重視した動作モードであり、テレビ会議モードは、320画素×240ラインで高解像度の画像を提供する動作モードです。いずれも、画像符号化には、輝度・色差差分ベクトル量子化、動き補償、適応フィルタ処理などを採用し、高品質な動画像を実現しています。

●静止画は、書画カメラからRGB映像信号を入力・処理し、RGB出力で表示される高精細な自然カラー静止画
色の三原色であるRGB信号を直接入力し、輝度・色差差分ベクトル量子化によりデータ圧縮するため鮮明な画像が得られます。解像度は640画素×480ラインあり、しかも伝送時間は一枚あたり約10秒という速さです。

●高速ファクシミリを接続可能
文書・資料などは、高速ファクシミリ (GⅣ) で短時間に送信できます。

●ユーザー用汎用データ端子
調歩同期式のRS-232C汎用データ端子で300bpsから9600bpsまで通信可能です。

●3地点間同時会議可能
同時に3地点の人が会議に参加することができます。

●ビデオPBXによる、経済的なテレビ電話システムの実現
ビデオPBXを画像・音声伝送装置MVC-5000に接続することにより、複数のテレビ電話機の中から相手を選択して通話することができます。

※なお、この製品は国際電信電話株式会社との共同開発品で、国際電信電話株式会社のINVITEシステムに適合します。



仕様

	語 元	仕 様
動 画 部	入 出 力 信 号	NTSC信号
	解 像 度	テレビ電話モード…160画素×120ライン テレビ会議モード…320画素×240ライン
	送 信 画 像 枚 数	10枚/秒
	符 号 化 方 式	動き補償、輝度・色差差分ベクトル量子化 可変長符号化
音 声 部	入 出 力 装 置	テレビ電話機またはマイク、ヘッドホン
	符 号 化 方 式	APC-MLQ方式
	符 号 化 速 度	16kbpsまたは9.6kbps
静 止 画 部	入 出 力 信 号	アナログRGB信号
	解 像 度	動画組込みモード…480画素×480ライン テレビ電話機使用モード…640画素×480ライン
	符 号 化 方 式	輝度・色差差分ベクトル量子化、可変長符号化
	ポ イ ン テ ィ ン グ	マウス操作による位置表示
	カ メ ラ 画 像 モ ニ タ	カメラ入力画像/静止画像の交互切替
F A X 部	入出力インタフェース	X.24
	伝 送 制 御	回線クロックによる間欠制御
	伝 送 速 度	64kbpsまたは56kbps
汎 用 デ ー タ	入出力インタフェース	RS-232C
	伝 送 速 度	300~9600bps
	手 順	調歩同期式
伝 送 制 御 部	多 重 化 方 式	固定長パケットによるフレーム多重
	ビ ッ ト ・ レ ー ト 割 当	可変(各信号優先度に応じて割当)
	伝 送 誤 り 処 理	動画…FECによる誤り訂正 CRCチェックによるオート・デマンド・リフレッシュ 静止画・データ…HDLC
	回 線 イ ン タ フ ェ ー ス	V10/11、V35、X.24、G703
	伝 送 速 度	64kbpsまたは56kbps
	同 時 接 続 機 能	2地点間または3地点間