

MITSUBISHI

三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.64 No.7

7
1990

汎用シーケンサ《MELSEC》特集



汎用シーケンサ《MELSEC》特集

目 次

特集論文

汎用シーケンサ特集に寄せて	1
関口 隆	
汎用シーケンサ《MELSEC》10年の歩みと今後の展望	2
佐竹幸雄・伊藤善文	
高性能な次世代マイクロシーケンサ“FX ₂ ”	6
奥村良之・植田浩司	
小形フレキシブルシーケンサ“A2C”(COMPACT A)	11
高橋 昇・長南功男・安藤高彦・永橋太吉	
高機能・高性能シーケンサ“AnA”	16
伊藤龍男・山下善臣・尼崎新一	
省配線用小形高速ネットワーク《MELSECNET/MINI-S3》	21
滝沢義知・高橋俊哉・近藤治彦・松尾知香・工藤保晴	
FA標準ネットワークMAP対応機器	25
厚井裕司・大島道隆・中野宣政・水野孝治	
三菱シーケンサ用SFC《MELSAPII》	30
杉山 彰・若宮明子・岩田恭伸	
多軸位置決め機能付きシーケンサCPU“A73CPU”	35
滝沢義知・鈴木康之・岡田美佐子・林 毅彦	
FAコントローラ・汎用シーケンサ応用FAコントロールシステム	41
野村 哲	

普通論文

汎用電子計算機“EXシリーズ”における TCP/IPネットワーク“TCP/IP-EX”	47
太田 潔・坂上 勉・関口 裕・森 啓・笹嶋俊次郎	
汎用電子計算機“EXシリーズ”における TCP/IPファイル転送機能“FTP”	52
下田義孝・垣谷信夫・町田 敦・鹿子島正明・桜井伸一	
ショッピング用プリペイドカードシステム	56
外山 雄・上田雅章・小村 明	
高性能ワイヤ放電加工機“Zシリーズ”	60
田中 誠・仲 成章・真柄卓司	
中部電力(株)東信変電所納め 275kV 250MVA分路リアクトル内蔵変圧器	64
塩入佳孝・江川 武・三浦良和・祖開克二・中塙昭治	
8K×8×9ビット超高速SRAM	69
藤野良幸・木原雄治・古賀 剛・秋山義雄・佐合良教	

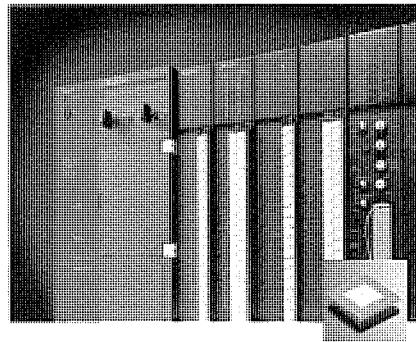
特許と新案

零相変流器、固定部固定装置	73
冷暖房機の室内ユニット	74
スポットライト	
半密閉シングルスクリュー圧縮機搭載水冷式大形チーリングユニット	75
新世代ワイヤ放電加工機 Zシリーズ	76
三菱レーザ式変位計ビルディングブロックタイプ 《MELSENSOR-Bシリーズ》	77
三菱FAコントローラ《MELSEC LM7000》	78
三菱電機FAテクニカルセンター《FATEC》	(表3)

表紙

三菱高機能・高性能シーケンサ 《MELSEC-AnA》

《MELSEC-AnA》は、Aシリーズの最上位機種として開発された高機能、高性能なシーケンサである。特に数値演算も含めた平均命令実行時間0.8μsの世界最高速度を実現すべく、シーケンサ専用プロセッサMSP (Mitsubishi Sequence Processor:写真)を開発し搭載したのが大きな特長である。このMSPは、約5万ゲートのCMOSスタンダードセル、208ピンパッケージのLSIである。



アブストラクト

<p>汎用シーケンサ《MELSEC》10年の歩みと今後の展望 佐竹幸雄・伊藤善文 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P2~5</p> <p>三菱汎用シーケンサ《MELSEC》は大別して、小規模分野に適したマイクロシーケンサ“Fシリーズ”と、小規模から大規模まで一貫して品ぞろえした“K/Aシリーズ”があり、当社は両シリーズに常に先端的な技術を導入し、ユーザニーズの製品への反映を果たし、業界での市場地位を確固たるものにしてきた。</p> <p>本稿では、《MELSEC》の10年間の歩み（発展過程）と今後の展望を紹介する。</p>	<p>FA標準ネットワークMAP対応機器 厚井裕司・大島道隆・中野宣政・水野孝治 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P25~29</p> <p>MAPは、CIMの中核ネットワークとして、その早期開発、普及への期待が高まっている。当社も、この期待にこたえるべくMAP対応機器の製品化に取り組み、一部の機器の販売を開始した。</p> <p>この論文は、このような背景を踏まえ、当社のMAP対応機器開発への取組姿勢、MAP構成機器の概要とMAPプロトコルの実現方法、そしてMAPで展開するアプリケーションを紹介する。</p>
<p>高性能な次世代マイクロシーケンサ“FX₂” 奥村良之・植田浩司 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P6~10</p> <p>Fシリーズ以来の手軽で便利なマイクロシーケンサという製品コンセプトを、最新技術で更に飛躍させた“FX₂”シーケンサを開発した。この“FX₂”には、16ビットワンチップマイコンとシーケンス演算専用LSIを搭載しており、0.74μsの演算速度を実現している。また、プログラム容量、内部要素等も大幅に増え、高速カウンタ、割り込み機能などリアルタイム処理も強化されている。これらの機能概要を報告する。</p>	<p>三菱シーケンサ用SFC《MELSEC-II》 杉山 彰・若宮明子・岩田恭伸 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P30~34</p> <p>SFC (Sequential Function Chart) は、PC (Programmable Controller) における実行順序と条件を記述する共通要素である。従来のラダーラン語に比べ、制御の流れを記述しやすく、また可読性にも優れている。今回、《MELSEC-Aシリーズ》シーケンサ用にSFC《MELSEC-II》を開発したので紹介する。</p>
<p>小形フレキシブルシーケンサ“A2C”(COMPACT A) 高橋 昇・長南功男・安藤高彦・永橋太吉 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P11~15</p> <p>小形シーケンサ分野では、近年、小形、低価格、高機能・高性能化の要求に加え、省配線、取付けの融通性、耐環境性、信頼性、保守性向上の要求も高まっている。こうした要求にこたえるため、シーケンサの使い方を徹底追求し、新しいコンセプトで開発したのがフレキシブルコンパクトシーケンサ“A2C”シリーズである。ここでは、“A2C”シリーズの開発背景、特長、製品仕様、ハードウェア、ソフトウェア、システム構成の概要を紹介する。</p>	<p>多軸位置決め機能付きシーケンサCPU“A73CPU” 滝沢義知・鈴木康之・岡田美佐子・林 毅彦 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P35~40</p> <p>“A73CPU”は、《MELSEC-Aシリーズ》シーケンサと位置決めコントローラを一体化したものであり、マンマシンインターフェースの向上を図り、8軸までの多彩な位置決め制御を実現した。また、サーボアンプを、高速デジタルバス結合することにより、高精度位置決め、充実したサーボ診断が可能となった。</p> <p>これにより、より高度なFAラインの構築が可能となり、新たな市場が開拓できると予想される。</p>
<p>高機能・高性能シーケンサ“AnA” 伊藤龍男・山下善臣・尼崎新一 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P16~20</p> <p>高機能・高性能シーケンサ“AnA”は、現行《MELSEC-Aシリーズ》の最上位機種として新たに開発したCPUである。“AnA”では、業界初のシーケンサ専用マイクロプロセッサ“MSP (Mitsubishi Sequence Processor)”を搭載し、現行Aシリーズとの互換性を保ちつつ、処理能力面、命令面、RAS・デバック機能面、容量面の飛躍的な向上を実現した。</p> <p>本稿では、開発のねらい、システムの特徴、従来機種との比較などを述べる。</p>	<p>FAコントローラ・汎用シーケンサ応用FAコントロールシステム 野村 哲 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P41~46</p> <p>FAコントローラ《MELSEC-LM7000》と汎用シーケンサ《MELSEC-A》を、応用したFAコントロールシステムの最近の動向とシステム事例を紹介する。</p> <p>システム事例として、①加工ラインの設備監視システム、②組立ラインのPOPシステム、③プリント基板のIC形名検査システム、④電子機器の出荷検査システム、⑤工場の用役設備監視システム、を紹介する。</p>
<p>省配線用小形高速ネットワーク《MELSECNET/MINI-S3》 滝沢義知・高橋俊哉・近藤治彦・松尾知香・工藤保晴 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P21~24</p> <p>《MELSECNET/MINI-S3》は、従来のリモートI/Oに加え、データ転送を行うリモートターミナルも接続できるようにしたことによって、省配線ネットワークの適用分野を拡大した。今後も、センサ/アクチュエータメーカーなどとのネットワークパートナーシップを拡大することによって接続可能機器を増やし、接続の容易性を高め、ユーザニーズに適したネットワークにしていくつもりである。</p>	<p>汎用電子計算機“EXシリーズ”におけるTCP/IPネットワーク“TCP/IP-EX” 太田 潔・坂上 勉・関口 裕・森 啓・笹嶋俊次郎 三菱電機技報 Vol.64・No.7・P47~51</p> <p>“TCP/IP-EX”は、“EXシリーズ”における異機種間通信を目的としたTCP/IPネットワーク実現のため、開発されたネットワークソフトウェアである。ここでは“EXシリーズ”におけるTCP/IPネットワークの開発の背景と“TCP/IP-EX”的主要機能であるTCP/IPプロトコル・サポート機能“VTAM/TCP”と仮想端末機能“TELNET”的特長、製品構成、機能概要を述べる。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 25 ~ 29 (1990)

Factory Automation Equipment and Technology for Use with the MAP LAN Protocol

by Yuji Koi, Michitaka Oshima, Nobumasa Nakano & Takaji Mizuno

Manufacturing Automation Protocol (MAP) standard LANs are expected to function as hubs for organizing computer-integrated manufacturing (CIM) systems. Initial developments suggest that MAP-specification equipment will enter widespread use. Mitsubishi Electric has developed a variety of MAP-compliant equipment, some of which is being supplied commercially. The article reviews the technical background, describes the Corporation's policies toward MAP-specification equipment development, and lists the Corporation's MAP-compliant equipment. Implementation of the MAP protocol is also described, and representative MAP applications are introduced.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 30 ~ 34 (1990)

The MELSAPII Sequential Function Chart for Use with Mitsubishi Programmable Controllers

by Akira Sugiyama, Meiko Wakamiya & Yasunobu Iwata

Sequential function charts are used to describe the function execution order and execution conditions used with programmable controllers. The charts make it much easier to express the flow of control than was previously possible using only ladder languages. The chart listings are also more readable. The article introduces a sequential function chart developed for MELSEC Series A programmable controllers.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 35 ~ 40 (1990)

The A73CPU Programmable Controller with a Multi-Axis Positioning Facility

by Yoshichika Takizawa, Yasuyuki Suzuki, Misako Okada & Takehiko Hayashi

The A73CPU combines a MELSEC Series A programmable controller with a multiaxis positioning controller and an improved man-machine interface in a single unit. It can perform a variety of positioning functions on up to eight axes. A high-speed digital bus linked to the servo amplifier implements high-precision positioning and a full complement of diagnostic functions. The A73CPU may be used in sophisticated factory automation lines, and promises to open a significant new market niche.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 41 ~ 46 (1990)

A Factory Automation Control Systems Based on FA Controllers and General-Purpose Programmable Controllers

by Satoshi Nomura

The article reports on current developments in factory-automation control systems employing MELSEC-M7000 FA controllers and MELSEC Series A Programmable controllers. Application examples are also discussed, including a facility-monitoring system for a machining line, a point-of-production (POP) system for an assembly line, a marking inspector for PCB-mounted ICs, a packaging-inspection system for electronic equipment, and a monitoring system for principal factory equipment.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 47 ~ 51 (1990)

The TCP/IP Networks for MELCOM Series EX Computers

by Kiyoshi Ota, Tsutomu Sakagami, Yutaka Sekiguchi, Satoru Mori & Shunjiro Sasajima

The Corporation has developed TCP/IP network software that enables MELCOM Series EX computers to function as multipurpose TCP/IP communications nodes in multivendor computer networks. The article describes the steps leading to TCP/IP implementation on Series EX computers, and introduces VTAM/TCP, the TCP/IP protocol-support functions of the package, and the TELNET virtual terminal software. The article covers the main features, product configuration, and functions.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 2 ~ 5 (1990)

MELSEC Programmable Controllers: Past, Present, and Future

by Yukio Satake & Yoshifumi Ito

Mitsubishi Electric supplies two families of MELSEC general-purpose programmable controllers that hold a significant share of this important market. MELSEC Series F micro programmable controllers are suited for small-scale applications, and Series K/A for integrated installations ranging from small to large scale. Both families incorporate all the latest technical developments, including many features developed in response to users' requests. The article recounts the development of MELSEC products over the past decade and suggests the direction future developments will take.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 6 ~ 10 (1990)

The High-Performance FX2 Micro Programmable Controller

by Yoshiyuki Okumura & Koji Ueda

The concept of simplicity and easy handling first implemented in the Series F has been further extended in developing the FX2 micro programmable controller. The FX2 incorporates a 16-bit one-chip microprocessor and dedicated logic LSI to achieve an outstanding 0.74 ms execution time. At the same time, the program capacity and number of internal elements has been increased enormously. High-speed counter and event/timer interrupts make the new sequencer especially attractive.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 11 ~ 15 (1990)

Series A2C Compact, Flexible Programmable Controllers

by Noboru Takahashi, Isao Chonan, Takahiko Ando & Takashi Nagahashi

Recent purchasers of compact programmable controllers are demanding better performance, more functional refinements, and size and cost reductions. Reduced wiring, easy and flexible mounting, enhanced durability and reliability, and easier maintenance are also highly desired. The Corporation has developed Series A2C flexible, compact programmable controllers based on in-depth studies of the device's applications. The article introduces the development background, features, product specifications, hardware, software, and system configuration of the new series.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 16 ~ 20 (1990)

The Type AnA CPU: A High-Speed Multifunction CPU Module for General-Purpose Programmable Controllers

by Tatsuo Ito, Yoshiomi Yamashita & Shin'ichi Amasaki

The Type AnA CPU module was developed for use in the top-of-the-line programmable controllers of the MELSEC Series. Type AnA incorporates the world's first microprocessor to be developed especially for programmable controller applications. The new CPU will execute programs developed for current-model Series A products, while offering dramatically faster processing, a larger instruction set, RAS features, better debugging support, and a much larger program capacity. The article reports on the development objectives and system features, and compares the new CPU modules with previous products.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 64, No. 7, pp. 21 ~ 24 (1990)

The MELSECNET/MINI-S3 Lower-Level High-Speed Network for Reducing Wiring Costs

Yoshichika Takizawa, Toshiya Takahashi, Haruhiko Kondo, Chika Matsuo & Yasuharu Kudo

The MELSECNET/MINI-S3 allows remote terminals to perform data transfer in addition to conventional remote I/O functions, thereby extending the application range of minimum-wired networks. The Corporation plans to work with sensor and actuator manufacturers to support connectivity to a wider variety of equipment and simplify the connections, among other steps, to assist the user.

アブストラクト

汎用電子計算機“EXシリーズ”におけるTCP/IPファイル転送機能 “FTP”

下田義孝・垣谷信夫・町田 敦・鹿子島正明・桜井伸一
三菱電機技報 Vol.64・No.7・P52～55

FTP (File Transfer Protocol) は、近年普及の目覚ましいEWS (Engineering Workstation) の世界で計算機間ファイル転送の実質的な業界標準手順となっている。このたび、当社汎用計算機“EXシリーズ”でも同手順に準拠した製品を開発したので、メーカー、機種を問わず任意のEWSと直接ファイル転送ができることになった。“EXシリーズ”の今後のネットワークシステム構築において、大きな力を発揮することが期待される。

ショッピング用プリペイドカード システム

外山 肇・上田雅章・小村 明

三菱電機技報 Vol.64・No.7・P56～59

(株)コムネスと三菱電機㈱が共同で、商店街、チェーン店組織などが独自のプリペイドカードを発行できるオンライン型のプリペイドカードシステムを開発した。このシステムは、カードの相互利用、相互決済、多目的利用が行える機能をいち早く取り入れ、さらにシステムの管理・運営を効率的に行えるよう階層型のネットワーク構成とした。ここでは、システムの特長及び機能を概説し、その実施例を紹介する。

中部電力(株)東信変電所納め275kV 250MVA分路リアクトル内蔵変圧器

塩入佳孝・江川 武・三浦良和・祖開克二・中塚昭治
三菱電機技報 Vol.64・No.7・P64～68

中部電力(株)東信変電所に、変圧器と分路リアクトルを複合一体化した世界でも初めての“分路リアクトル内蔵変圧器”を導入した。これは、外鉄形変圧器及び外鉄形リアクトルの構造上の特徴をうまく利用して製作したもので、巻線を取り囲む鉄心の隣接部分を共有、一体化している。一体化により、大幅な据付けスペースの縮小に加えて、損失低減も図っている。ここでは、この“分路リアクトル内蔵変圧器”の原理、構造、効果等の概要を紹介する。

高性能ワイヤ放電加工機 “Zシリーズ”

田中 誠・仲 成章・真柄卓司

三菱電機技報 Vol.64・No.7・P60～63

ワイヤ放電加工機に対する要求が多様化する中、ユーザーニーズを分析し、機電制一体の崭新的なデザインを採用した新世代ワイヤ放電加工機“Zシリーズ”を開発した。主な特長として、①据付けスペースを30%削減、②浸せき可能機種のラインナップ、③将来のFA化に対応した自動化装置への適応能力の拡大、④新テンション機構、仕上回路、高精度位置決めによる高精度化、⑤32ビット制御装置による高機能化・操作性向上など、新機能・新技术を開発し、搭載している。

8K×8／×9ビット超高速SRAM

藤野良幸・木原雄治・古賀 剛・秋山義雄・佐合良教

三菱電機技報 Vol.64・No.7・P69～72

最大アクセス時間が、15nsの高速8K×8ビットと8K×9ビットのCMOSスタティックRAMを開発した。高速アクセスを実現するために、プロセス面では、LDI, サイドウォール拡散技術などを駆使し、0.8μm設計ルールの3層ポリシリコン1層アルミ構造のデバイスを実現している。設計面では、CADシステムを活用して最適化を図り、また機能面でもパソコンシステムに最適なアドレスラッチ機能を持つ品種を新たに実現した。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 7, pp. 64 ~ 68 (1990)

A 275kV 250MVA Transformer with a Built-in Shunt Reactor for the Toshin Substation of the Chubu Electric Power Co.

by Yoshitaka Shioiri, Takeshi Egawa, Yoshikazu Miura, Katsuji Sakai & Shoji Nakatsuka

The Corporation has delivered the world's first transformer with a built-in shunt reactor to the Chubu Electric Power Co.'s Toshin Substation. The unit takes advantage of the design features of Mitsubishi shell-type form-fit construction and uses a part of the transformer's iron core as the shielded core of the shunt reactor. The integrated design dramatically reduces the installation space, and the electrical loss is also less. The article reports on the main equipment, construction, and achievements of the integrated unit.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 7, pp. 52 ~ 55 (1990)

The TCP/IP-EX File-Transfer Program for MELCOM EX Series Computers

by Yoshitaka Shimoda, Nobuo Kakiya, Osamu Machida, Masaaki Kagoshima & Shin'ichi Sakurai

The File-Transfer Protocol (FTP) is a de facto standard for passing files between engineering workstations. A file-transfer program conforming to this standard has been developed for MELCOM EX Series computers, making possible the direct transfer of files to and from any type of workstation. The program gives EX Series computers additional flexibility in organizing computer network systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 7, pp. 69 ~ 72 (1990)

8K-Word x 8- and 8K-Word x 9-Bit Ultrahigh-Speed SRAMs

by Yoshiyuki Fujino, Yuji Kihara, Tsuyoshi Koga, Yoshio Akiyama & Yoshinori Sago

These ultrahigh-speed CMOS static RAM devices feature a worst-case access time of 15ns. The high-speed devices were implemented using a 0.8μm design rule, lightly doped drain, sidewall diffusion structures, and 3-layer polysilicon and 1-layer aluminum connections. The design parameters were optimized with the aid of a CAD system. The product line includes devices with an address latch to facilitate personal-computer applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 7, pp. 56 ~ 59 (1990)

A Prepaid Debit Card System for Retail Markets

by Hajime Toyama, Masaaki Ueda & Akira Omura

The Corporation has developed an on-line prepaid debit card system in a joint project with Communication Network Enhanced Services Inc. Intended for use by shopping malls and chain stores, the system was designed from the ground up with a hierarchical network architecture and functions that enable cards to be used for multiple purposes and payments to be deducted at any store on the network. This architecture also facilitates management. The article introduces the system and representative installations.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 64, No. 7, pp. 60 ~ 63 (1990)

The High-Performance Z Series Wire-Cut Electrical-Discharge Machines

by Makoto Tanaka, Shigeaki Naka & Takuji Magara

The new-generation Z Series has fully redesigned electrical and mechanical systems with such newly developed functions and technical features as: The floor-space requirements are reduced to 30% below that of previous models. Submersible models are available. Extended interface capabilities for automated control in automated factory systems. Processing precision has been improved through the use of a new wire-tensioning mechanism. A new mirror-finishing circuit. A positioning table with enhanced precision. The control unit employs a 32-bit processor for improved functionality and easier operation.

汎用シーケンサ特集に寄せて

横浜国立大学 工学部
電子情報工学科
教授 関口 隆



汎用のシーケンス制御装置としてプログラマブルコントローラが登場して以来20有余年が経過した。この間汎用シーケンサの普及・発展はめざましく、今日では我が国内メーカーの年産量（出荷量）が80万台、1200億円に達するまでに至った。当初、プログラマブルコントローラはリレー制御盤の代替品としてスタートしたが、現在では取扱いの容易な低価格小型機種、高機能・高性能の中・大型機種あるいは通信機能を充実させたFAシステム構築用機種等各種の機種が出そろい、制御システム構成上の多様なニーズに柔軟に対応できる体制が整ってきている。

制御システム構築時に汎用シーケンサを採用することの利点として、①小型・軽量かつ高信頼性、②プラント建設期間の短縮、プログラミング・取扱いの容易さ及びシーケンス変更の容易さが挙げられる。①の利点は汎用シーケンサが半導体技術を導入したことによる成果であり、これはまた高性能化を容易にしてきた。②の利点は汎用シーケンサがシーケンス・制御論理の実行に内部記憶方式を採用したことによる成果であり、これによりまた高機能化への道が拓かれた。半導体技術、コンピュータ技術を導入した汎用シーケンサは、さらに通信技術を導入してセルネット及びフィールドネットレベルのネットワーク構成用コンポーネントとしてFAシステムの主要機器として発展しつつある。

汎用シーケンサのこれらの輝かしい成果を振り返り、さらに今後の発展を展望するとき、制御システム構築時において汎用シーケンサが果たしてきた役割はソフトウェア技

術を生産技術のなかに融合させてきたことであり、これは今後もさらに発展させるべき任務であると思われる。汎用シーケンサの普及に伴い各種プログラミング技法が開発・検討され、さらに広くソフトウェア技術の重要さが認識されるようになってきた。また今後のFAの発展を支える上で、システム構成上のハードウェアと融合したソフトウェア技術を一層推進させることが期待される。従来は生産システムの計画・設計に関する技術とシステムコンポーネントに関する技術との距離が大きかったため、計画・建設から運転・保守までの間に多くの手続きが必要であった。汎用シーケンサは生産システムの一部をサブシステムとしてまとめたものであり、それ自体で一つのシステム構成となっていて、入出力間にフレキシブルな対応関係をもたせることができるようになっている。したがって、汎用シーケンサを採用することにより、上述の距離を短縮して生産システム構築の全体をよく見通すことが可能となる。このような汎用シーケンサの特長を活かし得る表現法としてSFC (Sequential Function Chart) がある。

SFCはヨーロッパが先行し、我が国はこれから実績を積み上げていく段階である。メーカー及びユーザーの経験が深まるにつれ、SFC関連技術が我が国においても急速に発展するであろう。汎用シーケンサ及びそれと結合したソフトウェア技術の進展は生産システム構築をより効率的・合理的に行うことを可能にするであろう。それゆえ、我々の活動の内容を変換させるのに大きく寄与するものとして期待していきたい。

汎用シーケンサ《MELSEC》 10年の歩みと今後の展望

佐竹幸雄*
伊藤善文*

1. まえがき

汎用シーケンサ、又はプログラマブル コントローラ(PC)のここ10年の発展は、目覚ましいものがある。すなわち、1980年の市場規模が220億円であったものが、1990年では約5倍の1,100億円にいたっている。産業用コントローラとして手軽に使え、信頼性の高い点で多くの分野・用途に応用され、その市場を拡大してきた。また、最近の5年間では、FA化・CIM化のキーコンポーネントとして、上位コンピュータ及びPC間のネットワーク化が進展するとともに、駆動システム、アクチュエータ、センサ、POP(Point of Production)等現場機器との複合システム・ネットワーク化が進み、PCはFAの中核コントローラと言われている。

当社では、汎用シーケンサ《MELSECシリーズ》として、常に先端的な技術を導入し、ユーザーニーズの製品への反映を果たし、業界での市場地位を確固たるものにしてきた。

本稿では、当社の《MELSECシリーズ》の10年の歩みとして、マイクロシーケンサ“Fシリーズ”，汎用シーケンサ“K/Aシリーズ”的変遷をたどり、これまでの発展の過程を反すうするとともに、今後新たに求められている市場ニーズを探り、PCのあるべき姿を描き、現在実現されている技術をベースに今後の製品の展望を紹介したい。

2. 《MELSEC》各シリーズの変遷

《MELSECシリーズ》は大別して、小規模分野に適したマイクロシーケンサ“Fシリーズ”と、小規模から大規模分野まで一貫して品ぞろえした“K/Aシリーズ”がある。この章では、両シリーズの変

遷(発展過程)を記述する。なお、表1に《MELSECシリーズ》の新製品発売一覧を示す。

2.1 マイクロシーケンサ“Fシリーズ”

(1) “Fシリーズ”

1981年に発売された“Fシリーズ”は、最大入出力点数40点の超小形、安価シーケンサとして登場し、リレー盤の代替を主にシーケンサの適用範囲を小規模分野へ大幅に拡大するとともに、“マイクロシーケンサ”的名を市場に浸透させた。

(2) “F2シリーズ”

高速、高機能化と入出力点数の拡張(最大120点)により、マイクロシーケンサの適用範囲を超小形領域から小形領域まで拡大した。

(3) “F1シリーズ”

“Fシリーズ”的後継機種として、1986年発売された。普及形マイクロシーケンサとして、使いやすさが一層向上した。

(4) “F1Jシリーズ”

“F1シリーズ”的フラットタイプ(厚さ47mm)であり、制御盤の扉裏面など薄形構造を必要とする用途に採用されている。

(5) “FX2シリーズ”

“Fシリーズ”10年間の経験と顧客から寄せられた数多くのニーズを集大成した次世代マイクロシーケンサとして、1989年11月発売した。詳細は、本誌別稿を参照願いたい(図1)。

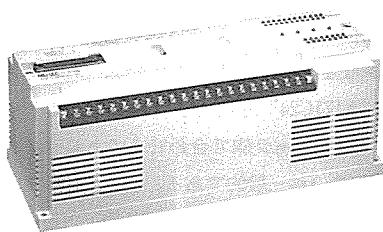
2.2 “K/Aシリーズ”

(1) “Kシリーズ”

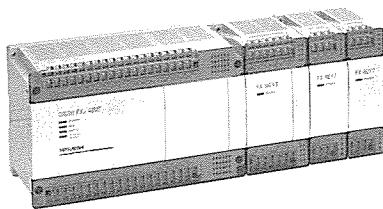
1980年、高機能でかつ使いやすいシーケンサとして登場した“Kシリーズ”は、小中形の“K1, K2”をスタートとし、1981年には薄形でかつ“K2”と組み合わせて分散制御可能な“K0”を、1982年には

表1. 汎用シーケンサ《MELSEC》の新製品発売一覧

機種	年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
マイクロシーケンサ Fシリーズ	—	●F	—	—	●F2	—	●F1	●F1J	—	●FX2	—	—
高機能シーケンサ K/Aシリーズ	●K1 ●K2	●K0	K0J1	●K3	●K0J2 ●K2N	●A1~A3 ●K2A	●A0J2	●A3H ●A1N~A3N	●A3VTS	●A3M	●A0J2H ●A2C ●A2A,A3A	—
ネットワーク	—	●K-K (同軸)	●K-上位 (232C)	●K-K (光)	—	—	●A-A,A-K (同軸,光) ●A-上位 (232C/422)	—	●A-機器 (ワイヤレス,光) MELSEC-NET /MINI	—	●A-A (同軸,光) MELSEC -NET II ●MAP	—
インテリジェントI/O (特殊機能ユニット)	—	●KD61 (高速カウンタ) ●KA62, 63 (アナログI/O)	●KD71 (位置決め)	—	●KD51 (BASIC) ●KD81 (PID)	—	●AD61 (高速カウンタ) ●A6AD, DA (アナログI/O) ●AD71 (位置決め) ●AD51 (BASIC)	●A84AD (センサ入力) ●AD57 (モニタリング) ●A11VC (音声出力) ●A81CPU (PID)	●A616AD, DA (多チャンネル アナログI/O)	●A73CPU (多軸位置決め)	—	—
周辺機器 (ソフトウェア パッケージ含む)	—	●K6GPP	●K6DPW (画面作成 装置)	●GP80	●MEL SAP (新言語)	●A6GPP	●A6DRW (画面作製 装置)	●TEL (公衆回線ブ ログラム転送)	●SIMA (シミュレーシ ョンS/W)	●FDI (故障診断 S/W)	●MEL SAP II (SFC言語)	—
上位コントローラ	—	—	●GPC1 (多目的コント ローラ)	●GPC11	—	—	●LM (FAコント ローラ)	—	—	●LM7000 (FAコント ローラ)	—	—



(a) "Fシリーズ"



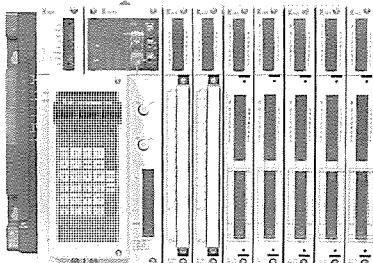
(b) "FX2シリーズ"

図1. マイクロシーケンサ

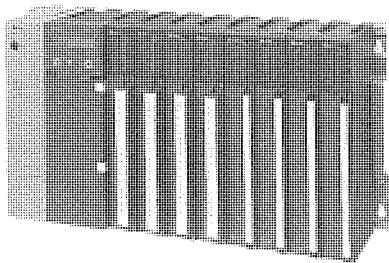
表2. 1984, 1985年発売の3シリーズの特徴

シリーズ (機種)	価格	寸法	機能	性能	Kとの互換性		開発所要 期間
					シーケンサ本体	周辺機器	
Now-K(K2N)	○	×	△	△	有り	有り	短
Little-K(K2A)	○	○	△	△	無し	有り	中
A (K2A)	○	○	○	○	無し	無し	長

注) ○: 良 △: 普通 ×: 悪



(a) "Kシリーズ"

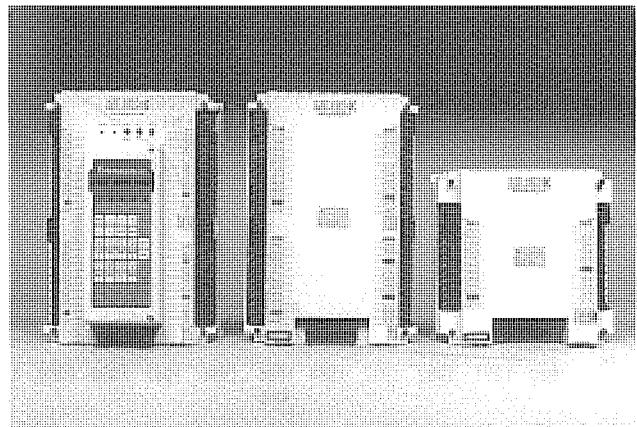


(b) "Aシリーズ"

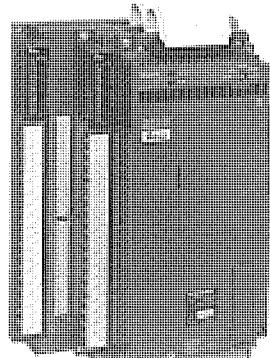
図2. 中・大形シーケンサ

A4版サイズの小形“K0J1”を、1983年には入出力点数を2,048点まで拡張した“K3”を、毎年発売しシリーズの強化が図られた。この間のプログラミング方法や周辺機器の互換性、一貫性と機能面、設計・保守面での先進性を顧客に大いに評価いただき、“Fシリーズ”との両輪によって当社シーケンサの市場地位が向上した。

(2) "Aシリーズ"



(a) "K0J1"



(b) "A0J2"

図3. 小形シーケンサ

前述のとおり“互換性と一貫性”をセールスポイントとしてきた“Kシリーズ”も、1983年ころになると寸法・機能・性能の面での改善を行う上で“互換性”的維持が困難となってきた。そこで、当社製販一体となった製品企画会議で、互換性の継続か発展性、先進性をねらった革新かの選択の激論が交された結果、表2に示す“New-K”，“Little-K”，“Aシリーズ”の3シリーズを開発、製品化することになった。

以上の経緯によって“継続性”的“K”(K2N, K2A), “発展性”的“A”をセールストークとして、1985年発売した“Aシリーズ”は、その先進性、高機能性、設計・システム構築・保守の容易性などを顧客に評価いただき、当社シーケンサの市場地位を一層向上させた。なお、今日も一部の顧客で愛用いただいている“Kシリーズ”的“K2N”, “K2A”の同時発売が当社シーケンサの開発思想に対する顧客の信頼獲得につながったと確信している。

以上は、“K/Aシリーズ”的うちの中大形のビルディング・ブロックタイプのシーケンサ(図2)を中心に記述したが、“K/Aシリーズ”には小形、ユニットタイプの“K0J”, “A0J”シリーズも品ぞろえされており、小形高機能シーケンサとして小規模分野を中心愛用いただいている(図3)。

なお、シーケンサの進化を示す指標として、図4に“K/Aシリーズ”主要CPUのPCMIX値(1μs当たりの平均命令実行数)を示す。

3. ネットワーク

FA化、CIM化の進展とともに、その中核コンポーネントであるシーケンサのネットワーク機能の重要性が増大している。この章では、シーケンサを中心としたネットワークを記述する。

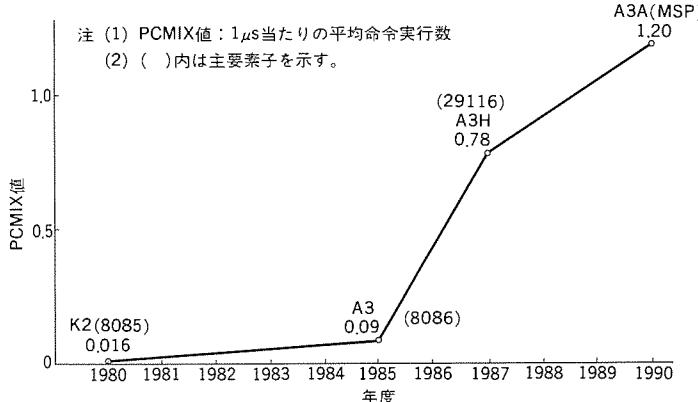
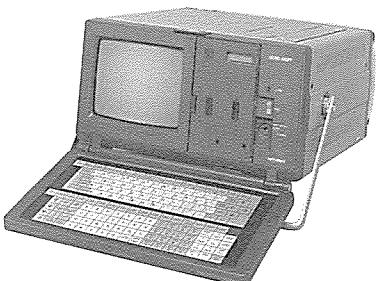


図4. “K/Aシリーズ” 主要CPUの性能の進化



(a) “K 6 GPP”



(b) “A 6 GPP”

図5. 周辺機器

3.2 シーケンサ上位ネットワーク

シーケンサと上位コントローラ(ホストコンピュータ, FAコントローラ, パソコンなど)とのデータリンクは, 計算機リンクユニット“KJ71C24”, “AJ71C24”を使用してユニット側の固定の専用プロトコルに上位コントローラ側で合わせることにより, RS232C又は422で行われているのが一般的である。なお, 当社では最近, 当社製FAコントローラ“LM7000”との《MELSECNET》による接続や, MAPによる累機種間接続を可能にする新製品を発売した。詳しく述べは, 本誌別稿を参照願いたい。

3.3 シーケンサ下位ネットワーク

従来シーケンサと下位機器(センサ, パルプ, インバータ, 表示器など)とのネットワークは, 3.1節シーケンサ間ネットワークの一つであるリモートI/Oシステムによって構築されていたが, 値格面と応答速度(数十ms)の面で不十分であった。

1988年発売された《MELSECNET/MINI》は, 下位機器との接続の省配線化をねらった小形, 高速(応答速度数ms)のネットワークである。また, 同ネットワークは, 翌年ビット情報のほかにワード情報の伝送も可能な《MELSECNET/MINI-S3》として改良が加えられた。その詳細は, 本誌別稿を参照願いたい。

4. インテリジェントI/O(特殊機能ユニット)

シーケンサの機能向上, 用途拡大において, インテリジェントI/Oと呼ばれる特殊機能ユニットの果たした役割は大である。

4.1 アナログI/Oユニット

シーケンサにアナログI/Oが品ぞろえされたことにより, 湿度制御やインバータなどと組み合わせた速度制御などが可能となった。1ユニット当たりの実装チャネル数は, 2~4チャネル, 4~8チャネル, 16チャネルと新製品発売とともに増加し, 今日ではマルチプレクサユニットと組み合わせることにより, 100チャネル以上のアナログ入力も可能となっている。

4.2 位置決めユニット

1982年, サーボモータやパルスモータのドライブユニットに対し, 速度と位置をパルス列で出力することによって, 位置決め制御が可能な2軸位置決めユニット“KD71”を発売することにより, シーケンサに位置制御機能を付加した。その後, 1986年には“Aシリーズ用AD71”, 1989年にはシーケンサCPUと位置制御用CPUを一体化した8軸制御が可能な“A73CPU”が発売され, 機能・性能・使いやすさが一層向上した。その詳細は, 本誌別稿を参照願いたい。

4.3 その他の特殊機能ユニット

上記のほかにも, 以下のような特殊機能ユニットを順次発売し, シーケンサの適用範囲を拡大してきた。

- (1) PID制御ユニット “KD81”, “A81CPU”
- (2) モニタリングユニット “AD57/58”
- (3) BASICユニット “KD51”, “AD51”
- (4) 音声出力ユニット “A11VC”
- (5) 位置検出ユニット “A61/62LS”

5. 周辺機器

シーケンサの普及・発展に, 周辺機器(図5)の果たした役割も大きい。

5.1 プログラミング・モニタリングツール

1981年, “Kシリーズ”発売の数か月後に発売された“K6GPP”

(Graphic Programming Panel) は、CRT上のラダー図によってプログラミングとモニタリングができるツールとして、顧客の設計・保守性を大幅に向上させた。また、1985年、耐じん、耐振形のFDDを搭載した“A6GPP”の発売により、機能と使いやすさを一層向上させるとともに、フロッピーディスクを取り替えることにより、K, A, F各シーケンサへの共用化を可能にした。また、より軽量なツールとして、液晶表示の“GP80”, “A6HGP”, プラズマ表示の“A6PHP”も品ぞろえられている。

5.2 設計・保守支援用ツール

プログラミング・モニタリングツールのほかに、顧客の設計・保守を支援する各種ツールが製品化されている。この節では、その主なツールを紹介する。

(1) 図面作成装置 (“K6DRW”, “A6DRW”)

シーケンサの内部回路図、入出力回路図などの作成用。

(2) シミュレーション ソフトウェア パッケージ

設計室でのユーザープログラムのシミュレーション テスト用。

(3) 故障診断ソフトウェア パッケージ

シーケンサの外部入出力機器の故障診断用。

(4) 遠隔プログラム転送ソフトウェア パッケージ

電話回線を使用した遠隔プログラム転送用。

6. 今後の展望

以上《MELSEC》の変遷と発展過程を記述したが、この章では、今後の展望を記述する。

(1) シーケンサCPU

図4に示したようにシーケンサの性能は、この10年間で大幅に向上了し、また高機能化・大容量化も急速に進み、適用されるシステムも大規模化・複雑化している。それに伴い、顧客の設計・保守の複雑さが増大しており、今後のシーケンサには信頼性とともに顧客の保守性を向上させるための機能、ツールの改善が求められており、その方向に沿った製品化が進むと思われる。

(2) ネットワーク

3章で記述したように、シーケンサの上位・中位・下位いずれのネットワークもその重要性は、今後も増大するものと思われる。

当社としては、MAPを中心としたOSI化、《MELSECNET/MINI》を中心としたネットワークパートナー作りと《MEL-

SECNET》を中心とした専用ネットワークのせん鋭化の方向で対応していく。

(3) インテリジェント I/O

インテリジェント I/Oは、今後も顧客の要請にこたえるべく各種の品ぞろえが行われ、用途拡大に寄与していくものと思われる。ただし、従来のインテリジェント I/Oは、シーケンサのベースに付加される方式となっているが、プログラム性や制御性能面で必ずしも十分とはいはず、多軸位置決め機能付CPU “A73CPU”に見られるようなシーケンサCPUとの一体化や最適化が必要と考える。

(4) 周辺機器

5章で記述したように、シーケンサ用周辺機器は、今後も顧客の設計、保守性を支援・向上させるツールとしてAIの導入などにより、一層使いやすさの向上が図られていくものと思われる。なお、ハードウェアの方向としては、携帯性や耐環境性を重視した現場使用の専用ハードウェアと、顧客の設計室での使用を目的とした市販パソコンの流用の両面で進むものと思われる。

7. むすび

以上、10年の歩みとして、当社汎用シーケンサ《MELSECシリーズ》の紹介をしてきたが、振り返って今更ながら製品企画の重要性とタイムリーな製品開発の重要性を再認識している。

汎用シーケンサとはいえ、ユーザーニーズの最大公約数的な性能・機能の製品仕様の設定では、結局個々のユーザーにとっては“帶に短かし、たすきに長し”となってしまうことである。個々のお客様のニーズに目をそらすことなく確実に把握し、理解して、製品企画に盛り込んでいるかがかぎ(鍵)となる。今後ますます多様化するなかで、これを着実に実行することが重要課題である。

今一つは、汎用シーケンサを適用して、ユーザーで作られた、応用ノーハウ、応用ソフトの資産の蓄積がいかにばく大なものであるかである。幸いにして、当社ではそれを十分認識し、継続性のある製品シリーズとしてきたことが、今日の発展をもたらした重要な要因であることを認識している。

今後とも、《MELSECシリーズ》がFAの中核コントローラとして、その使命を果たしていくために、常に先端的な技術シーズを製品実現手段として駆使するとともに、前記のユーザーの立場・ニーズを大事にして進めていく考えである。

高性能な次世代マイクロシーケンサ “FX₂”

奥村良之*
植田浩司*

1. まえがき

1981年にマイクロシーケンサのパイオニアとして、《MELSEC-Fシリーズ》を開発し、世界中に小形シーケンサブームを巻き起こすとともに、リレー制御の世界を大幅に変えてきた。その後、市場ニーズの多様化と高機能化に対応して、普及形“F1”シーケンサ、フラット形“F1J”形シーケンサ、高機能形“F2”形シーケンサを開発してきた。

このたび、Fシリーズ以来の“手軽で便利なマイクロシーケンサ”という製品コンセプトを、最新技術で更に飛躍させた“FX₂”シーケンサを開発した（図1）。

2. 開発の背景

1988年度のシーケンサ全体の需要規模は、金額で約1,100億円、台数では約60万台を越えたと言われている。このうち、入出力点数が128点以下のマイクロシーケンサ分野では、金額で約30%、台数では約70%を占めている（1988年度通産省統計）。

このように、マイクロシーケンサが普及し、ユーザーの応用技術が進歩するに至って市場ニーズも大きく変化し、多様な用途に対して最適にコントロールする高性能・高機能なマイクロシーケンサが

求められるようになってきた。しかも、使いやすく経済的なマイクロシーケンサであるということが前提条件である。

3. 開発のねらい

“FX₂”シーケンサは、高速演算、大容量化、フレキシブルにジャストフィットする入出力構成、マシンインターフェースの強化・充実、マンマシンインターフェースの強化・充実の5点をコンセプトとして開発された。

3.1 高速演算

命令体系のうち、基本命令（LD, AND, OUT等）は、シーケンス演算専用LSIで実行され、0.74μs／1ステップの演算速度を実現している。一部の基本命令（MC, PLS等）と応用命令は、16ビット

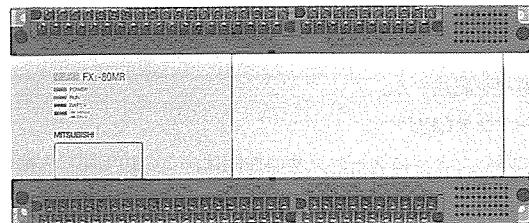


図1. マイクロシーケンサ “FX₂”

表1.“FX₂”シーケンサの製品群

(1) 基本ユニット

リレー出力	トランジスタ出力	トライアック出力	入力点数	出力点数
FX ₂ -16MR	FX ₂ -16MT	FX ₂ -16MS	8点	8点
FX ₂ -24MR	FX ₂ -24MT	FX ₂ -24MS	12点	12点
FX ₂ -32MR	FX ₂ -32MT	FX ₂ -32MS	16点	16点
FX ₂ -48MR	FX ₂ -48MT	FX ₂ -48MS	24点	24点
FX ₂ -64MR	FX ₂ -64MT	FX ₂ -64MS	32点	32点
FX ₂ -80MR	FX ₂ -80MT	FX ₂ -80MS	40点	40点

(2) 増設ユニット

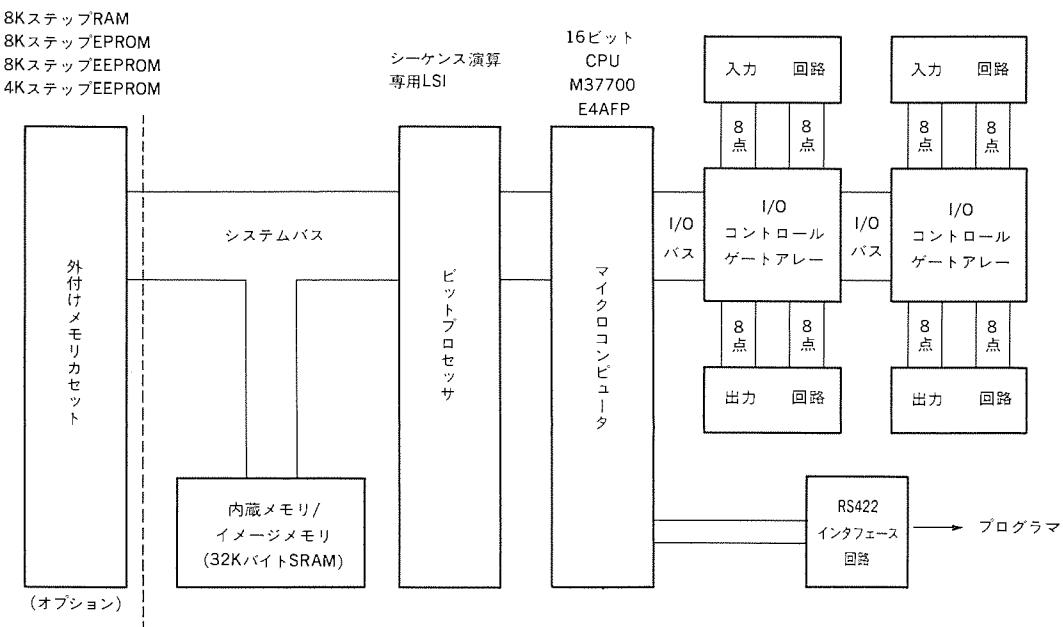
形名	入力	出力
FX-32ER	16点 (DC24V)	16点 (リレー)
FX-48ER	24点 (DC24V)	24点 (リレー)

(3) 増設ブロック

リレー出力	トランジスタ出力	トライアック出力	入力	出力
FX-8EX	—	—	8点	—
FX-16EX	—	—	16点	—
FX-8EYR	FX-8EYT	FX-8EYS	—	8点
FX-16EYR	FX-16EYT	FX-16EYS	—	16点
FX-8ER	—	—	4点	4点

表2. 性能仕様一覧

項目	仕様	項目	仕様	
演算制御方式	ストアードプログラム 繰返し演算方式	ステート	イニシャル用 10点 S0～S9	
入出力制御方式	一括処理方式		一般用 490点 S10～S499	
演算処理速度	基本命令 0.74μs		キープ用 400点 S500～S899	
プログラム言語	リレーシンボル方式 ステップラダー方式		アナシエータ用 100点 S900～S999	
プログラム容量及びメモリ形式	内蔵 RAM 2Kステップ	タイマ	100ms 200点 T0～T199	
	オプション RAM 8Kステップ EPROM 8Kステップ EEPROM 8Kステップ／4Kステップ		10ms 46点 T200～T245	
命令の種類			1ms積算 4点 T246～T249	
			100ms積 6点 T250～T255	
入力リレーX0～X177	DC24V 7mA ホトカプラ絶縁	カウンタ	16ビット 100点 C0～C99	
出力リレーY0～Y177	リレー AC250V DC30V 2A		32ビット 20点 C200～C219	
	トランジスタ DC30V 0.5A		16ビット 100点 C100～C199	
	トライアック AC242V 0.3A		32ビット 15点 C220～C234	
補助リレー	一般用 500点 M0～M499	データレジスタ	高速用 32ビット 6点 C235～C255	
	キープ用 524点 M500～M1023		一般用 200点 D0～D199	
	特殊用 256点 M8000～M8255		キープ用 312点 D200～D511	
			特殊用 256点 D8000～D8255	

図2. 回路構成 “FX₂-64M”

ワンチップマイコンで実行され、数十～数百μsの演算速度を実現している。

3.2 大容量化

(1) プログラム容量

“FX₂”シーケンサは、2Kステップシーケンス用RAMを内蔵している。さらに、オプションとしてメモリカセットを装着すると、最大8Kステップまでプログラム可能となる。

(2) 内部デバイス

内部デバイスとして、タイマを256点、カウンタを256点、補助リレーを1,024点、ステートを1,000点、データレジスタを512ワード装備している。タイマには100ms、10msのほか、1ms積算、100ms積算タイマがある。カウンタには、16ビットアップ、32ビットアップダウン、32ビット高速カウンタがある。また、特殊補助リレーが256点、特殊データレジスタが256点あり、さらにパラメータを設定するトライアックレジスタを最大2,000ワード確保できる。

3.3 フレキシブルにジャストフィットする入出力構成

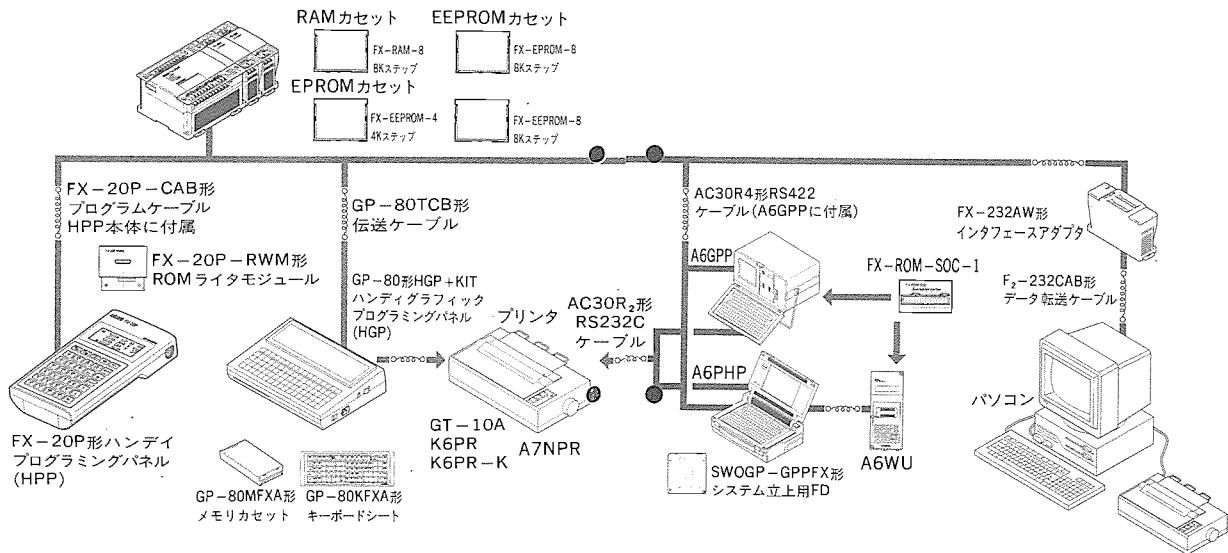


図3. 周辺機器群

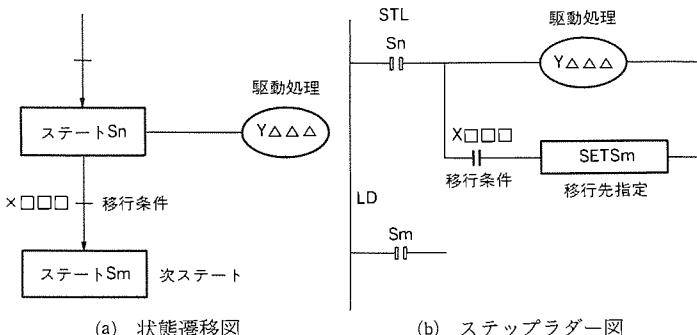


図4. ステップラダーの原理

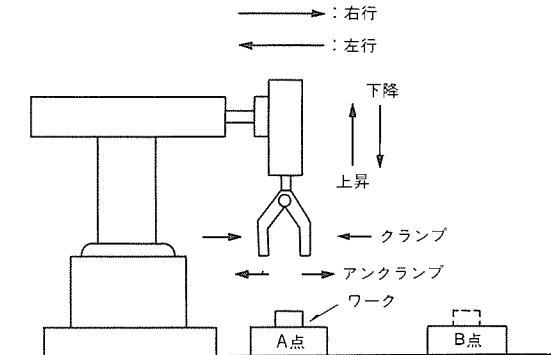


図5. ワーク移送 (A→B) 機構

ユーザーの希望する入出力点数にフレキシブルにジャストフィットさせるために、入出力比率1:1で8/8, 12/12, 16/16, 24/24, 32/32, 40/40の6種類の基本ユニット、16/16, 24/24の2種類の増設ユニット、8/0, 16/0, 0/8, 0/16, 4/4の5種類の増設ブロックを、品ぞろえしている。

基本ユニット、あるいは増設ユニットで点数が不足している場合や、入力あるいは出力の点数が一方にかたよっている場合、増設ブロックを基本ユニットや増設ユニットに連結すると、ジャストフィットの点数が得られる。この増設ブロックは、基本ユニットや増設ユニットから電源が供給されるので、コンパクトな形状になっている。

3.4 マシンインターフェースの強化・充実

“FX₂”シーケンサは、基本ユニットに1相1計数入力の場合6点、1相2計数入力の場合2点、2相2計数入力の場合2点の高速カウンタを内蔵している。1相カウンタの場合、最大10kHzまで、2相カウンタの場合、最大2kHzまで計数可能である。また、シーケンスプログラム実行中に、そのプログラムを中断し、優先的に実行する割り込みプログラム機能を装備している。

さらに、アナログ制御、位置決め制御、データ入力・表示など便利な応用命令も装備している。

3.5 マンマシンインターフェースの強化・充実

シーケンスプログラムをプログラムするとき、簡単にしかも便利に行えるように、プログラミング環境の改善を行った。液晶表示をもつたハンディプログラミングパネルは、オンラインでもオフラインでもプログラム可能である。また、汎用パソコンでもプログラミング可能である。さらに、プログラム言語の改良として、ステップラダーの基本となる状態遷移図でもプログラム可能である。

4. 製品の構成と性能仕様

(1) 製品構成

“FX₂”シーケンサの基本ユニット、増設ユニット、増設ブロックの製品群を表1に示す。

(2) 性能仕様

“FX₂”シーケンサの性能仕様を表2に示す。

5. 回路構成

“FX₂”シーケンサの回路構成を、“FX₂-64M”を例にして図2に示す。メインCPUは、当社16ビットワンチップマイコンM37700E4 AFPで、32KバイトマスクROMを内蔵している。このCPUは、シーケンス演算専用LSIと、内蔵2Kステップシーケンスメモリと内部デバイスイメージメモリ用の32KバイトSRAMとにシステムバスで接続されている。

また、入力回路・出力回路は、I/Oゲートアレーに接続され、CPUとI/Oゲートアレーとは各々トレイン式にI/Oバスで接続されている。

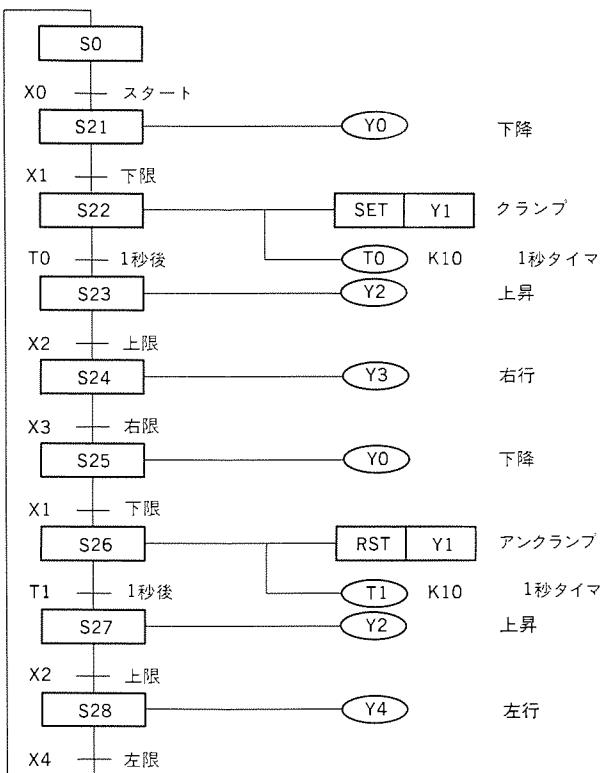


図 6. 状態遷移図例

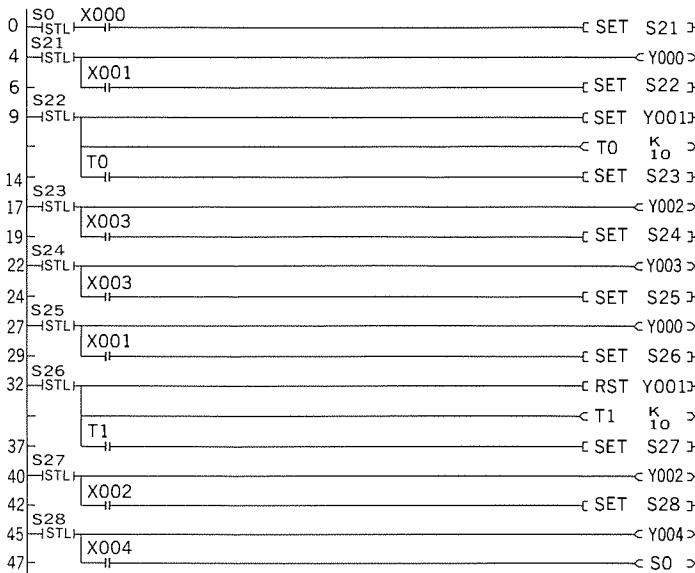


図 7. ステップラダー例

6. 周辺機器群

“FX₂”シーケンサの周辺機器には、プログラミングツール、メモリカセット、特殊ブロックがある（図3）。

6.1 プログラミングツール

“FX₂”シーケンサのプログラミングツールとして、“FX₂-20P”形HPP、“GP-80”形HGP、“A 6 GPP/HGP”，汎用パソコンがある。

“FX-20P”形HPPは、電源アダプタを接続するとハウスプログラミングが可能となる。また、インターフェースを接続するとこのHPPは、従来の“F1/F2”シーケンサのプログラミングパネルとして

も使用できる。さらに、従来の“F1/F2”シーケンサのシーケンスプログラムを“FX₂”シーケンサに変換する機能を備えており、今までのFシリーズのソフトウェア財産を有効に利用できる。

6.2 メモリカセット

“FX₂”シーケンサは、2KステップRAMを内蔵しているが、オプションとして、RAM運転する場合8Kステップ用“FX-RAM-8”ROM運転する場合8Kステップ用“FX-EPROM-8”，EEPROM運転する場合8Kステップ用“FX-EEPROM-8”か4Kステップ用“FX-EEPROM-4”を装着できる。

6.3 特殊ブロック

“FX₂-24EI”形特殊ブロックを介して、“FX₂”シーケンサは、“F2-6A”形アナログユニット、“F2-30GM”形位置決め制御ユニット，“F2-32RM”形カムスイッチユニット“F-16NP/NT”形《MELSECNET/MINI》インターフェースユニットなど“F2”シーケンサの特殊ユニットと接続することができる。

7. SFC言語

SFC言語（Sequential Function Chart）の一つであるステップラダー命令は、機械動作を表現する状態遷移図に基づいて、工程歩進の制御を簡単に実現する便利な命令である。このステップラダー命令は、従来のラダーシーケンス設計者が、容易に理解しプログラムできるようにラダー図で表現されている。

その基本となる状態遷移図と、状態遷移図に基づいてプログラムするステップラダーの動作原理を説明し、簡単な例を示す。

7.1 状態遷移図

まず、実現しようとする機械動作を時系列にとらえ、数個の状態に分類する。これをステートと呼ぶ。次に、それぞれのステートでの駆動処理を規定する。最後に、それぞれのステートを時系列的に連結し、ステートからステートへの移行条件を規定する。ステート、各ステート内の駆動処理、移行条件の三つの記述によって状態遷移図は表現される（図4(a)）。

7.2 ステップラダー

状態遷移図をリレーラダー図に表現したのが、ステップラダーである（図4(b)）。状態遷移図のステートは、ステップラダーでは、各々Snと表現し、STL命令とともに使用する。

ラダーシーケンスと同様に、ステートSnがONのとき駆動処理が実行され、ステートSn内のプログラムが実行される。ステートSnでの処理が完了すると、移行条件がONする。この移行条件で次ステートSmをSETすると、ステートSnは自らOFFし、自ステート内の駆動処理を非実行とし、次ステートSmをONさせる。このようにして移行が行われる。

7.3 事例

図5は、ロボットがA点にあるワークをB点に移す事例である。この事例で、状態遷移図の作り方と、その状態遷移図に基づいてプログラムするステップラダーを具体的に説明する。

まず、ロボットの動作を時系列に分析して、連続する次の9ステートに分類する。

- | | |
|--------------|------------|
| (1) ホームポジション | (6) 下降 |
| (2) 下降 | (7) アンクランプ |
| (3) クランプ | (8) 上昇 |
| (4) 上昇 | (9) 左行 |
| (5) 右行 | |

表3. 高速カウンタ一覧

割り込み 入力	1相1計数入力												1相2計数入力				2相2計数入力			
	C235	C236	C237	C238	C239	C240	C241	C242	C243	C244	C245	C246	C247	C248	C249	C250	C251	C252	C253	C254
X 0	U/D					U/D		U/D		U	U		U		A	A		A		
X 1		U/D				R		R		D	D		D		B	B		B		
X 2			U/D				U/D		U/D		R		R			R		R		
X 3				U/D			R		R			U		U			A		A	
X 4					U/D			U/D				D		D			B		B	
X 5						U/D		R				R		R			R		R	
X 6								S					S				S			S
X 7								S						S						S

注 U: アップ入力 D: ダウン入力 A: A相入力 B: B相入力 R: リセット入力 S: スタート入力

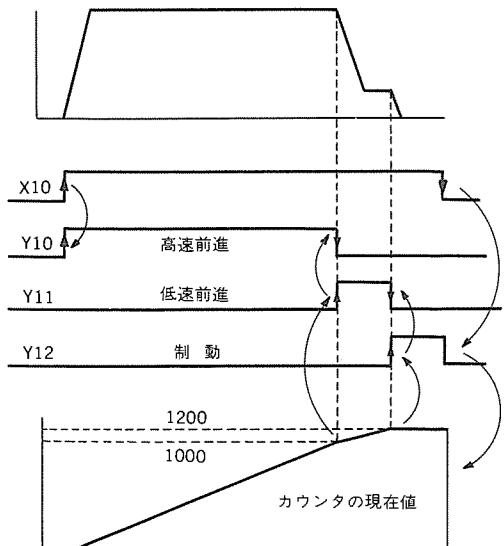
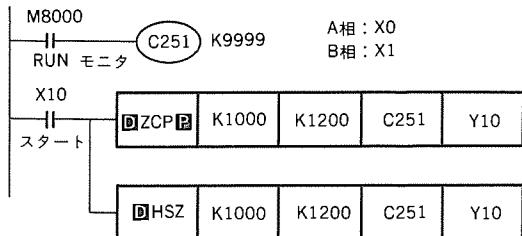


図8. 高速カウンタ例

次に、分類した9ステートに、S0からS28の9ステートを割り付ける。次に、各々のステート内での駆動処理を決める。S21では、下降コイル駆動、S22ではクランプ駆動、S23では上昇コイル駆動、S24では右行コイル駆動、S25では下降コイル駆動、S26ではアンクランプ、S27では上昇コイル駆動、S28では左行コイル駆動とする。最後に、各ステート内での実行完了信号を各々の移行条件とする。S0からS21へはスタート信号、S21からS22へは下降下限信号、S22からS23へはクランプから1s後、S23からS24へは上昇上限信号、S24からS25へは右行右限信号、S25からS26へは下降下限信号、S26からS27へはアンクランプから1s後、S27からS28へは上昇上限信号、S28からS0へは左行左限信号とする(図6)。

この状態遷移図をステップラダーにプログラムすると図7になる。

7.4 プログラミング

“FX₂”シーケンサ用GPPでは、この状態遷移図のまま入力することが可能になった。状態遷移図で入力されたプログラムは、ステッ

プラーに展開されシーケンサへ転送される。また、逆にステップラダーで既にプログラムされたプログラムを、一定ルールを守れば状態遷移図に変換することも可能である。さらに、状態遷移図で動作モニタすることができ、シーケンスプログラムのデバッブも、容易に行えるようになった。

8. リアルタイム処理機能

“FX₂”シーケンサでは、内蔵高速カウンタ、割り込みプログラム機能により、リアルタイム処理を行うことができる。しかも、これらに関係する応用命令を含めて、シーケンス演算のスキャン時間に全く左右されないことが特長である。

8.1 内蔵高速カウンタ

“FX₂”シーケンサには表3に示すように、高速カウンタを多点内蔵している。高速カウンタ用の入力はX0～X7まで8点あり、汎用入力と兼用している。図8のように、X0をA相、X1をB相とした高速カウンタC251と、その現在値とを比較する応用命令の場合、X11がONしている間C251は、シーケンス演算の途中でリアルタイムで割り込みカウントされる。と同時に、その現在値と応用命令(DHSZ)で指定された値との比較、出力もその割り込みの中で実行される。

8.2 割り込みプログラム

シーケンスプログラム上の割り込みプログラムとは、割り込み要求により、シーケンス演算の途中に演算を中断し、優先的に実行されるプログラムのことである。割り込みプログラムを実行するための条件として、入力割り込みとタイマ割り込みがある。入力割り込みはX0～X5が指定でき、極性は立ち上がりと立ち下がりとを指定することができ、外部事象に即応した動作をさせることができる。タイマ割り込みは、指定した時間ごとにコンスタントに割り込みプログラムを実行することができ、外部への時分割表示やコンスタンスト入力処理等に有効である。

9. むすび

今回開発したマイクロシーケンサ“FX₂”は、発売以来大好評を得ている。しかしながら、マイクロシーケンサFシリーズに対するユーザーの期待は大きい。出力仕様の大容量化、特殊ユニット群の充実、スケジュールコントロール機能等、課題は多い。

また、CPUとシーケンス演算専用LSIとのASIC化、入出力ハードウェアの小形化など技術課題もある。

スーパーマイクロシーケンサを目指し、さらに充実していく所存である。

小形フレキシブル シーケンサ “A 2 C” (COMPACT A)

高橋 畏* 永橋太吉**
長南功男*
安藤高彦*

1. まえがき

シーケンサは、入出力点数が少なくてリレー盤の代替として使用される用途と、入出力点数が多く高速演算・数値演算・ネットワーク機能・特殊演算などを必要とする用途の2極化が進んでいる。前者は小形・低価格化が追求され、後者は大容量化・高機能化・高性能化が追求されている。一方、システムの構成で大きく分類してみると、集中I/O方式と、分散I/O方式に分類することができる。集中I/O方式は、ビルディング ブロックタイプと呼ばれるもので、ベースユニットに電源ユニット、CPUユニット、I/Oユニットを集中して取り付ける方式で、CPUと入出力のデータ交信はCPUにより、ベースユニットの信号バスを通じて並列に行われる。

他方の分散I/O方式は、電源ユニット、CPUユニット、I/Oユニットを分散して取り付け、各ユニット間を1本のケーブルでつなぐ方式である。CPUと入出力のデータ交信は、各ユニット間の1本のケーブルを通じてCPUによって直列に行われる。分散I/O方式の最大の特長は、I/Oユニットを制御対象のすぐ近くに配置できることで、集中I/O方式に比べ各制御対象からI/Oユニットへの配線を短くすることができ、このことにより省配線化を達成することができる。

“A 2 C”は、《MELSEC-Aシリーズ》の中の一つとして、新しいコンセプトを持った上記分散I/O方式をサポートする製品として開発したシーケンサである。“A 2 C”は、簡易密閉構造で、さらに取付けが縦、横、平面の3方向が可能となっており、今後シーケンサの制御対象が分散しているシステムに多く使用されるものと期待される。以下、“A 2 C”的特長・仕様など概要を紹介する。

2. “A 2 C”的特長

(1) 512点の入出力制御が可能

“A 2 CCPU”は、特殊な命令を使用することなく、リモートI/Oによる512点の入出力制御が可能である。これにより、リモートI/Oである“A 2 CI/O”は、すべて32点ユニットであるため、最大16台まで“A 2 CCPU”に接続できる。

(2) ベースレスによる用途に応じた自由な取付け (配線の省力化)

システム構成としては、ベースレスのため“A 2 CCPU”ユニットの隣に“A 2 CI/O”ユニット、“A 2 C”特殊機能ユニットを専用ケーブルによって近接して配置する集中取付方式と、“A 2 CCPU”ユニット、“A 2 CI/O”ユニット、“A 2 C”特殊機能ユニット間をワイヤスト ペアシールドケーブルで接続(各ユニット間最大100m)して機械、設備などの制御対象の近くに分散して配置する分散取付方式の両方を構成することができる。このため、制御対象に合わせたフレキシブルな配置が可能であり、これにより、配線工事の省力化を実現でき配線コストを大幅に削減できる。

(3) コンパクトサイズによる省スペース化

“A 2 CCPU”，“A 2 CI/O”及び“A 2 C”特殊機能ユニットは、

次のようなコンパクトなサイズのため、小さな操作ボックス内にも収まり、設置面積も小さいため取付場所に融通性がある。

- ◎ “A 2 CCPU”：高さ170×幅100×奥行き80 (mm)
- ◎ “A 2 CI/O”：高さ170×幅64×奥行き80 (mm)
- ◎ “A 2 C” 特殊：高さ170×幅100×奥行き80 (mm)

(4) 耐環境性の向上

アルミダイカスト製の金属ケースによる簡易密閉構造になっているため、環境の比較的悪い場所でも使用可能であり、配線くずなどの異物がケース内に入らない。また、金属ケースを使用することにより、放熱効果と堅ろう性の向上を図っている。

(5) 縦・横・平面の3方向の取付けが可能

“A 2 CCPU”，“A 2 CI/O”及び“A 2 C”特殊機能ユニットは、縦取付け、横取付け、平面取付けを行うことができ、いろいろな場所に自由に取り付けることができる。

(6) DINレール取付けが可能

“A 2 CCPU”と“A 2 CI/O”及び“A 2 C”特殊機能ユニットは、ねじによって制御盤又は制御対象に直接取り付けることができる。また、オプションのDINレールアダプタを使用することにより、DINレールへの縦取付け、横取付け両方のワンタッチ取付けを可能にしている。

(7) 最大8Kステップのプログラム作成が可能

シーケンス命令、基本命令、応用命令により、最大8Kステップのシーケンスプログラムを作成することができる。

(8) 《MELSECNET/MINI-S3》用の各種ユニットの接続が可能

“A 2 CCPU”，“A 2 CI/O”ユニット及び“A 2 C”特殊機能ユニット間のデータリンクに、《MELSECNET/MINI-S3》を採用したことにより、《MELSECNET/MINI-S3》で使用されている豊富なリモートI/Oユニット、データリンクユニット、インバータ及びマニホールド電磁弁などが使用可能になり、センサ、アクチュエータ、RS232C機器などとの接続が容易にでき、システムへの適用範囲が拡大する。

(9) マイコンプログラムが使用可能

“A 2 CCPU”では、シーケンスプログラムにユーザー作成のマイコンプログラム及びユーティリティ パッケージを付加して使用できる。

(10) 高速なユニット間のデータリンク

従来のリモートI/Oは、マルチドロップ方式でユニット間データ交信をしているものが多く、交信速度が低速であったが、“A 2 C”ではループ方式とし、1.5Mbpsの高速交信を実現している。また、“A 2 C”では交信データの信頼性を向上させるため、交信データに隣接反転とパリティのデータを付加して冗長性を持たせ、データに異常がある場合にはデータを再送する(リトライ)方式としている。そして、耐ノイズ性向上のため、RS485相当の平衡形データ伝送を採用している。

(11) I/O、特殊機能ユニットの豊富なバリエーション

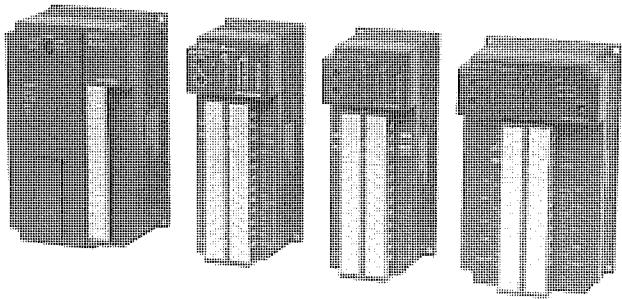


図1. CPU, I/O, 特殊機能ユニットの外観

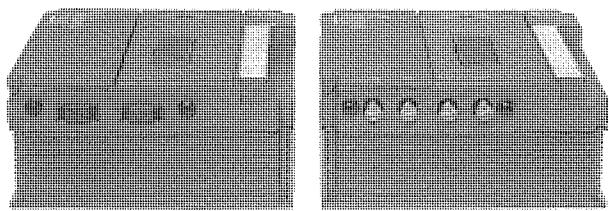


図2. リンク用CPUユニットの外観

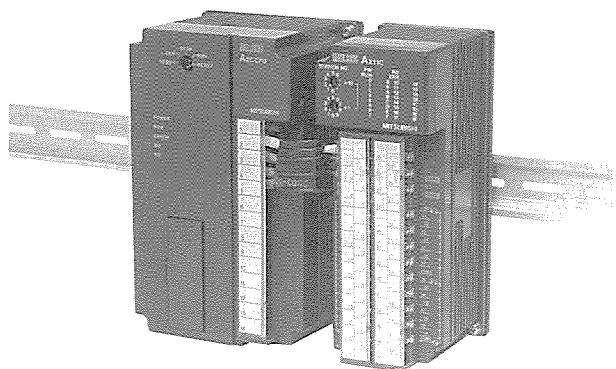


図3. DINレールへのユニットの取付け

“A 2 CI/O”ユニットは、入力ユニットがAC入力、DC入力、出力ユニットがリレー出力、トライアック出力、トランジスタ出力をそろえ、入出力複合ユニットも、DC入力リレー出力、DC入力トランジスタ出力、AC入力リレー出力、AC入力トライアック出力をそろえ、合計9機種をラインアップしている。“A 2 C”特殊機能ユニットは、アナログ-デジタル変換ユニット、高速カウンタユニットを用意している。これにより、ユーザーの多様な用途に対応できる。

(12) Aシリーズとの互換性

“A 2 C”では、従来のAシリーズ用周辺機器がソフトウェアのバージョンアップによって使用可能である。プログラミング言語も一部を除き同一であるため、従来機種用に作成したシーケンスプログラムが一部修正することで使用できる。

(13) ネットワークによる他機種との親和性

“A 2 C”では、データリンク機能付きCPUユニット“A 2 CCPUP21/R21”を用いて、データリンクシステム《MELSECNET》と接続することができる。これにより、“A 2 C”は、“AnN”, “AnA”シリーズとのシーケンサ間ネットワークシステムを構築できるため、集中制御方式と分散制御方式を組み合わせて、制御対象に適合したシステムを構築することができる。

表1. “A 2 CCPU”の性能仕様

項目		性能
制御方式		繰り返し演算(ストアードプログラムによる) リフレッシュ方式
入出力制御方式		シーケンス制御専用言語 (リレーシンボル語、ロジックシンボリック語、MELSAPO言語)
プログラム言語		22
命令数 (種類)	シーケンス命令	131
	基本命令 応用命令	97
処理速度(シーケンス命令) (μs/ステップ)		1.25
入出力点数(点)		512
ウォッチドッグタイマ(WDT)(ms)		10~2,000
メモリ容量		32Kバイト
プログラム容量		最大16Kバイト(8Kステップ)
内部リレー(M)点数(点)	1,000(M0~999)	(M, S, L共用でトータル2,048) (パラメータで設定)
	1,048(L1,000~2,047)	
	0(初期状態はなし)	
	1,024(B0~3FF)	
外部リレー(M)点数(点)		256
デバイスタイマー(T)仕様	100msタイマ: 設定時間0.1~3,276.7s(T0~199) 10msタイマ: 設定時間0.01~327.67s(T200~255) 100ms積算タイマ: 設定時間0.1~3,276.7s	パラメータで設定
	仕様	
	0	
バッカウンタ(C)点数(点)	256	設定範囲1~32,767(C0~255)
	仕様	
データレジスタ(D)点数(点)		1,024(D0~1,023)
リンクレジスタ(W)点数(点)		1,024(W0~3FF)
アナシエータ(F)点数(点)		256(F0~255)
ファイルレジスタ(R)点数(点)		最大4,096(R0~4,095)
アキュムレータ(A)点数(点)		2(A0, A1)
インダクタスレジスタ(V,Z)点数(点)		2(V, Z)
ポインタ(P)点数(点)		256(P0~255)
特殊リレー(M)点数(点)		256(M9,000~9,255)
特殊レジスタ(D)点数(点)		256(D9,000~9,255)
コメント点数(点)		最大1,600(64単位で設定)
自己診断		演算誤差監視、メモリ異常検出、CPU異常検出、電池異常検出など
エラー時の運転モード		停止/続行選択
STOP → RUN 時の出力モード切替え		STOP前の演算状態を再出力/演算実行後出力選択
製品重量(kg)		1.1

(14) 電源内蔵ユニット

“A 2 CCPU”は、AC100/200V入力の電源ユニット内蔵のため、別に電源ユニットを用意する必要がない。また、“A 2 CI/O”, “A 2 C”特殊機能ユニットは、DC24V入力電源内蔵であり、入力電圧範囲が15.6~31.2Vと広いため、電源用配線が長くなり、電線の電圧降下によって電圧変動が大きくなても使用できる。

(15) 通信配線の簡略化

“A 2 CI/O”, “A 2 C”特殊機能ユニットのユニット間通信インターフェースの配線は、入力側を端子台の左上部に、出力側を端子台の右上部に集めて信号の並びをそろえている。このため、“A 2 CCPU”ユニットと“A 2 CI/O”, “A 2 C”特殊機能ユニットを近接して配置した場合、専用ケーブルを使用すると通信インターフェース用配線を簡単に行うことができる。

3. 仕様

“A 2 CCPU”ユニット、“A 2 CI/O”ユニット及び“A 2 C”特殊機能ユニットの外観を図1に、データリンク機能付きCPUユニット、“A 2 CCPUP21/R21”的外観を図2に示す。これらは、特長で述べたように、すべてコンパクトな金属ケースを採用したユニットである。DINレールアダプタについては、図3に示すようにDINレールに取り付ける。これにより、制御盤などへのユニットの取付け、取外しが簡略化できる。

また、“A 2 CCPU”ユニットの性能仕様を表1に示す。機能・性能的には、現行のA 2 NCPUとほぼ同等である。

“A 2 CI/O”ユニットと“A 2 C”特殊機能ユニットの仕様を表2に示す。特に、入出力複合ユニットについては、従来のAシリーズではなかったが、リモートI/Oでは1台で入力と出力の両方必要となる場合が多いため、“A 2 C”では4機種用意した。また、特殊機能ユニットについては、Aシリーズの“A68AD”, “AD61”とほぼ同等

の性能・機能である。

4. ハードウェア

“A 2 CCPU”のハードウェア構成を図4に, “A 2 CI/O”のハードウェア構成を図5に示す。“A 2 C”シリーズは, 従来のシーケンサとは異なるリモートタイプの制御方式を採用しており, 各ユニットに通信機能や, 電源回路を内蔵しているにもかかわらず, 従来のビルディング ブロックタイプの70%程度に小形化している。小形化や信頼性向上のために, 次のことを検討し, 採用している。

4.1 小形化

(1) CPUユニットとしてのほとんどの機能を160ピン フラットパッケージ(17,000ゲート)のスタンダードセルに集約し, 小形化を達成している。すなわち, シーケンス演算機能, 《MELSECNET/MINI》マスター局機能, 割り込み機能, 周辺機器との交信機能, タイ

マ・カウンタ機能を内蔵したスタンダードセルを新規に開発し, 搭載している。

(2) 入出力ユニットに関しても, BiCMOSプロセスのフルカスタムIC(4,000ゲート)を開発し, 小形化を図っている。このICには, 入出力ドライバ, ヒステリシス入力, 電源監視回路, 《MELSECNET/MINI》リモート局機能, LED表示回路を内蔵し, 極力部品点数を削減するよう工夫している。また, カスタムICのピン数を減らし, パッケージを小さくするために, LEDの表示回路をスタティック方式からダイナミック方式としている。

このほか, このカスタムICは, 32点の入出力を制御することができるが, 設定変更により, 32点入力・32点出力・16点入力16点出力の3種類に使用できる。

(3) 出力ユニットに使用するリレーは, 小形リレーをリレーメーカーと共に開発してユニットを小形化した。

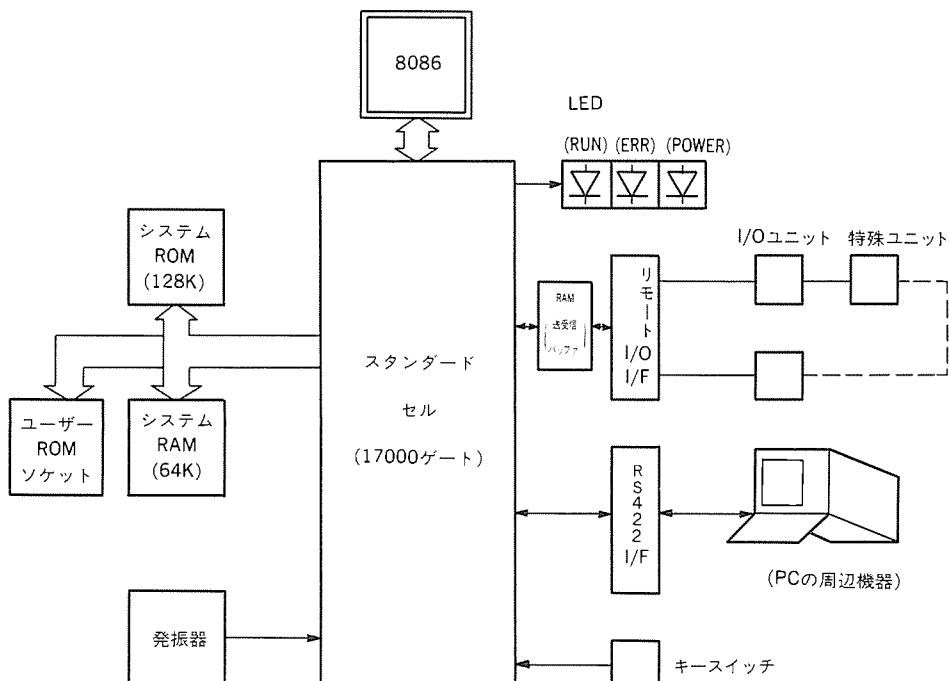


図4. ‘A 2 CCPU’のハードウェア構成

表2. ‘A 2 C’用 I/Oユニット, 特殊性能ユニットの仕様

品名	形名	内容
A2CI/O ユニット	AX11C	入力ユニット AC100-120V 32点
	AX41C	DC入力ユニット(シンクタイプ) DC12/24V 32点
	AY51C	トランジスタシンク出力ユニット(シンクタイプ) DC12/2.4V 0.3A 32点
	AY23C	トライアック出力ユニット AC100V-240V 0.3A 32点
	AY13C	リレー出力ユニット DC24V 0.5A, AC110V 0.5A 32点
	AX10Y10C	AC入力・リレー出力ユニット 入力側: AC100-120V 16点 出力側: DC24V 0.5A, AC110V 0.5A 16点
	AXY4010C	DCシンク入力・リレー出力ユニット 入力側: DC 12/24V(シンクタイプ) 16点 出力側: DC 24V 0.5A, AC100V 0.5A 16点
	AX40Y50C	DCシンク入力・トランジスタシンク出力ユニット 入力側: DC 12/24V(シンクタイプ) 16点 出力側: DC 12/24V(シンクタイプ) 0.3A 16点
	AX10Y20C	AC入力・トライアック出力ユニット 入力側: AC100-120V, 16点 出力側: AC100-240V 0.3A 16点
	A68ADC	8チャネル, 4~20mA/A/0~±10V, アナログ入力12ビット
特殊 機能 ユニット	AD61C	2チャネル, バイナリ24ビット, 1/2相入力, 可逆カウンタ, 50kpps

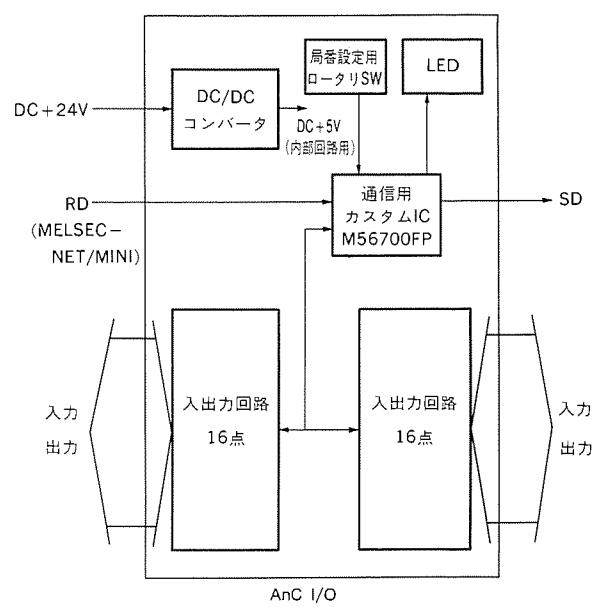


図5. AnCI/Oのブロック構成

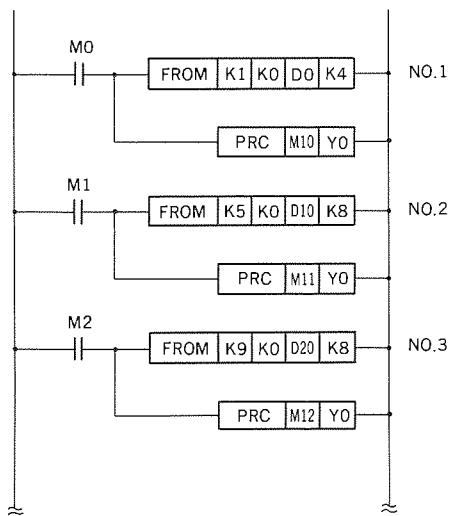


図6. シーケンスプログラムの例

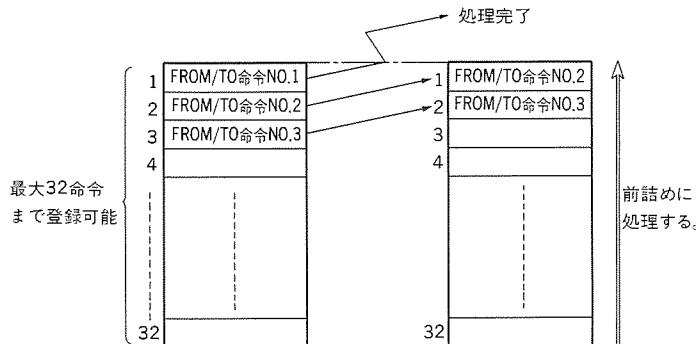


図7. メールボックス

4.2 熱対策

ユニットの小形化によって熱対策が必要となり、次のことを検討・採用した。

- (1) アルミダイカスト製ケースを採用し、放熱を良くしている。
- (2) 入力ユニットの入力電流を低減し、発熱を抑えている。
- (3) トライアックトランジスタ出力は、専用モジュールを開発して小形化し、金属基板を用いて放熱を良くしている。

4.3 信頼性

- (1) 表面の面板部は、耐油性プラスチックケースを新規採用し、耐環境性を向上している。
- (2) 長寿命のアルミ電解コンデンサを採用し、信頼性向上を図っている。
- (3) Aシリーズでは、従来からユーザーメモリにゼロインサーションソケットを使用し、コネクタ・ソケットには金めっき品を使用しているが、“A 2 C”シリーズでも継承し、高信頼性の配慮を行っている。

5. ソフトウェア

5.1 通信制御

“A 2 CCPU”は、リモートI/Oユニットや、リモートターミナルの制御を《MELSECNET/MINI-S 3》で行っており、従来のビルディングブロックタイプとは制御方式が異なるが、ユーザーが方式の違いを極力意識せずに、シーケンスプログラムを作成できるように工夫している。

- (1) リモートI/Oユニットは、各ユニットごとに割り付けられた入

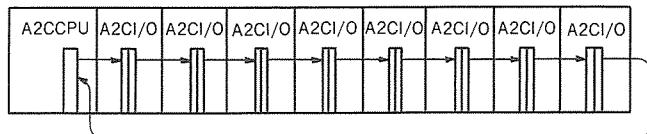


図8. ベースレス・ビルディングブロックシステム

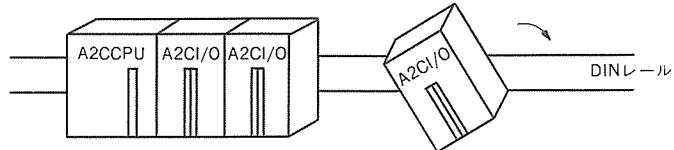


図9. DINレール取付けのビルディングブロックシステム

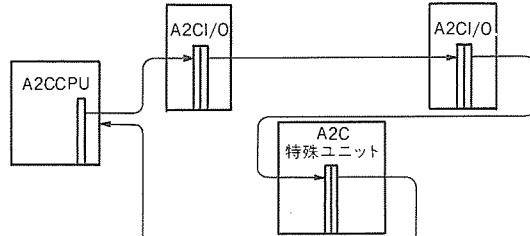


図10. リモートI/Oシステム

力Xと出力Yにより、プログラムを作成する。

- (2) リモートターミナルに対しては、FROM命令、TO命令によってデータの授受を行う。これを実現するために、メールボックスを設け、管理する方式を採用している。FROM/TO命令実行時に命令がメールボックスに自動的に登録され、複数の命令が順次実行される(図6、図7参照)。

5.2 エラー検出

- (1) 通信回線断線時には、断線発生箇所から前方の局のRUNLEDが点灯し、後方の局は消灯となり、容易に断線発生箇所がわかるようしている。
- (2) 異常局検出、エラー要因の判別、リトライ発生回数の記録などの機能があり、トラブルシューティングが容易にできる。

6. システム構成

“A 2 C”シリーズでは、前記のような特長及び機種構成により、下記のようなシステム構成が可能であり、様々な使用目的に適したフレキシブルなシステムが構成できる。

(1) ベースレスビルディングブロックシステム

オプションのユニット間接続用ケーブル“A 2 C005”を使用して盤内へ集中して取り付けることにより、ベースレスビルディングブロックタイプとしてシステムを構成できる。さらに、オプションのDINレールアダプタを使用することにより、省力設置・保守性に優れたシステムが構成できる(図8、図9参照)。

(2) リモートI/Oシステム

“A 2 CI/O”ユニットを様々な制御対象機器(入出力)の近傍へ分散設置することにより、“A 2 CCPU”ユニットをマスタ局とするリモートI/Oシステムを構成できる(図10参照)。

(3) 《MELSECNET/MINI-S 3》のネットワークシステム

既存のネットワーク《MELSECNET/MINI-S 3》で、データリンクユニット“AJ71PT32-S 3”をマスタ局として使用することにより、“A 2 CI/O”ユニットは既存の豊富なリモートI/Oユニットと混在したリモートI/Oシステムが構成できる(図11参照)。

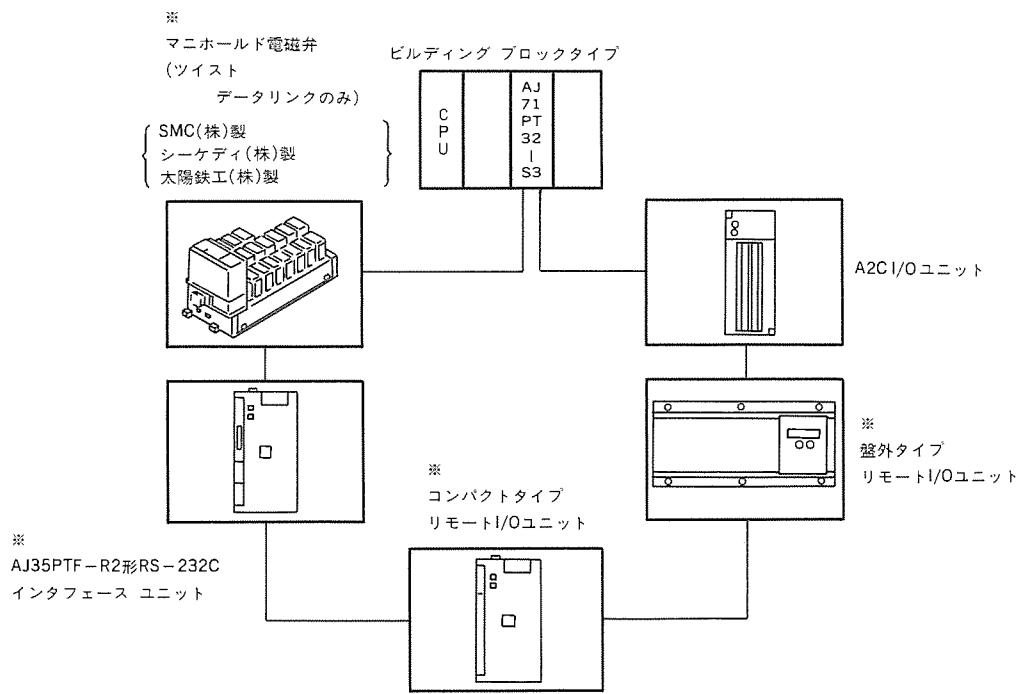


図11. 《MELSECNET/MINI-S3》データリンクシステム接続例

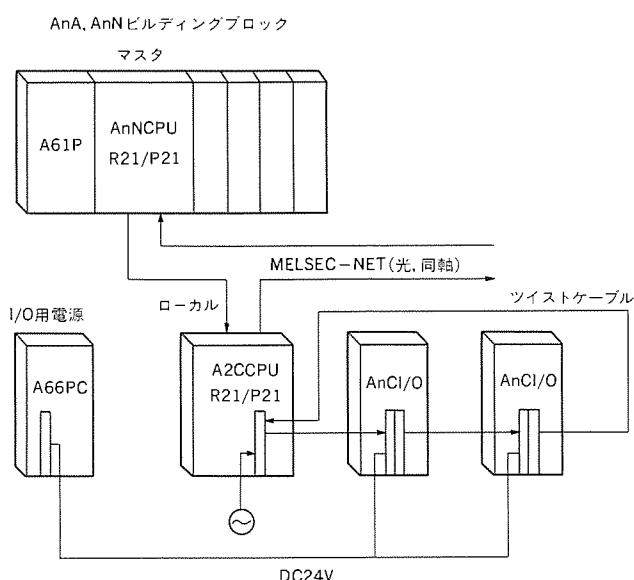


図12. 《MELSECNET》のローカルシステム

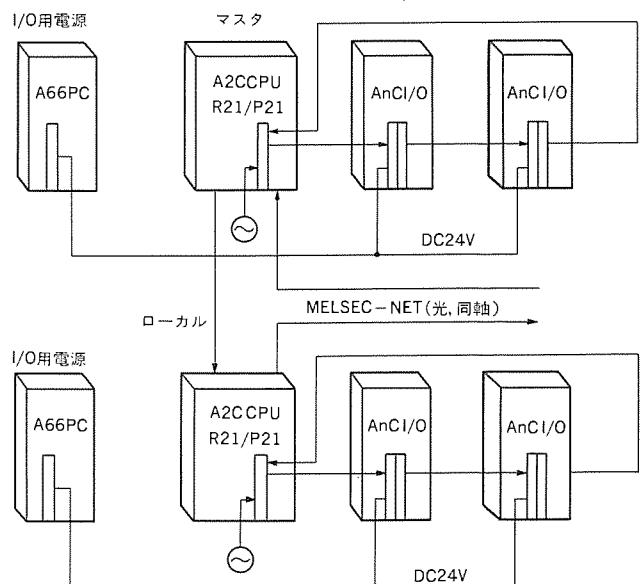


図13. “A 2 CCPU” のマスター/ローカルシステム

(4) 《MELSECNET》のローカルシステム

既存の上位ネットワーク《MELSECNET》で、データリンク機能付きユニット“A 2 CCPU・R21/P21”を使用することにより、既存の《MELSEC-Aシリーズ》のローカル局としてシステムを構成できる（図12参照）。

(5) “A 2 CCPU” のマスター/ローカルシステム

データリンク機能付き“A 2 CCPU・R21/P21”ユニットを複数台使用することにより、《MELSECNET》で“A 2 CCPU”をマスター局、又はローカル局としてもシステムが構成できる（図13参照）。

7. む す び

以上、当社が開発製品化した《MELSEC-A 2 C》の概要を紹介した。今後、シーケンサの分散制御方式は、ますます用途が拡大するものと期待される。また、分散I/O方式は、まだ歴史が浅く、ユーザーでの用途も十分把握されていないのが現状である。我々は、今回新しいコンセプトで開発した、コンパクトな“A 2 C”的発売により、新しい用途を開拓するとともに、分散制御に対する市場ニーズを知り、それにこたえるべく、“A 2 C”的I/Oユニット、オプションの開発による品ぞろえを行い、“A 2 C”をより分散制御に適したシーケンサへと育てていく所存である。

高機能・高性能シーケンサ “AnA”

伊藤龍男*
山下善臣*
尼崎新一*

1. まえがき

シーケンサは、FA (Factory Automation) システムの中核コンポーネントとして、ますます重要性を増している。FAシステムの大規模化・複雑化に伴い、シーケンサの適用範囲も拡大の一途をたどっている。その市場規模は、JEMA統計（平成元年度）によると約1,200億円に達しており、今後より一層の伸びが期待されている。

このような用途の拡大に伴い、シーケンサに要求される機能は、多種多様になるとともに急速に高度化してきた。このような要求に対応するため、当社では、1985年に多機能かつ高性能な汎用シーケンサとして、16ビットマイクロプロセッサを搭載した《MELSEC-Aシリーズ》（以下、現行Aシリーズと記す。）を発売している。さらに、その後もユーザーのニーズにこたえる形でシリーズの充実を行い、各種の用途に応じた豊富な製品群を擁するに至っている。これらの製品群は、加工・組立て・製造産業を中心に幅広く使用されており、FAシステムの発展に貢献してきた。

本稿で紹介する高機能・高性能シーケンサ “AnA” は、現行Aシリーズの上位機種として新たに開発したCPUである。“AnA”では、業界初のシーケンサ専用マイクロプロセッサ “MSP” (Mitsubishi Sequence Processor) を搭載し、現行Aシリーズとの互換性を保つつつ、処理能力面、命令面、RAS・デバッグ機能面、メモリ容量面の飛躍的な向上を実現した。以下では、高機能・高性能シーケンサ “AnA”（図1）の開発のねらい、システムの概要、特徴、従来機種との性能比較などを述べる。

2. 開発のねらい

汎用シーケンサに対する要求は、急激に高度化している。これらは、処理能力の向上、命令の拡充、RAS・デバッグ機能の充実、大容量化への対応、互換性の維持の五つの側面に分類できる。“AnA”の開発では、これらの各々の側面からの要求にこたえることをねらいとして、下記に示す重点項目の実現を図った。

2.1 処理能力の向上

FAシステムの大規模化・複雑化に伴い、大容量化したシーケンスプログラムをリアルタイムに実行するためには、より一層の処理能力の向上が必要である。このため、業界初のシーケンサ専用マイクロプロセッサ “MSP”（図2）を開発し、下記項目の実現を図った。

- (1) 数値演算命令の高速化（大規模化・複雑化への対応）
- (2) ファイルレジスタの高速化（大容量データ処理への対応）
- (3) 実用状態に即した総合的な処理能力の向上

2.2 命令の拡充

大容量化したシーケンスプログラムを効率良く記述し、ユーザーでのシステム開発を迅速に進めるためには、プログラムの記述性の向上が必要である。また、情報処理能力の向上のためには、応用命令を充実させることが必要である。このため、下記項目の実現を図った。

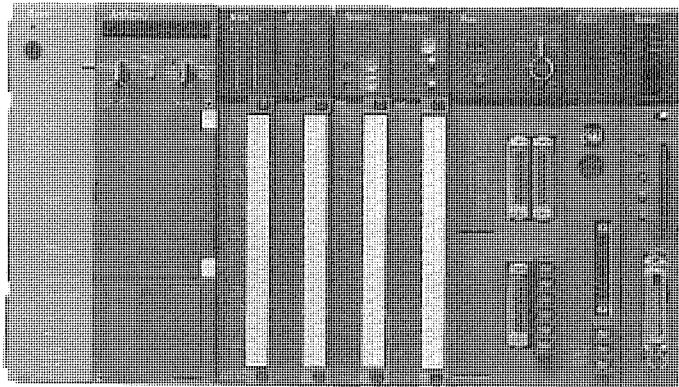


図1. 高機能・高性能シーケンサ “AnA” の外観

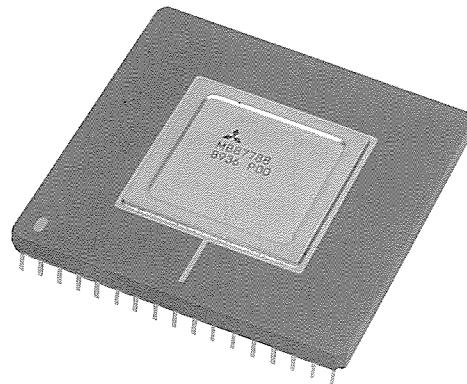


図2. シーケンサ専用マイクロプロセッサ “MSP”

- (1) 実数処理命令、文字列処理の追加（演算精度、モニタ能力の向上）
- (2) 特殊機能ユニット対応命令の追加（特殊機能ユニットの使いやすさの向上）
- (3) デバイス単位、回路単位のインデックス修飾の追加（プログラムの構造化の支援）

2.3 RAS・デバッグ機能の強化

FAシステムの大規模化・複雑化に伴い、システムの稼働率の向上とユーザーでの開発の迅速化は、重要な課題となっている。これに対応するため、FAシステムの中核コンポーネントであるシーケンサには、強力なトラブルシューティング機能とデバッグ機能が必要である。このため、下記項目の実現を図った。

- (1) トラブルシューティング機能の強化

診断項目の詳細化、エラー履歴の記憶機能の追加（自己診断機能の充実）

- (2) デバッグ機能の強化

ブレークポイント設定機能の充実（ステップ運転機能の強化）

- (3) トレース容量の増加（トレース機能の強化）

- (4) ステータスラッチ機能の充実（トレース機能の強化）

2.4 大容量化への対応

FAシステムの大規模化・複雑化に伴い、シーケンサが取り扱う制御対象の容量も飛躍的に拡大している。さらに、ネットワークを介した分散制御システムへの発展も急速に進みつつある。これに対応するため、下記項目の実現を図った。

- (1) 内部デバイス容量の拡張（大規模化・複雑化への対応）
- (2) リンクデバイス容量の拡張（分散制御システムへの対応）

2.5 互換性の維持

現行Aシリーズは、発売以来、加工・組立て・製造産業を中心に、幅広く使用されている。このシリーズに対して、ユーザーが蓄積し

表1. CPUユニット仕様

形名	AnACPU	A2ACPU	A2ACPU-S1	A3ACPU	A3NCPU	A3HCPU
制御方式	ストアードプログラム 繰り返し演算	ストアードプログラム 繰り返し演算	リフレッシュ方式	リフレッシュ方式/ダイレクト方式	リフレッシュ方式/ダイレクト方式	リフレッシュ方式
入出力制御方式	(命令により、部分ダイレクト処理可)	(命令により、部分ダイレクト処理可)				切替可
プログラム言語	シーケンス制御専用言語 (リレーショナル、ロジカクションボリック語)	シーケンス制御専用言語 (リレーショナル、ロジカクションボリック語)				
命令基本応用命令	22	22				
命令応用命令	239	239				
命令処理時間(シーケンス)	0.2	0.2	0.15	1.0	0.2	
メモリ容量	最大448Kバイト	最大320Kバイト	最大448Kバイト			
メモリカセット形名	A3NMCA-0 A3NMCA-56	A3NMCA-0 A3NMCA-56	A3NMCA-0 A3NMCA-40	A3NMCA-0 A3NMCA-56		
プログラムメモリプログラム	最大14Kステップ	最大30Kステップ	最大30Kステップ			
容量サブプログラム	無し	最大30Kステップ	最大30Kステップ			
入出力点数	512	1024	2048	2048		
構造化インターフェース	シーケンス命令を含む全命令、全デバイスに修飾可能		基本、応用命令の一部に可能			
プログラムデバイスNo.バイアス	同一構造のプログラムの各デバイス番号に一定のバイアス値を加えて実行		不可			
コメント(点)	最大4032	4032	4032			
拡張コメント(点)	最大3968	—	—			
マイコンモード	不可	可	可			
ステータスラッチ	オンライン中に範囲及び条件設定 実行は命令又は周辺機器により設定された条件成立で実行		パラメータにより範囲設定 実行は命令により実行			
サンプリングトレース	オンライン中に範囲設定 (ビットデバイス16点、ワードデバイス10点)		パラメータにより範囲設定 (ビットデバイス8点、ワードデバイス3点)			
ステップブ運動	1命令ごとに実行 ループ回数とステップ間隔指定による実行 ループ回数とブレークポイント指定による実行 デバイス状態による実行		1命令ごとに実行 ループ回数とブレークポイント指定による実行			
オフラインスイッチ	不可	可	不可			
自己診断	演算誤差監視(ウォッチャドタイム200ms固定) メモリ異常、CPU異常、出力異常、電池異常などを検出		同左			
履歴	年月日時分秒とともに16個記憶可能		無し			
入出力割付け	1/0占有点数及びユニット形名登録可		1/0占有点数のみ登録可			
コンスタンストスキャン	10~190msで一定時間間隔で可		10~190msで一定時間間隔で可			
時計	有り		有り 無し			
リモートRUN/STOP	可		可			
PAUSE	可		可			
割り込み処理	割り込みユニット又は定期割り込み信号により、割り込みプログラムの選択が可能		割り込みユニット又は定期割り込み信号により、割り込みプログラムの選択が可能			
実数処理、関数処理	専用命令標準装備		ユーティリティパッケージで一部可			
文字列処理	専用命令標準装備		ユーティリティパッケージで一部可			
特殊ユニットサポート処理	専用命令標準装備		ユーティリティパッケージで一部可			

た多くのシーケンスプログラム、周辺機器、ノウハウなどを生かすため、現行Aシリーズとの互換性の維持を図った。

3. システムの概要

3.1 仕様・機能

“AnA”は、シーケンサ専用マイクロプロセッサ“MSP”を搭載し、汎用マイクロプロセッサでは不可能であった高性能・高機能を一気に実現した。現行Aシリーズとの互換性を保ちながら、さらに多彩な拡張を可能にし、より高度に発展させたものである。その主な仕様・機能を表1・表2に示す。

3.2 ハードウェア構成

“AnA”的ハードウェアは、ビット演算、ハードウェアロジック回路などを1チップに内蔵させたMSPを中心に構成した。そのハードウェアブロック図を図3に示す。

MSPは、基本的な命令を1クロックサイクル(150ns)で実行する。このような飛躍的な高速化を達成するため、下記に示す2レベルのパイプライン処理を実現した。

表2. データリンクユニット仕様

項目	光データリンク用	同軸データリンク用	A2ACPUP21	A3ACPUP21
	A2ACPUR21	A3ACPUR21		
最大入出力点数	512点	2048点	512点	2048点
1局あたりの最大リンク使用可能点数	Y(点) + B(点)	Y(点) + B(点) + 2 × W(点)	512点(64バイト)	2048点(256バイト)
モード	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト		
MELSECNETII	4096点(512バイト)	4096点(8192バイト)		
モード	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) = 1024バイト	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) = 1024バイト		
1シス テム の B	1024点(128バイト)	1024点(2048バイト)		
最大リンク点数 W				
モード	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト		
1シス テム の B	4096点(512バイト)	4096点(8192バイト)		
最大リンク点数 W				
モード	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト		
1シス テム の B	4096点(512バイト)	4096点(8192バイト)		
最大リンク点数 W				
モード	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト		
1シス テム の B	4096点(512バイト)	4096点(8192バイト)		
最大リンク点数 W				
モード	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト	Y(点) + B(点) + 2 × W(点) ≈ 1024バイト		
通信速度	1.25Mbps			
通信方式	半二重ビットシリアル方式			
同期方式	フレーム同期方式			
伝送路形	二重ループ形式			
ループ延長距離	最大10km(局間1km)	最大10km(局間500km)		
接続ステーション数	最大65台/ループ(マスター1台、ローカル/リモート64台)			
変調方式	CMW方式			
伝送フォーマット	HDLC準拠(フレーム形式)			
誤り制御方式	CRC(生成多项式× $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$)及びタイムオーバーによるリトライ			
R A S機能	異常検出及びケーブル断線によるループバック機能、自局のリンク回線などの診断機能			

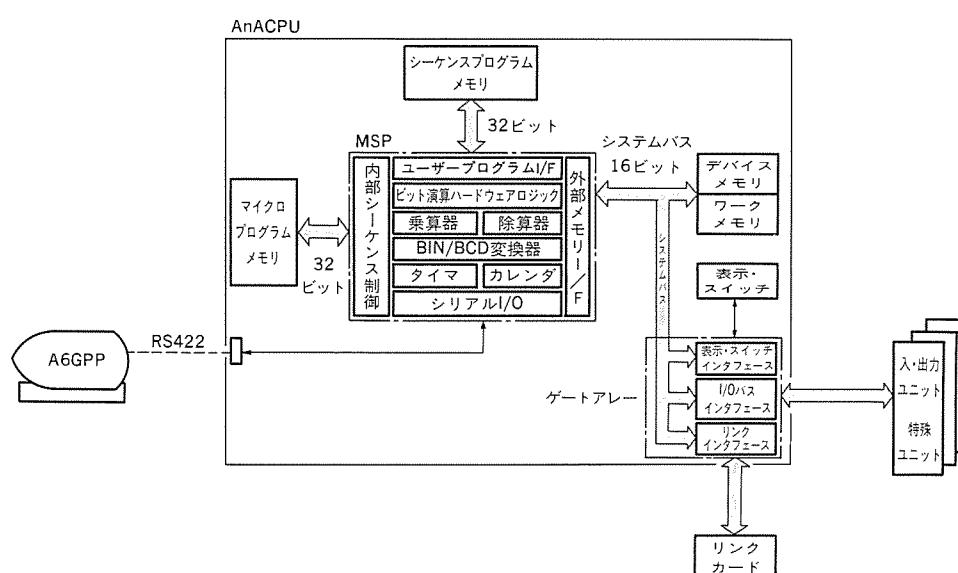


図3. 高機能・高性能シーケンサ“AnA”的ハードウェア構成

表3. 高速演算処理

項目	A2A(S1)	A3A	AnN	A3H
数値命令の高速化(μs)	接点命令 0.2	0.15	1.0	0.2
	数値命令 1.2~36	0.9~27	47~400	1.2~160
	文字列処理 66~311	50~234	マイコンパッケージによる 210~700	180~540
ファイルレジスタの高速化(μs)	ファイル命令(MOV) 7.6	5.7	75	60
	拡張ファイルの直接読み出し書き込み 9.8	7.35	該当命令なし	
インデックス修飾の高速化(μs)	インデックス修飾 []+0	[]+50	[]+14	
リンクリフレッシュ時間の高速化(ms)	B=4096点 W=4096点 6.42	4.84	—	—
	B=1024点 W=1024点 1.8	1.36	5.4	2.13
END処理の高速化(μs)	END命令 285	214	2060	988

注 []印は、インデックス修飾なし時の処理時間を示す。

表4. PCMIX値

命令分類	比率(%)	処理速度(μs)		
		A3ACPU	A3NCPU	A3HCPU
シーケンス命令	入力 17	0.0255(0.15)	0.170(1.0)	0.0340(0.2)
	出力 13	0.0390(0.3)	0.130(1.0)	0.0514(0.395)
	演算 21	0.0378(0.18)	0.210(1.0)	0.0499(0.238)
	タイマ/カウンタ 3	0.0989(0.33)	0.294(9.8)	0.1166(3.89)
数値命令	転送 25	0.225(0.9)	3.350(13.4)	0.3000(1.2)
	四則・関数 8	0.136(1.7)	1.459(18.2)	0.1206(1.51)
	比較・論理 6	0.0959(1.598)	1.008(16.8)	0.0840(1.4)
	その他 7	0.1777(2.54)	2.062(29.46)	0.5207(7.44)
	合計(μs) 100	0.8358	8.683	1.272
MIX値(1/合計)		1.196	0.115	0.783

注 (1)()内は1命令の処理速度

(2)PCMIX値=シーケンサにおいて、1μsで実行できる平均命令数

(1) MSP命令レベルのパイプライン処理

(2) シーケンス命令レベルのパイプライン処理

(1)の実現のために、MSP内部のアーキテクチャの最適化を図った。また、(2)の実現のために、MSP外部のバスを図3に示すように、三つの独立したバス(マイクロプログラムメモリ用バス、シーケンスプログラムメモリ用バス、システムバス)で構成し、これらのバスを同時に動作可能とした。

さらに、必要機能のほとんど(タイマ、カレンダ、シリアルI/O等)をMSP内に集積したことにより、“AnA”のハードウェアは、MSP、各メモリ類、ゲートアレー(I/Oバス、リンク等へのインターフェース部を集積化)からなる単純な構成となり、信頼性も向上した。

4. 特徴

ここでは、高機能・高性能シーケンサ“AnA”の主な特徴を述べる。(以下、従来比とは、当社“AnN”、“A3H”との比である。)

4.1 処理能力の向上

FAシステムの大規模化・複雑化・大容量化が進む中、リアルタイムに精度良く制御するためには、高速処理が必ず(須)である。

そこで、“AnA”ではシーケンサに特化したMSPにより、下記の重点項目を満たす飛躍的な高速処理を実現した。

- (1) FAシステムの大規模化・大容量化による数値命令の比重がますます高まる中、大部分の数値命令の処理時間を数μsとし、一様に高速化した。特に、転送命令(MOV)は、シーケンサで初めて1μsを切り、通常のシーケンサのシーケンス命令相当の処理時間を実現した。
- (2) 大容量データ処理に対応できるよう、ファイルレジスタのアクセスも数μsとし、数値命令並に高速化した。
- (3) プログラムの構造化に有効なインデックス修飾をハードウェアで処理するようにし、インデックス修飾によるオーバヘッド時間をなくした。これにより、処理時間を気にすることなく、構造化に専念できるようにした。
- (4) “AnA”では、リンク容量が従来の4倍であるにもかかわらず、リンクリフレッシュ時間を従来並で行えるようにして、データリンク処理の高速化を実現した。
- (5) MSPによる高速性を生かし、END時のオーバヘッド時間(自己診断・動作判別・特M/D処理など)を削減し、ユーザープログラムの実行効率を上げた。

各項目の従来との比較を表3に示す。また、シーケンサの実使用状態を示す指標として、主要な命令の実行頻度にかんがみたPCMIX値(1μsで実行できる平均命令数)を定め、比較した。これを表4に示す。ただし、この指標は、シーケンス、数値命令の範囲にとどまるため、ファイルレジスタアクセス、インデックス修飾、リンク、ENDなどの処理を含めた、より実使用状態を示す指標を今後指向していく。

4.2 命令の拡充

従来のシーケンス、数値命令に加え、用途拡大、プログラム性の向上を図るために、下記を追加強化した。

実数・文字列・PID命令を61種装備し、従来パソコンや別ユニットで行っていたデータ収集加工・モニタデータ生成などの処理をシーケンサで容易に処理できるようにした。

特殊機能ユニット対応の専用命令を108種類装備し、複雑なハンドシェイクやアドレスなどを意識せずに、分かりやすい命令名でプログラムをできるようにし、プログラム性を向上させた。図4に例を示す。

インデックスレジスタを14点にし、シーケンス命令も含むすべての命令にインデックス修飾を可能とした。また、デバイス番号のみ異なる同一形式の複数の回路を記述せずとも、自動的に、標準回路にインデックス修飾を施し、回路を共用化できるようにもした。これを図5に示す。さらに、サブルーチン非実行時の出力の保持・クリアを選択する専用命令の追加なども加え、プログラムの構造化を可能にした。

4.3 RAS・デバッグ機能の強化

(1) 診断機能の強化

自己診断項目を76項目(従来比3倍)と細分化し、トラブル時の原因究明を迅速に行えるようにした。

また、過去の自己診断エラー履歴を発生時刻(年月日時分秒)とともに16個まで記憶するようにした。履歴は、電源断でもバッテリバックアップで保持しているため、いつでも周辺機器で診断・解析できる。表示例を図6に示す。

さらに、従来ユーザーが大量の外部故障診断用シーケンスをプロ

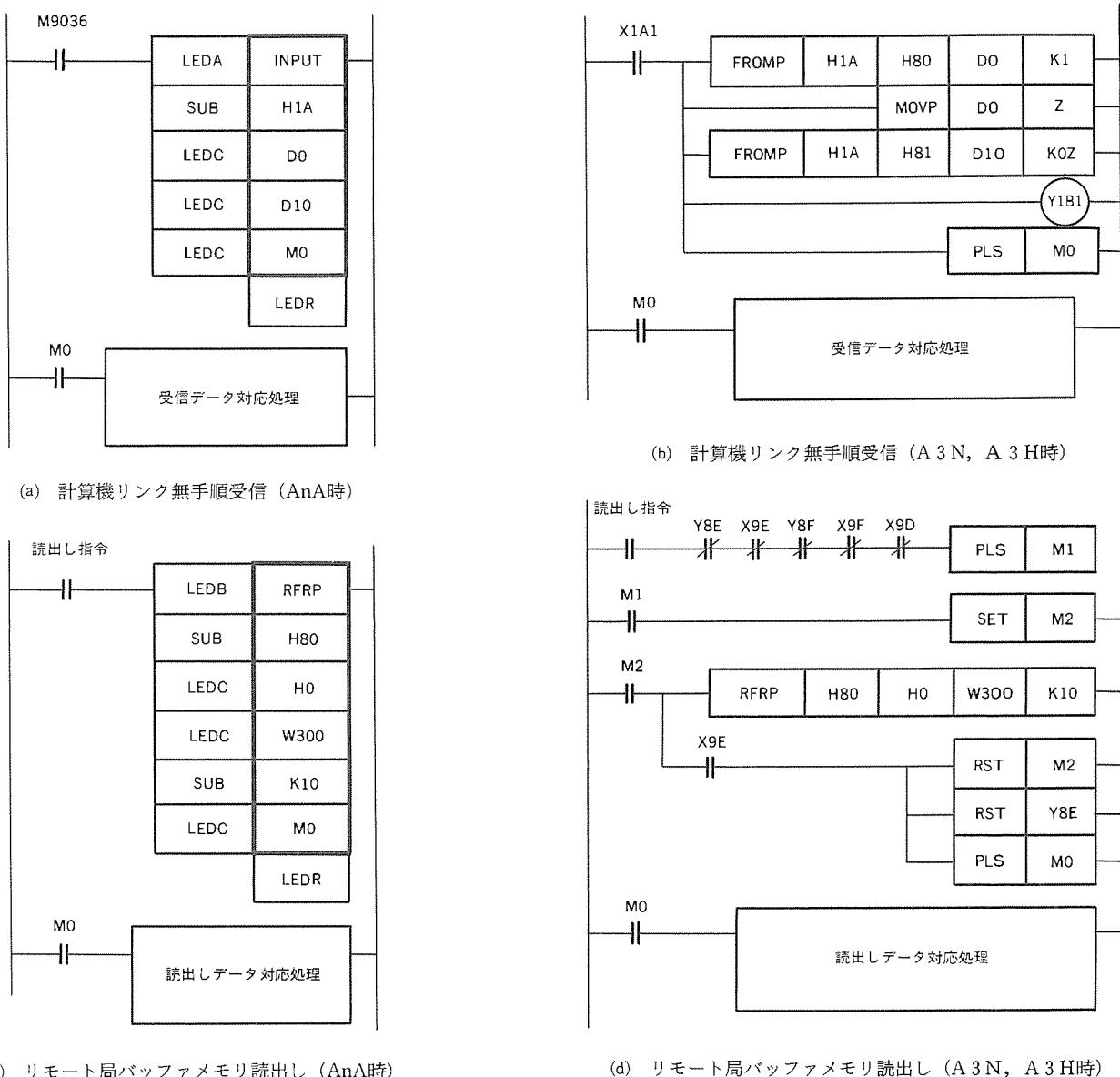


図4. 特殊機能ユニット対応専用命令

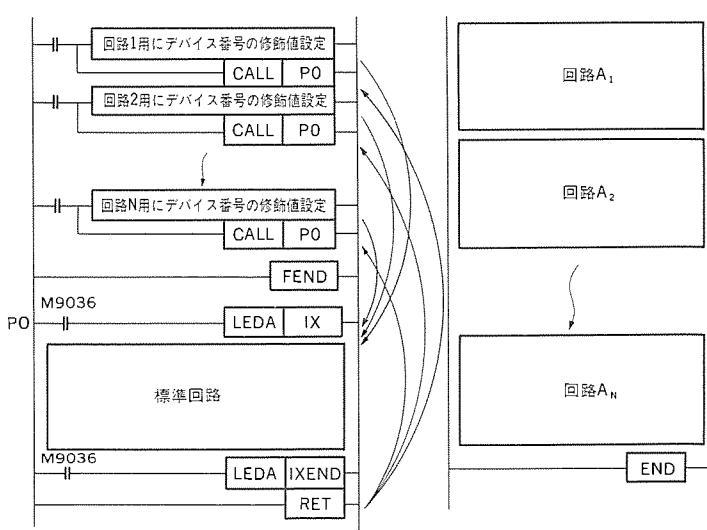


図5. 回路単位のインデックス修飾

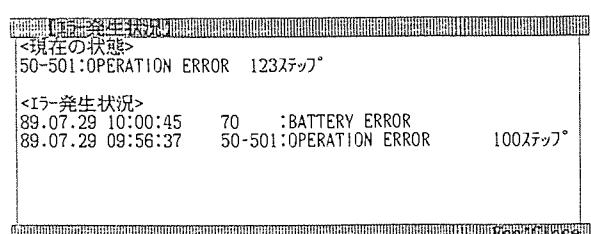


図6. エラー履歴表示例

グラムする必要があったが、自由な外部故障チェック回路パターンを一つ登録し、故障診断命令 (CHK) を実行することにより、外部回路の故障検出もできるようにした。

(2) トレース機能の強化

シーケンサの稼働中に、運転を止めることなく、サンプリングトレース・ステータスラッッチの設定ができるようにした。

また、ビット16点、ワード10点（従来比約3倍）のデータをサンプリングトレースできるよう拡張した。さらに、デバイスマモリのバス監視機構（図7）を組み込み、所定のデバイスが所定値になつ

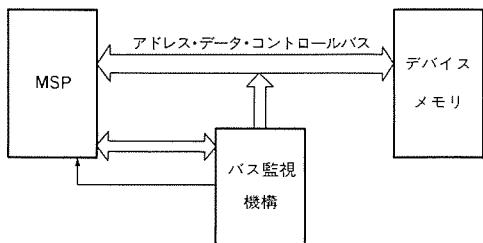


図7. バス監視機構

表5. デバイス容量の大幅拡大

単位: 点

	A2A(S1), A3A	A3N, A3H
内部リレーM,L,S	8,192	2,048
アナンシェータF	2,046	256
データレジスタD	6,144	1,024
タイマT	2,048	256
カウンタC	1,024	256
リンクリレーB	4,096	1,024
リンクレジスタW	4,096	1,024
インデックスレジスタ Z,V	14	2

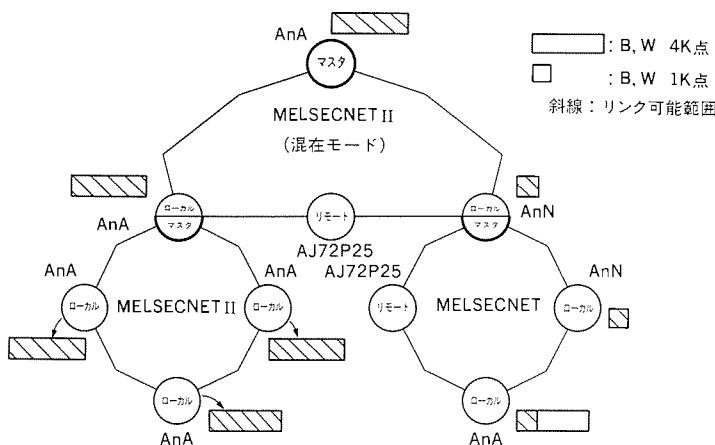


図8. 《MELSECNET II》構成例

た、又は変化した瞬間の各デバイス状態をタイムリーにステータスラッッチできるようにした。

これらは、制御対象の不具合時のタイミングなどの解析を迅速に行う手助けとなる。

(3) デバッグ機能の強化

シーケンスプログラムのブレーク機構をMSPに盛り込み、周辺装置のデバイスサポート機能の向上と相まって、1命令、1回路ごとの（自動）ステップ実行、ループ回数を伴うブレークポイント8点での部分実行などを装備した。また、先ほど述べたバス監視機構による、デバイスの状態の変化での中断という部分実行も可能とした。

4.4 大容量化への対応

大容量データ処理に対応できるよう、デバイス容量を従来の4～8倍と大幅に拡大した。

また、FA化が進み、FAシステムの階層化が図られる中、《MELSECNET II》データリンクシステムにより、従来の4倍の情報をサイクリックに交信できるようにし、分散制御システムを構築可能とした。これらを表5に示す。

さらに、《MELSECNET/MINI-S3》リモートI/Oシステムを8システムまでサポートした。専用のパラメータ、命令により、最大4,096点までのリモートでの入出力を容易に扱うことができる。

4.5 互換性の維持

ユーザーで今まで蓄積したプログラム、周辺機器、ノウハウをそのまま継続して使用できるよう、現行Aシリーズと上位互換を保つことを基本としている。

ベース、電源ユニット、入出力ユニット、メモリカセットは、現行品をそのまま使用可能とした。

特殊機能ユニットも大部分はそのまま使用可能であり、残りも現行Aシリーズ仕様範囲内で使用可能、又はバージョンアップ品で対応した。

周辺機器は、現行Aシリーズ仕様範囲内で使用可能、又はソフトウェアパッケージのバージョンアップ品で対応した。

《MELSECNET II》データリンクは、現行《MELSECNET》と混在可能である（図8）。

プログラムは、3命令（LEDA, LEDB, SUB）を除いて上位互換である。また、従来マイコンパッケージで供給していた機能は、すべて標準命令として装備した。

5. むすび

シーケンサの処理に特化したハードウェア構成を1チップ化したMSPの開発により、“AnA”では処理速度などの性能面においてシーケンサとしてのほぼ飽和領域に近づいたものと考える。

今後は、入出力ユニット、特殊ユニット、ネットワーク、周辺機器などシーケンサシステムトータルの高機能・高性能化を図るとともに、機能の多様化による用途の拡大及びユーザーの使い勝手のより一層の向上を目指した製品開発を進める所存である。

省配線用小形高速ネットワーク 《MELSECNET/MINI-S3》

滝沢義知* 松尾知香*
高橋俊哉* 工藤保晴**
近藤治彦*

1. まえがき

シーケンサの制御能力の向上は著しく、従来の機械単体の制御からライン全体の制御へと変革してきた。今後は更に、工場全体の制御へと移り、制御対象が広域化し、本格的なCIM(Computer Integrated Manufacturing)化の時代へ突入していくと予想される。これに対応すべく、シーケンサ側は、CIM化に適するようネットワークの充実を図る必要がある。

本稿では、検出器、表示器、IDプレート、バーコードリーダなどとシーケンサとの省配線接続を目的としたローエンドな高速シリアル伝送システムである《MELSECNET/MINI-S3》の概要を紹介する。

2. 《MELSECNET/MINI-S3》の位置付け

CIMを構成していく上で、従来シーケンサのネットワークとして、MAP、《MELSECNET》、《MELSECNET/MINI》が存在していた。図1は、CIM構成例を示す図である。MAP(Manufacturing Automation Protocol)は、CIMモデルによるレベル4(Section/Area)とレベル3(Cell)との接続を主とするネットワークで、多量のデータを高速で正確に通信するものであり、多種にわたる制御機器を接続可能なマルチベンダのネットワークである。

《MELSECNET》は、当社独自のネットワークであり、レベル3(Cell)とレベル2(Station)間を接続するネットワークである。《MELSECNET/MINI》は、レベル2(Station)とレベル1(Equipment)間を接続するネットワークである。データ量はそれほど多くないが、各制御対象機器のビット情報をリアルタイムに処理するため、高速性が要求されるネットワークである。

《MELSECNET/MINI-S3》は、この《MELSECNET/MINI》の機能であるビット情報の高速シリアル伝送に加え、ワード情報(データ、メッセージなど)の伝送も可能としたものである。

3. 開発の背景

近年のFAシステムは、システムの大規模化・高度化の傾向にあるといえる。一方、シーケンサで制御可能なシステムの規模も大形化しており、入出力点数は増加する傾向にあるといえる。これを、シーケンサと制御対象間の配線の面からみると、配線工事費の増加あるいは配線長の増大によるシステム全体のノイズ耐量の低下などの問題が生じる。また、システムの高度化に伴い、物と情報の流れを融合させ、IDプレート、バーコードリーダや操作端末を使用したポイントオブプロダクト(POP)システムを構成し、操作ガイドや生産情報のモニタリングを行いたいという要求がある。POPシステムは、《MELSECNET》を使用して構成することができるが、コスト的に高価である。あるいは、多量のデータを扱うため、通信手順が複雑で高速制御として適しないなどの問題がある。

《MELSECNET/MINI-S3》は、こうした背景のもとに開発し

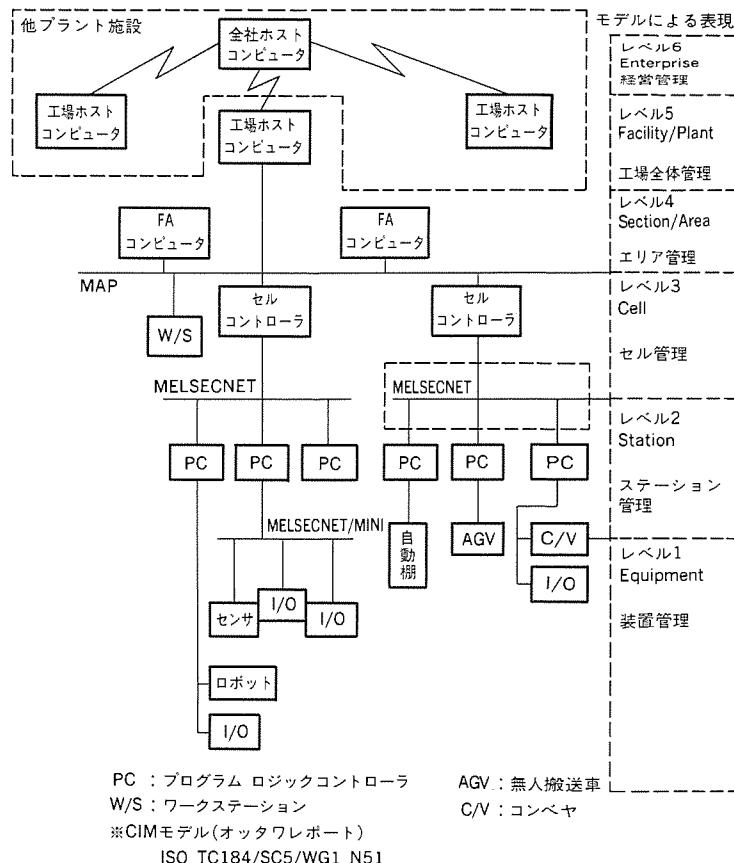


図1. CIMの構成

たもので、従来の《MELSECNET/MINI》にワード情報制御機能を付加し、POPシステムを容易に実現できるシーケンサのローエンドネットワークである。

4. 《MELSECNET/MINI-S3》の特徴と仕様

《MELSECNET/MINI-S3》の特徴として、次のことが挙げられる。

(1) 高速リフレッシュ

通信速度向上(1.5Mbps)のための専用フレームフォーマットを採用し、伝送制御回路、エラー検出回路、入出力インターフェース回路を1チップLSI化することによって実現している。

(2) 伝送ラインに光ケーブル、又はツイストペアケーブルが使用可能

伝送ラインは、プラスチック光ファイバケーブル、ツイストペアケーブルの使い分けができる、しかも、1ループ内での混在が可能なため、布線状況に応じた使い分けができる。

プラスチック光ファイバケーブルは、ユーザーが容易にコネクタ加工、及び加工後のチェックが容易なシステムとなっている。

(3) 最大制御可能点数が512点

表1. マスタユニットの性能仕様

		AJ71PT32-S3
		光データリンク ツイストペアデータリンク
マスタユニット 1台当たり	最大リンク局数(局)	64
入力(点)		[入力と出力の 合計が512]
出力(点)		
I/Oリフレッシュ時間(ms)		3~10
通信速度(bps)		1.5M
最大局間伝送距離(m)	50	100
入出力占有点数(点)		32/48
DC5V内部消費電流(A)		0.3
重量(kg)		0.6

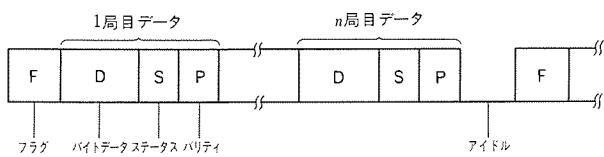


図2. 《MELSECNET/MINI-S3》の伝送フレーム

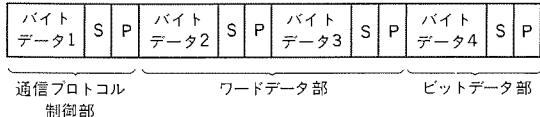


図3. ワード情報制御時の伝送フレーム

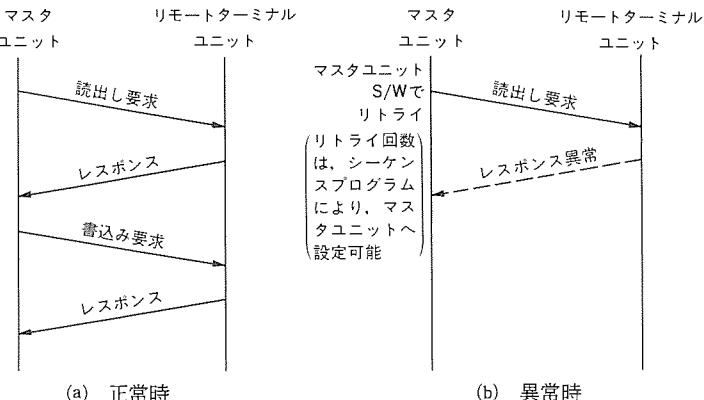


図4. 伝送手順

マスタユニット1台当たり512点と多量のデータ制御が可能である。また、512点以上のシステムの場合は、マスタユニットの複数化によって対応できる。

(4) ビット情報制御(ON/OFF制御)とワード情報制御(データ、メッセージなど)が可能

単純なON/OFFのビット情報制御と、ワード単位の情報制御が可能である。特に、ワード単位の情報制御に関して4種類のプロトコルを用意し、リモートターミナルの接続性を高めている。これにより、ユーザープログラムの負荷を軽減し、効率の良いデータ通信を行うことができる。

(5) 伝送形態はループ形式

バス形では、高速データ通信時、伝送路のダイナミック特性から伝送距離や最大接続可能局数が制約されるため、伝送路形態はループ形としている。

《MELSECNET/MINI-S3》マスタユニットの性能仕様を表1

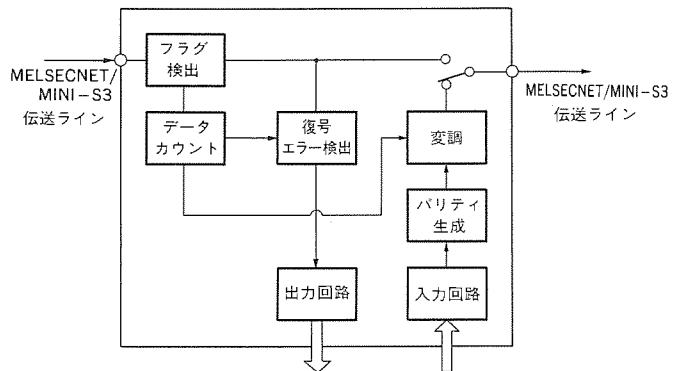


図5. 通信インターフェース用LSIのブロック図

に示す。

5. 《MELSECNET/MINI-S3》の伝送手順

《MELSECNET/MINI-S3》に接続可能な機器は、ビット情報制御(ON/OFF制御)を主とするリモートI/Oとワード情報制御(データ、メッセージなど)を主とするリモートターミナルに分けることができる。これらのリモートI/O、及びリモートターミナルを併せてリモートユニットと総称する。

《MELSECNET/MINI-S3》の伝送フレーム構成を図2に示す。伝送フレームは、伝送開始を示すフラグ、各リモートユニットに対するバイトデータ、無通信状態であるアイドルから構成される。さらに、各リモートユニットに対するバイトデータには、それぞれ、ステータスピット、バリティビットが付加されており、リモートユニットの種別、状態をマスタユニットに知らせると同時に、受信データのエラーチェックを行う。このバイトデータを、リモートユニット1局分のデータの最小単位としている。リモートターミナルは、1台で4局分のデータを使用し、ワード情報制御を行う。そのデータ構成を図3に示す。

最初のバイトデータを通信プロトコル制御用、次のバイトデータをワード情報、最後のバイトデータをビットデータ情報として使用している。このように、リモートターミナル1台分のデータの中に、ワード情報とビット情報を混在させることにより、リモートターミナルのキー入力と、メッセージ、データなどの交信を効率的に行うことができる。

《MELSECNET/MINI-S3》の正常時の伝送手順を図4(a)に示す。マスタユニットからの読み出し要求や、書き込み要求の伝文を受信すると、リモートターミナルはこれに対する伝文(レスポンス)を返す。マスタユニットは、このレスポンスを受信することにより、伝送の一連の手順を終える。次に、異常時における伝送手順を図4(b)に示す。マスタユニットから読み出し要求や、書き込み要求の伝文をリモートターミナルに送信したにもかかわらず、リモートターミナルから正常レスポンスがない場合は、マスタユニットの伝送ソフトウェアでリトライを行う。このリトライは、シーケンスプログラムによってマスタユニットに設定されたリトライ回数分行う。リトライしたにもかかわらず、レスポンスがない場合は、エラーコードをシーケンスCPUへ出力する。また、マスタユニットは、一定周期でリモートターミナルのモニタを行い、リモートターミナルの異常を検知する。また、異常のリモートターミナルとの通信が正常に復旧した場合、以降正常と判断し、復元させることもできる。

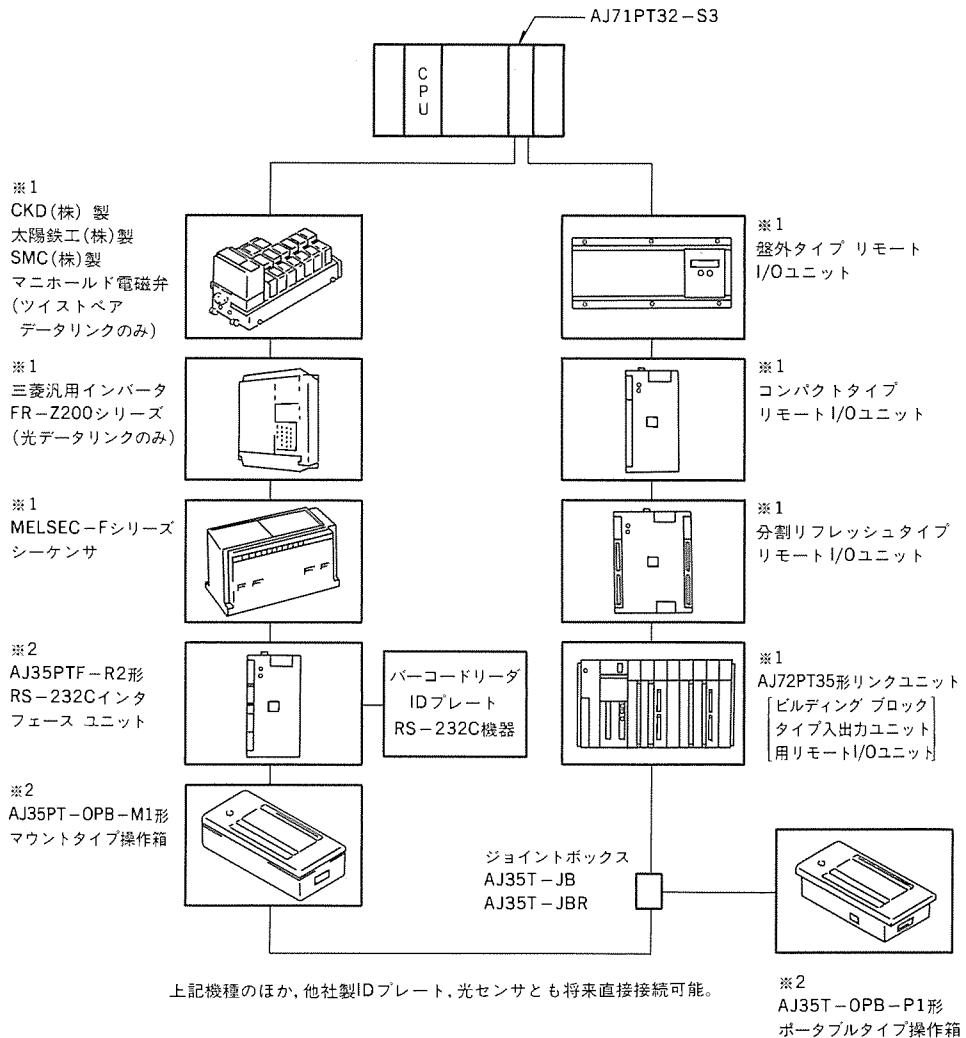


図6. 《MELSECNET/MINI-S3》のシステム構成

6. 《MELSECNET/MINI-S3》 通信インターフェース用LSI

リモートユニットの低価格化、小形化を実現するため、専用の通信インターフェース用LSIを開発した。従来、《MELSECNET》のリモート局は、各局にCPUを搭載し、そのCPUのソフトウェア処理で通信制御やデータ処理を行っていたが、《MELSECNET/MINI-S3》では、通信制御をハードウェアで構成し、ソフトウェア処理の量を減らすことで、通信の高速化を図っている。その通信インターフェース用のLSIのブロック図を図5に示す。

通信インターフェース用LSIでは、伝送フレームからフラグを抽出し、データ交信の開始を認知する。そして、自局に割り当てられたデータ列を受け取ると、復号を開始する。自局に割り当てられたデータをすべて受信完了後、エラーがなければ出力回路から外部へ出力する。一方、復号の開始と同時に入力回路のデータにパリティを付加し、変調して送信を開始する。このLSIで行うエラー検出は、次のとおりである。

- (1) パリティエラー検出
- (2) 隣接反転エラー検出
- (3) タイムオーバエラー検出

7. 《MELSECNET/MINI-S3》の構成

《MELSECNET/MINI-S3》データリンクシステムの構成を図6に示す。《MELSECNET/MINI-S3》データリンクシステムは、“AnCPU”, “AnNCPU”, “AnACPU”などのシーケンサCPUとマスタユニット “AJ71PT32-S3” の組合せ、マスタユニットとリモートユニットを1本の伝送ケーブルでリング状に接続することで構成できる。シーケンサCPUでマスタユニットのリンク状態を監視し、マスタユニットは、リモートユニットとの通信制御、通信エラーチェック、通信回路チェックを行う。

リモートユニットとして接続可能な機器には、次の種類がある。

7.1 リモートI/O

- (1) 盤外・コンパクトタイプリモートI/Oユニット (図7)
- (2) ビルディング ブロックタイプI/O用データリンクユニット (図8)
- (3) 《MELSEC-Fシリーズ》
- (4) 汎用インバータ “FR-Z200” シリーズ
- (5) マニホールド電磁弁

7.2 リモートターミナル

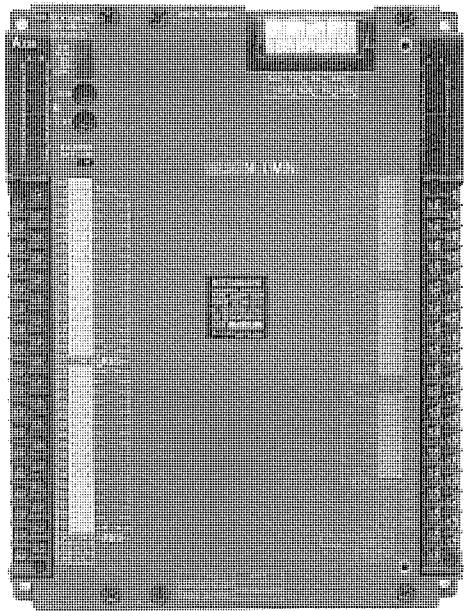


図7. コンパクトタイプ リモートI/Oユニット

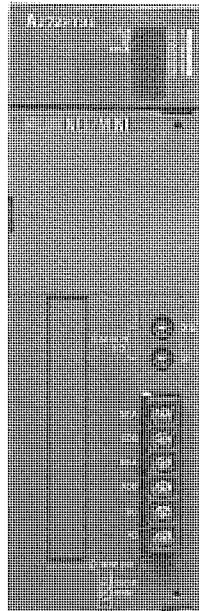


図8. ビルディング ブロックタイプI/O用データリンクユニット

- (1) ポータブル・マウントタイプ操作箱 (図9)
- (2) RS232Cインターフェース ユニット (図10)
- (3) バーコードリーダ, IDプレートなどの各種制御対象機器

8. ネットワーク パートナー

POPシステムを構築するには、各種制御対象機器（センサ、アクチュエータ、表示器など）との接続が必要である。これらの各種機

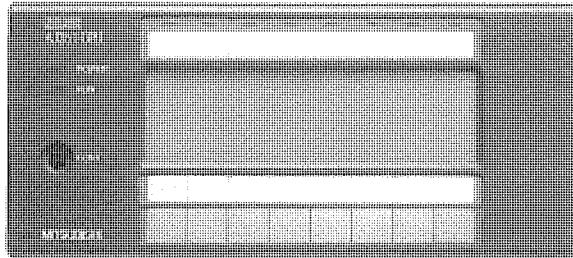


図9. ポータブルタイプ操作箱

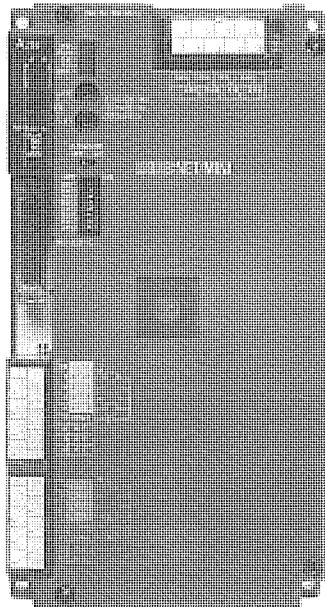


図10. RS232Cインターフェース ユニット

器メーカーへネットワーク パートナーとして、《MELSECNET/MINI-S3》ネットワークへの接続を呼びかけている。これらの機器を《MELSECNET/MINI-S3》へ接続することにより、POPシステムをより高度に実現し、CIMを構築していく上でのStationとEquipment間の接続を強化することができる。

9. むすび

以上、《MELSECNET/MINI-S3》を説明したが、今後、ネットワークパートナーを拡大することによって、接続可能機器ファミリーを増やし、各種制御対象機器との接続容易性を更に高め、ユーザニーズに適したネットワークにしていきたいと考えている。

また、《MELSECNET/MINI-S3》のマスタ機能を標準装備した新しいタイプのシーケンサ《MELSEC-A2C》を開発発売したことによって、《MELSECNET/MINI-S3》の機能が、従来より容易に実現できるようになり、一層普及するものと期待している。

FA標準ネットワークMAP対応機器

厚井裕司* 水野孝治***
大島道隆**
中野宣政***

1. まえがき

最近の調査によると、産業界における生産方式の高度化(FA(Factory Automation)化、CIM(Computer Integrated Manufacturing)化)志向は強く、大企業(従業員1,000人以上)では97%、中堅企業(同100~1,000人)では80.4%の企業が計画ありと答えている。CIMの概念としては、技術・生産・販売をネットワークによって相互接続し、データベースを一元化し、統一した経営戦略の下に計算機援用の上で機能させる、いわゆる企業レベルでのシステム化といえる。この実現の手段として、工場フロアにおける制御機器、計算機を接続するオープン指向のFA用LAN(Local Area Network)としてのMAP(Manufacturing Automation Protocol)及びMAPへの接続可能機器の実現が、ユーザー、システムインテグレータ、ベンダから強く望まれてきた。

当社では、このたびMAPバージョン3.0仕様に対応したシーケンサ《MELSEC-A》、FAコントローラ《MELSEC-LM7000》用インターフェース及び既存デジタル回線をMAPネットワーク上に収納するMAPインターフェースアダプタ(MIA)を開発した。引き続きNC(Numerical Controller)などへの実装開発、ネットワーク管理装置などの関連機器の開発も進行中である。

本稿では、当社のMAP関連機器の開発方針を紹介し、構成機器の概要、MAPプロトコル実装の技術説明及びMAPプロトコルの中核を占めるMMS(Manufacturing Message Specification)の使用法等を述べる。

2. 開発方針

当社MAP関連の開発方針とその内容を以下に説明する。

(1) 既存FA機器のMAPネットワークへの接続開発

ユーザーにおけるCIM開発は、新設ラインはもちろんのこと、既存設備もその対象となるのは明らかである。

当社のMAP接続機器は、専用ユニットとして既存のPC、NCなどに後から追加できる構成とすることを原則としている。しかしながら、そのインターフェース機能の実現が接続機器のメインCPUに及ぶ場合が大半で、このような場合はCPU部又はそのメモリ内容を交換することにより、対処できるものとしている。

(2) モデムを含むインターフェースの自製化による最適設計とコストダウン努力

いかに優れた製品でも、その普及は“いくらで買えるか”がかかる(鍵)となることは言うまでもない。現状のMAP製品は当社製品も含め、他のネットワーク関連製品と比較しいまだ高価であり、一層のコストダウンが必要である。

当社のMAP対応製品は、各機種により最適な実装形態となるよう、コスト面・性能面・使い勝手面での検討を加えている。また、搭載するプロセッサなども機種に合わせて選ぶなどのきめ細かい最適化設計を進めており、さらにモデルから内部ロジックにいたる

LSI化を計画し、コストダウンのほかにも性能・信頼性の向上をねらっている。

(3) 全7層構成のフルMAP仕様及びFAIS仕様への対応

当社は、今回開発したものを含め、OSI(Open Systems Interconnection)基本参照モデルの7階層構成(フルMAP仕様)を採用している。その一方、当社はOSI基本参照モデルの中間層(3~6層)を省略した、いわゆるミニMAP構成をベースとするFAIS(FA Interconnection System)プロジェクトに参加し、1990年3月に行われた開発メンバー12社間との相互接続公開テストを実施した。FAIS仕様については、今後2年間かけて実機への実装開発とマルチベンダによるデモが計画されており、当社はこのプロジェクトへの参加と将来の製品化を予定している。

(4) 暫定関連規格(各FAコンパニオンスタンダード、アプリケーションインターフェース)への準拠

MAPは、その中核をなす応用層のプロトコルとして、ネットワークを通してコントローラの遠隔操作を行うメッセージ通信規約(MMS)を規定している。このMMSは、さらに各機種によらないコア仕様と各機種対応のコンパニオンスタンダード仕様から構成されている。コア仕様部は、既にIS(International Standard)として規格化がされているが、コンパニオンスタンダード仕様は各業界単位に、その業界が属する国際的標準化組織で個々に取決めがなされつつあるのが現状である。当社は、各機種のコンパニオンスタンダード審議機関である国内委員会、国際委員会などに委員を送り、その規約作りに積極的に参加している。

現在開発済みの製品は、コンパニオンスタンダードの仕様がまだ決まっていないこともあり、製品仕様の中に取り入れていないが、対応する仕様が決まり次第、それが暫定版であれ、MAP接続仕様として製品に取り込んでいく予定である。

(5) 自工場モデルライン構築による実証

当社名古屋製作所内のシーケンサ工場のCIM化プロジェクトがほぼ完成に近いが、その中のFAラインLANとしてMAPを採用し、本稿で紹介する製品を使った電子部品組立システムが既に一部を除き稼働中である。そのほかに、同所内の小中容量モータ製造工場のCIM化計画の機械加工/組立システムでも、MAPを採用したシステムの構築が進行している。このような所内モデルライン構築工事を通して、MAP関連のハードウェア/ソフトウェア応用のノウハウの取得と有用性の実証、製品の性能確認と改善などより良い製品を目指していく所存である。

3. システム構成と接続機器

3.1 システム構成

MAPネットワークのシステム構成を図1に示す。MAPネットワークは、その工場規模によって敷設形態は種々考えられるが、一般には図1に示すように、工場単位ネットワークとしてのブロードバンドLAN、製造部門(セル)単位ネットワークとしてのキャリアバ

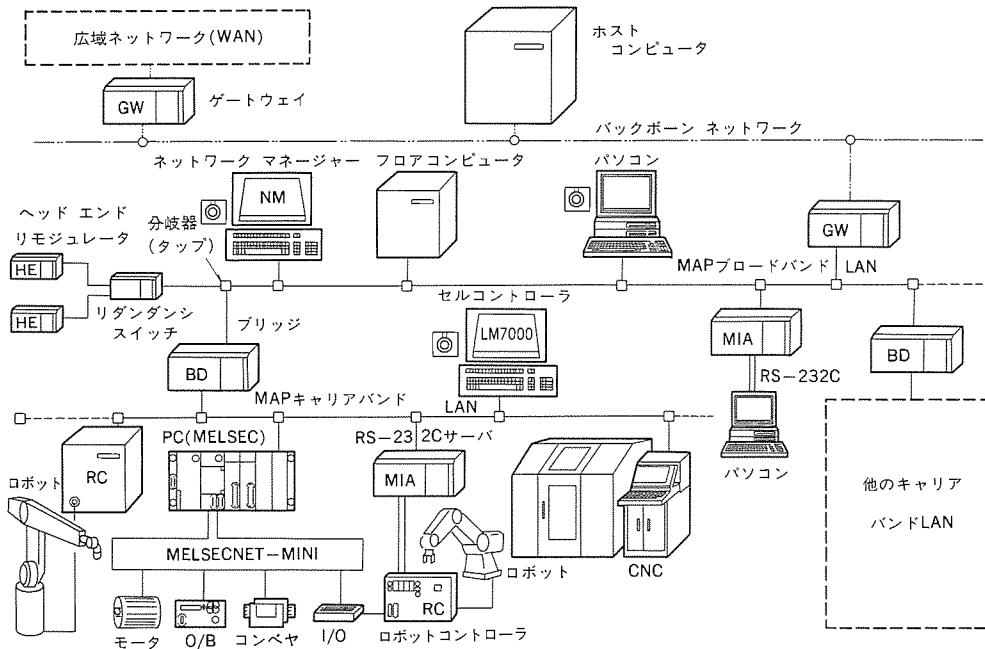


図1. MAPシステムのイメージ

ンドLAN, そして作業工程(機械)単位のネットワーク(フィールドネット:図1中では《MELSECNET/MINI》)の3階層で構成される。この3階層の中でMAPの仕様に準拠するのは、ブロードバンドLANとキャリアバンドLANで、フィールドネットは各ベンド独自のプロトコルとなっている。

3.2 構成機器

(1) ケーブル機器

ケーブル機器とは、MAPの伝送路を提供する機器・器具類の総称で、通信ケーブル(同軸ケーブル)を継ぎ足し中継するのに用いる分岐器・分配器・混合器などの器具類とブロードバンドLANに用いられる双方向増幅器、ヘッドエンドリモジュレータなどの機器類がこの分類に入る。

(2) MAP接続機器

MAPネットワークに接続され、伝送路を利用して機能する機器類の総称で、MAPネットワークに接続されたPC(Programmable Logic Controller), NC, パソコンなどをこの分類に入れている。

この分類に含まれる機器は、PC, NCなどの従来機器、これらの機器の通信内容をMAPの通信論理に可逆変換するインターフェース、このインターフェース内のデジタル信号を伝送路内で用いられるアナログ信号に可逆変換する変復調器(モデム)から構成されている。

(3) ネットワーク機器

前述のケーブル機器が、伝送路の信号を対象とした受動的な役割を果たすのに対し、ネットワーク機器は、伝送路の情報の中に入り込み、能動的役割を果たす機器と分類できる。この分類に入る機器として、ネットワーク管理装置、ゲートウェイ、ブリッジなどがある。

3.3 MAP接続機器の具体例

(1) PC用MAPインターフェースユニット“AJ71M51-S1”

“AJ71M51-S1”は、当社シーケンサ《MELSEC-A》用のMAPインターフェースユニットとして開発された。このユニットは、《MELSEC-A》のCPUユニットとバスを共有するベースユニットに、別売のモデムユニット(ブロードバンド用又はキャリアバンド

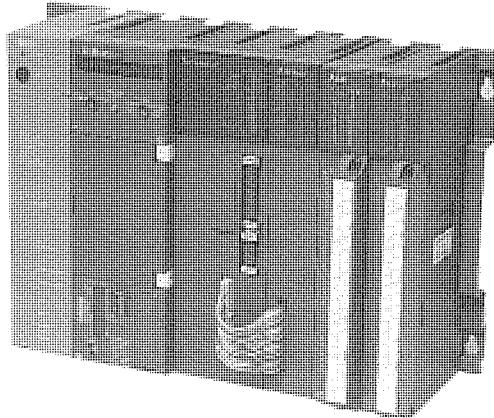


図2. PC用MAPインターフェースユニット

用)と組み合わせて装着し、使用する構造となっている。

通信ソフトウェアは、ROM(Read Only Memory)で供給され、電源投入後自動的に運転状態に推移する。また、応用層のプロトコルとしては、MMSとそれに対応したPC用VMD(Virtual Manufacturing Device)をサポートしており、モデムユニットと組み合わせて、OSI基本参照モデルの7階層構成(フルMAP仕様)を採用している。“AJ71M51-S1”的セット写真を図2に、概略仕様を表1に示す。

(2) FAコントローラ用MAPインターフェース“A7BD-J71M51”

“A7BD-J71M51”は、当社FAコントローラ《MELSEC-LM7000》用のMAPインターフェースボードとして開発された。このボードは、“LM7000”的オプションスロットに別売りのモデムボード(ブロードバンド用又はキャリアバンド用)とともに装着使用する構造となっている。

通信ソフトウェアは、フロッピーディスクで供給され、“LM7000”的電源投入時に“LM7000”本体側からMAPインターフェースボードに転送(ダウンロード)する方法をとっている。また、応用層のプロトコルとしてはMMSをサポートし、クライアント機能とサーバ

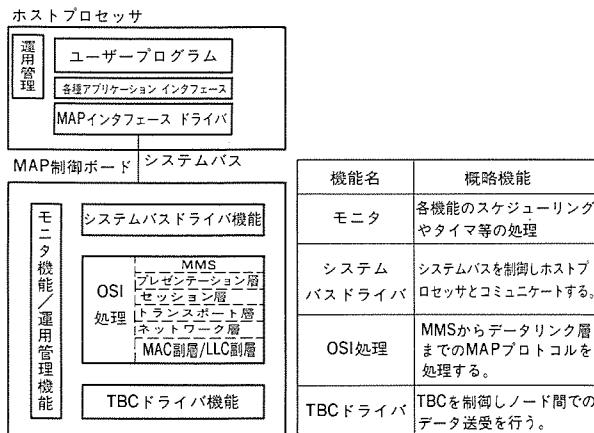


図 6. ソフトウェア構成

表 2. MMSサービスとオブジェクト

サービスグループ	サービス数	対象オブジェクト
環境及び一般管理サービス	5	トランザクション
VMD支援サービス	6	VMD
ドメイン管理サービス	12	領域 (ドメイン)
プログラム呼出し管理サービス	8	プログラム呼出し (プログラム インポケーション)
変数アクセスサービス	14	名前無し変数 名前付き変数 分散型アクセス 名前付き変数リスト 名前付き型
セマフォ管理サービス	7	セマフォ セマフォーエントリ
操作者通信サービス	2	操作卓
事象管理サービス	19	事象条件 事象動作 事象登録
ジャーナル管理サービス (ファイル管理サービス)	6	ジャーナル (ファイル)

ム起動時のダウンロード、初期パラメータの設定、初期診断及び故障時の通知などを行う。

図 6 に以上のソフトウェア構成を示す。

4.3 ミニMAPへの対応

以上、当社のMAP接続機器に内蔵されたフルMAP機能のハードウェア/ソフトウェア構成を述べた。一方、MAPプロトコルとしては、リアルタイム性を追求したミニMAPが存在するが、標準化が完遂しておらず、先にも記述したように、FAIS仕様として実用化が検討されている状況である。

当社は、このFAIS仕様実用化の成果に基づき製品化を予定しているが、ミニMAPを実現する上でもフルMAPとの整合性を十分に考慮することは不可欠である。すなわち、ユーザーはフルMAP/ミニMAPを意識せずにネットワークを利用できるべきであろう。

5. MAPの応用

MAPの最大の特長は、OSI基本参照モデルの第7層（応用層）に工場内の自動化機器通信に適したMMSという応用サービスを採用していることである。以下に、MMSの概要とその使用方法を述べる。

5.1 MMSの概要

MMSは、計算機間の通信サービスである遠隔オペレーションサービスをモデルとし、計算機とFA機器間の通信に適用したものであ

る。すなわち、サービスを要求する側（クライアント）とサービスを提供する側（サーバ）の役割がはっきりと分かれており、クライアントがネットワークを介して遠隔のサーバの機能を呼び出す。PC、NC、ロボットなどのFA機器がサーバであり、FA計算機、コントローラなどがクライアントに相当する。MMSの規約では、FA機器をVMDというモデルで抽象化し、このVMDのサービスを遠隔から呼び出す命令のフォーマット（プロトコル）と、命令を受けたときにVMDが取るべき挙動が規定されている。

5.2 オブジェクトとサービス

MMSには85種類のサービスがあるが、サービスの性質によって10種類にグループ化されている。各々のグループには、サーバの機能として、オブジェクトという機能（操作）対象が規定されており、全部で16種類のオブジェクトがある。各サービスグループとオブジェクトの関係を表2に示す。

通常のサービスは、クライアントがサーバに対してオブジェクトを操作する要求を出し、サーバがこれを実行した後に応答を返して一つのサービス単位を終了する。これを確認型サービスという。さらに、クライアントが要求を出さなくても、サーバが自発的に機器のステータスや事象の変化を通知することができ、これを非確認型サービスという。

サーバの機能を応用面で分類すると次のようになり、実際のFA機器の通信に必要な機能がサポートされていることが分かる。

- (1) プログラムやデータをアップロード/ダウンロードする機能（ドメイン管理サービス、変数アクセスサービス）

ドメインオブジェクトは、ホストと機器の間で交換するプログラムやデータのことをいう。

- (2) 機器を遠隔から運転する機能（プログラム インポケーション管理サービス、変数アクセスサービス）

プログラム インポケーション オブジェクトは、機器の制御機能そのものであり、MMSのサービスによって状態遷移（スタート、ストップ、再スタートなど）を行う。

- (3) 機器の状態を遠隔から監視する機能（VMDサポートサービス、イベント管理サービス、ジャーナル管理サービス）

VMDサポートサービスを用いてネットワークに取り出せる情報は、VMD（機器）のステータスと名前である。

イベントは、機器の状態の変化を機器の方から自発的に報告するオブジェクトである。

ジャーナル オブジェクトは、機器の状態変化を逐一把握するではなく機器側に記録を蓄積し、ホストが後で利用する。機器が自律性を持つシステムで利用される。

- (4) 機器間で協調（同期）する機能（セマフォ管理サービス、イベント管理サービス）

セマフォは、一つのリソースを複数のノードが使用するときの排他制御を行うオブジェクトである。

- (5) 機器オペレータがホストと通信する機能（オペレータ通信サービス）

オペレータ ステーション オブジェクトに対する操作で、機器側にいるオペレータとホストの通信を提供する。

5.3 MMSコンパニオン スタンダード

5.2節で述べたMMSは、コアMMSと呼ばれ、国際標準として完成されたプロトコルであるが、VMDという抽象機械を対象としているため、実際にPCやNCに適用して応用システムを構築していく上

表3. PCコンパニオン スタンダードにおける通信応用機能

PCの応用機能		クライアント IEC	サーバ IEC	対応MMSサービス
デバイスペリファイ		STATUS USTAT READ	— —	Status Unsolicited Status
データ獲得	ポーリング式	URCV	USEND	Read Unsolicited Status Information Report
	自発的送信 埋め込み式	—	—	イベント管理サービス
コントロール	パラメトリック	WRITE	—	Write
	インタロック	SEND	RCV	Interlocked Control (PCCSにより追加)
アラーム通知	同期制御	—	—	セマフォー管理サービス
	プログラム式 埋め込み式	RCV-ALAR RCV-NOTI	ALARM NOTIFY	イベント管理サービス
オペレータ インクウェース	サマリー	SUMMARY	—	イベント管理サービス Get Alarm Summary
	プログラム式 ダイレクト	—	—	Write Interlocked Control
プログラム管理 コントロール	プログラムの状態	—	—	ドメイン管理サービス
	スタート/ストップ プログラム転送	—	—	PI管理サービス PI管理サービス ドメイン管理サービス

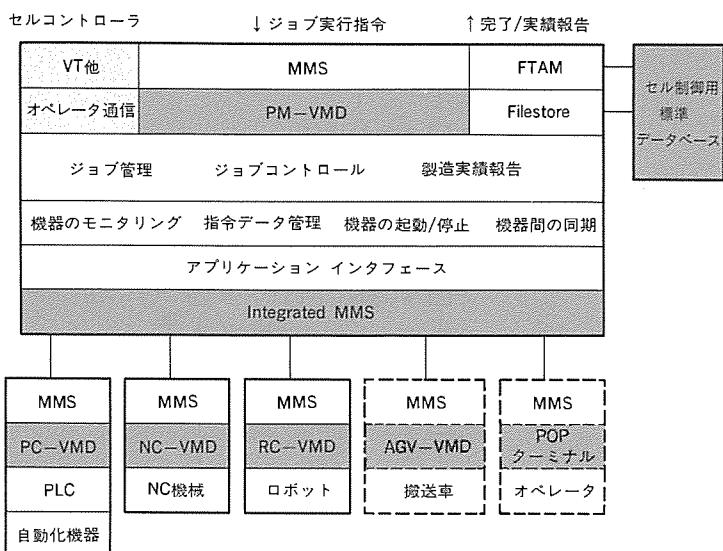


図7. セルコントローラの構成要素

で十分な機能を持っていない。例えば、ホストと機器間で交換するデータは、NCとロボットでは種類も内容も異なるし、内部ステートも違う。また、応用によっては不要なサービスも多い。

コアMMSでは、これらの詳細を規定せずに付加しようという形で残し、詳細は各機器の専門家グループに審議をゆだねている。現在、コンパニオン スタンダードの審議が行われている機種は、PC、NC、ロボット、プロセスコントロール、セルコントローラ等があるが、規約として完成するのは1991年から1992年にかけてになると思われる。表3に、PCのコンパニオン スタンダードによって提案されている応用通信機能とMMSサービスの利用について示す。

既存のPC製品ではベンダ固有機能が多く、必ずしもMMSのVMDやコンパニオン スタンダードには対応しにくい面もあるが、当社では、コアMMSのみの27サービスを実現するPCのVMDを開発した。これは、表3のデバイスペリファイ、データ獲得、パラメトリック コントロール、プログラム管理コントロールをサポートするものである。

5.4 セルコントローラの重要性

MAP採用のメリットは、機器のVMDによる標準化という面もあるが、システム的には加工や組立ての製造セルの管理や監視等のホスト側の応用プロセスの構築の容易さにあり、CAD/CAMや生産管理のデータベースとの密な情報交換により、トータルとしての製造システムの効率化、柔軟化を実現することにある。そのためには、

FA機器と上位の生産情報処理との接点となるセルコントローラが今後重要な役割をなす。

製造セルは、ネットワーキングされたFA機器群から構成され、加工、組立て、検査等の単位の仕事をある程度の自律性をもって行うことができる。したがって、セル間の通信や、製造データの共有が必要となる。例えば、DNC (Direct NC) や FMS (Flexible Manufacturing System)は、今まで加工に特化したシステムであったが、今後の加工セルは他のセルとの協調が必要となる。また、加工セルであってもNCだけが構成要素とは限らず、異なるベンダのロボットや搬送車が組み込まれることも考慮しなければならない。

製造セルの構成要素を図7に示す。セルコントローラは、ジョブという単位の作業指令を受け、ジョブの管理、コントロールを行い、作業実績だけを上位の生産管理コンピュータに報告する。今後の課題としては、製造機器ではなくセル全体を一つのVMDとみなして、モデル化するセルコントローラのコンパニオン スタンダード (PM-VMD) が重要となってくる。また、現在別々に、規格化が進行中のコンパニオン スタンダードも統合化していく必要がある。

MMSの応用システムは、コンパニオン スタンダード全体の完成を待つことなく、コアMMSを用いたシステムから段階的に導入が進んでいくものと思われる。当社のセルコントローラである“LM-7000”は、BASICによるMMSインターフェースをサポートしているため、前記の当社製PCのホスト機としてだけでなく、マルチベンダ機種に対応できる仕様になっている。

6. む す び

本稿では、当社のMAPシステム開発に対する取組姿勢を述べ、そのシステム構成、構成機器の概要、プロトコルの実現方法等を述べた。また、このLANを用いてFAを実現する上で、そこに展開するアプリケーションも紹介した。

従来、LANに関する開発は、下位2層に限定することが多かったが、MAPでは7層全部にOSI標準を適用しており、その影響度は計り知れない。したがって、MAPの重要性と必要性は世界で広く認識されており、多方面から普及が期待されている。

このため、我々はこのシリーズのサービス機能の拡大と、より使いやすさ及び経済性を追及していくなど、多くの課題の解決に取り組み、この分野の技術進歩の一端を担うべく努力する所存である。

参 考 文 献

- (1) (財)国際ロボット・エフ・エー技術センター：FAへの将来展望—FAよりIMSへ— (1989-7)
- (2) 塚本：ローカルエリアネットワークの技術、情報処理、28, No. 4 (1987)
- (3) 春木、岸本：生産情報・制御システムにおける通信プロトコルの標準化—MAPの技術と動向—、電学誌、108巻 12号 (1988)
- (4) IEEE802.4: Local area networks token-passing bus access method and physical layer specifications
- (5) ISO DIS 9506-1／2: Manufacturing Message Specification
- (6) IEC SC65A/WG 6／TF 7 (coordinator) 3: Programmable Controller Message Specification

三菱シーケンサ用SFC 《MELSAP II》

杉山 彰*
若宮明子**
岩田恭伸*

1. まえがき

SFC (Sequential Function Chart) は、ヨーロッパ、特にフランスで多くの実績があるGRAFSETを母体にしている。GRAFSETは、ペトリネットの流れをくむステップ遷移を基本とした制御グラフである。ペトリネットは、システムの論理的な記述、解析、シミュレーションに役立つ表現グラフとして研究者を中心に用いられているもので、GRAFSETは、自動化シーケンスの仕様記述へのペトリネット応用として発表された。

一方、国際的にPC (Programmable Controller) の規格を制定しようと、IEC (International Electrotechnical Commission) で規格案が検討されてきている。IECのプログラミング言語に関するワーキンググループでは、GRAFSETのプログラミング言語への適用が検討され、SFCとしてまとめられた。IECのプログラミング言語の規格案では、ラグーやストラクチャード テキストなどの四つの言語が定義されているが、SFCは、これらの言語で記述された部分ロジックの実行順序と条件を記述する共通要素として定義されている。

当社は、早くからこのような記述方法をPCに取り入れることに取り組み、独自に《MELSAP》を開発し、製品として提供してきた。SFCと《MELSAP》のグラフとしての記述力は、ほとんど同じであるが、図の形式及び縦書きと横書きなどの違いがあり、規格化への対応という点からは見直す必要が出てきた。そこで今回、《MELSAP》に対するユーザーからの改善提案に答えるため、操作及び実行方法なども全面的に見直し、SFCをサポートする新たな言語として《MELSAP II》を開発したのでここに紹介する。

2. SFCの概要

GRAFSETが自動化システムの制御仕様書の書き方を規格化することを目的としたものなので、SFCもこの特質を受け継いでいる。

SFCでは、制御機能の単位とそれらの時間的な流れを、ステップとトランジションという2種類のノードとこれらのノードを結ぶアーケとによって表現する。そして、各ノードにPC内部の動作出力(アクション)と条件入力(トランジション)とを結び付けて記述する。このため、ラグー図などでは、難しい制御対象の動作シーケンスとプログラムとの対応をとることが容易である。

2.1 SFCのグラフィック表現

ステップはく(矩)形で、トランジションは横棒で表される。ステップは動作出力を、トランジションは条件入力を伴う。これら二つのノードはアーケで結ばれ、その実行順序が規制されるのであるが、ペトリネットと大きく異なるのは、このアーケが選択分岐と結合、及び並列分岐と結合の機能を持っていることである。SFCによる記述例を図1に示す。表1には、SFCのグラフィック表現要素を示す。

2.2 IEC規格におけるSFCの位置付け

IEC規格において、SFCは言語に依存しない共通要素として位置付けられている(図2)。さらに、グラフィック表現がグラフィック

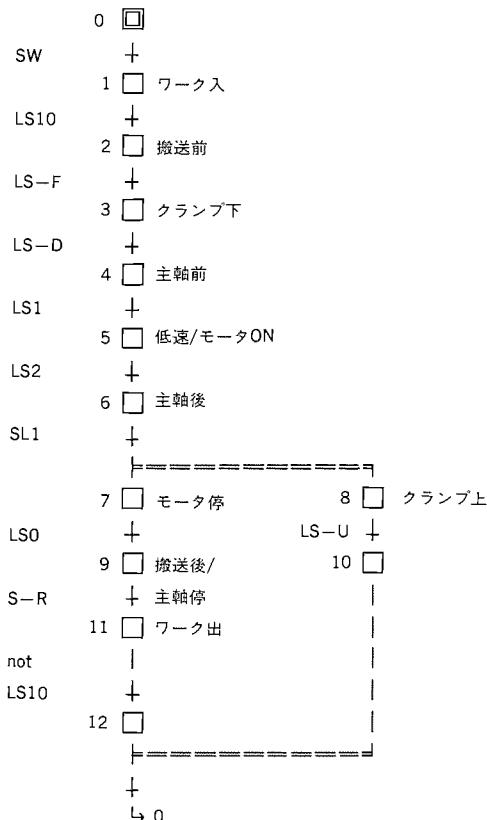


図1. SFCによる表現

形言語(ラグー、ファンクション ブロックダイアグラム)で用いることができるのと同様に、テキスト表現のSFCシンタックスが定義され、テキスト形言語(インストラクション リスト、ストラクチャード テキスト)でもSFC記述ができるように考えられている。SFCで記述された単位は、プログラムあるいはファンクション ブロックとして、ほかの言語で記述されたプログラム中に用いることができる。

このように、IEC規格のプログラミング言語は、SFCの強みである順序制御性と、ラグーなどの言語の強みである並列制御性とを併せて用いることができるよう配慮されている。

2.3 SFCの動作

SFCの動作は、イニシャルステップから始まり、ステップを上から下へ実行してゆく。このとき、ステップは活性及び非活性の二つの論理状態を持つ。

ステップが活性状態の時のみ、ステップに記述されている動作出力を実行する。さらに、ステップが活性の間ステップに続く移行条件を評価する。移行条件が成立するまで、このステップは活性状態にあり、次のステップへは移らない。移行条件が成立すると、次につながるステップを活性状態にする。

このとき、それまで実行していたステップは、非活性状態になる。したがって、SFCで書かれたプログラム全体から見ると、ある瞬間の出力は、活性状態にあるステップの動作出力の集合としてとらえ

ることができる。また、そのとき評価される入力も、活性状態にあるステップに続く移行条件の集合としてとらえられる。

ステップの移行先が選択的な分岐であった場合、移行条件の成立している分岐先を一つだけ選択して移行してゆく。このとき、条件の成立している分岐先が複数個あった場合は、分岐先の左を優先し

表1. SFC要素の表現

名称	表現
ステップ	<input type="checkbox"/> アクション
トランジション	トランジション コンディション (移行条件)
イニシャル ステップ	<input type="checkbox"/> 0--[A] ↓ a
直列移行	<input type="checkbox"/> n--[A] ↓ b <input type="checkbox"/> n+1[B] ↓
選択移行	<input type="checkbox"/> n--[A] ↓ b ↓ c <input type="checkbox"/> n+1--[B] <input type="checkbox"/> n+2--[C] ↓
結合	<input type="checkbox"/> n--[A] <input type="checkbox"/> n+1--[B] ↓ c1 ↓ c2 ↓ <input type="checkbox"/> n+2--[C]
並列移行	<input type="checkbox"/> n--[A] ↓ b ↓ <input type="checkbox"/> n+1--[B] <input type="checkbox"/> n+2--[B] ↓
分岐	<input type="checkbox"/> n--[A] ↓ c1 ↓ c2 ↓ <input type="checkbox"/> n+1--[B] <input type="checkbox"/> n+1--[C] ↓
結合	<input type="checkbox"/> n--[A] <input type="checkbox"/> n+1--[B] ↓ c1 ↓ c2 ↓ <input type="checkbox"/> n+2--[C]

て選択する。ステップの移行先が並列的な分岐であった場合、ステップに続く分岐先すべてに移行してゆく。このときには、活性状態のステップが複数個存在することになる。

並列的な分岐を行った場合は、結合を伴う。結合するときは、結合待ちのすべてのステップが活性状態になるまで、並列結合に続く移行条件は評価されない。これは、それぞれ独立に移行してゆくことによる、活性状態のステップの後追いや追い越しなどの発生を防ぐためである。

3. 《MELSAP II》

3.1 《MELSAP II》の開発のねらい

《MELSAP II》は、現行の《MELSAP》に対してのユーザーからの改善提案に答え、さらにIEC規格案への対応を行ったものである。開発の主なねらいは次のとおりである。

(1) IEC規格への対応

IEC規格案の制定に対応するため、図のシンボルや図の流れ(縦書

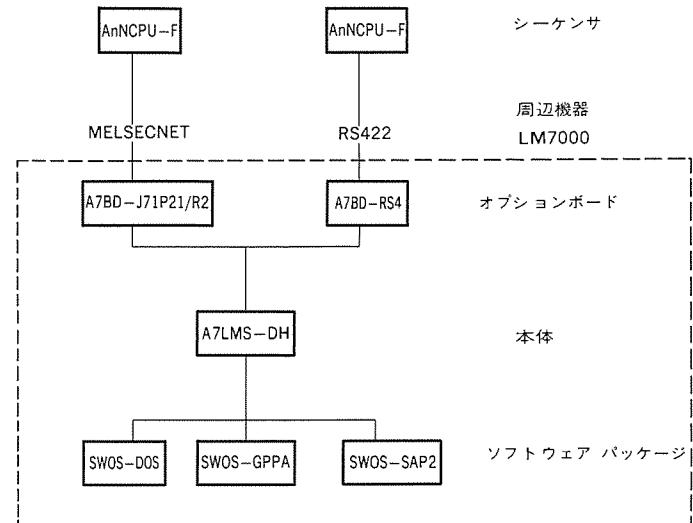


図3. 《MELSAP II》のシステム構成

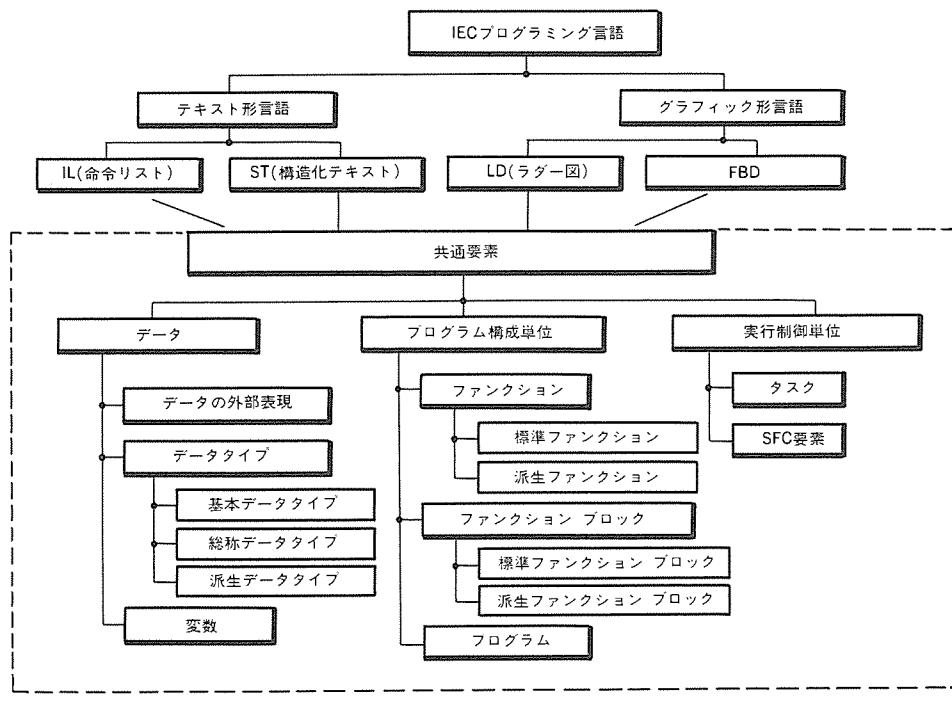


図2. IEC規格の言語体系

表2. 《MELSAP II》の性能仕様

項目		仕様
ブロック数	0~255	max256
ステップ数/ブロック	0~254	max255
S 移行条件/ブロック	0~255	max256
F 同時活性ステップ数	1,024	
C コメント	24文字 (英, 数字, カタカナ, 特殊文字, ひらがな, 漢字) (ひらがな, 漢字は2文字とされる。)	
分歧数	22/ブロック	
動作出力・移行条件	回路	0~255シーケンスステップ
	リスト	0~255シーケンスステップ
メインシーケンス ステップ	1	
サブルーチン プログラム	0~255 (P0~P254)	
割り込みプログラム	0~32 (I0~I31)	

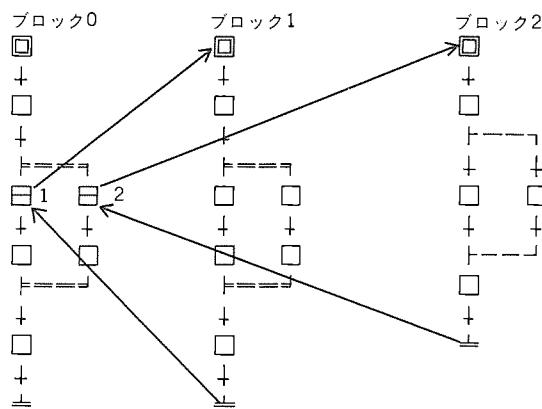


図4. ブロックの階層構造

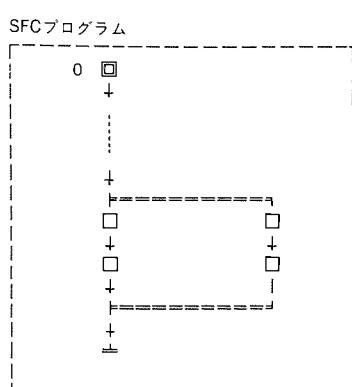
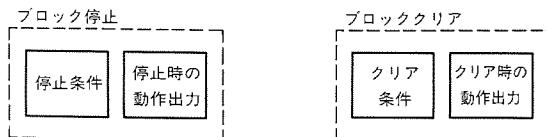


図5. ブロックの表現

き)などの図の形式を規格に準拠させた。

(2) 記述性の向上

《MELSAP》では、動作出力、移行条件をブール式で表現していたため一般的な表記法でなく分かりにくかったが、《MELSAP II》では、これらをラダー回路による表現とし、記述性を向上させた。

(3) プログラム開発効率の向上

《MELSAP》では、プログラムの一部の修正であっても、プログラムすべてをコンパイルする必要があったが、《MELSAP II》では

表3. 《MELSAP II》の表現

名 称	表 現	動 作
イニシャル ステップ	回 0--[A] + a	ブロック起動時に処理はここから始まる。動作出力[A]を実行し、移行条件aの成立をチェックする。aが成立していたら[A]を非実行とし次のステップへ移る。
直列移行	 □ n--[A] + b □ n+1[B]	動作出力[A]を実行時、移行条件bが成立すると動作出力[A]を非実行とし、動作出力[B]を実行する。
分歧	 □ n--[A] + b □ n+1[B] □ n+2--[C] C	動作出力[A]を実行時、移行条件b又は、cの成立している方の動作出力を実行する。 動作出力[A]は非実行となる。 この優先度は、左の列ほど高い。
選択移行	 □ n--[A] + c1 □ n+1[B] □ n+2--[C] c2 □ n+2--[C]	分歧の時の実行したほうの移行条件(C1又はC2)が成立すると動作出力[C]を実行する。
並列移行	 □ n--[A] + b □ n+1[B1] □ n+2--[B2] B1 B2	動作出力[A]を実行時、移行条件Bが成立すると動作出力[B1], [B2]を同時に実行する。
結合	 □ n--[A] □ n+1[B] + c1 c2 n' n+1 c □ n+2--[C]	c1とc2が成立すると動作出力[C]を実行するn', n+1'は待ち合わせステップ。 n', n+1'が活性かどうかは、移行条件cでチェックされる。
*ジャンプ移行	 □ n--[A] + c + b < n m □ m--[B]	動作出力[A]を実行時、移行条件bが成立すると動作出力[A]を非実行とし、動作出力[B]を実行する。
*エンドステップ	 + a	移行条件aが成立するとブロックの動作を終了する。ブロックの再実行は他のブロックからの起動要求によって行われる。
*ブロック起動 ステップ	BLOCK N +	ブロックNを起動する。移行はブロックNの終了まで待たれる。

注 *印は、《MELSAP II》の表現として追加

コンパイルを不要とするとともに、ブロック単位での修正を可能としプログラム開発効率を大幅に向上させた。

(4) メンテナンス性の強化

シーケンサからのプログラムの読み出しによるSFC図への逆変換やデバッグ機能などメンテナンス性を強化した。

3.2 《MELSAP II》のシステム構成

《MELSAP II》は、シーケンサCPU“AnNCPU-F”及び《MELSAP II》をサポートするためのソフトウェアパッケージ“SWOS-SAP2”とから構成される。このソフトウェアパッケージは、周辺機器側でのプログラム開発、モニタ及びデバッグを行うための機能を提供する(図3)。

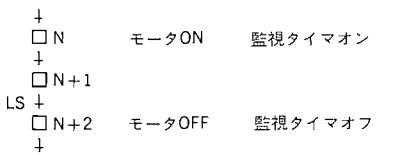
3.3 《MELSAP II》の仕様

《MELSAP II》の性能仕様を表2にまとめた。

3.3.1 《MELSAP II》のプログラム構成

《MELSAP II》では、一つのSFCプログラムをブロックと名付けた。ブロックは、機能単位又は処理単位ごとにプログラムを分割し、構造的にシステムを構築できるようにしたものである。

これらのブロックは、メインにあたるブロック0から階層的に構成され、最大256個記述することができる、並列動作も可能である(図4)。一つのブロックは、SFCで書かれたプログラム以外に、例外処理として、プログラムの一時停止処理であるブロック停止、プログ



モータOFFするかはLSの入力による。LSが故障の時は、監視タイマがタイムアウトしLSの故障が検知できる。

図 6. 渋滞監視タイマ

表 4. ラダー表現とSFC表現の比較

	ラダー表現	SFC表現
表現	●接点とコイルのつながりを表現 (出力に対する条件の表現は分かりやすい。)	●ステップとトランジションのつながりを表現 (動作の順序の表現に優れている。)
動作	●条件の成立でつながっているコイル出力がONする。 ●条件の評価は常に全部の条件について行われる。	●活性状態のステップの出力のみがONする。 ●条件の評価は活性なステップに統くトランジションについてのみ行われる。 (他の条件が成立しても評価されない。)
可読性	●接点とコイルのつながりのみ。 (システムの状態によってなにをしているのかは、プログラム自体から読み取るのはむづかしい。)	●動作の順序を記述している。 (システムの状態によって、なにをしているのかはプログラム自体に記述されている。)
プログラムの記述性	●接点とコイルのつながりだけのため、制御順序を記述しようとする整理が必要。 ●割り込み的処理、順序に関係ない処理の記述にはむいていない。	●制御順序をそのまま書き下せる。 ●構造的なプログラミングが行える。 ●割り込み的な処理、順序に関係ない処理の記述には不向き。
保守性	●うまく整理されたプログラムを作らないと後で読みづらい。	●動作順序記述形式のため分かりやすい。

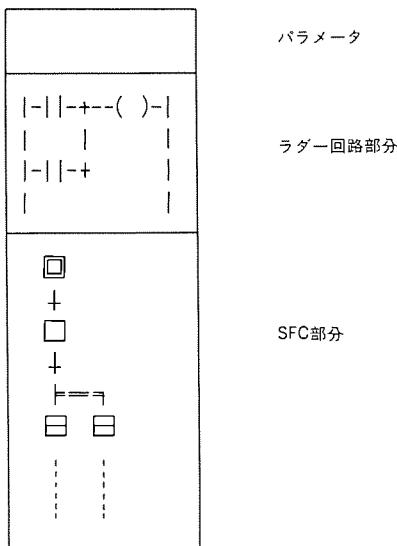


図 7. シーケンサ内のプログラム構成

ラムの中止処理であるブロッククリアが記述でき、異常発生時の割り込み的な制御が行えるようにした(図5)。

3.3.2 《MELSAPII》の表現

《MELSAPII》のSFC表現は、IEC規格で定義されたSFCのグラフィック表現の要素に対して、ループや飛び越しなどの記述のためのジャンプ移行、ブロックの終わりを示すエンドステップ、他のブロックを起動するためのブロック起動ステップを追加した。これらの表現は表3にまとめた。また、表において*印は《MELSAPII》の表現として追加したものである。また、各ステップの動作出力、移行条件の記述は、ラダー言語又は命令リストによって記述するよ

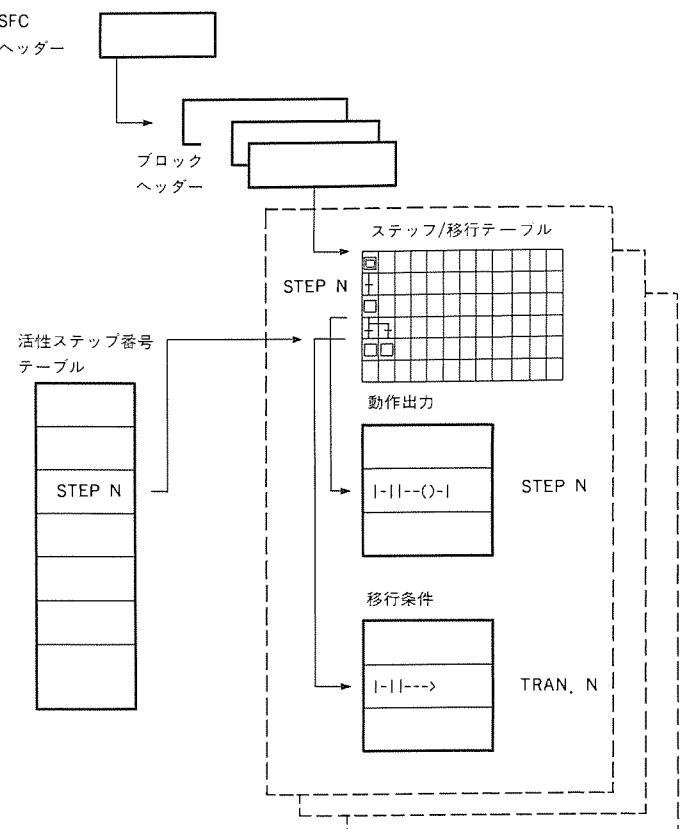


図 8. SFCプログラムのデータ構造

うにした。

3.3.3 故障診断機能

SFCの特徴の一つとして、制御の順序をステップという単位に分割したことにより、現在行われている制御の状態が分かりやすいたことが挙げられる。そのため、ある状態において、機械などの故障により制御が停止した場合にも故障箇所が特定しやすくなっている。プログラムの中で、このような制御の渋滞を監視する場合、一般的には、ステップの活性時間をタイマで監視することによって行う。

渋滞監視タイマは、このタイマチェックを更に使いやすくしたものであり、渋滞を監視したい任意のステップの間におくことができる。例えば、図6のような複数個の連続したステップにタイマのオン、オフをおくことにより、複数個のステップによって制御される部分の監視に使うことができる。

3.3.4 ラダー回路との並列処理

ラダー表現とSFC表現の一般的な比較を表4に示す。表から分かるように、SFCは制御の状態や実行順序を記述する方法としては優れているが、ラダー回路と比べ、割り込み的な処理(緊急停止、他のユニットとの通信、ネットワークからの受信処理など)や、常時チェックすべき処理(センサからの入力、機械からのアラーム信号など)及び順序に無関係な動作が記述しにくい。

《MELSAPII》では、これらの動作はラダー回路で記述し、SFCと並列動作をさせることによって二つの表現の長所を生かした処理ができるようにした(図7)。

3.4 シーケンサCPUの動作

1スキャニにおける動作は、常時実行であるラダー回路部分を実行した後、SFC部分を実行する。SFC部分の動作は、電源投入又はリセット時、ブロック0のステップ0から処理を始める。他のブロックは、ブロック0又はその他のブロックからブロック起動ステッ

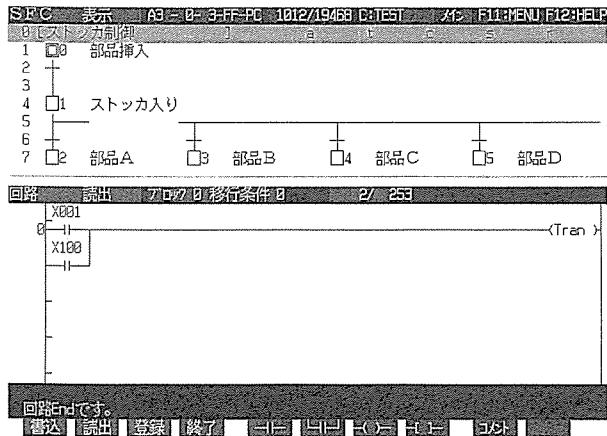


図9. 周辺機器画面例

ブにより、順次起動されていく。

一つのブロックにおけるステップの動作は、ステップ0から順次実行されて、エンドステップにより、ブロックを終了する。ただし、ブロック0だけは、終了せずステップ0に戻る。ブロックにおいて、ブロック停止、ブロッククリアが定義されているときは、ブロック停止又はブロッククリアの条件がONになると、ステップの動作を中断し、停止若しくはクリア時の動作出力を実行する。さらに、条件がOFFになると上記停止若しくはクリア時の動作出力の実行をやめ、ブロック停止のときは、中断していたステップから再開し、ブロッククリアのときは、ブロックの処理を終了する。

このような動作を高速に実行し、かつ各ブロックのデータの部分的な書換えを可能とするため、シーケンサCPU内部で持っているデータ構造を、図8のようにした。

各ブロックのデータは、それぞれSFCヘッダーにつなげられている。ステップ/移行テーブルは、各ブロックのブロックヘッダーにつなげられている。ステップに対する動作出力、移行条件のテーブルは、ステップ/移行テーブルより更につなげられている。ステップの動きは、活性ステップ番号テーブルに書き込まれ、これをステップの移行ごとに更新していくことによって行われる。このステップ番号は、ステップ/移行テーブルの該当番号を示しており、ステップの実行は直接このテーブル上のステップ番号を実行することによって行われる。そのため、ステップの実行処理時に活性ステップ番号を検索する必要がなく、処理が速くなった。また、ブロックのデータをブロック単位で持っているため、部分的なデータの書換えが可能となった。

3.5 周辺機器の機能

《MELSAPII》は、PCにおけるSFCサポートのため周辺機器において、プログラム開発、デバッグ、モニタ機能を提供している。これらは、次のような特徴を持っている。

(1) プログラミングの効率化

《MELSAPII》によるプログラミングは、トップダウンで行えるよう、SFCの図の作成と、ステップの動作出力、移行における移行条件の作成とを一連の流れで行えるようにした。動作出力、移行条件

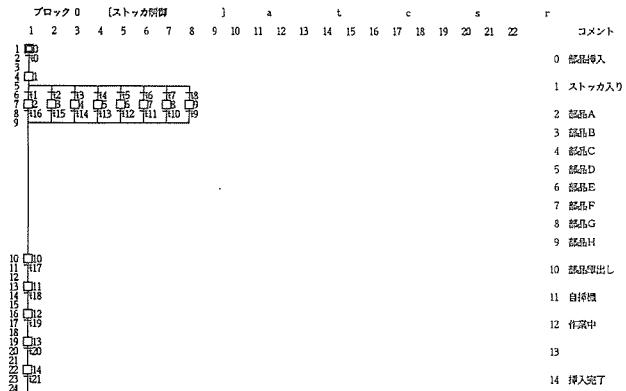


図10. プリントアウト例

件の作成では、SFCの図を見ながら行えるように、コンソール上にウインドウを用いて表示した。また、効率の良いプログラミングを行うことができるよう、ブロック単位でのプログラムの登録・流用を可能とした。画面例を図9に示す。

(2) 可読性の良いプログラム

プログラムを読みやすくするため、SFCの各ステップには、日本語でのコメントをつけることができるようとした。また、SFC図をコメント付きでプリントアウトした際、図の大きさによっては、プリンタ用紙から縦、横共にみ出ることがある。このため、ユーザーはプリンタ用紙を張り合わせて、全体図を見る必要があり、不便であった。《MELSAPII》では、横方向に図がはみ出さないように、ステップのコメントをプリンタ用紙の横にまとめたモードを持たせた。印字例を図10に示す。

(3) 豊富なデバッグ機能

SFCのデバッグを容易にするため、1ステップ実行、ブレークポイントの設定、強制ブレーク、再開、シーケンサCPUの各種デバイスのテスト、活性ステップのサンプリングトレースなどの機能を持たせた。

(4) モニタ機能

SFCの図によるモニタの操作性を向上させるため、活性中のステップを反転表示させ、ステップが移行していくと自動的にスクロールしていくようにした。また、動作出力、移行条件もウインドウを用いて同時にモニタできるようにした。ブロックの活性・非活性は、ブロックの一覧表を表示することでモニタすることを可能とした。

さらに、登録されたブロックが活性すると、自動的に表示される機能も設けた。

4. むすび

SFCは、視覚的・構造的に分かりやすい言語であるため、今後の普及が予想される。また、動作ステップの特定が行いやすいため、故障診断、シミュレーションなどへの適用も行いやすい。

今後は、《MELSAPII》搭載可能シーケンサの機種の拡大、及び故障診断などのメンテナンス機能の充実を図り、さらに使いやすいものとしていく所存である。

多軸位置決め機能付きシーケンサCPU “A73CPU”

滝沢義知* 林毅彦**
鈴木康之*
岡田美佐子*

1. まえがき

最近のシーケンサは、高度化するFAシステム、さらに高い次元のCIM (Computer Integrated Manufacturing: コンピュータによる統合化された生産システム)への対応、また、機械のメカトロ化に対応し、高度な制御システムを構築できる能力が要求されている。したがって、シーケンサの高速化、高機能化、ネットワークの充実はもとより、NC、ロボットなどの様々なコントローラと相性よく接続できること、更にはシーケンサ自身が自由にアクチュエータをコントロールできることが重要となる。

シーケンサの位置決め制御も、最初のころは、1軸又は2軸のサーボモータを、シーケンサからの指令によってコントロールするものだけであったが、上記のような要求からNCとシーケンサをバスによって接続し、情報伝達量の増大と高速交信を可能にしたトランスマスファーライン用数値制御装置《PROMAX》や、シリアルネットワークを介してインバータと接続し、分散制御を容易にした汎用ディジタルインバータ《FREQROL-Zシリーズ》が開発されてきている。しかし、これらの製品もシーケンサとNC又はインバータという個別の製品をバス結合したにとどまっている。

位置決めコントローラを大別すると、簡易NCによるものとシーケンサによるものに分類でき、現在簡易NC対シーケンサによる位置決めが2:1程度の比率となっているが、今後、後者の比率がますます高くなることが予想されている。

このような状況を考え合わせると、多様化するFAシステムに求められる位置決めコントローラは、シーケンサがじかに、しかもフレキシブルに多軸の位置決め制御を実現できることが必要である。そこで、シーケンスコントローラと位置決めコントローラを一体化させ、1台のコントローラでシーケンス制御と8軸までの位置決め制御をフレキシブルに実行できる多軸位置決め機能付きシーケンサCPU “A73CPU”を開発した。

ここでは、“A73CPU”的概要、及び専用言語を述べる。図1に“A73CPU”システムの外観を示す。

2. 特長

“A73CPU”は、以下の特長を備えている。

(1) シーケンサと位置決めコントローラを一体化

汎用シーケンサ(《MELSEC A 3 NCPU》相当)の機能をすべて使用することができ、多軸(8軸)位置決め情報をシーケンスプログラムで直接扱うことができる。

(2) シーケンサとサーボアンプを高速バス結合

シーケンサとサーボアンプ《MELSERVO-SBシリーズ》(以下、“MR-SB形サーボアンプ”と称す。)を高速ディジタルバスによって結合し、高精度な位置決めを実現し、多彩なモニタ、サーボ診断機能を充実した。

(3) 豊富な位置決め機能とフレキシブルな軸制御

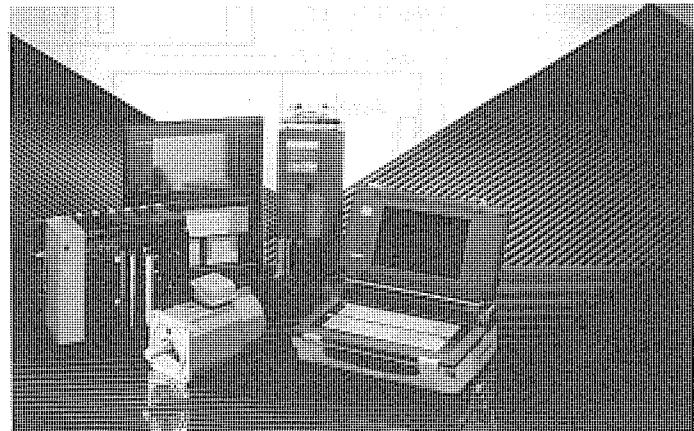


図1. “A73CPU”システムの外観

8軸独立制御、2軸/3軸直線補間、2軸円弧補間、2軸/3軸等速制御など位置決め機能を充実し、しかも始動ごとに補間軸の組合せを自由に選択できるようにした。

(4) 専用言語による位置決めプログラミング

専用言語を採用することにより、容易なプログラミングで複雑な位置決め制御を可能にした。

(5) 絶対値システムが可能

増える絶対値システムへの要求にこたえ、絶対値エンコーダ付きモータを接続することにより、絶対値システムにも対応可能とした。

(6) 汎用サーボアンプとの接続が可能

“MR-SB形サーボアンプ”だけでなく、汎用サーボアンプとも接続可能であり、混合システムの構築も可能である。

3. システム構成

図2にシステム構成を示す。“A73CPU”からの位置指令は、サーボインターフェースユニット“A70SF”から出たSバスを介して“MR-SB形サーボアンプ”に伝送される。モータは、“HA-SAシリーズ”で、0.2kWから7kWまでそれぞれインクリメンタルエンコーダ付きと絶対値エンコーダ付きの両タイプをラインナップしている。“A70SF”は、このSバスを2系統持つおり、1系統に4台のサーボアンプをマルチドロップで接続することができ、計8台分のサーボアンプを簡単な結線で接続できる。

“A 6 MD”は、盤取付タイプの“A73CPU”専用のモニタディスプレイ装置であり、プラズマディスプレイとその上に張られたタッチキー及びJISキーにより、簡単な操作で位置決めモニタ、プログラミング、パラメータ設定、テスト運転が可能である。

モータ形状などに制約がある場合、“A74B”的右側コネクタからベースを増設し、汎用サーボアンプインターフェースユニット“A70AF”を必要軸数分装着することにより、電圧指令形の汎用サーボアンプを使用することができる。

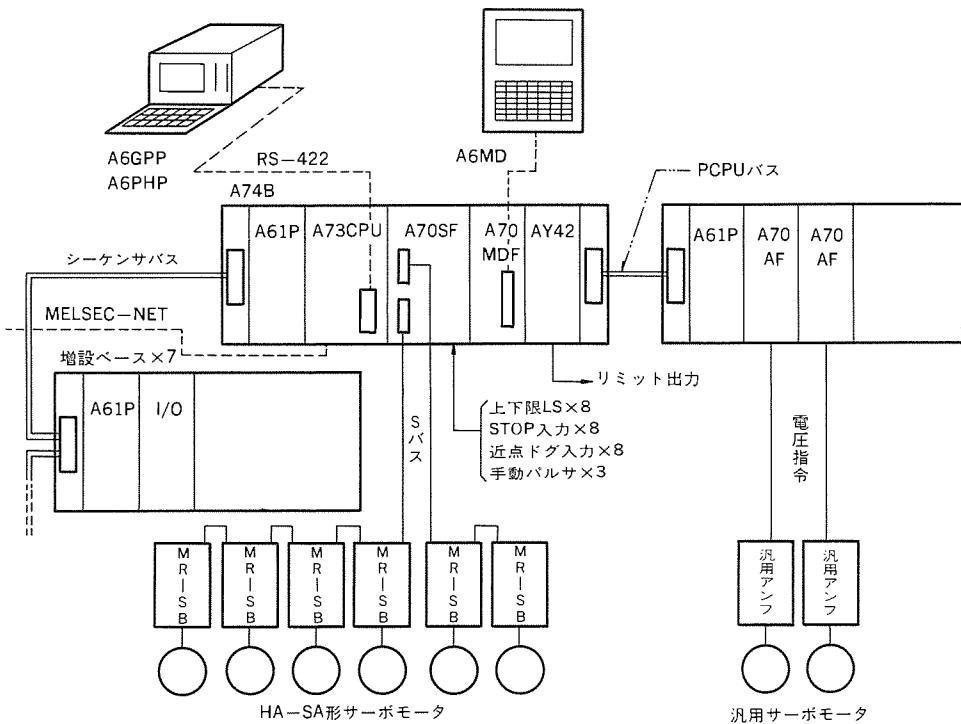


図2. システム構成

表1. 位置決め仕様

項目		位置決め仕様	
制御軸数		8軸 (同時2軸、同時3軸、独立8軸)	
補間機能		直線補間 (2軸・3軸) 圆弧補間 (2軸)	
制御方式		PTP, 速度制御, 速度・位置制御, 定寸送り, 等速制御, 速度切替え	
制御単位		mm・inch・deg・PULSE	
位置決め	方式	PTPアブソリュート方式/インクリメント方式 選択
		速度・位置制御, 定寸送りインクリメント方式
		等速制御アブソリュート方式・インクリメント方式 混合可
	位置指令 (指令単位)	イ シ ク リ メ ン ト -2 ³¹ ~-2 ³¹ -1 (×10 ⁻¹ μm) -2 ³¹ ~-2 ³¹ -1 (×10 ⁻¹ inch) 0~35999999 (×10 ⁻³ deg) -2 ³¹ ~-2 ³¹ -1 (PULSE)	MAX. 429m MAX. 42949 inch MAX. 360 deg MAX. 4294967296 PULSE
決め	速度指令 (指令単位)		0.01~6000000.00(mm/min) 0.001~600000.000(inch/min) 0.001~600000.000(deg/min) 1~1000000 (PLS/s)
	加減速処理		自動台形加減速 加速時間:.....~65,535 (ms) 減速時間:.....~65,535 (ms)
補正	バックラッシュ補正	0~65,535×位置指令単位 (単位をPULSE換算し, 0~255PULSE)	
	電子ギヤ	指令値に対する実際の移動量の誤差補正機能あり	
プログラム	言語	専用言語	
	容量	64Kバイト (E ² ROM) (設定データ+サーボプログラム)	
	位置決め点数	プログラムにより変化するが, 約400ポイント/軸 間接指定により, 無限	
	ツール	A6GPP・A6PHP・A6MD・A7PHP (近日発売)	
原点復帰機能		近点ドグ式/カウント式/データセット式 選択	
JOG運転機能		あり	
手動パルサ運転機能		3台まで接続可能	
M機能		Mコード出力機能あり	
リミットスイッチ出力機能		各軸ON/OFF設定ポイントを10ポイントまで設定可 出力点数1軸につき8点	
絶対位置システム		オプション	

“A74B”の左側コネクタからはシーケンサバスが出ており、ここにベースを最大7段まで増設し、《MELSEC-Aシリーズ》の入出力

周辺機器は、《MELSEC-Aシリーズ》のプログラミング装置“A-6 CPU”、“A-6 PWD”が使用可能である。

4. 機能概要

“A73CPU”の機能は、シーケンサ機能と位置決め機能の二つに分けられる。この二つの機能を一体化することにより、使いやすくコンパクトにまとめたのが“A73CPU”である。図1に位置決め

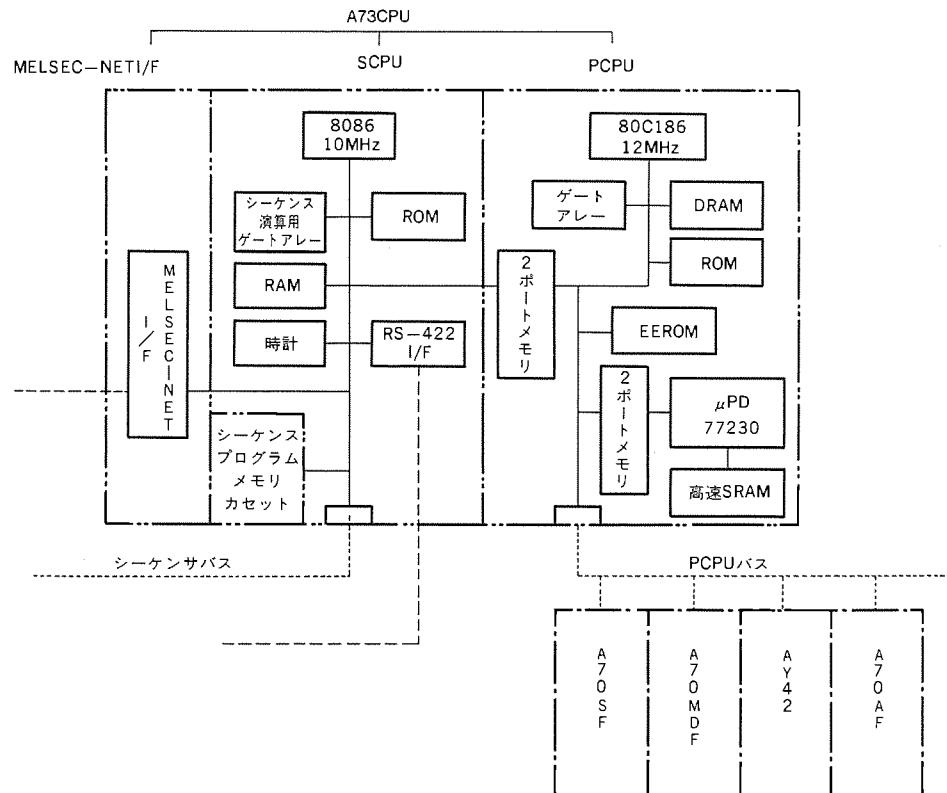


図3. ハードウェアのブロック構成

K 1	
1	ABS-3
ジ ク 1,	230000.0 (μm)
ジ ク 2,	-40,83648 (inch)
ジ ク 4,	134500 (PLS)
ソクド	10000 (PLS/s)

図4. 3軸直線補間位置決めのプログラム例

K 51	
3	CPSTART 2
ジ ク 3	
ジ ク 4	
ソクド	1000
E □	1000
P.トルク	350
* FOR-ON	M2047
1 INC-2	
ジ ク 3.	1000000.0 (μm)
ジ ク 4.	500 (PLS)
2 INC ↗	
ジ ク 3.	2000000.0 (μm)
ジ ク 4.	600 (PLS)
ハンケイ	1000000.0 (μm)
Mコード	1
* NEXT	
3 CPEND	
ドウェル	500 (ms)

図5. 等速制御位置決めのプログラム例

仕様を示す。

5. ハードウェア概要

図3に“A73CPU”のハードウェアブロック構成図を示す。“A73CPU”は、シーケンス制御を行うSCPUと位置決め制御を行うPCPUとから成っている。SCPUは、10MHzの8086を使用し、シーケンスプログラムのハードウェア演算用のゲートアレーを搭載している。SCPUからは、シーケンサバスが出ている。PCPUは、12MHzの80C186とその周辺回路をゲートアレー化することで、高速化とコンパクト化を図っている。位置決めプログラムは、EEROMに格納される。PCPUには、ディジタルシグナルプロセッサμPD77230を位置決め演算用に搭載しており、加減速演算・補間演算・単位変換を3.5

msの間に8軸分処理する。SCPUとPCPUは、2ポートメモリによって密結合され、両CPU間のデータ転送のスループットを上げるとともに、この間のやりとりをOS(オペレーションシステム)でサポートすることにより、ユーザープログラムの負担を軽減している。PCPUからは8ビットのPCPUバスが出ており、このバスに“A70SF”, “A70MDF”, “A70AF”などが接続される。

“A70SF”は、PCPUバスの信号をタイミング調整し、ラインドライバでバッファリングし、Sバスとして外部に出力している。Sバスは、8ビットのパラレルバスでRS485に準拠している。“A73CPU”からの位置指令は、この“A70SF”を通り“MR-SB形サーボアンプ”内の2ポートメモリに書き込まれる。また、サーボアンプの各種モニタ情報もこの2ポートメモリからリードすることで達成される。

表2. サーボ命令一覧

制御区分	サーボ命令	分類	始動	設定項目																その他				
				共通				円弧				パラメータブロック												
				パラメータ	軸	アドレス	指令速度	ドウェル	Mコード	トルク制限値	補助点	半径	中心点	補間制御単位	速度制限値	加速時間	減速時間	急停止時間	トルク制限値	STOP力	時の減速処理	円弧補間範囲	繰り返し条件	プログラムNo.
大分類	小分類	命令記号	処理内容																					
位置決め	直線制御	ABS-1	アブソ1軸位置決め	△	○	○	○	△	△							△	△	△	△	△	△			
		ABS-2	アブソ2軸直線補間	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△				
		ABS-3	アブソ3軸直線補間	△	○	○	○	△	△					△	△	△	△	△	△	△				
		INC-1	インクリ1軸位置決め	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△				
		INC-2	インクリ2軸直線補間	△	○	○	○	△	△					△	△	△	△	△	△	△				
		INC-3	インクリ3軸直線補間	△	○	○	○	△	△					△	△	△	△	△	△	△				
	補助点指定円弧補間	ABS	アブソ補助点指定円弧補間	△	○	○	○	△	△	○				△	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ補助点指定円弧補間	△	○	○	○	△	△	○				△	△	△	△	△	△	△	△			
	半径指定円弧補間	ABS	アブソ半径指定円弧補間 CW 180°未満	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		ABS	アブソ半径指定円弧補間 CW 180°以上	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		ABS	アブソ半径指定円弧補間 CCW 180°未満	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		ABS	アブソ半径指定円弧補間 CCW 180°以上	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ半径指定円弧補間 CW 180°未満	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ半径指定円弧補間 CW 180°以上	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ半径指定円弧補間 CCW 180°未満	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ半径指定円弧補間 CCW 180°以上	△	○	○	○	△	△		○			△	△	△	△	△	△	△	△			
	中心点指定円弧補間	ABS	アブソ中心点指定円弧補間 CW	△	○	○	○	△	△		○			○	△	△	△	△	△	△	△			
		ABS	アブソ中心点指定円弧補間 CCW	△	○	○	○	△	△		○			○	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ中心点指定円弧補間 CW	△	○	○	○	△	△		○			○	△	△	△	△	△	△	△			
		INC	インクリ中心点指定円弧補間 CCW	△	○	○	○	△	△		○			○	△	△	△	△	△	△	△			
定寸送り	FEED-1	1軸定寸送り始動	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△	△	△			
	FEED-2	2軸直線補間定寸送り始動	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△	△	△			
	FEED-3	3軸直線補間定寸送り始動	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△	△	△			
速度制御	VF	速度制御正転始動	△	○	○	○	△							△	△	△	△	△	△	△	△			
	VR	速度制御逆転始動	△	○	○	○	△							△	△	△	△	△	△	△	△			
速度・位置制御	VPF	速度・位置制御正転始動	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△	△	△			
	VPR	速度・位置制御逆転始動	△	○	○	○	△	△						△	△	△	△	△	△	△	△			
	VPSTART	速度・位置制御再始動	○																					
速度切替え制御	VSTART	速度切替え制御開始	△											△	△	△	△	△	△	△	△			
	VEND	速度切替え制御終了																						
	VABS	速度切替えポイントアブソ指定				○	○	△	△															
	VINC	速度切替えポイントインクリ指定				○	○	△	△															
等速制御	CPSTART2	2軸等速制御開始	△	○	○									△	△	△	△	△	△	△	△			
	CPSTART3	3軸等速制御開始	△	○	○									△	△	△	△	△	△	△	△			
	CPEND	等速制御終了					△																	
繰り返し	FOR-TIMES	繰り返し範囲先頭設定																			○			
	FOR-ON	繰り返し範囲先頭設定																						
	FOR-OFF																							
	NEXT	繰り返し範囲最終設定																				○		
同時始動	START	同時始動																				○		
原点復帰	ZERO	原点復帰始動		○																				

“MR-SB形サーボアンプ”は、電流ループ・速度ループ・位置ループをすべて含むスタンダードアロンタイプで、3.5msごとに位置指令を受け取ることでモータの制御を行う。

“A70MDF”は、内部にVRAM、CRTコントローラ、キャラクタジェネレータ、第一水準漢字ROMを持つユニットで、VRAMのアクセスは“A73CPU”が直接行う。

6. ソフトウェア概要

ソフトウェアの動作を、位置決め制御・言語・周辺機能の三つに分けて述べる。

6.1 位置決め制御

“A73CPU”には、三つのマイクロプロセッサ (SCPUの8086、PCPUの80C186、μPD77230) が搭載されており、各々は2ポートメモリを介して結ばれている。また、“MR-SB形サーボアンプ”とは、Sバスを介して2ポートメモリによって結ばれ、“A70AF”を使用する場合もPCPUバスを介して2ポートメモリで結ばれている。ソフトウェア処理上は、“MR-SB形サーボアンプ”でも、“A70AF”でもほとんど同一処理でアクセスできるように考慮している（以下、“MR-SB形サーボアンプ”を対象に説明する。）。

次に、位置決めを行うための各マイクロプロセッサの分担を述べる。SCPUの8086は、シーケンス処理を担当しており、“A3 NCPU”とほぼ同一の処理を行っている。シーケンスプログラム中の位置決め始動命令が実行されると、始動軸番号及びサーボプログラム番号を2ポートメモリに書き込むと同時に、PCPUの80C186に対して割り込みを発生する。この始動情報受け渡しエリアは、8086と80C186間でリングバッファ構成をとっている。

PCPUの80C186は、SCPU、μPD77230、“MR-SB形サーボアンプ”の三つのマイクロプロセッサとデータの授受を行っている。また、80C186、μPD77230及び“MR-SB形サーボアンプ”は、すべて同一のクロックで3.5ms周期の割り込みが発生するように構成されており、このクロックで各CPU間でタイミングをとって処理している。80C186は、SCPUからの始動割り込みで指定されたサーボプログラムを読み解し、位置・速度・加減速時間などの位置決め情報をμPD77230に2ポートメモリ経由で渡す。

μPD77230は、位置決め演算用マイクロプロセッサで渡されたデータに基づき、3.5msごとの移動量を算出して2ポートメモリ経由で80C186へ返す。この移動量を、80C186が“MR-SB形サーボアンプ”に転送することによって位置決めが実行される。

この一連の動作を、8軸分処理する能力を各マイクロプロセッサが備えている。PCPUと“MR-SB形サーボアンプ”間をバス結合することによってソフトウェア処理上は、サーボアンプを特に意識することなくメモリの一部としてアクセスできるようになり、大量データの授受が可能となった。PCPUは、定められた手順に基づき、サーボに必要な情報を2ポートメモリに書き込み、また、リアルタイムにモニタが必要な情報を読み出すことにより、“MR-SB形サーボアンプ”とのインターフェースを実現している。

6.2 言語

従来、シーケンサによって位置決め制御を行う場合、そのプログラムの複雑困難さが問題となっていた。“A73CPU”は、位置決め機能が大幅に向上し、各種位置決め制御（等速制御、8軸独立制御、自由な組合せによる補間制御など）の並行処理が可能であり、機能が更に複雑になっているため、Gコードなどによる従来言語では動作

の表現が分かりづらい面があった。そこで今回、動作を表現しやすい専用言語を開発した。

図4に3軸直線補間の位置決めプログラムの例を、図5に2軸補間による等速制御（CP制御）のプログラム例を示す。この図のように、一つの位置決め動作を一つのブロック内に記述する方式をとっている。また、表2のサーボ命令一覧表に示すとおり、41種類のサーボ命令を備えており、位置決め動作に関連付けた“命令記号”を対応させることにより、だれにでも位置決め動作が一目で分かる言語としている。

一方、シーケンスプログラムでは、この1ブロックの位置決め始動命令 (DSFRP命令) を実行するだけでよい。位置決め始動命令には、始動軸番号と位置決めプログラム番号の二つを指定する。図6に位置決め始動シーケンスプログラム例を示す。位置決め制御を行う各設定項目（アドレス／移動量、指令速度など）はすべて、直接指定（直接、数値データを設定する。）と間接指定（シーケンサのデバイスを設定することにより、実行時指定デバイス値によって制御する。）が可能である。

現在は、上記のように、シーケンスプログラムと位置決めプログラムを別々に記述するという煩わしさがあるが、将来はより容易なプログラミングを可能とするため、図7に示すようにSFC (Sequential Function Chart) の1ブロックとして、位置決めプログラムを記述することができるようソフトウェア構造を配慮している。

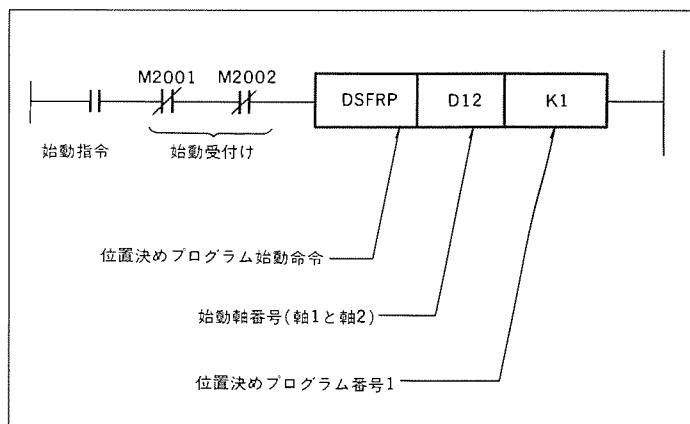


図6. 位置決め始動シーケンスのプログラム例

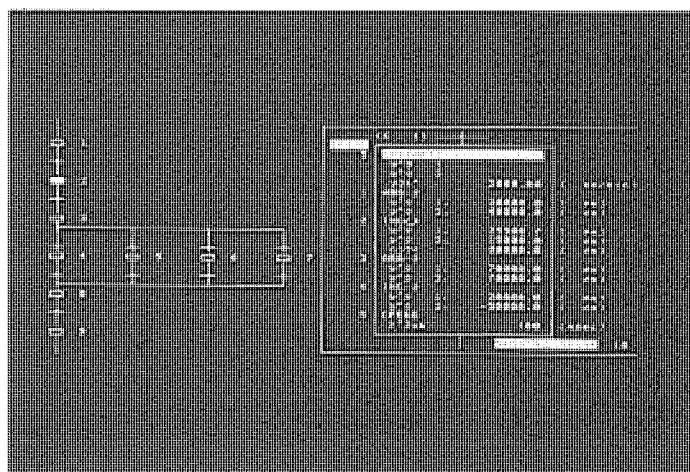


図7. SFCによるプログラミング

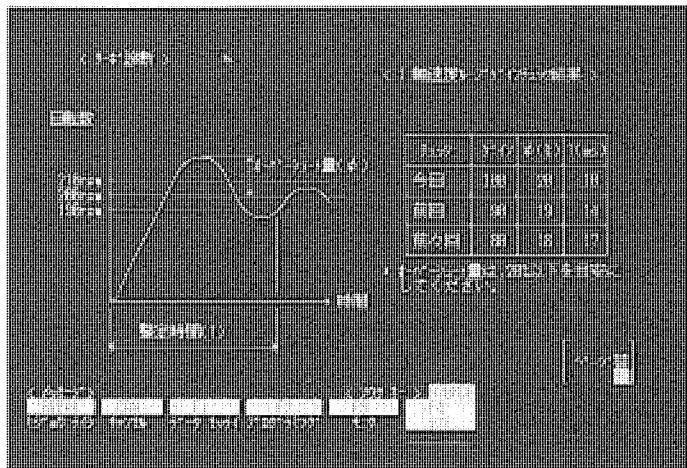


図 8. 速度ループゲインチェック画面

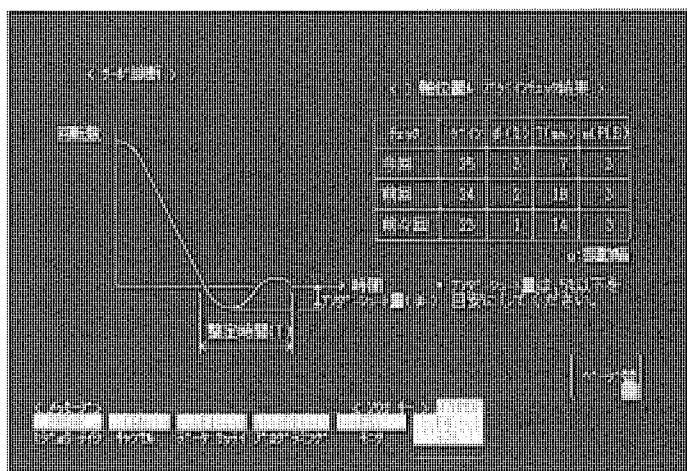


図 9. 位置ループゲインチェック画面

6.3 周辺機能

“A73CPU”専用モニタディスプレイ“A6MD”にタッチキーを採用することにより、マンマシンインターフェースを向上し、対話形式、容易な操作をすべての画面で実現している。プログラミング画面でも、図4、図5に示すプログラムのインプット操作も必要最低限な数値データを入力する以外は、すべて選択形式となっている。

また、周辺機能の一番大きな特長は、シーケンサと“MR-SB形サ

ーボアンプ”をデジタルバス結合することにより、高速大量にデータの授受が可能となったため、サーボ立ち上げ、サーボ診断、サーボモニタなど、充実した診断が可能となったことである。

サーボ立ち上げ機能では、サーボ実装状態モニタ、サーボとの接続チェック（回転方向、サーボアラームチェックなど）、外部配線チェック（非常停止入力、上下限リミットスイッチ入力など）ができる、対話形式によって一連のチェックを行い、サーボ立ち上げ時間の短縮を図ることができる。

サーボ診断機能には、速度ループゲインチェックと位置ループゲインチェックの二つがある。

速度ループゲインチェックは、速度ループゲインの最適性をチェックする機能であり、パラメータで設定した速度ループゲインに対する速度のステップ応答を表示する。このチェック結果（オーバーシュート量、整定時間）をもとに、最適な速度ループゲインの設定が容易に行える。図8に速度ループゲインチェック画面を示す。

位置ループゲインチェックは、位置ループゲインの最適性をチェックする機能であり、パラメータで設定した位置ループゲインに対してアンダーシュート量、整定時間を表示する。この結果をもとに、最適な位置ループゲインの設定が容易に行える。図9に位置ループゲインチェック画面を示す。

サーボモニタ機能では、サーボモータの負荷状況をチェックするトルクトレース機能があり、サーボモータの電流値を高速にサンプリングし、その実効値から負荷のピークトトルク、実効トルクを算出し表示する。また、位置ループ・モータ回転数・モータ電流・回生レベル・サーボアラームをリアルタイムにモニタできる。

7. むすび

以上、多軸位置決め機能付きシーケンサCPU“A73CPU”の、特長及びハードウェア、ソフトウェアの概要を紹介した。“A73CPU”は、シーケンサと位置決めコントローラを一体とし、シーケンス制御と駆動制御の融合を図った製品である。

シーケンス制御の分野と駆動制御の分野を密接に結合したことにより、容易にサーボモータを高性能アクチュエータとして使用することが可能となり、シーケンサの持つネットワークを駆使することにより、今後のFA化、CIM化の加速につながることを期待している。

FAコントローラ・汎用シーケンサ応用 FAコントロールシステム

野村 哲*

1. まえがき

各種製品に対する市場のニーズは、高機能・高性能・高品質・専用化・システム化など、多様なものとなっている。

これを受けた製造業では、生産性と品質の向上及び納期の短縮、更には設備の保全性の向上を図りつつ、多種少量ロット流し若しくは1個流しなど、よりフレキシブルな生産を追求して生産コストの低減を求める努力がなされてきた。

これに対応して、設備の自動化(FMS)や、工場の自動化(FA)を推進し、さらにコンピュータによる統合生産システム(CIM)の構築、あるいは現場情報をリアルタイムに収集・監視するPOP(Point of Production)システムの構築、すなわちこれらを総称したFAシステムの導入が積極的になされるようになった。

ここにおいて、従来は大企業を中心として展開されてきたFAシステムが、最近では中小の企業にまで拡大し、かつその導入範囲は極めて広い分野に及んでいる。

これらの普及要因の一つに、計算機やコントローラ、センサ、駆動制御装置、及びネットワークなど、FAシステムの構成要素の技術の進歩が挙げられる。

すなわち、これら構成要素の機能や性能、コストパフォーマンスが大幅に向上したこと、さらにシステム化・ネットワーク化がより

しやすくなつたことなどである。

なかでも、FAコントローラと汎用シーケンサを組み合わせたFAコントロールシステムは、FAシステムの中核要素として位置付けられ、その応用分野と内容及びレベルは、広範なものになってきている。

本稿では、当社製FAコントローラ《MELSEC-LM7000》と、汎用シーケンサ《MELSEC-A》を応用したFAコントロールシステムの最近の動向と事例を紹介する。

2. FAコントロールシステムの導入

2.1 FAコントロールシステムの概念

FAシステムを機能面で階層化すると、工場の情報処理／管理・情報制御・設備制御に区分できる。図1は、CIMの実現を前提としたFAシステムの機能階層と分担を表したもので、システムの構成要素である計算機、FAコントローラ、シーケンサ、NC、各種ネットワークのそれぞれの位置付けと結び付きを示している。

これに見られるように、上位の管理／計画レベルを計算機が、下位の設備制御レベルをシーケンサやNCが、中間の情報制御レベルをFAコントローラが、それぞれ機能分担する分散階層システムを構成している。

このうち、FAコントローラとシーケンサを組み合わせたシステム

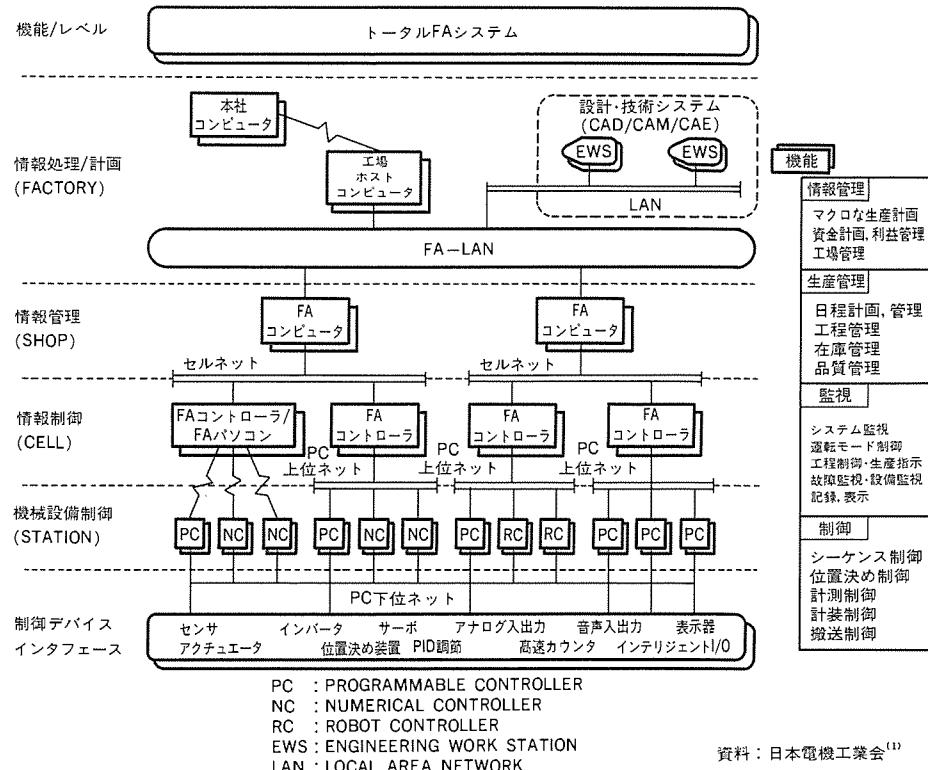


図1. FAシステムの構成

表1. FAコントロールシステムの業種と使用目的分類

業種	機械・精密機械	電機・電子	自動車	食品・化学	鉄鋼	電力	製薬	その他
生産ライン	○	○	○	○	○	○	○	○
生産ライン	○	○	○	○	○	○	○	○
NCマシン	○	○	○	○	○	○	○	○
自動倉庫	○	○	○	○	○	○	○	○
ロボット	○	○	○	○	○	○	○	○
データ	○	○	○	○	○	○	○	○
成形機群	○	○	○	○	○	○	○	○
組立ライン	○	○	○	○	○	○	○	○
塗装ライン	○	○	○	○	○	○	○	○
電力監視	○	○	○	○	○	○	○	○
シーケンス制御	○	○	○	○	○	○	○	○
炉内監査	○	○	○	○	○	○	○	○
製瓶検査	○	○	○	○	○	○	○	○
物流	○	○	○	○	○	○	○	○
コンベヤ制御	○	○	○	○	○	○	○	○
温度・湿度制御	○	○	○	○	○	○	○	○
電気炉プロセス監視	○	○	○	○	○	○	○	○
製剤包装ライン制御	○	○	○	○	○	○	○	○
半導体試験器群管理	○	○	○	○	○	○	○	○
在庫管理	○	○	○	○	○	○	○	○
プリント基板検査	○	○	○	○	○	○	○	○
製造ラインモニタシステム	○	○	○	○	○	○	○	○
機器稼働管理	○	○	○	○	○	○	○	○
製造プロセス管理	○	○	○	○	○	○	○	○
計量システム	○	○	○	○	○	○	○	○
冷凍・乾燥制御	○	○	○	○	○	○	○	○
検査ライン群管理	○	○	○	○	○	○	○	○
ひょう(秤)量管理	○	○	○	○	○	○	○	○
モータ特性検査	○	○	○	○	○	○	○	○
用役管理	○	○	○	○	○	○	○	○

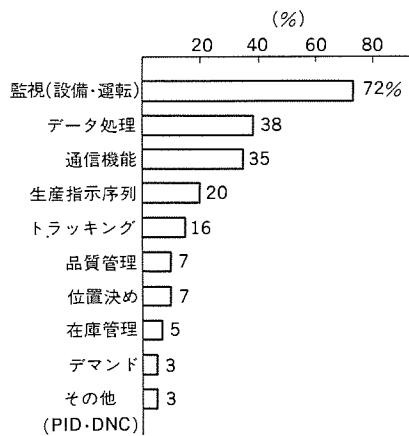


図2. システム機能(仕様)別分類

表2. FAコントロールシステムの事例

No.	システム名称	システムの実施ポイント
1	加工ラインの設備・稼働監視システム	FAコントローラ「LM7000」と光リンクネットワーク《MELSECNET》による設備のモニタシステム
2	組立ラインのPOPシステム	フィールドネットワーク《MELSECNET/MINI》とPOP端末を活用した生産指示・実績収集システム
3	プリント基板IC形名検査システム	位置決めコントローラ「AD71」とビジョンセンサによる検査システム
4	電気機器の出荷検査システム	インテリジェント コミュニケーション ユニット「AD51」による計測制御システム
5	工場の用役設備監視システム	アナログ、パルス信号入力ユニットによる現場・情報の収集とモニタ

ムを、FAコントロールシステムとして位置付け、工場の現場レベルで設備・機械・操業の監視や制御の機能を分担している。

このFAコントロールシステムの代表例を、業種と使用目的別にまとめたのが表1で、FAコントロールシステムが各種の製造システムの中で広く応用されていることが分かる。

2.2 FAコントロールシステムの最近の動向

最近のFAコントロールシステムでは、設備制御だけでなく、工場

や製造ラインの生産・稼働・品質状態の監視や制御、あるいはこれら状態のデータを収集し、編集するなどの情報制御の機能が不可欠なものとなっている。図2は、当社名古屋製作所で最近対応したFAコントロールシステムを機能分類し、その実施割合を示したもので、従来と比べると次のような特徴がある。

- ほとんどのシステムに、設備や生産の監視、データ処理、通信などの情報制御機能が、要求されてきている。
- 設備の稼働時間や使用回数、製品品質状況を見て、保守の指示を出したり、未然の警報を発する予防保全機能の要求が増えている。
- 製品の検査データを収集・保管して、 \bar{x} -R管理図やヒストグラムなどの統計的品質管理 (SQC) の実施例が、始めている。

このように、情報制御に対する要求仕様が、より高度なものになってきている。したがって、システムのリアルタイム性を確保する観点から、FAコントローラの制御負荷の軽減を図ることが必要となってきた。このため、データ処理命令が高速で、かつ大容量なデータメモリを持つシーケンサに、ある程度のデータの収集と編集及び管理機能を分担させることが、積極的に行われるようになつた。

また、ネットワークに関しては、標準化 (OSI化) されたLANとして、MAP (Manufacturing Automation Protocol) の要求も出てきている。そして、省配線化による工事費低減と工期短縮をねらって、ネットワークの活用も活発に行われている。

なお、化学・食品分野は、従来プロセス オートメーション(PA)と称して計装プロセス コントロールシステムを構築してきたが、シーケンサの機能と性能の向上及びアナログ制御の充実などによって、この分野にもFAコントロールシステムを、導入することが増えつつある。

3. FAコントロールシステムの応用事例

当社製のFAコントローラ《MELSEC-LM7000》と、汎用シーケンサ《MELSEC-A》を応用したFAコントロールシステムの代表的な事例を表2に示す順に紹介する。

3.1 加工ラインの設備稼働監視システム

NC工作機・専用加工機・搬送ロボットなどからなる自動加工ラインでは、設備や機械・制御装置・検出器が、異常や動作不良を生じたときのラインのダウンタイムの短縮と、これら不具合を未然に防止するための予防保全が、極めて重要なものになっている。

ここで紹介するシステムは、設備の動作と作業内容及び故障のモニタを行い、設備の稼働状況のビジュアル化を図ったものである。併せて、設備の稼働時間や回数などのデータを収集蓄積し、ツールの交換時間やグリースの補給・交換期間など、保守予測を含めた予防保全をねらっている。図3にシステム構成を示す。

このシステムは、設備制御用のシーケンサ“A3 NCPU”とステーション用のモニタ装置“LM7000”，及び統括制御用FAコントローラ“LM7000”からなり、これらは光リンクネットワーク《MELSECNET》で接続されている。

シーケンサは、設備の制御を行うほか、稼働や故障の状態と内容をネットワークに出力する。FAコントローラは、これらをネットワークから収集・編集し、図4に示すような設備全体のモニタリングと、稼働率や故障履歴の日報・月報出力を実行している。

ステーション用のモニタ装置は、ステーション対応の設備の状態をネットワークから入力して、稼働状況をグラフィック表示したり、

故障時に故障内容とその位置及び推定される故障要因を画面表示している。

これらによって、設備の稼働状況をビジュアルにし、かつ保守担当者に対する支援を行い、ダウントIMEの大幅な低減を図っている。なお、FAコントローラとステーション用モニタ装置におけるグラフィック画面の作画は、《MELSEC-LM7000》のモニタ機能ソフトウェアパッケージを使用しているので、設備の拡張や変更に対し、容易にシステムアップが可能である。

3.2 組立ラインのPOPシステム

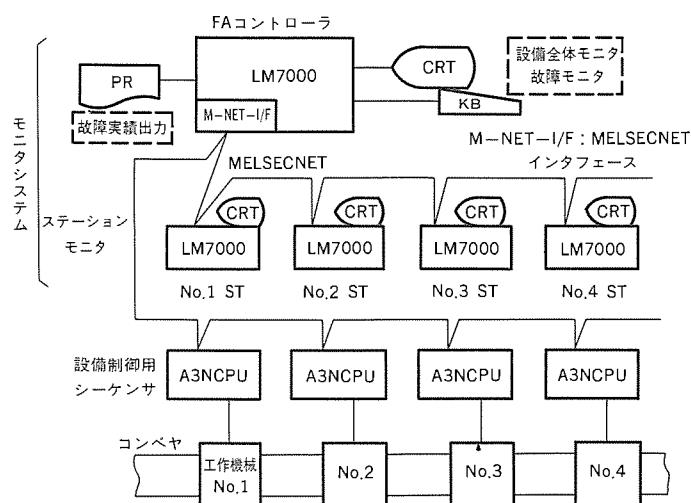


図3. 加工ラインの設備稼働監視システム構成

製品の組立作業は、取り扱う物の形態や形状によって、ロボットや専用組立機を導入しにくい場合がある。また、組立作業でなくとも、ハンドリングを含めて自動化や無人化が困難な部分がある。

このような作業では、まず作業者に対して、製品ごとの作業指示伝票と作業手順書が渡される。作業者は作業が完了したら、伝票に作業の完了事項を記入し、これを製品に添付して後工程へ流す。その後で伝票を回収し、生産実績を管理するのが従来のやり方であった。

ここで紹介するシステムは、作業ステーションごとにPOP端末を設けて、作業のペーパーレス化をねらったものである。すなわち、POP端末に作業の指示事項や手順を表示し、作業完了のキー操作を可能とすることによって、作業の指示漏れや手順・内容の間違いを大幅に低減し、かつラインの工程進捗管理、生産実績管理をり

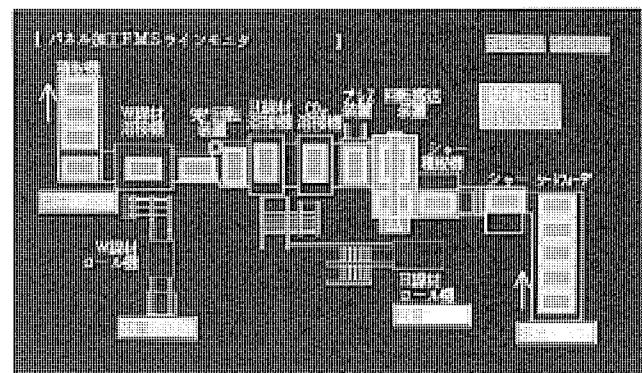


図4. 設備稼働監視システムモニタ画面の例

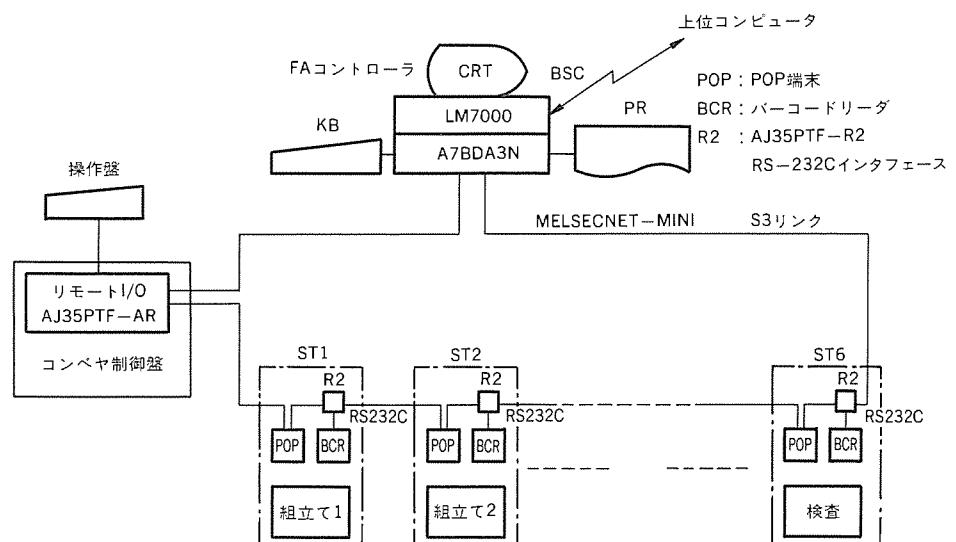
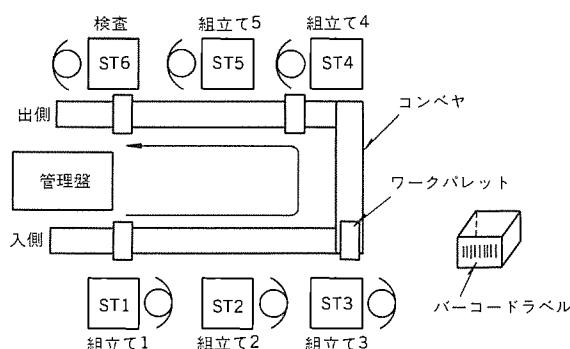


図5. 組立ラインのPOPシステム構成

アルタイムに行うことができる。図5にシステム構成を示す。

このシステムでは、ラインの組立て・検査ステーションに、ワークの形名入力用のバーコードリーダと、図6に示すPOP端末が設置されている。また、ラインの全体監視と管理用には、FAコントローラ“LM7000”を設けている。FAコントローラは、シーケンサのCPU“A7 BDA 3 N”を内蔵しており、これと各ステーションのPOP端末

“AJ35T-OPB-P1”，バーコードリーダ用のRS232Cインターフェースユニット“AJ35PTF-R2”，及びコンベヤ制御盤のリモートI/O“AJ35PTF-AR”との間は、現場向きに少量のデータ授受を得意とするローエンドネットワーク《MELSECNET/MINI》で接続している。

コンベヤ上のワーク（又はパレット）がステーションに到着したら、FAコントローラは、ワークの形名データをバーコードリーダで読み取って、この形名データをもとに、POP端末にロット番号や製品の形名などを表示する。併せて、該当製品の組立作業内容も表示する。作業者は、その表示内容に従がった作業を行い、組付完了ごとにシートキースイッチを操作する。続いて、次の作業内容が表示される。最後に作業完了操作を行い後工程に流す。図6は、POP端末の使用例で、(a)は組立用、(b)は検査用を示す。

以上のように、FAコントローラは、作業完了信号をリアルタイムに取り込むので、ラインのワークの工程進捗と生産実績管理を確実に行うことができる。

3.3 プリント基板のIC形名検査システム

電子機器の製造ラインでのプリント基板の検査は、基板のパターンチェックや、装着部品の形名・定数・極性チェックなどを行う。

この検査は、インサーキットテスター(ICT)を用いて、IC単体の動作や、抵抗、コンデンサ、ダイオードなどの定数をチェックしているが、部品の形名チェックは目視によっていた。

ここで紹介するシステムは、ICの形名の読み取りと良否判定にはビジョンセンサを、被検査基板のハンドリングと位置決めにはシーケンサとサーボを、それぞれ導入して検査作業の自動化を図り、検査スルーレートの低減をねらったものである。図7にシステム構成を示す。この検査システムは、ビジョンセンサ“IS-200”と、シーケンサ“A2 NCPU”と、検査のためのマスタデータの登録及び検査結果を収集保管するFAコントローラ“LM7000”とで構成される。

シーケンサは装置全体を制御するが、そのうちビジョンセンサのカメラの焦点合わせ動作と、プリント基板の位置決め用X-Yテーブ

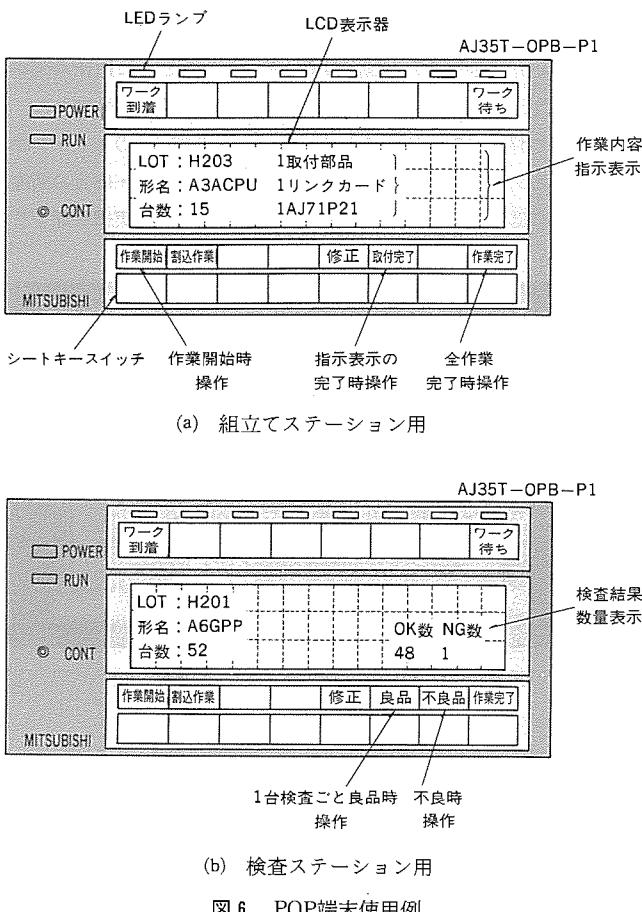


図6. POP端末使用例

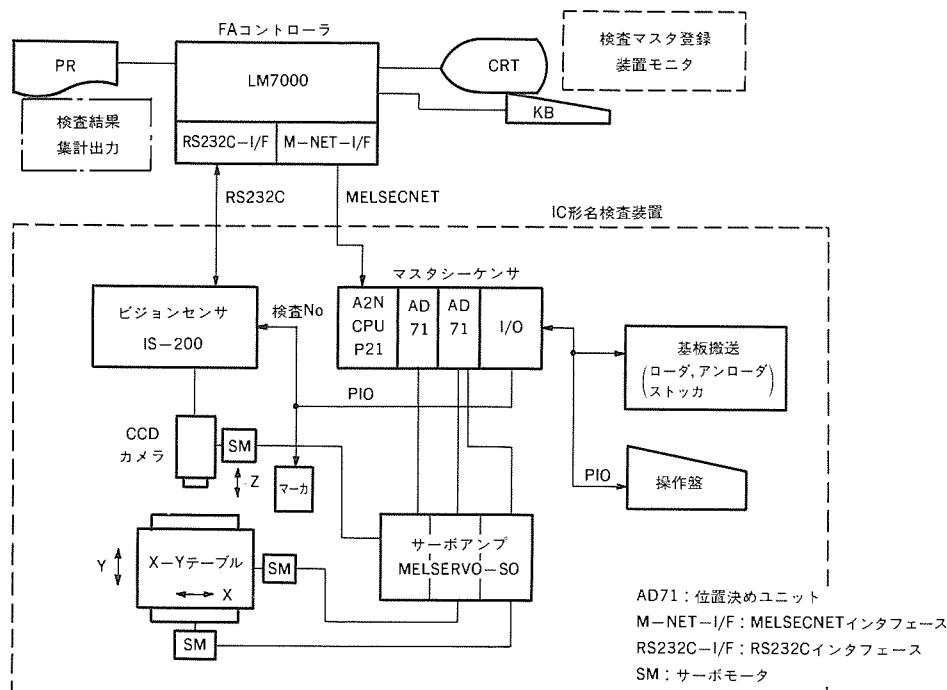


図7. プリント基板IC形名検査のシステム構成

ル動作には、サーボを採用しており、サーボアンプ《MELSERVO》と、シーケンサの位置決めユニット“AD71”によって、高速で精度の高い位置決めを行う。

検査のためのマスタデータは、プリント基板の形名に対応し、IC1個ごとの検査番号と位置データ、及びIC形名の検査パターンから構成される。これを図8に示す。

これらは、FAコントローラに登録され、シーケンサには位置データが、ビジョンセンサには検査パターンが、ダウンロードされる。

検査基板が到着すると、シーケンサは検査番号に対応した位置決めを行い、ビジョンセンサに検査の起動をかける。次に、良否判定結果をビジョンセンサから受け、不良ICがあれば該当ICにマーキングをして、該当基板を不良排出する。FAコントローラは、検査結果をシーケンサから受け、ロット単位での集計を行いプリントアウトする。

なお、ICは同一形名であってもメーカーの違いや、同一メーカーであっても表示方法に違いがあるので、検査パターンは数種類用意されている。

3.4 電子機器の出荷検査システム

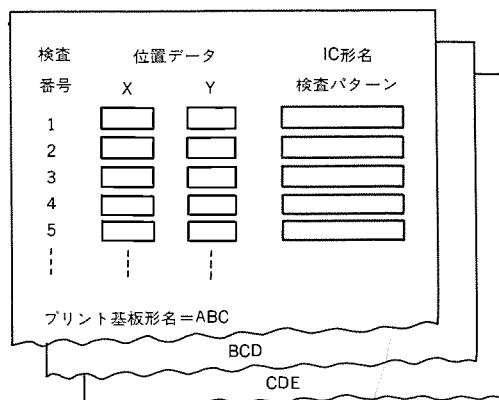


図8. プリント基板検査マスターの構成

電子機器の製造ラインにおける組立完了後の出荷検査は、製品の外観・機能・特性検査などを行うが、QCの歯止めとなる重要なものである。ここに紹介するシステムは、当社の汎用シーケンサ《MELSEC-A》の電源ユニットの出荷検査システムで、製品1台ごとに、電圧・電流・動作のレベルやタイミングなどの電気特性を計測して、良品／不良品判定を自動化したものである。従来この種の計測制御は、GPIBインターフェースを備えた計測コントローラで実施していたが、これを汎用シーケンサで実現した。図9にシステム構成を示す。

電源ユニットの検査には、電源電圧や負荷電流等の試験条件を設定する電圧可変電源や電子負荷装置と、その結果としての電圧・電流・リップル、あるいは動作タイミングを測定する計測器が必要であり、これらはGPIBインターフェースを通してコントローラで制御される。このような計測制御用のコントローラには、BASIC言語でプログラムが組めるコミュニケーションユニット“AD51”を使用し、検査シーケンスの実行、試験条件の設定、検査データの収集と良否判定を実行している。表3に検査の内容を示す。また、検査データと不良内容をプリンタに出力するほか、上位の品質管理システ

表3. 電源ユニットテスト検査内容

対象ユニット	MELSECシリーズ全機種 K, A, AOJ, LM
検査項目	(a) 耐電圧／絶縁抵抗試験 (b) 電源電圧／負荷変動試験 (c) 電源、故障LEDの点灯チェック (d) 電源漸増減時の動作レベル、タイミングチェック (e) 外部との接続信号チェック (f) 電源断時の出力電圧変化チェック

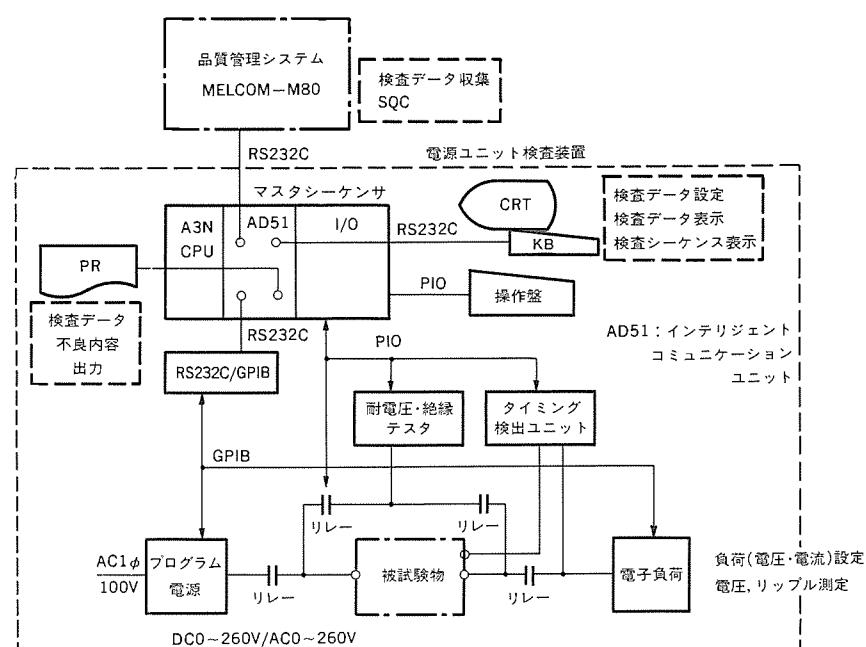


図9. 電源ユニットの出荷検査システム構成

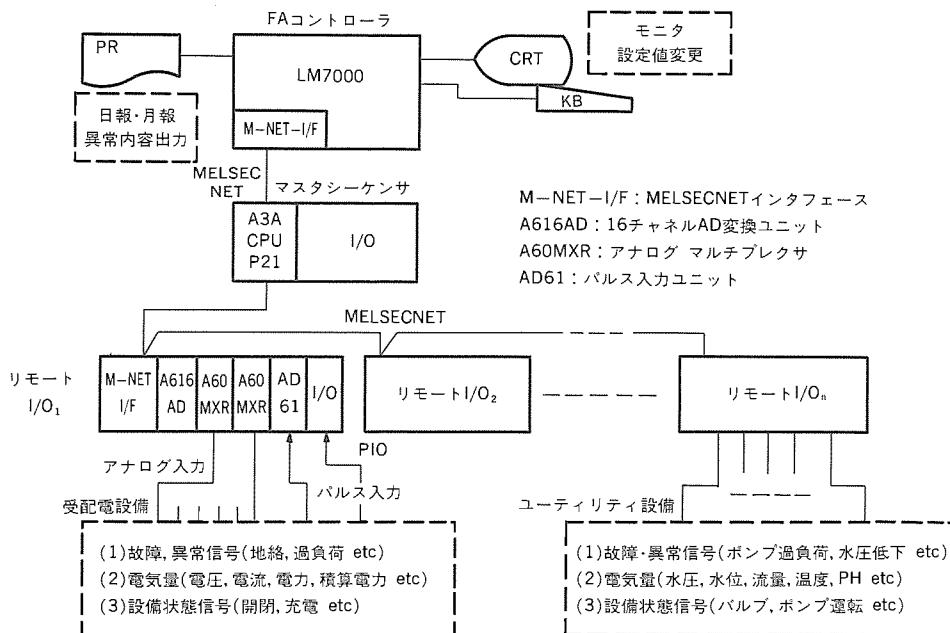


図10. 工場の用役設備監視システム構成

表4. モニタとプリントアウト項目

分類	項目	表示、出力の仕方
モニタ (CRT)	故障・異常	故障、異常の内容と発生場所を表示する。
	電気量	電流、電力、水圧、流量などの瞬時値及び変化をトレンドで出力表示する。
	設備状態	設備レイアウトを表示し、位置や動作状態を表示する。
プリントアウト (PR)	日報、月報	電流、電力、最大電力、デマンド、力率、ガス圧及び上水流量等を帳票出力する。
	異常内容出力	設備で発生した故障、異常内容を時間と付けて出力する。

ムにRS232Cインターフェースを通して送信する。これにより、ラインの品質モニタと統計的品質管理(SQC)を可能にしている。

なお、電源ユニットは、形名ごとに試験条件や検査の判定値が異なるので、これらの設定はプログラムを変更することなく、コントローラの端末から検査データを入力するだけで済むようにし、システムに汎用性を持たせている。

3.5 工場の用役設備監視システム

工場設備には、製品を製造するための加工・組立て・搬送などの設備と、これらを支援する用役設備がある。

用役設備には、受配電設備と上下水道・ガス・エア・ボイラなどのユーティリティ設備があり、これらの運用と監視及び合理化は、工場運営における重要な役割と課題である。

ここで紹介するシステムは、用役設備の状態監視と、データの収集・編集を行うものである。受配電システムでは、電路の開閉・遮断・異常状態や、電圧、電流、電力及びデマンド量を、ユーティリティ設備では、ポンプやバルブの運転・停止・異常状態や、上水やガスの流量・圧力などを、監視制御の対象としている。図10にシステム構成を示す。

監視システムの導入に当たり、用役設備が工場内に分散し、かつ設備間の距離が長いので、省配線を考慮しておく必要がある。このシステムでは、中央監視室にFAコントローラ“LM7000”とマスターシーケンサ“A3ACPU”を設け、分散した電気室や機械室にはリモ

ートI/Oを配置し、この間の信号やデータの授受は光リンクネットワーク《MELSECNET》によって行っている。

リモートI/Oでは、運転や異常などの状態信号をデジタル入力ユニットで、電圧・電流・流量などの電気量をアナログ入力ユニット“A616AD”，又はパルス入力ユニット“AD61”で受ける。アナログ信号の点数は、数十～数百点になるので、マルチブレーカ“A60MXR”を用いて多点入力を可能としている。これらの信号のそれぞれは、一定時間ごとに入力するが、その点数が多いので、マスターシーケンサには、高速にデータの収集と編集ができるシーケンサ“A3ACPU”を使用している。

FAコントローラは、マスターシーケンサで編集したデータを、一定時間ごとに取り込み保管する。そして、CRTに状態信号をモニタリングしたり、収集データのトレンドグラフ出力を行う。また、プリントに対する電力・水道・ガスの使用量の日報・月報と、異常時の内容を出力する。表4にモニタとプリントアウトの内容を示す。

モニタ内容(CRT画面)の切替え、デマンド監視データの設定変更、及び日月報の起動は、FAコントローラで行う。なお、収集データは約1か月分、異常データは約1,000件とし、これらはフロッピーディスクにセーブすることが可能である。

4. むすび

FAコントローラ《MELSEC-LM7000》と汎用シーケンサ《MELSEC-A》を、応用したシステム事例のうち、代表的なものをここに紹介した。実際の現場におけるシステムのニーズは、様々な形で現れるが、ここに紹介したシステム事例の幾つかの組合せと応用で解決できる場合が多い。本稿が、FAコントロールシステムの導入に携わる方々の参考になれば幸いである。

参考文献

- (1) 日本電機工業会：飛躍するプログラマブルコントローラ（1989-11）

汎用電子計算機“EXシリーズ”におけるTCP/IPネットワーク“TCP/IP-EX”

太田 潔* 坂上 勉* 関口 裕* 森 啓** 笠嶋俊次郎***

1. まえがき

コンピュータの普及と通信の自由化があいまって、日本でもコンピュータネットワークの時代をようやく迎えようとしている。一方、長い間主流を占めていたホスト一端末というコンピュータの利用環境が、パソコンやワークステーション、ミニコンの処理能力の向上によって大きく変化しつつある。しかし、いかにパソコンやワークステーションが高い処理能力をもつようになつたとしても、ホストコンピュータにはホストコンピュータの、そしてワークステーションにはワークステーションの役割とその役割に適したアプリケーションがある。それぞれの機種に合った役割とアプリケーションを効率的に活用するため、マルチベンダネットワークが進んできた。

当社汎用電子計算機《MELCOM EXシリーズ》(以下、“EXシリーズ”と記す。)におけるマルチベンダネットワークへの対応は、OSI (Open Systems Interconnection: 開放型システム間相互接続)、全銀協手順、SNA (Systems Network Architecture) などが提供されているが、よりフレキシビリティを増すためイーサネット TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) の開発を行つた。この論文では、EXシリーズで開発したTCP/IPネットワークシステム“TCP/IP-EX”の基本技術を紹介する。

2. 開発のねらい

企業においてコンピュータは、高度な情報処理を行うために必要な“道具”となっており、様々な部門でそれぞれの目的に応じた各社コンピュータが多数導入されている。そして今、これら複数台のコンピュータにネットワークによって蓄積された情報や各種資源を共用していくこうとする動きが活発化している。しかし、そうした環

境を実現するためには、マルチベンダネットワークが必要となる。マルチベンダネットワークを実現する標準プロトコルの一つとして、特にUNIXの世界でクローズアップされているのがイーサネット“TCP/IP”である。ミニコンやワークステーションなどのOSとして採用されているUNIXは、エンジニアリング系ばかりでなくビジネス系にも進出し始めた。このUNIXのネットワーク機能であるTCP/IPを“EXシリーズ”に搭載することで、マルチベンダネットワークへの対応性を高めることをねらいとした。

TCP/IPネットワークにより、ホストコンピュータと従来異質とされてきたワークステーションの世界が融合するようになった。ホストコンピュータで大規模なバッチ処理やデータベースの管理を行い、マンマシンインターフェースの優れたワークステーションで対話型の処理を行うなどの機能分散を図った水平/垂直分散ネットワークシステムを構築することもできる。図1にホストコンピュータから見たネットワーク形態の変化を示す。

3. TCP/IPとは

TCP/IPは、米国国防総省 (DoD: Department of Defense) の先端技術研究計画局 (DARPA) が定めた通信プロトコルの総称であり、OSI (Open Systems Interconnection: 開放型システム間相互接続) 基本参照モデルに対比すると、3層、4層に対応する。しかし、広義にはTCP/IPの上位層として存在するFTP(File Transfer Protocol)、TELNETなどのネットワークアプリケーションを含んでTCP/IPと呼んでいる。このTCP/IPは、ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) で使用するため開発され、各大学や研究所にある異なるメーカー オペレーティングシステムのコンピュータシステムを单一ネットワークとして統合して行くことを目的としたインターネットプロトコルである。

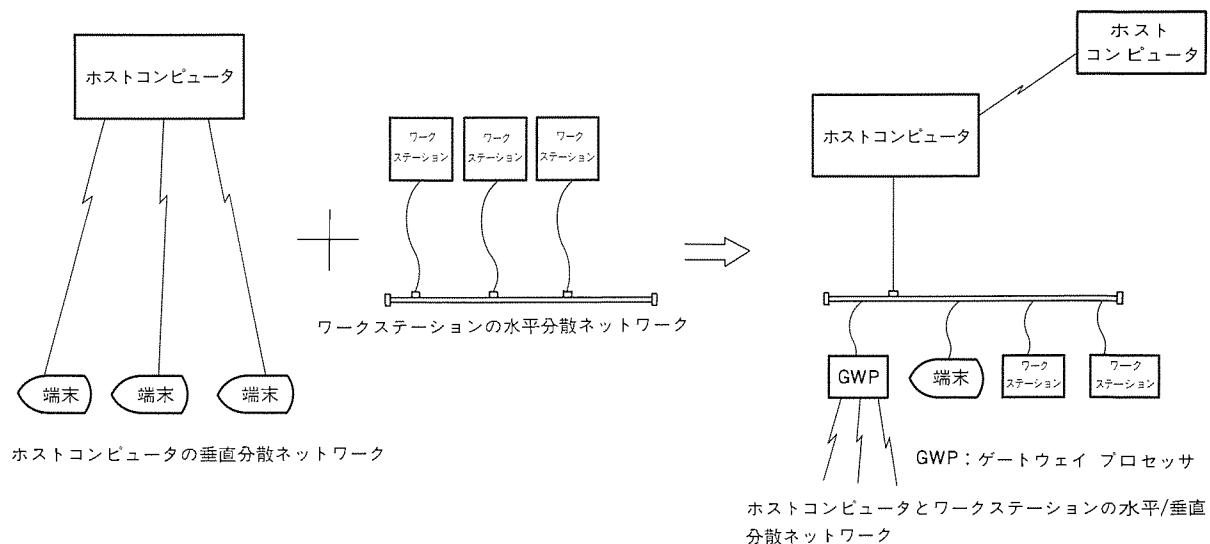


図1. ホストコンピュータネットワークの変化

OSIプロトコルから10年先行して標準を確立したTCP/IPの階層構造とOSI基本参照モデルの関係を図2に示す。TCP/IPを使用するユーザーは、通信を行おうとする相手コンピュータを仮想的なアドレス(IPアドレス)で識別する。TCP/IPは、IPアドレスで通信する相手コンピュータを選択した後TCPによって複数個の論理回線に多重化している。この複数回線は、ポートと呼ばれる。図3にポートの概念を示す。

- TCP：トランスポート層のコネクション型プロトコル。アプリケーションに対して、信頼性を保証した通信を提供している。
- IP：ネットワーク層のコネクションレス型プロトコル。ネットワークの接続や経路制御を行いデータグラム通

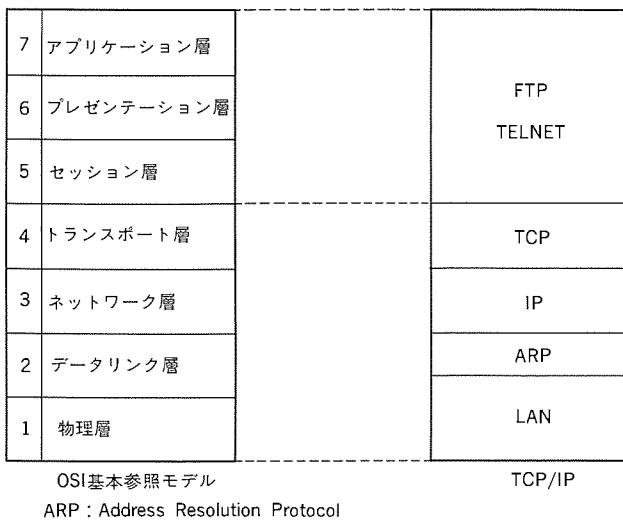


図2. OSI基本参照モデルとTCP/IP階層構造

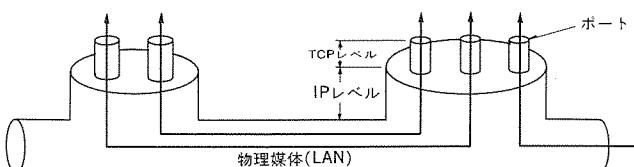


図3. ポートの概念

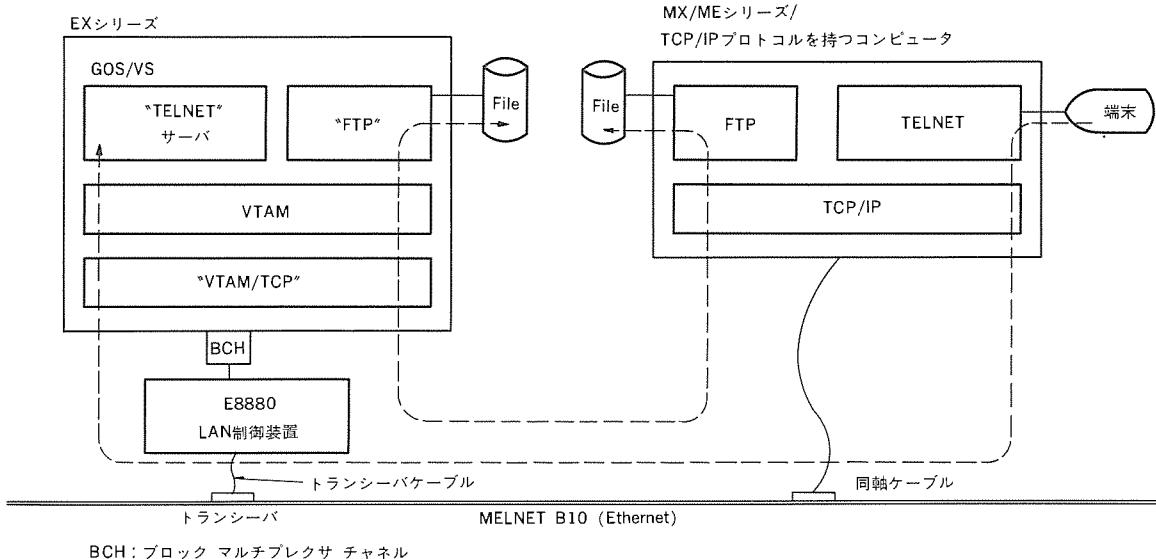


図4. ‘TCP/IP-EX’ の構成

信を行う。TCPはこのプロトコルを用いて実現されている。

- FTP: アプリケーション層でのファイル転送プロトコル。
- TELNET: リモートログインのためのプロトコル。

4. “TCP/IP-EX” システムの概要と特長

4.1 概 要

“TCP/IP-EX” は、EXシリーズがLAN (《MELNET B10》又はEthernet) 上でTCP/IPプロトコルを実現するためのネットワークソフトウェアの総称である。この“TCP/IP-EX”を使用することにより、EXシリーズは同一LAN上にあるTCP/IPプロトコルをサポートしているコンピュータと異機種間通信ができる。次に、“TCP/IP-EX” システムの製品体系とシステムの構成を図4に示す。

“TCP/IP-EX” : EXシリーズTCP/IPネットワークシステム

“VTAM/TCP” : TCP/IPプロトコルサポート機能プロダクト

“TELNET” : 仮想端末機能プロダクト

“FTP” : ファイル転送機能プロダクト

4.2 特 長

“TCP/IP-EX” の特長は次のとおりである。

- (1) マルチベンダ ネットワークを実現できる。

“TCP/IP-EX”により、ホストコンピュータであるEXシリーズがミニコンやワークステーションで標準に採用されているTCP/IPをサポートした。“EXシリーズ”と様々なコンピュータ（特にUNIX系コンピュータ）がTCP/IPネットワークを構築することでホストコンピュータの世界が広がり、大規模なパッチ処理や大容量なデータベースなどの特長を持つホストコンピュータとミニコンやワークステーションの特長を生かしたマルチベンダ ネットワークが実現できる。

- (2) 最新版TCP/IP規格に対応している。

“TCP/IP-EX” はUNIX 4.3 BSDに標準装備されているTCP/IPと互換性があり、“FTP”や“TELNET”に関する仕様

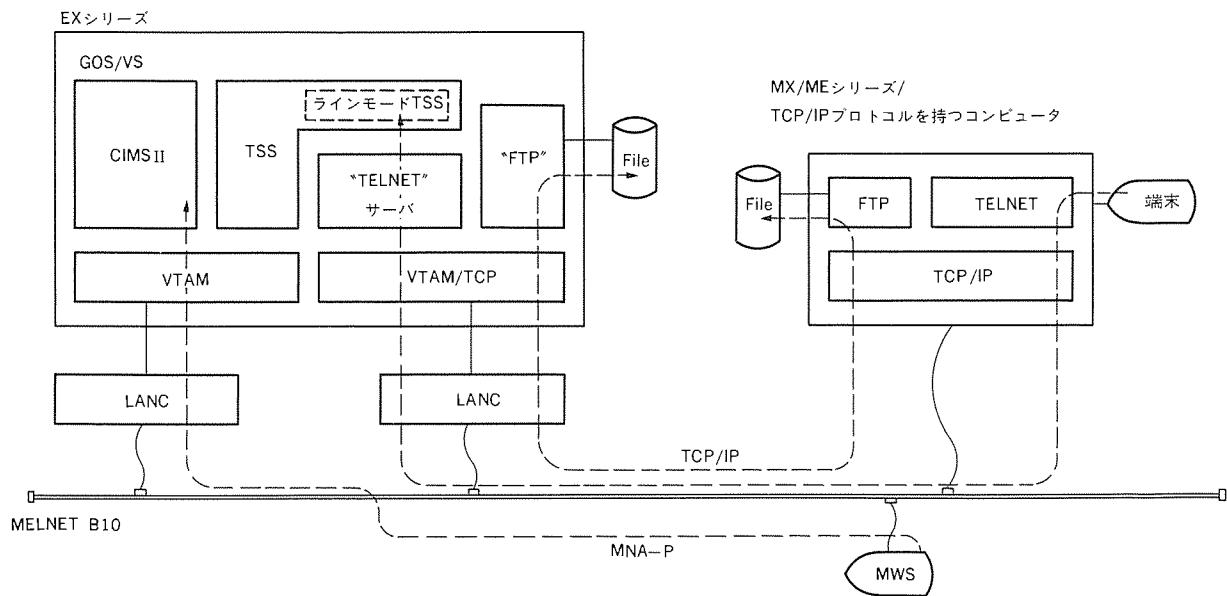


図5.《MELNET B10》上のTCP/IPとMNA-Pの共存構成

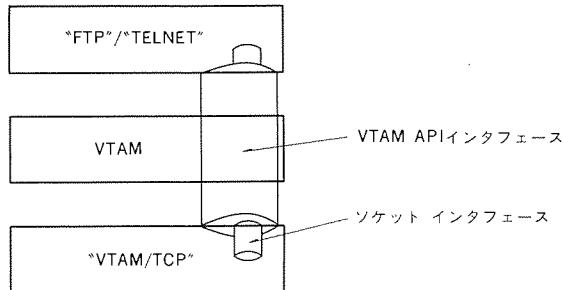


図6.「VTAM/TCP」の上位層インターフェース概念

は、インターネットに関する調査・提案・提言・技術・所見などが記述されているオンラインドキュメントRFC(Request For Comments)に準拠している。したがって、「TCP/IP-EX」は、様々なメーカーのコンピュータとのネットワークに柔軟に対応できる。

(3) 同一LAN上でTCP/IPシステムとMNA-Pシステムは共存することができる。

「TCP/IP-EX」は、当社ネットワークアーキテクチャMNA(Multi-shared Network Architecture)規約に基づいたネットワーク体系(MNA-P)と同一LAN《MELNET B10》上で共存することができる。また、E8880LAN制御装置は、ダウンロードする制御プログラムをMNA-P用又はTCP/IP用に変更することで同一ハードウェアで両プロトコルに対応できる。EXシリーズでTCP/IPとMNA-Pを同一《MELNET B10》上で動作させる構成を図5に示す。

4.3 ネットワーク構成機器

(1) ネットワーク機器

EXシリーズとLAN(《MELNET B10》又はEthernet)との接続はE8880LAN制御装置(LANC)を介してEXシリーズをブロックマルチプレクサチャネル(BCH)経由でLANに直接接続している。接続構成を図4に示す。「EXシリーズ」をLANにチャネル直結することで、LANの高速性を生かしたシステムが、ホストコンピュータでも構築できることをねらいとしている。この装置は、EXシリーズをMNA-P手順で《MELNET B10》にチャネル直結するため

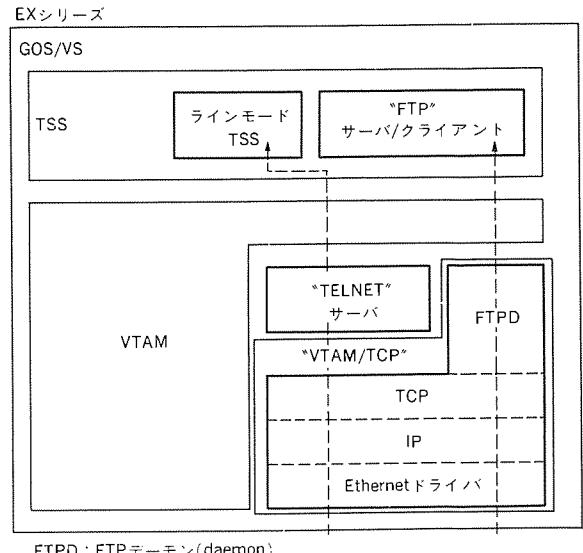


図7.「VTAM/TCP」のソフトウェア構成

に製品化されているE8880LAN制御装置内蔵のファームウェア改変と、EXシリーズからダウンロードするTCP/IP用制御プログラム(F/W)の開発により、TCP/IPプロトコルをサポートする。

(2) 機能

E8880LAN制御装置は、OSI基本参照モデルの1層(物理層)と2層(データリンク層)におけるMAC副層に位置し、ネットワーク層以上のプロトコルはEXシリーズ上の「VTAM/TCP」がサポートする。また、この機能はTCP/IPとMNA-Pへの同時対応が同じ装置でできるが、同時にサポートするにはプロトコル対応に1台ずつ必要である(図5参照)。

(3) MACアドレス管理

TCP/IPサポート版E8880LAN制御装置は、MACアドレスをグローバル管理したことにより、MACアドレスの調整は不要である。

4.4 TCP/IPプロトコルサポート機能「VTAM/TCP」

(1) 機能概要

表1. TCP/IP定義ファイルの対応表

EXシリーズ	UNIX	定義内容
SYS1, ETCLIB (HOSTS)	/etc/hosts	ホスト名の定義
SYS1, ETCLIB (NETWORKS)	/etc/networks	インターネットワークの構成定義
SYS1, ETCLIB (RC)	/etc/rc	自動実行手順定義
SYS1, ETCLIB (PROTOCOL)	/etc/protocols	プロトコル名とプロトコル番号の定義
SYS1, ETCLIB (SERVICES)	/etc/services	サービス名とポート番号の定義

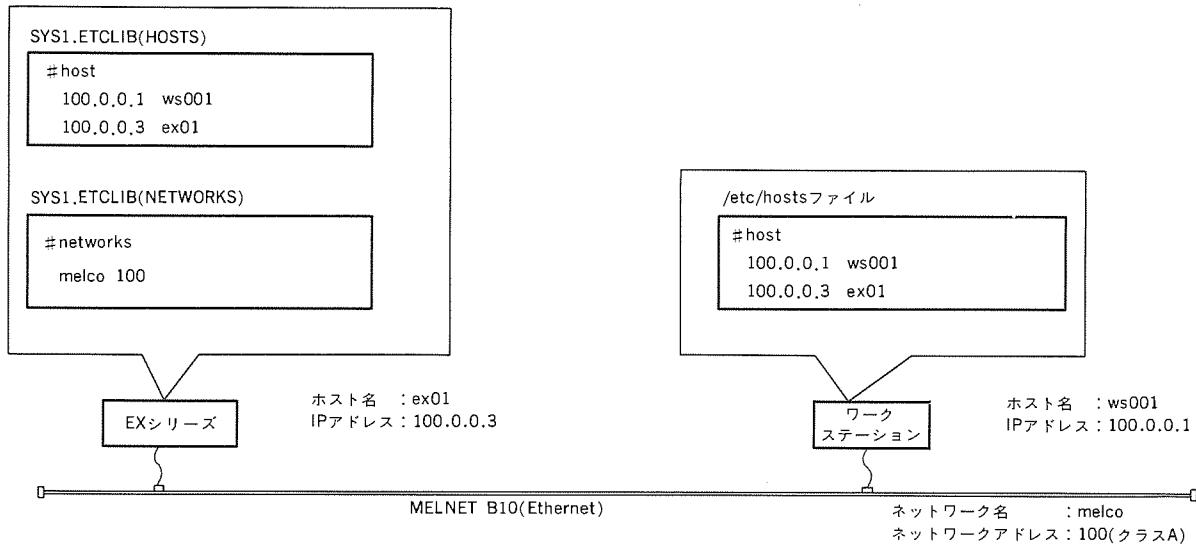


図8. ネットワーク構成と定義ファイル例

“VTAM/TCP”は、OSI基本参照モデルの3層（ネットワーク層）と4層（トランスポート層）に位置付けられる。“VTAM/TCP”は、E8880LAN制御装置を介してTCP/IPをサポートしている。FTP及びTELNETなど“VTAM/TCP”的上位層であるTCP/IPアプリケーション機能とのインターフェースは、仮想通信アクセス法(VTAM)経由のVTAM API(APP間通信)インターフェースを提供し、相手コンピュータのTCP/IPとの通信は、プロセス間通信のための基本機能であるソケットインターフェースである。EXシリーズ上のTCP/IPアプリケーション機能は、VTAMのAPIインターフェースによってUNIXシステムコールのコマンドを包含して送信する。“VTAM/TCP”は、VTAM APIインターフェースで受けたUNIXシステムコールをソケットインターフェースに変換して相手コンピュータに送る。受信も全く同じである。

このように“VTAM/TCP”は、EXシリーズにおける従来のVTAMインターフェース上に新たなUNIXシステムコールインターフェースを提供することで、従来の通信インターフェースとの互換性を保っている。図6に、“VTAM/TCP”上位インターフェースを示す。“VTAM/TCP”的下位層であるE8880LAN制御装置とのチャネルインターフェースも同様に、TCP/IP用制御プログラム(F/W)インターフェースコマンドを包含して送受信している。

“VTAM/TCP”は、Ethernetドライバ部、TCP/IP部、FTPプロトコルサポート(FTPD)部から構成される。図7にソフトウェア構成を示す。

(2) TCP/IPネットワーク定義

“VTAM/TCP”が使用するTCP/IPネットワーク定義ファイルは、VTAMがサポートしているネットワーク定義とは異なり、

UNIX上の定義ファイルと全く同じ形式である。次に、TCP/IP定義ファイルの対応表を表1に示す。

ホスト名、IPアドレス及びホストの別名を定義するHOSTS定義は、TCP/IPネットワーク上のホストが追加されるたびに更新が必要であるが、“VTAM/TCP”的HOSTSはUNIX上ファイルの/etc/hostsと互換であるため、ネットワーク上の1台のコンピュータに定義したファイルを全ホストにFTPでファイル転送すれば使用できる。HOSTS以外の定義ファイルは、標準出荷システムとして出荷され、“TCP/IP-EX”導入以降は定義を変更する必要はない。次に、ネットワーク構成と定義ファイル例を図8に示す。

4.5 仮想端末機能 “TELNET”

(1) TELNETとは

TELNETとは、TCPが提供するバーチャルサーチットを用いて、その両端にネットワーク仮想端末(NVT: Network Virtual Terminal)と呼ばれる仮想的な端末を設け、両者の間に“TELNET connection”と呼ばれる通信路を提供することである。この“TELNET connection”間で送られるデータはASCIIコードであり、原則として単純なデータとして仮想端末を介して、端末又はプロセスに渡される。また、“TELNET connection”は、行バッファモードの半二重通信路として機能する。

(2) 機能

“TELNET”は、“TCP/IP-EX”システムの一機能としてTCP/IPプロトコルをサポートするコンピュータからEXシリーズにリモートログインを行い、ラインモードTSSが利用できる機能である(図4参照)。

(3) TSSへのログオン操作例

```

login : ef001               MEのログイン名を入力する。
Password : _____            パスワードを入力する。

SYSTEM V/68 Release R3V4 Version B20 M68030
nkai2
copyright (c) 1984 AT&T
copyright (c) 1985 Motorola, Inc.
copyright (c) 1983 Green Hills Software, Inc.
copyright (c) 1988 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
All Rights Reserved
* * *
erase=^h kill=^u intr=^c quit=^1
* * *
nkai2@ef001>telnet          TELNETを起動する。
telnet>open ex001           コネクションを設定する。
Trying . . .
Connected to ex001.         コネクションの設定完了
Escape character is' ^j'.

```

これ以降は、EXホストとの通信である。

```

MITSUBISHI TCP/IP SYSTEM TELNET SERVER Version A. 0 PTY001
Default application name is TSS (Carriage Return Only)
>TSS MB607                  ログオンコマンドを入力する。

```

これ以降は、TSSプログラムとの通信である。

```

ENTER CURRENT PASSWORD FOR MB607—
xxxxxx                         パスワードを入力する。
ENTER ACCOUNT NUMBER—
TCP                                アカウントコードを入力する。
ENTER PROCEDURE NAME—
TSSPROC                            プロシージャを入力する。
MB607 LOGIN PROGRESS AT 16:10:20 ON 90/02/14
%
-----: 入力を示す。

```

図9.“TELNET”操作手順例

ME200にログイン後、TELNETを起動しOPENコマンドによつてコネクションを設定後、EXホスト上のTSSにログインする手順を図9に示す。

5. 今後の課題

TCP/IPアプリケーション機能には“標準”と言われるアプリケーションが豊富に提供されており、EXシリーズとしては次のようなアプリケーション機能の充実が課題である。

(1) プロセス間通信機能

UNIX 4.2BSDから提供されているプロセス間通信機能であるソケット(socket)インターフェースを高位言語通信ライブラリ(ソケットインターフェース)として提供し、これによってユーザーは簡単にTCP/IPをもつコンピュータとプロセス間通信することができるアプリケーションプログラムを開発することができるようになる。

(2) 分散ファイルNFS (Network File System)

NFSクライアント機能をサポートする他のコンピュータシステムからEXシリーズのファイルにネットワークを意識することなく、あたかも自ノードのファイル(ローカルファイル)であるかのように、リモートファイルアクセスすることができるNFSサーバをサポートしていく必要がある。

6. むすび

ユーザーは、マルチベンダネットワークの必要性を切実に感じており、そのニーズを抑えることはできないだろう。この論文では、マルチベンダネットワーク対応の一環としてTCP/IPによるネットワークを実現する“TCP/IP-EX”システムを紹介してきたが、TCP/IP上で稼働するアプリケーション機能も豊富となり、新たなアプリケーション機能の期待も高まっている。その期待にこたえ、UNIX環境へスムーズにアクセスするため、今後の充実を図りたい。

注 UNIXは米国ベル研究所が開発しAT&T社がライセンスしているオペレーティングシステム、NFSはSun Microsystems社、EthernetはXerox社の商標である。

汎用電子計算機“EXシリーズ”におけるTCP/IPファイル転送機能“FTP”

下田義孝* 垣谷信夫* 町田 敦* 鹿子島正明** 桜井伸一**

1. まえがき

この数年、オペレーティング・システムUNIX^(注)を採用した各種のエンジニアリング・ワークステーション(以下、EWSと略称)の普及が目覚ましい。当社の“MEシリーズ”もその一つであるが、これらのEWSは、TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)と呼ばれる実質的な業界標準手順に基づいて、相互のネットワーク接続を容易に実現できるため、多数のEWS間でデータ共有や計算機資源共有を前提とした業務も拡大しつつある。

こうした中で、当社の汎用計算機“EXシリーズ”(以下、EXと略称)とこのEWSネットワークとを接続して、EXをネットワークシステム内の情報一元化の中枢にしたいとするニーズが高まってきた(図1)。このニーズにこたえるため、このたび、EXでも上記手順に基づくTCP/IPネットワークの機能と、その上位層に位置するネットワーク・ソフトウェア群を開発した。

本稿では、この上位ソフトウェアの一つであるファイル転送機能を主題として、その技術内容を紹介する。全体的な開発内容、製品の位置付けについては、同時掲載される論文「汎用電子計算機“EXシリーズ”におけるTCP/IPネットワーク“TCP/IP-EX”」を参照されたい。

注 UNIXは、米国AT&Tベル研究所が開発し、AT&Tがライセンスしているオペレーティング・システムである。

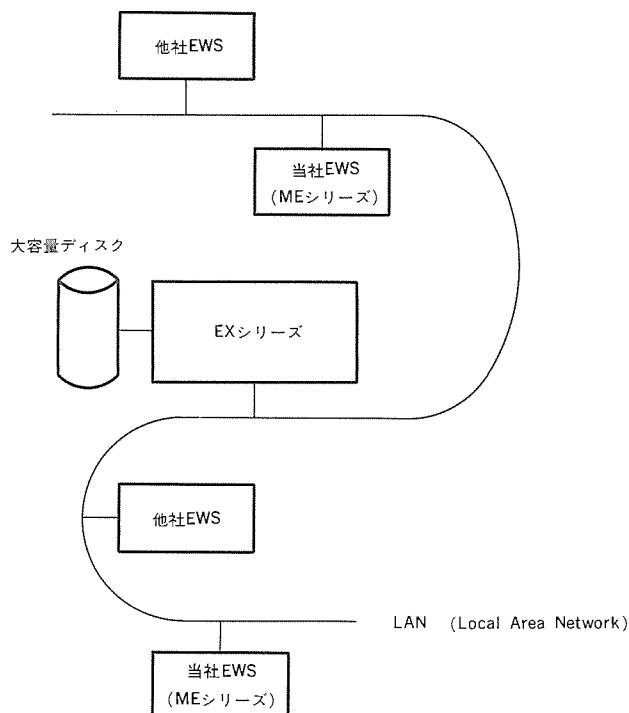


図1. 情報一元化の中枢となるEXシリーズ

2. 業界標準のファイル転送機能“FTP”

前記の業界標準のファイル転送機能は、通常、FTPと呼ばれるが、元来は、この略称はTCP/IPと同様に米国国防総省が定めた通信手順の名称であり、正式には、“File Transfer Protocol”という。今回のEXでの開発も、この手順(以下、FTP手順と表記)に基づいて行った。

FTP手順は、1971年に原型が提案され、その翌年からARPANET(国防総省先端技術研究計画局が構築した実験的広域ネットワーク)で使用開始された。その後も隨時手順の改良が行われているが、特に、下位の通信手順としてのTCPが整備されたのに伴って、1980年にほぼ現在の形となっている。

一般に、ファイル転送においては、単なるデータの転送だけではなくて、ある程度まで“ファイルの構造”に関する情報も送ることが必要である。しかし、この構造は計算機の機種によって種々の違いがあり、自然な対応のつかないこともある。そこで、FTP手順ではそのプロトコルコマンド規定の中に、異機種間ファイル転送のために必要ないいくつかの調節手段を設けている(表1)。

ただ、現実にこの手順に基づくファイル転送機能(以下、FTP機能)

表1. FTP手順における異機種間通信への配慮

関連するプロトコルコマンド	コマンドの目的
TYPE コマンド	送受信データの種別(①ASCIIコードのテキストデータ、②EBCDICコードのテキストデータ、③コード解釈の不要なバイナリデータ)を宣言
STRU コマンド	ファイルの内部構造の種別(①ファイル概念の下位概念としてページ概念をもつ、②レコード概念をもつ、③下位概念をもたない)を宣言
SITE コマンド	FTP手順の規定範囲外の任意の情報を相手計算機に送信(FTP手順に対する一種のカスタマイズ手段)

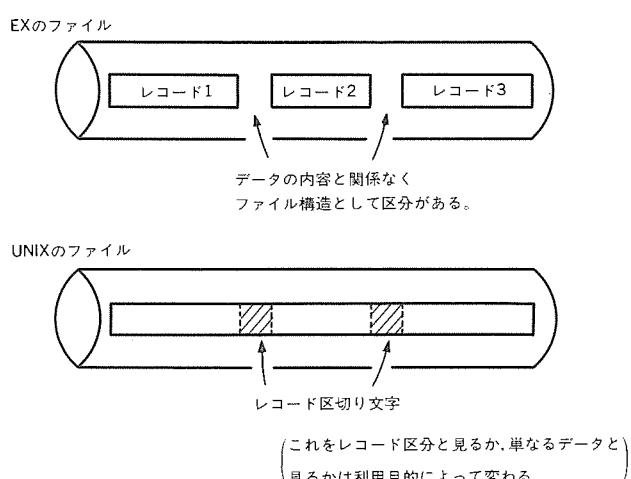


図2. ファイルの内部構造の相違

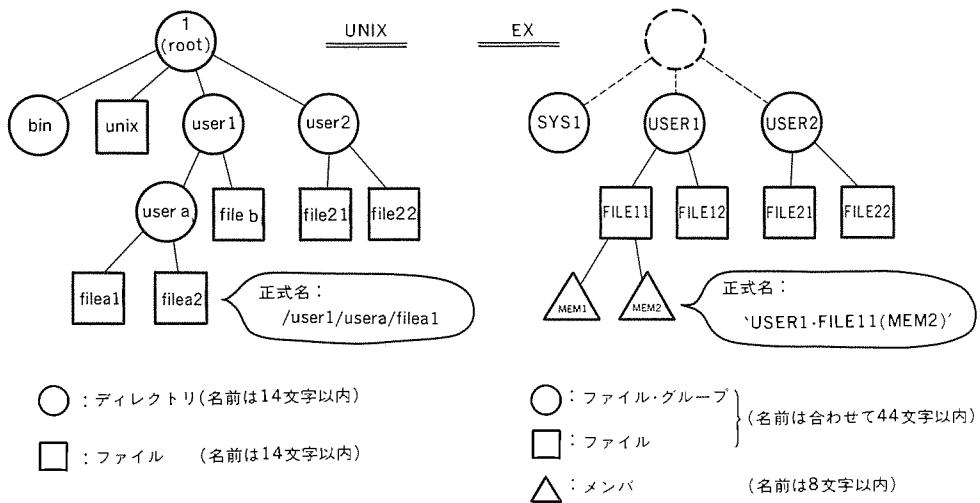


図3. ディレクトリ構造とファイル名体系

能と略称)を実現したのは主にUNIX系の計算機(以下、便宜上、UNIXと略称)であり、UNIXが世の中に普及するのに応じて、その中でFTP機能も普及していった事情がある。したがって、FTP機能は極めてUNIX色が濃く、非UNIX計算機であるEXでのFTP機能開発では、いくつかの技術的課題を解決する必要があった。

3. EXのFTP機能開発における技術的課題とその解決

今回の開発の目標は、利用者が、EXとUNIXとの間で、機種の違いをなるべく意識しないで容易にファイル転送ができるようにすることにあった。

しかし、多人数同時使用を前提としたEXが多重入出力性能とファイルの保全性を重視したファイル構造をとっているのに対して、比較的少人数のUNIXが操作性の良さに重点を置いていたことなどから、両計算機のファイル構造には様々な違いがある。しかも、ファイル構造は利用者インターフェースに密着したものであり、ファイル転送時に形式的に相手側に合わせてしまうと、利用者にとって意味のないデータとなりかねない。

そこで、今回の開発では、この違いをEXのFTP機能でどこまで、どのように吸収すべきかの判断が技術的な焦点となった。

3.1 EXとUNIXのファイル構造の違い

以下に、両計算機のファイル構造の主な相違点を述べる。

(1) ファイル容量の宣言

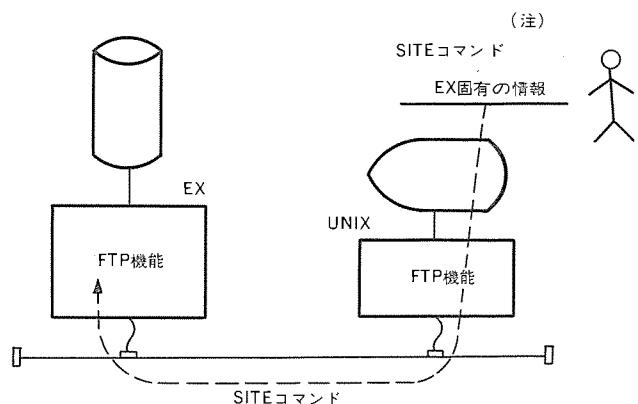
EXでファイルを新規に作るには、ファイル容量(初期量と増分量)を利用者が事前に宣言することが必ず(須)である。UNIXでは、容量を宣言する必要がない。

(2) レコード区分、レコード形式、レコード長

EXでは、“ファイル”的内部が“レコード”という単位によって明確に区分されており、利用者は必ずこの単位でアクセスする。UNIXでは、同一のファイルでも、利用目的によってレコード区分の解釈が変わり得る。アクセス時に利用目的を定めなければ、レコード区分の有無さえ論じられない(図2)。

また、EXでは、このレコードにかかる情報(固定長、可変長等のレコード形式、及び、レコード長、その他)を、個々のレコードから独立したファイル属性として保持するので、ファイル作成時にはこれを事前宣言する必要がある。UNIXではその必要がない。

(3) ディレクトリ構造



(注) UNIXのFTP機能はSITEコマンドの意味を一切解釈しない

図4. EX固有の情報の伝達

UNIXでは、ファイルディレクトリが多重階層構造になるが、これに対応するEXのファイルグループは、必ず単層構造である。ただし、“区分ファイル”という疑似階層構造がある(図3)。

(4) ファイル名体系

前項を反映して、ファイル名の指定形式も大きく異なる(図3)。

3.2 ファイル構造の違いの調整

前節に述べたファイル構造の違いを、EXのFTP機能でどう調整したかを以下に記す。

(1) ファイル容量、レコード形式、レコード長等の情報伝達

UNIXのFTP機能は、ファイル容量、レコード形式、レコード長等の情報を一切考慮せず、当然ながらEXにも送ってこない。しかし、EXでは、この情報は個々のファイルごとに適切な値に設定してこそ意味があり、一律に固定値を設定しても実用に耐えない。そこで、EXのFTP機能では、この矛盾に対して次のように対処した。

すなわち、表1に示すようにFTP手順では、SITEコマンドによって任意の情報を相手計算機に送信可能である。利用者がこのコマンドを入力すると、UNIXのFTP機能も、その情報の意味を一切解釈せずそのままEXに送信する。したがって、EX固有のファイル構造情報をこのコマンドによって受け取るインターフェースをEXのFTP機能に設け、EXへのファイル送信前に、UNIX利用者が適宜必要な

情報を送信することとした(図4)。

このインターフェースによって、UNIX利用者は、EX利用者と同様に自由にファイルの作成が可能となった。

(2) レコード区分の決定

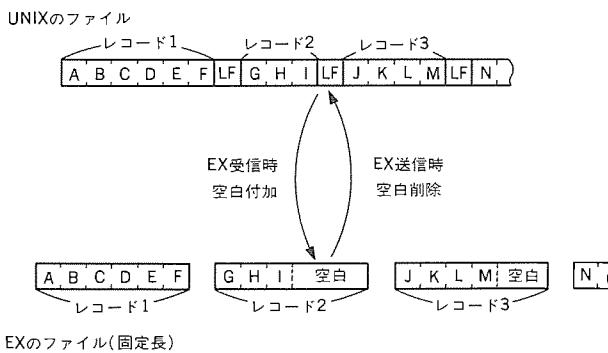


図5. 固定長レコード形式のためのデータ調整

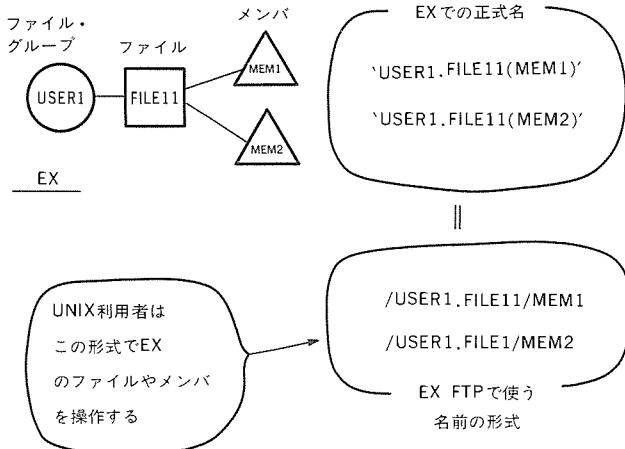


図6. EXのファイル名のUNIX化

FTP手順では、ファイル送信時に、それがバイナリデータかテキストデータかを事前宣言する(表1)。バイナリデータの場合、UNIXからの送信データにはレコード区分情報が全くない。一方、EXではこれが必須である。この矛盾は論理的に解決不能のため、やむを得ずEXは、(1)のSITEコマンドで事前設定されたレコード長によって、受信データを機械的に分割する方式をとった。これはUNIX本来の構造からみれば(恣意的な)分割であるが、UNIXへの逆送信時には、EXのFTP機能は区分が一切ないものとして送信するので、UNIX側の利用者に問題は生じない。

ただし、EX側でレコード区分に意味を持たせて使っていたファイルをUNIXに送ると、上記と同様にレコード区分が失われる。したがって、両計算機のプログラムが同じファイルを共通に処理するためには、利用者プログラムのレベルで、レコード区分の意味付けに関して両者に共通の規則を設けることが必要となる。

UNIXからの送信データがテキストデータの場合は、LF(Line Feed)文字がレコード区分を示すので、このような問題はない。

(3) レコード形式が固定長の場合のデータ調整

EX側の利用者プログラムの都合のため、UNIXからの送信データをEX上に固定長レコード形式でファイル作成しなければならないことが多い。ここで、EXのFTP機能には次のような考慮が必要となる。

UNIXからのデータがテキストデータの場合、通常、レコードごとに長さは変わる。そこで、EXのFTP機能では、空白文字を必要なだけ補って全レコードを固定長にすることにした。この結果、厳密にはもののデータと完全一致ではなくなるが、テキストデータの性格を考えれば問題はない。なお、EXからの逆送信の場合は、レコード末尾の空白を削除してUNIXへ送る(図5)。

バイナリデータを固定長で受ける際には、(2)で述べたことから、ファイルの最終レコードにおいてだけ同様の問題があるが、この場合はNULLコードを補って固定長にする。

(4) ディレクトリ構造とファイル名体系の調整

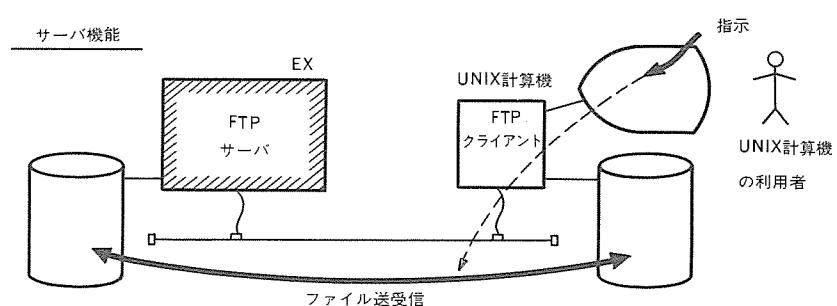


図7. サーバ機能とクライアント機能

UNIXのFTP機能には複数ファイル一括送受信という有用な機能がある。これは両計算機のディレクトリ構造、ファイル名体系が同一であることを前提とした機能であり、単にFTP手順に従うだけでは実現できない。EXでは、この機能を実現するために、FTP機能の範囲内だけではあるがファイル名体系をUNIXに近づけ、また、区分ファイルを一種のサブディレクトリとして扱えるようにした(図6)。ただし、ファイル管理機能自体は本来のEXのままなので、区分ファイルとUNIXのディレクトリの類似や、ファイル名体系の類似には一定の限界がある。

4. EXのFTP機能 “TCP/IP-EX FTP”

このような検討を経て今回EXに実現したFTP機能は、当初の目標にはほぼ沿ったものとなっている。以下に、これを紹介する。

一般に、FTP機能は、ファイル送受信を行う二つの計算機の両方に必要である。そして、この機能を使う利用者との関係から、サーバとクライアントの二つの機能に分類されている。EXでもこの両機能を実現した。したがって、UNIX利用者、EX利用者のどちらからでも、ファイルの送受信を双方向に行う(指示する)ことができる(図7)。

また、EXの相手となる計算機のFTP機能は、EX対応に特別の仕様変更を行う必要は一切ない。UNIX同士で使っていた従来どおりのFTP機能がそのまま使える。操作面でも従来と大差はない。更に、FTP手順に準拠した機能をもつ計算機であれば、他の非UNIX計算機とも接続可能である。

4.1 FTPサーバ機能

(1) 基本機能

UNIXの利用者は、EXのファイルに関して次のような操作を行うことができる。

- (a) UNIXからEXへの單一ファイルの送信
- (b) UNIXからEXへの複数ファイル一括送信
- (c) EXからUNIXへの單一ファイルの受信
- (d) EXからUNIXへの複数ファイル一括受信
- (e) EX上の單一ファイルの削除
- (f) EX上の複数ファイル一括削除
- (g) EX上の單一ファイルの名前変更
- (h) EX上のファイル名一覧表示
- (i) EX上のファイルの詳細情報表示

(2) 区分ファイル操作のための機能

前項(1)と同様の操作を、一つの区分ファイル内のメンバーに対しても行うことができる。また、区分ファイルの圧縮操作も行える。

圧縮操作はEXの区分ファイルに特有の操作であり、ファイル内の空き領域の再利用のために必須のものである。この圧縮操作は、FTP手順の規定外なので、やはり、表1に示すSITEコマンドを使って実現している。

(3) 文字コードの自動変換機能

UNIXはテキストデータをASCIIコードで表現するのに対し、EXはこれをEBCDICコードで表現する。このコード表現の違いは、EXのFTP機能がファイル送受信時に自動的にコード変換して吸収する。したがって、利用者は、両計算機のコード表現の違いを意識する必要がない。

(4) 利用者権限チェックの機能

UNIXの利用者は、EX上のファイルの操作を始める前に、EXの利用者IDを指定して“ログイン”する必要がある。このIDは、システム管理者がその利用者にどれだけの権限を与えるかを決めるものであり、利用者管理拡張機能(MANAGE II)によって適宜権限を設定しておけば、FTP機能を通じての不正なファイルアクセス、ファイル破壊を防止することができる。また、各利用者IDごとにパスワードを設定しておけば、不正なログインの防止も可能である。

4.2 FTPクライアント機能

EXの利用者は、この機能を通じて、UNIXとの間のファイル送受信やUNIX上のファイルの操作を行うことができる。可能な操作は、前節で述べたこととほぼ同様なので個別には述べないが、全体として次のような特長がある。

- (1) ファイル操作のコマンド形式やメッセージ等の利用者インターフェースは、UNIX上のFTP機能とほぼ同じである。
- (2) UNIX特有のサブディレクトリ作成、削除等の操作も可能である。
- (3) ファイル操作要求は、TSS端末からだけでなくバッチジョブからも出すことができる。バッチジョブでの実行は、定型的業務の一括大量処理や、利用者不在時の自動実行という点で利点がある。

5. む す び

EWSのネットワークはマルチベンダ環境を大きな特色としているが、従来のEXをこのネットワークと接続しても他社機との直接のファイル転送ができないなど、EXを情報中枢としたネットワークシステムの構築において種々の制約があった。今回の開発はこの制約を基本的に取り去るものであり、業界標準のFTP手順に準拠した任意の機種とEXとの間で自由にファイル転送を行うことを可能とする。これによって、今後、EXが、広がりゆくEWSネットワークの中で一段と大きな役割を果たせるようになるものと期待したい。

ショッピング用プリペイドカード システム

外山 肇* 上田雅章** 小村 明***

1. まえがき

一般消費活動におけるキャッシュレス化の進展に伴い、新しい決済手段の一つとして、先払い方式のプリペイドカードが普及しつつある。プリペイドカードは、テレホンカード、オレンジカードに代表される大規模なシステムから普及を始めたが、そのメリットが注目され始めるに従って、中小規模のシステムを効率良く実現する必要性が高まってきている。

今般、このようなニーズにこたえるべく、(株)コムネスと三菱電機(株)が共同でオンライン型のプリペイドカード システムを開発した。このシステムは、種々の事業主体が物販・サービス分野用に独自のカードを発行し、さらにそれらのカードの相互利用をも可能としたものである。

ここでは、このプリペイドカード システムの特長及び全体構成を解説し、システム導入の一例として、“大手町ビルカードシステム”を紹介する。

2. プリペイドカード システムの機能と新しいニーズ

2.1 プリペイドカード システムの基本機能

プリペイドカード システムを実現するためには、以下のような基本機能が必要となる。

- (1) カードの発行機能
- (2) カードからの代金引き落とし機能
- (3) カードによる売上代金の決済機能
- (4) カードの管理機能

また、その発行形態には、自家発行型、第三者発行型があり(図1),当初は大規模な自家発行型が中心であったが、最近では中小規模の自家発行型プリペイドカードが注目されている。さらに、第三者発行型のカード会社が多数設立され、消費者保護を目的とした“プリペイドカード法”が平成2年10月に施行予定されるなど、プリペイドカード導入に当たっての社会的環境が整いつつある。

2.2 プリペイドカード システムへの新しいニーズ

プリペイドカードの普及に伴い、システムに要求される機能は、より多様化しており、以下のような新しい要求が発生している。

(1) 複合型カードシステム

利用者にとっては、プリペイドカードの利用可能範囲は広いほうが便利である。汎用カードの実現を目指す第三者発行型とは別に、自家発行型カードでも利用範囲を拡大することができれば、カード自体の魅力が増大し、カードのみならず事業全体の売上増加に結びつく。

このため、自家発行型のカードでもその利用範囲を広げられるよう、異なる発行者間で互いのカードが相互利用でき、またカードによる売上代金の相互決済が行える複合型カードシステムへの対応が必要となる(図2)。

(2) カードの多目的利用

プリペイドカード システムは、個人が保持する情報媒体(カード)と、その処理システムから構成される。この基本構成のままで、カードに保持される情報の内容、処理システムでのデータ処理方法を用途に適合させることにより、物販・サービスに関する情報システムの多様なニーズに対応できる。以下に応用展開の例を示す。

(a) ポストペイドカード

カードによる代金決済の多様化に対応すべく、利用代金を集計後に利用者から徴収する、後払い方式の決済処理が考えられる。

(b) スタンプカードによる顧客情報管理

物販・サービス分野では、顧客情報の管理が事業展開上重要なテーマである。プリペイドカード システムでも、カードによる情報収集機能を生かした顧客情報管理を行いたいという要求がある。

(c) プリペイドカードとしての機能拡充

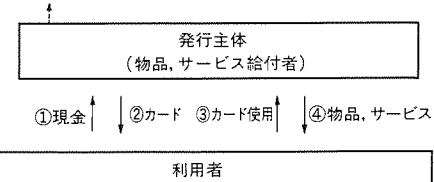
プリペイドカードとして、以下のような機能拡充の要求がある。

① 有効期限の設定

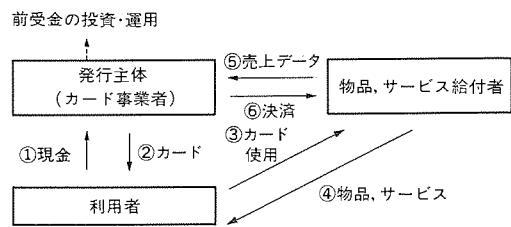
② カード利用者情報の付加

③ 利用範囲、業種の限定

前受金の自己の資金繰りへの
使用、あるいは投資・運用



(a) 自家発行型



(b) 第三者発行型

図1. カードの発行形態

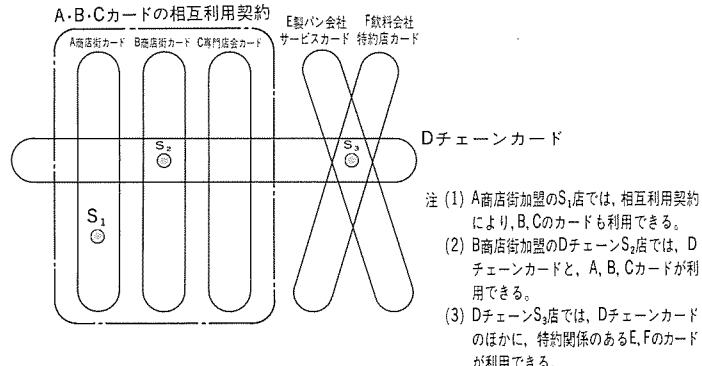


図2. カードの相互利用概念

(3) ハイセキュリティ

プリペイドカード システムは、金融情報を扱う情報システムであるため、媒体(カード)、構成機器、データの扱いなどすべてについて、高度のセキュリティ対策が要求される。

(4) コンパクトなシステム

プリペイドカードの発行者となる中小の事業者が、容易にシステムを導入できるよう、システムをコンパクトに構成する必要がある。

(5) カード発行／運営業務代行による運用負荷の軽減

プリペイドカード システムの運用では、カードの発行や決済など頻繁な業務が発生する。これらの業務を発行者がすべて行うことでは業務負荷の増大を招き、システム導入に対する否定的要因ともなる。プリペイドカード システムでは、業務にかかる情報がデータ化されているため、この処理業務を集中させ、他者に代行させることが可能である。

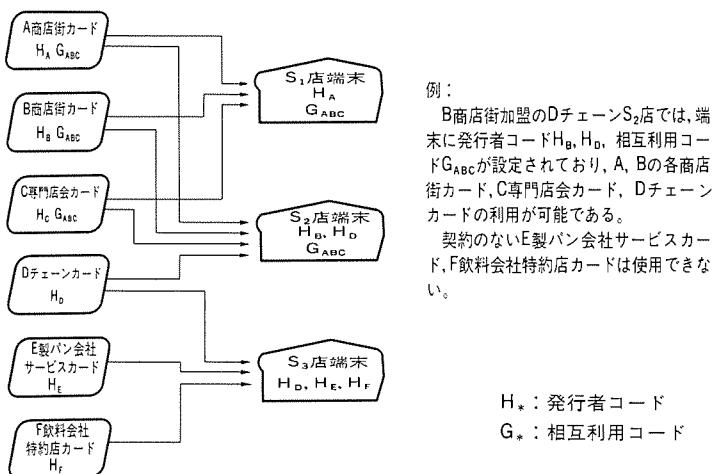


図3. 相互利用のためのコード設定

3. システムの機能

このシステムは、2章で述べたプリペイドカード システムへの要求を考慮して、以下のような特長ある機能を実現している。

3.1 カード発行（二段階のエンコード）

発行業務の効率化及びセキュリティ性の向上の面から、発行作業(磁気情報のエンコード)を以下のような二段階で行う。

(1) 1次エンコード

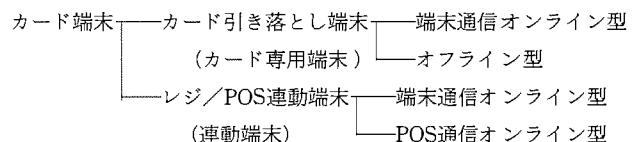
印刷の終了した磁気カードの磁性状況をチェックし、基本情報(カード番号など)を書き込む。この状態のカードは、使用することはできない。

(2) 2次エンコード

カードには販売直前にカードの属性、運用情報が書き込まれ使用可能な状態となる。さらに、書き込まれた磁気データの正当性を確認する。2次エンコードの終了したカードは、発行済みカードとして管理される。

3.2 カード残額の引き落とし

カード残額の引き落としは、専用のカード端末で行う。このシステムでは、金銭登録機(レジ)やPOSシステムなど既存の機器との整合性を保つつつ、事業者の決済形態に合わせた以下のようなカード端末を提供する。



3.3 カードの相互利用

複合型カードシステムの特長であるカードの相互利用機能実現のために、カード上には発行者を表すコードに加えて、相互利用できる範囲を特定するためのコードが書き込まれている。一方、カード

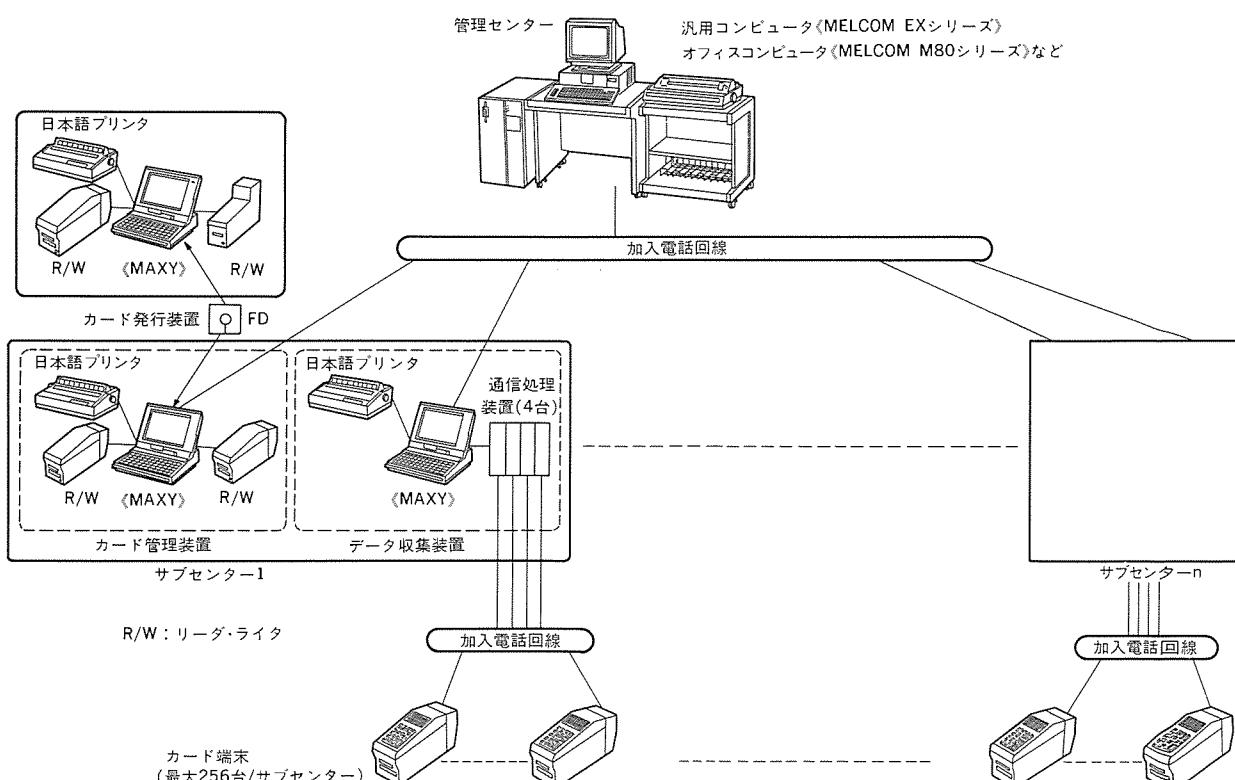


図4. 全体システム構成

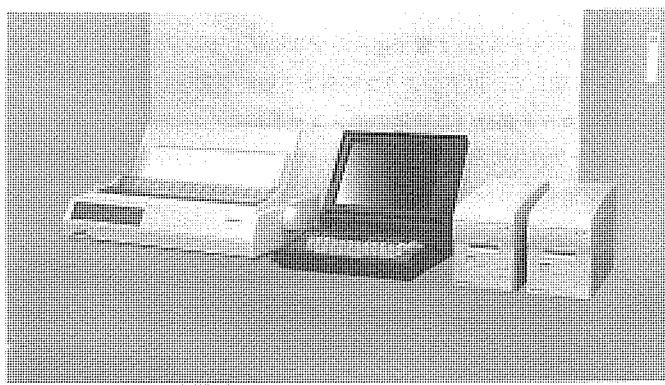


図 5. カード管理装置

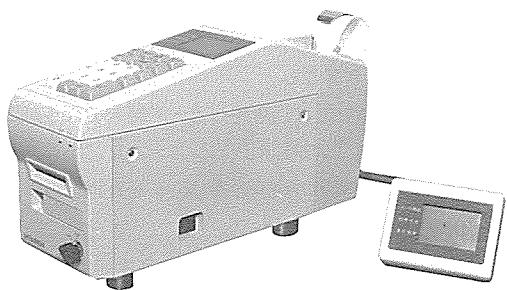


図 6. オンライン型カード引き落とし端末

表 1. オンライン型カード引き落とし端末の仕様

項目		仕様
メモリ	データ記録用	64Kバイト(バッテリバックアップ付き)
	表示方式	LCD (バックライト付き)
ディスプレイ		120×64ドット 英数字カナかな漢字
キーボード		代金入力テンキー, 四則演算キー
プリンタ	印字方式	ドットインパクト方式
	印字文字	カナ・英数字
	印字桁数	24文字/行
リーダ・ライタ部	対応カード	JISサイズ
	カード処理速度	5秒以内
	残額表示方式	パンチ孔方式
インターフェース		電話回線(モデム・NCU内蔵)I/F×1 RS232C I/F×1
電源		AC 100V±10%, 50/60Hz
外形 (mm)		120(W)×207(H)×390(D)

端末にも発行者のコードと相互利用コードが設定され、利用できるカードの判定を行う。管理センターは、相互利用コードを一元的に管理し、必要なコードをカード端末に設定するため、相互利用範囲の変更にも柔軟に対応できる(図3)。

3.4 相互決済機能

管理センターでは、各店舗(カード端末)から送られてくる売上データを集計する。これをもとに、カード販売時に預かっているペール金を各店舗に振り替えるための決済処理を行う。

カードの相互利用により、カード発行者間において売上代金の相互決済処理が発生するが、管理センターではカード発行情報を一元的に管理するため、効率良く決済データを作成できる。

3.5 カードの個別管理

管理センターは、発行されたカードの使用履歴を1枚ごとに管理するため、未使用金(カードの発行残高)の計算が正確に行える。さらに、カードの売上データをこの使用履歴と照合することにより、カードの変造などによる不正を速やかに発見できる。管理センターで特定した事故カードの番号は、カード端末に設定することが可能で、端末において不正行為の予防、発見が行える。

4. システムの構成

4.1 システムの全体構成

このシステムは、プリペイドカードの発行・運用にかかる情報を一元管理するとともに、実際の運用では機能の分割による効率的な分散処理が行えるよう階層型のシステム構成とする(図4)。

サブセンターは、カードの発行管理単位としてカードの発行、カードによる売上データの収集を行うローカルな管理機能を持ち、カード端末の設置に合わせて配置される。

管理センターは、全国に分散配置されるサブセンターから、カードの発行データ、売上データを収集し、カードの発行・使用履歴管理、カードによる売上代金の決済を一括して行う。これにより、システムの一元管理が可能となり、管理業務を集約化できる。

4.2 各装置・機器の構成と機能

各装置・機器の構成と機能の概要を以下に述べる。

4.2.1 管理センター

管理センターは、汎用コンピュータやオフィスコンピュータによって構成され、このシステム全体の管理を行う。各サブセンターから送信されるカード発行データや、カードによる売上データを収集し、発行者・各店舗ごとの決済を行う。

4.2.2 サブセンター

サブセンターは、カード発行、売上データ収集の管理単位として、データ収集装置とカード管理装置から構成される。

(1) データ収集装置

データ収集装置は、AXパソコン《MAXY》を本体装置とし、カード端末との通信を行う通信処理装置(最大4回線同時通信可能)及びプリンタ装置から構成される。データ収集装置には、カード端末が最大256台まで接続可能である。

(2) カード管理装置(図5)

カード管理装置は、AXパソコン《MAXY》を本体装置とし、プリンタ装置及び2台のカードリーダ・ライタから構成される。

この装置は、カードへの2次エンコード、発行データの管理センターへの送信、カードの保守管理チェックなどを行う。

4.2.3 カード発行装置

カード発行装置は、AXパソコン《MAXY》を本体装置として、プリンタ装置及び2台のカードリーダ・ライタから構成され、カードへの1次エンコード処理を行う。

4.2.4 カード端末

今回開発したオンライン型カード引き落とし端末は、店頭のレジ

表 2. カード仕様

項目	仕様
材質	ポリエスチル (PET)
形状 (mm)	長辺方向 85.6 ± 0.2 短辺方向 54.0 ± 0.2 厚さ 0.22 ± 0.025 角 R3 挿入方向確認用切り欠き有り
記録方式	高保磁力磁気方式
残額表示方式	パンチ穴方式

表 3. 端末-サブセンター間通信仕様

通信回線	加入電話回線
伝送方式	CCITT V22, 半二重
伝送手順	JIS C 6326準拠
伝送速度	1,200bps
通信制御	端末: 手動トリガ自動発信 センター: 自動着信



図 7. 大手町商店街カード端末設置例

周辺への設置を考慮したコンパクトなサイズで、モードム・NCUを内蔵した端末通信対応機である。また、厳重なカード検定機能を持ち、高度のセキュリティを確立している。端末本体には、客用表示機やID入力機が接続可能であり、外部接続用にRS232Cインターフェースを装備している。

操作はカード端末に代金を入力し、カードを挿入するだけで行える。カード残額不足時には、複数枚のカードによる支払も可能である。正当なカードによる売上データは、端末内に蓄積され、ジャーナルが印字される。さらに、カードによる売上データの集計機能があり、利用件数、金額がディスプレイ上に表示され、プリンタに印字される。図 6 に外観、表 1 に仕様を示す。

4.2.5 カード

カードには、利便性とともに高信頼性が要求される。このシステムで使用されるカードは、物販・サービス分野で主流のJIS型サイズ

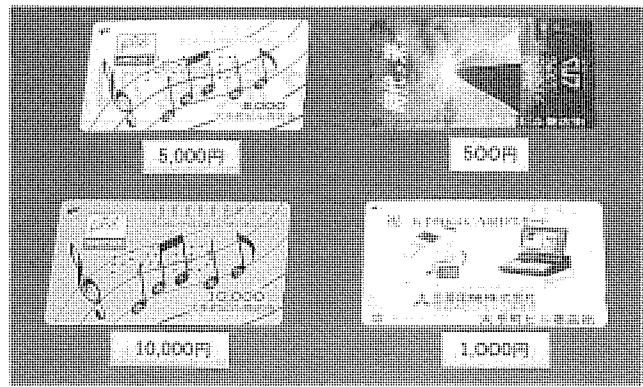


図 8. 大手町ビルカード (左:一般カード、右:広告宣伝用カード)

である。材質は、耐久性に優れたポリエスチル (PET) であり、外部磁界から影響を受けにくい高保持力磁性体を採用している。残額は、目安パンチで表示する。カードの仕様を表 2 に示す。

4.2.6 オンラインデータ通信

このシステムでは、カード端末からサブセンター、管理センターまですべてオンラインで接続されている。

カード端末とサブセンター間は、加入電話回線で接続されており、表 3 に示す仕様でデータの伝送を行っている。カード端末は、設置先（店舗）の既設電話回線を流用し、電話機優先機能を持つ自動切替機で分岐され接続されている。

サブセンターと管理センター間のデータ伝送は、全銀手順準拠のファイル転送によって加入電話回線経由で行う。

5. システムの導入例

このシステムの第 1 号として、平成元年 6 月 22 日、東京都千代田区大手町において、大手町ビルカードシステムが稼働を開始した。大手町ビルは、JR東京駅及び 5 本の地下鉄駅に隣接した交通拠点に位置するテナントビルであり、1 階から地下 2 階に大規模な商店街が展開されている。大手町ビルには現在 33 店舗、35 台のカード端末が設置されている（図 7）。

カードの発行は、商店会が独自に行い、(株)コムネスが運営・管理業務を代行している。発行されているカードは、一般カード（店舗での販売カード）として 5 千円、1 万円券、また広告宣伝用カードとして 5 百、1 千円券である（図 8）。

6. むすび

このシステムで実現したカードの相互利用、多目的利用などの特長的な機能は、利用者、運用者双方にメリットをもたらし、プリペイドカードの活用範囲を一層拡大するものである。

今後、一般消費活動における決済手段は、ますます多様化するものと考えられ、このシステムによって提供するプリペイドカードは、物販・サービス分野における決済のキャッシュレス化の手段として、その一翼を担うものと確信する。

高性能ワイヤ放電加工機 “Zシリーズ”

田中 誠* 仲 成章* 真柄卓司*

1. まえがき

ワイヤ放電加工機は、1986年に急速な円高による低成長時代があったものの、他の工作機械と異なり、その加工性能上の特徴から景気の変動をあまり受けずに金型産業を中心に順調に成長してきた。しかしながら、ユーザーからの要求は、高速加工・高精度加工は言うに及ばず、最近の人材採用難に伴う自動化・省力化が強く望まれている。また、メンテナンスを含んだ操作性の向上、信頼性の向上、据付け面積の削減などへの要求等幅広くなっている。

ここでは、こうした要求に対して、機電制一体の崭新的なデザインを採用し、新世代ワイヤ放電加工機として開発した“Z [zi:] シリーズ”について、その性能と新技術を中心に述べる。

2. 開発コンセプト

開発段階におけるコンセプトとして、まず第1に、労働力の中核である若年層の意識変化に対応し、金型産業の労働力確保のため、従来のイメージを一新する機電制一体の崭新的なデザインを採用したワイヤ放電加工機の開発を目的とした。第2に、ユーザーニーズを的確に把握するため、直接ユーザー、サービスマン等から意見を聞くことを主体にして、1,000件を越えるユーザーニーズを抽出した。これらを品質展開表の手法を用いて分析し、①据付け面積削減による省スペース化、②加工精度の向上、③メンテナンスを含めた操作性の向上、④自動化の推進、の4項目を設定した。図1に浸せき加工対応機種のDWC110SZの外観写真を示す。以下に、開発コンセプト実現のための新技術について、機械系・電源系・制御系に分けて解説する。

3. 新技術

3.1 機械系

3.1.1 省スペースの実現

Zシリーズは、機械本体、電源制御装置、加工液供給装置を集約した一体構造とし、省スペース化を図るとともに操作性の向上を図った。つまり、従来独立して設置していた電源制御装置を加工液供給装置の上に設置し、スペースを3次元的に利用するとともに、各ユニットを可能な限り近接させることにより、当社従来機に比べて約30%スペースを削減することが可能になった。

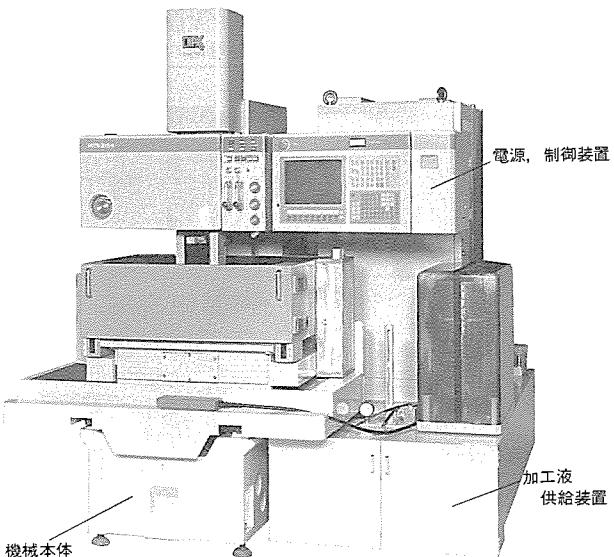


図1. ワイヤ放電加工機DWC110SZの外観

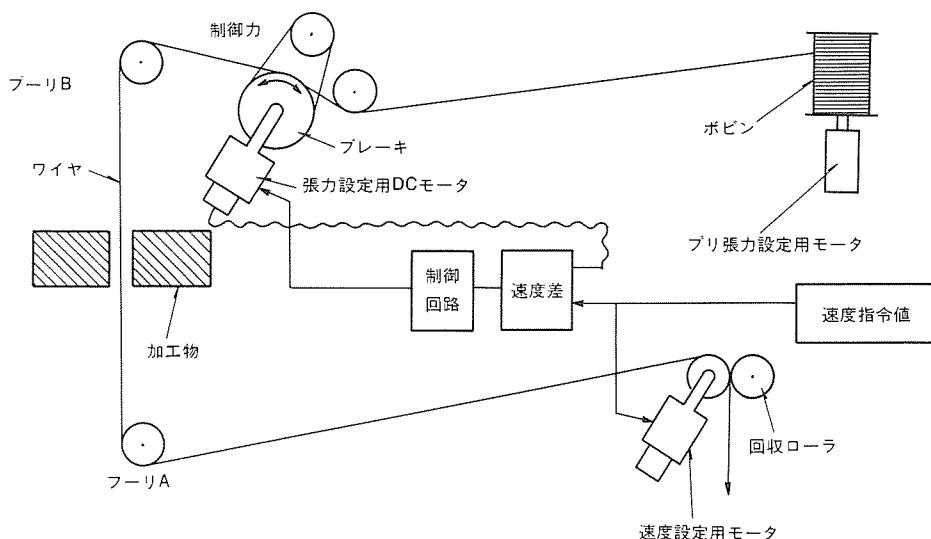
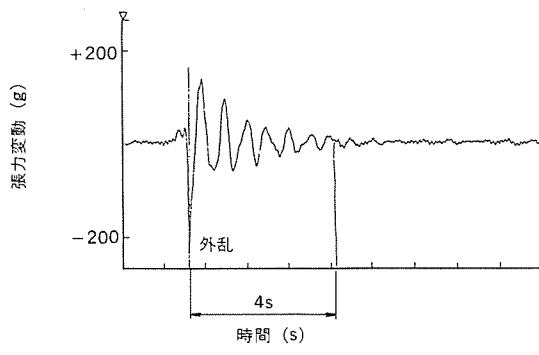
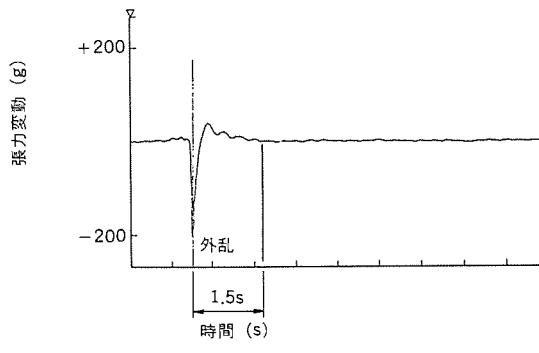


図2. 新テンション機構の構成



(a) 従来テンション方式



(b) 新テンション方式

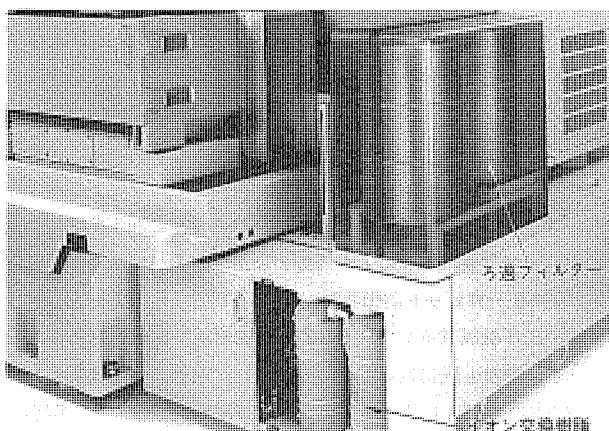


図4. フィルタ・イオン交換樹脂の設置形態

3.1.2 高精度加工技術

(1) 新ワイヤテンション機構

ワイヤ放電加工機では、工具として $\phi 0.03\sim\phi 0.3\text{mm}$ のワイヤ電極を使用しているため、その挙動すなわち、ワイヤ送給系の機構に起因する振動や、加工中の放電反発力による振動が、加工速度、加工精度、加工面粗さ等の加工性能に大きく影響すると考えられている。

Zシリーズでは、ワイヤ電極の振動に対し、振動抑制力を作用させ、テンション変動を低減することができるアクティブダンピングテンションコントロール方式を開発し、搭載している。図2にワイヤ送給系の構成を示す。この方式は、ワイヤ電極に張力を発生させるブレーキモータの回転速度を、回収モータの指令回転速度とある一定の差を保つように制御することにより、ワイヤ電極の振動に対する減衰性能を大幅に向上させ、テンション変動を従来の1/5以下に抑えることができた。図3に、従来テンション方式と新テンシ

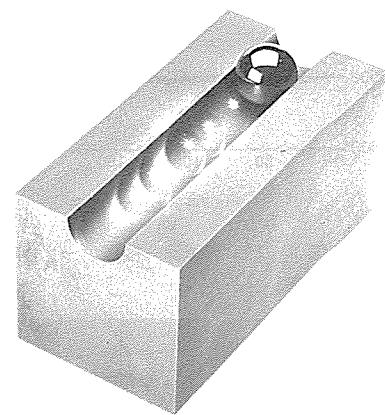


図5. 厚板加工サンプル (TL回路による加工例)

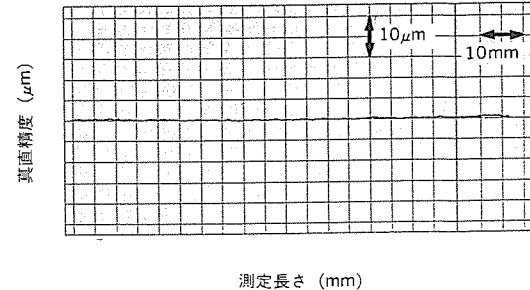


図6. 真直精度測定結果

ョン方式によるワイヤ振動減衰性能の比較を示す。

(2) 浸せき加工技術

DWC110SZは、安定した高精度加工の実現と、部品加工に代表される特殊形状加工への対応として、浸せき加工が可能な仕様とした。基本構造は、当社超高精度機DWC110PH(1989年機械工業デザイン賞 通産大臣賞受賞)と同様に、定盤面まで常時浸せき状態が維持できる構造を採用している。また、加工槽のシール方式として、シール板方式を開発した。このシール方式は、加工液の量に関係なく一定の低いしゅう(摺)動抵抗を保ったまま、加工液の漏れを抑えることが可能であり、テーブルの送り精度の低下が発生しない。以上2項目の機械技術のほか、後述する新仕上加工回路、高精度位置決め機能、及び32ビット制御装置によるインテリジェントACサーボとの組合せで、より安定した高精度加工を実現した。

3.1.3 自動化装置

Zシリーズは、APC(Automatic Palette Changer, 自動パレット交換装置), AWC(Automatic Work Changer, 自動ワーク着脱装置)などのFA化(Factory Automation)に対応できる機械構造を備えており、様々な自動化要求にこたえることができる。また、ワイヤ放電加工機の自動化を推進する装置として、必要不可欠といえるワイヤ自動供給装置を標準装備するとともに、自動スクラップ処理装置の取付けが可能である。自動スクラップ処理装置とは、ワイヤ放電加工後に発生するスクラップ(中子)を、電磁石をハンドにした簡易ロボットで自動的に排出処理する装置である。

3.1.4 高操作性の実現

近年システムが高機能化する中、操作性の向上が強く望まれている。そこで、段取りから加工終了までの操作、及び日常のメンテナンス作業を分析し操作性の改善を図った。すなわち、操作面を機械前面まで張り出したきょう(筐)体構造を採用し、オペレータの作業

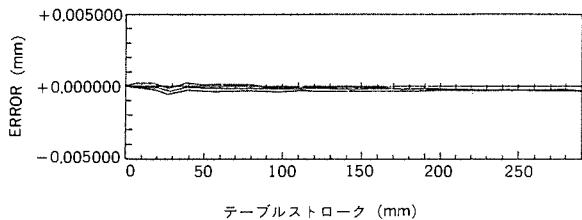


図 7. ピッチエラー補正データ例

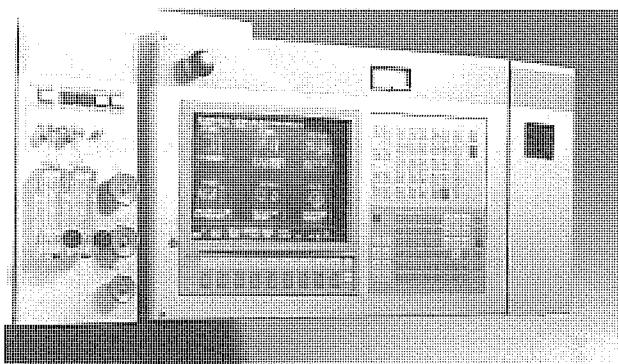


図 8. 操作パネルの外観

中の移動を最小限にして操作性の向上を図っている。また、主なメンテナンス作業である加工液ろ過フィルタを、加工液槽上方に設置するとともに、ポンプからの配管の接続をワンタッチカプラによって実施した。さらに、従来機械の裏側などの狭いスペースに置かれていたろ過フィルタやイオン交換樹脂をオープンスペースの確保しやすい機械前面に配置するなどメンテナンスについても十分に配慮した。図 4 にろ過フィルタとイオン交換樹脂の設置形態を示す。

なお、最も操作にかかわりのある操作画面、スイッチ等は後述する。

3.2 電源系—高速・高精度対応電源G25A—

3.2.1 高精度加工技術

ワイヤ放電加工における加工精度は、①加工寸法精度（形状寸法精度、太鼓形状、面粗さ）、②ピッチ間寸法精度、③位置決め精度（穴基準、端面基準）、④コーナ形状精度、に大別される。Zシリーズに採用されている加工用パルス電源は、こうした高精度加工を実現するために以下のような特長を持つ。

(1) 新仕上回路 (TL回路)

TL回路は、先にあげた加工精度のうち、特に従来ワイヤ放電加工で問題となっていた太鼓形状を大幅に低減するものである。ワイヤ放電加工特有の太鼓形状は、加工面が真直（垂直）方向に太鼓状に凹形状を呈するものであり、主として加工中のワイヤ振動、及び工作物中央部における電解作用により生じる。加工中のワイヤ振動は、放電の反発力が均一でない場合に発生しやすいが、TL回路は均一なエネルギーの群放電をワイヤの固有振動周波数（通常数kHz程度）の数十倍という高い頻度で発生させることにより、ワイヤ電極に一定の放電反発力を加え、ワイヤ振動を抑制するものである。このため、ワイヤ振動によって発生する太鼓形状が大幅に低減し（従来比 $1/2$ 以下）、真直精度が向上する。さらに、電解作用も従来と比較して半減しているため、加工中央部のへこみ（加工面のへこみ）は、ほとんど発生しない。図 5 にTL回路による加工例を、図 6 に真直精度測定結果を示す。

また、放電単発エネルギーの均一化を図ったことにより、厚板領域での面粗さが従来の $1/2$ 程度になるとともに、最良面粗さも向上した。さらに、半交流パルスにより加工を行うため、電解作用が極めて少くなり、標準仕上加工における電解変質層が、従来に比べて $1/3 \sim 1/2$ に低減された。以上の特性の改善は、仕上加工回数の削減のみならず、電解による変質や組織の脱落が問題となりやすい超硬合金やダイヤモンド焼結体などの特殊材料加工の品質向上につながる。

(2) 高精度位置決め (PI機能)

新方式の高精度位置決め機能は、特殊パルスによってワイヤ電極と工作物の接触を検出し、高精度な位置決めを行うものである。工作物がぬ（濡）れている場合でも、 $1\mu\text{m}$ 程度の高精度位置決めを可能にしたため、段取り作業の効率化が図れる。特に、浸せき仕様機の場合の位置決めと同一条件、同一状態で加工ができる、加工液の熱影響が無視できるので、高精度加工が可能となる。

さらに、従来困難とされていた細穴の中心位置決めや、精度保証が困難と言われていた工作物端面からの加工精度向上が実現できる。

3.2.2 高速加工技術

G25A電源では、数十kHzの放電を加工部の状態に応じて制御し、放電電流パルス形状を最適化しているため、加工面粗さ対加工速度に優れた高速加工が可能となっている。また、独自の電力回生回路により、消費電力を抑えた高効率、低発熱電源を実現している。

高速加工を行うと、特に形状精度、コーナ精度が悪化するため、高精度の金型の加工の場合にはセカンドカットと呼ばれる仕上加工を施すのが一般的であり、この場合は荒加工と仕上加工の両方を加味したトータル加工速度（トータル加工時間）が重要となる。Zシリーズでは、要求精度に応じて最大の加工速度で、最短の加工時間が得られるように、最適加工条件パターンがパッケージ化された、自動セカンドカット機能を供えており、極めて容易に加工条件の選択を行うことができ、だれにでも高速・高精度加工ができる。

3.3 制御系—32ビット制御装置W11A—

最近の工作機械業界では、NC装置の32ビット化が急速に進展しているが、当社も既に世界で初めて32ビット制御装置を搭載したワイヤ放電加工機HAシリーズを発売し好評を得ている。今回開発したZシリーズにも同じく32ビット制御装置を搭載し、新世代ワイヤ放電加工機としてふさわしい性能を実現した。さらに、将来のFA化、インテリジェント化指向にあわせて、FMEC (Flexible Manufacturing EDM Cell), MAP (Manufacturing Automatic Protocol), ファジー制御, AI (Artificial Intelligence) 等の技術分野への展開能力を備えている。

3.3.1 高精度加工対応技術

(1) 高速処理

NCプログラムの1ブロックを演算する速度は、当社比4～5倍の高速処理を実現した。したがって、セカンドカット加工などの比較的高速の加工でも、演算処理が遅れることはない。また、マルチタスク機能、バックグラウンド処理を行っても性能の低下がないため、グラフィック機能、データ入出力機能にこれらの処理が適用可能になり、操作性を大きく向上させることができた。さらに、高速処理の特徴を生かし、ほとんどの制御ソフトウェアを高級言語で作成しているため、信頼性の面でも大幅に向上している。

(2) 広大なメモリ空間

従来の16ビットCPUでネックとなっていたメモリ空間の制限が

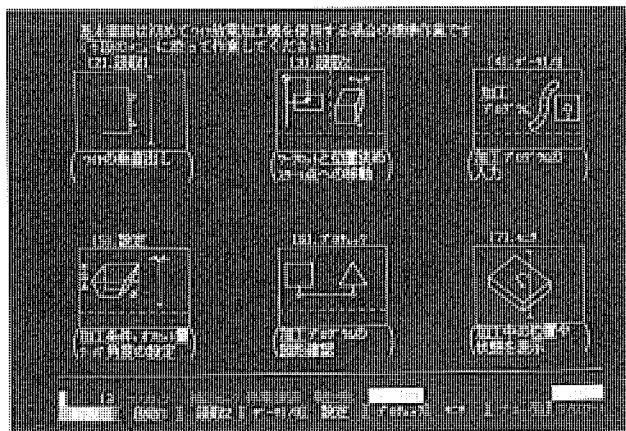


図 9. 基本操作画面 (解説画面)

なくなり、ソフトウェアの拡張に容易に対応可能となり、多彩なユーザーニーズにこたえることができる。また、NCプログラムの格納エリアにも高速の大容量ICメモリを使用することが可能である。さらに、メインメモリをすべてSRAM (Static Random Access Memory) 化することで、FLD (Floppy Disk) による制御ソフトウェアの供給、バックアップ電源を含めたコンパクト化を実現した。

(3) インテリジェント オールディジタルACサービ

Zシリーズでは、テーパ軸専用の小容量20WのACサーボシステムを開発することにより、全軸ACサーボを実現した。ACサーボは、サーボ特性が温度によって影響を受けることがなく、また、アナログ量の調整を行う必要がないため、機械によるばらつきのない安定した加工性能を得ることができる。さらに、ピッチエラー補正も32ビットの特長を生かした0.1μm単位の新方式を採用し、高精度送りを実現した。図7にピッチエラー補正例を示す。

3.3.2 高操作性を実現するソフトウェア技術

加工速度、加工精度といった基本性能に加え、操作性もワイヤ放電加工機の性能を左右する重要なアイテムといえる。ここでは、32ビットの能力を生かして、操作性の向上に重点をおいて開発を行った。以下にその一部分を紹介する。

(1) 専用キーの大幅な採用

Zシリーズでは、画面選択に専用キーを割り当て、ミラーイメージスイッチなど使用頻度の高い機能に対しても専用キーを設けることにより、繁雑な画面の切替作業をなくして操作性を向上させた。図❸に操作パネルを示す。

(2) 基本操作画面

基本操作画面は、段取りから加工開始までの一連の基本操作を、絵と解説文によってガイダンスし、操作に不慣れなオペレータにも簡単にワイヤ放電加工機が使用できるようにしたものである。図9

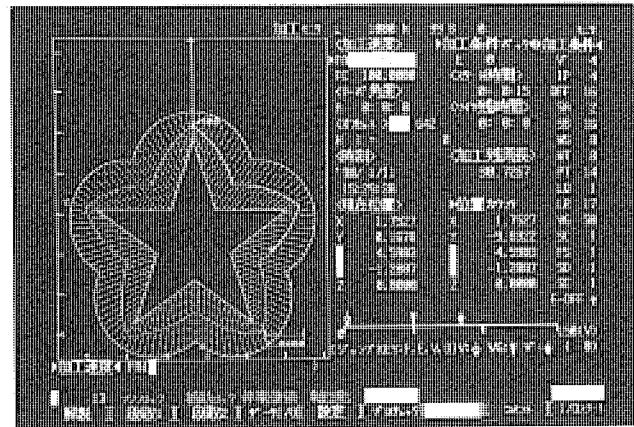


図10. グラフィック機能（モニタ画面）

は、基本操作画面のメインメニューに当たる解説画面である。従来、データ設定に対しては同様のシステムはあったが、機械の操作まで含んだシステムはこれが初めてである。

(3) 高度なグラフィック機能

グラフィック機能には、加工前にNCプログラムを確認するため、CRT上に加工形状の描画を行うチェック描画と、加工中の形状と加工の進行状況を描画するモニタ描画（図10）の2種類がある。Zシリーズでは、加工中であっても描画を行うことができるとともに、バックグラウンドで描画しているため、描画中に他の画面に切り替えても描画が中断することはない。また、加工をスタートするだけでプログラム番号の選択やスケール値の設定が自動で行われ、加工中の形状モニタが容易に実行できる。さらに、チェック描画とモニタ描画を同時に独立して行うことができるので、加工中の形状描画を行いながら、別のNCプログラムのチェックを同時に行うことができ、作業能率が向上する。

(4) マルチウインドウ

CRT画面を2分割することによって、左右に別々の画面を呼び出して、内容を確認したり、データを設定したりできるようになっているので、操作性が格段に向上した。

4. む す び

以上、当社が長年培った技術を結集して開発した新世代ワイヤ放電加工機Zシリーズの新技術を中心に解説した。

ワイヤ放電加工機に対するユーザーニーズは更に多様化し、また要求性能も向上し続けていくであろう。これらの要求にこたえるべく、今後ともユーザーニーズの収集を積極的に行うとともに、新技術の開発に一層努めていく所存である。

中部電力(株)東信変電所納め 275kV 250MVA分路リアクトル内蔵変圧器

塩入佳孝* 江川 武* 三浦良和** 祖開克二** 中塚昭治**

1. まえがき

最近の電力系統の高電圧化、長距離送電化、都市部の高電圧ケーブル系統の拡大等に伴い、系統の進相容量補償はますます重要になってきている。これに対処するために、変電所には軽負荷時の無効電力吸収用やケーブル充電容量の補償用として、分路リアクトルを設置する場合が多い。中部電力(株)の例では、主変圧器容量に対する分路リアクトルの設備容量は表1のようになっており、275kV以上のはほとんどの変電所に分路リアクトルが設置されている。

一方、都市部における変電所の建設は、地価高騰、用地難等から地下式変電所とする場合が多くなっており、所要スペースの削減、建設コストの低減がますます必要となっている。

三菱電機(株)では、高電圧、大容量変圧器及び分路リアクトルに外鉄形構造を採用しており、その基本構成上、鉄心構造や巻線配置の組合せを工夫することにより、多様な機能の変圧器を作ることが可能であり、これまでにも独立電圧調整スプリット巻線変圧器や完全一体形負荷時相調整変圧器等⁽¹⁾の多機能・高機能変圧器を製作している。

この外鉄形の設計自由度の大きい特徴を利用して、中部電力(株)松ヶ枝変電所向け275/154/31.5kV 450/450/135MVA主変圧器と31.5kV 40MVA分路リアクトルの複合一体化について検討の結果、分路リアクトルのシールド鉄心を主変圧器の鉄心と共にした“分路リアクトル内蔵変圧器”を開発することとした。

分路リアクトル内蔵変圧器は、地下式変電所等の所要据付けスペースの削減に非常に効果があり、松ヶ枝変電所では分路リアクトル室が不要となり、建設費の低減に大きな効果を発揮できる。同変電所は、名古屋市内への超高压導入の拠点となる重要変電所のため、適用に先立ってこの複合一体化技術を中部電力(株)東信変電所向け2号275/77kV 250MVA主変圧器に先行採用することとなり、このたび77kV 20MVA分路リアクトルを複合一体化した世界でも初めての“分路リアクトル内蔵変圧器”の完成をみたので、その概要を紹介する。

2. 定格及び仕様

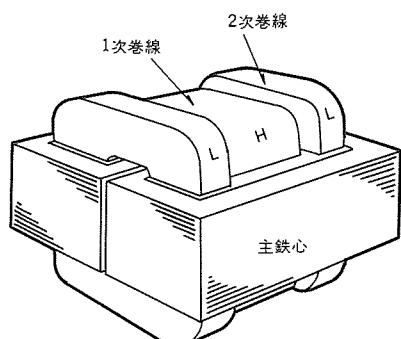
東信変電所納めの2号“分路リアクトル内蔵変圧器”の定格・仕様は、次のとおりである。

形 式：特別三相 60Hz 外鉄形 送油風冷式

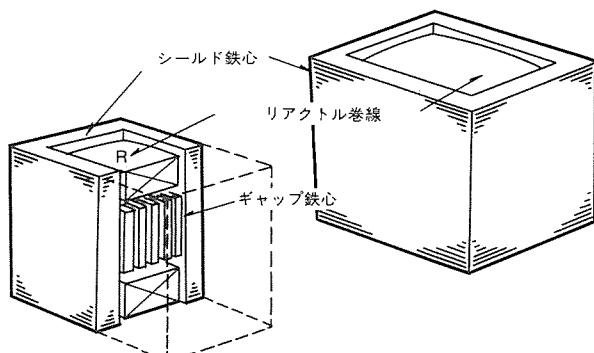
表1. 中部電力(株)における分路リアクトルの設備容量

	分路リアクトルの平均設備容量率	分路リアクトルの単位容量
500kV変電所	約5%	100MVA
275kV変電所	約12%	20~60MVA
154kV変電所	約10%	10~30MVA
77kV変電所以下	(分路リアクトルなし)	—

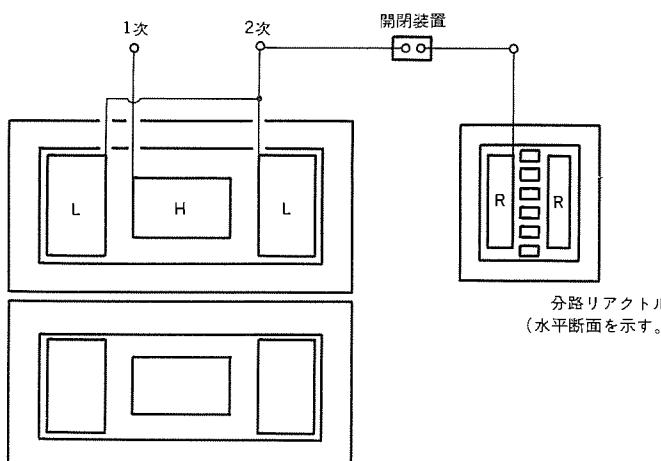
分路リアクトル内蔵負荷時タップ切換変圧器
容 量：一 次 250MVA
二 次 250MVA
リ アクトル 20Mvar
電 圧：一 次 $275 \pm 2.5 \text{ kV}$ 星 形



(a) 外鉄形変圧器の構造



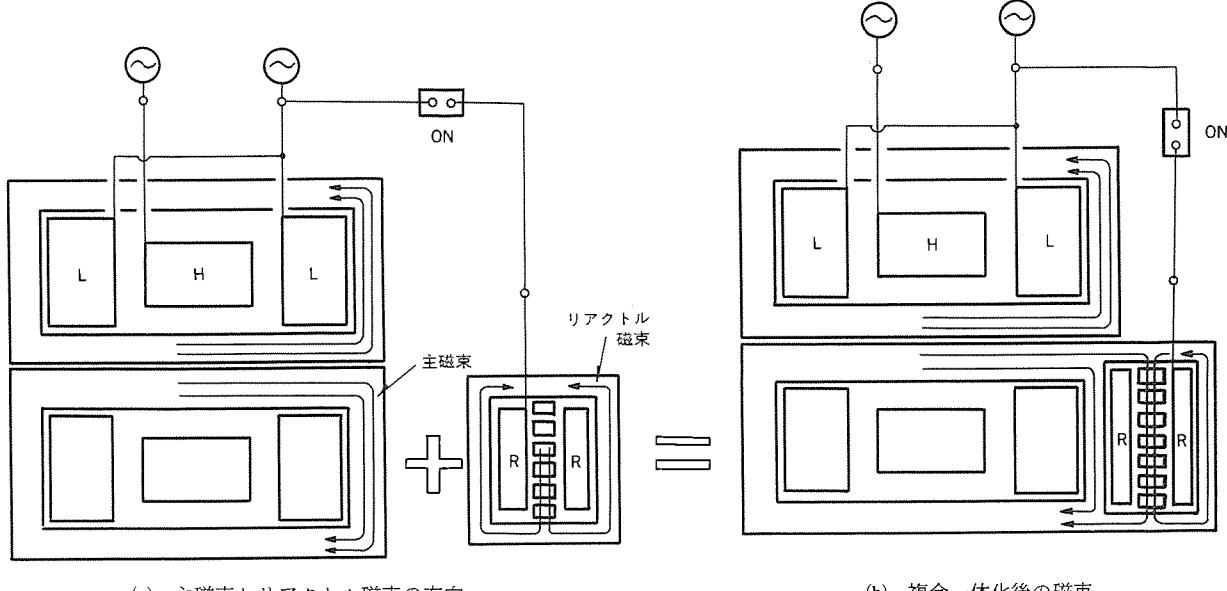
(b) 外鉄形分路リアクトルの構造



主変圧器(水平断面を示す。)

(c) 主変圧器と分路リアクトルの接続

図1. 外鉄形変圧器及び分路リアクトルの構造と接続



(a) 主磁束とリアクトル磁束の方向

(b) 複合一体化後の磁束

図2. 複合一体化の原理（リアクトル巻線接続時の磁束の流れ）

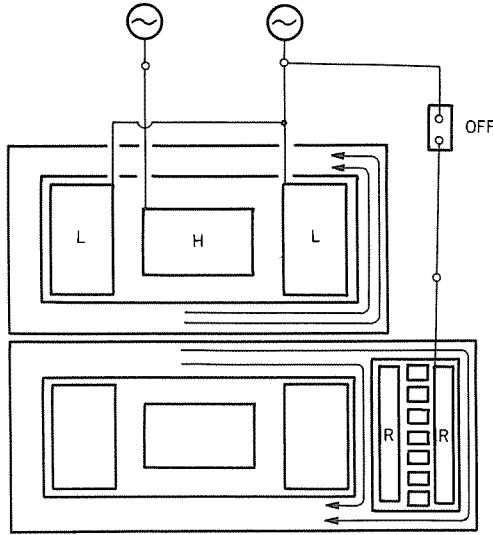


図3. リアクトル巻線開放時の磁束の流れ

二次 77kV 三角形
リアクトル 77kV 三角形
絶縁階級：一次線路 200号
一次中性点 80号
二次 70号
リアクトル 70号
インピーダンス：一次・二次間 22% (250MVA基準)
リアクトル 296Ω / 相
騒音：60ホン (変圧器, 分路リアクトル共105%励磁)

今回製作した“分路リアクトル内蔵変圧器”は、分路リアクトル側の連続運転過電圧として定格電圧の105%を採用した。このため、騒音・振動については、主変圧器側も含めて105%電圧の仕様となっている。

3. 基本構造と原理

外鉄形変圧器の鉄心構造は、図1(a)のように巻線がく(矩)形のため、同一幅の鉄心を水平に積層した構造となっている。一方、外鉄

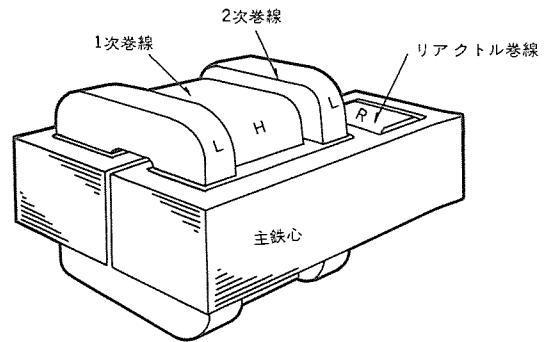


図4. 複合一体化構造

形分路リアクトルも、図1(b)に示すように外鉄形変圧器の主脚鉄心部分をギャップ鉄心に置き換えたもので、巻線外周には同一幅の鉄心を水平にコイル高さと同程度に磁気シールドとして積層した構造で、外鉄形変圧器と類似の構造となっている。

このため、変圧器のヨーク鉄心と分路リアクトルのシールド鉄心との一部共用化も容易に行うことができる。

今、分路リアクトルが図1(c)のように開閉装置を介して、変圧器二次側に接続される場合を考え、両者が励磁状態のときの主変圧器の主磁束の方向と分路リアクトルのシールド鉄心内磁束（以下、リアクトル磁束と称す。）の方向が、図2(a)のように互いに逆向きになるように配置すると、隣接する主変圧器と分路リアクトルの鉄心の磁束量は、主変圧器の主磁束とリアクトル磁束の差分となる。

次に図2(b)のように、この鉄心部分を結合して共用化すると、鉄心断面積は上記の磁束量に見合う分だけあればよく、次式のように低減することが可能となる。

共用部の鉄心断面積 = 主変圧器鉄心断面積 - シールド鉄心断面積

これは、図2(a)の左右のシールド鉄心を省略した分路リアクトルを、主変圧器のヨーク鉄心を分割して挿入した状態と等しいことを示しており、複合一体化によって分路リアクトルの両サイドのシールド鉄心が不要となることを表している。

なお、リアクトル巻線側の開閉装置が“OFF”の時の主変圧器の主磁束は、図3のように共用鉄心部とシールド鉄心部に、各々の鉄

心断面積に応じて分流し問題なく運転できる。変圧器を停止し、リアクトルのみの単独運転も同様に問題なく行うことができる。複合一体化後の中身構造を図4に示す。

4. 複合一体化構造

主変圧器はもとより、分路リアクトル側も豊富な実績を持つ外鉄形構造をそのまま採用しており、信頼性の高い絶縁技術、冷却技術及び製作技術等長年培ってきた外鉄形変圧器の技術開発成果を、余すことなく発揮できる特長を持っている。

複合一体化に伴い、機器単独の場合と異なる点は、共用鉄心部の構造と共油構造であり、次のようになる。

4.1 鉄心接合形状

主変圧器へ分路リアクトルを複合一体化する場合、幅寸法の異なる鉄心の接合が必要になるが、外鉄形構造の場合どちらも各々同一幅の鉄心を水平に積層した単純な構造の上、両者同様の鉄心構造のため、互いに共用化、接合することは容易である。

すなわち、図5のように、主変圧器の鉄心外形寸法に分路リアクトルのシールド鉄心外形を合わせるとともに、主変圧器の鉄心積み

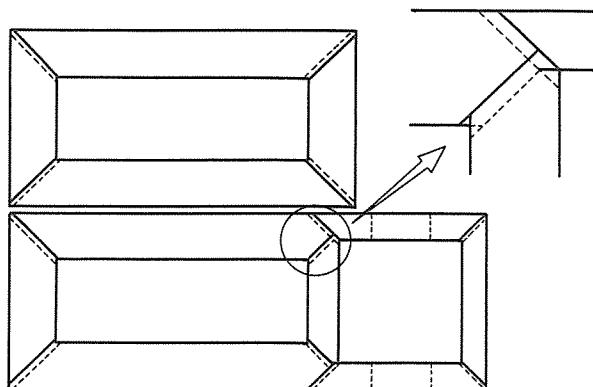


図5. 鉄心接合形状 (水平断面を示す。)

高さが分路リアクトルのシールド鉄心積み高さとなるように分路リアクトルを設計すればよい。また、鉄心接合形状は損失低減のため、鉄心に磁気特性の良い方向性けい素鋼板を使用するので、磁化容易な方向へ磁束が流れるように図5に示すような45°斜角接合(ラップジョイント)とした。

4.2 鉄心締付構造

主変圧器側鉄心及び共用鉄心部は、変圧器単独の場合と同様にタンクに設けたコア押えにより、タンク側板の張力で強固に締め付けることができるフォームフィット構造(図6)を採用している。

リアクトル巻線側は、図7(a)に示すように短冊状の鉄心を非磁性鋼(SUS)板の支え板に貫通形の締付ボルトで固定、一体化した“多層はり構造のギャップ鉄心”を採用している。このギャップ鉄心は、作用力の方向に非磁性鋼板の支え板が通してあり、支持構造の不連

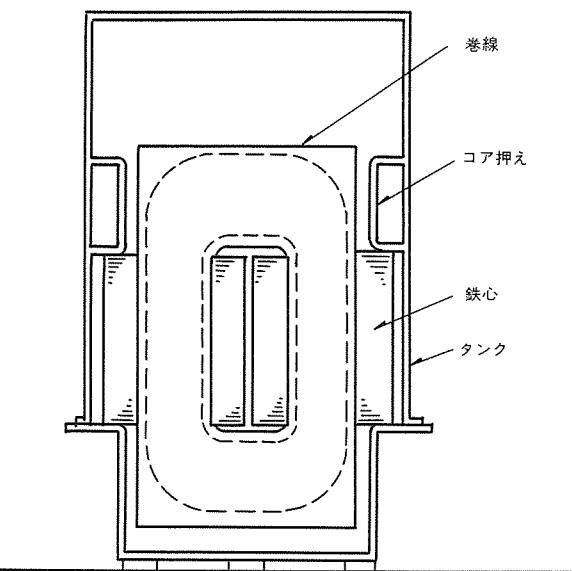
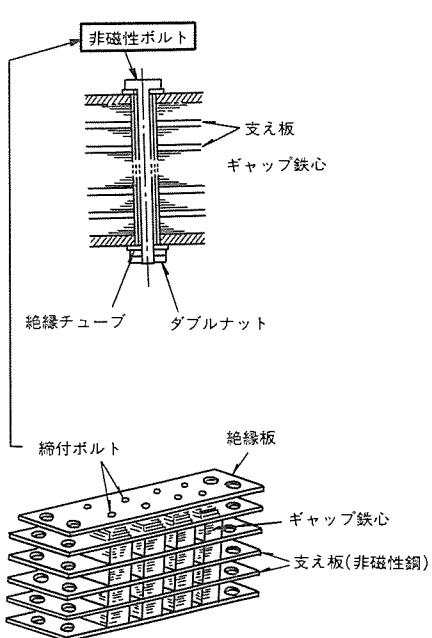


図6. 変圧器の鉄心締付構造 (フォームフィット構造)



(a) 多層はり(梁)構造のギャップ鉄心

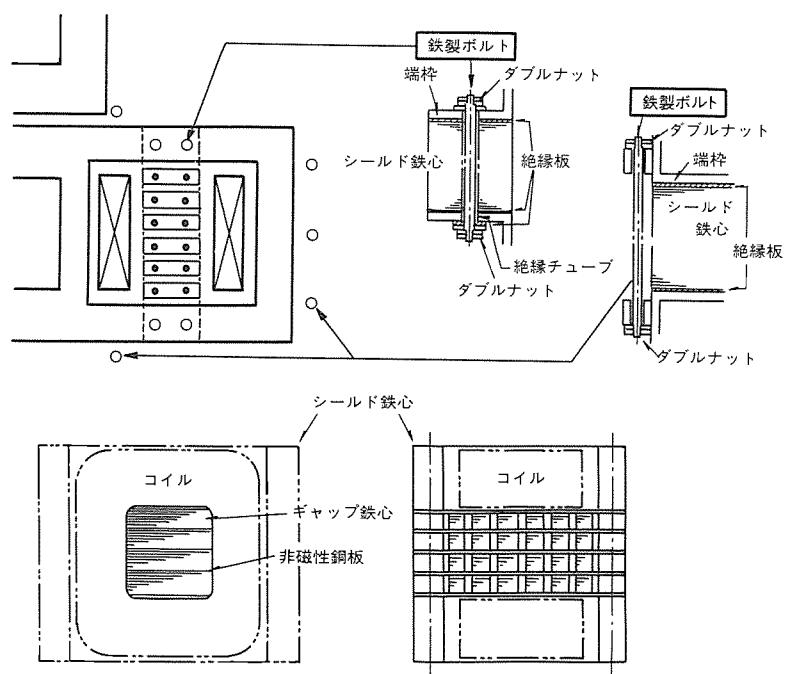


図7. 分路リアクトル側の鉄心締付構造

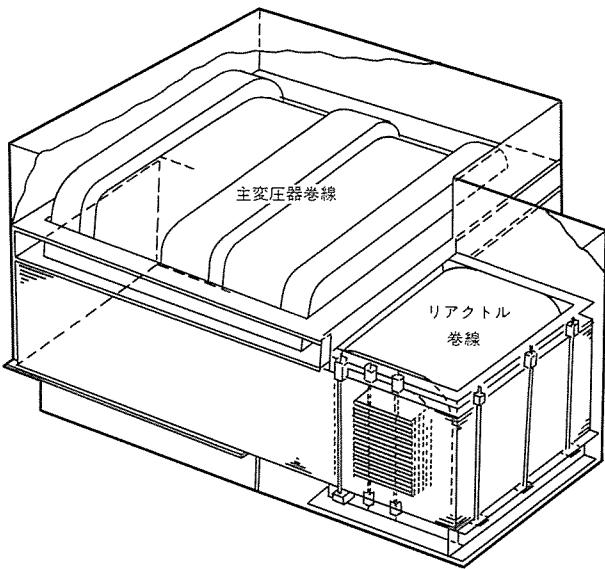


図 8. 分路リアクトル内蔵変圧器の全体構造

続点がなく高い剛性を持っている。その上、この支え板の両端を磁気シールド鉄心内へ挿入し、貫通ボルトで強固に締め付け一体化しているため、鉄心全体の剛性は格段に高くなり、振動レベルが大幅に抑制されるとともに振動に対する信頼性の高いものとなっている。

この締付構造を図 7 (b)に、また分路リアクトル内蔵変圧器全体の構造を図 8 に示す。

4.3 冷却構造

主変圧器、分路リアクトル共に、コイルは冷却面積の広い矩形平板コイルで冷却ダクトが垂直に配置されているため、油流の方向が自然対流の方向と一致した冷却効果の良い構造となっており、フォームフィット構造により、大部分の油が巻線内を通過する構造となっている。

今回、一体化に当たって、容量が大きく負荷の変動する主変圧器と容量は小さいが、運転時には常に定格負荷となる分路リアクトルと同じ冷却器で冷却するため、次のような冷却構造を採用した。

(1) 特別三相のため、上部タンクは共油構造で、それ以外は各相単独のタンクとなっているが、さらに下部タンク部で主変圧器と分路リアクトルを仕切った。

(2) 冷却装置の送油ポンプによって循環する油は、共通ヘッダを介して主変圧器と分路リアクトルの下部タンク（合計 6 区分あり。）へ送り込まれ、巻線内を上昇して上部タンクで合流して冷却装置へ戻るが、この下部の共通ヘッダから下部タンク間の配管部分で分路リアクトル側にオリフィスを挿入し、油量調整を行った。

(3) 冷却装置は、常用 7 台（予備なし。）のユニットクーラーで構成されており、主変圧器側軽負荷時の補機損低減のために群制御を行うが、このとき分路リアクトル側は常に定格運転となり、リアクトル巻線の温度が高くなる。このため、リアクトル巻線の損失密度を低減するとともに、相対的にリアクトル側の循環油量が多くなるようにして、リアクトル巻線の温度上昇を変圧器巻線より十分低くなるように配慮した。

5. 特長

5.1 高効率

主変圧器側は、新 E 形絶縁構造の採用、コイル導体の細線化等の低

表 2. 先行製作器の鉄心振動 (105% 励磁)

	鉄心振動 (μ_{0-p})			
	変圧器側	ギャップ鉄心	シールド鉄心	鉄心接合部
変圧器のみ運転	0.8	0.7	0.7	0.9
リアクトルのみ運転	0.75	1.1	0.8	1.4
変圧器 リアクトル } 同時励磁	0.77	1.1	0.9	1.7

表 3. 誘起電圧の測定結果（定格電流に対する百分率で示す。）

	誘起電圧 (%)	
	変圧器側	リアクトル側
変圧器のみ運転		0.17
リアクトルのみ運転	8.3	

表 4. 複合一体化による寸法、重量及び損失の比較

(1) 外形寸法比較

	従来形		分路リアクトル複合 一体形主変圧器	面積比
	主変圧器	分路リアクトル		
寸法 (m)	14.1(W) × 7.3(L)	6.0(W) × 5.9(L)	15.5(W) × 7.8(L)	
面積 (m ²)	103	36	121	87
	合計 139			

(2) 重量と損失の比較

	従来形		複合一体形	複合一体形/従来形
	総合	リアクトル分	総合	リアクトル機分
中身重量 (トン)	144	18	141	14.5
油量 (kℓ)	58	8	55	5
総重量 (トン)	292	40	278	25
損失 (kW)	310	70	292	52

注※ 損失は主変圧器41%負荷時の値で示す。

損失化技術⁽²⁾及び特性の優れた薄板けい素鋼板の採用等によって損失を低減し、高効率を実現した。分路リアクトル側も、空間を有効に利用した外鉄形独自の“多層はり構造のギャップ鉄心”の採用によってコンパクトとなり、磁束の曲がりが小さくコイル漂遊損失が少ないので、加えて鉄心平面に侵入するフリンジング磁束が小さく、鉄損の増加がないなど本質的に低損失な特長を持っている。

さらに、複合一体化に際しては、分路リアクトル側で巻線の巻回数を少なくしてギャップ鉄心部の断面積を増加、いわゆる鉄機械化して銅損を低減した。この場合、分路リアクトルの周囲のシールド鉄心は、その大半が主変圧器側の鉄心を共用化しているため、鉄機械化による鉄損の増加が少くなり、全体として損失の低減を図ることができる。

5.2 低騒音・低振動

外鉄形変圧器では、フォームフィット構造によって鉄心が全周にわたってタンク側板の張力で均一に締め付けられるため、低騒音・低振動となっており、分路リアクトルも外鉄形ギャップ鉄心構造によって効果的に振動抑制を図ることができ、低騒音・低振動となっ

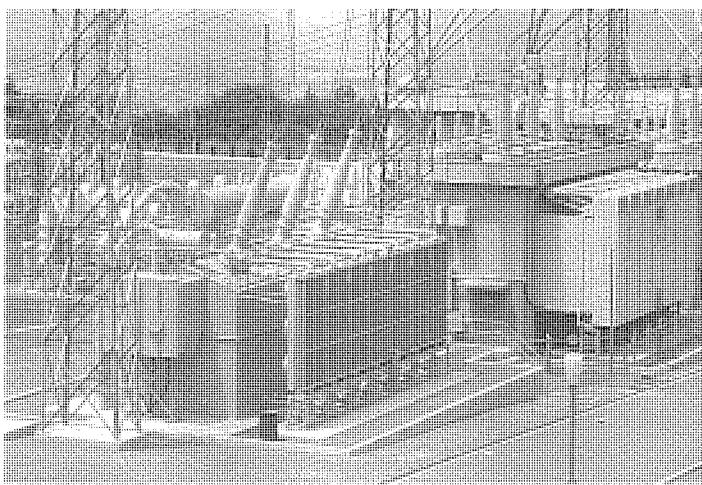


図9. 275kV 250MVA分路リアクトル内蔵変圧器
(右側は既設275kV250MVA変圧器)

ている。

分路リアクトル内蔵変圧器でも、共用鉄心部を含めて主変圧器側はフォームフィット構造を採用し、分路リアクトル側は端枠で鉄心締付けを行うことにより、各々の鉄心締付構造をそのまま踏襲し、低騒音・低振動の特長をそのまま生かせる構造を採用した。

6. 試験

この変圧器は特別三相となっているため、その一相分を先行製作し、検証試験を実施した。検証試験は、一般試験に加えて複合一体化に伴う検証試験を実施し、すべて良好な結果を得た。特に、複合一体化にかかる試験を列記すると下記のようになる。

(1) 振動・騒音測定

主変圧器鉄心、リアクトル部ギャップ鉄心及びシールド鉄心に加速度素子を固定し、主変圧器及び分路リアクトルの各々単独励磁時と同時励磁の3ケースについて振動を測定するとともに、騒音測定を行った。振動は表2に示すように、105%励磁で数ミクロン以下と非常に良好であった。

(2) 誘起電圧の測定

この方式の分路リアクトル内蔵変圧器の場合、鉄心の一部を共用化しているので磁気的結合があり、主変圧器あるいは分路リアクトルが無課電の場合でも若干電圧が誘起される。この誘起電圧の測定結果を表3に示す。ただし、機能面では各々単独設置の場合と同じ扱いでよく、各々単独運転をすることができ、停止機器側の巻線を接地しても何等問題ない。

この外に、主変圧器投入時、励磁突流によって鉄心飽和が生じた

場合、磁束の一部が分路リアクトル巻線に鎖交するようになり、電圧を誘起することがある。この電圧は投入条件によって種々異なる値となるが、最大で定格電圧の約20%となる。

これらの誘起電圧は、定格電圧よりかなり低く、絶縁上は全く問題のない値である。

(3) 油流量と圧力損失特性の測定

先行製作器は試験用の冷却器を使用し、油回路に油量調整バルブを設け、主変圧器と分路リアクトルの油流量を変化させ、圧力損失特性を測定し、実器の分路リアクトルの油配管に挿入したオリフィスの設計に反映した。

この先行製作器を組み込んだ特別三相変圧器は、製品試験でも良好な結果を得た。

7. 複合一体化の効果

複合一体化の効果は、次のとおりである。

- (1) 据付けスペースが縮小でき、基礎の設置費用も低減できる。
 - (2) 分路リアクトル分の損失が低減できる。
- 主変圧器の鉄心の一部共用化により、中身重量の低減とともに損失が低減できる。
- (3) 単独設置に比べ、部品類の重複が解消でき、保守・点検も容易となる。
 - (4) 輸送や据付け工事が軽減される。

- (5) 複合一体化しても、機器運用上は単独設置の場合と変わらない。
- 表4に、単独設置の場合と、複合一体化した場合の寸法、重量、損失比較等を示す。図9に、この“分路リアクトル内蔵変圧器”的完成写真を示す。

8. むすび

三菱電機では、外鉄形構造の特長を生かして、多様化するニーズにこたえるべく、種々の多機能・高機能変圧器を開発、納入している。特に主変圧器と分路リアクトルを鉄心の一部を共用し、複合一体化した分路リアクトル内蔵変圧器は世界で初めての製品であるので、その概要を説明した。

今後、この成果を次期松ヶ枝変電所向けの分路リアクトル内蔵変圧器へ反映するとともに、一層の開発努力を続け、発展させて、変電所の高度化に寄与していきたいと考えている。

参考文献

- (1) 祖開ほか：三菱電機技報, 62, No.12, p.1078 (1988)
- (2) 菅ほか：三菱電機技報, 56, No.7, p.534 (1982)

8 K×8 / ×9 ビット超高速SRAM

藤野良幸* 木原雄治* 古賀 剛* 秋山義雄** 佐合良教**

1. まえがき

MOSスタティックRAM (SRAM) は、動作タイミングが簡単なうえ、使いやすく低消費電流、また他メモリに比べて高速なアクセスタイムが得られるといった利点から、コンピュータをはじめとする多くの電子機器、ICカードなど広範囲に利用されている。

MOSスタティックRAM市場は、使いやすいバイト構成の中速品が最も大きく、比較的小規模なシステムでも数多く使用されている。しかし、近年の高速処理化の要求に伴い、さほど高速化を要求されていなかったバイト構成の電子機器の高速化要求が高まってきている。小規模システムの一つでもあるパソコンシステムでも、高速キャッシュメモリの必要性はCPUクロックの高速化に伴って一層高くなっている。このような市場動向の中で、アクセスタイム15nsの8 K×8 ビット及び8 K×9 ビットの超高速SRAM (M5M5178A/M5M5179A/M5M5180A) を開発した。

ここでは、この超高速8 K×8 / ×9 ビットSRAMのアクセスタイム15nsを実現するために用いた設計技術、製造技術及び電気的特性を紹介する。

2. 開発のねらい

- (1) バイト構成SRAMの高速化及び省スペース化の要求を実現し、かつ最先端CMOSプロセスにおいて得られるアクセスタイムの限界をも考慮し、15nsの品種が十分供給できるようTypicalなアクセスタイムが10ns程度になるようにする。
- (2) パソコンシステムに最適な機能であるアドレスラッチに着目し、システム設計時にICの削減及びコンパクト設計ができる、省スペース型コンピュータのキャッシュメモリに最適な機能を持つ品種を新たに追加した。チップは、次の3品種生産可能とする。3品種のうち、8 K×8 ビット及び8 K×9 ビットは、同一チップによるボンディングオプションで作成、他の1品種8 K×8 ビットアドレスラッチ付きはアルミ配線のマスク1工程のみで作り分ける(図1)。

● 8 K語×8 ビット構成でI/Oコモン (M5M5178A)

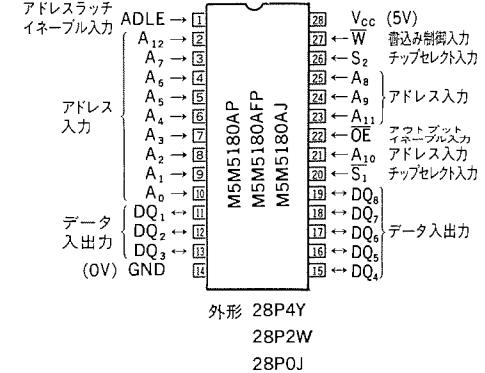
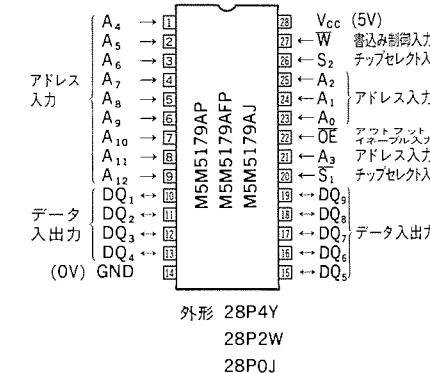
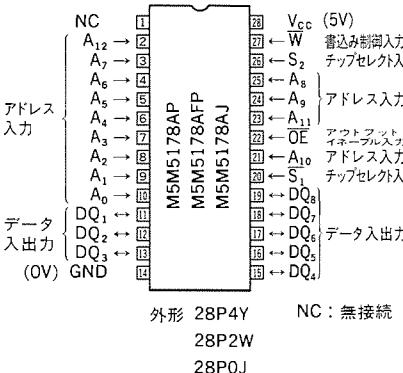


図1. ピン配置図

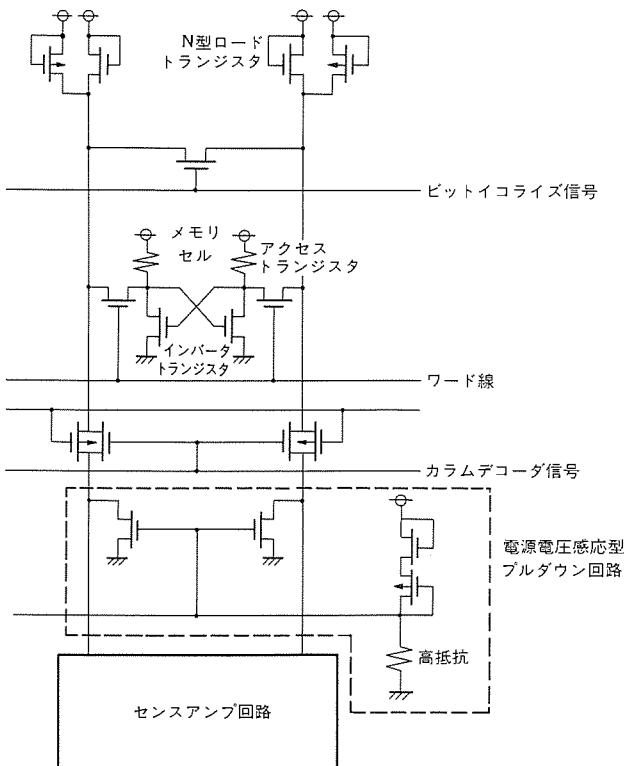


図2. 電圧感応型プルダウン回路

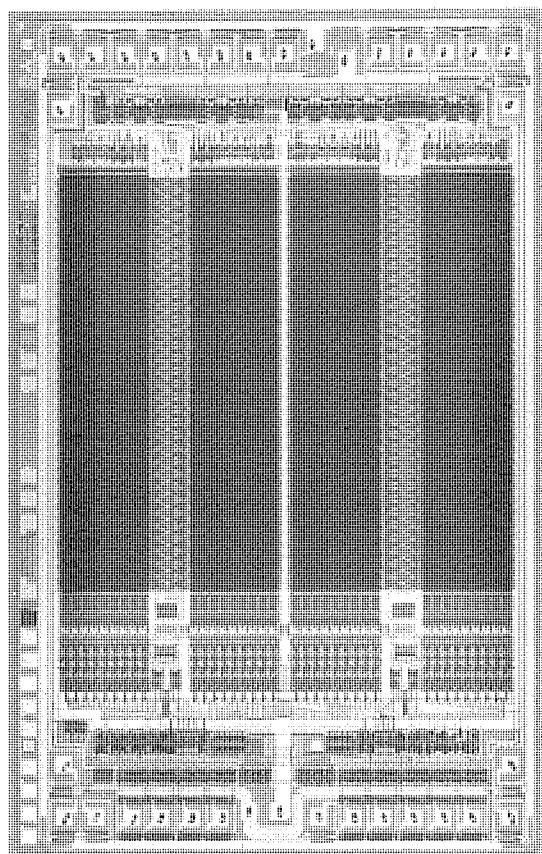


図4. チップ写真

今回開発された3品種は、I/Oピンが8本及び9本と多数のため、電源ノイズの問題も考慮する必要がある。この対策として、出力バッファをN-Nタイプとし、出力信号の変化によるリング、ノイズ防止を行った。また、電源配線にも工夫をし、ノイズ防止を行った。

3.4 アドレスラッチ機能の応用

図3は、ダイレクトマップ方式の容量32Kバイトキャッシュシステムを、M5M5180Aを用いて構成した場合のブロック図である(接続されるMPUは、32ビットを想定している)。M5M5180Aは、アドレスラッチを内蔵しているので、MPUアドレスバスとキャッシュメモリの間に必要であったアドレスラッチ用ICが不要となり、IC数の削減が可能となる。また、アドレスラッチ用ICにより、発生するディレイを考慮する必要もなく、OEピンを利用することによってデータバスとキャッシュメモリを直結し、バッファ用ICを省くことも可能である。このように、M5M5180Aをキャッシュメモリとして使用した場合、アドレスアクセスのタイミングマージンの確保、ICの削減、また表面実装用パッケージを用いた場合、よりコンパクトな実装ができる。

4. 製造プロセス

今回の高速SRAM製造プロセスは、N基板ツインウェルCMOS、3層ポリシリコン(ポリサイドを含む)、1層アルミプロセスから成り中速1MSRAMプロセスと同様である。表1に主なプロセスパラメータを示す。メモリセルの素子分離には、修正LOCOS法を採用し、バーズピークの低減に努めている。第1ポリシリコン(WSi_xポリサイド)は、ゲート電極及びワード線、第2ポリシリコンはメモリ電源線とクロスカッフル線、第3ポリシリコンは高抵抗用いている。ゲート電極は、ポリシリコンとシリサイドの2層構造でシリ

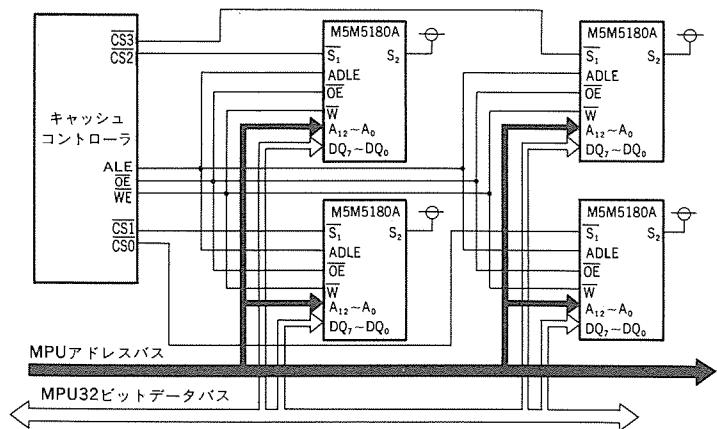


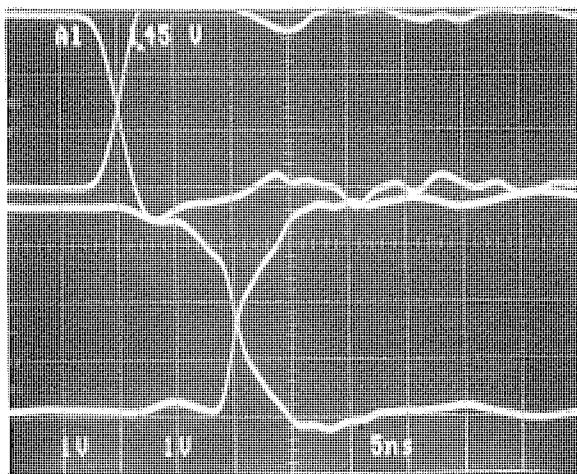
図3. アドレスラッチ機能の応用 (M5M5180A)

表1. プロセスパラメータ

項目	パラメータ
プロセス	3層ポリシリコン 1層アルミ配線
ゲート電極	WSi _x ポリサイド
ゲート長 (NMOS) (μm)	0.9
ゲート長 (PMOS) (μm)	1.1
ゲート酸化膜厚 (Å)	180
多結晶シリコン(線幅/間隔) (μm)	1.0/0.9
コンタクトホール (μm)	0.9×0.8
アルミ配線(線幅/間隔) (μm)	1.5/1.0

ゲインを有効に使えなくなるためによる。図2に示すように、この対策としてビット・ビットバー線にP型トランジスタ及びI/O線に電圧変動感応型プルダウン回路を挿入して電圧変動に対する対策を行った。

3.3 ノイズ対策



(a) アドレスアクセス

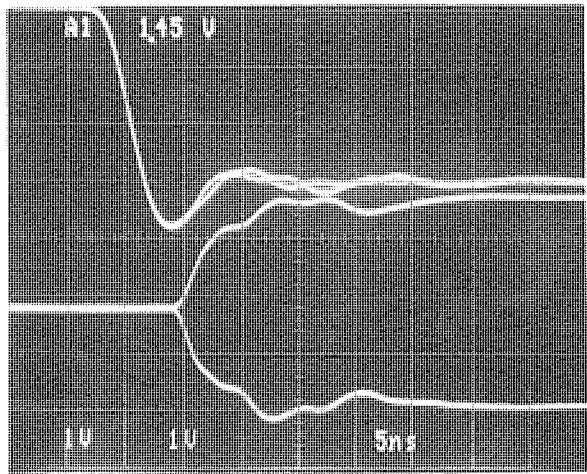


図5. 波形写真

図6 アクセスタイムSHM00

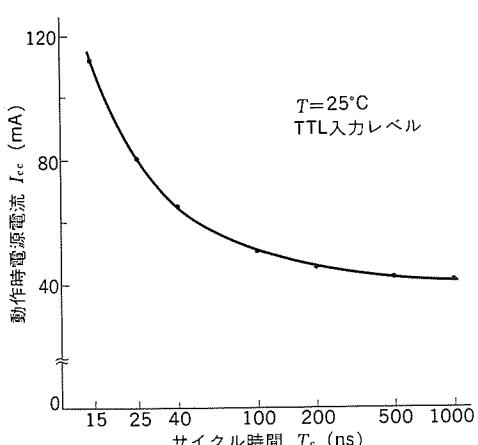


図 1. 電源電流特性

サイド材料にタングステンシリサイドを用い低抵抗化を図っている。設計ルールは、 $0.8\mu\text{m}$ ルールを用い、ホットキャリア効果によるトランジスタ特性劣化防止のためLDD構造とし、P型、N型共に同程度のゲート長とした。ゲート長は、Nチャネルトランジスタ $0.9\mu\text{m}$ 、Pチャネルトランジスタ $1.1\mu\text{m}$ である。

表2. M5M5178A/M5M5179A/M5M5180Aの特長

	16K語×8ビット (M5M15178A) 16K語×8ビット (M5M15179A)	16K語×8ビット (M5M15180A) アドレスラッチ付き
プロセス	3層ポリシリコン 1層アルミ配線	
メモリセル	高抵抗負荷型 NMOS	
メモリセルサイズ (μm)	8.0×10.5	
チップサイズ (mm)	5.53×3.53	
使用電源	5V単一	
入出力レベル	TTL	
アドレス アクセス時間 (ms)	15/20/25 (最大)	20/25 (最大)
チップセレクトアクセス時間 (ms)	15/20/25 (最大)	20/25 (最大)
アウトプットイネーブル		
アクセス時間 (ms)	8/10/12 (最大)	8/10 (最大)
サイクル時間 (ms)	15/20/25 (最大)	20/25 (最大)
電源電流 (mA)	120 (25MHz)	
スタンバイ電流 (mA)	30 (25MHz)	

5. 電 氣 特 性

超高速 $8\text{ K} \times 8 \times 9$ SRAMのチップ写真を図 4 に示す。チップサイズは $5.53\text{mm} \times 3.53\text{mm}$ で 28 ピン 300 ミル幅のプラスチック SOJ, DIP 及び 450 ミル幅プラスチック SOP に収納可能である。図 5 (a) は、電源電圧 4.5V 室温時の M 5 M5179A の出力波形でアドレスアクセスタイムが 11ns であることが読み取れ、高速性能を示している。高温アクセス時の電源電圧依存性を図 6 に示す。 $T = 75^\circ\text{C}$ で 13ns を保っていることが分かる。動作時における電源電流のサイクルタイム依存性を図 7 に示す。サイクル時間 40ns で 80mA 以下となっている。ソフトエラー、ラッチアップでも極めて良い特性を示しており、実使用状態では全く問題にならないレベルである。また、アドレスラッチ機能を持つ M 5 M5180A は、外部クロック信号によってアドレスをラッチ状態とスルーリー状態に切り替えることができ、アドレスアクセスとしては 20ns はあるが、アウトプットイネーブル (OE) 信号によるアクセスは 15ns 品同等の 8 ns の特長を達成している (図 5 (b))。M 5 M5178A / 79A / 80A の特長、主要タイミング規格、タイミングチャートをそれぞれ表 2, 表 3, 図 8 に示す。

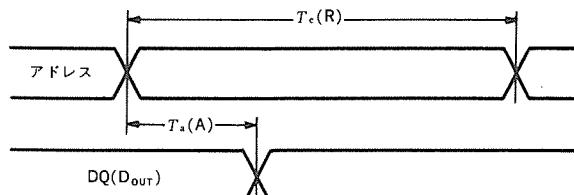
6. む す び

0.8μmルールのCMOSプロセスを用い、8K語×8／×9ビット

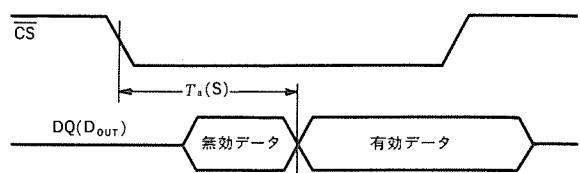
表3. 主要タイミング規格

単位: ns

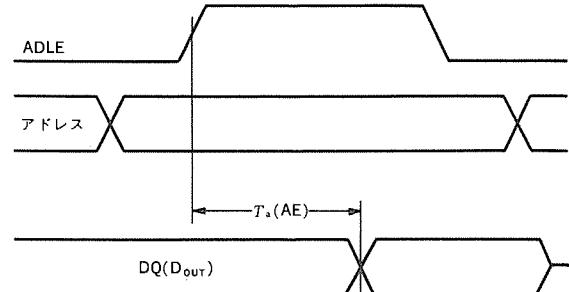
項目	規 格 値												
	M5M5178A				M5M5179A				M5M5180A				
	-15		-20		-15		-20		-20		-25		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
リードサイクル時間	t_{CR}	15		20		15		20		20		25	
アドレスアクセス時間	$t_a(A)$		15		20		15		20		20		25
チップセレクト1アクセス時間	$t_b(S1)$		15		20		15		20		20		25
チップセレクト2アクセス時間	$t_b(S2)$		12		15		12		15		17		22
出力イネーブルアクセス時間	$t_b(OE)$		8		10		8		10		8		10
ライトサイクル時間	t_{CW}	15		20		15		20		20		25	
ライトパルス幅	$t_w(W)$	8		10		8		10		15		18	
アドレスセットアップ時間	$t_{SU}(A)$	0		0		0		0		0		0	
チップセレクト1セットアップ時間	$t_{SU}(S1)$	12		16		12		16		16		20	
チップセレクト2セットアップ時間	$t_{SU}(S2)$	9		12		9		12		12		15	
データセットアップ時間	$t_{SU}(D)$	7		10		7		10		10		12	
データホールド時間	$t_h(D)$	0		0		0		0		0		0	
ライトリカバリ時間	$t_{REC}(W)$	3		3		3		3		3		3	
アドレスラッチ“H”時間	$t_{EH}(AE)$									6		7	
アドレスラッチ“L”時間	$t_{EL}(AE)$									6		7	
アドレスラッチ セットアップ時間	$t_{SU}(AE)$									5		5	
アドレスラッチ ホールド時間	$t_h(AE)$									3		3	



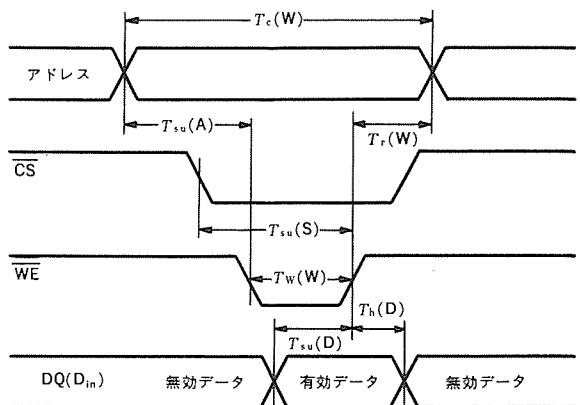
(a) 読出しサイクル (アドレスアクセス)



(b) 読出しサイクル (CSアクセス)



(c) 読出しサイクル (ADLEアクセス)



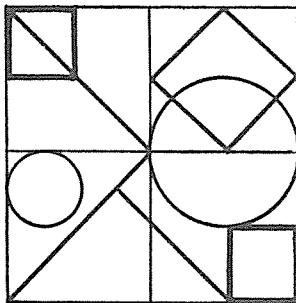
(d) 書込みサイクル

図8. タイミングチャート

の超高速SRAM, M5M5178A/79A/80Aを開発した。最新プロセス技術と高速化回路技術を用い、アクセスタイムが15nsのバイト構成のSRAMを実現することができた。SRAMの大容量化、高速性能化の要求は引き続き強まる中で、今後更に次世代の高速SRAMの開発を行う予定である。

参考文献

- (1) 菅野ほか: 三菱電機技報, 63, No.11, p.23 (1989)
- (2) 木原ほか: 三菱電機技報, 62, No.10, p.73 (1988)
- (3) 一瀬ほか: 三菱電機技報, 61, No.4, p.73 (1987)



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 知的財産専門部 TEL (03) 218-2139

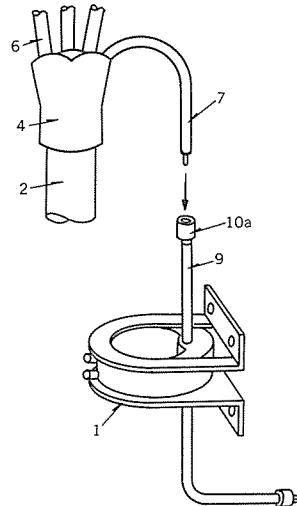
零相変流器 (実用新案登録 第1654752号)

考案者 三輪 義幸

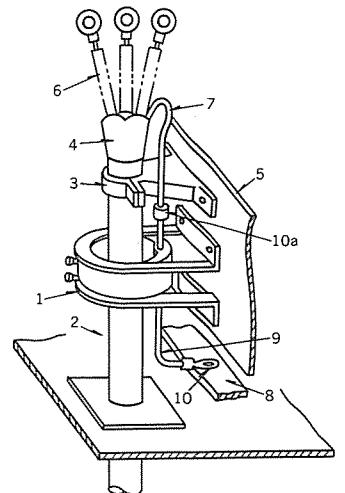
この考案は、配電盤等に引き込まれた外部ケーブルの端部に取り付けられる零相変流器に関するものである。

この考案に係る零相変流器(1)は、図1に示す如く、その本体を貫通して設けられた接地線(9)を有し、この接地線(9)の両端にはコネクタ(10)及び(10a)が取り付けられている。図2は図1の零相変流器(1)を外部ケーブルの所定の位置に取り付けた状態を示し、(2)は外部ケーブル、(3)はケーブル支持金具、(4)は端末処理材、(5)は支持板、(6)は芯線、(7)は金属シース線、(8)は接地導体、(10)はコネクタである。すなわち、以上のように構成された零相変流器(1)によれば、金属シース線(7)の配線作業は、その先端をコネクタ(10a)に接続し、コネクタ(10)を接地導体(8)に接続することによりなされる。なお、コネクタ(10a)は、図示のような圧着端子に限らず、金属シース線(7)の先端を接続するのに適したものであればどのような形態でもよい。したがって、従来のもののように、ケーブル端末処理後、金属シース線を零相変流器に逆貫通させて接地し、誘導電流を零相変流器に対してゼロとなるようにする必要がなくなる。

以上のように、この考案によれば、零相交流器に貫通する接地線をあらかじめ設けたため、零相交流器の設置に伴うケーブル処理が簡単になり、誤接地の危険性もなくなるという効果がある。



1



2

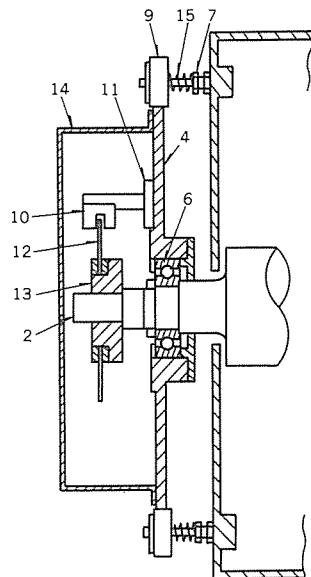
固定部固定装置 (実用新案登録 第1699645号)

考案者 坂本 清光

この考案は、サイリスタモータの分配器などのように回転軸上に取り付けられる固定部と回転部とからなる回転機における固定部固定装置の改良に関するものである。

すなわち、図に示す如く構成されたものにおいて、回転軸(2)が回転すると、固定部(4)は回転しようとするが、回り止めロッド(7)により固定部(4)の回転は止められる。回転軸(2)の遊動に対しては、回り止めロッド(7)に支承され固定部(4)の回転軸長手方向への動きを許すハウジング(9)内に収納されたストロークベアリング(図示せず)により、固定部(4)に取り付けられた回転検出器(10)と回転円板(11)とのギャップは変化することなく、運転できる。また、固定部支持軸受(6)は、1個しか設けられていないので、固定部カバー(14)の取付け及び構造が簡単になり、着脱が容易になるため、回転検出器(10)の調整、点検、取付けが簡単になる。なお、固定部支持軸受(6)を1個にした場合、回転軸(2)が回転すると固定部(4)外周は軸受(6)を中心にして軸方向に振動するが、これはストロークベアリングを収納するハウジング(9)と回り止めロッド(7)との間に、回転軸(2)の遊動の際に生じる軸方向の力と、固定部振動力に適応したスプリング(15)を取付けることにより解消される。

以上のように、この考案によれば、固定部内部の組立て、分解、点検、調整が容易にでき、また装置も安価になる。



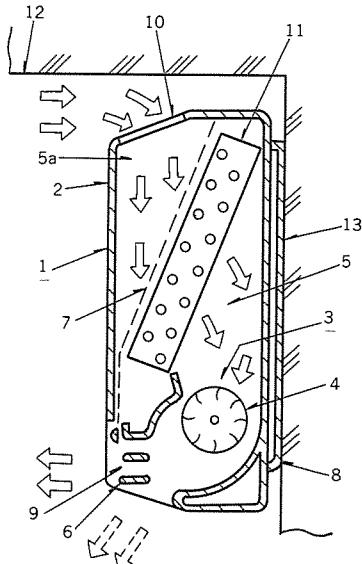
冷暖房機の室内ユニット (実用新案登録 第1556662号)

考案者 浅野 忠, 北住 基, 林 悅二, 新井 純一, 土屋 正敏

この考案は、冷暖房機の室内ユニットの改良に関するものである。すなわち、図に示す如く構成されたものにおいて、送風機(3)の運転により、羽根車(4)が駆動され、室内空気が吸入口(10)から吸込まれ、フィルター(7)、熱交換器(11)を経て空気調和され、吹出口(9)から室内へ送出される。このとき、吹出口(9)の風向調整板(6)を可動させて、冷房時は水平方向に、暖房時は下方向に吹出し空気の方向を調整する。この室内ユニットでは、吸入口(10)が外箱(2)の上壁面に開口し、吸入口(10)と熱交換器(11)との間に通風路(5)が消音室(5a)となっているので、送風機(3)及び熱交換器(11)で発生する騒音はフィルタ(7)及び消音室(5a)で消音されると共に、吸入口(10)からもれた騒音は天井面(12)の方向に向かうので、室内への伝播が抑制される。また、温風吹出し時の吸入口(10)と吹出口(9)との間の短絡現象(吹出口(9)から吹き出された温風が上昇して吸入口(10)に至り吸込空気と混じる現象)を防ぐことができると共に、天井面近くから室内空気を吸きるので、室温分布の均一化にも寄与する。

以上のように、この考案によれば、室内ユニット内で発生する騒音が上記ユニット前面から室内に伝播することを抑制することができる。

きると共に、吸入口と吹出口との間の空気流の短絡現象を抑制することができる。



〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 64 No. 8 映像音響機器と映像情報システム特集

特集論文

- 映像音響機器と映像情報システム特集に寄せて
- 映像音響機器と映像情報システムの展望
- カラーテレビジョン受像機“CZ 3”シリーズ
- 高画質ビデオ プロジェクション テレビ“45P-Z1”
- ハイビジョン ディスプレイ
- VTRのオートトラッキング技術
- VTRの高画質化技術
- カラービデオコピー プロセッサ“SCT-CP200”
- AVスピーカーにおける最新技術
- PD方式96kHzハイサンプリングPCM録音機

● 最新映像技術による次世代大型映像表示装置

- 高精細型オーロラビジョン
- テレビ会議システム
- カラー静止画テレビ電話
- 卫星通信利用社内教育・映像情報システムの構築
- ホームシアターシステム
- 大形ドームスクリーン向け音響システム
- AV機器のデザイン特性
- JR東海名古屋駅納め映像情報システム“MEDIA-ONE”
- 車載用ディジタルオーディオ テーププレーヤー

三菱電機技報編集委員

委員長 山田 郁夫
 委員 名畠健之助
 リ 福岡 正安
 リ 宇佐美照夫
 リ 風呂 功
 リ 大原 啓治
 リ 松村 恒男
 リ 紅林秀都司
 リ 吉岡 猛
 リ 鳥取 浩
 リ 柳下 和夫
 幹事 長崎 忠一
 7月号特集担当 佐竹 幸雄

三菱電機技報64巻7号

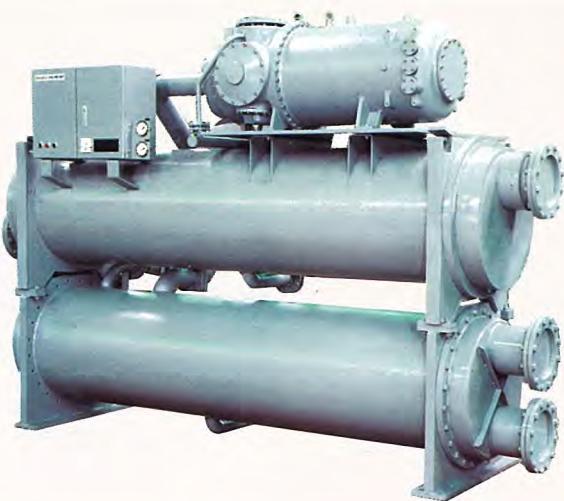
(無断転載を禁ず)

1990年7月22日 印刷

1990年7月25日 発行

編集兼発行人 長崎 忠一
 印刷所 東京都新宿区榎町7
 大日本印刷株式会社
 発行所 東京都千代田区大手町二丁目6番地2号(〒100)
 日本ビル 650号室
 三菱電機エンジニアリング株式会社内
 「三菱電機技報社」Tel.(03) 218局2806
 発売元 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地(〒101)
 株式会社 オーム社
 Tel.(03) 233局0641(代) 振替口座東京6-20018
 定価 1部721円(本体700円) 送料別
 年間予約は送料共9,373円(本体9,100円)

半密閉形シングルスクリュー圧縮機 スポットライト 搭載水冷式大形チーリングユニット



三菱電機では、産業界における冷凍機需要の動向(都市再開発・産業支援・環境問題・システム化対応)に応えるため、大形スクリュー圧縮機の分野で半密閉形、低振動、高信頼性のリキッドインジェクション方式シングルスクリュー圧縮機を開発し、これを搭載した水冷式大形スクリューチーリングユニット(50Hz 標準形140~750 USRT の12機種・省エネ形150~840 USRT の12機種 60Hz 標準形165~900 USRT の12機種・省エネ形 185~1010 USRT の12機種)を製品化し発売致しました。

特長

●冷媒：R-22使用

フロンによるオゾン層破壊が国際的な問題としてクローズアップされ、わが国でも昭和63年5月に国連環境計画でのモントリオール議定書の採択を受けて、「特定物質規制等によるオゾン層の保護に関する法律」が公布・施行されました。また、平成元年5月に開催された第1回締約国会議において採択された。「ヘルシンキ宣言」では、特定フロンの西暦2000年全廃を骨子とした規制強化の検討が具体化することになっています。当社の大形スクリューチーリングユニットは、冷媒として特定フロンに指定されていない「R-22」を使用しています。

●省エネルギー

高性能の水冷凝縮器ならびに満液式蒸発器を採用した「省エネルギー形シリーズ」では、定格条件(冷水出口：7°C、冷却水出口：37°C)において0.73~0.68kW/RTと高効率であり、エネルギー費が低減できます(「標準形シリーズ」では0.82~0.78kW/RT)。

●高信頼性

①シングルスクリュー圧縮機の圧縮機構はスクリューロータとゲートロータの最小部品点数で構成されています。
②リキッドインジェクション方式の採用により、吐出温度が吐出圧力の飽和温度相当と低く抑えられるため、過熱運転による油・冷媒の熱分解や熱劣化などのトラブルを解消しました。
③半密閉構造としているので、開放形に生じがちなシャフトシールからのガスもれ等の心配は一切なくなりました。

●高耐久性

①シングルスクリュー圧縮機の特徴であるバランス圧縮により、軸受荷重は極めて小さく、軸受の長寿命設計が可能となりました。

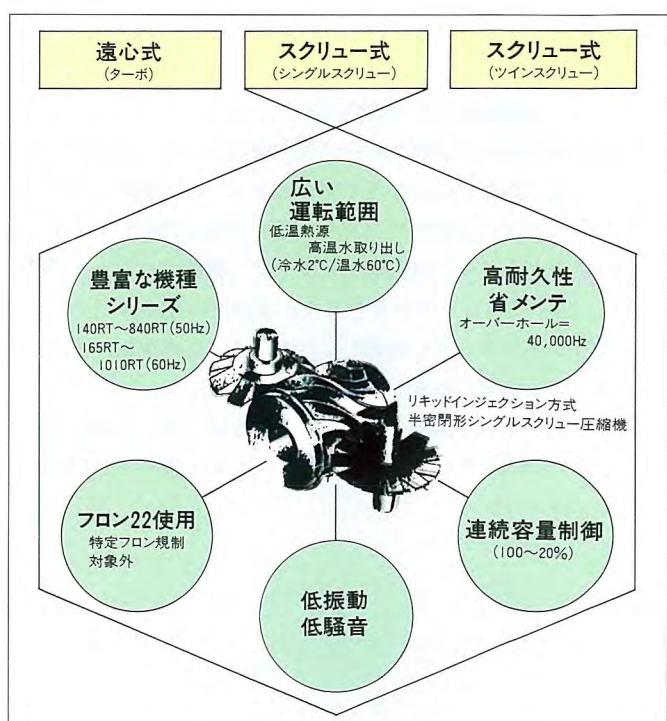
②摺動部のゲートロータには、摺動部性の優れたスーパーエンジニアリングプラスチックを使用しています。
以上のことからシングルスクリュー圧縮機のオーバーホールインターバルは、40,000時間(目安)を実現しました。

●低振動・低騒音

①シングルスクリュー圧縮機は回転圧縮方式のため、スクリューロータ1回転あたり6回の吐出を行うので、吐出ガスの圧力脈動も小さく低振動です。
(レシプロ圧縮機の1/5~1/10 [当社比])
②ゲートロータとスクリューロータは非金属接触で、高周波音がカットされソフトな音となっています。

●コンパクト

モータを圧縮機に内蔵した半密閉構造で、かつリキッドインジェクション方式のシングルスクリュー圧縮機であることから、モータ及び、油関係の付帯機器の小形化が可能になりコンパクト化を実現しています。



新世代ワイヤ放電加工機

スポットライズシリーズ

高性能ワイヤ放電加工機Z〔zi:〕シリーズは、多様化するユーザーニーズを積極的に取り入れると共に、機電制一体の斬新なデザインを採用した新世代ワイヤ放電加工機です。その開発コンセプトとして、①従来のイメージを一新する斬新なデザインの採用。②据付面積削減による省スペース化。③加工精度の向上。④メンテナンスを含めた操作性の向上。⑤自動化の推進。を設定しました。

特長

●省スペース化…機械本体、電源制御装置、加工液供給装置を集約した一体構造とし、当社従来比30%スペースを削減しました。

●高精度化

①新ワイヤテンション機構…ワイヤ電極の振動に対し、振動抑制するアクティブダンピングテンションコントロール方式を搭載し、テンション変動を従来の1/5以下に低減しました。

②新仕上回路(TL回路)…均一なエネルギーの群放電を高い周波数で発生させ、加工時の放電反発力によるワイヤ電極の振動を抑制することにより、太鼓形状を従来比1/2以下に改善しました。

③高精度位置決め(PI機能)…特殊パルスによりワイヤ電極と工作物の接触を検出し、高精度の位置決めが可能です。これにより、工作物が濡れている場合でも1μm程度の高精度位置決めが可能となり、基準面からの加工精度の向上が図れると共に、段取り作業の効率化が可能になります。

●高機能、高操作性化…32ビット制御装置の搭載

①インテリジェントオールデジタルACサーボ…ACサーボは、特性が温度によって影響を受けないため、安定した性能が維持できます。また、0.1μm単位の新方式のピッチエラー補正を採用し、高精度送りを実現しました。

②基本操作画面…段取りから、加工開始までの一連の基本操作を、絵と解説文によりガイダンスするため、操作に不慣れなオペレータにも簡単にワイヤ放電加工機を使用できます。

③高度なグラフィック機能…プログラム確認用のミック描画と、加工の進行をモニタするモニタ描画の2種類があり、各々バックグラウンドで描画しているため、描画中他の画面に切換えるても描画が中断しません。

④マルチウインド機能…CRT画面を2分割することにより左右別々の画面を呼び出して操作できるため、操作性が格段に向上しました。



仕様

仕様項目	仕様
最大工作物寸法(幅×奥行×高さ)	mm 650×500×260
工作物重量	kg 650
テーブル寸法(幅×奥行)	mm 690×530
テーブルストローク(X×Y)	mm 450×300
U/V軸ストローク	mm ±29×±29
テーパ加工角度	±14°/100mm
Z軸ストローク	mm 265
テーブル駆動方式(X×Y)	ACモータ
U/V軸駆動方式	ACモータ
Z軸駆動方式	ACモータ
ベッド下面からテーブル上面までの距離	mm 850
最小駆動単位	μm/パルス 0.1
最小設定単位	μm/パルス 0.1
U/V軸角度最小設定単位	(度分秒単位) 1° (度単位) 0.0001°
テーブル早送り速度	mm/min 1300
使用ワイヤ径	mm φ0.1~φ0.3
最大ワイヤ送り速度	mm/sec 250
ワイヤテンション	g 50~2500
機械本体寸法(幅×奥行×高さ)	mm 1430×1845×2360
機械本体重量	kg 2300

三菱レーザ式変位計ビルディングブロックタイプ

スポットライト《MELSENSOR-Bシリーズ》



ニーズの多様化に適したビルディングブロックタイプ変位計《MELSENSOR-Bシリーズ》を開発しました。今回製品化しました変位計MD-B形は、従来のセンサの形態を一新した、これから時代にマッチした新形高精度変位計です。拡散面または鏡面に適したセンサの選択、外部機器とのインターフェースも種々備えており、用途に応じて最適なシステムが構築できます。

特長

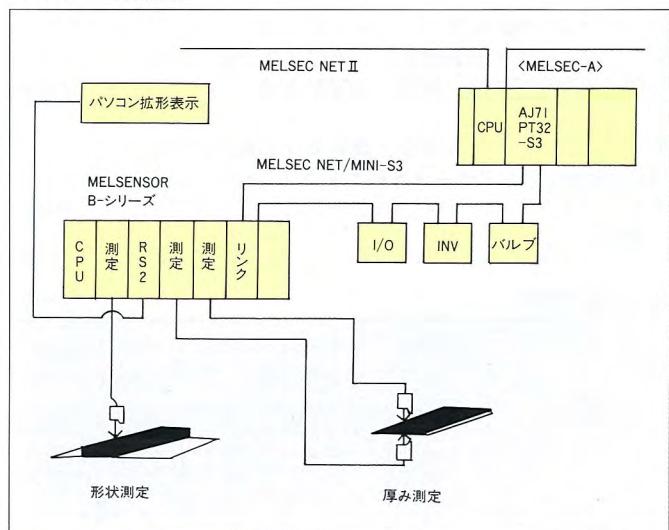
- ビルディングブロック構造としましたので、用途に応じて最適なシステムが構築でき、経済的になります。

機器構成表

名 称	形 名	備 考
CPUユニット	MD-B21M1	各ユニットへの動作指令
測定ユニット 〔センサ及び接続ケーブル5mを含みます〕	正反射式 MD-B21S2-007	作動距離7.5mm用変位測定ユニット
	MD-B21S1-015	作動距離15mm用変位測定ユニット
	MD-B21S1-040	作動距離40mm用変位測定ユニット
	MD-B21S1-040H	作動距離40mm用変位測定ユニット (高精度形)
	MD-B21S1-080	作動距離80mm用変位測定ユニット
演算ユニット	MD-B21S1-150	作動距離150mm用変位測定ユニット
	MD-B71N1	ピーコホールド、差分計算 多種上下限の処理
入出力ユニット	アナログ出力 MD-B61A1	変位出力のアナログ電圧出力
	パラレル入出力(TTL) MD-B61T1	変位出力と設定入力の TTLレベルのパラレル入出力
	パラレル入出力(絶縁) MD-B61Z1	変位出力と設定入力のフォトカプラ絶縁パラ レル入出力
	PS-232C MD-B61R1	変位出力と設定入力のRS-232C通信
	シーケンサデータリンク MD-B61L1	MELSEC NET/MINI-S3とのリンク用
設定器	MD-B41N1	各ユニットへの設定入力及び表示
ベース	MD-B91U3 MD-B91U6	CPUユニット以外に他のユニット3個まで装着 CPUユニット以外に他のユニット6個まで装着

- 1台のシステムで、最大4チャンネルのセンサヘッドが装置可能なため形状測定などを同時に行なうことが可能です。
- 汎用シーケンサMELSEC-Aシリーズとのデータリンク(MELSEC NET/MINT-S3)が可能なため、FA用途におけるオンライン自動計測が容易になります。
- 半導体レーザとマイクロプロセッサの採用により、測定面の変化に強く(反射率、色など)、また光沢のある金属面の測定が可能となりました。
- RAS機能も充実し、ユニット単位での交換や制御盤への設置が可能となります。

システム構成例



三菱FAコントローラ スポットライ《MELSEC-LM7000》

工場のFA化・CIM化など、急速にシステムの階層化が進む生産現場では、シーケンサで実現するマシンコントローラ及びラインコントローラと密着し、かつ生産情報の制御・統括を行なうFAコントローラが不可欠になって来ました。《MELSEC-LM7000》は、三菱汎用シーケンサ《MELSEC-Aシリーズ》と優れた親和性を持つFAコントローラとして開発致しました。《MELSEC-LM7000》は、32ビットCPUとマルチタスクOSを搭載し、マウスにより容易に作画できるモニタリング機能と、BASICによるパソコン機能、そして《MELSEC-Aシリーズ》のプログラミング(GPP)機能の3機能を持っています。さらに、《MELSEC-Aシリーズ》用MELSECNETを始め、MAP3.0他各種ネットワーク接続用オプションボードを品揃えした製品です。

■ハードウェアの特長

- FAパソコンの操作性に加えて、マルチタスク化を実現
- 《MELSEC-Aシリーズ》との親和性を実現
- シーケンサA3NCPU相当ボードの追加でLM7000CPUとバス直結可能
- シーケンス制御とデータ処理のマルチ処理が可能
- 豊富な通信機能により各種ネットワークに適用可能

■モニタリング機能の特長

- 基本作画機能が、マウスとキーボードでプログラムレスで可能
- キャンバス图形、スプライト图形(モニタ条件他)の流用が可能
- 複数のMELSECNET上のシーケンサを同時にモニタ監視可能
- モニタ中、シーケンサのデバイスに書き込み可能な設定入力機能
- モニタリングしながら、BASICによるデータ処理、画面制御が可能
- 運転状態の解析を可能としたスナップショット機能

■パソコン機能の特長

- モニタリング機能と並行したパソコン機能の実行
- イベント発生によるプログラムの制御が容易に可能
- プログラム間のデータ共用が容易に可能
- BASICプログラムのデータ授受が容易に可能
- MELSECNETとの高速通信機能を実現

■GPP機能(MELSEC-Aシリーズのプログラミング)の特長

- 漢字コメントが自由自在で、そのまま図面化可能
- HELP機能でエラー原因と処置を表示し、マニュアルレス操作を実現
- プリントアウトしながら、他のモード操作が可能
- 遠隔操作、リンクモニタ等のオンライン機能で使いやすさが向上
- サンプリングトレース、ステータスラッチでデバッグの解析力強化

■LM7000構成

項目	形名				○印を標準装備
	A7LMS-DH8	A7LMS-DH	A7LMS-D	A7LMS-FW FWP21 FWR21	
形式	デスクトップタイプ			パネルインタイプ	
FDD	○	○	○	—	
HD(40MB)	○	○	—	—	
主メモリ	4MB 8MB	—	○	○	○
CRTコントローラ	○	○	○	○	
FD/HDコントローラ	○	○	○	—	
シーケンサCPU(A3NCPU相当)	—	—	—	○	



用途に応じダイナミックに機能を果す LM7000ソフトウェアパッケージ群

最も得意なモニタリング機能

スプライト画面(動画)による 图形・コメント・データ表示	データをサンプリングし トレンドグラフ表示	複数のデバイスの数値を 折れ線グラフ表示
収集した数値・文字列の ブロックデータ表示	収集データの レベル表示	キャンバス画面(静止画面) への現在時刻表示
モニタ画面表示中デバイス への書き込み機能	モニタ画面表示中の スナップショット機能	外部からのモニタ 画面切換え

モニタリング機能をバックアップするパソコン機能

各種デバイスに対する 伝送機能 (B、W、EM、ED他)	グラフィック 機能	各種通信機能 (MAP3.0、BSC、SECS) (RS422、RS-232C他)
ファイル機能 (ISAMファイル他)	マルチタスク機能 (BASIC×11本) (C言語でも可)	各種イベント処理 (MELSECNET (シーケンサCPUボード他)

漢字が使えるGPP機能

イニシャル設定	プログラミング (回路・リスト・ マイコン)	パラメータ モード	画面作成 モード
プリントモード	ファイル メンテナンス モード	オプション モード	オンラインモード (PC・リンク) (モニタ他)

三菱電機FAテクニカルセンター

スポットライト《FATEC》

FATEC(FAテクニカルセンター)

ここ数年、ファクトリーオートメーション(FA)のキーコンポーネントとして、シーケンサ(PC)や、その手足となるインバータ・ACサーボ等の需要が増えると共に、ユーザのレベルに応じた体系的な技術トレーニングの要望が高まってきた。このような背景のもと、三菱電機では平成元年7月に、「三菱電機FAテクニカルセンター」(FATEC)を設立致しました。この《FATEC》では、コントローラ(シーケンサ、FAコントローラ等)・駆動制御機器(インバータ・ACサーボ等)・FAネットワーク機器および配電制御機器(B/NET等)を対象に、ユーザへ技術トレーニングおよびエンジニアリングサービスを実施しています。

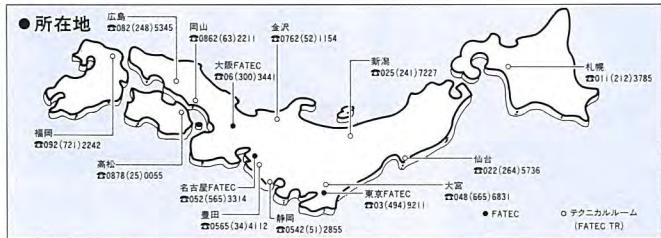
機能

- 技術トレーニング(約30の定期講座と、ご要望に応じたカリキュラムの個人講座があり、技術レベルに合わせて選択)
- エンジニアリングサービス(実機を常設したラボルームで、個別の技術コンサルティングを実施)

所在地

●《FATEC》は、主要拠点となる3ヵ所の《FATEC》(東京・大阪・名古屋)と各地域に設けた11ヵ所のテクニカルルームから成っています。

なお、従来からご好評を頂いております名古屋製作所および姫路製作所のトレーニングスクールもカリキュラム内容をより充実し、運営しておりますので、ご利用ください。



設備概要

- 《FATEC》は各場所により、設備内容は異なりますが、講座メニューやカリキュラム・トレーニング機器・テキスト等は統一し、

定期講座メニュー

機種	講座	日数	講座内容	開講場所
Fシーケンサ	F _i 基礎 F _i 応用 Fx基礎 Fx応用 F位置決め Fxステップラダ	2日/1日 1日 2日/1日 1日 1日 1日	シーケンサの初步からマイクロシーケンサF _i シリーズの使用技術 マイクロシーケンサFxシリーズの応用命令と使用技術 シーケンサの初步からマイクロシーケンサFx ₂ シリーズの使用技術 マイクロシーケンサFx ₂ シリーズの応用命令と使用技術 マイクロシーケンサ位置決めユニットの使用技術 マイクロシーケンサFx ₂ シリーズのステップラダ命令(SFC言語)の使用技術	全FATEC 姫路製作所
Aシーケンサ	Aプログラミング基礎 Aプログラミング応用	2日 3日	Aシリーズシーケンサの使用技術の基礎全般とA6GPPの使用技術 Aシリーズの応用命令機能と特殊ユニット等のアクセス方法	全FATEC 名古屋製作所
Aシーケンサ	Aメンテナンス MELSEC-NET AD51/計算機リンク Aモニタリング 多軸位置決め(A73) A位置決め	2日 2日 2日/1日 2日/1日 2日 2日	Aシリーズのメンテナンス全般とA6GPPの操作技術 Aシリーズのデータリンクシステム(MELSEC-NET)の使用技術 AシリーズのAD51及びAJ71C24ネットの使用技術 AシリーズのモニタリングユニットAD57、AD58の取り扱いとプログラミング Aシリーズの多軸位置決めユニットA73の使用技術 Aシリーズの位置決めユニットAD71の使用技術	FATEC(東京・大阪・名古屋) 一部FATEC・TR 名古屋製作所
FAコントローラ	LM7000概要 LM7000モニタリング LM7000プログラミング	1日 2日 2日	Aシリーズの上位機種FAコントローラLM7000の構成・位置づけ・特長・機能 モニタ画面の基礎的な作画方法から応用及びモニタリングシステムの構築方法 LM7000用BASICの基本的な使い方とパソコン機能のプログラムと実習	全FATEC
インバータ	産業機械 ビル空調・応用	1日 1日	産業機械におけるインバータの使用技術と容量選定等 ビル設備用機器におけるインバータの使用技術と容量選定等	FATEC(東京・大阪・名古屋)
ACサーボ	インバータ基礎 ACサーボ位置決めⅠ ACサーボ位置決めⅡ ACサーボ基礎	1日 1日 1日	インバータの基礎概念と制御方式の体系とモータ容量選定 ACサーボの基礎概念と制御方式の体系とモータ容量選定 ACサーボの位置決め指令装置の選定と使用技術	FATEC・TR
B/NET	B/NET基礎	1日	配電制御ネットワーク(B/NET)の概要とシステム構築方法	FATEC(東京・大阪)福山製作所

(注1) 上記の定期講座以外にもお客様のご要望により各種個別講座も用意しております。各FATECにご相談ください。



どなたにも、ご満足頂けるよう高度な技術トレーニングを目指しています。ここでは、東京FATECを例にとり、その充実した設備をご紹介します。

- A講義室(MELSEC-Aシーケンサのモニタリングコース以外のコース用。ビデオプロジェクタ、100インチスクリーン、各種AV装置、Aシーケンサ等のトレーニング機器、グラフィックプログラミング機器等) 定員30名
- B講義室(FAコントローラ、LM-7000専用講義室、37インチ大型カラーモニタ、LM-7000トレーニング機器等) 定員12名
- C講義室(多目的講義室。100インチスクリーン等) 定員12名
- D講義室(多目的講義室。ビデオプロジェクタ、100インチスクリーン、各種AV装置、PC-F、インバータ、ACサーボ等のトレーニング機器等) 定員40名
- ラボルーム(新製品を中心としたトレーニング機器を常設しているため、いつでも実機で確認でき、具体的な案件対応で、いかなる技術相談にも応じます。また個別に、プログラミングやデバッグを実際に組むこともできます。
- ロビースペース(講義の合間の休憩に、また親交を温める場としてご利用頂けます。お飲み物もご用意しております。)

受講者実績と計画

●昨年度(平成元年4月～2年3月)は全国で約3万人が受講され、今年度(平成2年4月～3年3月)は約4万人の受講計画としています。

以上が《FATEC》の概要ですが、詳細につきましては、各FATECまたは三菱電機 機器代理店にお問い合わせください。皆様のお越しをお待ちしております。

(注2) 詳細内容の確認、及びお申し込み手順については各FATECに用意しております「FATECご案内」をご参照願います。