

MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.70 No.7

特集 “産業用計算機システム”

'96 **7**



特集 “産業用計算機システム”

目次

特集論文

産業用計算機システム特集に寄せて……………	1
鈴木敏夫	
産業用計算機システムの現状と展望……………	2
香取和之・風間成介・阿部 茂・宮後 彰・山中喜美雄	
リアルタイム計算機システム……………	7
松崎 正・長尾 哲・杉田正憲・上田昌広・伊藤 均・半島正人	
プラント監視制御・管理システムを支えるマンマシンシステム……………	13
前川隆昭・浅野光雄・清水広之・亀山正俊・平井健治	
プラント監視制御・管理ネットワーク……………	20
根本泰典・田中康博・市橋立機・岩本 明・中谷敏男	
ミドルウェアとソフトウェア生産性向上への取組……………	26
草川英之・三上和敬・矢野哲雄・細井真知夫・小島泰三・廣島郁芳	
リアルタイムソフトウェア技術……………	32
竹垣盛一・島川博光・水沼一郎・三上和敬	
火力・水力発電プラント監視制御用計算機システム……………	38
海老塚 清・高橋 勇・巽 一馬・大野啓明	
給配電分野における産業用計算機システム……………	44
伊藤満夫・武田邦義・大谷純一・香取英明・池田一成	
工業分野における産業用計算機システム……………	50
中川 要・落合 寛・平塚紀嘉・水野秀司・瀬名一生	
上下水道分野における産業用計算機システム……………	56
末吉尊徳・安藤 隆・岡田叔之・中道功二	
道路分野における計算機システムの最近の動向……………	63
大石將之・山根信吾・四宮弘義・英 隆義・熊沢宏之	

普通論文

日本原子力研究所向けJFT-2M用トロイダル磁場電源制御システム……………	71
谷 孝志・岸本 健・平山博英・加茂秀樹・福田輝夫・中西悠二	
宇宙開発事業団納め野木精測レーダ設備 バックアップスキーム用受信装置……………	77
森永幸平・砂坂義則・砂見幸之・佐藤 巧・吉田武司	
大阪ガス納め衛星通信システム……………	84
米岡 実・永井健一・三嶋健之・石井克幸・喜田智裕・織田信義	
三菱クライアント・サーバ コンピュータ “apricot FT8000シリーズ”……………	90
黒田健児・水野正博・廣瀬哲郎	
三菱インターネットアクセスツールapricot OCX <TCP/IP>……………	96
森 信胤・和田克裕	
システム運用管理ミドルウェア “OPENCENTER”……………	101
新堂隆夫・松田昇平・虎渡昌史・古家俊幸・相馬仁志	
0.35 μ m CMOSエンベデッドセルアレー……………	107
滝本 功・松本 尚・木村雅俊・加賀谷達次・荒川隆彦	

特許と新案

「植物栽培装置」「レーザ加工方法」……………	115
「マグネシウム合金へのめっき成膜方法」……………	116

スポットライト

モノクロSTN対応操作パネルコントローラM66270FP……………	112
産業用計算機システムMELCOM350-MR3000, M60/3000シリーズ……………	113
第二世代4Mビット低消費電力SRAM……………	114
ノートPC用31cm(12.1型)XGA TFTカラー液晶ディスプレイ……………	117
ノートPC用31cm(12.1型)SVGA TFTカラー液晶ディスプレイ……………	118
三菱PHS電話機 TL-PH9……………	(表3)

表紙

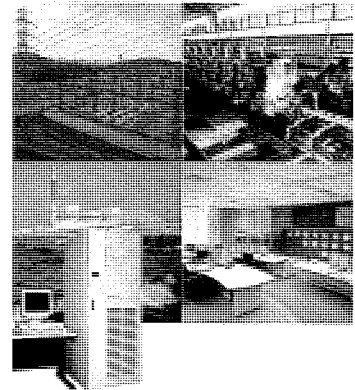
産業用計算機

“MELCOM 350-MR 3000 シリーズ”

日本の社会基盤を支える電力・製造業・公共・ビル・交通等の産業分野では、プラント設備の高稼働率及び高効率運転、異常・事故の未然防止、運転員及び保守員の負担軽減など、プラント運転・保守支援のより一層の高度化を推進している。

三菱電機(株)ではそのニーズにこたえる情報・監視制御と情報管理システムの中核である産業用計算機として、高速性・高信頼性・リアルタイム性・オープン性を兼ね備えた“MELCOM350-M3000シリーズ”と、電力分野向けの“MELCOM350-M60/3000シリーズ”を提供している。

表紙は、“大規模システム向けのMR3300とシステムコンソール装置”とその適用分野の例として“火力発電所”“変電所”“鉄鋼圧延設備”及び“道路・交通管理システム施設制御室”とを示している。



三菱電機技報に掲載の技術論文では、国際単位“SI”〔SI第2段階(換算値方式)を基本〕を使用しています。ただし、保安上、安全上等の理由で、従来単位を使用している場合があります。

アブストラクト

<p>産業用計算機システムの現状と展望 香取和之・風間成介・阿部 茂・宮後 彰・山中喜美雄 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.2～6 (1996)</p> <p>産業分野においては、ビジネス環境の変化と情報通信技術の進歩が著しく、プラントシステムの中核として存在する産業用計算機にも新たな要求が急速に広まっている。</p> <p>すなわち、高速性・高信頼性に加え、オープン性、及びハードリアルタイム領域から情報処理領域までのアーキテクチャの一貫性を要求されており、今回、これらを基本コンセプトとした新産業用計算機システムを製品化した。</p>	<p>リアルタイムソフトウェア技術 竹垣盛一・島川博光・水沼一郎・三上和敬 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.32～37 (1996)</p> <p>プラント監視制御システムなどのリアルタイムシステムの設計では、システムの時間的挙動を予測可能とするリアルタイムソフトウェア技術が重要な役割を果たす。</p> <p>本稿では、最近のリアルタイムソフトウェア技術の動向として、実時間スケジューリング、実時間通信、実時間データベースについて概要を述べた後、これらの諸技術の産業用計算機システム開発における取組事例として、リアルタイムミドルウェアの開発状況を紹介する。</p>
<p>リアルタイム計算機システム 松崎 正・長尾 哲・杉田正憲・上田昌広・伊藤 均・牛島正人 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.7～12 (1996)</p> <p>プラント監視制御や情報制御システムの中核である産業用計算機ではオープン化の要求が高まっているが、厳密なリアルタイム性・高性能・高信頼性の課題が存在している。今回開発した新産業用計算機“MR3000シリーズ”は、これらの要求と課題にこたえるものである。</p> <p>本稿では、そのコンセプトと、特長であるリアルタイムUNIXによるリアルタイム性・オープン性、PA-RISC搭載による高速演算性及びRAS機能を中心とした高信頼機能について紹介する。</p>	<p>火力・水力発電プラント監視制御用計算機システム 海老塚 清・高橋 勇・巽 一馬・大野啓明 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.38～43 (1996)</p> <p>火力・水力発電プラント監視制御用計算機システムに対し、産業用計算機システムの最新シリーズMELCOM350-60/3000シリーズを適用し、システム性能の大幅向上、ダウンサイジング化、分散化を推進し、かつ、信頼性の向上を図るとともに、ソフトウェア生産手法として従来制御装置で使用していた制御用の問題向き言語(POL)を採用し、ソフトウェアの生産・保守性の向上を実現した。</p>
<p>プラント監視制御・管理システムを支えるマンマシンシステム 前川隆昭・浅野光雄・清水広之・亀山正俊・平井健治 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.13～19 (1996)</p> <p>電力、製造業、公共、ビル等のプラント監視制御・管理におけるマンマシン分野では、プラントの運転信頼性の向上、運転員の負担軽減、運転の省力化等を目指して、技術開発を行ってきた。本稿では、高性能・高信頼性とオープン性を確保しながら、マルチメディアを応用した、より監視・操作性に優れたプラント監視制御・管理用マンマシンシステムについて、解決すべき課題とその課題への当社の取組を紹介する。</p>	<p>給配電分野における産業用計算機システム 伊藤満夫・武田邦義・大谷純一・香取英明・池田一成 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.44～49 (1996)</p> <p>電力の流通分野における計算機導入の歴史は4半世紀を経過し、給配電など現業部門の計算機による業務省力化はほぼ行き渡った感がある。一方、技術の進歩と社会情勢の変化は近年加速度的に進んでおり、計算機システムの導入分野も多岐にわたり、自動化業務の対象も広がり、機能も高度化している。また、オープン化、ダウンサイジング化の波は着実に押し寄せており、システムはオープン分散化の方向に向かって大きく変化しつつある。</p>
<p>プラント監視制御・管理ネットワーク 根本泰典・田中康博・市橋立機・岩本 明・中谷敏男 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.20～25 (1996)</p> <p>プラント監視制御・管理ネットワークには、従来の高速化・高信頼性に加えて、オープン化・マルチメディア化が要求されている。</p> <p>本稿では、広域・情報・監視制御・フィールドの4段階に分けて、現状と今後の展開を論じる。その中で、プラント用としては世界初の、ATM(非同期転送モード)技術を採用した高速リアルタイムネットワークを紹介する。併せて、近年進歩が著しいインターネット技術のプラントシステムへの適用についても述べる。</p>	<p>工業分野における産業用計算機システム 中川 要・落合 寛・平塚紀嘉・水野秀司・瀬名一生 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.50～55 (1996)</p> <p>工業分野における産業用計算機システムとして代表的な鉄鋼分野を例に、システム構築の動向と今回開発した産業用計算機システム(MR3000シリーズ)のシステムコンセプト、機能、特長について述べる。また、鉄鋼プラントへの適用事例として、圧延精整ラインと熱間圧延ラインへの計算機システムを紹介し、加えて今後のシステム動向についても述べる。</p>
<p>ミドルウェアとソフトウェア生産性向上への取組 草川英之・三上和敬・矢野哲雄・細井真知夫・小島泰三・廣島郁芳 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.26～31 (1996)</p> <p>産業用監視制御システムのソフトウェアについては、高信頼性・高速性の確保やオープン化・マルチベンダ化等のシステム高度化への要求に対応し、さらに、品質向上や生産性向上のための施策が施されている。</p> <p>本稿では、アプリケーションソフトウェア構築のベースとなり、高度なシステムの実現を支えるミドルウェアについて述べるとともに、オブジェクト指向及びPOL(問題向き言語)の適用、ソフトウェア開発・生産環境等、ソフトウェア生産性向上への取組について紹介する。</p>	<p>上下水道分野における産業用計算機システム 末吉尊徳・安藤 隆・岡田叔之・中道功二 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.56～62 (1996)</p> <p>近年の上下水道分野におけるプラント監視制御システムでは、従来からの監視制御機能に加えて運転管理や施設管理を含んだ情報処理機能が統合され、さらに最近ではマルチメディアへの要求も強く、応用性・拡張性に富んだシステムが求められてきている。</p> <p>本稿では、産業用計算機と汎用計算機を基本としてマルチメディア技術を適用して構築した最新のプラント監視制御システムについて、その機能と特長的な技術の紹介、及び今後の展望について述べる。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 32-37 (1996)

Realtime Software Technologies

by Morikazu Takegaki, Hiromitsu Shimakawa, Ichiro Mizunuma & Kazutaka Mikami

Realtime software technologies that guarantee a response to external events within a specified time-frame are essential to the design of plant monitoring and control systems. This article surveys trends in realtime scheduling, realtime communications and realtime databases, and reports on the use of these technologies to develop realtime middleware for Mitsubishi Electric industrial computer systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 2-6 (1996)

Present and Future Trends in Industrial Computer Systems

by Kazuyuki Katori, Shigeyuki Kazama, Shigeru Abe, Akira Miyajiri & Kimio Yamanaka

Industrial computer systems used to implement information systems for industrial plants face many new demands as a result of changes in the business environment and developments in information and communications technology. Mitsubishi Electric's new line of industrial computer systems feature a unified architecture that meets demand for realtime response, open systems support, high-speed data processing and high reliability.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 38-43 (1996)

Monitoring and Control Systems for Thermal and Hydroelectric Power Plants

by Kiyoshi Ebizuka, Isami Takahashi, Kazuma Tatsumi & Hiroaki Ohno

Mitsubishi Electric has newly developed the MELCOM 350-60/3000 Series industrial computer system. This new system features enhanced performance, support for distributed processing and other downsizing technologies, reliability improvements, and problem-oriented language support (POL). POL assists software productivity and maintenance by allowing reuse of software written for previous control systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 7-12 (1996)

Realtime Computer Systems

by Tadashi Matsuzaki, Satoshi Nagao, Masanori Sugita, Masahiro Ueda, Hitoshi Ito & Masato Ushijima

Industrial computer systems, which serve as a foundation for plant monitoring, control and information systems, now require open systems compatibility, realtime response, high performance and high reliability. This article introduces the Mitsubishi MR3000 Series industrial computer systems developed to meet these demands. MR3000 Series computers feature a realtime Unix operating system, PA-RISC processors for high-speed arithmetic and RAS support.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 44-49 (1996)

Industrial Computer Systems for Electric Power Transmission and Distribution Facilities

by Mitsuo Ito, Kuniyoshi Takeda, Jun'ichi Otani, Hideaki Katori & Kazushige Ikeda

Computers have been used by electric power utilities to control load transmission and power distribution for more than 25 years, and major issues relating to the use of computers to achieve efficient energy distribution appear to have been largely solved. Current industrial computer development is being shaped by the need to automate additional aspects of electrical power distribution, and by utility preferences for open systems, downsizing and decentralized control.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 13-19 (1996)

Man-Machine Systems for Plant Monitoring, Control and Operations Management

by Takaaki Maekawa, Mitsuo Asano, Hiroyuki Shimizu, Masatoshi Kameyama & Kenji Hirai

Mitsubishi Electric is developing man-machine interface technologies for monitoring, control and operations management. These technologies will support increased operations reliability, reduced operator workloads and efficient operations for applications in the electric power industry and other utilities as well as for manufacturing and building management. This article describes the use of multimedia capabilities to realize user-friendly operations while maintaining high standards of performance, reliability and non-proprietary systems design.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 50-55 (1996)

Industrial Computer Systems for the Iron and Steel Industry, and Other Industrial Plant Control Applications

by Kaname Nakagawa, Hiroshi Ochiai, Noriyoshi Hiratsuka, Shuji Mizuno & Kazuo Sena

This article discusses industrial computer system configuration trends with examples from the iron and steel industry, and introduces Mitsubishi Electric's newly developed MR3000 Series industrial computers. Computer applications include use in hot-strip mill line and shearing and inspection lines.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 20-25 (1996)

Network Systems for Plant Monitoring and Control

by Yasunori Nemoto, Yasuhiro Tanaka, Tatsuki Ichihashi, Akira Iwamoto & Toshio Nakatani

Modern network systems for plant monitoring and control require for open-system architectures and multimedia support in addition to high-speed processing and high reliability. This article surveys the present technologies and future trends in the four network classes: widearea, information, monitoring and control and field. It also introduces the world's first high-speed, realtime network system for plant applications based on asynchronous transfer mode (ATM) technology, and discusses the application of Internet technology to plant systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 56-62 (1996)

An Industrial Computer System for Water and Sewage-Treatment Facilities

by Takanori Sueyoshi, Takashi Ando, Toshiyuki Okada & Koji Nakamichi

Recent monitoring and control systems for water and sewage treatment facilities supplement basic monitoring and control functions with operations and facility management capabilities. Future systems will require even faster response along with multimedia support and improved expandability. This article reports on a state-of-the-art multimedia-capable monitoring and control system consisting of an industrial computer system linked with general-purpose workstations and personal computers.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 26-31 (1996)

Middleware and Approaches to Improvements in Software Productivity

by Hideyuki Kusakawa, Kazuyoshi Mikami, Tetsuo Yano, Machio Hosoi, Taizo Kojima & Ikuyoshi Hiroshima

Modern software for industrial computer system monitoring and control applications needs to support multivendor open-systems solutions while offering the high performance and reliability of single-vendor solutions. Enhanced software quality and productivity is also desirable. This article reports on middleware and approaches to improvements in software productivity, which serve as a foundation for applications development, use of object-oriented programming and problem-oriented languages, and software environments.

アブストラクト

<p>道路分野における計算機システムの最近の動向 大石将之・山根信吾・四宮弘義・英 隆義・熊沢宏之 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.63~70 (1996)</p> <p>近年の自動車交通の急激な増大に対応するため、道路管理者は、道路建設とともに道路施設の維持運用管理や交通管理を目的とした道路管理システムを急ピッチで整備しつつある。この中核となる計算機システムは、最近のダウンサイジング化の流れと道路管理の広域集中化傾向の影響を受け、適用機種や構成方法等が変化しつつある。</p> <p>本稿では、道路分野における計算機システムの最近動向を概観した後、最近のシステム事例と開発中の次世代システムを紹介する。</p>	<p>三菱クライアント・サーバ コンピュータ “apricot FT8000シリーズ” 黒田健児・水野正博・廣野哲郎 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.90~95 (1996)</p> <p>三菱クライアント・サーバ コンピュータ “apricot FT8000” は、最大8個のPentium Proプロセッサを搭載した新世代サーバである。RAID5ディスクアレー、冗長多重電源、無停電電源装置、サーバ管理装置などを装備し、高性能・高信頼性を実現した。最大228Gバイトのディスク容量を可能とする拡張性、Windows NTとUnixWareによるオープン性も同時に実現している。</p>
<p>日本原子力研究所向けJFT-2M用 トロイダル磁場電源制御システム 谷 孝志・岸本 健・平山博英・加茂秀樹・福田輝夫・中西悠二 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.71~76 (1996)</p> <p>日本原子力研究所向けJFT-2M(高性能開発トカマク試験装置)のトロイダル磁場電源用として、フライホイール付き直流発電電動機制御システム(最大パルス出力2.7kV, 19kA)を完成した。発電電動機に関しては、本誌1996年5月号に掲載した。ここでは、サイリスタコンバータの界磁制御によるコイル電流制御、主回路切換器の開極など、制御の要点を主体に、現地試験結果も一部述べる。</p>	<p>三菱インターネットアクセスツールapricot OCX <TCP/IP> 森 信胤・和田克裕 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.96~100 (1996)</p> <p>apricot OCX <TCP/IP> は、Visual Basicで作成するWindowsアプリケーションにTCP/IP通信サービスを提供するカスタムコントロール集である。通信プロトコルの専門知識やC言語の複雑なプログラミングから開放されるとともに、短期間で簡単に本格的ネットワークアプリケーションを開発できる高生産性開発支援ツールである。</p>
<p>宇宙開発事業団納め 野木精測レーダ設備バックアップスキンモード用受信装置 森永幸平・砂坂義則・砂見幸之・佐藤 巧・吉田武司 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.77~83 (1996)</p> <p>野木精測レーダ設備は、ロケットを追尾し、ロケットの飛行軌道の監視に使用されるほか、取得データは打上げ後の飛行解析にも使用されている。H-IIロケットでは、データ取得の信頼性を向上させるために、新たな追尾機能としてバックアップスキンモードを付加した。</p> <p>1996年2月12日に、打ち上げられたJ-Iロケット1号機の追尾を正常に行い、所期の性能を確認した。</p>	<p>システム運用管理ミドルウェア “OPENCENTER” 新堂隆夫・松田昇平・虎渡昌史・古家俊幸・相馬仁志 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.101~106 (1996)</p> <p>三菱クライアント/サーバシステム運用管理ミドルウェア “OPENCENTER” は、広域に分散した複数の “apricot FT8000” サーバと多数のWindowsクライアントからなる大規模基幹業務システムを構築するための運用管理機能を提供する。バッチ、帳票、外字、サーバ間メッセージ連携、ホスト連携などのビジネス分野支援機能と、サーバ障害監視、ソフトウェア配布などのシステム/ネットワーク管理機能の製品群を統合したミドルウェアである。</p>
<p>大阪ガス(株)納め衛星通信システム 米岡 実・永井健一・三嶋健之・石井克幸・喜田智裕・織田信義 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.84~89 (1996)</p> <p>大阪ガス(株)では、宇宙通信株式会社のスーパーバード衛星を介し、本社に設置した衛星通信用親局を中心とし、高圧ステーション等に設置した衛星通信用子局(VSAT)との間で、TDM/TDMA方式によってテレメータ/テレコントロールデータと音声情報を送受する衛星通信システムを構築した。特にテレメータ/テレコントロール機能を衛星に利用したのは我が国初めてである。回線品質が劣化した場合には、地上バックアップ回線へ自動切替えを行う機能を装備している。</p>	<p>0.35μm CMOSエンベッデッドセルアレー 滝本 功・松本 尚・木村雅俊・加賀谷達次・荒川隆彦 三菱電機技報 Vol.70・No.7・p.107~111 (1996)</p> <p>ハイエンド情報処理・通信機器に適用可能な高性能0.35μm CMOSエンベッデッドセルアレー(Embedded Cell Array: ECA)技術を開発した。標準負荷時の内部ゲート遅延時間101ps, 消費電力0.9μW/MHz/ゲートと、従来製品に比べて25%の高速化, 低消費電力化を達成した。高速クロック管理技術, 各種高速インタフェース回路, 高集積RAMジェネレータの適用により、システムの高性能化・高機能化を実現できる。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 90~95 (1996)

Mitsubishi Electric's apricot FT8000 Series Server

by Kenji Kuroda, Masahiro Mizuno & Tetsuro Hirono

The Mitsubishi apricot FT8000 is a new-generation server that can accommodate up to eight Pentium Pro processors. Reliability is enhanced by use of a RAIDS disk array, redundant power-supply circuits, uninterruptible power supply and a server management unit. The server supports disk capacities up to 228G bytes and Windows NT or Unix-Ware operating systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 63~70 (1996)

Trends in Computer Systems for Road Management Applications

by Masayuki Oishi, Shingo Yamane, Hiroyoshi Shinomiya, Takayoshi Hanabusa & Hiroyuki Kumazawa

To handle the recent increasing motor vehicle traffic, road management authorities in Japan are rapidly introducing roadway management systems that manage traffic control and supervising of road facilities. The type and configuration of the core computer systems are changing to reflect trends toward downsizing and centralized control of wide geographic areas. This article illustrates recent trends in computer systems for road management and introduces recent system examples, and the next-generation systems now under development at Mitsubishi Electric.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 96~100 (1996)

apricot OCX TCP/IP Software for Mitsubishi Electric's apricot Computers

by Nobutane Mori & Katsuhiro Wada

apricotOCX TCP/IP makes TCP/IP functions available in Visual Basic programs using Mitsubishi Electric's apricot series computers, supporting development of Internet-ready Windows applications. The software accelerates application programming productivity and allows its programmers to avoid reviewing complicated and specialized knowledge of the Internet protocols which can be realized only with low-level programming in C or other languages.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 71~76 (1996)

The Power-Supply Control System for the Toroidal Magnets of the JFT-2M Nuclear Fusion Research Tokamak

by Takashi Tani, Takeshi Kishimoto, Hirohide Hirayama, Hideki Kamo, Teruo Fukuda & Yuji Nakanishi

Mitsubishi Electric has completed the control system for the flywheel-equipped DC motor-generator that powers the toroidal field coils of the JFT-2M nuclear fusion research Tokamak at the Japan Atomic Energy Research Institute. The motor-generator, which has a maximum pulse output of 2.7kV and 19kA, was introduced in the May '96 issue of Giho. This article reports the key features of the coil current control. Emphasis is placed on the motor-generator field control provided by the thyristor converters, which opens the contacts of the main circuit switches in addition to controlling coil current.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 101~106 (1996)

OPENCENTER: Middleware for System Operations Management

by Takao Shindo, Shohei Matsuda, Masashi Torato, Toshiyuki Furuya & Hitoshi Sohma

Mitsubishi Electric has developed OPENCENTER middleware for system management of medium- and large-scale mission-critical client-server systems consisting of multiple apricot FT8000 servers distributed over a wide area and large numbers of Windows clients. The middleware integrates business support including batch processing, forms, printing, foreign letter, inter-server messaging queuing and host affiliations, as well as server fault monitoring, software distribution, and other system and network management functions.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 77~83 (1996)

A Backup Skin Mode Receiver for NASDA's Precision Radar Facility at Nogi

by Kohei Morinaga, Yoshinori Sunasaka, Koji Sunami, Takumi Sato & Takeshi Yoshida

NASDA's precision radar facility at Nogi is utilized to track rockets, monitor their orbits and provide data for post-launch trajectory analysis. The capabilities of the system are being supplemented by a backup skin mode that will increase the data acquisition reliability for H-II rocket launches. The new mode was tested, and performance of the Mitsubishi-supplied receiver verified at the Feb. 12, 1996 launch of the newly developed J-I rocket.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 107~111 (1996)

A 0.35 μ m CMOS Embedded Cell Array

by Isao Takimoto, Hisashi Matsumoto, Masatoshi Kimura, Tatsuji Kagatani & Takahiko Arakawa

Mitsubishi Electric has developed 0.35 μ m CMOS embedded cell array (ECA) technology that has potential applications in high-end information processing and communications equipment. The internal gate propagation delay under standard load conditions is 101ps, a 25% improvement over previous devices, with a low power consumption of 0.9 μ W/MHz/gate. A low-skew clock management scheme, high-speed interface circuits and RAM generators are available to support implementation of novel high-speed functions.

Mitsubishi Oenki Giho: Vol. 70, No. 7, pp. 84~89 (1996)

A Satellite Communications System for Osaka Gas Company

by Minoru Yoneoka, Ken'ichi Nagai, Takeshi Mishima, Katsuyuki Ishii, Tomohiro Kita & Nobuyoshi Oda

Mitsubishi Electric has delivered a satellite communications system supporting telemetry, telecontrol and voice communications to Osaka Gas Company. The system links a satellite earth station at the company's head office with VSAT terminals at high-pressure stations via TDMA modulated signals relayed by a Super Bird satellite. The satellite is owned by Satellite Communications Corporation. The system is Japan's first telemetry/telecontrol application to be implemented via satellite. The bit-error rate of the satellite link is monitored continuously, with automatic switching to backup terrestrial lines should the satellite lines become inoperable.

産業用計算機システム特集に寄せて

電力・製造業・公共ビル等の産業分野においては、社会・経済動向を先取りして技術開発・設備投資等を進め、日本の社会基盤を支えてきた。例えば、1970年代には計算機による監視制御のデジタル化、'80年代には操業管理と監視制御のネットワーク化、そして'90年代にはプラント運転・保守支援の高度化を図って、産業競争力を常に向上させてきている。

特に最近では、プラント運転・保守支援の高度化とともに、プラント監視制御情報と経営管理情報との融合によるトータルシステムの効率化が求められている。また“半導体の高集積化”に代表される情報技術革命の急激な進展により、産業用計算機には、高性能と高信頼及びリアルタイム性に加え、ダウンサイジング化、オープン化、ネットワーク化、及びソフトウェア生産性の一層の向上が求められている。

三菱電機㈱では、産業分野のこれらの要求にこたえるため、プラントの監視制御及び情報管理の中核である産業用計算機システムに早くから取り組み、'66年のM30を始めとして、以降M7、M50、M60、M60ARと時代の要求にマッチした機種を市場に順次送り出し、お客様の好評を得てきた。

さらにこのたび、新時代の産業用計算機として、ハードリアルタイム領域から情報処理領域までの一貫性を持つMR3000シリーズとMU3000シリーズの2機種を開発し、市場に送り出した。すなわち、MR3000は、オープン性を保ちながら業界最高の応答性を持ったリアルタイムUNIXを搭載している。一方、MU3000は業界最先端のUNIXを搭載しており、両者は共通のアーキテクチャによる一貫性を備えた高性能・高信頼な機種である。

取締役
電力工業システム事業本部
副事業本部長

鈴木敏夫



また、ATM技術をベースとした“高速リアルタイムネットワークシステム”や、オブジェクト指向技術をベースとしたプラント画面作成ツールや、プラント向けデータベースも併せて開発し、ネットワーク化とソフトウェア生産性の一層の向上を図った。なお、電力分野向けには、MR3000をベースにして多様な高信頼度システムへの対応を可能としたM60/3000を併せて開発した。

今、世界は、情報ネットワークとマルチメディアを中心に、新産業革命と言われる大きな流れの中にある。この流れに沿って、産業用計算機システムの分野でもマルチメディア利用の監視制御、システムのマルチベンダ化、及びイントラネットの構築が進むと考えられるが、MR/MU3000シリーズはこのような動向にも適合していると考えている。

三菱電機では産業用計算機の開発・製造技術とともに電力・製造業・公共・交通・ビル等の各産業分野のプラント・システム技術及び監視制御技術を持っており、また、優れたシステムエンジニアリング力により、客先の求める最適な産業用計算機システムの構築に十分こたえられると考えている。このように、三菱電機では新時代の要求にこたえて産業の基盤をより高度化し、人に優しい社会への貢献を果たしていく所存である。

なお、今回の新しい産業用計算機開発から、当社のプラントエンジニアリングセンターである制御製作所で開発と製造を行い、システム受注から保守までの一貫した体制をより強固にした。これにより、客先へのより木目細かいサービスの提供に努める所存である。今後ともなお一層の御支援を賜りたい。

産業用計算機システムの現状と展望

香取和之* 宮後 彰+
 風間成介** 山中喜美雄++
 阿部 茂***

1. ま え が き

我々を取り巻く産業分野のビジネス環境の変化及び情報通信技術の進歩には著しいものがあり、このような中で、電力・製造業・公共・ビル等の各種産業分野でのプラント監視制御、広域監視制御、プラント保守・設備管理、運営管理等のシステムも大きく変化を始めている。

当社では、このプラントシステムに対して図1に示す総合技術力で取り組んできており、また、このプラントシステム

の中核である産業用計算機についても図2に示すように早くから取り組み、長年にわたって多くの顧客に納入している。

このたび当社では、新時代の要求にこたえ、新たなコンセプトに基づいた新産業用計算機MR 3000, MU 3000, M 60/3000を開発・製品化したので、この新産業用計算機及びそれを適用した産業用計算機システムの動向を中心にその技術の紹介を行う。

2. プラントシステムの動向と新産業用計算機の課題

2.1 プラントシステムの動向

電力・製造業・公共・ビル等の産業分野では、国際競争の激化を背景として、製品の世界的なコスト競争力の強化のために、プラントの運転・保守支援の高度化が求められている。また、プラント運転員の負担低減など、“人にやさしいプラント”も同時に求められている。さらに、情報通信技術の発展を背景にして、現場の監視制御情報をタイムリに運営管理に反映してトータルな効率化を図るために、オープンなネットワークによって結合された環境が構築されようとしている(表1)。

2.2 新産業用計算機へのニーズ

このようなプラントシステムが期待する環境変化を背景にして、産業用計算機システムには、パソコンやEWSなどの汎用機器の導入を積極的に行い、これらの持つヒューマンフレンドリ性やオープンなプラットフォームを活用したシステム構築を行う傾向が強くなってきている。

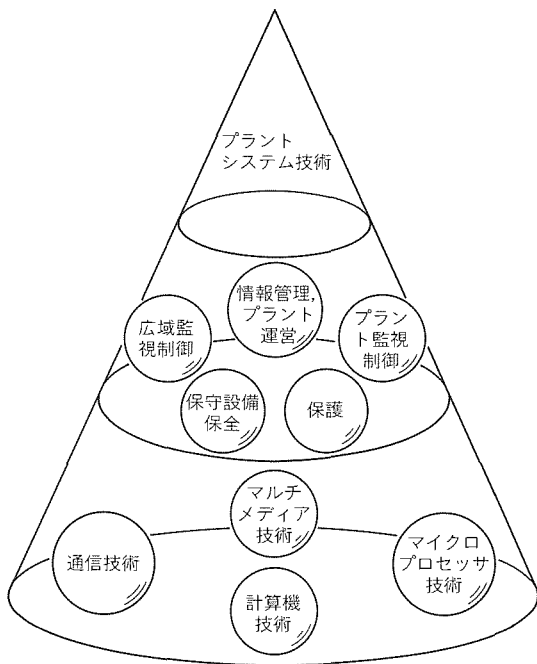


図1 プラントシステムを支える技術

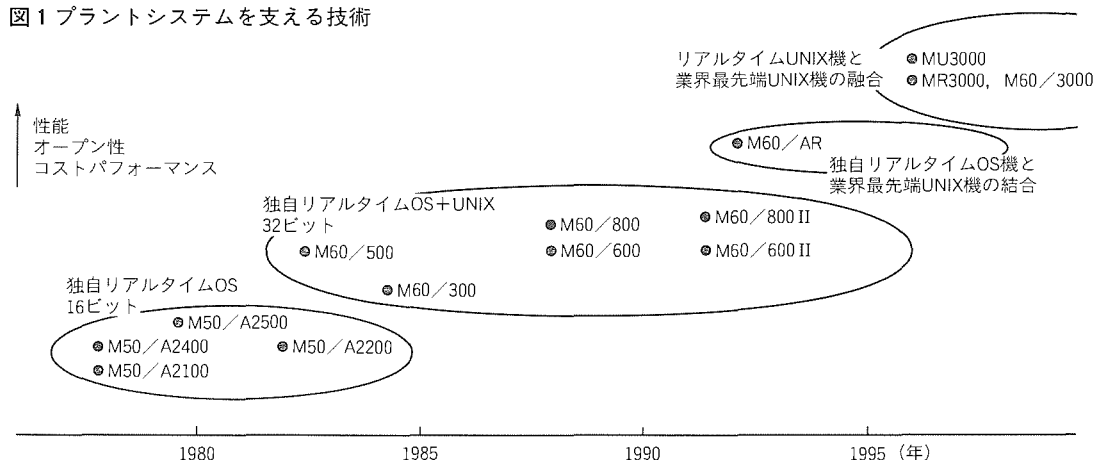


図2. 当社産業用計算機の歩み

2(660) *制御製作所開発部次長 +同部参事 **同部ASICセンター長 ***情報技術総合研究所アーキテクチャ部長
 ***産業システム研究所プラントシステム開発部長(工博)

表1. プラントシステムの課題

●プラント監視制御の高度化
●プラントの高稼働率・高効率運転
●製品の世界的なコスト競争力の強化
●プラント運転員・保守員の負担軽減
●プラント監視制御システムのより一層の高信頼化
●プラント異常・事故の未然防止
●監視・警報情報の広域化と経営情報処理システムへの有機的な結合

しかしながら、プラントシステムには特有の高信頼性やリアルタイム性の要求があり、パソコンやEWSでは対応できない部分も多く、新たな産業用計算機に基づくシステム構築が求められている。このような動向から、新産業用計算機に求められる課題は以下のとおりであると認識している。

- (1) 高速性
- (2) 高信頼性
- (3) オープン性
- (4) ハードリアルタイム領域から情報処理領域までのアーキテクチャの一貫性
- (5) ヒューマンフレンドリ性
- (6) ソフトウェア生産性
- (7) 分散システム構築の容易性
- (8) マルチメディア機能の具備

3. 産業用計算機を取り巻く基本技術の動向と新産業用計算機への適用

以上のようにプラントシステム動向から新産業用計算機に求められている課題を述べたが、この章では、これらのニーズを実現する情報通信関連のシーズ技術の動向と、新産業用計算機への適用について述べる。

3.1 ハードウェア

代表的なCPUチップの技術動向を図3に示す。この図に示すように、今後ともCPU性能向上の傾向は著しいが、産業用計算機では納入後も10年以上にわたって稼働し、その間に増設等が行われることを考えると、より高性能なRISCチップでかつ長期的な展望を持つアーキテクチャを選択することが重要である。この観点から、当社の新産業用計算機ではPA-RISCチップを採用している。

3.2 基本ソフトウェアとソフトウェア生産環境

ソフトウェアクライシスという言葉が登場して久しい。

産業用計算機システムにおいても、高信頼性・高速性を確保しながら、オープン化・マルチベンダ化等システムの高度化への要求に対応し、さらに様々な生産性向上のための施策が施されつつある。

3.2.1 O S

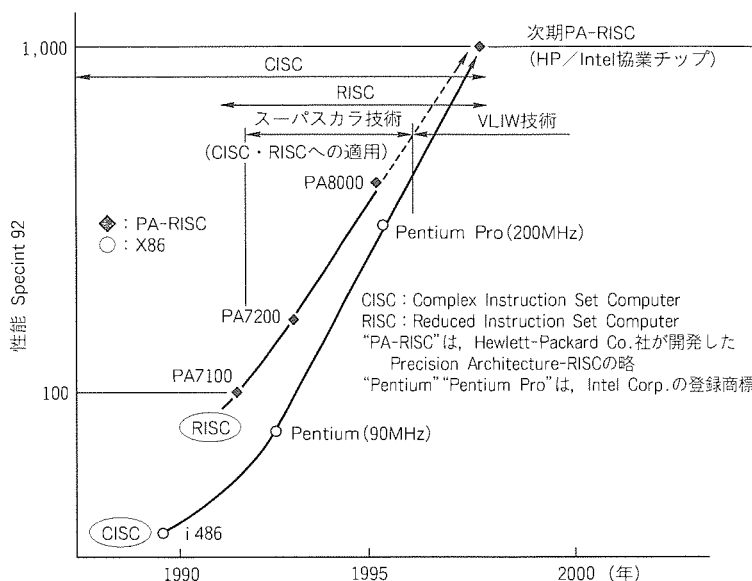


図3. マイクロプロセッサの技術動向

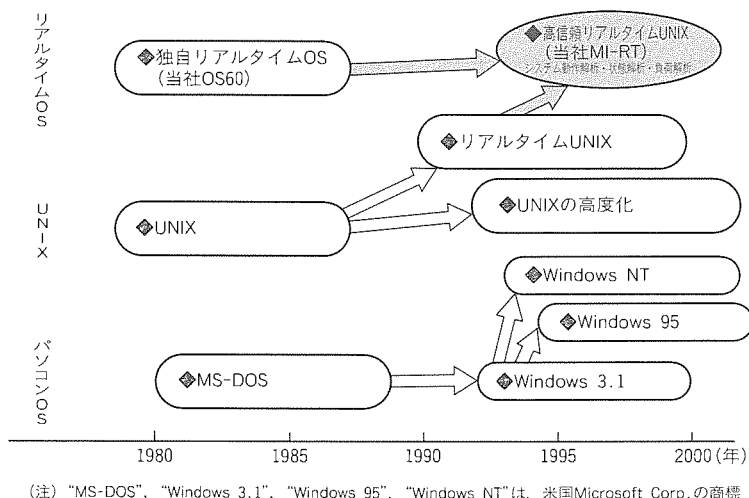


図4. OSの技術動向

従来、リアルタイムシステムでは各社独自のリアルタイムOSが適用されてきたが、オープン化への強い要求から、最近では、業界標準又は世界的に有力な専門メーカーのリアルタイムOSを用いるケースが支配的となっている。産業用計算機においては大規模なリアルタイムシステムへの対応の必要性和UNIX^(注1)での業務処理との一貫性から応答性に優れた本格的なリアルタイムUNIXの出現が待たれていたが、新産業用計算機ではこれらのニーズを実現した。

図4にOSの技術動向を示す。

3.2.2 ミドルウェアとソフトウェア生産環境

産業用計算機システムにおけるソフトウェアの信頼性・オープン性・生産性の向上のポイントは、ミドルウェアの充実とソフトウェア生産環境の充実、すなわち、

(注1) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

- (1) 業界標準ミドルウェアの採用と、高信頼リアルタイムシステム向けのミドルウェアの完備
 - (2) 計装制御ロジック、プラント画面等の POL (Problem Oriented Language) 化
 - (3) オブジェクト指向技術の全面的な適用
 - (4) ネットワークをフルに用いた上流域から下流までの一貫した分散開発環境
- 等であると考える。

3.3 ネットワーク

ネットワークの技術動向を図5に示す。プラント制御用のリアルタイム性を重視したLANとしてはFDDI (100 Mbps) をベースとして独自の方式とプロトコルを適用することが多かったが、今後は高速性とマルチメディア情報の伝送に優れたATMをベースとしてオープン性を確保した高速リアルタイムATMが重要になると考えられ、新産業用計

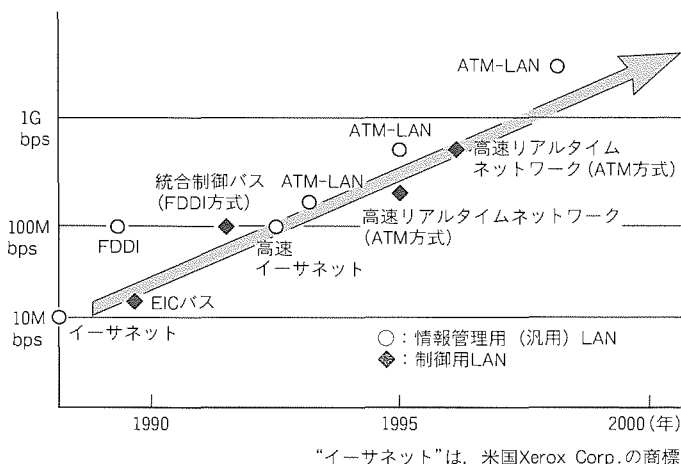


図5. ネットワークの技術動向

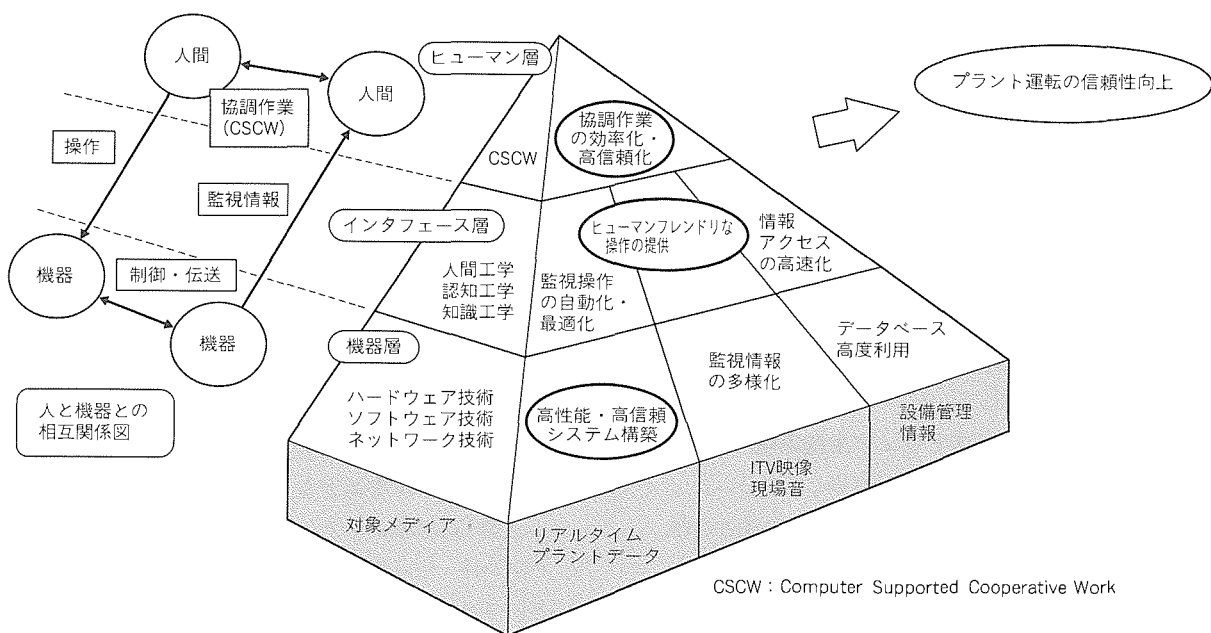


図6. マンマシンの技術動向

算機と合わせて開発した。

一方、インターネットの爆発的な発展と Java^(註2) 言語の出現は、企業内のイントラネットの普及を加速しており、広域監視システム等への適用を現実的なものとしつつあり、当社でも注力している。

3.4 マンマシン

マンマシン技術は、CAD、シミュレータ、ゲーム等の分野で急速な進歩を遂げており、3Dグラフィック、動画、音声認識・応答、バーチャルリアリティ (VR) 等が次々に実用化されつつある。一方プラント監視制御の分野では、温度・圧力等のプロセスデータを主として扱うため、長らく2Dグラフィックの範囲を出ていなかったが、最近になって工業用テレビ (ITV) 画像等のマルチメディアデータを扱うようになり、変革期にあると言える。プラント監視制御マンマシンの技術構造を図6に示す。

4. 新産業用計算機のコセプトと機種シリーズ

4.1 製品コセプト

今まで述べてきた産業用計算機へのニーズとシーズ技術に基づいて、高性能・高信頼及びリアルタイム性とともにも、ダウンサイジング化・オープン化・ネットワーク化及びソフトウェアの生産性に優れた新しい産業用計算機を開発した。詳細についてはこの特集の各論文で紹介するが、そのコセプトと実現方式を図7に示す。また、

(注2) "Java" は、Sun Microsystems, Inc. が開発したオブジェクト指向言語 (Java 言語) 及びそれを備えたシステム (Java) であり、コンピュータのアーキテクチャに依存しない仕組みが特長である。

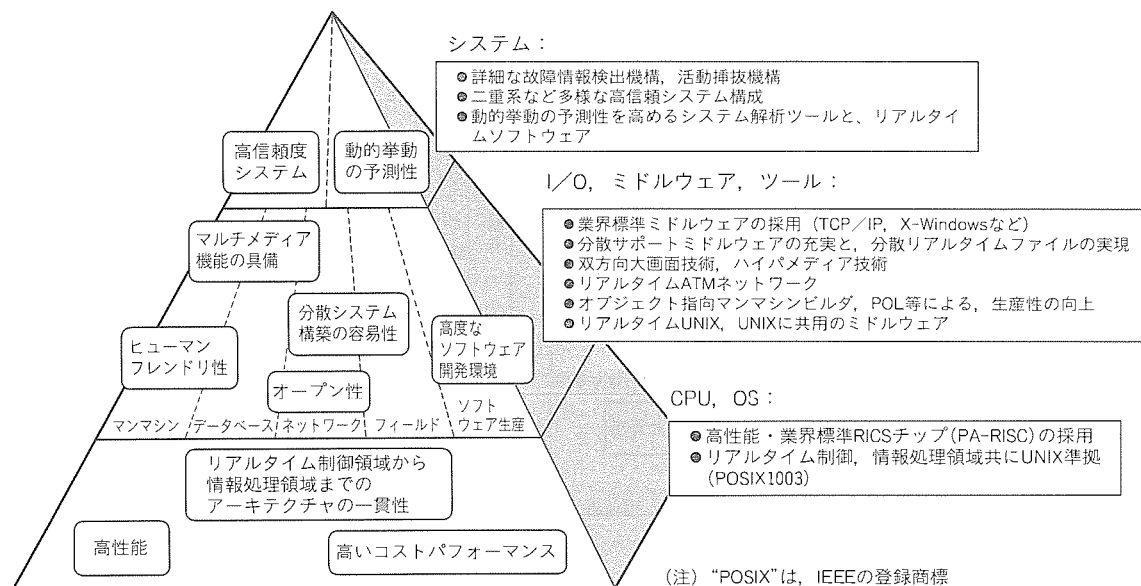


図7. 産業用計算機のコセプトと実現方式

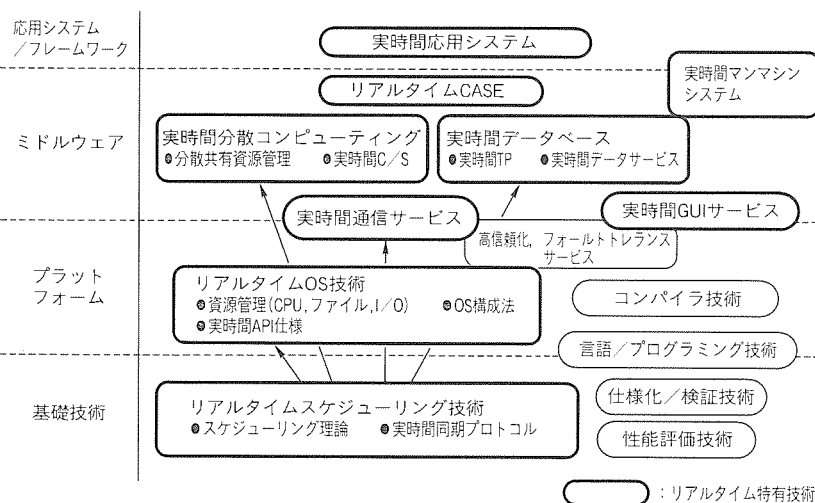


図8. リアルタイムソフトウェア技術の構成・関連図

<p>MR3000 (リアルタイムUNIX "MI-RT" POSIX 1003, 1a~c準拠)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● リアルタイム応答性→0, 1ms以内に起動 ● 定周期性, 高速応答性の必要な通信制御, DDC制御に適用 (100MIPS) * 20~40msの鉄鋼圧延系の定周期制御 * 系統データ, 事故情報等を欠損なく定期的に送る通信制御
<p>MU3000 (UNIX: POSIX, X/Open準拠)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 応答性→10ms以内の起動確立は90~95% ● 高速演算性 (150MIPS以上) で応答性確保 ● 大量データを一定周期 (1s) に演算が必要なシステムに適用 (事故復旧支援 / 運転情報出力) * 系統制御 (オープン分散制御システム) * 発電所管理

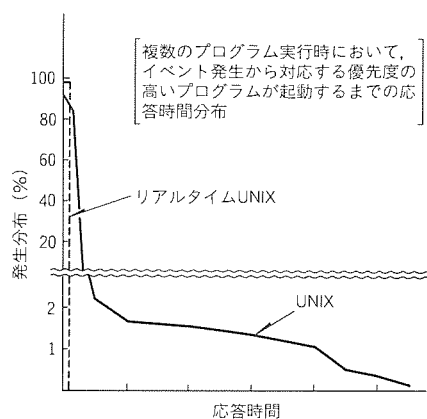


図9. リアルタイム性から見た両機種の特長と応答性

リアルタイムシステムではその動的挙動を予測可能とするシステム設計が重要であるが，そのためのリアルタイムソフト

ウェア技術の構成を図8に示す。

4.2 新機種のシリーズ

機種としては，ハードリアルタイム領域から情報処理領域までの一貫したアーキテクチャを持つMR 3000とMU 3000からなる。MR 3000は，鉄鋼プラントにおける圧延制御や通信制御のように，例えば10msの時間単位で確実に処理を完結させる必要のあるハードリアルタイム処理に対応するために，オープン性を保ちながら業界最高の応答性を持ったリアルタイムUNIXを搭載している。一方，MU 3000は，業界最先端のUNIXを搭載し，ソフトなリアルタイム性と高スループットを特長としている。図9に，リアルタイム性から見た両機種の特長と，リアルタイムUNIXの応答性を示す。

また，MR 3000をベースとして，電力分野向けの多様な高信頼度システムへの対応を可能としたM 60/3000を併せて開発している。

5. 今後のプラント監視制御・管理システム

プラント監視制御・管理システムは，

①産業競争力の強化のため，プラント運転・保守支援の高度化と情報通信技術の広範囲な適用，

②人に優しいプラントの実現，を目指して進んでいる。

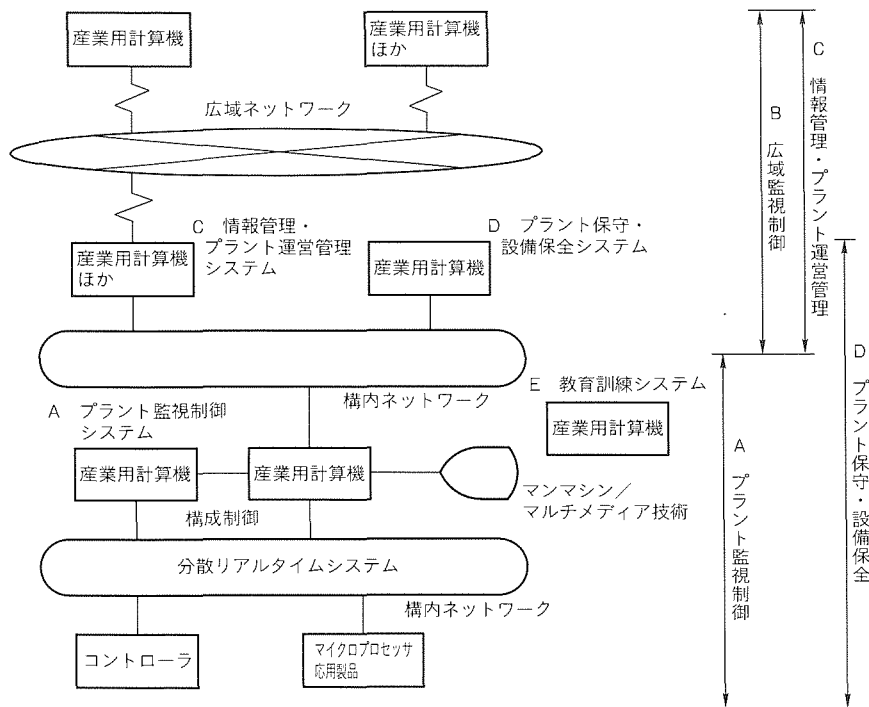


図10. 今後のプラントシステムの動向

表2. 今後のプラント監視制御・管理システムの技術動向

分野	動向
A プラント監視制御 ● 原子力発電 ● 火力発電 ● 鉄鋼 ● 一般工業 ● 上下水道処理	● 高度自動化, 異常予知技術の適用 ● 知的アルゴリズム応用による監視制御 ● 監視操作の一体化 ● プロセス情報の高度可視化 ● ITV統合型マンマシンインタフェース ● 大画面表示装置による情報共有 ● マルチメディア情報による監視制御 ● 超分散システム構築技術の進展 ● オンラインビルトインシミュレータ
B 広域監視制御 ● 電力系統制御 ● 配電自動化 ● ビル管理 ● 道路・交通・トンネル	● 操業情報の経営管理部門のEOA環境からの参照機能 ● 衛星通信利用の広域ネットワーク ● B-ISDN (ATM), フレームリレー網の活用 ● インターネット応用技術の高度化, セキュリティ ● 広域ネットワークによるシステム間相互バックアップ
C 情報管理/ プラント運営管理 ● 電力情報 ● 防災情報 ● 公共情報 ● 原子力・火力プラント 運営管理	● 設備管理データ, 設計データ等の統合管理, ハイパリンク ● マルチメディアデータベースによる情報管理 ● ハイパメディア文書アクセス ● CG (Computer Graphics), VR (Virtual Reality) 応用情報提供システム ● WWWサーバ, イン트라ネット等による情報共有
D プラント保守・設備保全 ● 各分野	● 運転員・保守員の協調作業 (CSCW) 支援 ● 組織分散階層の緊急時意志決定支援 ● プラント内部状態の可視化 ● 遠隔保守支援 ● メーカーからの故障処理支援 ● ITVを用いた仮想環境でのメンテナンス ● 異常予知, 故障診断
E 教育訓練 ● 各分野	● 運転シミュレータによる教育訓練

システムは、図10に示すようにプラント監視制御(A), 広域監視制御(B), 情報管理・プラント運営管理(C), プラント保守・保全(D), 教育訓練(E)の各サブシステムと、これらを有機的に結合するネットワークからなっている。

各サブシステムの今後の動向を表2に示す。

これらを実現する今後のシステム基本技術としては、

- 画像等のマルチメディア適用の監視制御
- CSCW
- 高度な協調分散制御
- AI (人工知能) を適用した高度自動化と異常予知
- オンラインシミュレーション技術
- イン트라ネット技術

等が挙げられるが、いずれも実現可能な時期にきており、急速に発展している。

当社の新産業用計算機システムは、これらの要求にこたえられるように開発を進めてきたものであり、今後のプラント監視制御・管理システムの核として位置付けられるものである。

6. むすび

以上、産業用計算機の技術動向とそれをベースとしたプラント監視制御・管理システムの動向を述べ、産業用計算機システムの現状と将来を展望した。情報技術が急速に進展している状況では、顧客のニーズを的確に把握した対応が重要であると言える。

当社では、プラントエンジニアリングから産業用計算機システムの開発・製造までを一貫して行っており、これによって顧客の求める最適なシステム構築にこたえ、電力・製造業・公共・ビル等の産業分野に貢献していく所存である。

リアルタイム計算機システム

松崎 正* 上田昌広*
 長尾 哲* 伊藤 均**
 杉田正憲* 牛島正人***

1. ま え が き

産業社会の構築を担う情報制御システムは、高度化するプラント監視制御、広域化する情報制御などの多様な分野から高度な機能・性能が求められている。この情報制御システムの中核である産業用計算機として“MELCOM 350-MR 3000 (MR 3000) シリーズ”を完成した。

MR 3000 シリーズは、PA-RISC^(注1) 及び UNIX^(注2) 仕様をベースにしてリアルタイム性・オープン性・高性能・高信頼性を実現しており、適用システムの要求機能・規模に合わせて最適なシステムが構築できるものである。さらに、電力分野での監視制御及び情報制御システム向けには、MR 3000 シリーズをベースにし、また、発電制御用高機能専用言語の搭載と電力分野向けの多様な高信頼度システムの対応を図った“MELCOM 350-60/3000 (M 60/3000)”を併せて開発した。

ここでは、MR 3000 と M 60/3000 の開発の考え方とそれを支える技術について、MR 3000 を代表として述べる。

2. MR3000シリーズの開発コンセプト

2.1 産業用計算機システムに求められる要件

電力・製造業・公共・交通・ビルなどの監視制御及び情報制御システムでは、プラント運転情報と経営管理情報との融合による処理の効率化や、広域ネットワークを利用した運転・保守の省力化などのため、情報と制御の融合が必ず(須)となっている。図1は大規模プラント情報制御システム構成例である。

近年のダウンサイジング化・オープン化の浸透により、情報制御システムは、産業用計算機やコントローラ等の制御用コンポーネントに加え、パーソナルコンピュータ、EWSなどによって構成される。このような情報制御システムにおいてその中核の役割を果たす産業用計算機に求められる要件は、以下に集約されると考える。

- 厳密な定周期性と高速応答性を実現するリアルタイム性
- 汎用の計算機と同等のオープン性
- 制御対象の広範囲化に対応する高性能
- 対象の長期稼働を実現する高信頼性

2.2 MR3000シリーズの開発コンセプトと実現技術

当社では、産業用計算機として、リアルタイム UNIX を

搭載したMR 3000シリーズと標準UNIXであるHP-UX^(注3)を搭載したMU 3000シリーズを開発した。どちらもPA-RISCをプロセッサとし、UNIXによって一貫した計算機アーキテクチャを持っている。単独又は組合せによってリアルタイムシステムとオープンシステムの実現、及び情報制御・監視制御の最適なシステムの構築を可能にしている。ここで紹介するMR 3000シリーズは、以下のコンセプトで開発され、各々対応する各種技術で実現している。図2にMR 3000シリーズの外観を示す。

(1) リアルタイムオープン性

OSとしてPOSIX^(注4)準拠リアルタイムUNIXに当社独自の高信頼化機能を実現した“MI-RT (リアルタイム応答性能：業界最高0.1ms)”を搭載し、リアルタイム性・オープン性を実現した。

(2) 高性能

最先端のPA-RISCアーキテクチャに基づいて開発された世界最高水準の性能を誇るHP社のRISCプロセッサをCPUに搭載し、高速演算性を実現した。

(3) 産業用途に必須な高信頼性

(注1) PA-RISC: Hewlett-Packard Co.が開発したPrecision Architecture-Reduced Instruction Set Computerの略

(注2) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標

(注3) “HP-UX”は、Hewlett-Packard Co.の商標

(注4) “POSIX”は、IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers: 米国電気電子学会)の登録商標

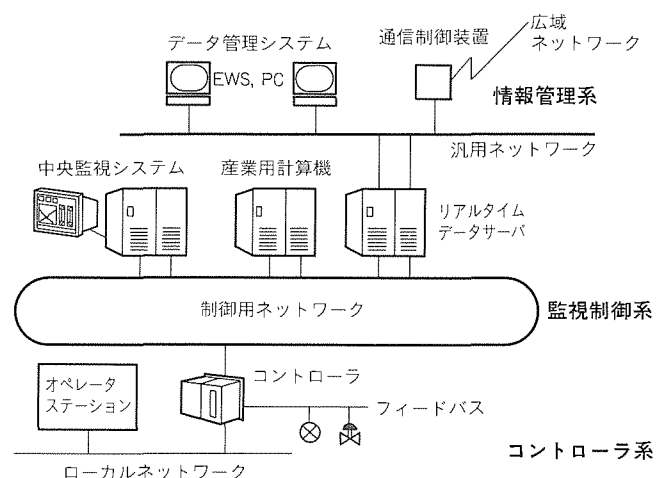
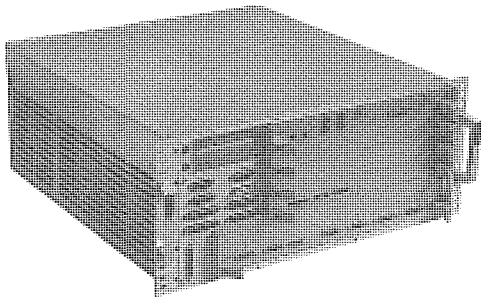
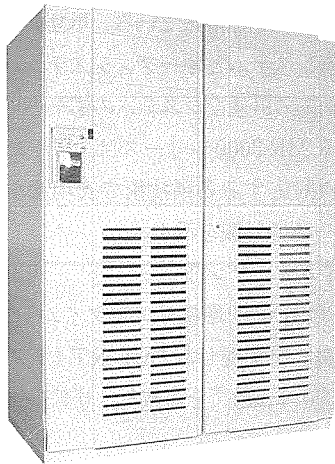


図1. 大規模プラント情報制御システムの構成例



(a) MR3100



(b) MR3300

図2. MR3000シリーズの外観

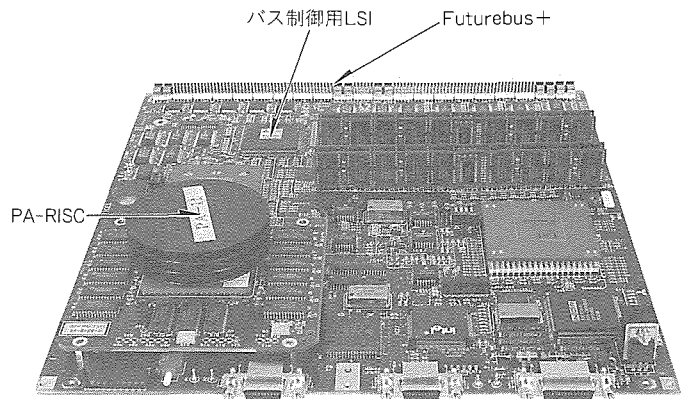


図4. CPUカードの外観

表1. MR3000シリーズの主な仕様

モデル	MR3300	MR3200	MR3100
性能	100MIPS	100MIPS	100MIPS
キャッシュ容量	256Kバイト	256Kバイト	256Kバイト
主記憶容量	最大512Mバイト	最大256Mバイト	最大256Mバイト
固定ディスク	最大28Gバイト	最大28Gバイト	最大14Gバイト
IOスロット数	10スロット	6スロット	2スロット

システム障害を容易に解析できるシステム障害解析機能を備えた。

以下、MR 3000シリーズのハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャとその特長、高信頼・高稼働を実現する機能について述べる。

3. アーキテクチャと特長

3.1 CPUアーキテクチャとハードウェア構成

図3にプロセッサのアーキテクチャと性能向上を示す。計算機の性能向上は、プロセッサがCISC^(注6)→RISC^(注7)→スーパースカラと新しいアーキテクチャを採用することによって支えられてきた。当社の産業用計算機もこの技術動向に対応して開発してきており、MR 3000シリーズは、CPUにスーパースカラのRISCであるPA-RISCを採用して高速演算性を実現するとともに、将来の性能向上を確保している。

(1) CPUカードの特長

図4にCPUカードの外観を示す。部品点数の削減を図って実装密度を上げるとともに、信頼性を向上するため、プロセッサ制御、メモリ制御、IOバス制御など主要な回路は今回開発した3種のASICで実現した。IOバスはFuturebus+ (IEEE 896.1,2)を採用し、高速データ転送や転送時のエラー検出機能を3種のASICの中の一つであるバス制御用ASICで実現してIOカードと共用化を図った。

(2) ハードウェアの高信頼化設計

(注5) RAS: Reliability, Availability, Serviceabilityの略
 (注6) CISC: Complex Instruction Set Computerの略
 (注7) RISC: Reduced Instruction Set Computerの略

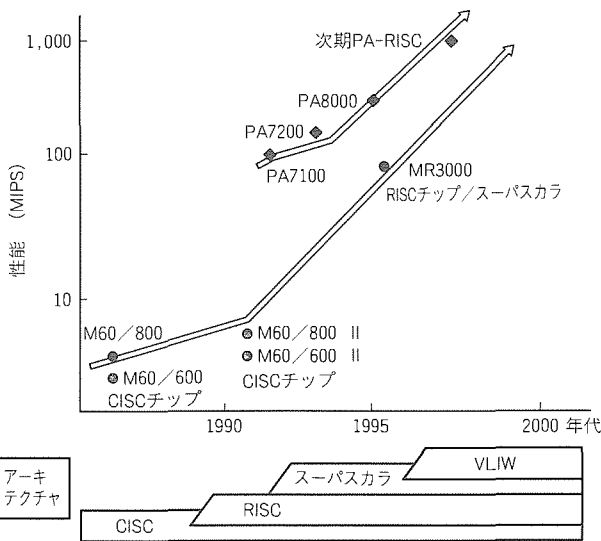


図3. プロセッサアーキテクチャと性能向上

計算機の動作を常時監視し、故障発生時に外部への通知や二重系切換え等適切な処置を行い、システムの安定な運転を可能とするRAS^(注5)と構成制御機能を備えた。

(4) 保守の容易化と高稼働性の実現

IOバスには計算機動作中に故障部位を交換できる活線挿抜機能を備えたFuturebus+を採用した。また、運転時の

CPUカードは、主記憶の誤り検出・訂正、キャッシュパリティ検出、クロックロス検出、Futurebus+パリティ検出などの異常検出機能を保有している。また、システム監視プロセッサでは電源監視などの機能のほかに各種エラー情報の格納とフェールセーフパネルやシステムコンソールへのエラー情報提供を行っており、ハードウェアの高信頼化を図った。

表1にMR 3000シリーズの主仕様を、図5にMR 3000シリーズのハードウェア構成を示す。

3.2 IOアーキテクチャ

計算機IO周辺装置の性能のキーとなるIOバスは、プロ

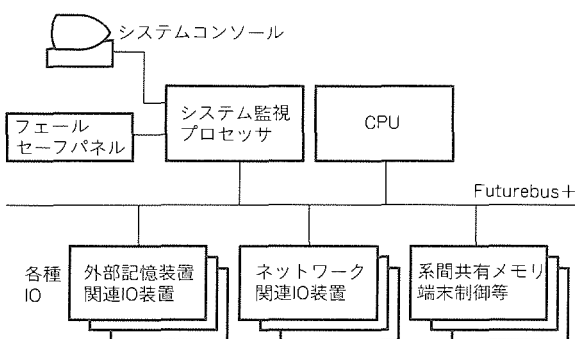


図5. MR3000シリーズのハードウェア構成

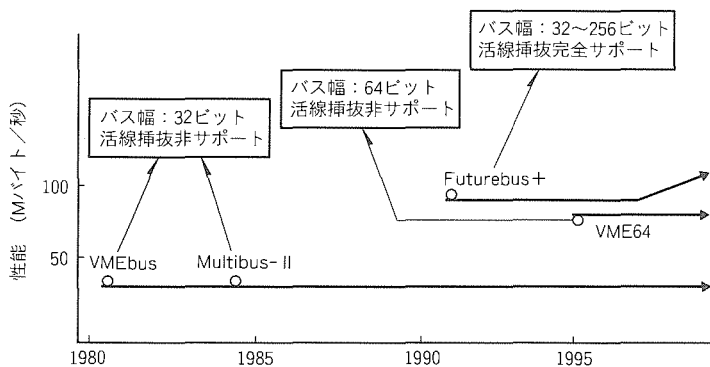


図6. 産業用計算機の標準バスの動向

表2. 産業用途のIOレパートリ

IOレパートリ	機能
基本I/O制御プロセッサ	ミラーディスク機能、二重系計算機間の共有ディスク機能
マルチポートディスク	最大4ポートで多重計算機システムに対応
制御用ネットワーク	100Mbpsの当社データウェイ (SE-BUS1)
計算機間共有メモリ	二重系計算機間の共有メモリ
各種汎用ネットワーク	Ethernet*1, FDDI*2, ATM*3
端末制御プロセッサ	プリンタ等のデバイス制御
リモートプロセスIO I/F	光リンク応用のプロセスIO用バスインタフェース

注 *1 “Ethernet” は、米国Xerox Corp.の商標
 *2 FDDI: Fiber Distributed Date Interfaceの略
 *3 ATM: Asynchronous Transfer Modeの略

セッサ性能の向上や通信・ディスク性能の高速化に対応して、高速化が要求される。また、連続運転が必須な産業用計算機では、運転中のIOカードの交換・拡張を容易化するための機構が必須となってきている。図6に産業用計算機で用いられている標準バスの動向を示す。MR 3000シリーズでは、IOの活線挿抜の技術と国際標準IEEE 896.1, 2プロファイルBのFuturebus+をベースにしたオープンなIOアーキテクチャを確立した。これによってバス転送の高速性・高信頼性を将来にわたって確保し、また、運転中のIO装置の交換・拡張を容易にするための活線挿抜とIO管理を実現した。以下に、このIOアーキテクチャの特長を述べる。

(1) IOバスアーキテクチャ

- 最大80 Mバイト/秒の高速なバス転送性能を実現
- エラー検出/リトライ等のRAS機能によって高信頼の転送を実行
- Futurebus+の活線挿抜手順をベースに電源ノイズ低減対策を施し、計算機動作中のIO基板の交換が可能

(2) IO管理

システムバスに接続される各IO基板の管理方式として国際標準規格IEEE 1212を採用し、オープン化を図っている。各IO基板でCSR (Control and Status Register) を保有し、各基板の制御 (初期化、機能・動作パラメタの設定及び診断)、状態監視、属性、及び機能・動作パラメータチェック等の情報を格納し、ソフトウェアによるIO管理を容易化している。

(3) 産業用途のIOざらえ

表2に示すように、産業用途のIOレパートリをそろえた。

3.3 ソフトウェアアーキテクチャ

厳密な定周期性と高速応答性が要求される通信制御やDDC (Direct Digital Control) 制御に代表されるリアルタイムシステムに適用される産業用計算機では、構成される複数のタスクがそれぞれの応

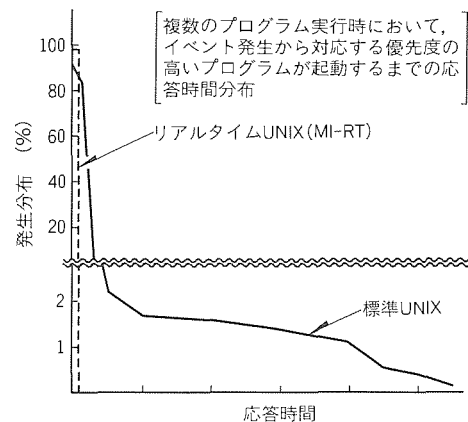


図7. MI-RTと標準UNIXの応答性比較

答時間制約を守る必要がある。図7は今回開発したMR 3000シリーズのOSであるMI-RTと標準UNIXの応答性を比較したもので、MI-RTは0.1msの応答性があることを示している。MI-RTは、産業用計算機のリアルタイム性能強化、オープン化指向強化への要望にこたえ、リアルタイムUNIXを核に、当社で長年培ってきた産業用計算機でのシステム解析機能及び入出力機構を組み入れ、高リアルタイム性とUNIX OSが持つオープン性及び高信頼性を実現した。

以下にMI-RTの特長的な機能を述べる。

(1) 標準機能

リアルタイム性確保とオープン化指向強化に対応するために、POSIX準拠リアルタイムUNIX (1003.1,1b,1c準拠)を核に、入出力制御バスとしてIEEE規格Futurebus+に準拠した入出力制御機構を組み入れてリアルタイム性・オープン性・機能拡張性に優れたOSを実現した。

(2) 高リアルタイム機能

通常リアルタイムOSは、CPUの割当てを優先度とクオンタムを基準に行っている。MI-RTでは、より高度なリアルタイム性を実現するために、更に優先度継承機能を実装している。

図8は優先度継承機能の動作例を示すものである。図(a)は通常リアルタイムOSのスケジューリング動作を示すもので、高優先度スレッドは、低優先度スレッドが確保してい

る資源解放待ちによって実行できない。この結果、中間優先度スレッドが、CPU実行権を確保して動作し続けることとなる。この現象を優先度逆転と呼び、高優先度スレッドのリアルタイム性を阻害する要因となる。MI-RTでは、高優先度スレッドを確実に実行させるために、資源競合を引き起こす低優先度スレッドの実行レベルを一時的に高め、高優先度スレッドの動作遅延を回避する優先度継承機能を実現している(図(b))。

(3) タスク管理機能

タスク管理機能は、UNIX環境上で従来のリアルタイムアプリケーションの移行性、設計技術の継承性を提供するもので、タスクの常駐/非常駐制御及びタスク名による起動・通信・制御等のタスクプログラミング環境を実現した。これによって、UNIXプログラミングと従来プログラミングの利用が可能である。

4. 高信頼機能

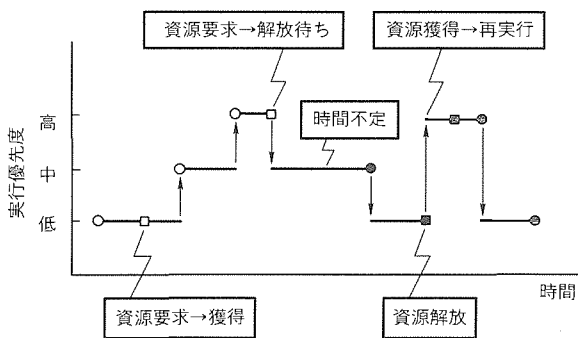
計算機システムの高稼働性実現のため、近年、耐故障性の向上及び無停止保守の要求が高まっている。MR 3000シリーズでは上記要求にこたえ、以下の三つの機能を提供し、高信頼の計算機システムを実現している。

- RASシステムにより、自律的な故障検出と波及の防止
- 構成制御により、故障部位の切離し後の再構成、及び運転を妨げずに行う故障部位の交換
- システム解析機能により、大規模リアルタイムソフトウェア設計時のシステム時間的挙動予測、及び複雑に関連する故障要因からの故障原因特定

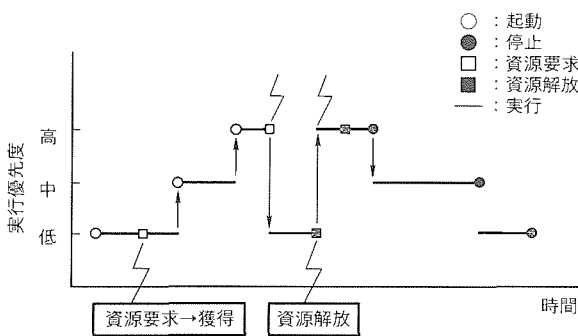
4.1 RASシステム

計算機の耐故障性を向上するためには、計算機内で発生した故障に対して可能な限り再試行を行い、それでも救えない場合は、部分的な切離しを行って運転継続できることが必須となる。MR 3000シリーズのRASシステムでは、故障時に再試行を安全かつ確実に実施する目的で、必要かつ十分な箇所に故障検出機能を配して故障の早期摘出を行い、故障を波及させない局所化を図っている。

図9にRASの概念を示す。計算機内部(CPU, 各種IOなど)に配された故障検出機構で検出された故障は、CPUに通知される。CPUは故障時処理としてエラーメッセージをコンソールに表示するとともに、故障内容に従って運転継続可能かどうかを判断する。運転継続不能の重度の故障時は計算機停止を実施し、縮退等によって運転継続が可能であれば構成制御に故障情報を渡す。故障情報は同時にシステム監視プロセッサに通知され、そこで不揮発性メモリに故障情報記録として格納される。この記録内容は、故障内容・故障発生時間・故障発生箇所の情報で構成され、故障原因解析用途としてシステムコンソールへ表示させることができる。



(a) 優先度逆転の動作例



(b) 優先度継承の動作例

図8. MI-RT優先継承スケジューリング

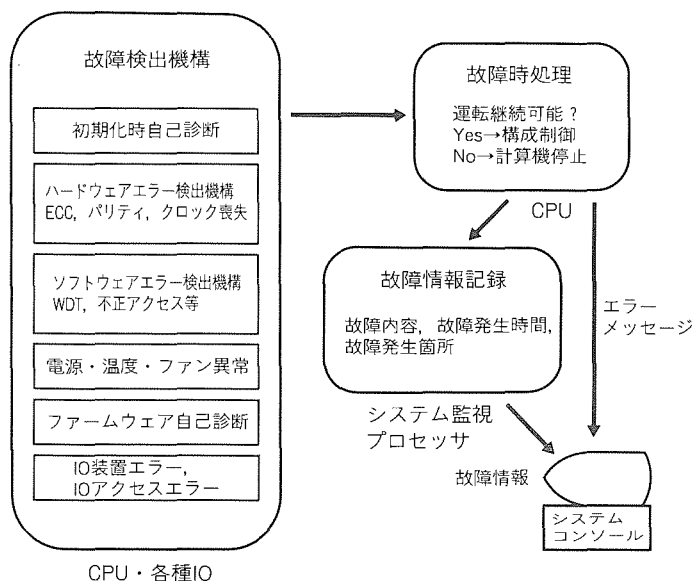


図9. RASの概念

4.2 構成制御

計算機内で故障が発生した場合、故障部位を切り離し、代替要素に切り換えたり縮退を行い、安定した運転を実施させる構成制御が必要である。従来から用いられてきた代表的な構成制御は、デュアル（二重系同時実行及び照合）とデュプレック（待機冗長系切換え）である。

MR 3000シリーズでは、カード内に二重化機構を持ち、故障時に自律的に切り換わるPIOカード及びミラーディスク、共有メモリおよび共有ディスク装置で従来からの切換え機能の構築を容易化している。また、IO管理機構とIO活線挿抜により、運転を妨げずに故障部位の再構成と交換ができる計算機単体での構成制御機能も提供している。

さらにネットワークで分散したシステムにおいては、MR 3000シリーズ、MU 3000シリーズ、その他EWS等の機種に依存することなく、故障したコンポーネントの切離しと分散システムの再構成を行うことができる。このため、通信ノードの二重化や通信経路の二重化を図っている。

以上により、計算機単体から制御システムまでの階層に応じた構成制御を実現している。図10にネットワークの構成制御を示す。

4.3 システム解析機能

大規模なリアルタイムシステムにおけるソフトウェアは、応答時間制約を持つタスクの複雑な集合が、あるスケジューリングの下で、各々の制約時間を満足できるように設計されなければならない。このため、ソフトウェア設計時にシステムの時間的挙動を予測可能にすることが必須である。

また、システム運用時においては、システムの障害の原因究明を早急に行うことが必要である。システム障害は、ハードウェア故障、ソフトウェアの不具合、性能の低下等の要因が単独又は複数で複雑に絡み合うため、計算機システムの規

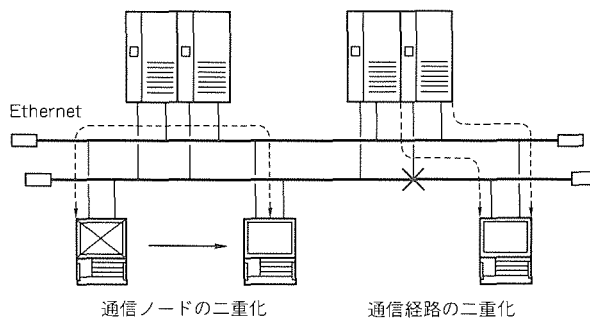


図10. ネットワークの構成制御

表3. システム解析ツールの種類と解析対象

名称	解析対象
状態表示ツール	OS及びプログラムの内部状態
トレースツール	OS及びプログラムの主要なイベントの発生履歴
負荷状況収集ツール	システム内各種資源の使用状況
エラーメッセージ管理	エラーメッセージログ

模が大きくなるに従って原因究明と障害要因の排除が困難となる。MR3000シリーズでは、ユーザがシステムの時間的挙動の把握、システムチューニング、及び動作内容の検証と障害原因の特定等を容易に行えるシステム解析ツールを提供している。表3にシステム解析ツールの種類と解析対象を示す。

(1) システム解析ツールが収集する情報

以下の情報を収集する。

- システム内部で発生するイベントの発生履歴
- システム内の各種資源の使用状況
- システムの内部状態の情報
- エラーメッセージログ情報

(2) システム解析機能の特徴

- システム内の主要な対象を網羅的に解析可能
各ツールは、設計段階でのシステムの構成要素の詳細な分析に基づき、システム内の主たる解析対象をほぼすべてカバーする。
- きめ細かな解析が可能なユーザインタフェース
各ツールが提供する各種コマンドにより、解析対象及び表示内容のきめ細かな設定が可能である。
- アプリケーションから制御可能なインタフェース
各ツールは、それらの機能の一部をアプリケーションプログラムから制御可能なライブラリを提供しており、ツール本体との組合せにより、更にきめ細かな解析が可能となる。
- 事後解析機能のサポート

故障ケースによってOSがディスクにダンプするメモリイメージの情報を解析することも可能である。これにより、障害発生直前及び発生時点の解析を容易に

している。

5. 今後の動向

以上述べたように、情報制御システムにおいては、従来からの高信頼な制御機能を確保しつつ、広範囲にわたって情報処理機能が取り込まれていくと考えられる。特に、マルチメディア情報を用いた新たな操業・運転への推移、及びインターネットと接続した新しい業務形態への変革等によってオープン化かつ高機能化が図られていく。このような動向の中で、産業用計算機システムは、従来以上にリアルタイム性・オープン性・高信頼・高性能・高機能が求められていく。

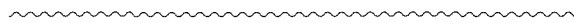
これに対してシーズ面でも“1,000 MIPSを実現する高速なプロセッサ”“ATMに代表される高速ネットワーク”“アーキテクチャに依存しないオブジェクト指向のソフトウェア技術”等が着実に現実のものとなりつつある。

これらについても、当社の研究所での先行的な研究開発に基づいて対応していく予定である。

6. むすび

以上、情報制御システムの中核である産業用計算機 MELCOM 350-MR 3000 シリーズの開発コンセプト、ハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャとその特長であるリアルタイム性・オープン性・高信頼、及び長期稼働を実現する機能について述べた。産業用計算機システムにおいては、今後もオープン化・ダウンサイジング化が進むとともに、マルチメディアに代表される先端技術を取り入れた機能の実現が要求されてくると認識している。

ユーザ各位からの御指導、御鞭撻により、最適な産業用計算機システムを開発し、製造していく所存である。



プラント監視制御・管理システムを支える マンマシンシステム

前川隆昭* 亀山正俊**
浅野光雄* 平井健治***
清水広之*

1. ま え が き

電力、製造業、公共、ビル等のプラント監視制御・管理におけるマンマシン分野では、プラントの運転信頼性の向上、運転員の負担軽減、運転の省力化等を目指して、従来から数々の努力がなされてきた⁽¹⁾。

当社では、これらの目標に対して、高性能・高信頼性とオープン性を確保しながら、より監視・操作性に優れたプラント監視制御・管理用マンマシンシステムを開発してきた。

本稿では、その技術と今後の動向について述べる。

2. プラント監視制御・管理用マンマシンシステムの動向と課題

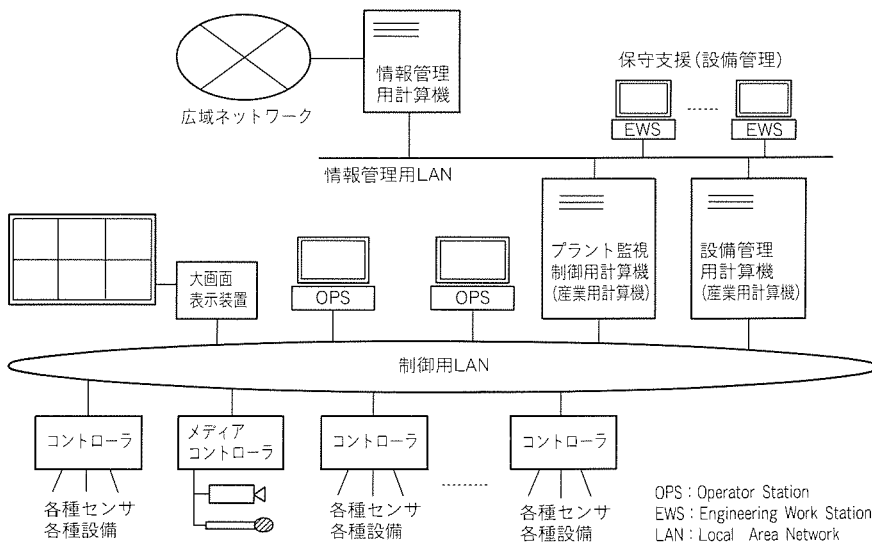


図1. プラント監視制御・管理システムの全体構成

図1にプラント監視制御・管理システムの全体構成を示す。プラント監視制御・管理におけるマンマシンシステム技術は、プラントと人間との橋渡しをする技術であり、高性能・高信頼性を維持しつつ、人間工学研究成果やオープン化への対応など時代の最新の技術を取り込んできた。

その技術構成は、図2に示すように、コンピュータとマンマシン機器からなる機器層、人と機器との間で監視操作をするインタフェース層、人と人との間で協調作業をするヒューマン層からなっている。

一方、対象とするメディアの種別と

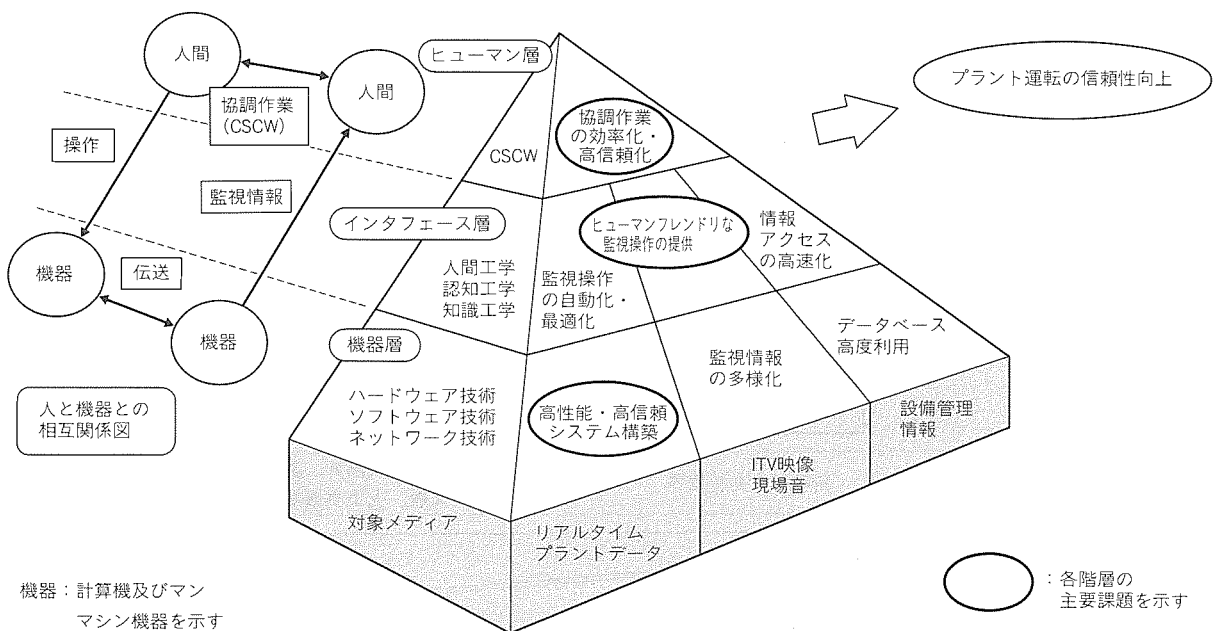


図2. プラント監視制御・管理用マンマシンシステムの技術構成

しては、圧力・温度等のリアルタイムプラントデータ、ITV (Industrial TV) 映像や現場音、及び設備管理情報からなっており、これらが上記の三つの階層と組み合わせられてマトリクス状になり、各々特有の技術課題を形成している。

各階層ごとの動向と課題を以下に示す。

(1) 機器層の動向と課題

対象とするメディアの種類の中で、プラント監視制御・管理に不可欠なのがリアルタイムプラントデータである。マンマシンシステムとしては、これに対して、①高信頼性と高速応答性、②ウィンドウ技術による監視・操作性の向上、③監視操作画面のソフトウェア(S/W)の生産性向上に取り組んできている。図3にこれらの技術の歩みを示す。

(2) インタフェース層の動向と課題

従来は、人間工学に基づく運転員の行動モデルの分析を取り入れた画面構成の研究が主としてなされてきたが、現在は、マルチメディア技術の先進的応用と実用化が課題である。すなわち、リアルタイムデータに加えて、ITV映像や現場音

など臨場感のある情報を蓄積・伝送して、相互に関連付けて表示し、また画像処理することにより、直感的でよりヒューマンフレンドリな監視操作や異常監視性向上等が求められている。

(3) ヒューマン層の動向と課題

大規模プラントでは、機器・インタフェース層の技術課題が順次解決されるに従い、複数の運転員間での協調作業上の課題がクローズアップされる結果となってきている。そのため、人と人との協調作業を支援するCSCW (Computer Supported Cooperative Work) 技術の発展と適用が求められる。

以下の章では、これらの課題に対する当社の取組を紹介する。

3. マンマシン装置

3.1 プラント監視制御・管理分野におけるマンマシン装置の適用形態

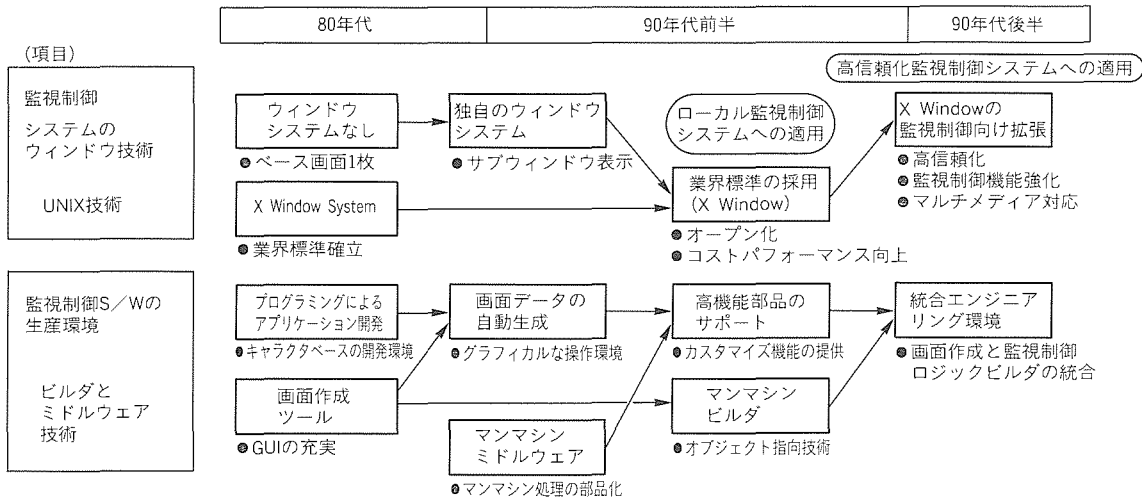


図3. プラント監視制御・管理用マンマシン技術の歩み

表1. プラント監視制御・管理分野におけるマンマシンシステムの適用形態

機種構成	IMS応用マンマシンシステム (MR3000, IMS)	EWS応用マンマシンシステム (MU3000, EWS)
システム構成		
適用分野	発電所中央計装等	広域監視制御, 系統運用支援, 上下水運転支援等
技術要素		

プラント監視制御・管理に適用するマンマシン装置としては、各分野ごとの多様な性能、信頼性・リアルタイム性・汎用性等の条件を満たしつつ、システムとしての一貫性を持つことが要件となる。すなわち、

- (1) 発電所中央計装など特に高信頼性と長期運用が求められる分野では、当社開発の産業用マンマシンステーション (Industrial Man-machine Station : IMS) をマンマシン装置として用いる。
- (2) 広域監視制御のようにオープン性と汎用性を特に重視する分野では、汎用のEWS (Engineering Work Station) をマンマシン装置として用いる。なお、EWSを用いながらも、分散システム構成とLANの二重化により、監視制御に要求される基本的な信頼性は確保している。
- (3) IMSとEWSは、共にUNIX^(注1)とX Windows System^(注2)を採用しており、マンマシンビルダは一貫性を持った設計がなされている。また、両者の間でのアプリケーションレベルのS/W互換性は保たれている。

表1にIMSとEWSの適用形態を示す。

3.2 IMS

IMSの外観と主な仕様を各々図4と表2に示す。IMSは、産業用の高性能・高信頼度な監視制御・管理システムに用いるのに適した以下の特長を備えている。

- 高速RISCプロセッサ、リアルタイムUNIX、X Windows Systemをベースとした高速処理性とオープン性
- プリンク機能のハードウェア(H/W)化等の監視制御・管理向け機能、プラント画面に適した表示高速化、及びX Windows Systemの長期連続運転性の保証のためのメモリ増加防止機構
- 詳細な故障要因の検出と故障波及の防止を行うRAS

(注1) “UNIX”は、X/Open Co.Ltdがライセンスしている米国及び他国における登録商標である。

(注2) “X Window System”は、米国X Consortium, Inc.の商標である。

(Reliability, Availability, Serviceability)機能、及び高信頼な多重系構成を容易に行う構成制御機能

- S/W設計時のシステム時間的挙動の解析、及びシステム運転時の故障原因の特定を可能とするシステム解析機能
- プラントでの長期にわたる運用を支援するための長期供給と保守

3.3 マンマシンミドルウェアとビルダ

マンマシン機能の高度化に伴い、S/Wの開発量も膨大なものとなってきており、S/W生産性の向上は重要な課題である。これを解決するためには、S/Wの蓄積・再利用・拡張を促進するS/Wシステムの枠組みの構築が不可欠である。この枠組みにおける重要な要素は、拡張性を考慮した階層的な部品化の基盤となるマンマシンミドルウェア、及びミドルウェアと密に連携し部品の拡張や既存部品を利用した新たな部品化をサポートするマンマシンビルダの提供と考える。

この点から見た従来のマンマシンS/W(ミドルウェア、ビルダ)や市販のマンマシンビルダの課題を以下に示す。

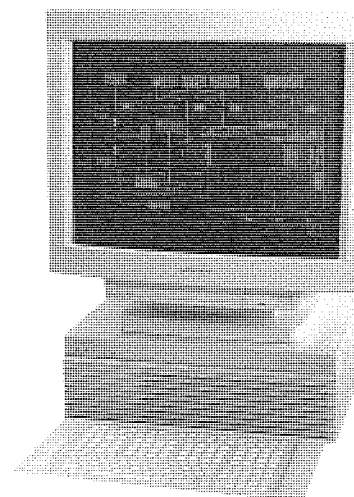


図4. IMSの外観

表2. 産業用マンマシンステーションの主な仕様

項目	仕様	
基本部	CPU	PA-RISC
	OS	リアルタイムUNIX(MI-RT)
	CRT	1,280×1,024(ドット), 21インチ
表示機能	表示色: 最大256色	
	高品質文字: 6~32ドット, 明朝・ゴシック, スケラブルフォント	
	サブウィンドウの表示・移動・拡大/縮小, プリンク機能	
入力機能	タッチパネル, ファンクションキーボードなど	
	日本語入力機能	
高信頼化機能	RAS機能, 故障の検出・記録・故障情報の通知	
	二重化LAN対応, メモリ管理機構の強化	
マンマシンミドルウェア	機能部品の組合せによる実行環境, 高信頼化機能	
マンマシンビルダ	ビジュアルプログラミング環境	

- カスタマイズを伴う部品の再利用と拡張の困難さ
- 表示状態ロジック定義やアクション定義の柔軟さと容易さの欠如
- プラントデータ処理にかかわるロジックと表示系との結合性の欠如

このような従来ツールや市販ツールの課題を解決して高機能なマンマシンS/Wを提供するために、オブジェクト指向技術をベースとして、次のような方針でマンマシンミドルウェア及びビルダを開発し、IMSに標準装備している。

- 高機能部品や分野対応部品等を含めたカスタマイズ機能の提供
- ロジック定義やアクション定義を含む多様な基本・高機能標準部品の提供と、ビルダによる部品定義機能の提供
- 部品定義やカスタマイズ結果の検証のための柔軟なシミュレーション機能の提供
- 表示系とプラントデータ処理ロジックとを部品レベルで結合するアプリケーション構築支援機能の提供

表3にマンマシンミドルウェアの仕様を、図5にビルダの画面例をそれぞれ示す。また、図6にマンマシンミドルウェア

とビルダの動作の概要を示す。

CRT上の表示・操作にかかわる基本部品や高機能部品等のS/W部品をマンマシンビルダ上で呼び出し、視覚的に属性や接続を定義する。また、ロジックビルダを用いて、データ処理にかかわるロジック部品を定義する。オンライン系のマンマシンミドルウェアは、ビルダで作成したデータやロジックを読み込み、その定義に基づき、プラントデータの表示やタッチ操作等の処理を行う。

このようなマンマシンミドルウェアとビルダの統合エンジニアリング環境により、S/W生産性向上を実現するとともに、使用実績のあるS/W部品の再利用により、高いレベルの品質維持を保っている。

3.4 プラント監視操作画面

運転員との直接的なインタフェースとなるプラント監視操作画面は、主として以下の画面から構成されている。

- 計器イメージでタグの状態表示と操作を行う計装画面
- プラントを系統ごとに状態監視するグラフィック画面
- 警報一覧画面
- トレンドグラフや帳票画面

当社では、これらの監視操作画面に対して、①人間工学

表3. マンマシンミドルウェアの仕様

項目	仕様	
最大登録画面数	3,000枚/CRT	
標準ウィンドウ数	32枚同時表示/CRT	
最大可変データ数	2,000個/画面	
最大表示部品数	2,000個/画面	
部品種別*	基本部品	11種類(数値, 文字列, 移動シンボル, ポリライン等)
	高機能部品	13種類(オンタッチボタン, オフタッチボタン, 入力フィールド等)
	複合部品	4種類(バーチャート, 表, トレンドグラフ, プロットグラフ)
描画更新周期	最小0.1秒	
画面表示速度	最高0.1秒	
拡大縮小	任意倍率	
高信頼化機能	不正データチェック, RAS情報通知, 通信路切断自動復帰	

注 *部品の種類は追加可能

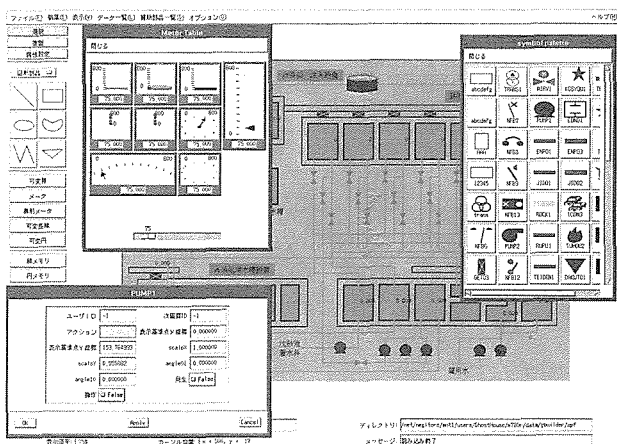


図5. マンマシンビルダの画面例

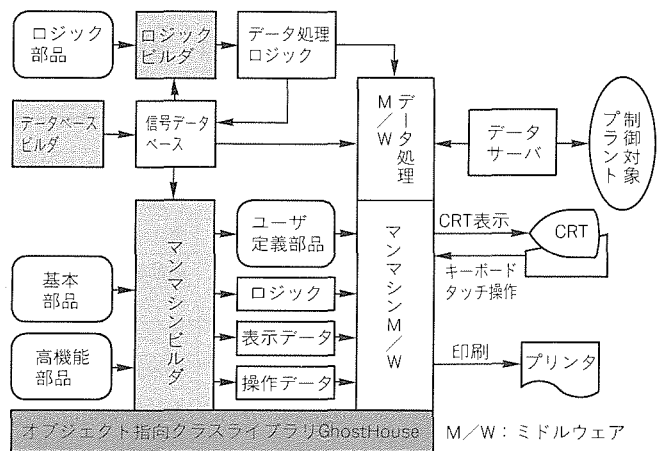
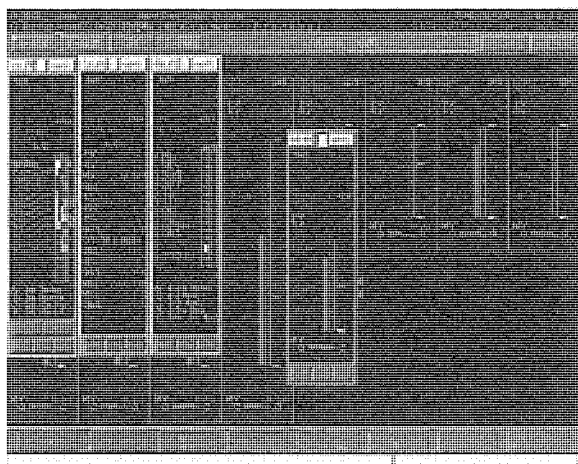
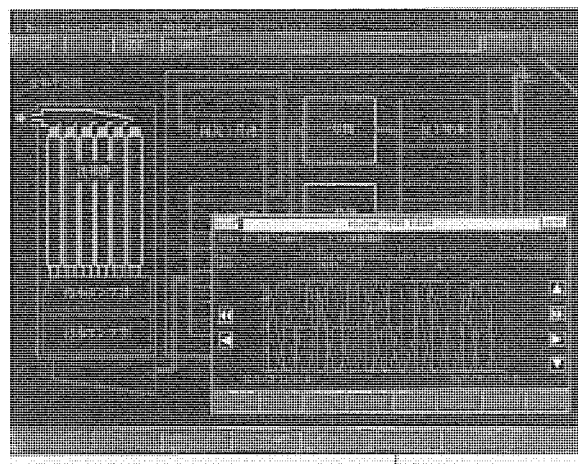


図6. マンマシンミドルウェアとビルダの動作の概要



(a) 計装画面



(b) グラフィック画面

図7. プラント監視操作画面の例

の研究成果に基づいた視認性に優れた画面構成基準と、②電力、製造業、公共、ビル等の各分野ごとのプラントノウハウに裏付けられた豊富な種類の画面メニューを有しており、プラント監視操作性の向上や運転員の負担軽減等に貢献している。

図7にその代表例を示す。このような画面は、3.3節で述べたマンマシンミドルウェアの提供する基本機能及びS/W部品の組合せで実現できる。マンマシンビルダを用いれば、熟練プログラマを必要とせず、プラント監視画面とその処理ロジックを組み上げることができる。

4. 産業用マルチメディア応用システムと今後の新技術動向

4.1 産業用マルチメディア応用システムのニーズと構成

最近のマルチメディア技術の進展には著しいものがあり、映像のデジタル化、大画面表示デバイス、ネットワークの高速化、グラフィック表示技術の急速な発展に支えられて実用化の領域に入ってきた。これらの最新技術の適用により、①直感的でよりヒューマンフレンドリな監視操作や高度な異常監視、②複数運転員の協調作業による災害・事故時の迅速な対応等が可能なプラント監視制御・管理システムが実現しつつある。このような背景の下で、図8に示す産業分野におけるマルチメディア応用システムへのニーズを踏まえて、図9の“産業用マルチメディア応用システム”第1版を開発した。システムの構成要素

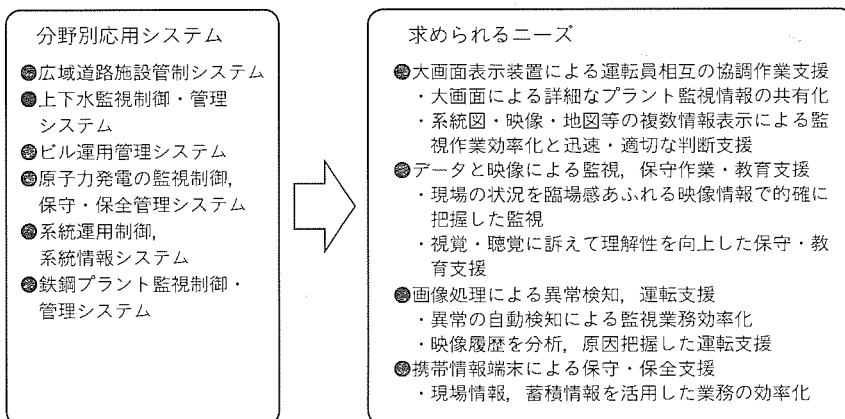


図8. 産業用マルチメディアのニーズ

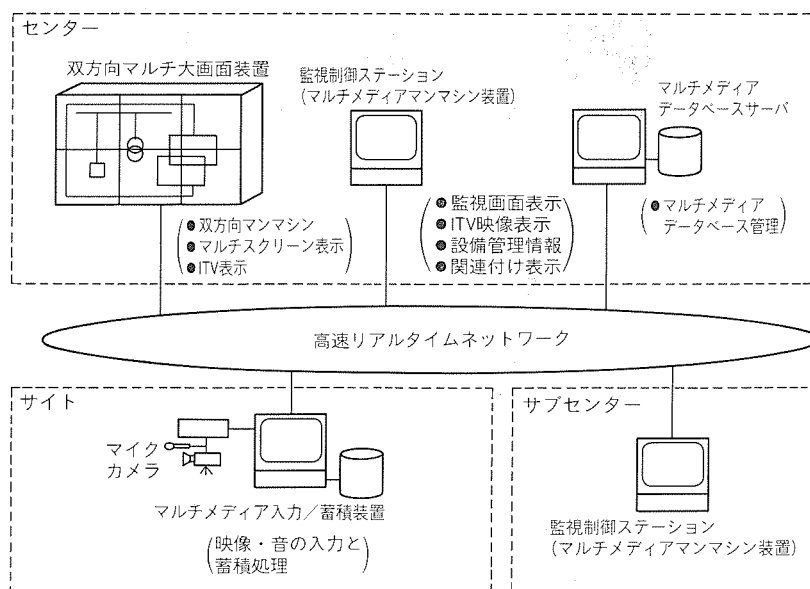


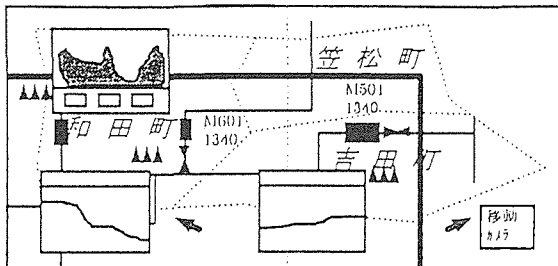
図9. 産業用マルチメディア応用システムの構成

と要素技術を以下に示す。

(1) 双方向マルチ大画面装置

従来、大画面装置は表示のみに使用していたが、複数のオペレータが直接操作できる双方向機能へのニーズが高まってきた。そこで、以下の機能からなる双方向マルチ大画面装置を開発した。

- リモート マルチカーソルを用いた双方向マンマシンインタフェース機能
- 複数のディスプレイからなるマルチ大画面をあたかも一つの大きなディスプレイとして使用して、現場のITV映像や設備情報等を自由な位置にウィンドウ表示ができるシームレスマルチ大画面表示機能



- (1) 双方向マンマシンインタフェース
 - 複数オペレータが大画面に直接操作できる
- (2) シームレスマルチ大画面表示
 - ITV映像・トレンドウィンドウをマルチ大画面に表示する
 - 複数運転員が大画面の表示データをベースに協調作業を行う

図10. 双方向マルチ大画面装置の応用例

これらの機能は、X Windowの高機能化・高速化技術とマルチメディア表示技術によって実現している。その応用例を図10に示す。

(2) 監視制御ステーション (マルチメディアマンマシン装置)

運転員に多様な情報を提供するため、リアルタイム監視制御画面と関連付けて現場 ITV映像、蓄積映像、設備管理情報等のマルチメディア情報を検索・表示する機能を、マルチメディア表示技術、ハイパーリンク技術、分散データベース技術、ネットワークを介した画面転送技術等で実現した。

(3) マルチメディアデータベースサーバ、入力/蓄積装置、高速リアルタイムネットワーク

プラントの効率的運転、事故・災害時の迅速な対応のため、ITVの映像や現場音などの現場のマルチメディア情報を運転員がリアルタイムに監視すると同時に蓄積し、その蓄積情報をトレースバックして解析する機能等が必要となる。これらの機能を実現するため、映像・現場音等を含めたマルチメディア情報のデジタル化及びデータベース化技術と、これらマルチメディアデータをリアルタイム配信する高速ネットワークを開発した。

4.2 マルチメディア応用監視制御・管理システムの将来

当社は、前述のように技術課題を解決して、プラントデータによる監視制御に動画・音声をデジタル化して融合した最新のマルチメディア応用プラント監視制御・管理システム

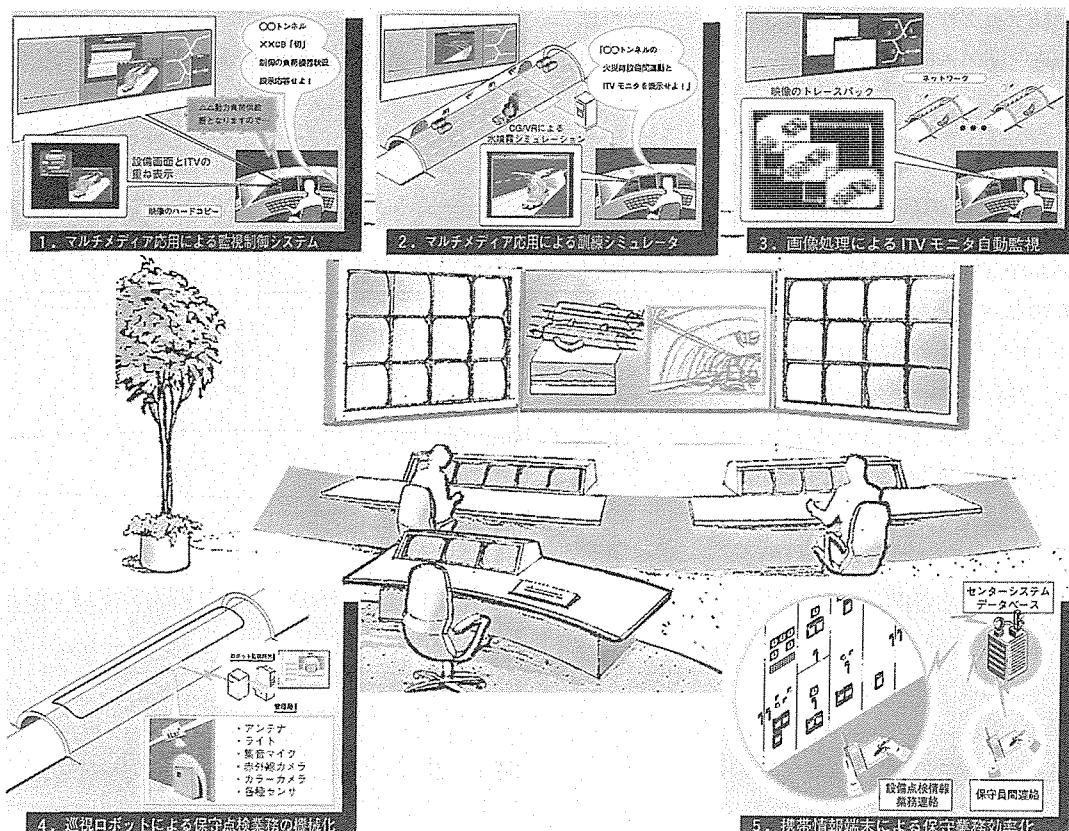


図11. マルチメディア応用プラント監視制御・管理システムの将来像

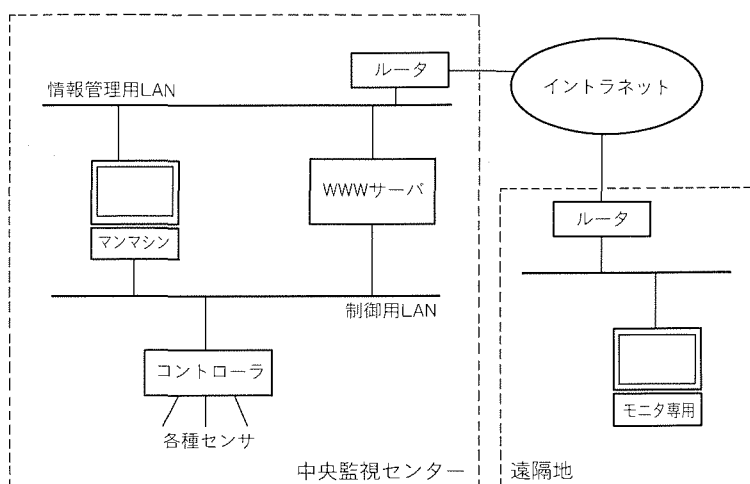


図12. イントラネットのリモート監視への応用

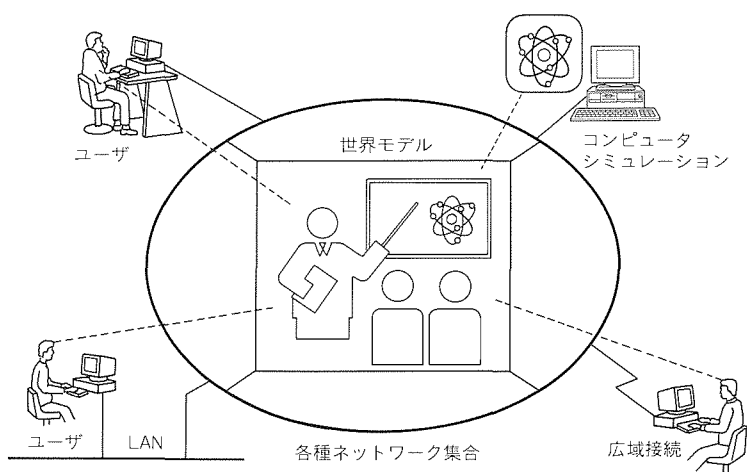


図13. SPLINEの概念

を実現した。今後、各産業分野への導入・運用に伴って急速なニーズの立上りと要素技術の進展が予想されるため、システムを更に高度化させていく必要があると考えている。

図11は、その将来像を示しているが、移動カメラの現場映像の無線伝送による災害・事故時の対応支援、CG (Computer Graphics) やVR (Virtual Reality) による臨場感あふれる現場状況表示による高度訓練シミュレータ、音声操作とガイダンスによる迅速かつ人にやさしいマンマシンなどの高度なアプリケーション機能が実現する日はそう遠くないと思われる。

4.3 今後の新技術動向

(1) イントラネット技術を用いたリモート監視

最近のインターネットの普及に伴い、WWW (World Wide Web) を企業内ネットワークに用いたイントラネットの急速な発展が予想されている。図12に示すように、プラントのリモート監視・情報提供システムとしては、中央監視センター内のWWWサーバに置かれたプラント情報を、イントラネット内の任意の遠隔地端末から、汎用のブラウザを用いて表示することができる。

イントラネットを利用したリモート監視・情報提供技術は、現時点ではリアルタイム性や信頼性の面で本格的な監視には向かないが、コストパフォーマンスに優れたオープン性と世界の最新技術を直ちに取り込めるという点で、適用範囲が広がっていくものと思われる。

(2) 遠隔協調作業支援

今後、高速ネットワークの普及とともに、遠隔地でのインタラクティブなコミュニケーションに基づく協調作業支援が可能になると考えられる。このためのコンピュータ環境として、当社は、遠隔地の人々が共通の仮想空間であたかも自由に会話しているように振る舞える分散仮想環境システム SPLINE (Scalable Platform for Interactive Environment) を開発した⁽²⁾。図13に SPLINEが目指す概念を示す。なお、仮想空間(世界モデル)としては、三次元グラフィックの技術を応用して、分散環境で実世界を再現する方式を採っている。

この技術を応用することにより、実際のプラントの現場を三次元グラフィックで仮想的に表現した画面を共有して、遠隔地にいながら、現場の作業者とコミュニケーションを取りつつ、保守点検作業等を共同で行うことができる。

5. むすび

本稿では、プラント監視制御・管理システムを中心に、そのマンマシンシステムの動向を述べ、マンマシン装置と産業用マルチメディア応用システム及び新技術について、当社の取組を紹介した。当社では今後とも、先進技術を取り込みながら、プラント監視制御・管理分野でのマンマシンシステムの発展のために、たゆまぬ努力をしていく所存である。

参考文献

- (1) 西元朗雄, 清水広之, 森 隆三, 中道功二, 定森三雅: 情報制御基本システム——大規模プラント用監視制御マンマシン——, 三菱電機技報, 69, No.8, 726~731 (1995)
- (2) Anderson, D. B., Barrus, J. W., Haword, J. H., Rich, C., Waters, R. C.: Building Multiuser Interactive Multimedia Environments at MERL, IEEE Multimedia, 2, No.4, 77~82 (1995)

プラント監視制御・管理ネットワーク

根本泰典* 岩本 明*
 田中康博* 中谷敏男*
 市橋立機**

1. ま え が き

最近のプラント監視制御・管理システムは、制御装置の小型化・高性能化とネットワーク技術の進歩により、協調分散システムが主流となっている。この協調分散システムの主要な構成要素であるネットワークに対しては、監視制御の高度化・高精度化の要求を受けて、更なる高帯域化とリアルタイム性向上の要求がある。

また、処理性能の著しい向上とソフトウェア技術の進歩により、汎用のワークステーションやパソコンでも動画・静止画・音声再生といったマルチメディア処理が手軽に行えるようになり、プラント監視制御・管理システムでも、プラント監視の高度化を目的としたマルチメディアへの取組が盛んである。

これらのニーズにこたえる基盤伝送技術の一つとしてATM (Asynchronous Transfer Mode: 非同期転送モード)⁽¹⁾が盛んに研究されてきたが、今やATM製品は普及段階に入ったといえる。当社も、早くからATMを次代を担うネットワーク技術としてとらえ、世界で最初のプラント監視制御・管理用のATM LANを開発した。

本稿では、まず、プラント監視制御・管理ネットワークシステムが持つ課題を挙げ、これらを解決するために現在どのような方策をとり、今後どうしていくのかについて述べる。特にその中で、今回開発したプラント監視制御・管理用ATM LANの仕様とプラントへの適用について説明する。

2. 構成と課題

プラント監視制御システムにおけるネットワークは、広域ネットワーク、情報管理用LAN、制御用LAN、フィールドネットワークの4階層に分類される(図1)。

プラント内ネットワークの最上位に位置する管理用LANは、プラント全体の運転計画・品質管理・保守保全情報を管理するためのネットワークである。主に汎用計算機、ワークステーション、パソコン、及び産業用計算機が接続され、サイトのEOA系ネットワークを兼ねる場合もある。ただし、ネットワークの停止がプラント運転に影響を及ぼすため、一般のOA用LANにはない高信頼な伝送を提供する必要がある。

中位に位置する制御用LANは、プラントの監視制御用のデータ伝送を担い、高いリアルタイム性を要求されるデータが流れる。この制御用LANには、主に産業用計算機、コントローラ、リモートI/Oステーション、プラント監視操作用OPS(オペレータステーション)が接続される。

最下位に位置するフィールドネットワークは、従来は個々に接続してきたセンサやアクチュエータ等のフィールド機器をネットワークで接続してデジタル化・インテリジェント化しようとするもので、国際的な標準化の動向にある。

プラント内ネットワークは、広域網と接続され、プラント外からの運転管理やリモート保守を可能にしている。

これらネットワークの課題を次に挙げる。

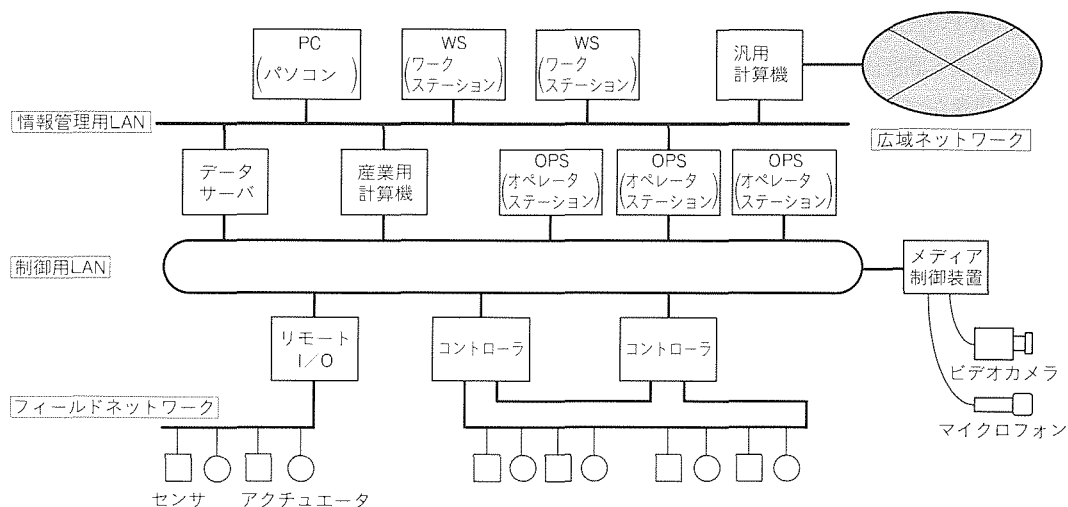


図1. ネットワーク階層構成

(1) 高速化

プラント監視制御・管理の高度化の要求とネットワーク分散処理環境における制御装置間の通信トラフィック増加から、高速伝送への要求が強い。

また、動画像等のマルチメディア伝送を行う場合には、更に広帯域で伝送遅延変動の少ない伝送が要求される。

(2) 分散化

ネットワークの分散化による機能追加やシステム拡張の容易性への要求が強い。

(3) リアルタイムデータとマルチメディアデータ伝送の共存
画像再生や音声再生等のマルチメディアデータ処理による高度で臨場感のあるプラント監視に対するニーズがあり、マルチメディアデータ伝送の統合化が求められている。

(4) オープン化

仕様に対して特殊な要求がない限り、国際標準プロトコル又は業界標準プロトコルを採用する動きが顕著である。

3. 制御用LAN

3.1 発展の経緯

現在当社は、中小規模プラント用には伝送帯域 20 Mbps のEICバスを、大規模プラント用には伝送帯域 100 Mbps の統合制御バス⁽²⁾を展開している(図2)。

EICバスは、1980年代後半から、電気(E)制御・計装(I)制御・計算機(C)制御統合システムのシステムバスとして、中小規模プラント用に展開されてきた。メディアアクセス制御方式としては国際LAN規格であるCSMA/CDを採用しているが、その上に独自のチャンネル多重処理を搭載してリアルタイム性を確保している。一つのEICバスステーションには伝送帯域 10 Mbps の同軸ケーブルが2系統接続され、ネットワークが健全な場合には2系統とも制御用伝送に使用されるが、1系統が障害を起こした場合は、残り1系統のみの縮退運転となる。また、EICバスは、協調分散システム構築を支援するサブシステムを装備し、アプリケーションの負荷を極力低減できるように配慮されている。

EICバス以前は、メディアアクセス方式として独自仕様のTDMA方式が主流であったが、EICバス以降、標準規格にリアルタイム性を作り込むことが主流となっている。

統合制御バスは、1990年代前半から、更なる伝送速度の高速化要求を背景に、大規模プラント用に展開されてきた。メディアアクセス制御方式とし

ては国際LAN規格であるFDDI(伝送速度100Mbps)を採用しているが、その上に独自の伝送処理を搭載して、高いリアルタイム性を確保している。

伝送路障害に対してはFDDIで規定されたラップ(いわゆるループバック)処理によって障害を回避し、統合制御バスステーションの故障に対しては光バイパスによってネットワークから切り離し、障害の波及を最小限にとどめる。

3.2 制御用LANに要求される要件

(1) リアルタイムデータ伝送

プロセスデータは一定時間以内に伝送される必要があり、このため、サイクリック伝送等のプロトコルが必要となる。

(2) 高信頼化

制御用LANの停止は、プラント監視制御システムの停止を意味し、最悪の場合には機械設備等の破損を招く可能性がある。したがって、制御用LANには極めて高い信頼性が要求される。

(3) オープン化

制御用LANといえども、仕様に対して特殊な要求がない限り、国際標準プロトコル又は事実上の標準プロトコル(例えばCSMA/CD, FDDI, TCP/IPなど)を採用する動きが顕著である。

(4) 高速化

制御の高度化を受けて、プロセスデータの容量増、リアルタイム性向上、マルチメディアデータ伝送統合が求められている。このため、ネットワークには広帯域化・高レスポンス化が求められる。

(5) 協調分散対応

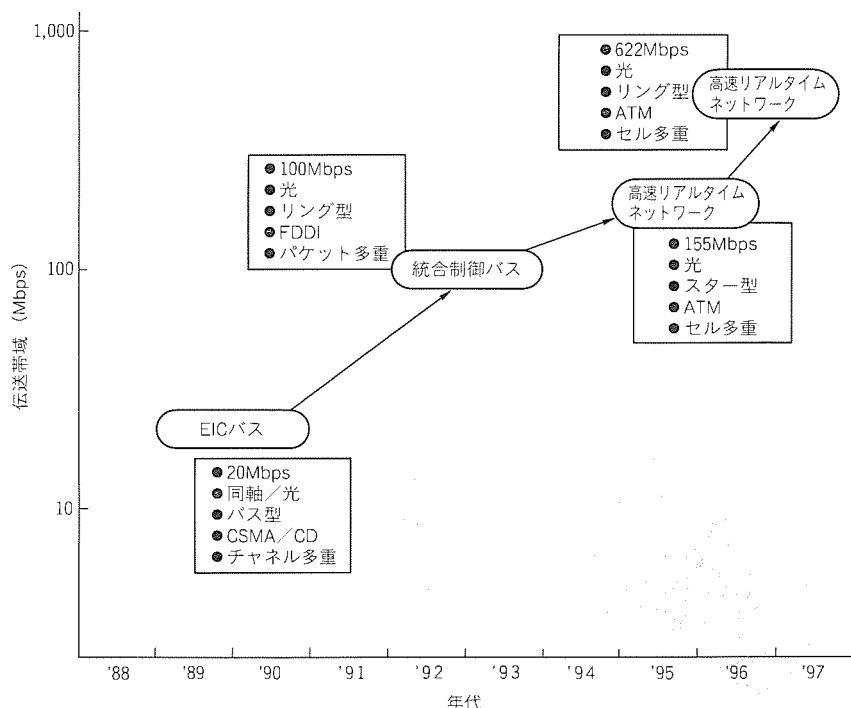


図2. 制御用LAN発展の経緯

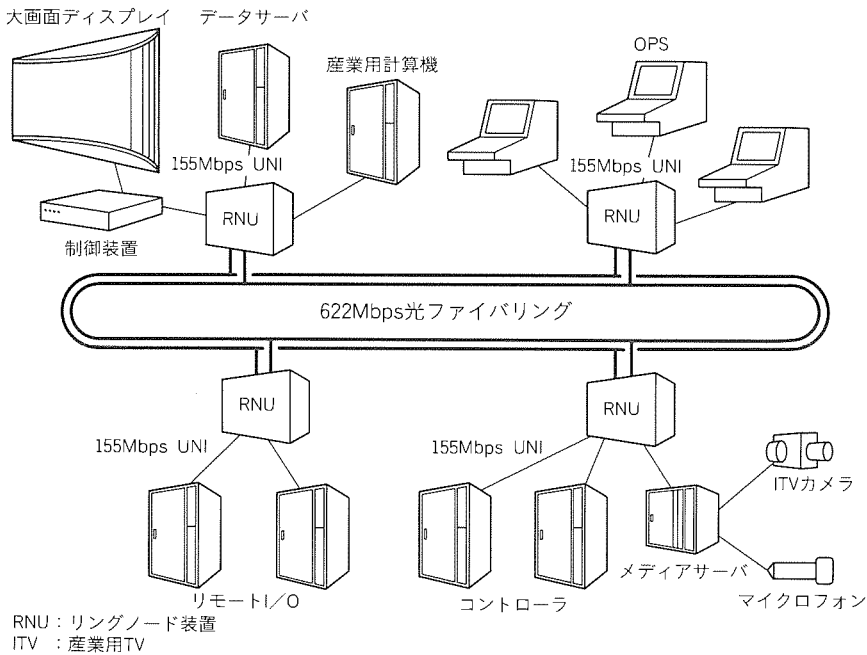


図3. 高速リアルタイムネットワークのシステム構成例

表1. 高速リアルタイムネットワークの主な仕様

スイッチング性能	4.5Gbps
接続形態	PVC (半固定接続)
端末接続 インタフェース	155Mbps (ATMフォーラム UNI準拠)
端末接続数	最大24ポート/ノード
ノード-端末間距離	最大2km
ノード間接続 インタフェース	622Mbps (リング-ノード間) 155Mbps (スター-ノード間)
ノード間距離	スター-ノード間 最大 2~20km リング-ノード間 最大 4km 最大 20km (光リピータ使用)
最大ノード数	リングノード 最大64台 スターノード 最大32台
優先レベル制御	セル廃棄優先度 4レベル 出線遅延優先度 4レベル
通信プロトコル	サイクリック伝送 更新周期100ms~5s TCP/IP
RAS機能	ATMスイッチ部二重化 電源モジュール二重化 リング伝送路障害時のループバック

RAS : Reliability, Availability, Serviceability

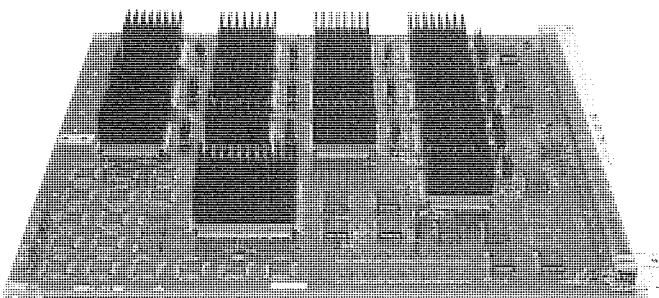


図4. ATMスイッチカードの外観

製品シリーズの変更、製造設備の変更等、日々の変化にリアルタイムに対応するため、協調分散システムに適したネットワークシステムが要求されている。

(6) マルチメディア伝送の統合

プラント監視の高度化に伴い、マルチメディアデータ伝送の統合がこの階層でも求められている。

3.3 高速リアルタイムネットワーク

統合制御バスの次の制御用LANには、400~600 Mbpsクラスの高速度とマルチメディアデータの統合が必ず(須)である。この要求を満たし得る伝送技術で、かつ国際標準化が進められている技術としてATMがあり、これをベースにした制御用LANの開発を行った。その全体システム構成を図3、主な仕様を表1、ATMスイッチカードの外観を図4に示す。

3.3.1 ATMの特長

ATMでは、すべてのメッセージ及び画像・音声データを53バイトのATMセルと呼ばれる単位に分割して送信し、受信側で元のメッセージ又は画像・音声データを再生する。

ATMの特長と、前述の、これからの制御用LANの要件をどのように満たしているかを図5に示す。

3.3.2 制御用LANとしての付加機能

制御用LANとしての高速リアルタイムネットワークには、ATMの相互接続性を損なわない範囲で、以下の機能を付加した。

(1) 優先制御機能

ATMセルという非常に短いデータ単位で多重化されるので、リアルタイム性が要求されるデータとそうでないデータの混在が容易に実現できるが、同じリアルタイムデータ間でもそのリアルタイム性の要求には差があり、ATM標準ではこの点に対する規定がなされていない。

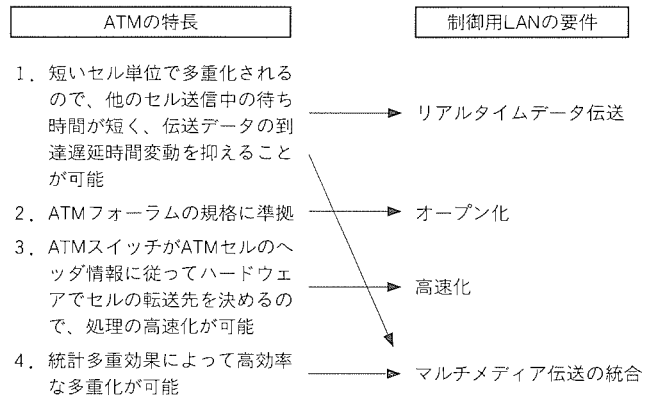


図5. ATMの特長

そこで、高速リアルタイムネットワークでは、4レベルの遅延優先制御機能を追加し、要求の異なるリアルタイムデータの統合化を実現した。

遅延優先制御は、各優先レベルごとに出力バッファを備え、最も遅延優先度の高い出力バッファのATMセルを優先的に出力することで実現した。

高いリアルタイム性が要求されるプロセスデータや遅延時間のばらつきに制約のあるマルチメディアデータ等には、高い遅延優先度を与えて使用する。

(2) リサイクル伝送機能

プロセスデータ伝送のリアルタイム性を保証するために、ネットワーク分散された共有メモリ(サイクルメモリ)の内容を一定周期でブロードキャスト配布するサイクル伝送機能を提供する。

(3) 高信頼化

(a) スイッチ部、管理部と電源は二重化構成が組み、障害時には健全系への自動的切換えが行われる。

(b) 独自方式によるATMスイッチのリング状接続により、以下の高信頼化機能を実現している。

- ループバックによるリング伝送路障害の自動回避
- 障害が発生したATMスイッチの光バイパスによる障害の局所化

(4) 協調分散システム支援機能

次節で述べる協調分散システム支援機能を持つ。

3.4 協調分散システムの構成

協調分散システムは、機器の自由な着脱、多重化等に柔軟に対応可能としている。このシステムでは、データは物理的なネットワークノードを意

識することなく授受でき、かつ、制御システムに適した高速応答性のグローバルメールボックス機能を持っている。

下記にこのネットワークシステムの特長を示す。

- (1) プラントとの同期動作を可能とする高速なサイクリック通信機能
- (2) 大量の監視制御情報をネットワーク内で分散共有し、かつ、高速に応答する大容量なメモリ機能
- (3) ロケーションフリーでオンデマンドなリアルタイム通信機能など

図6に協調分散システムの構成を示す。

4. 情報管理用LAN

接続される機器は、汎用計算機、ワークステーション、パ

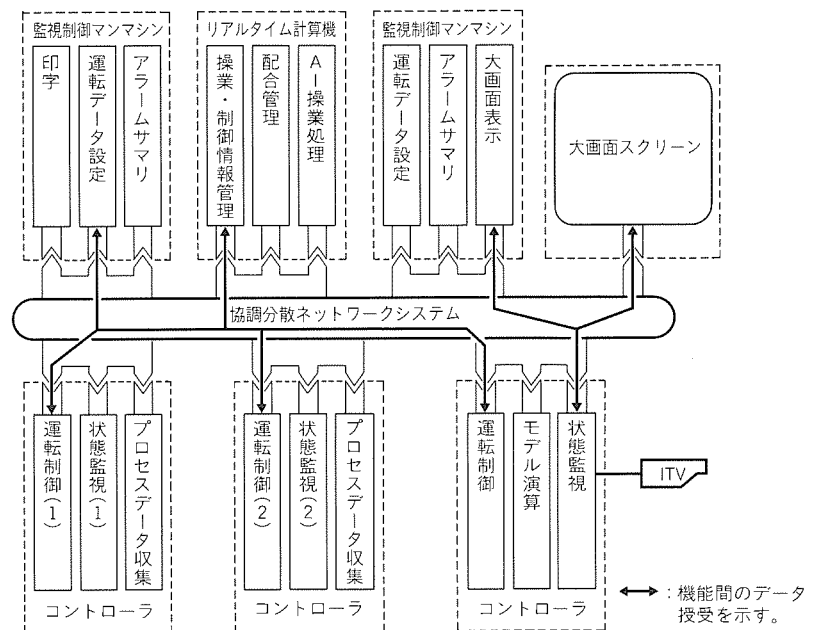


図6. 協調分散システム構成例

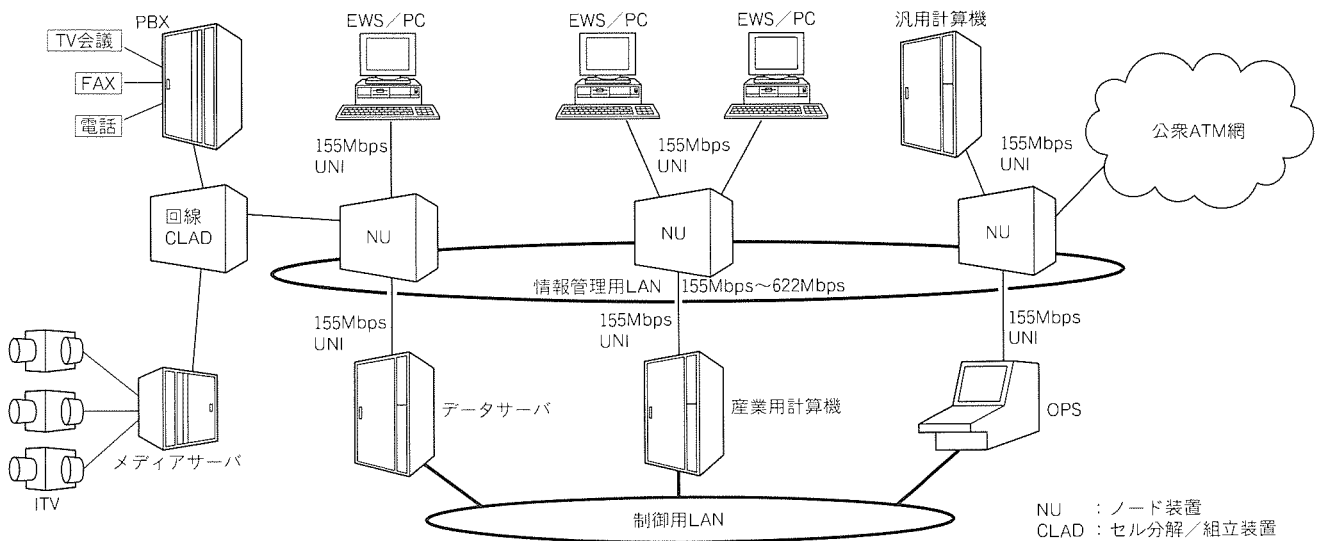


図7. 情報管理用LANとしての高速リアルタイムネットワーク

ソコンなどであるため、TCP/IP、OSI等のオープンな通信インタフェースを持ち、大容量で高効率な伝送と高信頼性が要求される。近年は、マルチベンダシステム、先進ソフトウェアへの追従性などから、TCP/IPが主流である。

4.1 ATM化

現在この階層のネットワークには主としてEthernet^(註1)が用いられ、広帯域伝送が必要な場合にはFDDIを用いているが、最近の汎用LANの広帯域伝送技術の動向から、この分野には高速EthernetとATM LANが有力視されている。

特に当社は、マルチメディアデータを統合するネットワークとしてATM化が必須と考え、前述の高速リアルタイムネットワークをこの階層にも適用している(図7)。

4.2 高信頼データ伝送

産業用計算機システムにおいてもオープン化の要求があり、Ethernet等の汎用LAN上にTCP/IP、UDP/IP等の汎用プロトコルを用いて情報管理用LANを構築している。

また、産業用計算機システムには通信性能の確保と信頼性の確保が要求される。これらの要求にこたえ得る情報管理用LANでのデータ伝送方式について以下に述べる。

(1) 通信性能の確保

システム性能は、システム構成とデータトラフィック量に影響される。各システムでの要求性能に応じて、以下の各通(注1) "Ethernet" は、米国Xerox Corp.の商標である。

信プロトコルを使い分け、通信性能の確保を図っている(図8)。これら各プロトコルは、ミドルウェアとしてアプリケーションソフトウェアに提供されている。

- TCP/IP通信(1:1計算機間通信、大量データ伝送時)
- UDP/IP個別CPU間通信(1:1計算機間通信、少量データ伝送時)
- UDP/IPブロードキャスト通信(1:多計算機間通信時)

(2) LAN多重化による信頼性の確保

管理用LANでは、LANのハードウェア障害に対応した信頼性の確保やLANの負荷分散を図るため、要求される信頼性のレベルやシステムのデータトラフィックに応じてLANを多重化している。多重化された各LANの状態を監視し、LAN異常発生時には、他の正常なLANに通信ルートを切り換えてデータ伝送の迅速な回復を図っている。LAN異常検出機能として、ハートビート方式・ヘルスチェック方式等を通信ミドルウェアが提供している。

(3) データ再送機能による信頼性の確保

通信性能確保のための再送機能を持たないUDP/IPプロトコルを用いる場合があるが、この場合でもデータ伝送の信頼性を確保するため、データの衝突等による通信失敗時には各通信ミドルウェアにデータを自動的に再送する機能を持たせている。

5. 広域ネットワーク

広域ネットワークは、パケット網・ISDN網・フレームリレー網など広域データ通信網の発展とともに高速化に対応してきたが、最近のWWW(World Wide Web)に代表されるインターネット技術が、いわゆるイントラネットの形で企業内システムにも適用されてきている。この流れを受けてプラント監視制御・管理システムでも、インターネット技術を用いたりモート保守機能や、プラント間にまたがったりリアルタイムな運転情報の交換が求められている。

ここでは、リアルタイム性を重視するプラント監視制御シ

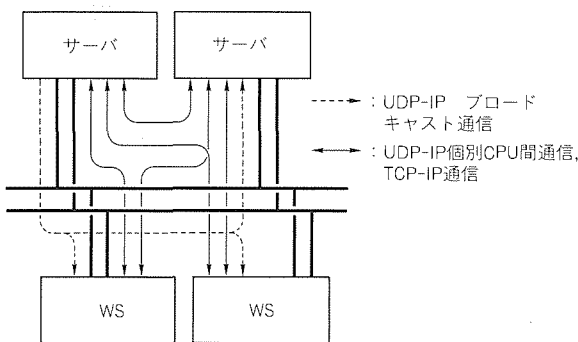


図8. 情報管理系高信頼データ伝送

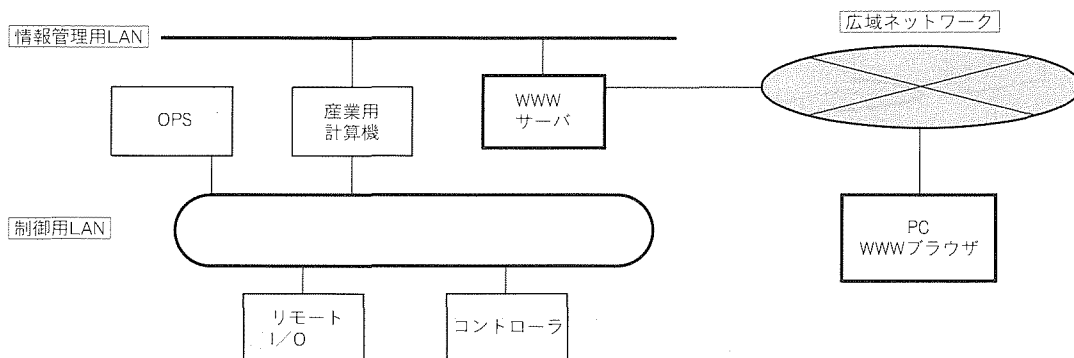


図9. イントラネット導入例

システムでインターネット技術を導入する場合のシステム構成、解決すべき技術課題、及び今後の取組などについて述べる。

5.1 イン트라ネット

(1) 目的とシステム構成

イントラネット技術の導入目的として、

- (a) 保守監視を遠隔地から行うことで、現地保守要員の削減と高度な保守技術者による複数プラントの保守
- (b) 操業・生産データ等をプラント間で柔軟に交換することによる広域的プラント運用
- (c) 先進のマルチメディア技術、GUI技術をOPSに取り込むことによる高度な監視の実現

等が挙げられる。

図9に、リアルタイム表示や警報機能等を持つ従来の専用OPSと、同プラントデータをWWWサーバで保持する簡易OPSの併存型のシステム構成例を示す。

(2) 技術課題と取組

リアルタイム表示データをWWW形式で準備する必要がある、これがリアルタイム性を阻害する要因となる。

このため当社では、

- (a) 監視操作卓からの指定リアルタイムデータを用いたグラフィカル表示アルゴリズムの高速化
- (b) プラント側のイベント発生に伴うOPS側の警報処理の実装方式
- (c) 動画や音声のリアルタイム再生が可能なJava言語の適用

に取り組んでいる。

5.2 広域監視制御

広域監視制御においては、広域運用の拡大、設備量の増大、

監視制御の高度化のために、①より詳細な情報を広範囲から収集するための多地点接続、②設備情報・地図情報などのマルチメディアデータ転送、③事故時の急しゅん(峻)な情報量変化への対応、などが求められる。これらは、広域監視制御業務の将来形態に向け、通信網の高速大容量化と広域化を必要としている。当社はこれらに対し、広域網の高速化・マルチメディア化に対応するため取り組んでいる。

6. む す び

今回、プラント監視制御・管理ネットワークシステムが抱える課題と現状の対応及び今後の対応について述べた。今後、広域・上位・中位ネットワークは、ATMの持つ高速性・オープン性といった特長を生かしてATM方式に向かい、下位のフィールドネットワークにも国際標準規格の導入が図られると考えられる。

今回紹介した高速リアルタイムネットワークは、当社が世界に先駆けて開発したATM LANでプラント監視制御・管理用途に適するようにリアルタイム性と高信頼性を具備しており、今後、上位と中位のネットワークとして展開していく所存である。

参 考 文 献

- (1) ATM Forum: ATM User - Network Interface Specification Version 3.0, ATM Forum (1993)
- (2) 春田正俊, 田中康博, 廣島郁芳, 岡村英省, 中野康嗣: 情報制御システム—大規模プラント用統合制御バス—, 三菱電機技報, 69, No.8, 715~720 (1995)

ミドルウェアとソフトウェア 生産性向上への取組

草川英之* 細井真知夫*
三上和敬** 小島泰三***
矢野哲雄* 廣島郁芳*

1. ま え が き

近年、電力・工業・公共等の産業用監視制御システムは、様々な技術革新によって高度化の一途をたどっている。そのソフトウェアについては、産業用監視制御システムに必要な高信頼性・高速性を確保しながら、オープン化・マルチベンダ化等、システムの高度化への要求に対応し、さらに様々な品質向上や生産性向上のための施策が講じられている。

本稿では、アプリケーションソフトウェア構築のベースとなり高度な産業用監視制御システムの実現を支えるミドルウェアについて述べるとともに、オブジェクト指向及びPOL (Problem Oriented Language: 問題向き言語) の適用、ソフトウェア開発、生産環境等、ソフトウェア生産性向上への取組について紹介する。

2. ソフトウェア生産性向上への取組と課題

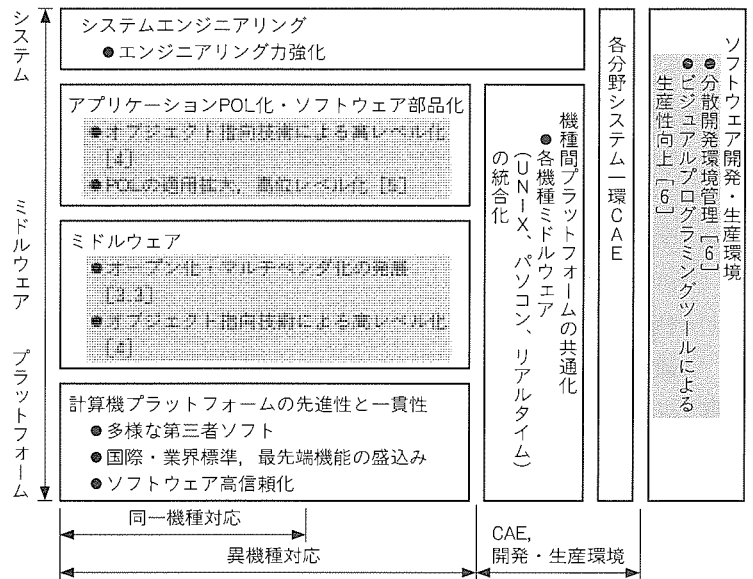
産業用監視制御システムにおけるソフトウェア生産性の要素には、①システムエンジニアリング、②アプリケーションのPOL化とソフトウェアの部品化、③ミドルウェア、④計算機プラットフォームの先進性と一貫性、⑤機種間プラットフォームの共通化、⑥各分野システム一貫CAE (Computer Aided Environment)、⑦ソフトウェア生産環境等、が挙げられる。

図1にソフトウェア生産性の要素と課題を示す。

本稿では生産性の要素として特に重要な、図のハッチングの部分 ([]内は章、節の番号を示す。) を中心に述べる。

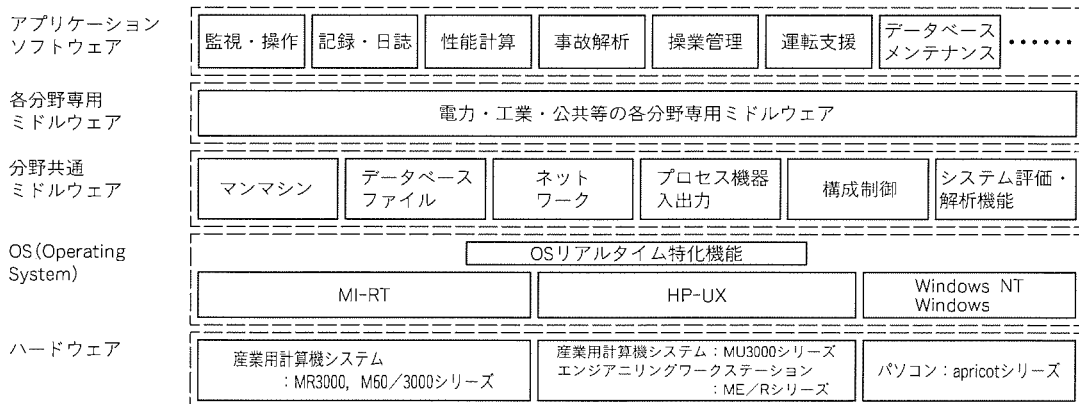
3. ミドルウェア

産業用監視制御システムは産業用計算機 (MR 3000, MU 3000, M 60/3000 シリーズ)、エンジニアリングワークステーション、パソコン等の計算機を使用して構成されており、その一般的なソフトウェアの構成は図2のとおりであ



注 "UNIX" は、X/Open Co. Ltd. がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

図1. ソフトウェア生産性の要素と課題



注 "HP-UX" は、米国Hewlett-Packard Co.の商標である。
"Windows" "Windows NT" は、米国Microsoft Corp.の商標である。

図2. 産業用監視制御システムのソフトウェア構成

る。

産業用監視制御システムのミドルウェアは、以下の特長を持っており、ソフトウェア生産性向上のための要素としても重要である。

- (1) 業界標準ミドルウェアの採用
- (2) 産業用監視制御システムとして必要な機能の強化 (分散リアルタイムファイル, 高信頼化ソフトウェア, リアルタイムミドルウェア等)
- (3) 分散システムへの対応
- (4) GUI (Graphical User Interface) 等による高度なユーザインタフェースの提供
- (5) マルチベンダ化への対応
- (6) 各階層 (各分野専用, 複数分野共通, 全分野共通) ごとにミドルウェアを標準化
- (7) 機種間のソフトウェア共通化

産業用監視制御システムのミドルウェアには、

- 高レベルな監視制御を実現するための高リアルタイム性・高速性・高信頼性の確保
- 高機能化, 使いやすさ, コストパフォーマンスの向上, 計算機に蓄積された情報の企業レベルでの有効活用

等が求められ、様々な対応がなされている。これらを実現するための技術の中から、代表的なものとして、分散リアルタイムファイル, 高信頼化ソフトウェア, 及びマルチベンダ化への対応について、以下に述べる。

3.1 分散リアルタイムファイル

産業用監視制御システムでは各種データのアクセスにもリアルタイム性と高速応答性が要求されるが、分散リアルタイムファイルによってこれらの実現を図っている。

- (1) 各計算機のメモリ又はディスクファイル上のデータを管理している。メモリファイルをサポートすることによってリアルタイム性と高速応答性の実現が可能となる。
- (2) 分散システムに対応し、ローカルリモートファイルアクセス機能, 計算機間のファイルの多重化機能等を提供している。

3.2 高信頼化ソフトウェア

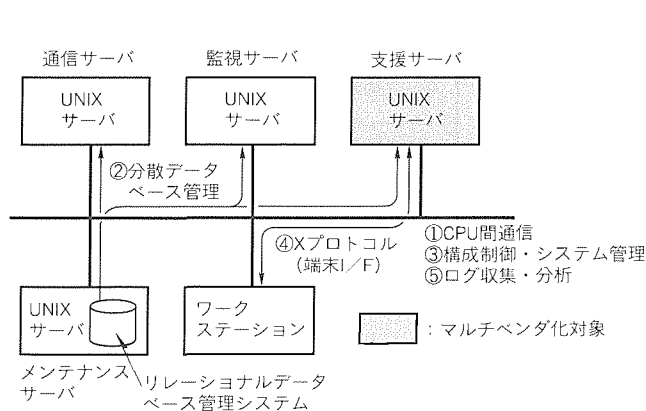


図 3. 支援系のマルチベンダ化機能分散

各ミドルウェアで以下の高信頼化機能を提供している。

- (1) システム評価ツール
システム設計, チューニングのためのシステムの各種負荷測定, 及び各事象データの収集を行う。
- (2) システム解析ツール
システム異常時のメモリログの編集・印字, 及び事象のトレースを行う。
- (3) 構成制御
システム異常発生時に多重系システムの系切換え等を行い, フォルトトレランス機能を提供する。
- (4) LAN 高信頼化
二重化 LAN の管理と切換え, LAN 通信データのトレース等の LAN 高信頼化機能を提供する。

3.3 マルチベンダ化への対応

近年, コストパフォーマンスの向上及び計算機に蓄積された情報の企業レベルでの有効活用を図るために, マルチベンダ化への要求が高まっている。これらの要求に対し, Xプロトコルやリレーショナルデータベース管理システム等を活用したマルチベンダ対応ミドルウェアを開発し, これを使用することによって, 他のベンダが開発した事故復旧支援等の支援サーバを接続したクライアント/サーバ型のオープン分散システムを実現可能とした。図 3 にシステム全体構成を示す。

3.4 今後の展望

今後の技術革新に合わせ, 産業用監視制御システムのミドルウェアは, 次のような発展を歩んでいくものと考えている。

- (1) オープン化・マルチベンダ化の発展
(ミドルウェアのベンダ間仕様統一によって各機能をマルチベンダ化したオープン分散システムの実現等)
- (2) パソコン用ミドルウェア群の充実
- (3) DCE (Distributed Computing Environment) ^(注1), CORBA (Common Object Request Broker Archi-

(注 1) “DCE”は, 米国OSF (Open Software Foundation, Inc.) が開発した分散システムを構築するための環境である。

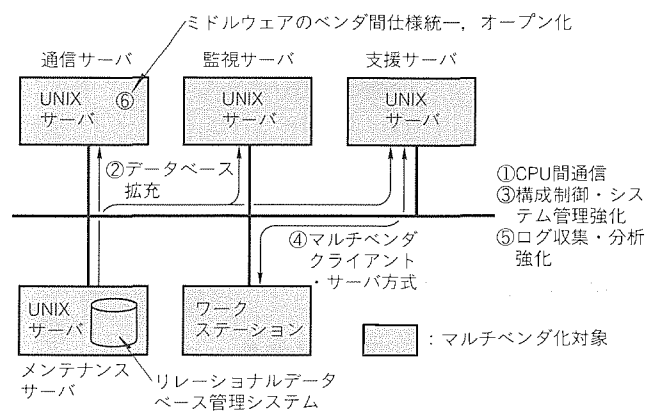


図 4. 各機能のマルチベンダ化オープン分散

ecture)^(注2)及びOLE (Object Linking and Embedding)^(注3)への対応

- (4) ネットワークやインターネットへの対応における充実
- (5) オブジェクト指向技術の活用
- (6) マルチメディアへの対応における充実

4. オブジェクト指向の適用

オブジェクト指向技術は、産業用監視制御システムに様々な形態で適用されており、ソフトウェアの再利用性・保守性・品質の向上等に活用されている。その適用状況を表1に

(注2) “CORBA”は、米国OMG(Object Management Group)が規定した分散オブジェクト通信機構の共通仕様である。

(注3) “OLE”は、米国Microsoft Corp.が開発したWindowsのプログラム間連携機構である。

表1. 各オブジェクト指向技術の適用状況

技術項目	適用状況
分析・設計	OMT (Object Modeling Technique) 等の手法をマンマシン等の領域において適用拡大中。再利用性、保守性及び品質において効果が出ている。適用性を見極めた上での適用拡大を進め、再利用性と保守性の向上を図っていくことが必要である。
プログラミング	マンマシン領域等を中心にC++クラスライブラリを適用している(GhostHouse(後述)等)。各オブジェクトの品質確保が重要である。
マンマシン技術	オブジェクト指向GUIを適用している(GhostHouse(後述)、汎用GUIツール等)。
データベース技術	データベース構築時にオブジェクト指向分析・設計技術を適用している。オブジェクト指向データベースの適用について検討している。
ソフトウェアフレームワーク	Visual C++等の汎用アプリケーションフレームワークを適用している。また、監視制御等の特定分野向けアプリケーションフレームワークを適用している(監視制御マンマシンシステム(後述)、電力系統設備データ管理等)。今後も、洗練されたフレームワークと対応するシステムビルダを構築していく。
分散処理	パソコン適用システムでは、OLEを適用している。CORBAの適用、OLEの適用拡大、市販ソフトとの連携等が今後の課題である。

注 “OMT”は、J.Rumbough氏が提唱しているオブジェクト指向分析・設計の手法である。“Visual C++”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

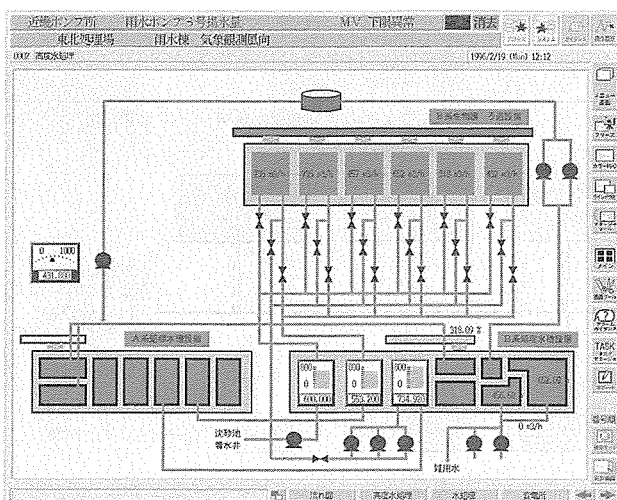


図5. 監視画面例

示す。

これらの中から、分析・設計、プログラミング、マンマシン、フレームワーク等のオブジェクト指向技術適用事例として、監視制御マンマシンシステムを紹介する。

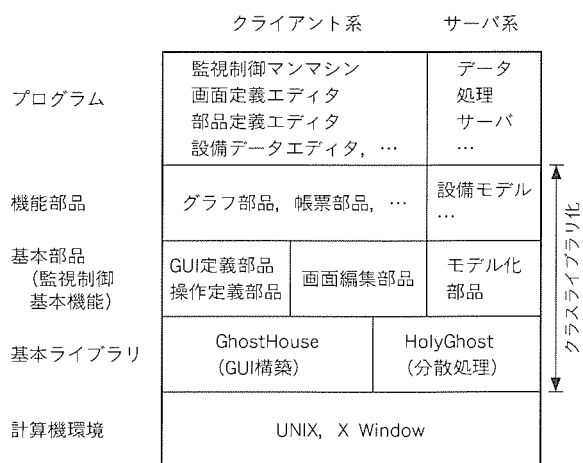
4.1 監視制御マンマシンシステムへの適用

図5に、現在開発中の監視制御マンマシンシステムの画面例を、また、図6に、このシステムのソフトウェア構成を示す。このシステムは、サーバ/クライアント型のシステムであり、データ処理をサーバで、GUIをクライアントで行う。

プログラム開発において、単にオブジェクト指向言語を利用するだけでは、ソフトウェア生産性の向上は望めない。ソフトウェアの生産性向上に対して効果のあるソフトウェアの再利用は、単なるプログラムコードの再利用ではなく、対象とする問題領域に関する分析・設計結果の再利用である。

オブジェクト指向言語は、プログラムという媒体を通して分析・設計の再利用のための機構を提供してくれるものの、その機構を生かすのは利用する側の責任である。これに対し、このシステムの開発では、監視制御マンマシンシステムに関する分析・設計の再利用に重点を当てた。そして、オブジェクト指向のクラスライブラリを用い、アプリケーションフレームワークとしてまとめあげた。

まず、監視制御マンマシンシステムのソフトウェアにおける基本的なオブジェクトと、そのオブジェクト間の通信の大枠を設計し、GUI構築用ライブラリ GhostHouse と分散処理用ライブラリ HolyGhost の2種類の基本クラスライブラリとして実装した。こ



注 “X Window”は、米国X Consortium, Inc.の商標である。

図6. ソフトウェア構成

れら二つの基本ライブラリによって、フレームワークの基本部分が形成される。

監視画面データ作成のための GUI 編集機能・トレンドグラフ作成機能・帳票機能、及びコントローラ等の下位計算機からのデータを処理する機能は、機能部品として実装している。そして、これら部品群を用いて、画面データ編集エディタ等のツール群や図 5 のような監視制御用画面を作成する。このとき、使用する部品群は、前述の二つの基本ライブラリが形成する一貫した枠組みに基づいて動作するため、柔軟に組み合わせることができる。図 6 の画面は画面編集機能も持っており、監視処理実行中においても、画面データの編集を可能としている。さらに、開発した部品群は、各システムに共通な部分と特定のシステムに依存する部分に分離されているため、類似システムの開発において高度な再利用性がある。

4.2 今後の展望

産業用監視制御システムでは、これまでマンマシン等のソフトウェアを中心にオブジェクト指向技術の適用を図ってきた。今後は、これらの領域での適用拡大とともに、コントローラ等の実時間性の要求される下位制御装置のソフトウェア開発、分散処理技術の適用による市販ソフトウェアとの連携等、より広範囲にオブジェクト指向技術の適用を図る必要がある。

5. POLの適用

当社では、産業用計算機システムのソフトウェアの生産性・保守性・品質の向上を図るため、ビジュアルに表示可能でユーザフレンドリな POL の適用を行っている。ここでは、POL に求められる課題、その展開及びソフトウェア生産性への効果等を述べる。

5.1 課題

産業用監視制御システムでは各種の仕様書やロジック図を中心に具体化・詳細化がされるほか、各種の仕様・設計変更もこの仕様書やロジック図で実施される。このため、POL

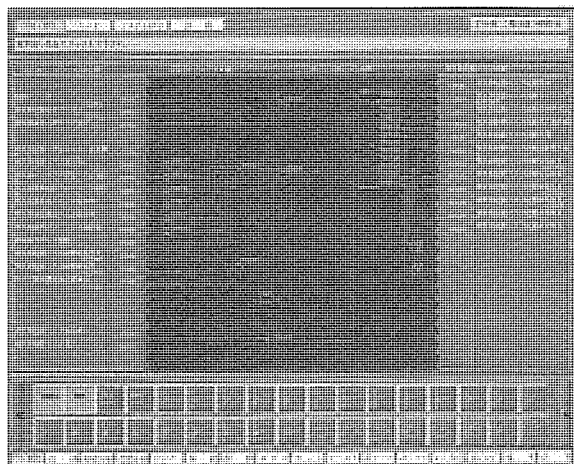


図 7. POL 作成用画面

は次の課題を解決しなければならない。

- (1) 仕様書の記述からそのままソフトウェアに自動展開が可能
- (2) 仕様書のイメージでオンラインモニタ及びソフトウェアのデバッグが可能
- (3) OS や言語を意識しないで簡単に操作可能
- (4) 仕様書と同じレベルでソフトウェアの部品化と管理が可能

5.2 適用

ここでは、水力・火力分野の業務分野向けに開発された POL の表現を図 7 に示す。この POL から自動展開された C プログラムを図 8 示す。図 8 におけるデバッグでは、デバッグ対象のロジックの入力出力データが図 7 の POL 作成用画面上に実線が表示される等、ビジュアルな表示方法を使用している。

POL を使用したことによって得られた効果は以下のとおりである。

- (1) ロジックがビジュアル化されたことにより、従来の C 言語を用いたプログラミングよりも製作・保守フェーズの工数が大幅に削減された。
- (2) モニタツールに POL をビジュアル的に表示することにより、デバッグフェーズにおいても工数の削減が可能となった。
- (3) 標準的な機能を POL 化することにより、プログラミングミスの削減と個人差の縮減が図れ、品質が向上した。

5.3 今後の取組と課題

- (1) POL 命令の充実

この POL では、制御ロジック、技術計算、日誌性能計算等の分野を記述可能としている。今後はマンマシン処理への拡充に取り組む。

- (2) コントローラ言語との融合

当社のコントローラ用 POL、そのエンジニアリング環境及び産業用計算機システム用 POL の融合に取り組む。

- (3) 国際規格との整合

工業用プロセス制御分野の国際規格活動では、計装制御用

(注 4) “IEC1131-3”は、ISO(International Standard Organization)の(International Electrotechnical Commission)が作成した規格である。

```
int loop02sheet075(s_time)
float *s_time;
{
    y[22*100*256*74*256+14] = 0x01^(fdival[2978]);
    y[22*100*256*74*256+15] = 0x01^(fdival[3011]);
    y[22*100*256*74*256+19] = 0x01^(fdival[2983]);
    y[22*100*256*74*256+16] = 0x01^(fdival[2988]);
    y[22*100*256*74*256+18] = 0x01^(fdival[3016]);
    y[22*100*256*74*256+19] = 0x01^(fdival[3045]);
    :
}
```

図 8. POL から自動展開された C プログラム

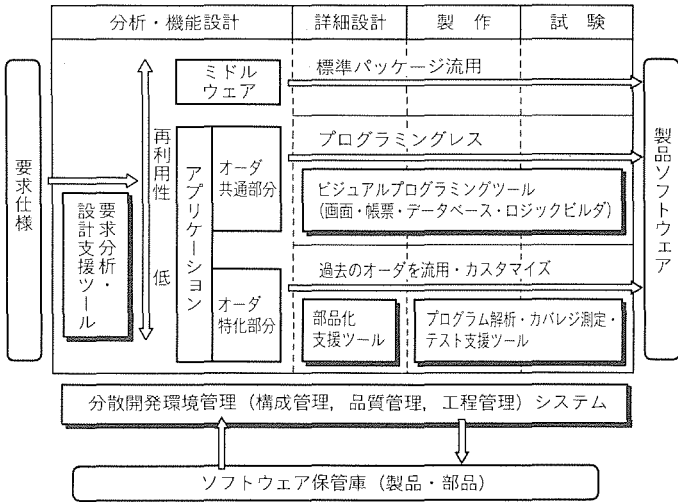


図9. 作業工程とソフトウェア開発・生産環境の関係

のプログラミング言語 (IEC 1131-3^(註4)) のパソコン開発環境用のツール類が出回っており、ヨーロッパを中心に広がり始めている。

これらの標準化動向をにらみながら開発を進めていく予定である。

6. ソフトウェア開発・生産環境

ソフトウェア開発の各作業行程と、それに対応するソフトウェア開発・生産環境の関係を図9に示す。

産業用監視制御システムを構築する計算機 (産業用計算機システム、エンジニアリングワークステーション、パソコン) の性能向上やオープンな環境を生かして、“ミドルウェア化を中心としたソフトウェア標準化”と“ソフトウェア開発環境の分散化”が進められている。それらの状況から、現在のソフトウェア生産においては、“標準化されたソフトウェアをいかに効率的に流用するか”“開発環境の分散化によって発生した課題をいかに解決するか”が大きな課題となっている。

これらに対して、①ビジュアルプログラミングツールによるソフトウェア生産支援、②分散開発に対応した支援環境の構築を所内で推進してきた。概要を以下に示す。

6.1 ビジュアルプログラミングツール

ソフトウェアの再利用は以下のパターンで行われる。

- (a) 既存オーダのプログラムの流用とカスタマイズ
- (b) 標準ソフトウェア部品を視覚的に組み合わせてソフトウェアを生産 (ビジュアルプログラミング)
- (c) 標準パッケージ化 (ミドルウェア)

上記(b)又は(c)のパターンで流用するためには、次の課題を解決する必要がある。

- プログラムの固定部と可変部の切分け
- 部品間インタフェースの標準化 (ルール化)
- 可変部分の効率的な設定方法の確立

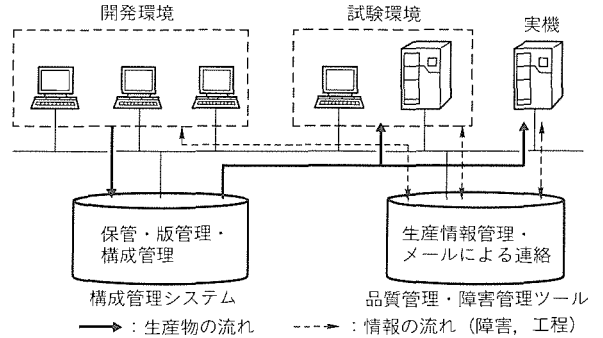


図10. 分散開発環境管理

●標準化されたソフトウェアの保管と管理

これに対して以下の施策を実施した。

- (1) オブジェクト指向技術をベースとした部品化技術の採用

プラントデータの収集から CRT 装置・帳票装置での実際の一連の動作を分析し、それらを個々の柔軟なソフトウェア構成を持つ部品としてパッケージ化を行った。ツール上でそれら部品を呼び出し、視覚的に属性や接続関係を定義することにより、アプリケーションソフトウェアを生成する。

- (2) 標準ソフトウェア保管庫の整備

標準ソフトウェア部品、標準パッケージ、完成ソフトウェア等を確実に保管し、ネットワークを經由して供給する仕掛けを構築し、高速な検索、取出し履歴の管理等を実施する。今後、所外 (協力会社、現地等) とのネットワークに対応してシステムを拡張する。これらをベースに、統合的なビジュアルプログラミングツールを開発した。

- (3) 設計から試験領域までの一貫支援

ビジュアルプログラミングツール上でプラントの仕様を対話設計することにより、設計用ドキュメント、ソフトウェア、及び試験仕様までを自動生成する。また、実機レスでシミュレーションが実施でき、設計から製作・試験までの一貫した効率化を実現している。

- (4) 分散システムに対応した生成ソフトウェアの自動配布

自動生成したアプリケーションソフトウェアは、あらかじめシステムの構成を定義することにより、指定した計算機にそれぞれ自動転送・登録される。システムのメンテナンス時の処理を容易かつ確実に実施できる。

6.2 分散開発環境管理

分散環境下でのソフトウェア開発における課題は、

- 最新の設計と製作結果の複数開発者での共有
- 試験環境ごとの試験時の構成の再現
- 障害と仕様変更の確実で早い連絡と回示
- 複数マシンに配布する共通プログラムの版の一致化
- 進ちょく (捗), 工程等の管理情報の正確かつタイムリな把握

等があり、“生産物の管理”と“情報の管理”をいかに明確化

し、効率化するかがキーとなる。これに対して、ネットワークをフルに活用するとともに、構成管理システムを開発・適用することで作業効率化を図った。

構成管理システムは、ソフトウェア生産において発生する生産物（ドキュメント、プログラム、データ等）の変更履歴と変更内容を記憶するとともに、各タイミングにおけるソフトウェアの構成（構成する生成物と各々の生成物の版）を管理するシステムである。

今後、このシステムを品質管理システム、工程管理システム等とリンクさせることで、管理業務の効率化を図る。図10に分散開発環境管理における生産物と情報の流れを示す。

7. む す び

年々高度化の進んでいる産業用監視制御システムに関し、そのミドルウェア及び様々なソフトウェア生産性向上への取

組について紹介した。

産業用監視制御システムのミドルウェアは、業界標準ミドルウェアを採用してオープン化に対応しながら、産業用監視制御システムとして必要な機能の強化や分散システムへの対応を図っており、高度な産業用監視制御システムの実現を支えるとともに、アプリケーションソフトウェアの生産性向上にも役立っている。

また、オブジェクト指向の適用、POLの適用、ビジュアルプログラミングツール等による優れたソフトウェア開発・生産環境等によってソフトウェア再利用性の確保やソフトウェア開発の効率化が実現され、あらゆる方向からのソフトウェア生産性向上が図られている。

今後も、先進技術を取り込みながら産業用監視制御システムの発展と生産性の向上を図っていく所存である。

リアルタイムソフトウェア技術

1. ま え が き

プラント監視制御システム・航空管制システム・FAシステムなどのリアルタイムシステムの特徴は、計算処理の論理的な正当性に加えて、その計算処理の応答時間に関する制約を満足することが強く要求されることである。従来、リアルタイムシステム設計の現場では、システムエンジニアの長年の経験に基づき、各分野ごとに独自の方法で、実時間性・信頼性・耐故障性の問題を巧妙に解決してきたが、システムの大規模化・複雑化に伴い、システムの時間的挙動を“予測可能”にするシステム設計技術の重要性が認識されだしてきた。また、これまで独自システム上で構築されてきたリアルタイムシステムの世界にも“オープンシステム化”の要求が高まっており、リアルタイムソフトウェア設計の標準化を確立することが重要な課題となっている（オープンリアルタイム）。

本稿では、最近のリアルタイムソフトウェア技術動向の概要を述べた後、リアルタイムシステム構築の観点から、これらの技術の産業用計算機システム開発における取組事例を紹介し、最後に、今後の技術動向について述べる。なお、本稿では、紙面の都合上、予測性とオープン化対応に焦点を絞っているが、リアルタイムシステム設計においては高信頼化／フォールトトレランスも必ず（須）技術アイテムであり、これに対する取組については別の機会に報告したい。

2. リアルタイムソフトウェア技術の動向

2.1 リアルタイムソフトウェア技術の課題と動向概要

リアルタイムソフトウェアの設計においては、いかに処理応答を高速化するかというより、いかにシステムの動的挙動が予測可能となるように解析的に設計できるかが重要なテーマである。近年、欧米を中心に、予測可能なリアルタイムシステム設計の基礎となるスケジューリング理論、OS、通信、データベースに関する研究が盛んになされており、種々の技術が開発されている。図1に主なりリアルタイムソフトウェア技術の関連を示す。図に示されるように、スケジューリング技術が、OS技術だけでなく、全般的なベース技術として位置付けられる

ところがリアルタイムソフトウェア技術の特徴と言える。

これらの成果の一部は既に先進的システムで実用化されており、また、POSIX 1003.1b,1cに代表されるリアルタイムOSの標準規格やFuturebus+等のバックプレーンバス、ネットワークの標準仕様にも大きな影響を与えている。ここでは、近年のリアルタイムソフトウェア技術のベースであるリアルタイムスケジューリングとその応用の概要、及びリアルタイムシステムの標準化動向について述べる。

2.2 リアルタイムスケジューリングとその応用

2.2.1 リアルタイムスケジューリング理論

リアルタイムスケジューリングの理論は、CPU領域のみならず、通信（バス、ネットワーク）、トランザクションの管理も適用対象となる。

(1) スケジュール可能性

デッドラインを持つタスクの集合を考え、あるスケジュールによってそのすべてのタスクのデッドラインが守られるとき、そのタスク集合はスケジュール可能という。リアルタイムシステムが予測可能というのは、結局、スケジュール可能性がシステム実行前にあらかじめ判定できるということである。この問題については古くから数多くの研究がなされているが、純粹に組合せ論的にスケジュールを求める問題ととらえると比較的簡単なケースでも組合せ爆発が生じる⁽¹⁾ため、実際には、タスクスケジューリングの方策を与え、これをタスク集合に適用したときにスケジュール可能かどうかを判定する問題として取り扱われることが多い。

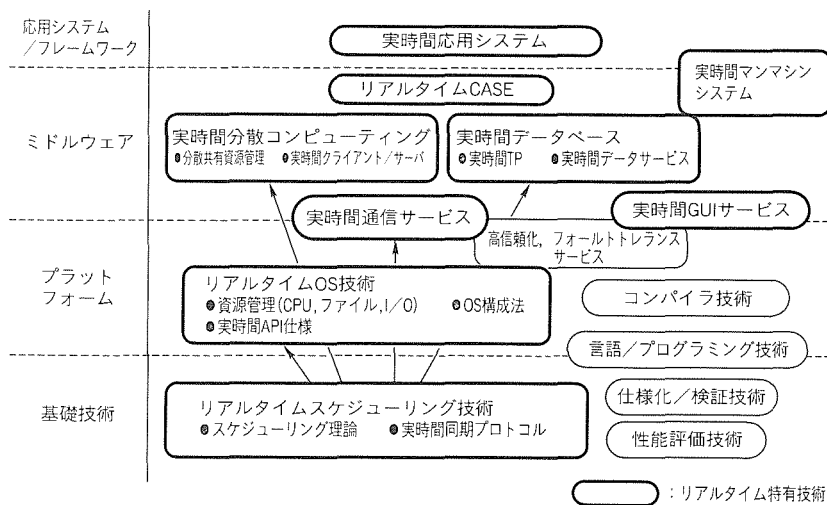


図1. リアルタイムソフトウェア技術の構成・関連図

(2) Rate Monotonic Scheduling

スケジューリング可能性に関しては、デッドライン優先を始め様々なスケジューリング方策が解析されているが、実用的には横取り可能な固定優先度方策が重要であり、その中でもRate Monotonic Scheduling (RMS) が詳しく解析されている⁽²⁾。これは周期タスク集合を対象にしており、周期のより短いタスクによって高い優先度を与える方式であるが、この方式に従うと各タスクが自分より優先度の高いタスクによって実行をブロックされる最悪時間が確定的に計算でき、この性質を用いてスケジューリング可能性がCPUの負荷率によって容易に判定できることが示されている⁽²⁾。

2.2.2 実時間同期プロトコル

最初、独立な周期タスク集合に関して導かれたこのRMS解析手法は、その後、相互作用(タスク間同期)のある周期タスク集合に拡張されている⁽³⁾。

(1) 優先度逆転問題

タスク間に共有資源がある場合、通常の同期方式(例えば、セマフォ待ち行列がFIFO)では、自分より低い優先度のタスクに先に資源を取られて実行が待たされている状態で、中間の優先度で排他制御に関与しないタスクが割り込んでくる可能性があり、その結果、最悪どれだけ実行が待たされるか予測できなくなる。

(2) 優先度継承プロトコル

この問題を解決する一つの方法は、高い優先度のタスクが資源の獲得を試みたときに、この高い優先度を既に資源を獲得している低い優先度のタスクに一時的に継承させる(優先度継承プロトコル)ことにより、中間優先度のタスクの割り込みを阻止することである⁽³⁾。また、優先度継承を複数資源競合に適用できるように拡張したプライオリティシーリングプロトコル手法も開発されている。これらの同期プロトコルを用いると資源競合による最悪のブロッキング時間が確定でき、スケジューリング可能性の判定が可能となる。

2.2.3 非周期タスクの取扱い(非周期タスクサーバ)

非周期的なタスクが混在するタスク集合に対しては、周期タスクのデッドライン制約を満足する範囲内でCPU利用時間を非周期タスクの処理に振り向ける非周期タスクサーバの方式が開発されており⁽⁴⁾、従来のバックグラウンドジョブやポーリングによる処理方式に比べて大幅に非周期タスクの応答性が改善されることが知られている。

ここで述べた基礎技術は、その多くが既に実用化レベルにあり、産業用リアルタイムシステムの設計に積極的に取り入れられている。3章で、その具体的な適用例を紹介する。

2.2.4 実時間通信/データベースへの応用

(1) 実時間通信

分散システムにおけるリアルタイムソフトウェアの設計では、ネットワークを介したメッセージ通信処理の時間制約を保証しなければならない。まず、メディアアクセスプロトコ

ルのレベルでの最悪転送遅延が確定的に計算できる必要があり、これは例えば、IEEE 802.5やFDDIなどのトークンリングでは、最悪値が保証されたトークン周回時間によって可能である。しかし実際には、転送時間に制約を持つメッセージ系列の集合に対してのスケジューリング可能性が必要になる。これに対して拡張されたRMS解析手法がFDDIに適用され、ネットワークの負荷率によって同期メッセージのデッドライン保証が判定可能となる同期メッセージ転送サービス時間の各ステーションへの割当て方式が開発されている⁽⁵⁾。

また、優先度付け可能なATM (Asynchronous Transfer Mode) LANに対しては、CPU領域と同様の手法によってメッセージ通信のスケジューリング可能性が解析でき、近年研究が盛んに行われている。

(2) 実時間データベース

実時間データベース技術では実時間制約を伴うトランザクションの並行制御とスケジューリングの問題がよく研究されており、2相ロックプロトコルをプライオリティシーリングの概念を用いて拡張した方式などが開発されている⁽⁶⁾が、実用化には至っていない。プラント監視制御分野においては、トランザクションの実時間管理よりもプラントデータの間合せと加工に関する実時間処理が重要になることが多く、このための実用的な方式が独自に開発されている⁽⁷⁾。

2.3 リアルタイムシステムの標準化動向

(1) オープンリアルタイムとPOSIX実時間拡張

オープンシステムの採用はユーザに様々な利点をもたらすため、監視制御システムのようにリアルタイム分野においてもオープン化を求める声が高まっている。

オープン化要求への対応として、まず、OSレベルの標準化がある。現在のリアルタイムシステムにおける事実上の標準規格であるPOSIX 1003.1b,1cでは、予測性に優れたリアルタイムソフトウェアのプログラミングをサポートするためのインタフェースが定められている。その代表的なものを図2に示す。また、POSIXでは規定されていないが、セマフォ管理における優先度継承機能も、前述したように、リアルタイムシステム構築上有効であり、最近は多くのOSでサポートされている。

(2) ミドルウェアサービス

OSレベルの標準化はほぼ収束し、今後は、ミドルウェアレベルのサービス機能の標準化に進むと見られる。特に実時間分散システムサービスが重要テーマであるが、厳しい実時間制約や信頼性要求のために、非実時間の世界におけるDCE, OLE, CORBAに準拠した環境をそのまま適用することは困難である。まず、ネットワークレベルでの実時間通信サービスの問題を解決し、その後、リアルタイムシステム向けの分散計算環境の構築に進むと考えられる。また、POSIX系OSだけでなく、Windows^(注1)系OSも含めたマ

(注1) "Windows"は、米国Microsoft Corp.の商標である。

POSIX標準	機能・API
POSIX 1003.1b ・リアルタイムプログラミング プリミティブ	(実時間シグナル) (同期・非同期/O) (セマフォ) (メモリロック) (メモリマップドファイル) (共有メモリ) (優先度スケジューリング) (高分解能クロック) (タイマ) (メッセージ通信) (優先度キュー)
POSIX 1003.1c ・スレッドプログラミング プリミティブ	(スレッド生成・管理プリミティブ) (スレッド実行スケジューリング) (スレッドキャンセル) (スレッド同期プリミティブ) (イベント通知) (スレッド特化データ) (マルチスレッド対応シグナル)
POSIX 1003.1d* ・リアルタイム特有 プリミティブ	(最適プロセス生成) (非周期タスクサーバ) (デバイス制御) (割込み制御) (最適化/O) (タイムアウト) (実行時間モニタリング)

注* 現時点ではドラフト

図2. POSIX実時間拡張主要機能仕様

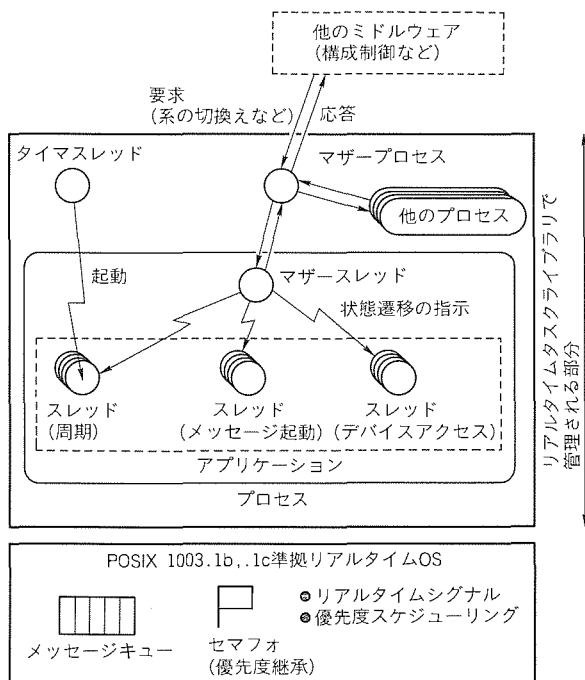


図3. リアルタイムタスクライブラリを用いたプログラミング

ルチプラットフォームへの展開において実時間保証性を維持していくことが重要なテーマとなっている。

3. 産業用リアルタイムミドルウェア

産業用計算機システム MR 3000 シリーズには実時間性能に優れたリアルタイム UNIX^(注2)・MI-RTが搭載されており、さらにこの上で種々のリアルタイムアプリケーションの構築を支援するために、以下に紹介するようなミドルウェアが開発されている。

3.1 POSIXベース リアルタイムタスクライブラリ

(注2) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

リアルタイム OS の API として POSIX 1003.1b, 1c が定められているが、予測性のあるシステム構築が可能かどうかは、タスクの優先度付け、優先度逆転やデッドロックの回避、タスクのブロック時間の最悪値の保証、エラーや故障に対する例外処理といったアプリケーション側のプログラミング技術にも大きく依存する。リアルタイムタスクライブラリ (PRTLIB) は、POSIX 準拠の OS 上で、RMS 解析に基づいた予測性のあるリアルタイムアプリケーション構築を支援する最もベーシックなミドルウェアである。PRTLIB は、周期タスクやメッセージ起動タスクの生成、起動、タイムアウト、正常終了、異常終了、さらに、待機冗長構成における系の切換え時のタスクの管理のサポートを行う。図3は、このライブラリを用いたプログラミングの様子を表したものである。プログラムはマルチプロセスとマルチスレッドで構成される。

(1) リアルタイムアプリケーションスレッド

アプリケーションの処理を実行するスレッドは、以下のよう
に分類される。

(a) 周期スレッド

起動周期とデッドラインを与えられる。デッドラインを超過した場合にはタイムアウト処理を行うことができる。また、系が他の系と時刻合わせをする場合、起動周期を修正して見掛け上の起動回数に影響を及ぼさないことができる。

(b) メッセージ起動スレッド

他のスレッドからのメッセージの到着によって起動される。

(c) デバイスアクセススレッド

デバイスからの割込み入力によって起動される。デバイス入力に対してこのスレッドの使用を義務付けることにより、思わぬタイムアウトやデッドロックを回避することが可能となる。

(2) システム管理デーモン

スレッドの振舞いを管理する次のデーモンが生成される。

(a) マザープロセス

このライブラリで管理されるプログラム部分全体を管理し、他のプログラムとのインタフェースを提供する。一般に、構成制御サービスから系の切換えの通知を受け、各プロセスに処理の切換えを指示する。

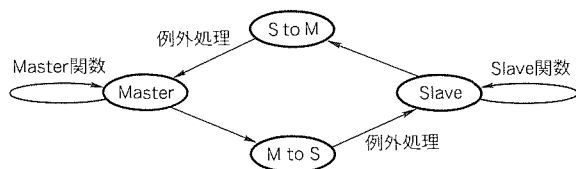


図4. スレッド状態遷移図

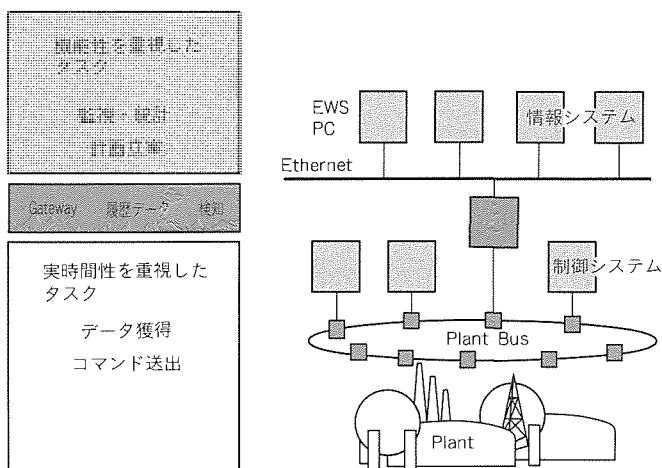


図5. 製造プラントシステムの構成

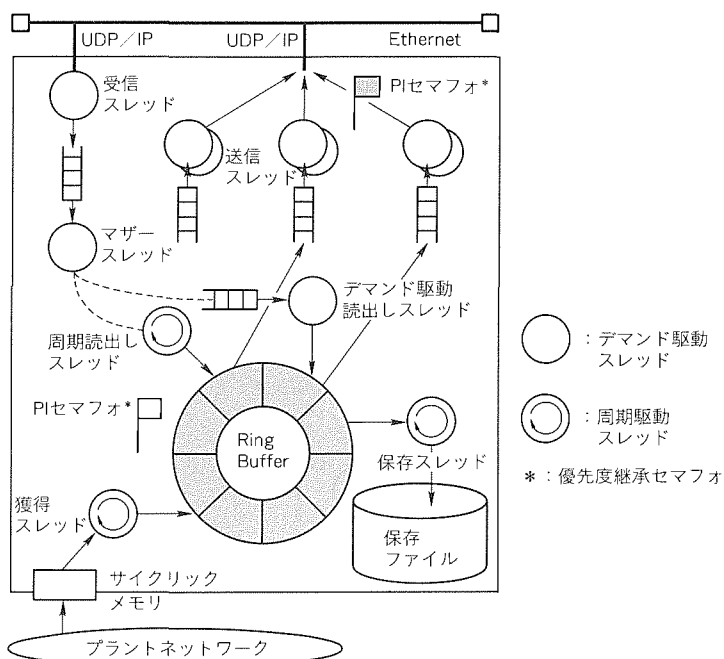


図6. 実時間データサーバ(RTDS)の構成

(b) マザースレッド

プロセス内のスレッドの状態を管理する。図4はスレッドの状態遷移を示したものである。Master状態は主系における処理(Master関数)を実行する状態であり、Slave状態は従系におけるそれである。両状態間を遷移する際に、各スレッドはデバイスのオープン/クローズやデータ退避などの例外処理を行うことができる。M to S状態、S to M状態は、他のスレッドとの同期を取るための状態である。系の切換え時には、待機冗長系として矛盾しないための状態遷移の間の先行制約と、系の提供するサービスの欠損期間などに関する時間制約を満たすように、各プロセスのマザースレッドが互いに同期を取りながらスレッドの状態遷移に対するスケジューリングを行う。

(c) タイマースレッド

周期スレッドの起動、タイムアウトの管理だけでなく、時刻合わせ時の起動周期の修正も行う。

3.2 リアルタイムデータサーバと

プロセスデータベース

3.2.1 製造プラントとプラントデータサービス

製造プラントにおける生産管理業務では、生産時データの漏れない獲得とそのデータ利用が望まれている。図5に製造プラントシステムの構成を示す。UNIXやWindowsなどの非実時間OSの標準化に従って、近年のプラントシステムでは、制御システムと情報システムを切り分ける傾向にある。このため、リアルタイム性を重んじる制御システムと、高度な情報処理能力を重んじる情報システムを結合する高度なゲートウェイが必要となる。このゲートウェイは、単なるプロトコル変換の機能だけでは不十分である。まず、プラントで

やりとりされる制御データを抜けなくリアルタイムで獲得しなければならない。また情報システムからは、任意の期間の制御データを時系列として提供する機能、プラントで発生した状態変化をイベントとして通知する機能が求められる。

3.2.2 リアルタイムデータサーバ

リアルタイムデータサーバ(RTDS)⁽⁷⁾は、データの抜けのない獲得と時系列提供、イベント検知と通知を行う。RTDSのソフトウェア構成を図6に示す。

(1) 実時間性を保証したデータ獲得と時系列提供

RTDSは①リングバッファ、②この中にプラントデータを定周期で獲得して書き込む獲得スレッド、③要求に応じてリングバッファからプラントデータを時系列として読み出す提供スレッドを、内部に持っている。獲得スレッドと提供スレッドは、優先度継承機能を持つセマフォを用いて排他制御されるので、各々の最悪実行時間を見積もることができる。したがって、RMSによって周期スレッドの起動周

期が守られることが保証される。RTDSでは、非周期的に起動されるスレッドもその最小起動間隔を擬似的な周期とみなしてスケジュールすることにより、非周期データのリアルタイム性も保証している。

以上によってRTDSの時間的挙動が予測可能となる。

(2) イベント検知と通知

RTDSは、能動データベースにおけるECA (Event Condition Action) 機能をサポートしている。RTDSではデータの獲得をイベントとみなし、獲得されたデータに対する条件と条件成立時の挙動をユーザが指定できるようになっている。この機能により、プラントで発生した状態変化を、イベントとして情報システムに通知することができる。

3.2.3 リアルタイムビューサーバ

一方、情報システムでは、リアルタイムによる処理よりも機能性を重視している。例えば、生産管理業務では、製品品質の向上を図るため、生産時の制御データを素早く解析できることが強く望まれている。この解析では、製品番号・生産工程・生産期間など様々なキーで制御データを検索できることが望ましいが、RTDSでは期間による制御データの検索しかできない。そこで、ロットや生産工程をオブジェクトとしてとらえたデータモデリングを行い、これらをキーとして制御データを検索できるリアルタイムビューサーバ(RTVS)を開発した。RTVSは、RTDSがイベント(例えば、ロット移動、装置故障)を検知した時点でこれをトリガとして、オブジェクト同士、及びオブジェクトと時系列の関連をとる処理を行い、その情報をデータベースに格納する。

3.2.4 プロセスデータベース(RTDS, RTVSの応用)

RTDSとRTVSを組み合わせることにより、高機能なプ

ロセスデータベースの構築が容易になる。図7にプロセスデータベースの構成を示す。製造プラントでは、製品がロットとして、製造装置が生産工程としてオブジェクト化でき、時系列データを表すトレンドオブジェクトとリンクでつながれる。イベントマネージャでは、RTDSからロット挿入が通知されれば生産工程オブジェクトとロットオブジェクトをリンクでつなぎ、ロット排出が通知されればロットが処理されていた期間を生産工程オブジェクトとロットオブジェクトに記録する。ビュージェネレータでは、リンク付けされたデータを、プラントビュー(各製造装置でいつどのロットが製造されたか。)、プロセスビュー(ある製造装置で各ロットがどのような状態で製造されたか。)、ロットビュー(あるロットが各製造装置でどのような状態で製造されたか。)の三つの視点で提供する。このような構成により、データの抜けがないことをRTDSで保証し、そのデータをRTVSで整理して、操作員に提供することが可能となっている。

4. 今後の課題

産業用計算機システムにおけるリアルタイムソフトウェア技術の今後の課題として、ハードリアルタイム/ソフトリアルタイム統合処理、分散リアルタイムシステム構築技術、レスポンスコンピューティングシステムについて述べる。

4.1 ハードリアルタイム/ソフトリアルタイム

統合処理

多くの産業用計算機システムは、プラント制御、データ獲得などのハードリアルタイム処理と、監視用マンマシンインタフェースなどのソフトリアルタイム処理で構成され、それらが協調して種々のサービスを提供している。ハードリアル

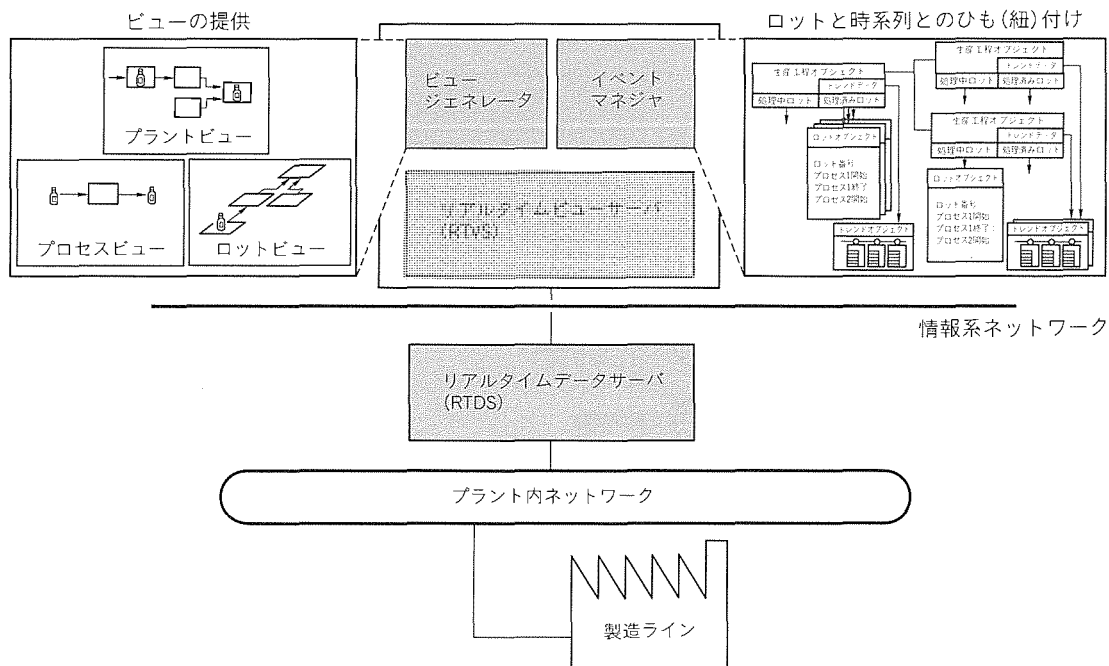


図7. RTVSの構成

タイム処理のデッドラインを遵守しつつソフトリアルタイム処理の応答をできるだけ高速にすることが課題となるが、そのシステムティックな設計手法は必ずしも確立されているわけではなく、応用システムごとに個別に取り組まれているのが現状である。さらに、近年は、マルチメディア応用に見られる画像・音声などの連続メディア処理における QoS (Quality of Service) 保証なども含め、様々なタイプのリアルタイム処理の統合的な設計技術が重要なテーマになっている。現在、産業向けマルチメディア応用システムの開発でこの問題に取り組んでいる。

4.2 分散リアルタイムシステム構築技術

分散システム化が進む中で、様々なサブシステムから構成される分散環境で、アプリケーションとプラント間のデータの通信や各処理において到達遅延や信頼性といったサービスの質 (QoS) を保証することが強く求められている。これを実現するには、CPU 領域におけるタスクスケジューリングとネットワーク通信領域におけるメッセージスケジューリングを統合的に管理することが必要になるが、一般的な計算モデルに対してこの問題を取り扱うのは極めて困難である。現在、監視・制御に特定したクライアント/サーバモデルに対して、ATM ネットワークや Ethernet, FDDI などのオープンプラットフォーム上で、データの種別に応じた柔軟な QoS 保証と容易なプログラミング環境を提供するミドルウェアであるリアルタイム分散コンピューティング環境の開発に取り組んでいる。

4.3 リスポンシブコンピューティングシステム

近年になって、リアルタイム機能とフォールトトレランス機能の両者を統合した機能を持つシステムとしてリスポンシブシステムという概念が提唱されており⁽⁶⁾、障害が生じても期待されたサービスをタイムリに実行できるシステムの実現を目指している。リスポンシブシステムの設計方法はまだ確立されてないが、障害への対処 (検出, 診断, 回復) も仕様に含めてリアルタイムシステムとして設計するアプローチが有力のようである。産業システムへの本格的適用はこれからであるが、待機冗長システムの構成制御の設計への適用が試みられている⁽⁹⁾。現在、オープンなプラットフォーム上でのリスポンシブシステムの開発に取り組んでいる。

5. む す び

産業用監視制御システムの構築において重要な役割を果たすリアルタイムソフトウェア技術について、その最新技術動向と、これら諸技術の産業用計算機システム開発における取

組事例として、リアルタイムミドルウェアの開発状況を紹介した。

産業用計算機システムにおいてもオープン化とダウンサイジング化が進む中、標準的なプラットフォーム上での予測性に優れたシステム設計技術はますます重要となっている折、先進技術を取り入れつつ、その実用化を推進していく所存である。

参 考 文 献

- (1) Strankovic, J.A., Spuri, M., Natale, M.D., Butazzo, G.C.: Implication of Classical Scheduling Results for Real-Time Systems, IEEE Computer, **28**, No.6, 16~25 (1995)
- (2) Liu, C.L., Layland, J.W.: Scheduling Algorithms for Multiprogramming in Hard Real Time Environment, JACM, **20**, No.1, 46~61 (1973)
- (3) Rajkumar, R.: Synchronization in Real Time Systems — A Priority Inheritance Approach, Kluwer Academic Publishers (1991)
- (4) Sprunt, B., Sha, L., Lehoczky, J.P.: Aperiodic Task Scheduling for Hard Real Time Systems, The Journal of Real-Time Systems, **1**, No.1, 27~60 (1989)
- (5) Agrawal, G., Zhao, W.: Guaranteeing Synchronous Message Deadlines with the Timed Token Protocol, Proc. 12th CDCS, 468~475 (1992)
- (6) Son, S.H. (Editor): Special Issue on Real-Time Database Systems, ACM SIGMOD Record, **17**, No.1 (1988)
- (7) 島川博光, 水沼一郎, 竹垣盛一: プラント履歴データの実時間獲得・提供システム, 電子情報通信学会論文誌 D-1, **J78 DI**, No.8, 798~806 (1995)
- (8) 角田良明, 菊野 亨: リスポンシブシステム: リアルタイムシステムとフォールトトレラントシステムの統合, 情報処理, **35**, No.1, 48~54 (1994)
- (9) 水沼一郎, 神余浩夫, 島川博光, 竹垣盛一: 実時間制約を保証する待機冗長システムの一設計手法, 電子情報通信学会論文誌 D-1, **178 DI**, No.8, 756~769 (1995)

火力・水力発電プラント監視制御用 計算機システム

海老塚 清* 大野啓明*
高橋 勇*
巽 一馬*

1. ま え が き

最近の火力・水力発電プラントは、少人数での効率的かつ信頼性の高い運転が求められており、これに伴い、監視制御システムに対し、中央への監視制御情報の集中化及び発電員の負担軽減のため必要な情報の抽出と提供、操作の容易性など機能の高度化、及びシステムの信頼性向上が一層要求されている。

火力・水力発電プラント監視制御用計算機システムは、プラントの総合的な監視制御のための情報の提供、プラント自動化の総括、CRTオペレーションによるシーケンスマスタ個別操作、及び補機の個別操作等の中央制御室での監視制御システムの中心的位置付けにある。一方、汎用計算機やワークステーション等におけるダウンサイジングの流れを受け、以下のような機能が求められている。

- (1) 汎用計算機と同等のダウンサイジング化の実現
- (2) マルチウィンドウなど高度なマンマシン機能・監視機能と、CRTオペレーション機能・自動化機能等との融合
- (3) 機能向上に伴う性能向上、メモリ容量の拡張性
- (4) ソフトウェア(S/W)の追加・変更を容易とするS/W保守性の向上
- (5) 業界標準通信S/W、汎用パッケージ等の容易な採用を可能とするオープン化への追従
- (6) システムの高稼働率、保守インタバルの長期化に伴う信頼性の一層の向上

このような市場ニーズに対応し、当社では従来からシステムの分散化、マンマシン機能の向上等を図ってきたが、このたび、産業用計算機システム“MELCOM 350 60”の最新シリーズとして“MELCOM 350-60/3000シリーズ”を開発し、発電プラント監視制御用計算機システムへ適用することにより、計算機システムのダウンサイジング化、オープン化への対応のより一層の加速を図っている。

本稿では、同シリーズを適用した発電プラント監視制御用計算機システムの特長とシステム適用例を紹介する。

2. MELCOM350-60/3000シリーズの概要

三菱産業用計算機システムの変遷を図1に示す。当社では、1978年からMELCOM 350-50シリーズ、1982年からMELCOM 350-60シリーズを発売し、発電プラント監視制御用計算機システムに適用してきた。

しかし、最近の計算機システムに対する高速リアルタイム性と高速演算性、及びダウンサイジング化とオープン性の二つの大きいニーズに対応するため、米国Hewlett-Packard社の高速プロセッサPA-RISC^(注1)を採用し、POSIX^(注2)準拠のリアルタイムUNIX^(注3)上に当社独自のリアルタイム性と高信頼化機能を実現した新産業用計算機MELCOM

(注1) “PA-RISC”は、Hewlett-Packard Co.が開発したPrecision Architecture - Reduced Instruction Set Computerの略である。

(注2) “POSIX”は、IEEE(米国電気電子学会)で制定されたOSのインタフェースに関する標準仕様である。

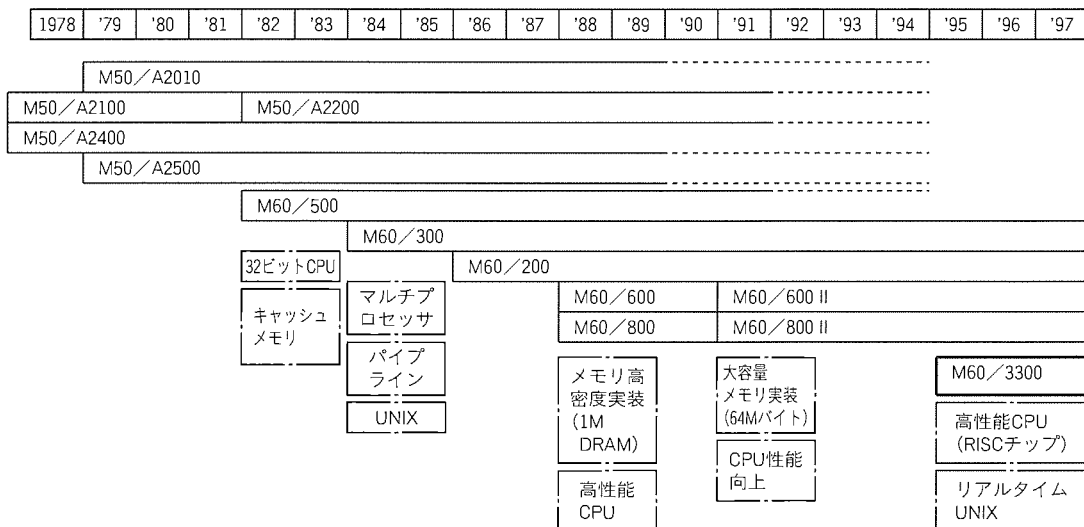


図1. 三菱産業用計算機システムの変遷

350-60/3000シリーズを開発し、適用を進めている。なお、3000シリーズのレパートリとしては、大・中・小規模システム向けに各々3300、3200、3100の3機種をそろえており、性能及び拡張性を考慮し、最適機種の採用を可能としている。

このシリーズの主な特長は以下のとおりである。

(1) 高速処理化と高集積化

高性能PA-RISCプロセッサを採用した。

(2) リアルタイムオープン性の追求

リアルタイム性能と高信頼化機能を強化したPOSIX準拠リアルタイムUNIX MI-RTを搭載した。

(3) システムの高信頼化

システムバスに活線挿抜機能を備えたFuturebus+^(注4)を採用した。また、障害解析を容易にするシステム解析ツールを装備した。

以下、ハードウェア(H/W)、S/Wシステムの各々の特長を述べる。

2.1 H/Wシステム

このシリーズの基本的システム構成を図2に、諸元を表1に、また、三菱産業用計算機システムの性能比較を図3に示す。

MELCOM 350-60/3300 (M60/3300)において、従来のMELCOM 350-60シリーズの最上位機種MELCOM 350-60/800 II (M60/800 II)と比較した特長は次のとおりである。

(1) 世界最高水準のRISCを採用し、性能面で従来の11.5倍と飛躍的な高速化を実現した。

(2) CPUと各種周辺回路を徹底的にLSI化し、従来のCPUカード6枚構成を1枚で実現させ、周辺装置インタフェースを含めて10スロットをCPU1

シャーシに納め、高信頼性・小型化を実現した。

(3) システムバスにFuturebus+を採用し、従来PIO (Process Input Output) カード以外は不可能であった活線挿抜を可能とした。

(4) 主記憶装置として512Mバイトを搭載し、従来の8倍の拡張性を実現した。

(5) 発電プラント監視制御に最適なプラントデータウェイとして100 MbpsのFDDI^(注5)準拠のバスを標準接続した。さらに、IEEE 802.3など業界標準LANとの接続を可能とした。

2.2 S/Wシステム

MELCOM 350-60/3000

シリーズのS/W構成を図4に示す。S/Wにおけるこのシリーズの特長は次のとおりである。

(1) OSとして、POSIXリアルタイム規格に準拠したりリアルタイムUNIX MI-RT

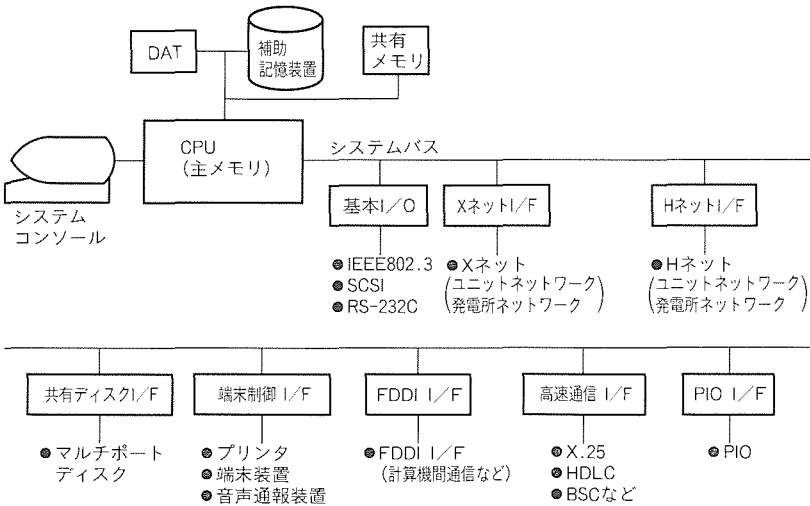


図2. MELCOM350-60/3000シリーズの基本的システム構成

表1. MELCOM350-60/3000シリーズの諸元

モデル	3100	3200	3300	
基本処理装置	プロセッサ PA-RISC			
メモリ装置	記憶素子 16MDRAM			
	主メモリ容量	最大256Mバイト	最大256Mバイト	最大512Mバイト
	増設単位	64Mバイト		
入出力チャネル	種類 DMAチャネル, Cバスチャネル			
	オプションスロット数	2スロット	6スロット	10スロット
固定ディスク装置	容量 2Gバイト			

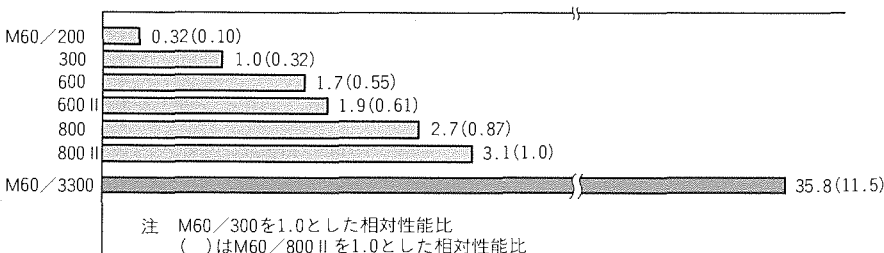


図3. 三菱産業用計算機システムの性能比較

(注3) “UNIX”は、X/Open Co. Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

(注4) “Futurebus+”は、IEEE896で規定されている標準バスである。

(注5) “FDDI”は、Fiber Distributed Data Interfaceの略で、ANSIで定めた光ファイバケーブルを伝送媒体としたネットワークである。

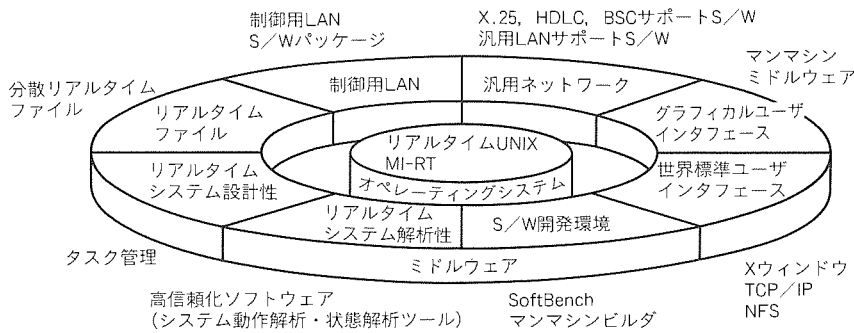


図 4. MELCOM350-60/3000シリーズのS/W構成

を採用した。

- (2) 分散システムでの高性能, 高信頼, かつ, リアルタイム性に優れた分散リアルタイムファイルを提供している。
- (3) 汎用LANとして, TCP/IP^(注6)など業界標準プロトコルをサポートする。
- (4) S/Wの高信頼化として, システム動作解析・状態解析ツールを提供している。

3. 発電プラント監視制御用 計算機システムへの適用

発電プラント監視制御用計算機のシステム構成の変遷と, M60/3000シリーズの適用事例を以下に述べる。

3.1 システム構成の変遷

システム構成の変遷を図5に示す。

発電プラント監視制御用計算機は, 従来, 集中型システム構成であり, マンマシンCRTも計算機に直結された専用のものとなっており, CPUの性能上CRT接続台数にも制約があった(図の(a))。

CRT台数の増加やCRTオペレーション機能の付加, 機能の拡充やネットワークへの接続などにより, データ処理計算機/CRTオペレーション計算機に分散構成されるようになってきた(図の(b))。

しかし, 従来技術(CISC)での分散ではH/W規模が大きくなり過ぎ, RISCアーキテクチャを採用したM60/3000シリーズを適用することによってダウンサイジングを実現した(図の(c))。

今後は更に分散傾向が強まり, 入出力・警報監視処理をネットワークに分散配置して制御装置と共用したり, 自動化(制御)機能, 日誌処理機能を分散する等が考えられる。また, ネットワーク性能の飛躍的向上によってもたらされるマルチメディア(ITV映像, 音声, 図面)情報の取込みなども検討されている。

3.2 M60/3000シリーズの適用事例

発電プラント監視制御用計算機システムでは, ホスト計算

(注6) “TCP/IP”は, 米国Texas Instruments Inc.の商標である。

機に上記のMELCOM 350-60/3000シリーズを, マンマシン装置として3000シリーズと同一のアーキテクチャを用い, かつ, ワークステーション並みにコンパクト化したMELSEP 2000 Xを採用し, 従来の集中型計算機システムから分散型計算機システムへの適用を図っている。

従来の計算機システムから今回のシリーズを採用した場合のシステム構成の変遷は図5に示したが, 基本的考え方は次のとおりである。

- ホスト計算機とマンマシン装置の組合せによって分散構成とダウンサイジング化を実現する。
- ホスト計算機はMELCOM 350-60/3000シリーズを適用し, システムに応じてシングルシステム又は二重系システムを構成する。
- CRT表示用に, インテリジェントなマンマシン装置MELSEP 2000 Xをユニットネットワーク上に分散配置する。

MELSEP 2000 Xは, ホスト計算機と同一アーキテクチャのCPU及びS/Wを採用し, CPUシャーシのロット数を削減し, コンパクト化したインテリジェントなマンマシン装置である。1995年度に開発を完了し, 1996年度以降標準的に採用を予定している。従来, 当社は発電プラント向けCRTオペレーション装置としてMELSEP 2000を保有し, 実績を積んできているが, この機種はCRTオペレーション専用装置であった。しかし, MELSEP 2000 Xは, CRTオペレーション機能に加え, 発電プラント監視制御用計算機のマンマシン機能を統合し, 同計算機と統一した操作・監視を実現し, ホスト計算機なしで独立したCRT操作を可能としている。

具体的な発電プラント監視制御用計算機システムのシステム構成例を図6に示す。従来システムから更に向上した点を次に示す。

- (1) ホスト計算機にMELCOM 350-60/3300を採用し, 性能面で飛躍的向上を図るとともに, 盤面数, 電源容量の削減等ダウンサイジング化を実現した。
- (2) マンマシン装置を独立分散配置することにより, ホスト計算機と独立して処理が可能であり, また, 同一機能を持つマンマシン装置が複数で相互バックアップすることで信頼性の一層の向上を実現した。
- (3) 大型スクリーン(70, 100, 110インチ)を接続可能とし, 大型スクリーン専用画面の自動表示及びITV映像をスーパインポーズ表示するほか, マンマシン装置と同じ画面を表示するなどのマルチメディア化も一部実現できた。
- (4) 従来, CPU単位に必要であったシステムコンソール(計算機の異常情報の収集, 簡単なS/W修正のためのコン

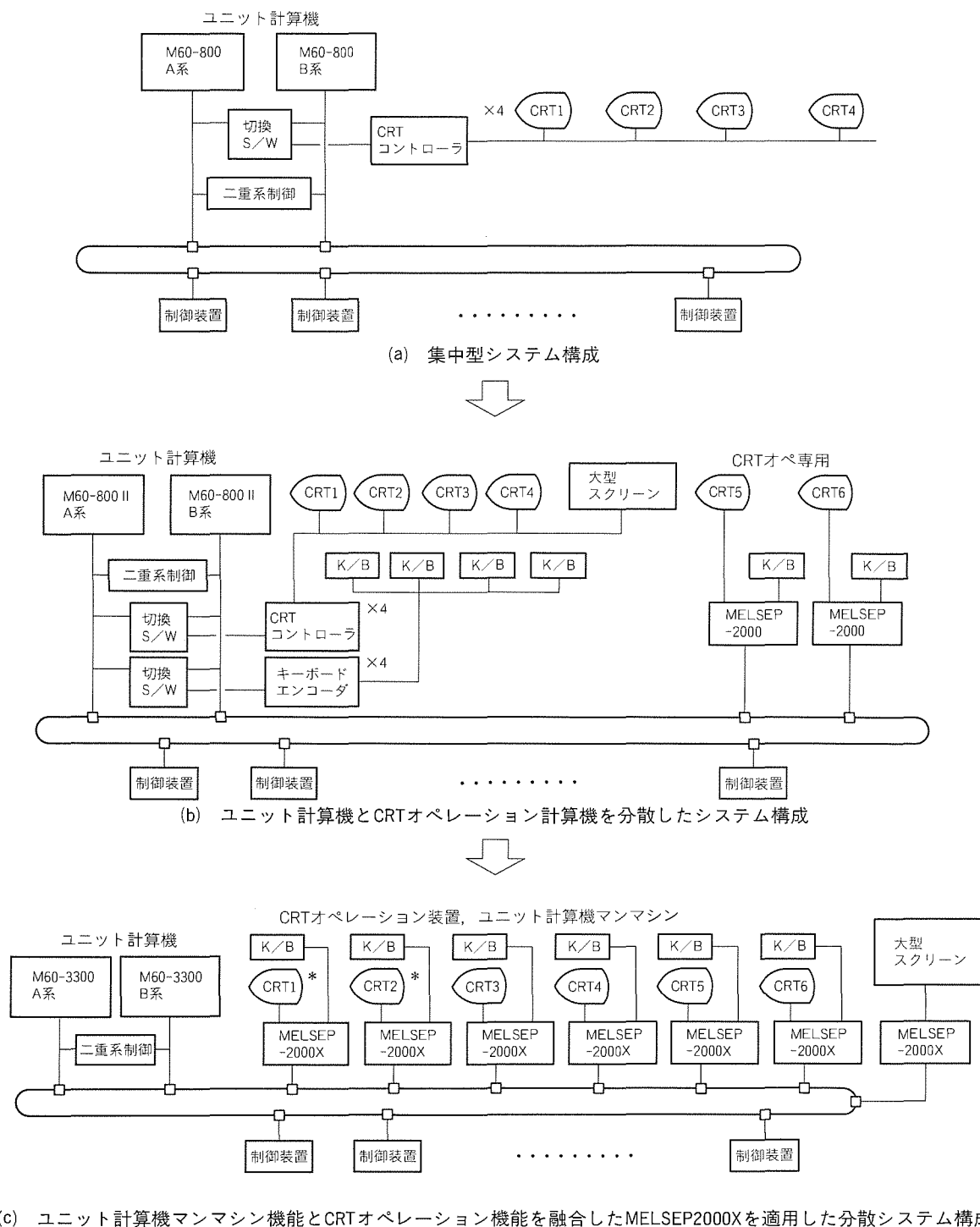


図5. 発電プラント監視制御用計算機システム構成の変遷

ソール)をシステム全体で1台とし、分散化したCPUを集中監視・管理し、スペースファクタを向上させた。

(5) タイプライタ(TW), レーザビームプリンタ(LBP), 音声通報装置などの周辺機器は周辺装置バスに接続し、二重系の場合に必要な従来周辺装置切替スイッチを削減した。

(6) 二重系システムの場合、共有メモリ、二重化ディスク等で系間の情報伝達を高速に実施できる。

(7) S/W保守用EWSを保守用LAN上に配置し、分散システムのCPUのS/W保守を効率的に行う。

(8) マンマシン操作性が従来機に比べて一層高速化した。

(9) 系統図表示画面上に複数のトレンドウィンドウを表示できるなど、ウィンドウ機能が充実した。

アプリケーションS/Wの生産及び保守については、次章で詳細に述べる。

4. S/Wの生産ツールと生産性・保守性の向上

このシリーズの適用に当たり、S/Wの生産・保守面で考慮した大きな特長は、従来、FORTRAN又はC言語等でコーディングしていた計算機機能のためのプログラムに、発

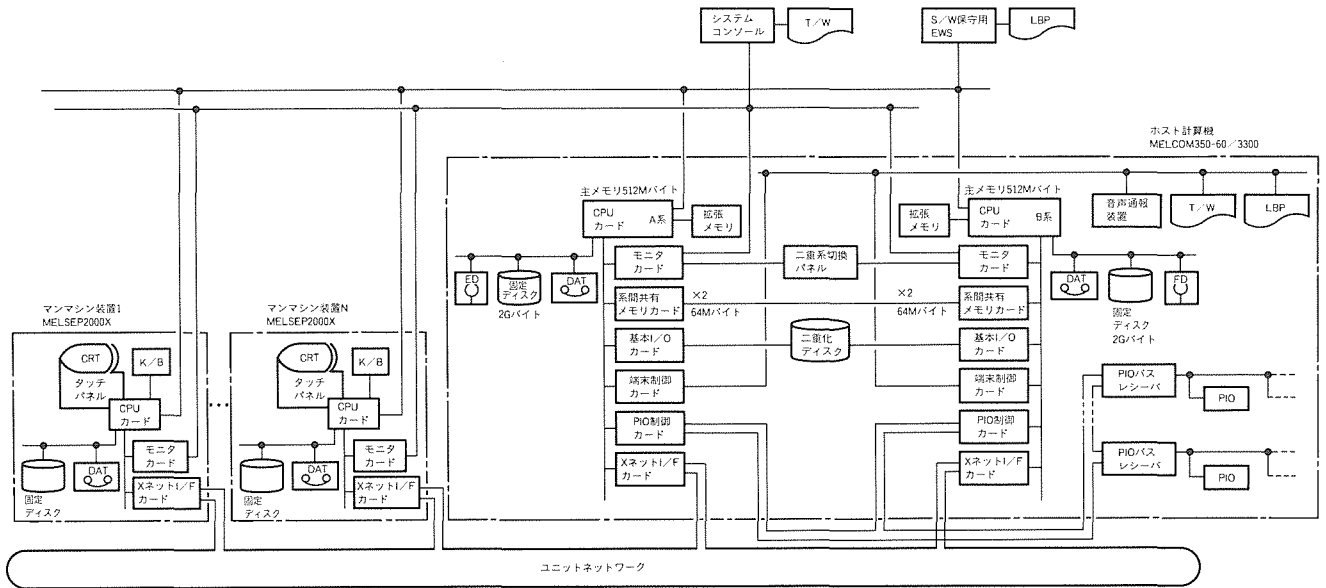


図 6. 発電プラント監視制御用計算機システム構成例 (二重系システム)

表 2. S/W生産・保守方法(POLの適用範囲)

機能名称	S/W生産方法	
	従 来	今 回
オペレータファンクション	コーディング	画面部品の表形式エディタ+1部コーディング(異常処理等)
グラフィック表示	画面作成ツール	画面作成ツール
自動化ロジック	コーディング	POL
日誌・性能計算	コーディング	POL+1部コーディング(計算式定義等)
技術計算	コーディング	POL+1部コーディング(計算式定義等)
データベース	データベースツール	データベースツール

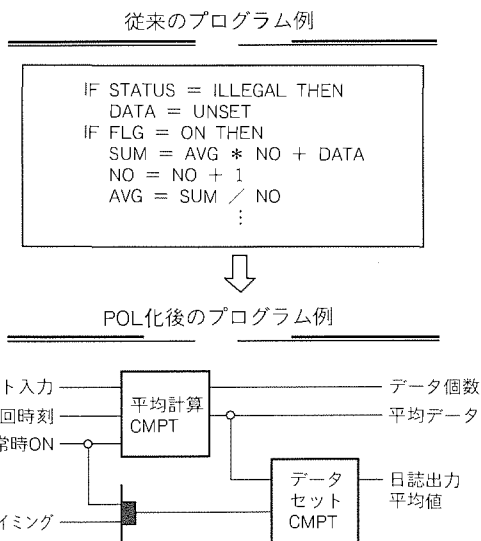


図 7. 従来のプログラムとPOLで記述したプログラム例

電プラント向け制御装置で使用している制御用の問題向き言語 (Problem Oriented Language: POL) を機能拡張して適用した点である。

計算機機能を実現するアプリケーション S/Wとしては、大きく分けて、オペレータファンクション機能、グラフィック

ク表示機能、自動化(制御)機能、日誌・性能計算機能、技術計算機能、及びデータベース等がある。

グラフィック表示機能は従来から画面作成ツールを、データベースはデータベース作成ツールを採用し、S/W作成・保守の効率化を図っていたが、今回は、従来コーディングが主体であった自動化機能や、日誌・性能計算及び技術計算機能等に POL を採用した。

POL採用に際して考慮した点は次のとおりである。

- (1) 高性能 CPU を採用し、従来ではイベント起動していたロジックを高速周期起動し、S/W 動作を単純化した。
- (2) 制御装置で使用している AND/OR のロジック要素と PID 等の調整要素のマクロ POL に加え、複数の入出力及び内部機能を定義できる汎用マクロ POL を可能とし、日誌等で使用する最大・最小等のデータ処理機能又は自動化で使用するブレイクポイント、操作端ロジック等を一つの POL として登録し、ユーザの使用を容易化した。

この方式を採用することにより、S/W 生産及び保守に高度なプログラミング技術が不要となり、また、試運転時の調整も S/W 内部動作が一目りょう(瞭)然となるので容易となり、大きな効果があると考えている。

POL の適用範囲を表 2 に、従来のプログラムと POL で

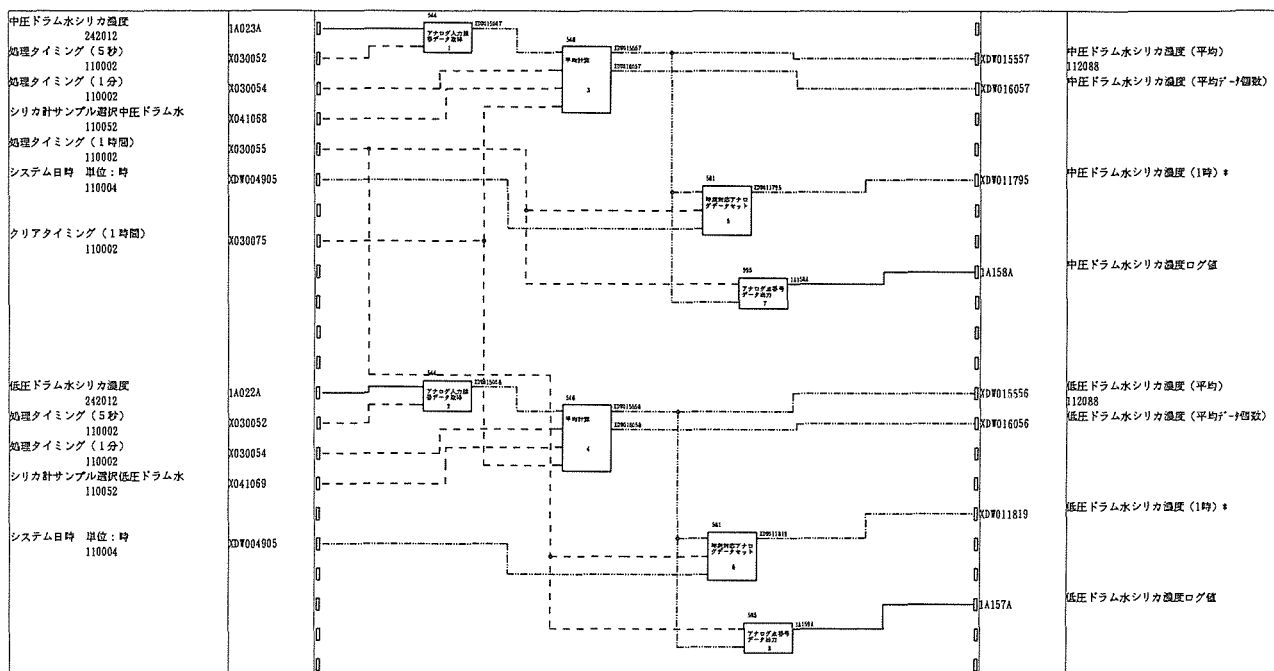


図 8 . S/WのPOLロジック図の例

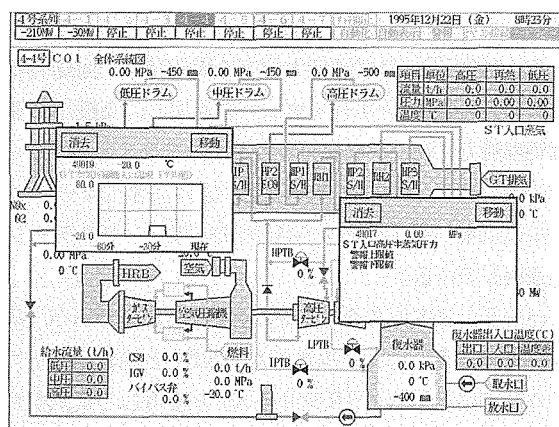


図 9 . マンマシン画面例(系統図上でのウィンドウ表示)

記述したプログラム例を図7に、実際のS/WのPOLロジック図の例を図8に示す。現状ではすべてのプログラミングがPOLに置き換えられたわけではなく、異常処理や複雑な計算定義等ではコーディングが残っており、また、図9に例を示すグラフィック表示、マルチウィンドウ機能の定義等も今後のS/W生産性向上の課題と考えており、更に改善を進めていく。

5. む す び

新シリーズを適用した発電プラント監視制御用計算機システムの紹介を行った。計算機システムは、今後ますますマンマシン機能の高度化、増大する監視制御情報の中から必要な情報をよ(選)り分けた最適情報の提供等、機能の高度化と装置自体のダウンサイジング化の要求が高まり、S/W生産・保守性の向上が必要になってくると考えられる。

最近の電子技術とS/W技術の革新には目覚ましいものがあり、今回開発した発電プラント監視制御システムに更にマルチメディアや音声認識等の最新テクノロジーを盛り込み、監視制御と情報制御を融合し、発電プラント監視制御システムの高度化と生産性の向上を図るため積極的に技術開発を進めていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 安田修三, 一澤忠雄, 古久保雄二, 斉藤博士: 最新の火力発電プラントの監視・制御システム, 三菱電機技報, 63, No.12, 999~1003 (1989)
- (2) 倉光 寛, 本川幸雄: 最新の水力発電プラントの監視・制御システム, 三菱電機技報, 63, No.12, 1004~1007 (1989)

給配電分野における産業用計算機システム

伊藤満夫* 香取英明*
 武田邦義* 池田一成*
 大谷純一*

1. ま え が き

電力システムの運用に計算機が導入され始めてから、ほぼ四半世紀が経過しようとしているが、この間、計算機の導入分野は日を追って拡大してきた。最近では、電力系統設備の監視制御といった直接的な系統の運転から、運用計画、設備計画、お客さまサービス向上といったような幅広い分野へのシステム導入が進められている。

また、自動化対象業務も系統の監視・操作・記録といった直接的・定型の業務から、系統運用情報提供や事故時の復旧支援、運用計画支援といった、より高度かつ非定型な業務処理に比重が移ってきている。このため、システム構成は複雑大規模になり、ソフトウェア規模は膨大なものとなっている上に、将来の機能増がシステムに及ぼす影響も予測し難くなってきている。

さらにシステムの在り方に対する考えも大きく変化し、“人への優しさ”“使い勝手の良さ”“低コスト”が信頼性や安全性と同程度に重要視されるようになってきた。

一方、計算機、周辺装置及びネットワークに関するハードウェア、ソフトウェアの技術進歩は目覚ましく、ダウンサイジング化(高速、大容量、高機能でかつ小型)、オープン化が急速な勢いで進展している。

当社ではこれら先端技術を積極的に取り入れ、給電運用から配電線の工事管理まで種々のシステムを開発しているのので、ここにその概要を述べる。

2. 計算機システム技術の動向

2.1 システム構成の変遷

従来、系統制御システムは、前置計算機(FEP)と主計算機(HOST)を中核とし、複数のCRTを接続する二重系構成であり、FEPとHOSTは独自のオペレーティングシステムを搭載した工業用計算機を用いており、基本的に集中型システムであった。

ところが、ここ数年来、世の中の変化と技術進歩は加速度的に速くなっており、運用側からのシステムに対する要求は非常に多様化・複雑化している上、将来発生するかも知れない機能追加や変更も予測し難くなってきている。これらすべてのニーズを従来の集中型システムで満足させることは困難であり、あえて実現しようとするれば、処理の大部分を受け持つHOSTに必要とするリソース(処理性能、記憶容量など)

は、膨大なものとなってしまいが、それでも将来の機能追加等を考えると十分とは言えないものになってしまう。

そこで、当社はこのような多様化したニーズにこたえ、かつ将来の発展性を実現するため、1988年ごろから複数台のUNIXサーバ^(注1)とUNIXワークステーションをEthernet LANで接続した分散型監視制御システムの開発に着手し、'90年には部分的な分散システムを電鉄の電力管理向けに、'94年には本格的な分散システムを超高圧変電所の監視制御向けに出荷した。

2.2 分散型監視制御システム

当社分散型監視制御システムの概要と特長を以下に示す。

- (1) システムの中核装置にはいずれも同じUNIXアーキテクチャをベースにしたサーバとワークステーションを採用している。HOSTには処理能力が高く周辺装置や回線の収容能力も大きいMUシリーズサーバを適用し、支援用計算機には処理能力は高いが収容力が若干小さくコストパフォーマンスの良いMSシリーズサーバを、また、オペレータコンソールには使い勝手の良いMLシリーズワークステーションを適用している。
- (2) ハードなリアルタイム性が要求される通信サーバ、系統盤コントローラにはリアルタイムUNIXを搭載したリアルタイム制御用計算機(MRシリーズ)を適用し、リアルタイム性を保証している。
- (3) MU、MS、ML、MRシリーズには、エマージェンシ出力機能とウォッチドグタイム機能を持つフェールセーフパネル(FSP)と電源断時にシャットダウンを可能とするUPS(Uninterruptible Power Supply:無停電電源装置)を搭載し、制御システムとしての信頼性を確保している。
- (4) MU、MRシリーズは、エラー解析、実行トレース、負荷状況表示等のシステムの運用と保守を支援する高信頼度化ツールをサポートしている。
- (5) クロスコールディスク、コモンメモリなど2系列間の共通部を極力排除し、系間の結合を疎にすることにより、信頼性と稼働率の向上を図っている。
- (6) 機能分散・負荷分散によって処理の集中化を避け、システム全体として高いスループットと即応性を実現している。
- (7) UNIX、TCP/IP^(注2)等のオープンなインフラを採用したことにより、第三者ソフトウェアの活用、他のシステム

(注1) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

との結合やマルチベンダシステムの構築が可能となった。

(8) X Window^(注3), Motif^(注4)を採用し、高度なマンマシンインタフェースを実現している。

(9) 集中型のシステムに比べてコストパフォーマンスが向上し、占有スペースと電源容量が低減できる。

2.3 ミドルウェア

現在、世間に出回っている汎用ミドルウェアは、信頼度、処理性能、冗長化(計算機又はLANの)への対応等、系統制御システムに必要とされている要件を必ずしも満足していない。このため、UNIX上で動作する分散型監視制御システム用ミドルウェアを開発した。その特長を以下に示す。

- (1) UNIXでの性能を極限まで追求した。
- (2) 常用/予備/負荷分散のいずれの方式の二重化LANにも対応可能で、送達確認や番番管理機能を持つブロードキャスト通信などのLANトラフィックの増大を抑制し、かつ高信頼度通信を可能とする通信ミドルウェアである。
- (3) ホットスタンバイ運転を行い、従来の集中型システムと同等以上の信頼性を確保した構成制御ミドルウェアである。
- (4) 拡大、縮小、スクロール、高速スケルトン表示などの系統制御システムに要求される厳しい性能要件を満足し、かつ、標準アーキテクチャ(X Window, Motif)をベースとしたマンマシン管理ミドルウェアである。
- (5) オペレータとの対話形式で設備、伝送系、画面データを作成するとともに、系統の接続情報を自動生成するデータメンテナンスミドルウェアである。

2.4 今後の動向

今後の系統制御システムの動向を以下に示す。

- (1) UNIXサーバ、エンジニアリングワークステーション(EWS)に代えて、より安価なパソコンの採用を検討する必要がある。
- (2) 同一システム内で複数ベンダのソフトウェアが協調して動作するマルチベンダシステムの要望が高まってきている。
- (3) オブジェクト指向フレームワーク、オブジェクト指向データベースの適用により、ソフトウェアの生産性・再利用性を高める。
- (4) ATM(Asynchronous Transfer Mode:非同期転送モード)、Fast Ether等の技術を導入し、ネットワークのより一層の高速化を図る。

3. 系統分野への適用事例

3.1 給電運用システム

電力供給のコントロールセンターとしての給電所の役割は、

- (注2) “TCP/IP”は、米国Texas Instruments Inc.の商標である。
- (注3) “X Window”は、米国X Consortium, Inc.の商標である。
- (注4) “Motif”は、Open Software Foundation, Inc.の商標である。

電力系統が拡大・複雑化する中で、ますます重要度を増している。また、給電運用システムへの要求機能は高度化・複雑化・多様化する一方であり、従来の機能集中型のシステム構成ではその要求実現が困難になってきている。

このため、近年の分散コンピューティング技術を駆使して給電運用機能を実現した機能分散型システム構成が採用されつつある。

以下に、最近の給電所システムの技術動向と特長を示す。

(1) 分散システム構成の採用

給電運用機能をサーバごとに分散化した機能分散システム構成を採用し、平常時及び高負荷時のシステムのスループットを大幅に向上させた。また、サーバ故障時は当該サーバのみの停止にとどめて故障の局所化を図る自立分散型の構成制御により、システムの信頼性を向上させている。

(2) マンマシン性の向上

マンマシン装置にEWSを採用し、マンマシン処理の負荷分散を図るとともに、EWSの持つ強力なGUI(Graphical User Interface)機能によって視認性・操作性の向上を図り、系統運用操作の信頼性を向上させている。

(3) 機能の高度化

将来の需要予測に基づいた系統信頼度のチェックを行う“予防監視機能”など、従来の系統監視機能に加え、将来の系統事故を未然に防ぐより高度な機能を実現している。

(4) 支援機能による給電業務の高度化と省力化

数々の技術的アプローチ及び近年の計算機性能の向上により、従来は困難とされていた高度な給電業務の機械化が実現可能となり、より柔軟で信頼性の高い系統運用を支援することができるようになった。以下に、実用化されている支援機能の例を示す。

(a) 事故復旧支援機能

事故発生時の事故状況の把握及び将来負荷予測に基づく復旧操作を支援する機能

(b) 停電作業計画支援機能

系統信頼度を考慮しながら、年間・月間・週間の停電作業の調整計画を自動で立案する機能

(c) 系統計画支援機能

任意の将来系統をマンマシン上で作成し、実績負荷による系統解析計算を可能にし、系統計画を支援する機能

(d) 発電計画支援機能

運用上の制約条件を踏まえつつ経済効果が最も高くなる発電計画を自動作成する機能。現在は水力を対象としているが、火力・揚水を対象とした発電計画支援機能の開発も進めている。

(5) システムメンテナンス性の向上

ユーザメンテナンスを可能にする会話型データメンテナンス機能により、メンテナンス性を大幅に向上させている。

(6) 給電情報ネットワーク

運用情報専用のネットワークを構築し、事故時の情報を迅速に関連箇所に伝達し、お客さまサービスの向上を図るとともに、負荷実績データ等の系統運用に関する情報をネットワーク上の共有情報としてサービスしている。

分散型システム構成を採用した給電運用システムの具体的な事例として、図1に最近の給電運用システムの機能分散構成例を示す。

今後は、計算機システムのオープン化が更に進み、給電所内で別々に存在していたシステム(気象情報システム等)の給電運用システムへの統合化が進むとともに、更に高度な系統運用を可能にする運用支援機能が開発され、機能サーバとしてシステムに組み込まれていくと考えられる。

また、給電運用部門内で閉じていた給電情報ネットワークが他部門のネットワーク(OA用ネットワーク等)と結合されてグローバル化するに伴い、情報センターとしての給電所の役割、ニーズも更に高まっていくと考えられる。

3.2 集中制御システム

集中制御システムは、数十～数百箇所の発電電所の電力機器(発電機、変圧器、各種開閉器、リレー等)を遠方監視制御するシステムである。社会の電力エネルギーへの依存度の増大、良質な電力の安定供給に対する社会ニーズの強まりとともに、電力系統の規模は拡大し、運用は高度化してきた。それにつれて集中制御システムも構成は複雑になり、実装機能も高度化してきた。

(1) 最近の集中制御システム

最近の集中制御システムは、図2に示すように、UNIXサーバ、EWSを組み合わせた機能分散システム構成をベースとしており、以下の特長を持っている。

- (a) インタロック、操作結果事前シミュレーションなど誤操作防止機能の充実
- (b) 点検等による停電作業の管理充実と作業操作手順票の自動作成実行
- (c) 事故復旧支援機能の充実
- (d) 系統の広域運用に合わせた関係システムとの情報連携機能の充実
- (e) 各種運転実績データを蓄積し活用する運用保守業務支援
- (f) 直感的なマンマシンインタフェースを備えたオンラインデータメンテナンス

(2) 今後の開発機能

今後の集中制御システムは、更なる系統規模の拡大と系統運用の高度化を支えるため、次の機能を充実していくことを主眼に進めていく。

- (a) 事故対応の支援を更にインテリジェント化し、事故情報の集約、事故復旧の自動実行を実現する。
- (b) 将来の系統状態、負荷状態を予測し、系統信頼度の評価を行い、予防制御を実現する。
- (c) システム規模拡大に合わせて増大する停電作業を最適

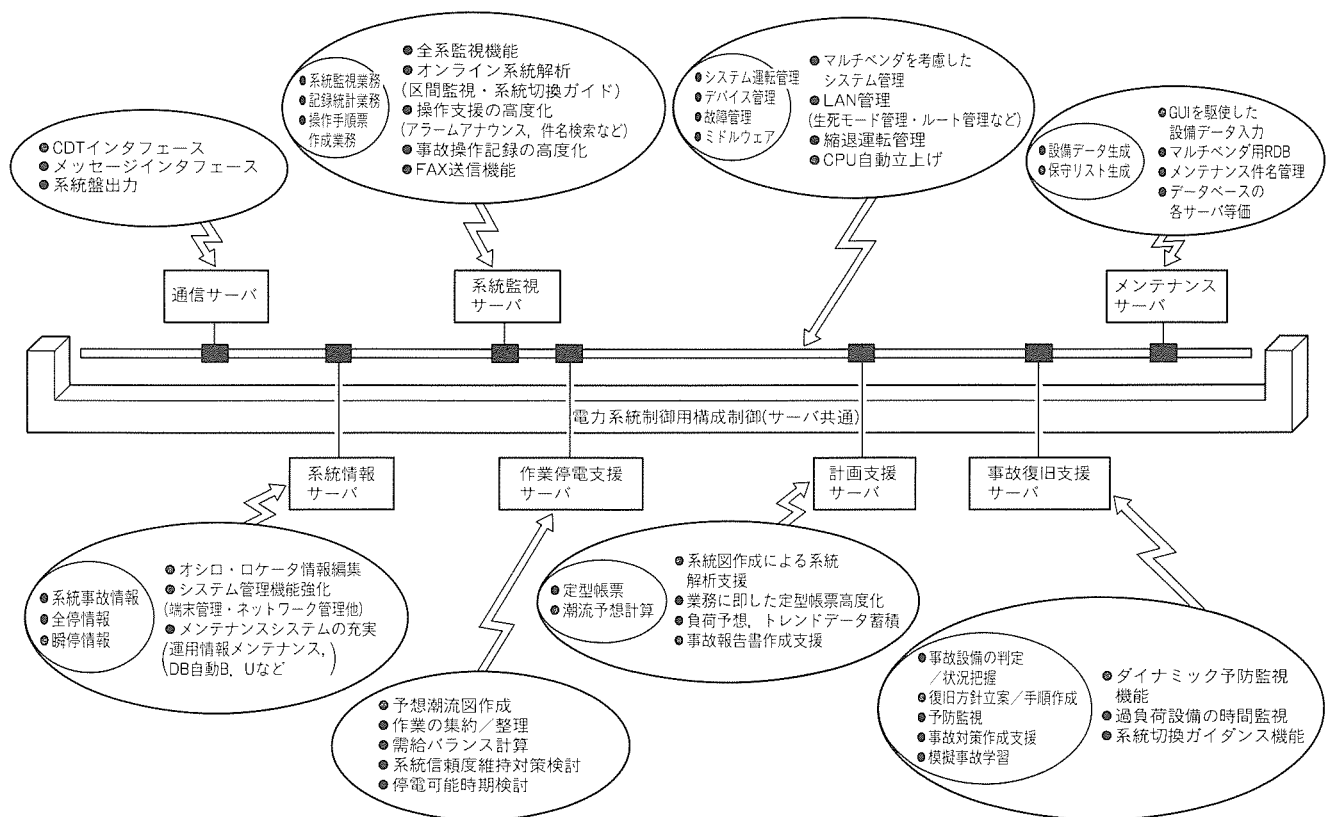


図1. 給電運用システム機能ブロック図

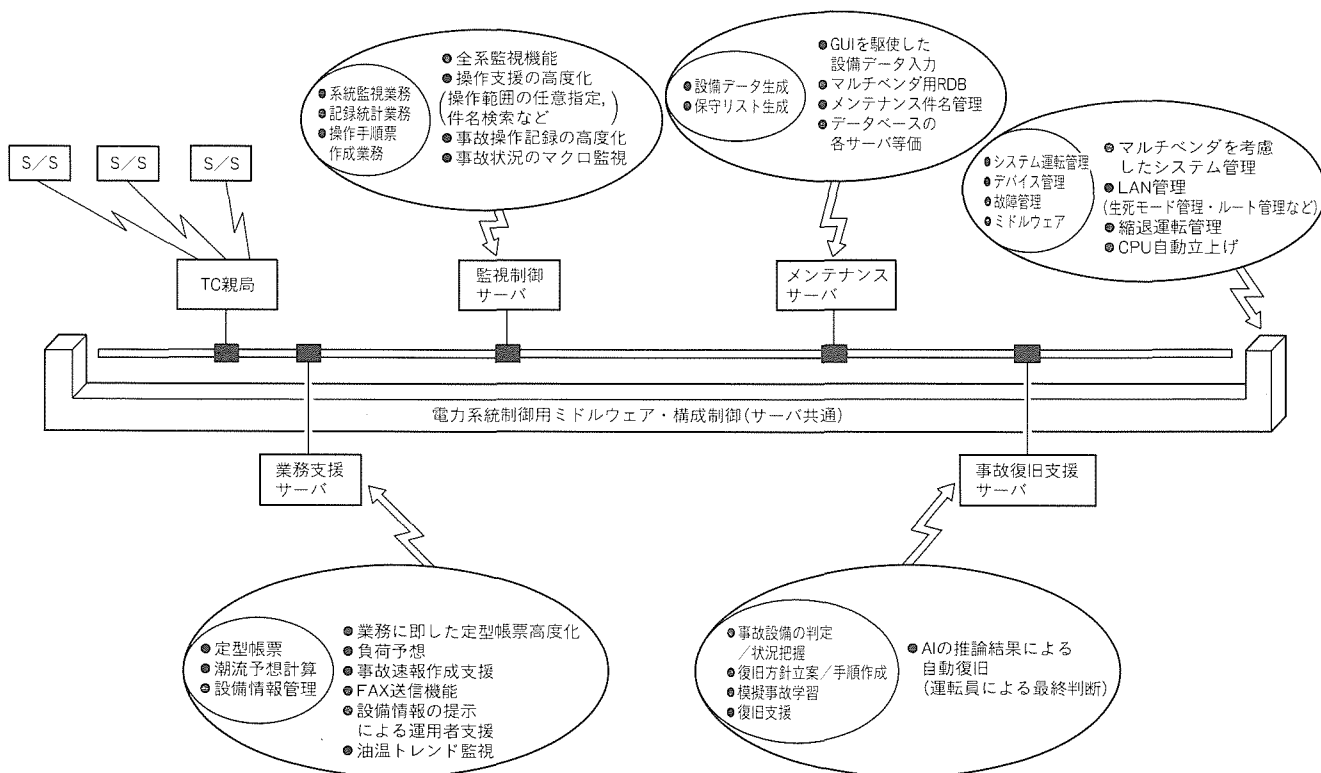


図 2. 集中制御システム機能ブロック図

に管理するため、AI (人工知能) を用いた停電作業計画支援を実現する。

(d) ITV等の画像情報を処理し、遠方監視のビジュアル化を実現する。

(e) システムごとに異なるデータベース (DB) の標準化を推し進め、効率的なDBの一元管理を実現する。

4. 配電分野への適用事例

4.1 配電自動化システム

(1) 基本技術動向と特長

配電自動化システムは、配電用変電所と配電線上にある線路開閉器の監視制御を目的とした開閉器制御システムを中核として、需要家の負荷状況管理や自動検針などのシステムと連係して順次導入・整備されつつある。

当社は、パソコンによる個別操作システムからスーパーミニコンによる自動制御システムまで、各年代の最新技術を適用して開発を進めてきた。近年では、EWSや汎用パソコンを活用した分散型システムを主流としてシステム構築を行っている。以下に、開閉器制御システムを中心としたシステムの基本技術動向と特長を示す。

(a) 分散処理の実現

汎用サーバとEWSを採用し、クライアント/サーバ型のソフトウェア構成によってポータビリティを向上させ、処理の高速化を図った分散システムを実現した。

(b) システム構成のコンパクト化

計算機本体やUPSなどの各種装置を制御卓内に実装し、

従来に比べ、大幅な省スペース化を実現した。

(c) 操作性の向上

標準のX Window/Motifをベースとし、高速系統図表示処理と図形操作処理が可能な高速グラフィックスミドルウェア (MDグラフィックス) を開発して操作性の向上を図った。

(d) 外部インターフェースの拡大

親局 (EWS) とテレコン間の接続は汎用LAN (TCP/IP) で直接接続する形態が一般的となりつつあり、停電情報、供給状況などの通知や情報提供のため、他のシステムとの連係も進んでいる。

また、ホスト計算機に存在する設備情報・異動情報を利用して、系統図や設備DBなどの配電自動化システムに必要なDBの初期生成を省力化する方式の研究開発も進めている。

(2) 応用技術とソフトウェアの動向

ソフトウェア構成例を図3に示し、技術動向と主な特長を以下に示す。

(a) 標準OSの採用

国際標準に準拠したUNIXを採用しており、リプレーズやアップグレードに対しても容易に対応が可能である。パソコンではWindows NT, Windows 95での簡易システムや連係システムを開発している。

(b) 汎用DBMSの活用

データの相互運用やポータビリティ確保に向け、汎用データベース管理システム (DBMS) を活用してDB管理の

高速化・高機能化を実現している。

(c) ミドルウェアの共通化

系統制御・給電制御など他の制御システムとミドルウェアの共用化を進め、開発コストの低減、品質の向上を実現した。また、電力融通アルゴリズムでは融通計算の時間短縮を図るためにAI処理の導入や、系統図表示高速化のために高速グラフィックス処理(MDツリー技術)を導入している。

(d) 汎用ソフトウェアの活用

負荷管理システムや自動検針システムでは、帳票計算やデータ分析、各種グラフ表示の機能に汎用パッケージを活用し、応用ソフトウェアとの関係によって開発の効率化を進めている。

(3) 今後のシステム動向

今後のシステムでは、一層の操作性とメンテナンス性の向上と高速化、マッピング/図面管理システム/停電情報システムなど他のシステムとの相互関係による情報の共有化が一層進展すると考えられ、総合的な配電自動化システムが必要となる。

さらに、多重化によるシステム信頼性の確保、DB運営の広域化、操作性のより一層の向上などの多彩なニーズにこた

え、柔軟かつ容易なシステム構築を可能とするため、ネットワークインタフェースの充実、汎用ソフトウェアの積極活用など、ハードウェア、ソフトウェア両面においてシステム基盤の標準化整備を進める必要がある。

配電系統は将来的にループ系からメッシュ状に発展し、さらに分散電源、IPP (Independent Power Producer: 独立電気事業者) 等の参画によって系統構成、運用はかなり複雑になると想定される。したがって、今後、系統保護方式、事故時の復旧や融通方式なども含めて配電運用の全面的な見直しが必要になることも考えられる。

当社は現在の開閉器制御システムで蓄積した技術をベースとしつつ、これらの変化と技術の進歩を踏まえ、高速かつ大容量の処理能力を持つコンパクトなシステム開発を進めている所存である。

4.2 電力マッピングシステム

(1) 動向と計算機システムの特長

電力会社では、地図・図面を基にした業務が非常に多く、これら業務の効率化を目的にマッピングシステム導入が順次行われている。当社は、十数年前から、図面利用量が特に多い配電部門を主体に、図面入力システム、設備管理システム、工事設計支援システムを納入してきた。電力におけるマッピングシステムの事例を表1に、対象業務例を図4に、画面例を図5に示す。

以下に、マッピングシステム技術動向と特長について述べる。

(a) 標準ハードウェアの適用

大量の図面情報(図形・画像データ)と設備属性情報(コードデータ)を処理するために従来は専用装置を必要としたが、近年の汎用計算機は処理能力と記憶容量が飛躍的に向上し、周辺機器やネットワーク装置も機能が高度化したため、標準装置のみでのシステム構築が可能となった。

汎用計算機又はEWSのデータサーバに、EWSの設計端末を中核装置とし、帳票用プリンタ、図面出力用大型カラープリンタ、他システムとの連係装置等を組み合わせてシステムを構成するのが一般的である。今後予想されるパソコンの適用拡大に向け、EWSとパソコンの統合利用環境の開発も進めている。

(b) 高機能な電力マッピングパッケージ

マッピングシステムは、連続する可変長の大量データを高速に表示・

監視	個別操作 融通計算	記録	作業計画 事故復旧	データ メンテナンス	系統図表示	ホスト/ 他システム 連携
				DB生成/ DB更新	MDトリー マンマシン管理	図面/設備 DB連携
構成制御		マンマシン基本応用部		DBアクセス (配電自動化対応)		
監視・制御システム共通基本応用部						
X/Motif			汎用DBMS			
UNIX (HP-UX)						

図3. ソフトウェア構成例

表1. 電力マッピングシステム事例

図面入力システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 地形図入力: ベクトル化, シンボル認識 ● 布設図入力: シンボル認識, 図形認識 ● 設備図面入力 	
設備管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 図面検索/表示/印字 ● 設備属性表示/関連図面表示 ● 設備条件検索 	
工事設計支援システム	架空線工事支援システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計図面作成/登録/印字 ● 装柱設計 ● 強度計算 ● 系統表示
	地中線工事支援システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計図面作成/登録/印字 ● : 平面図, 縦断面図, 掘削図, 構造図 ● 工事情報管理 ● 工事費積算: 自動積算/修正/印字

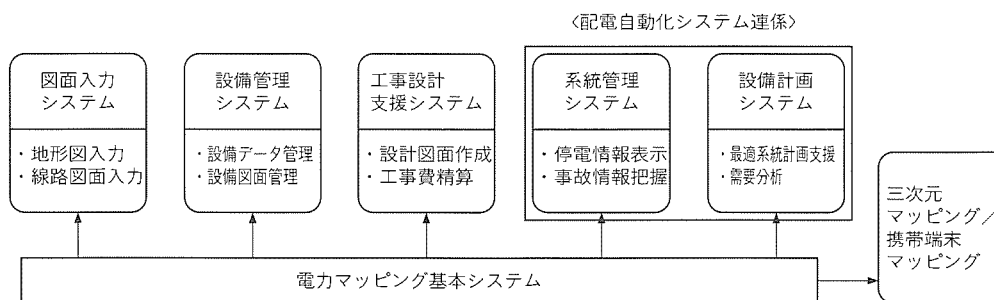


図4. マッピング対象業務例

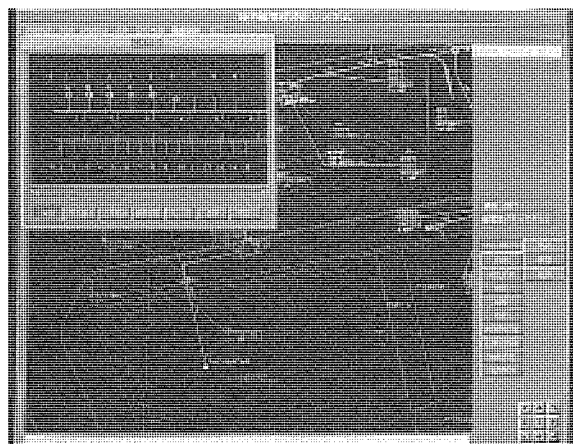


図5. マッピング画面例

検索する必要があり、データを統一かつ効率的に管理するミドルウェアが必要となる。当社は、図形データと属性データを一元管理し、かつ、図形処理に多次元データ構造(MDトリー)を採用することにより、高速な図形データ処理(検索、表示)が可能なマッピングシステム向け汎用パッケージを汎用DBMS上に構築して提供している。

このパッケージは、GUI(X Window/Motif)を採用した高度なマンマシンインタフェース、電力設備の工事設計に必要な図面の切出しや設計図面作成機能、工事費用の精算・積算機能、及び設計図管理機能を備えている。また、パソコンとの統合環境として、グラフィックスシステム開

発実行環境(PreSerV)の開発も進めている。

(c) システム関係

電力マッピングシステムは、LAN接続によるクライアント/サーバ構成をとり、他システムとの関係としては、ホストエミュレータや標準のファイル転送プロトコル(FTP)によって対応している。

(2) 今後のシステム動向

今後は配電自動化など他のシステムと連携し、系統計画支援や需要家情報サービスなど新たな機能の開発導入が進められるとともに、通信・送電・用地・営業など配電以外の分野においても同様のシステム導入が進むと思われる。

また、将来的には、三次元マッピング技術や携帯端末によるモバイルマッピングが予想され、それに向けての要素技術開発を進めている。

5. む す び

今後、規制緩和や24時間型ライフスタイルの拡大など社会情勢、人の行動様式、価値観が多様化していくに連れ、電力システムの運用にかかわる業務もより一層複雑化し、多様化していくと思われる。

当社はこれらのニーズを迅速にとらえ、使い勝手が良く、コストパフォーマンスの高いシステムを開発し、系統運用業務の省力化・効率化に寄与していく所存である。

工業分野における産業用計算機システム

中川 要* 水野秀司*
 落合 寛* 瀬名一生*
 平塚紀嘉*

1. ま え が き

我が国の製造業を主体とした工業分野は、円高基調の中、経済・技術の両面から国際化の波を直接受けており、その競争力を維持・強化するために設備投資も含めて厳しい状況下にある。

プラント設備をコントロールする制御システムも、その適用領域別に適正なシステム構築を目指して、オープン化・ライトサイジング化指向が近年急速に進んできている。トータルシステムの最適化の中で、産業用計算機システムもその情報基幹制御の担い手として、その機能はより多様かつ広範囲になってきている。従来からの必ず(須)機能であるリアルタイム性・高信頼性・保守性ととも、ハードウェア(H/W)、ソフトウェア(S/W)のオープン性が要求されてきており、従来トレードオフの関係にあった両者を共存させる動きが今後の方向として期待されている。プラント設備として費用対効果を重視し、かつ稼働年数の長い工業分野では特にその要求は強い。

本稿では、工業分野として代表的な鉄鋼分野を例にして、システム構築の動向、上記ニーズを踏まえて開発された産業用計算機システム(MR 3000シリーズ)のコンセプト、機能・特長を説明し、鉄鋼プラントへの適用事例を紹介し、今後のシステムの動向について述べる。

2. 工業分野の産業用計算機システムの動向

2.1 鉄鋼情報制御システムの動向

鉄鋼業は早くから計算機制御を導入し(1960年代後半)、現在コンピュータ製鉄と呼ばれる程に情報制御システムが適用されている。図1は鉄鋼一環プロセスの各工程の流れを示したものである。工程は大きくは三つに分かれ、製鉄・製鋼・圧延工程の順に生産される連続工程で、各プロセスごとに情報制御システムが構築されており、各プロセスと工程間

も通信回線経由又はLANで接続されている。各工程はプロセスオートメーションとしてそれぞれ特長があり、また、各プロセス内に階層化システムを組んでおり、上工程と下工程との連続化と、上位系と下位系との階層化を最適にするためにシステム構築を図っている。

2.1.1 リアルタイム性と信頼性

鉄鋼プロセスを制御対象別に、その特長、リアルタイム性及び信頼性について表1に示す。制御対象によって要求されるリアルタイム性及び信頼性のレベルが異なり、制御対象となるプロセスに対応したシステム構築が必要となり、そのためには機種選定が重要な要素となる。

プロセス内でのシステム階層について表2に示す。ここでは、レベル1, 2, 3の各階層の機能レベル、リアルタイム応答性、ソフト起動方法、言語の相違を挙げている。リアルタイム性のレベルは階層によって異なっており、ここでも機種選定に際してリアルタイム性は重要な要素である。さらに、言語、ソフト起動系など開発保守を含めた最適なシステム構築が必要である。

2.1.2 従来型のシステム構築

上記システム要求仕様を満たすためには、リアルタイム性能にも優れ、24時間連続運転の高信頼性と高可用性が不可欠であり、計算機を代表として各制御機器メーカーは独自の固有技術を駆使して設計・製作を行ってきた。例えば、独自リアルタイムOS、H/Wインタフェース、データウェイ等を使用し、そのシステムに要求される性能・精度・速度等の諸仕様を満たすため高性能・高速化・大容量化を図ってきた。システム構築もB(ビジコン:生産管理計算機)・E(電気)・I(計装)・C(計算機)がそれぞれ集中/独立した構成で行われ、それぞれに高機能化が進められた。その反面、EIC間の機能重複、端末数増加等の問題点も発生してきた。

2.1.3 EIC統合、制御中心から情報・制御中心へ

'90年代に入って、今までの制御中心の機能形態に加え、

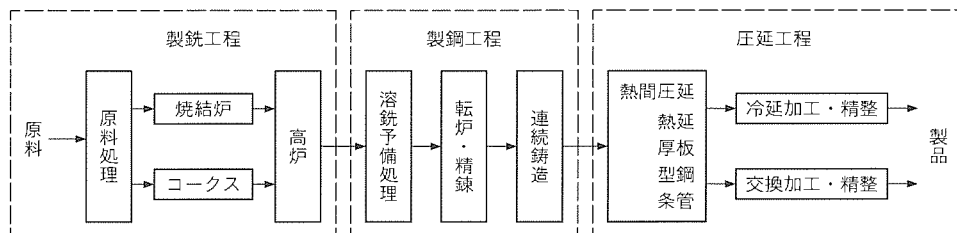
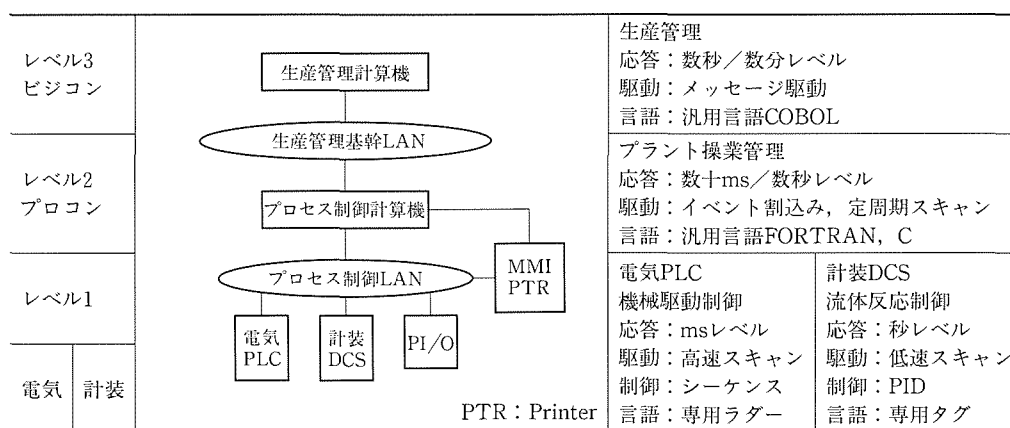


図1. 鉄鋼一環プロセス各工程の流れ

表1. 制御対象別計算機処理の相違点

領域	大規模情報処理プロセスオートメーション(高炉など)	大規模高速制御プロセスオートメーション(熱延など)	中規模中速制御プロセスオートメーション(連続焼鈍など)	精整, 物流, ヤード管理	支援系(エンジニアリング, 操業, 保全)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ●粉粒体エネルギー連続プロセス ●製鋼: バッチプロセス ●大容量情報処理 ●計装制御: 大 ●リアルタイム性: 高くない 	<ul style="list-style-type: none"> ●熱間, 冷間圧延とも大規模かつ高速処理の要求大 ●各種制御モデル計算機能を含む ●リアルタイム性: 特に高い 	<ul style="list-style-type: none"> ●冷延鋼板の連続焼鈍, めっき, 表面処理ラインが主 ●リアルタイム性: 高い(圧延より低い) 	<ul style="list-style-type: none"> ●精整, 切断, 手入れ等の精製処理 ●ライン間ヤード, コイル置場管理等の中小規模 ●リアルタイム性: 高くない 	<ul style="list-style-type: none"> ●オンラインデータ取込み ●操業, 保全, 診断等の実績データ蓄積, 解析, シミュレーション処理
信頼性	●24時間連続運転	●24時間連続運転 ●1:Nバックアップ構成サポート	●24時間連続運転 ●1:Nバックアップ構成サポート(システム規模による)	同左	—
リアルタイム性	●数秒~数分レベル	●割込応答性: 数100 μ s以下 ●リアルタイムファイル	●割込応答性: 数100ms以下 ●リアルタイムファイル	同左	—

表2. 鉄鋼情報・制御システムの階層と主相違点



更に上位生産管理系とのオンラインとリンク化, 上・下工程とのデータ連続化によって, 扱う制御・情報量は飛躍的に増加した。過度の集中化を避けるためにシステム構築方法も次第に機能分散化に向かい, 一方, 扱う情報は共有化し, EICを統合する方向に動き始めた。この動きに対する技術基盤はLANであり, 各機器のインテリジェント化がその普及を加速し, PI/O(プロセス入出力), MMI(マンマシンインタフェース)も共用化によって統合されてきた。LANもその扱うデータ量及び速度によって汎用LANから専用高速LANまで階層を持ち, Ethernet^(注1)タイプからFDDIタイプまで制御システムの用途によって各々使い分けられてきた。扱うデータも従来の制御のみならず各種操業の情報処理データをも含み, 情報系・制御系トータルのシステムへ移行してきた。

2.1.4 支援系を含めたトータル情報・制御システムへ

このころから, 制御システムのオンライン基幹系のみならず, 各支援系システム(エンジニアリング支援, 操業支援, 診断支援, 保全支援, S/W開発支援等)とも接続し, プラ

(注1) "Ethernet" は, 米国Xerox Corp.の商標である。

ントータルの生産の最適化を図る情報・制御システムが要求されてきた。機能形態として部分的にC/S(Client/Server)型の構成も採用され始めてきた。上述の情報・制御システムの変遷を図2に示す。

従来から支援系システムはEWSとパソコン等の汎用機器を中心に構築されてきたが, 近年その使い勝手の良さや高いコストパフォーマンスの故に急速に普及してきており, 上記基幹系とのシームレスな融合が望まれている。

2.2 システムコンセプト

前述のシステム動向を踏まえて, これからのシステムコンセプトとして以下を位置付けた。

- 今後の高速化する圧延制御にも追従できる高リアルタイム応答性確保
- 今後のH/W, S/Wオープン化技術の継続採用
- システム規模に対応したライトサイジング対応機種展開
- 産業用向けとして従来機同等以上の高信頼化
- 既設計算機M50, M60のS/W資産継承
- MMI対応マルチメディア技術搭載

3. 鉄鋼制御における制御用計算機システム

3.1 H/Wシステム構成の特長

産業用計算機 MR 3000 シリーズを使用したシステム構築には以下の特長がある。

3.1.1 オープン化技術と独自技術の組合せによる強力なシステム構築力

CPU 本体には高速・高性能な汎用 RISC チップを使用し、システムバスには IEEE 896 規格の Futurebus+ を採用した。また、オープン化技術を取り入れて接続機器インタフェースは業界標準 (DeFact Standard) の SCSI, Ethernet, RS-232C を標準サポートし、異種機器との接続性を高めた。また、汎用機器では弱いとされているリアルタイム性・信頼性 (RAS 機能)・保守性が、従来から適用してきた制御用計算機向けの独自技術によって強化されており、オープン性の長所と信頼性の双方を兼ね備えたシステム構築が可能である。

3.1.2 RAS 機能の充実

連続運転システムを前提として、以下の機能によって安定した高信頼のシステムを提供する。

- 高信頼化 I/O : 周辺機器に対するエラートライミラーディスクの採用
- 運転続行性 : イニシャライズ機能
カード活線挿抜可能 (MR 3300)
- サービス性 : エラー情報表示, 保存
- 診断プログラム : デバイスに対するオンライン診断

3.1.3 強力なネットワーク構成によるトータルシステムの構築

鉄鋼制御システムは、上位系・下位系、上・下工程と異機種計算機、コントローラと数多くの接続が必要であるが、この計算機の強力なネットワーク機能を生かして容易に最適なトータルシステム構築が可能となった。

- 統合制御バス : 100 Mbps の高速リング型制御用ネットワーク, 計算機, コントローラ, OPS (オペレータステーション) 及び PI/Oステーションを統合し, サイクリック通信, メッセージ通信, リモートファイルアクセス機能によるリアルタイム分散システム構築が可能
- Ethernet, FDDI : 業界標準の TCP/IP, NFS^(注2) (Network File System) によって計算機間の接続が可能
- HDLC, BSC 通信 : HDLC (ハイレベル通信), BSC 通信によって計算機間接続が可能
- ATM 通信 : ATM 通信による大規模システム構築が可能

3.1.4 各種標準デバイス接続によるトータルシステムの構築

(注2) “NFS” は、米国 Sun Microsystem Inc. のファイルシステムである。

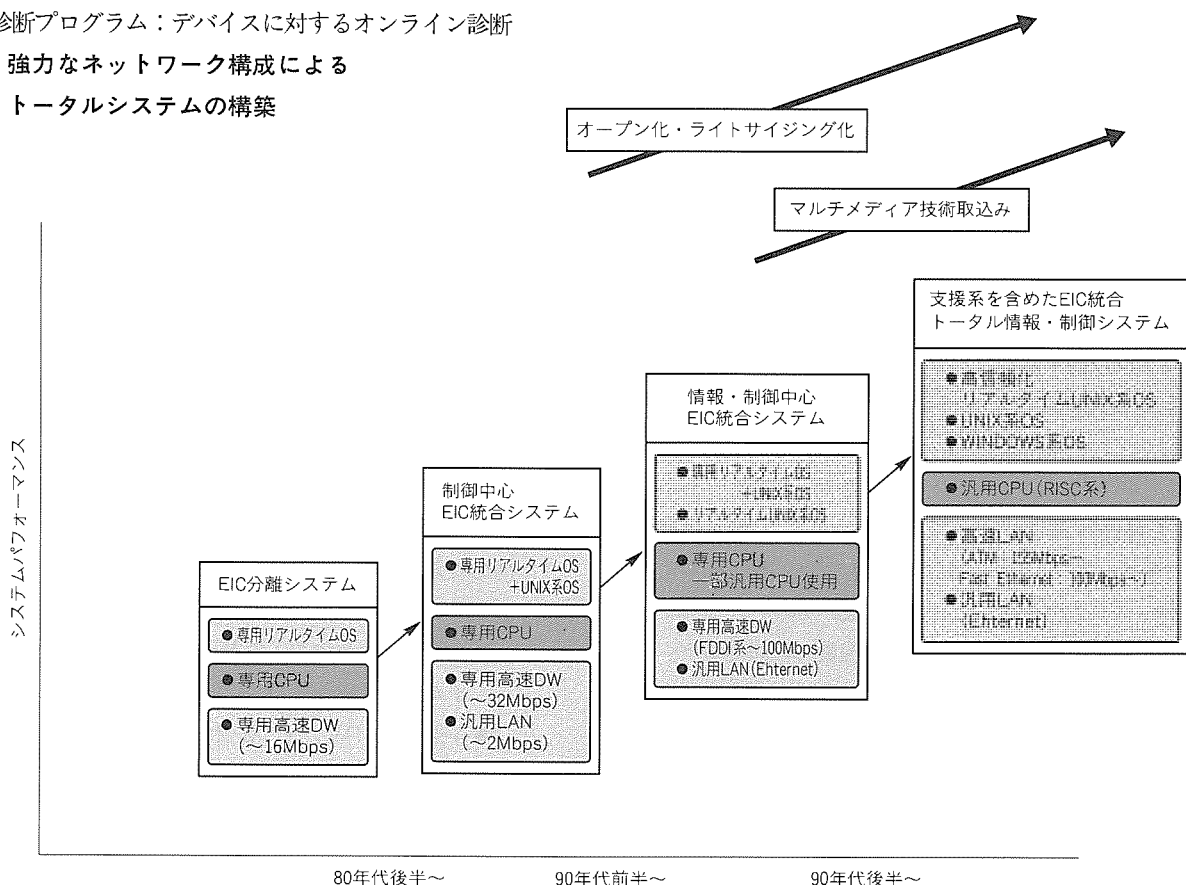


図2. 鉄鋼分野における情報・制御システムの変遷

業界標準インタフェースを使用してオープンな標準デバイスの接続が可能である。

- Ethernet経由パソコン CRT
- PI/Oデータリンク, プロトコル付き RS-232C インタフェースを複数回線サポートする回線サーバ (Ethernet経由)
- MELSEC PI/O接続
- MELSECNET 経由グラフィック オペレータ ターミナル (GOT), 音声出力装置

3.2 S/Wシステム構成の特長

3.2.1 鉄鋼ミドルウェア(M/W)の役割

鉄鋼ミドルウェアは、鉄鋼アプリケーションが使う共通的な機能を簡単なインタフェースで使いやすくするとともに、鉄鋼特有の機能を実現するために従来から提供されてきた各種機能を機種に依存しないソフトウェアとして新規に開発されたものである。鉄鋼アプリケーションは、鉄鋼ミドルウェアを使用することによってS/W開発の効率化及びシステムとしての信頼性向上が可能である。

3.2.2 MR3000上で動作する

鉄鋼ミドルウェアの目指したもの

(1) 従来機種からの継承

従来機種から提供してきた鉄鋼ミドルウェアについては、アプリケーションインタフェース (API) を変えず、機能を満足させることで顧客が蓄積したS/W資産を生かすことができる。

(2) 機種依存性のないS/W構成

鉄鋼ミドルウェアのS/W構成を機種に依存する部分と

依存しない部分に分け、そのインタフェースをミドルウェアインタフェース (MWI) として統一させた。これにより、機能ごとの MWI の開発をすることで各機種に鉄鋼ミドルウェアを適用することが可能となった。また、試験の効率化や製作量の縮小化によってコスト低減が図れ、品質も向上させることができた (図3)。

(3) オープン化などの新ニーズへの対応

リアルタイムUNIX^(注3) (MI-RT) を採用することで、Ethernetを利用したネットワークによる機能の分散が図られ、マンマシン (パソコンCRT) やプロトコルコンバータ等インテリジェントなデバイスの適用が可能となった。

(4) 高信頼化

関数呼出しレベルでの動作履歴を取得するトレース機能を組み込むことで、トラブル発生時の解析性を向上させた。

3.2.3 ユーザを支援する鉄鋼ミドルウェア

(1) API

従来機種におけるS/W資産流用を可能とするため、FORTRANで記述された従来の鉄鋼アプリケーションと、時代に即して取り入れられてきたC言語による鉄鋼アプリケーションの両方をサポートするため、C/FORTRANの両言語に対応したインタフェースを提供している。

(2) グローバルデータの参照/変更

グローバルなエリアに設定された情報を、GUIの使用により、シンボリックに参照/変更を可能にした。これはオンライン操業以前又は操業後の総合的な試験 (例えばシミュレ

(注3) "UNIX" は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

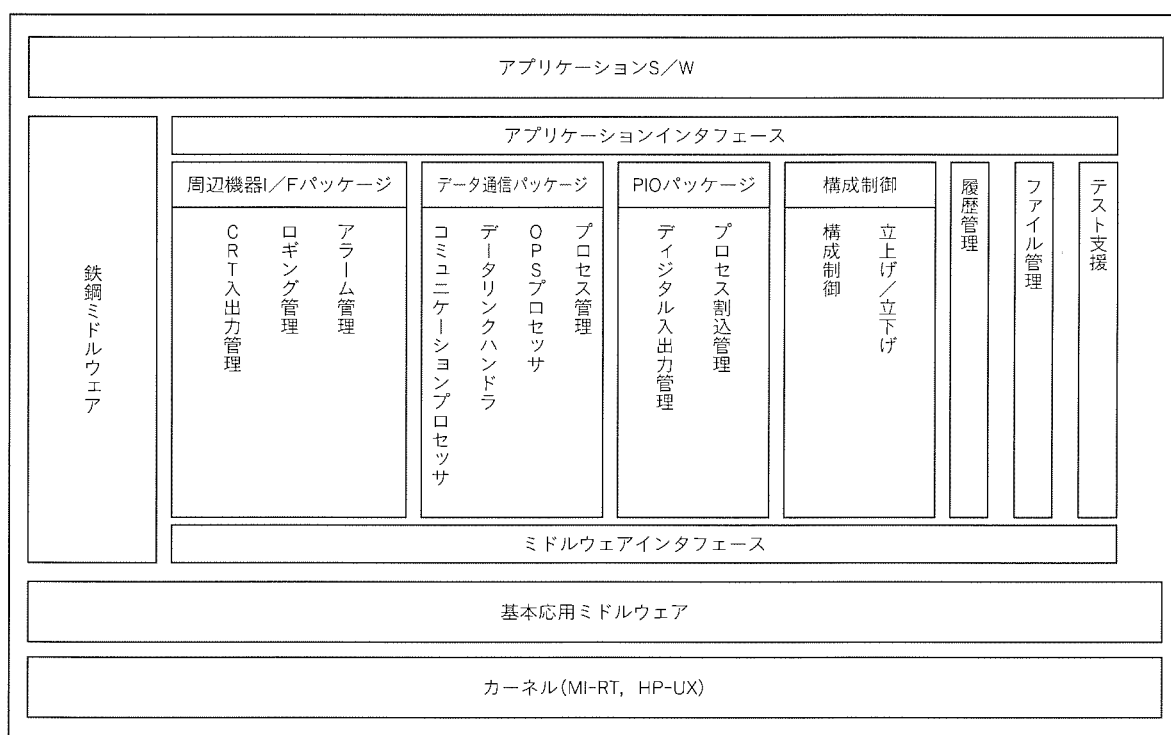


図3. S/W構成図

ーションテスト、ホットラン)に威力を発揮する。

4. 鉄鋼プラントへの適用事例

鉄鋼プラントにおける計算機システムに要求される機能として、従来から、

- 各種イベントに対する高速応答性
- ハードウェア拡張の容易性及び高信頼性
- ソフトウェアの保守容易性

等があったが、それに加えて最近の特徴として、オープン性が強く求められるようになってきた。以下に、これらの要求を踏まえた精整ライン用計算機システム及び熱間圧延ライン用計算機システムへの適用事例を紹介する。

4.1 精整ライン用計算機システムへの適用事例

精整ラインは他の鉄鋼プラントに比較して守備する範囲が非常に広く、計算機と接続される機器等も各所に点在するという特徴があり、各機種との接続にはネットワークが必要である。このシステムにおいては、オープン化・ライトサイジング化を目的とするとともに、既設PI/O(MELSEC)との接続性を考慮した設計を行っている。したがって、構成機器としては、ネットワークはEthernet、MMIはパソコンCRT、PI/OはMELSEC PI/Oを採用した。(図4)。

従来、鉄鋼プラントにおいて、Ethernetはその応答性が

問題とならない一部のデータリンクシステム(対EWSなど)にのみ使用されていた。精整ラインは比較的リアルタイム性が要求されないプラントではあるが、Ethernetを制御用として使用するには十分な応答性能を持っていないため種々の対策が必要であった。以下に、その概略及びシミュレーションによる応答性の測定結果について述べる。

4.1.1 Ethernet使用時のPI/O、MMI応答性

Ethernetは、PI/Oダイヤ信号用及びMMI/回線サーバ用に各々回線を個別に設けることで応答時間の確保を図るとともに、将来のH/W拡張性に対する考慮をした。

(1) PI/O

PI/O信号は、実信号に対する応答性が重要であり、Ethernet上でのデータの衝突を避けるため、個別の信号に対する伝送は行わず、全入力データ(全出力データ)を一括してサイクリックに伝送を行う方式とし、APも含めたシステム全体としての応答性の改善を図った。

その結果、MR 3300-PI/Oマスタステーション間での伝送は、100ms以下で応答可能であり、PI/Oネットワーク及びPI/Oサブステーション経由での入力/出力も80ms程度であり、精整ライン制御としては十分な応答性が確保されていることが検証された。

また、プラント信号をネットワーク経由とせず

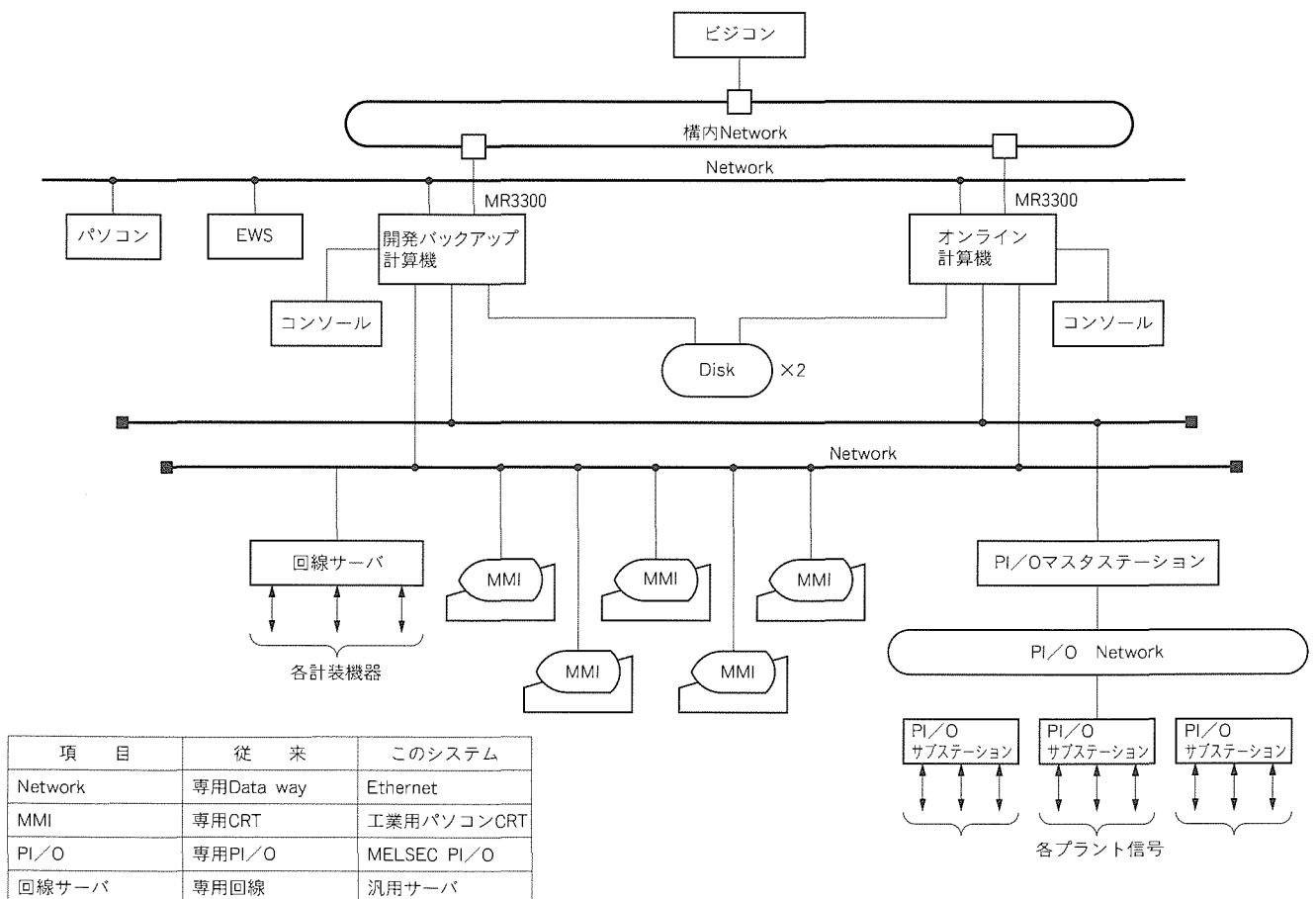


図4. 精整ライン用計算機システムの構成

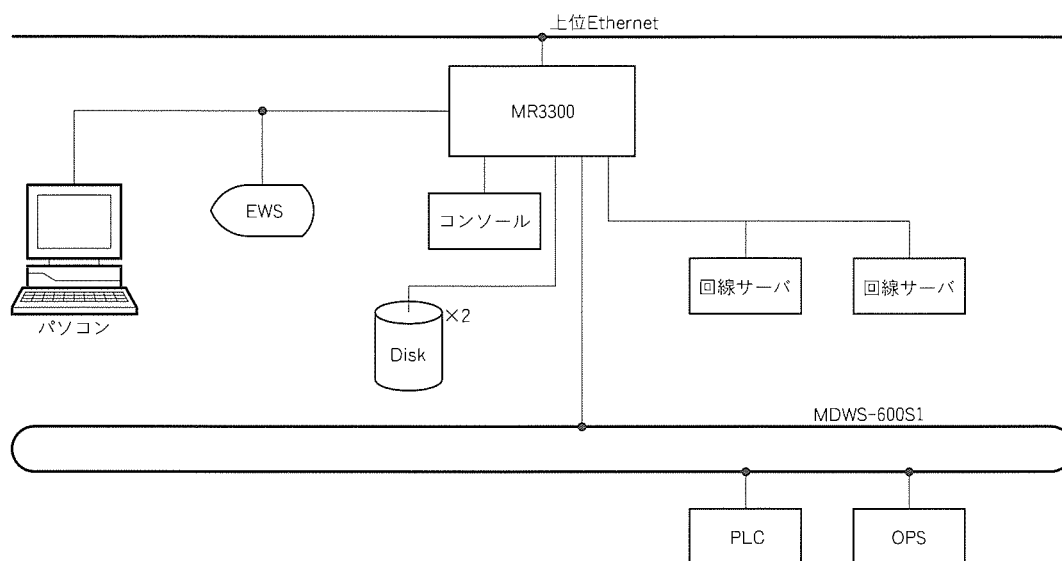


図5. 熱間圧延ライン用計算機システムの構成

マスタステーションに接続することにより、プロセス信号の応答性を100ms以下にすることができるので、この一部のラインを除き、他の鉄鋼プラント制御にも基本的にはこの構成で対応可能であるとのめどが立った。

(2) MMI

MMIは、PI/Oに比較すると、一般的にその応答性は厳しくはない。

今回のシミュレーションの結果では、MMIの応答性はキーボード入力から画面表示までの時間は約600msであり、精整ラインだけでなく、他のラインにおいても問題のない応答性があることが確認された。

4.2 熱間圧延ライン用計算機システムへの適用事例

熱間圧延ラインも精整ライン同様、守備すべき範囲が広く、計算機と接続される機器等も各所に点在する特徴を持っており、各機種との接続にはネットワークが必要であるが、熱間圧延ラインの場合は、このネットワークに対して高い応答性能が要求される特徴を持っている。また、操作室では、小人数のオペレータによる高速応答が必要な操業オペレーションが行われるため、操作端末の共有化が指向されている。

そこでこのシステムでは、計算機システムと下位プラントコントローラ（PLC）との間に、高速応答性能がある制御用データウェイ（MDWS 600 S1：統合制御バス）を適用し、さらに操業用操作端末としては、OPSを統合制御バスに接続することによって応答性の確保及び計算機-PLC間の端末共有化を図った（図5）。

5. 今後のシステム動向

前章までにMR 3000シリーズによる情報・制御システム構築の特長、適用事例を述べたが、ここでは今後のシステム動向について展望する。

日本の製造業、その中でも特に鉄鋼業は、高度な生産管理、自動化、製品品質制御の各ニーズがシーズを先導する形で先進的なシステムを発展させてきた。双方の相互作用で世界でも第1級の性能を持つ高度なシステムを保有するに至っている。計算機制御の面ではトラッキング制御に必要なリアルタイム応答性、高度な制御モデルを実現する高速演算性、RAS機能による高可用性、その他既設S/Wの機種継承性等、また、保守面ではシステム立上げ後10年以上の稼働を前提とする製造業対応としての製品寿命、保守部品確保、OSを含む基本及びミドルウェアの長期間にわたるサポート等が行われており、現実に大多数の稼働中システムはその状況下にある。

これらの独自性は固有技術ではあるが、製造プラントを支える計算機システムとしては基盤技術である。これから更に発展するオープン技術と既に確立された独自技術の二つの技術を共存させた、より使いやすい、信頼性の高い、コストパフォーマンスの優れた情報制御システムと、領域別に汎用機によって構築されたオープンシステム指向の情報システムとの併存の時代に入ってきている。また、産業用にもマルチメディア技術が今後急速に広がる兆しがあり、Internet、IntranetのNetworkとの接続も加速されるであろう。

6. むすび

三菱産業用計算機システム（MELCOM 350/MR 3000シリーズ）はリアルタイム制御用とオープン化指向を併せ持ち、鉄鋼プラントを始めとする工業分野のプラント制御用計算機システムとして納入され始めている。今後の多様化、広範囲にわたる工業分野向け情報・制御システムの基幹システム構築に、最適ソリューションを提供し続けるよう発展させていく所存である。

上下水道分野における産業用計算機システム

末吉尊徳* 中道功二*
安藤 隆*
岡田叔之*

1. ま え が き

我が国の上水道普及率及び都市部における下水道普及率は共に95%を超えており、これら上下水道プラントは、新規建設の時代から老朽施設の更新や設備維持管理の充実及び施設・資源の多目的利用といった質的向上を中心とした再構築の時代に入りつつある。

その中で、近年の情報処理技術の急速な進歩は、プラント監視制御分野でのシステム構成にも大きな影響を与えつつある。高信頼化やリアルタイム性等の基本的要求に加え、オープン性やユーザフレンドリ性が強く求められている。また、その対象範囲も従来の監視制御機能から運転管理や施設管理を含んだ機能に広がっており、さらに最近ではマルチメディアへの要求も強く、応用性・拡張性に富み、かつ経済性に優れたシステムが求められてきている⁽¹⁾⁽²⁾。

これに伴い、特に大規模システムにおいては、大量のデータを高速に処理するとともに上記要求にこたえられる高機能システムが必要となってきた。

本稿では、これらのニーズにこたえるため最新の産業用計算機システム及びエンジニアリングワークステーション(EWS)等の汎用計算機を組み合わせる構築した上下水道大規模プラント監視制御システムについて、その機能・特長及び今後の展望について述べる。

表1. 下水道の主要課題と対応システム

課 題	対応システム技術
中小市町村への普及	小規模監視制御システム 小規模処理場の群管理システム 回分式、OD法の維持管理支援システム
都市災害に強い下水道 ● 広域的浸水対策 ● 下水道の耐震性強化、管渠の多系統化	レーダ降雨情報システムと流入量予測技術 広域雨水排水管理システム 非常時対応支援システム
水質保全対策の充実 ● 清らかな水環境の実現	脱窒・脱リンプロセス運用制御システム オゾン高度処理システム
維持管理の充実 ● 管理の自動化・省力化 ● 施設の広域管理	総合情報システム、広域管理システム 設備情報管理システム AI応用運転支援システム AI応用設備診断・予防保全システム 研修・教育システム 無人点検ロボットシステム
下水道の多目的利用 ● 地球環境に優しい省資源、省エネルギー ● 魅力ある都市作り	下水廃熱回収ヒートポンプ冷暖房システム 消化ガス発電システム 燃料電池、太陽光発電 管渠網利用光ファイバ地域情報システム 処理水高度処理再生システム

2. 上下水道監視制御システムの動向

2.1 市場動向⁽³⁾

近年の上下水道事業を取り巻く環境は、地球環境問題の高まりと高度情報化社会の進展の中、水質規制の強化、耐地震対策の見直し、洪水対策の強化等、大きく変化してきている。

表1に下水道における主要課題と対応するシステムを示す。特に大都市においては、設備の運転・維持管理の効率化のため、自動化運転の拡大、情報管理の高度化、台帳等の維持管理業務のシステム化等が推進されている。また、分散した処理場やポンプ場と管理センター等を下水管きょ(渠)の中に敷設した光ファイバによるネットワークで結び、無人ポンプ所の遠隔監視操作から経営管理まで、下水道業務に関する情報を一元的に管理する広域的な総合情報管理システムの検討も行われている。

このような中、監視制御システムの役割はますます重要となっており、市場ニーズと技術進歩に追随し、そのシステム構成も大きく変化してきている。以下、監視制御システムの動向と特長について述べる。

2.2 監視制御システムの動向⁽¹⁾⁽⁴⁾

上下水道プラントにおいては、プラントの増設に伴って監視制御システムの増・改造を行う必要があるが、公共性の非常に強い設備であり、工事中といえどもプラントの運用そのものが停止する事態は極力回避する必要がある。そこで、プロセスコントローラは、施設別・系列別に分散配置し、部分停止が行えるように独立した制御システムとなっている。また、運転監視装置も、プロセスコントローラの増・改造に伴ってプラントを極力無停止で切り換えを行うため、全体監視用の監視操作卓、CRT装置、ロガー装置があり、互いに機能を補う形で冗長化を図っている。このように上下水道分野における監視制御システムは、リアルタイム性の保証と信頼性向上とともに公共工事の特長である段階施工への対応を容易にするため、地域的・機能的分散を図ったシステムとして、各プラントの規模・特性に適合した最適の

機種を用意し、ネットワーク化・分散化・階層化を実現した水平分散システムが定着している。

大規模監視制御システムにおいては、計算機分野でのダウンサイジング、オープン化、ネットワーク化の流れの中、近年一つの方向性として、リアルタイム性の確保とオープン性の拡大を両立させ融合させることを目的とした、EWSと産業用計算機を統合した監視制御用計算機システムに移行しつつある。

図1に基本システム構成を示す。また、このシステムの基本コンセプトを以下に示す。

- (1) プラントの瞬時データを主として扱うCRT、ミニグラフィックパネル、卓の監視制御機能は、リアルタイム性を重視した専用コントローラと制御用ネットワークによる水平分散システムで構成し、高速応答・高機能化・高信頼化を実現する。
- (2) 上記に比べてリアルタイム性を強くは要求されない収集・蓄積したデータを主として扱う帳票作成、運用制御、施設管理機能等の情報処理系は、オープン性・ユーザフレンドリ性に優れたEWSとパソコン(PC)を汎用LANでネットワーク化した分散システムで構成する。
- (3) 情報処理系と制御用ネットワークとのデータI/F部であるリアルタイムデータサーバには、優れたリアルタイム性とオープン性を持った産業用計算機を適用する。

このように監視制御系・情報処理系各々の特性に合った装置を適用することにより、EWSとPCが持つオープン性を十分取り込むとともに、監視制御システムが要求するリアルタイム性・高信頼性を確保している。

従来すべてがメーカ独自の専用コントローラと計算機で構築されていた監視制御システムは、非リアルタイム系である情報処理機能を中心に、可能な部分からダウンサイジング化とオープン化が進んできている。今後は、リアルタイム系を含め監視制御用計算機システム全体にオープン化が広がりをみせていくものと思われる。

3. 最近の大規模プラント向け監視制御システム

3.1 全体システム構成と特長⁽¹⁾⁽²⁾

上記の動向を受けて開発した大規模プラント向け監視制御システムの全体システム構成例を図2に示す。

EWSの持つオープン性を十分活用しつつ、監視制御システムが要求するリアルタイム性の高信頼性の確保を可能としている。また、LAN上の各EWSは、EWS分散システムとしてオブジェクト指向技術を適用したフレームワークに基づく統一したソフトウェア(S/W)プラットフォーム上に構築されており、各装置間でのデータの共有や機能連携、操作の統一等を実現している。

以下、上位の運転監視機能について各装置の概要を述べる。

(1) 情報処理装置“MACTUS 750 R”

リアルタイム性に優れて高信頼化機能を持つ産業用計算機システム(MR 3000シリーズ)を適用したリアルタイムサーバと、操作性やオープン性に優れたEWSで構成され、以下の機能と特長を持つ。

- プラントの各種データベース(秒・時・年データ、故障・状態変化・操作メッセージ)の長期間蓄積・管理
- 各種帳票及びグラフの表示、印字、データの検索
- オブジェクト指向帳票ビルダ
- PCとの連携によるデータのユーザオープン化
- ディスクの高信頼化(ミラーディスク、ディスクアレー)
- リアルタイムサーバの二重化

表2に機能概要を示す。

(2) CRT監視制御装置“MACTUS 770 R”

MACTUS 770 Rは、多量のデータを扱う大規模プラント向けに開発された専用CRT監視装置である。RISCプロセッサにリアルタイムUNIX^(註1)を搭載し、プラント入出

(注1) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

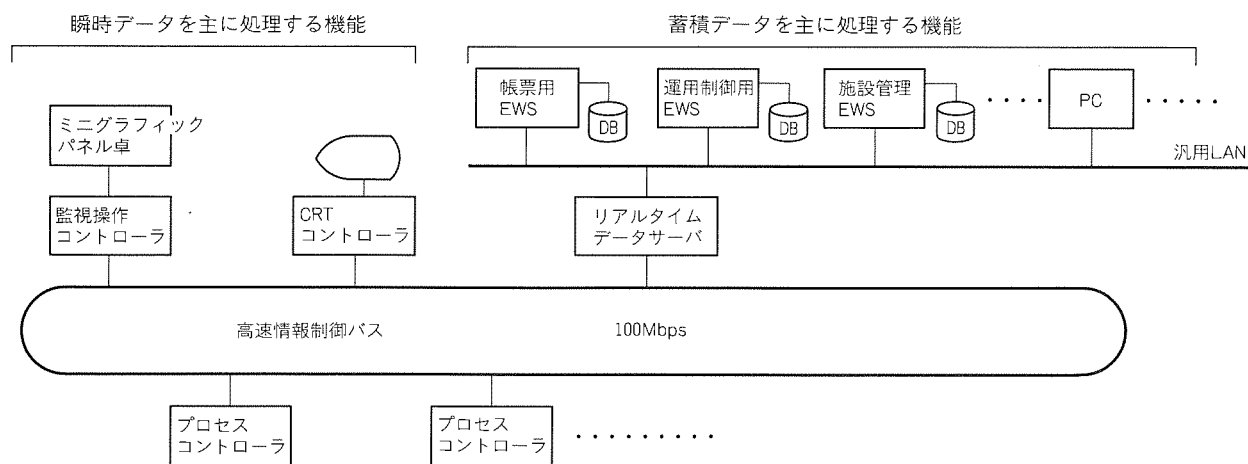


図1. 上下水道プラント監視制御システムの基本構成

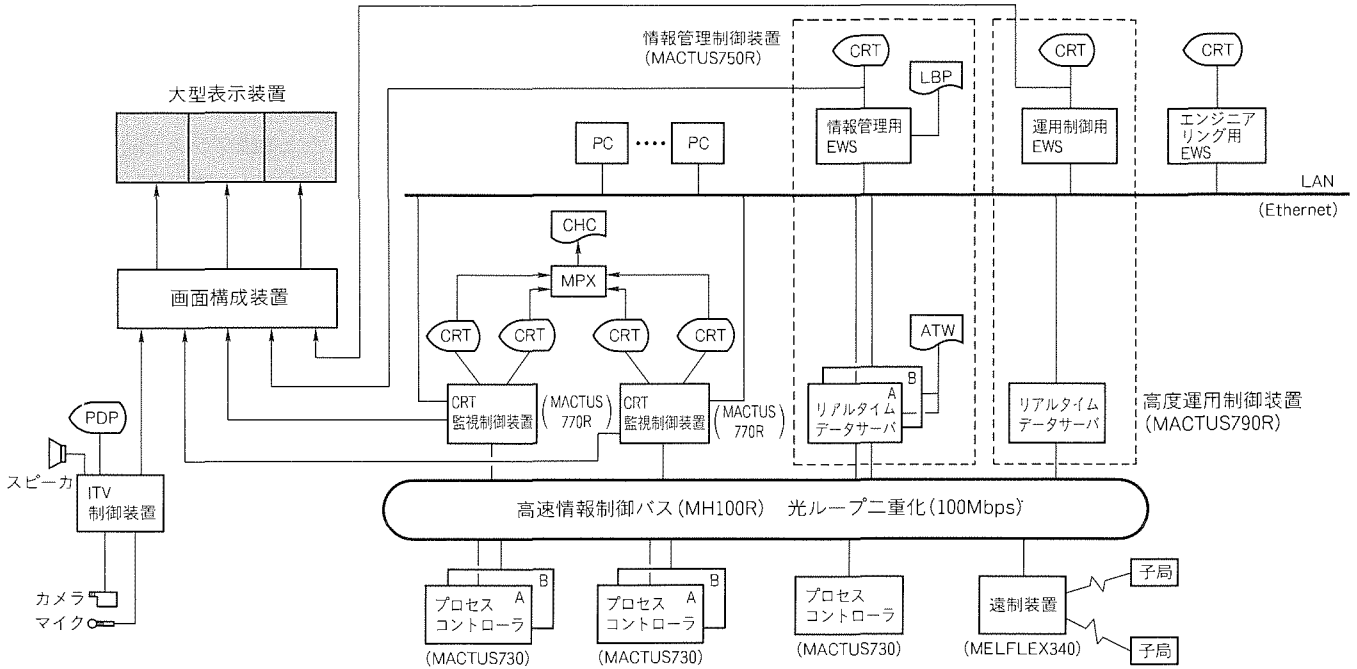


図 2. 最近の大規模プラント向け監視制御システム

表 2. 情報処理装置MACTUS750Rの機能概要

No	項目	内容
1	処理点数	DI 30,000点 DO 1,024点 AI 4,096点 PI 2,048点
2	帳票	200枚 (日報・月報・年報・日集計・月集計・年集計・週報・四半期報など)
3	データ蓄積	帳票データ 8,192点 分データ(2日), 時データ(62日) 日データ(60か月), 月データ(5年) 年データ(10年) 長期分データ(62日) (数値128点, ビット1,024点)
4	メッセージ蓄積	300万件
5	トレンド	10秒×n(1,024点)

表 3. CRT監視制御装置MACTUS770Rの機能概要

No	項目	内容
1	処理点数	DI 30,000点 DO 8,192点 AI 4,096点 AO 1,024点
2	グラフィック画面	400枚
3	オーバビュー画面	システムアラーム, プロセスアラーム, プロセスガイダンス, タグ一覧
4	イベント履歴印字, サマリ画面, ウィンドウ	システムアラーム, プロセスアラーム, プロセスガイダンス, 操作, 設定
5	制御操作画面	コントロールパネル, パラメータチューニング, 1タグウィンドウ, 札掛けウィンドウ
6	トレンドグラフ	リアルタイム(5, 10, 30秒)512点 ヒストリカル(1, 5, 10, 30分)512点
7	画面展開, その他	トレーススバック, トレースフォア, イベント自動表示, 関連データ画面展開, オペコングループアイコンライズ

力応答性を含めた高い処理性能, 高信頼性及び操作性の向上を実現している。

表 3 に機能概要を示す。

(3) 運用制御装置 “MACTUS 790 R”

情報処理装置 M 750 R と同様に, リアルタイムサーバと EWS で構成される。予測制御, AI 応用制御, シミュレーション等の高度運用制御機能を担当する。適用分野としては, オンライン制御システム以外に, 運用制御支援ガイダンスシステムや故障診断システム等が挙げられる。

(4) エンジニアリング用 EWS

情報処理装置, CRT 監視制御装置, 運用制御装置及びリアルタイムサーバを LAN で接続し, 信号名称や信号属性などの監視制御装置共通のエンジニアリングデータのデータベースを一元管理する。また, 帳票ビルダや CRT 画面ビルダ機能を搭載し, 監視制御装置のメンテナンスも可能としている。

(5) PC

情報処理装置, 運用制御装置で蓄積・演算されたデータを LAN を介して取得し, PC 上の汎用 S/W (Excel 等^(注2)) でユーザが任意にデータの加工・編集・解析等を可能とする。

(6) 大型表示装置

プラント全体を包括的に把握し, 複数の操作員による協調作業を支援する。情報処理装置, CRT 監視制御装置, 運用制御装置の各画面及び ITV 画面を編集し, 表示する。

(注 2) “Excel” は, 米国 Microsoft Corp. の商標である。

(7) 制御用ネットワーク

このシステムの制御用基幹ネットワークとしては、FDDI準拠の100Mbps LANである統合制御バス(MH100R)を適用し、各システムコンポーネント間のデータ伝送の高速化・大容量化・長距離化を図るとともに、自律性の高い水平分散システムを構築することを可能としている。

(8) プロセスコントローラ“MACTUS 730”

電気制御と計装制御を一体化したマルチコントローラであり、制御用ネットワークMH100Rに接続され、上位監視制御装置とプラントデータ・制御データ等の通信を行う。CPU部・IO部・電源部の二重化による冗長化システムを実現可能としている。

3.2 システム構成要素技術

以上述べたシステムを構成する基本コンポーネントの中で、上下水道監視制御システムを構築する上で特に重要と考える要素技術について少し詳細に述べる。

3.2.1 リアルタイムサーバ

プラント管理の領域では、単なる監視制御機能の高度化だけでなく、設備管理や経営管理などを含む上位の情報処理系と従来の監視制御系との統合化が要求されている。リアルタイムサーバは、情報処理系に必要なプラントのデータをリアルタイムに収集・蓄積し、要求に応じて上位装置に通信するとともに、上位装置からの要求をプラントに伝えるという、非常に重要な位置付けにある装置である。そのため、高い信頼性とリアルタイム性、及び上位装置との親和性に優れたオープン性の高い装置でなければならない。特に大規模プラントでは、アナログ(AI)データで数千量、デジタル(DI)データで数万点に及ぶ大量のデータを扱う必要があり、高い処理性能が要求される。

今回我々は、これらの要求に対応するため、当社の最新の産業用計算機システムであるMR3000シリーズを適用し、上下水道分野対応リアルタイムサーバとして開発を行った。

図3にシステム構成を示す。

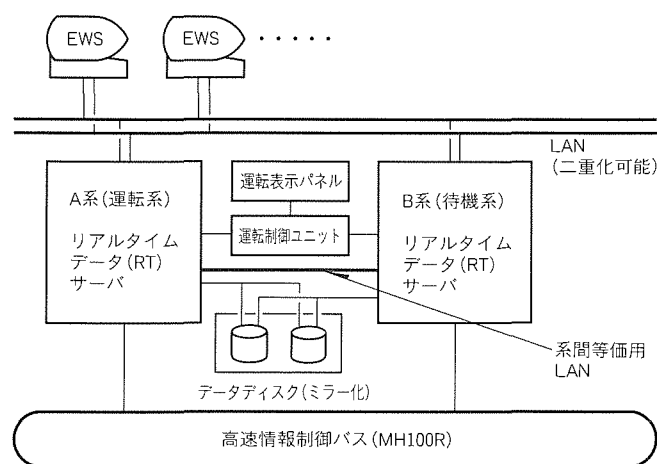


図3. リアルタイムサーバの二重系システム構成

この装置は、MR3000シリーズの標準ユニットに加えて、リアルタイムサーバとして二重系構成を可能とするための運転制御ユニット、専用の状態表示・操作パネル及び鳴動機能を備えた外部信号入出力ユニット等を備え、従来のMACTUSシリーズと共通の自立盤に収納している。図4に外観を示す。

この装置の特長を以下に示す。

(1) 二重化システム構成

デュプレックス方式（待機冗長型二重系）によるシステムの二重化を可能とする。データディスクは二重化構成時両系からアクセス可能なデュアルポートディスクとし、さらにミラー化を行っている。なお、データディスクのミラー化は一重系システムでも標準装備している。

S/W的には、システム定義の変更のみで、S/Wの変更をすることなく、一重系・二重系構成に対応可能としている。

また、上位EWSと接続するLANも二重化を可能としている。

(2) データサービス機能

リアルタイムサーバ1台で、M750RやM790R等の上位EWSを最大6台までサポートできる。対応するデータサービスとしては、以下の機能を持っている。

- 1分データサービス
（帳票データ対応：ブロードキャスト通信）
- 5秒データサービス
（トレンドデータ対応：ブロードキャスト通信）
- メッセージデータサービス
（故障・状態変化・操作履歴：ブロードキャスト通信）
- 運用制御データサービス
（M790R対応：リクエスト応答通信）
- 監視画面データサービス
（M790R対応：リクエスト応答通信）

(3) リアルタイムデータサーバミドルウェア

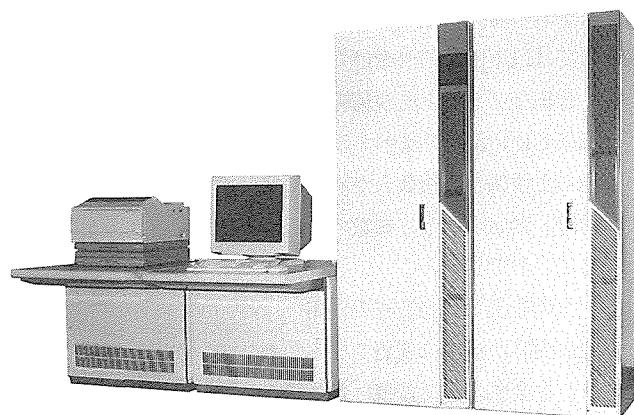


図4. MACTUS750Rリアルタイムサーバの外観

この装置は、基本 OS として POSIX^(注3) 準拠のリアルタイム UNIX を搭載するとともに、上記データ収集の定周期性・リアルタイム性を保証するためのリアルタイムライブラリと、リアルタイムデータサーバという基本ミドルウェアで構成されている(詳細は、この特集の別稿“リアルタイムソフトウェア技術”を参照されたい)。

3.2.2 EWS監視制御機能

EWS 監視制御機能は、リアルタイムサーバとの組合せによって汎用 LAN 上の EWS でプラントの監視制御機能を行うものである。このシステムでは、MACTUS 790 R が担当する運用制御機能とともに、プラント監視制御に係る CRT 監視機能を EWS の CRT 画面上で可能としている。

この機能の特長を以下に示す。

(1) シングルウィンドウ化

この機能は、情報処理装置や運用制御装置と同様に、EWS 上の共通した S/W プラットフォーム上で構築されており、1 台の EWS に CRT 監視制御、帳票、運用制御のすべての機能を搭載したシングルウィンドウシステムを実現できる。

(2) オンラインビルダの実現

この機能は、監視制御向けオブジェクト指向フレームワークライブラリを用い、オブジェクト指向分析に基づいた構築を行っている。その中の特長的な機能として、オンライン監視状態で、画面の変更修正が可能な、オンラインビルダ機能を実現可能としている。

(3) マルチメディア、大画面システムへの対応

設備図面、写真等の静止画、ITV 等の画像の表示、音声出力、及び後述する大画面表示システムとの接続が可能である。

図 5 に画面表示例を示す。

3.2.3 大画面表示システム⁽⁵⁾

(1) システム概要

近年、上下水道プラントの中央監視室でのユーザインタフェース装置として、従来の CRT 装置やグラフィックパネルに加え、大型ビデオプロジェクトを複数台用いたマルチ大画面システムの導入が進みつつある。大画面システムの導入効果としては以下のものが挙げられる。

(a) 詳細なプラント監視情報の共有化

従来 CRT 装置で操作するオペレータしか認識できていなかった情報を、複数人が同時に共有できる。これにより、異常時・緊急時などに複数の人間による適切な判断を支援することができる。

(b) 全体監視と詳細監視の併用

表示内容が自由に変更できるため、一つの表示装置で、プラント全体の包括監視と各設備の詳細運転監視の両方の

機能を兼ね備えることができる。

(c) 監視作業の効率化と迅速で適切な判断支援

各 CRT 装置の表示画面や ITV 映像等を大型画面上にスイッチングして表示したり関連する複数の情報を同時に表示することにより、作業者の空間的移動や時間的ずれを生じることなく、効率的で迅速な監視作業を支援することができる。

また、CRT 装置に表示していない別画面を表示することもでき、CRT 装置と大画面と協調した作業も可能である。

(d) 業務引継ぎの効率化

業務引継ぎなどの打合せ時に、現状の状態表示画面や故障履歴表示等を同時に表示することにより、一度に複数人での作業が効率的に実施できる。

(e) 見学者に対するアピール効果

プラント運転管理への効果以外に、処理場への見学者に対して視覚的なアピール度が大きいことから、上下水道システムという社会インフラに対する認識を高めてもらうのにも効果があると言える。

現状のシステム構成事例を図 6 に示す。大画面システムへの入力としては、CRT 監視制御装置・情報処理装置・運用制御装置の EWS 画面、ITV 画像、及び気象レーダによる降雨情報等があり、これらは、大画面表示制御用 EWS からのマトリックススイッチャやスキャンコンバータ等の制御により、大画面に表示する情報の選択や切換え、画面の合成・拡大・縮小が行われる。

(2) 最新の大画面システム

従来の大画面システムは、上記のように各 CRT 表示画面や ITV 画面を大画面に表示し、複数の人に様々な視覚情報を同時に提供することを目的としている。これに対し近年は、大画面自体を作業用画面とし、大画面装置と会話しながら、表示内容を切り換えたり、手元の CRT との連携表示を実現するインタラクティブ機能の要求が高まっている。現在当社

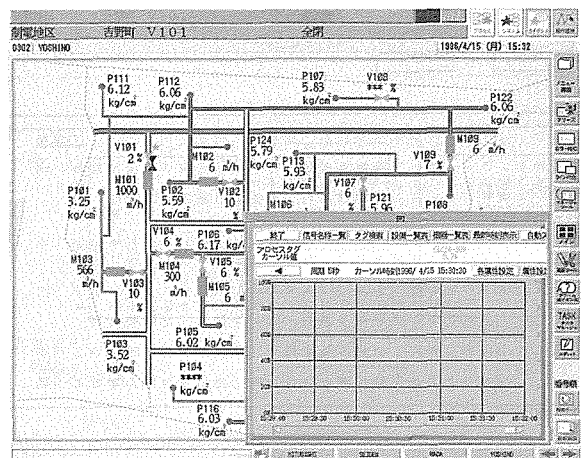


図 5. EWS監視制御機能の画面例

(注 3) “POSIX” は、IEEE(アメリカ電気電子学会)の商標である。

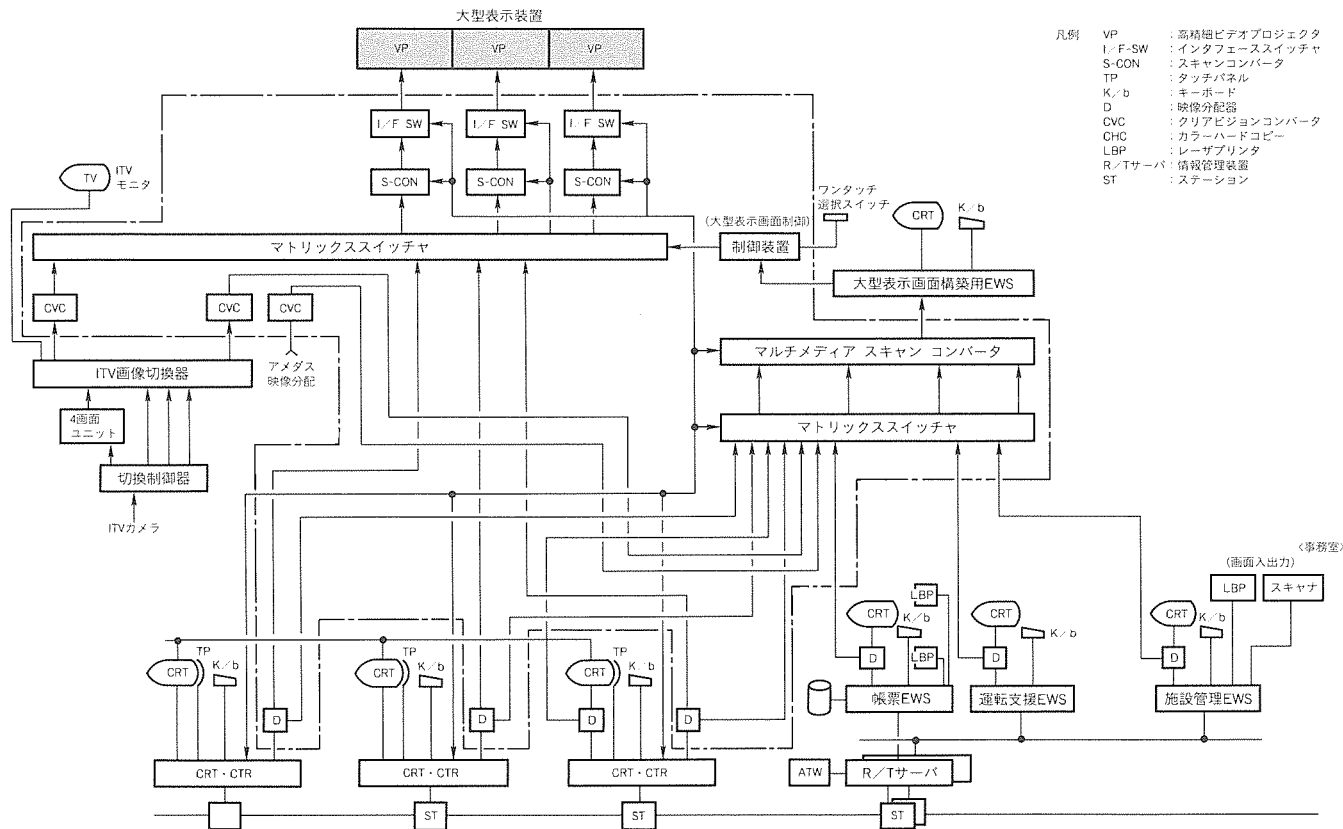


図 6. 現状の大画面表示システム

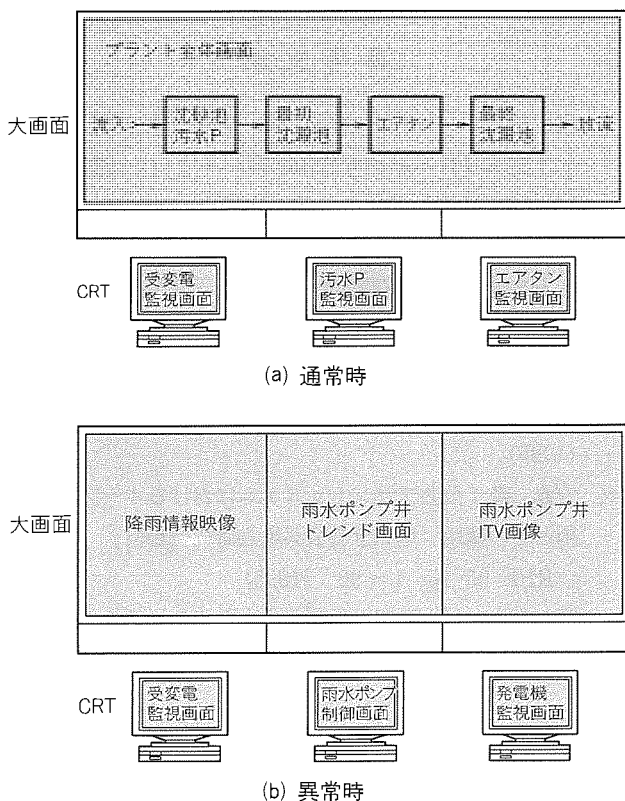


図 7. 大画面システム運用例

でも、双方向大画面システムとして製品開発を進めている。運用例としては、図7に示すように、通常時はグラフィッ

クパネルの代わりにマクロな全体監視画面やITVを表示し、緊急時には、協調作業支援として大画面を使用する。すなわち、作業者の共有情報画面を大画面に表示し、各CRTから大画面上のカーソルを使用して複数の作業者の目前で表示内容の切換えや機器操作を実行したり、また手元のCRTには別の監視画面を表示させることにより、従来以上にフレキシブルな画面表示と操作が可能となり、協調作業支援システムの構築が容易となる。

このシステムは、従来のスイッチャやスキャンコンバータに代わり、LANネットワーク環境とX Window^(注4)システムを基本とした大画面サーバ装置による画面制御を行う。これにより、従来に比べて外部周辺機器を減少させてハードウェア(H/W)構成をシンプルにできるとともに、マルチスクリーン間にまたがったウィンドウ表示やCRTから大画面上のカーソル操作ができるマルチカーソル機能等が実現される。

4. 今後の展望

上下水道分野での監視制御用計算機システムは、今後設備維持管理システムを始めとする情報処理分野との結び付きが必ず(須)となり、広域化・ネットワーク化が進むとともに、オープン化・マルチメディア化の動きも更に加速されるもの

(注4) "X Window" は、米国 X Consortium, Inc. の商標である。

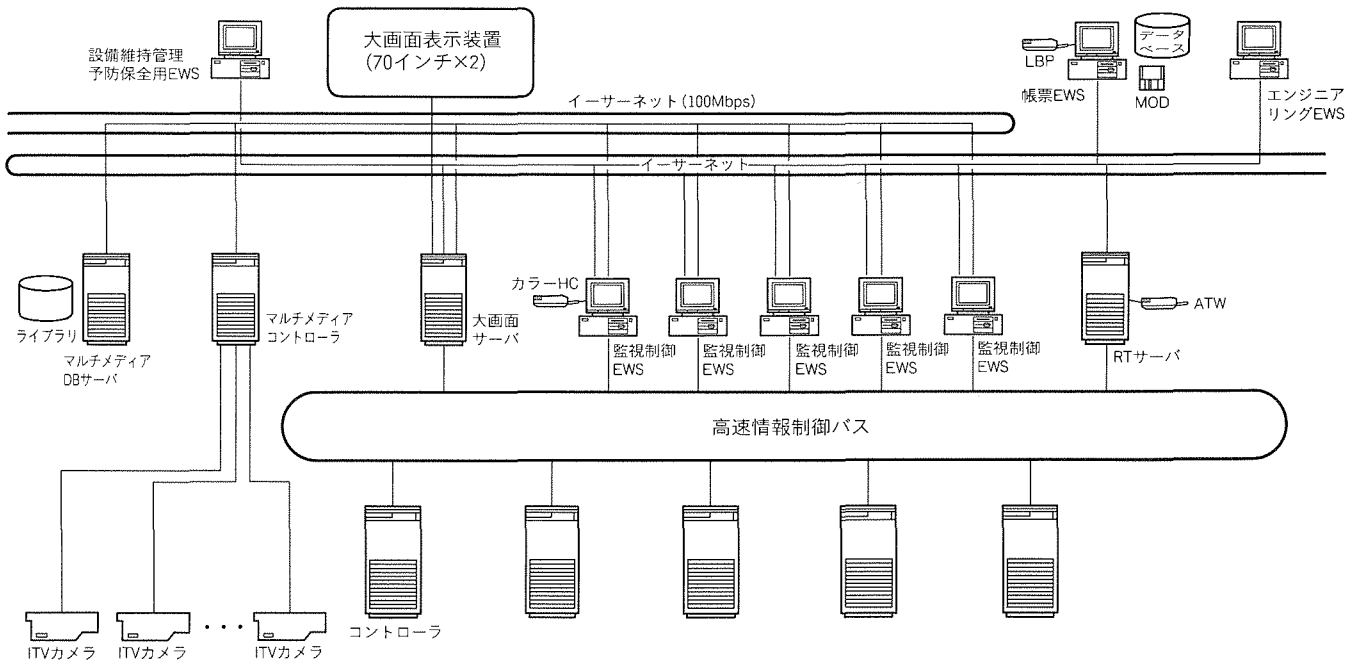


図8. 今後の上下水道プラント監視制御システム

と考える。これらを実現するための要素技術については既に研究開発が一定の段階に達し、今後それらをいかに実際のシステムに組み入れて応用していくかといった実用化段階に入った状況であり、その観点で技術開発を鋭意実施中である。

最後に、今後の監視制御システムのシステム構成例を図8に示す。ITVや音声等のマルチメディア情報を総合的に取り扱うマルチメディアコントローラや、大量のマルチメディア情報を保存管理しクライアントに対してデータのサービスを行うマルチメディアサーバ等が導入されることとなる。また、ネットワークとしては、マルチメディア対応の大量データの高速通信が可能なATM方式や100 M Ethernet^(注5)等が採用されることになると考えている。

5. むすび

以上、上下水道プラントにおける産業用計算機システムとして、大規模プラント向けの監視制御システムについて、その基本となる技術と今後の展望について述べた。

情報処理系においては既にオープンシステムが常識化してきているが、リアルタイムデータを扱う監視制御系では、産業用計算機システムとして、信頼性・保守性等の確保について今後も十分検討を進めていく必要がある。また、オープン

(注5) "Ethernet" は、米国Xerox Corp.の商標である。

化・ネットワーク化が進む中、その管理・運用面やセキュリティ面を含めた検討も重要であると認識している。

今後も先端技術を積極的に取り入れ、人にやさしく、安全でかつ高機能なシステム作りを目指して開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 末吉尊徳, 小本孝則, 畑辺 健, 安藤 隆, 平松伸一: 上下水道分野における情報制御システム, 三菱電機技報, 69, No.8, 744~749 (1995)
- (2) 西尾弘道, 福嶋秀樹, 小本孝則, 安藤 隆, 濱口能任: 上下水道大規模監視制御システム, 三菱電機技報, 69, No.12, 1051~1055 (1995)
- (3) 竹野宏平, 寺沢昭夫, 田中久雄: 上下水道システムの現状と展望, 三菱電機技報, 69, No.12, 1036~1040 (1995)
- (4) 安藤 隆: 公共プラントシステムにおけるオープン化技術とその適用, 電気学会公共施設研究会資料, RPE-95-15, 1~90 (1995)
- (5) 肥田真吉, 村上弘明: 最新の中央監視システム, 三菱電機公共システム研究会 (1995)

道路分野における 計算機システムの最近の動向

大石将之* 英 隆義*
山根信吾* 熊沢宏之**
四宮弘義*

1. ま え が き

国民の生活や産業を種々の面から支え豊かな国民生活と活力ある経済社会を形成するため、下水道・河川・住宅・道路等の分野で種々の社会基盤整備事業が推進されている。このうち道路分野においては、21世紀を目指した多極分散型国土を実現するために全国14,000kmに及ぶ高規格道路整備計画が推進されており、第11次道路整備5か年計画期間中(平成5年～平成9年)に約1,880kmを新規供用し、総供用距離は7,800kmとなる予定である。

このような背景の中で、道路管理者は道路建設整備計画を進めるとともに、道路法に基づいて“交通の安全管理”“円滑な交通の確保”“効率的な道路利用”の実現を図るため、道路施設の効率的な維持運用管理や安全かつ円滑な道路交通管理を目的とした種々の道路管理システムの開発・整備を急ピッチで推進しつつある。

一方、道路管理システムは、道路延伸に伴う管理範囲の拡大と専門管理要員の不足等の要因から広域集中化の傾向にあり、システムの中核となる計算機システムは、分散化・ダウンサイジングの流れとともに適用される機種や構成方法が急激に変化しつつある。

本稿では、道路分野における計算機システムの最近動向を概観した後、最近納入した設備遠視システム事例、当社で現在開発中の次世代道路交通システムのコンセプト、及びその概要について紹介する。

2. 道路管理システム動向

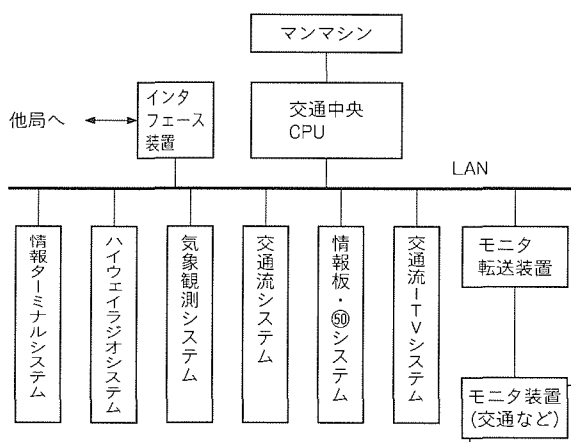


図1. 道路交通管理システムの構成

2.1 システムの概要

道路管理システムは、主に管理目的により、下記の二系統に大別できる。

(1) 道路交通管理システム

道路交通の管理を主とするシステムであり、安全で効率の良い道路交通を確保するため、道路交通に関する様々な情報をリアルタイムに収集・処理・提供するシステムである(図1)。

(2) 道路施設管理システム

トンネル・橋りょう(梁)・照明など道路施設の管理を主とするシステムであり、主に管理業務の効率化・高度化・高速化を図るものである。また、トンネル内火災や地震・落石等の道路災害時においては、二次災害の防止や避難誘導を行う等の災害対策を支援する(図2)。

2.2 道路管理の広域集中化

道路管理システムは、道路延伸計画に基づく道路供用の拡大と、それとあいまって管理要員の不足及び高齢社会環境等の様々な要因から、広域化・集中化せざるを得ない環境となってきている。また、近年の情報処理技術と伝送技術の急激な進歩は、広域集中化システムを構築できる技術基盤環境を提供している。

広域集中化システムは、現行の管理事務所単位の管理を統合し、一局で集中管理することによって管理の合理化・省力化を図るものであり、広域化の背景と課題を図3に示す。

3. 道路分野における計算機システム

3.1 計算機システムに求められる要件

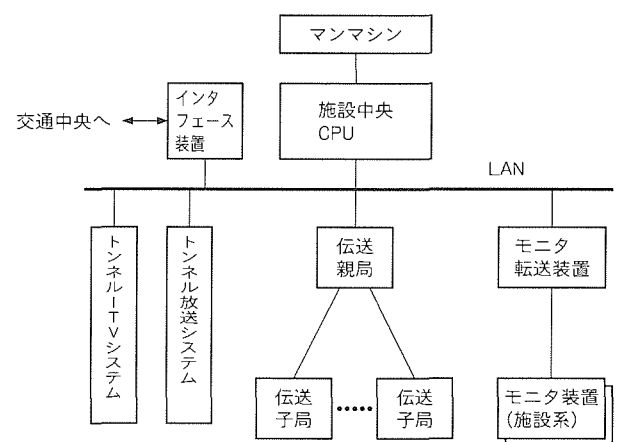


図2. 道路施設管理システムの構成

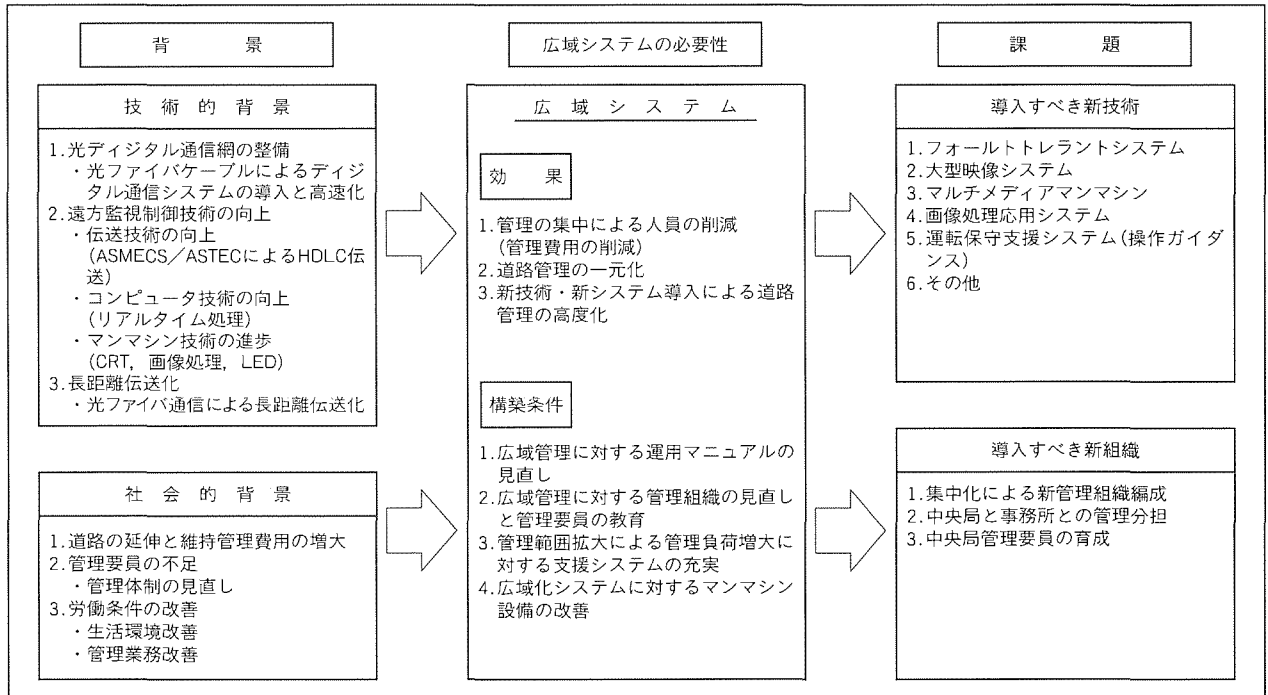


図3. 広域化の背景と課題

前述したように道路管理システムの広域集中化により、道路管理システムの中核となる計算機システムは、下記に示す要件をすべて満足することが要求される。

(1) フォールトトレラントシステム

中央局計算機システムにデータがすべて集中され、また、道路管理は24時間稼働であり、システムダウンは人命にも影響しかねないことから、そのシステム構成は高い信頼性が要求される。

(2) 高速かつ大容量処理能力

①道路管理の広域集中化によって管理範囲が飛躍的に拡大し、管理点数が膨大になったこと、②地震・台風等の広域災害時においても支障なく対応できること、③防災対応機能については、複数事象が同時に発生した場合に2事象同時対応処理が必要なこと、などから計算機システムは高速で大容量処理能力が要求される。

(3) 複数操作員によるマルチタスク処理が可能

中央局では複数の操作員が各々の道路管理業務を並列に処理をすることが予想されるが、各々の要求に十分に対応できるマルチタスク処理能力とともに、“働く人がより快適に業務できるマンマシン環境”を提供できる応答性の良いマンマシンインタフェース処理能力が要求される。

3.2 計算機システムの最近動向

従来の計算機システムはすべてのデータを1台の処理装置に集約して処理を行う集中処理型の形態が主流であったが、情報処理技術と半導体技術の急激な進歩によって小型で高性能な計算機(ワークステーション, パソコン)が出現し、これらを高速で接続することによって分散処理型のダウンサイ

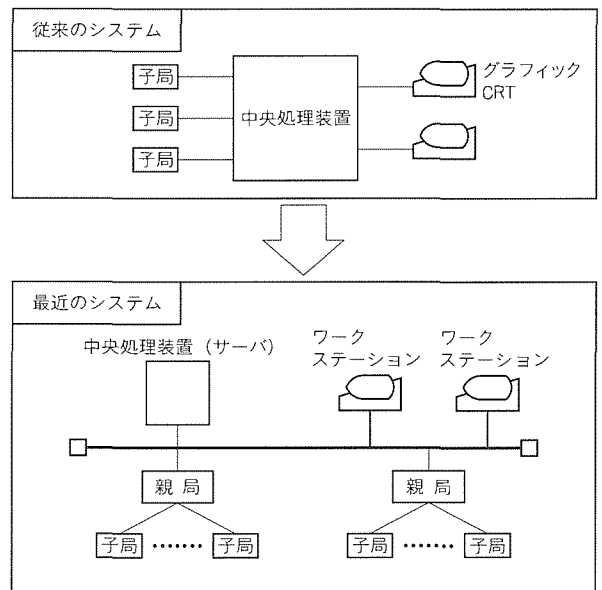


図4. 計算機システムのダウンサイジング化

ジングシステムの構築が可能となってきた。

道路管理システムに適用される計算機システムは、図4に示すように、ダウンサイジングによるクライアント/サーバシステムを導入し、低価格化・コンパクト化を図る傾向にある。

3.3 計算機システムの構成

ダウンサイジングによるクライアント/サーバシステムは、システムの拡張性・保守性・経済性に優れ、かつ危険分散システムを構築することができる。また、処理装置、LAN及び共通部を二重化することによって高い信頼性を確保するこ

表1. 計算機システムの構成比較(道路施設管理システム例)

方式 項目	方式A(データ集中/処理集中)	方式B(データ集中/処理分散)	方式C(データ分散/処理分散)
1. システム構成			
2. システム概要	<p>(1) 伝送親局、インタフェース装置からの全管理事務所のデータは中央処理装置(又は運転支援処理装置)に集中させる。</p> <p>(2) 各CRT卓の表示制御は中央処理装置(又は運転支援処理装置)で行う。</p> <p>(3) 各CRT卓のデータイメージ合わせは中央処理装置(又は運転支援処理装置)が行う。</p>	<p>(1) 方式Aの(1)と同じ</p> <p>(2) 各CRT卓の表示制御は、中央処理装置(又は運転支援処理装置)からのデータ配信を受け、各CRT卓の処理部で行う。</p> <p>(3) 各CRT卓のデータイメージ合わせは、LANを介して中央処理装置(又は運転支援処理装置)が行う。</p>	<p>(1) 伝送親局、インタフェース装置からの全管理事務所のデータは、管理事務所別に分割して当該の各処理装置に分散させる。</p> <p>(2) 各CRTの表示制御は各CRT卓の処理部で行う。</p> <p>(3) 各CRTのイメージ合わせは、各CRT卓の処理部が行う。</p>
3. 特長	<p>(1) 処理集中方式であり、将来の拡張を見越した高速・大規模中央処理装置が当初から必要となる。</p> <p>(2) 増設・変更は一般的に工数面、費用面で高くなる。</p> <p>(3) 二重化の構成方法にもよるが、信頼性は一般に高い。</p> <p>(4) システム構築費用は一般に高い。</p>	<p>(1) 処理分散方式であり、将来の拡張性に融通性がある。</p> <p>(2) 各処理装置は、ダウンサイジング化(小型化)が可能である。</p> <p>(3) システムを統括する中央処理装置があるため、信頼性が高い。</p>	<p>(1) 処理負荷分散方式であり、データも各系ごとに分散させるため、将来の拡張性は最も融通性がある。</p> <p>(2) 各処理装置は最もダウンサイジング化(小型化)が可能である。</p> <p>(3) システム全体を統括する処理装置の割付けルールを別途決めておく必要があり、全体システムとしての信頼性は方式Bよりもやや低い。</p> <p>(4) システム構築費用は最も安い。</p>

とができるので、システムの構成方法によっては、3.1節に述べた計算機システムに求められる要件をすべて満足することが可能である。

ダウンサイジングシステムによる計算機システムは、データと処理の集中/分散形態により、表1に示すように3タイプの構成方法が考えられる。

4. JH福岡管理局施設遠制システムの事例

4.1 システム概要

JH(日本道路公団)福岡管理局(以下“福岡管理局”という。)は、16路線、16管理事務所の範囲を管理しており、その供用延長は848 kmである(平成8年3月現在)。

道路供用延長とモータリゼーションの急激な発展に伴い、道路管理業務はますますふくそう(輻輳)化しつつあるが、一方では管理要員の不足という問題も発生している。このような動きの一環として、増大する施設の運転監視を広域的・効率的に行うため、道路管理者は道路管理を広域化・集中化する必要に迫られている。

集約コントロールは、非常時(トンネル火災時など)や施設異常時などの運転監視員の負荷軽減と施設の予防保全を広域一括集中することを最大の目的として構築されたシステム

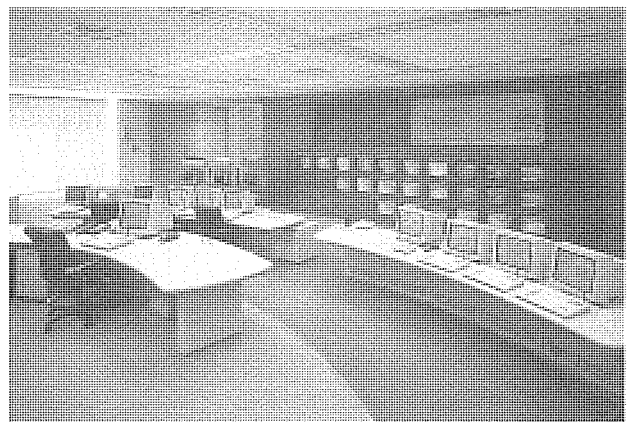


図5. 福岡管理局の施設制御室

であり、この集約コントロールは施設制御室で行われる(図5)。

4.2 システムの構成と特長

このシステムは福岡管理局管内の道路施設210か所、子局165局、監視制御点数約31,000点を管理対象とする大規模・広域システムであり、システム容量としては384子局に対応できる構成となっている。全体システムの構成を図6に、また、計算機システムの諸元を表2に示す。

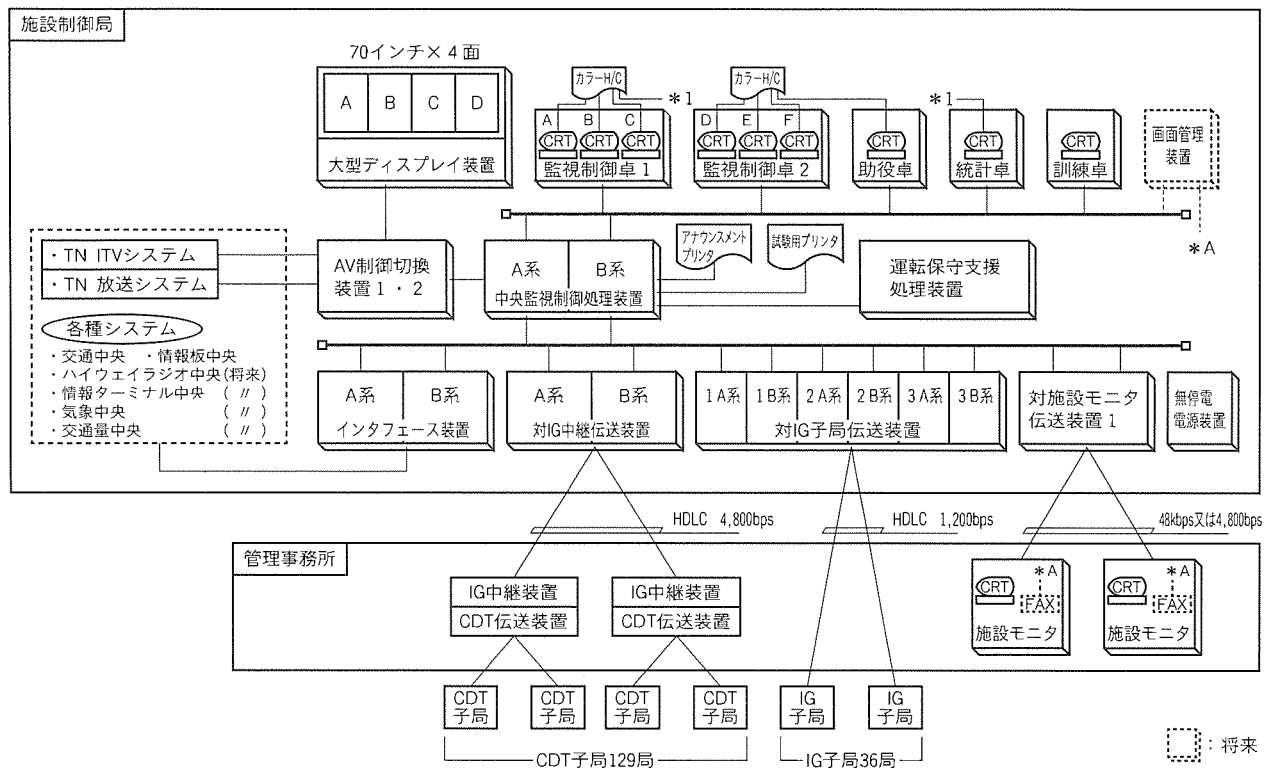


図 6. システムの構成

表 2. 計算機システムの仕様

	中央監視制御 処理装置	運転保守支援 処理装置	監視制御卓, 助役卓, 訓練 卓, 統計卓, 施設モニタ
プロセッサ	PA-RISC	同左	同左
クロックスピード	96MHz	同左	99MHz
SPECint92	78.3	100.0	123.9
SPECfp92	141.6	158.8	171.9
キャッシュ	256Kバイト×2	同左	同左
主記憶装置	576Mバイト	320Mバイト	160Mバイト
内蔵ディスク	2.7Gバイト	2Gバイト	同左
マルチポートディスク	5.24Gバイト		—
LANインタフェース	IEEE802.3	同左	同左
フェイルセーフ	ウォッチドグタイマ	同左	同左(外付け)
バッテリーバックアップ	6分間	同左	同左
CRTサイズ	—	—	19インチ
CRT解像度	—	—	1,280×1,024ドット

注 “PA-RISC” は、Precision Architecture Reduced Instruction Set Computerの略で、Hewlett-Packard Co.の商標である。
 “SPECint92”, “SPECfp92” は、非営利団体 SPEC(System Performance Evaluation Cooperative)が定めたベンチマークテストによるコンピュータの性能評価値で、それぞれ整数演算性能、浮動小数点演算性能を示す。

このシステムの特長は以下のとおりである。

(1) 施設制御局システム

中央処理装置は、サーバ系とクライアント系に分けてダウンサイジング化を図り、データ集中/処理分散のシステムを構築しており、システムの拡張性・保守性・経済性に優れ、かつ危険分散システムを実現している。サーバ系はオンラインデータを扱う中央監視制御処理装置とオフラインデータを扱う運転保守支援処理装置があり、サーバマシンは当社

ME/S8000シリーズを、クライアントマシンはEWS(エンジニアリングワークステーション)である当社ME/Rシリーズを適用し、1,000状態変化/秒の監視データを取り込むことができる。

(2) インテリジェント子局/中継システム

中央処理装置の負荷を軽減し、広域システムで要求される高速処理の確保を図るため、高度な情報処理機能(例えば、状態変化時伝送、現場機器自動連動判定機能)を持つインテリジェント(以下“IG”という。)子局/中継伝送装置に対応している。伝送速度は、IG子局は1,200bps、IG中継局は4,800bpsであり、これらと接続される対IG子局/中継伝送装置は、低速

系から高速系までのメニューを豊富に持って高速・多回線伝送処理が行える当社MELFLEX340シリーズを適用している。

(3) 各種システムインタフェース

交通中央・情報板中央などの各種システムとの接続は、伝送速度19.2kbpsで接続され、上記(2)項と同じくMELFLEX340シリーズを適用している。

(4) 高信頼性システム

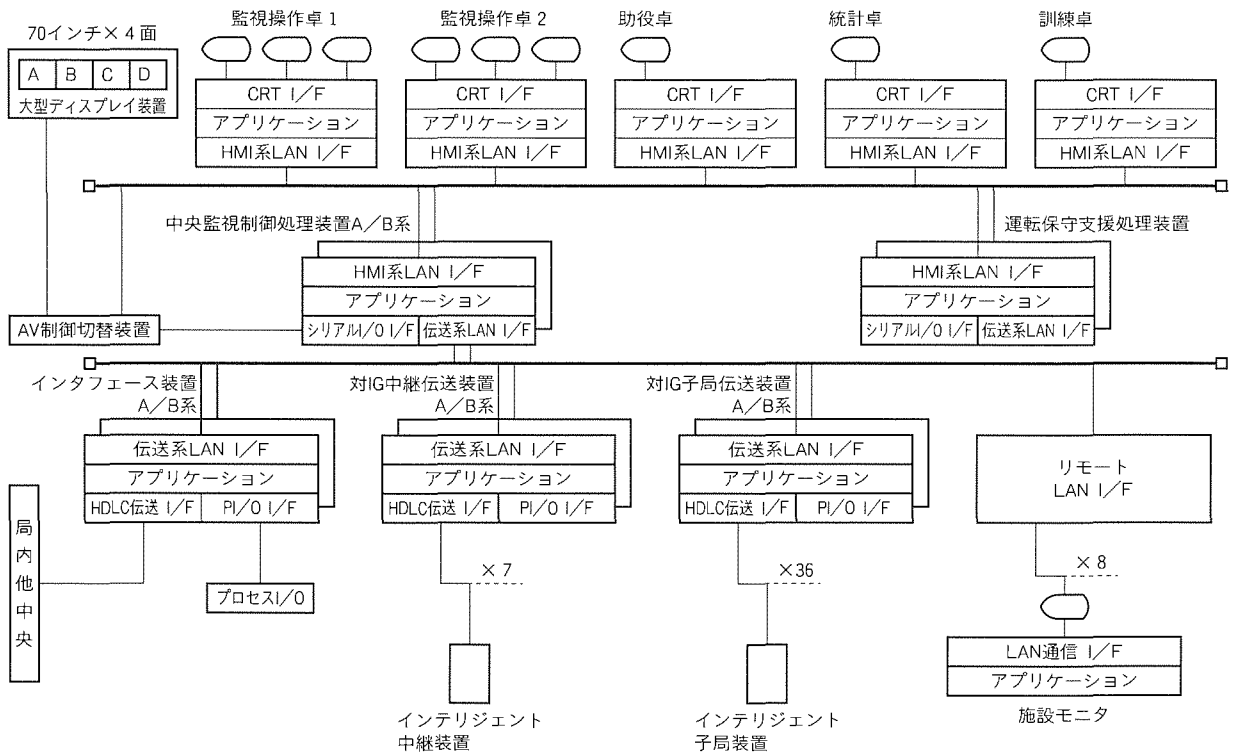


図7. ソフトウェア構成

広域監視制御システムでは、システムの規模が大きく、その性格上、装置に障害が発生したときの影響が大きいので、このシステムではオンラインデータを扱う中央監視制御処理装置とIG子局/中継伝送装置及びインタフェース装置は二重化構成とし、さらに、LANもトラフィックを考慮してヒューマンインタフェース系と伝送系に分けた上で二重化しており、故障時のバックアップとシステム改造時の無停止作業を可能としている。また、外部記憶装置としてマルチポート型磁気ディスク装置の採用によって中央監視制御処理装置と運転保守支援処理装置の両装置からのアクセスを可能にして、装置のコンパクト化を実現するとともに、万一ハードウェアの故障が発生したときでも故障ユニットのオンライン交換によってシステムの無停止作業を可能としている。

監視制御卓は2卓構成で、1卓当たり3台のCRTからなるが、1台のCRTが故障したときは残り2台で相互バックアップして縮退運転が可能である。

(5) ヒューマンインタフェース

監視制御卓、助役卓、大型ディスプレイを始めとするヒューマンインタフェースは、“働く人がより快適に業務できること”をコンセプトとし、快適性・機能性・先進性を追求した。自然環境要素を取り込んだインテリアデザイン、コミュニケーション性を重視したレイアウトによって快適性を確保するとともに、運用性を高める機器レイアウト、目に優しい中間色の採用によるCRT画面、マルチウィンドウ方式及びアイコンや高速グラフィック画面などの採用によって操作性・保守性の向上を図っている。大型ディスプレイは、複数

の人へ状況に応じた様々な映像を映し出すために、事象に対応した自動表示とリクエスト表示が可能で、70インチ4面のビデオプロジェクタで構成している。

従来のグラフィックパネルで表示していた設備故障表示やトンネル情報板点灯表示等をCRTグラフィック画面に表示し、CRT画面のポインティングデバイスとしてタブレットを採用することにより、高速かつ容易な操作を可能とした。

(6) 施設モニタ伝送システム

管理事務所に設置される施設モニタは、中央局からみた場合一つのクライアント系として位置付けられることから、リモートLAN構成とし、中央局と管理事務所間はマルチプロトコルルータを採用し、当社MELNET R2000シリーズを適用している。

4.3 ソフトウェア構成

このシステムのソフトウェア構成を図7に示す。各装置のOSは、UNIX^(注1)又はリアルタイムOS (CTRON^(注2)仕様^(注3)に準拠)が搭載されており、マルチプロセス/マルチタスク構成となっている。中央監視制御処理装置を除き、伝送系LANに接続されている装置がCTRONを搭載しており、その他はUNIXを搭載している。各装置は、各々二重化された伝送系LAN及びHMI系(ヒューマンインタフェー

(注1) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国における登録商標である。

(注2) “CTRON”は、Communication and Central TRONの略称。

(注3) “TCP/IP”は、米国Texas Instruments Inc.の登録商標です。

ス)系LANを介して接続されており、TCP・UDP/IP^(注3)通信を使用して情報通信を行っている。各装置の動作形式は、中央監視制御処理装置をサーバとし、その他をクライアントとした分散処理であり、分散型システム監視を行うことによって統合的管理及び高信頼性を実現している。

4.3.1 各装置のソフトウェア概要

(1) 中央監視制御処理装置

監視制御に関する中核的機能を持ち、システム全体におけるファイルサーバとしての機能を持つ。

子局から伝送される各種監視データは、この装置内で加工及び編集した後、各種システムデータベースとして保存/管理され、クライアントからの要求によって適宜各装置に配信される。設備故障や火災通報等の状態変化データを受信するとその重要度を判定し、監視制御卓及び大型ディスプレイ装置等へ事象に対応したマルチ画面表示(複数のディスプレイ装置にそれぞれ異なる複数の目的画面を表示。)の自動表示制御、動作・故障メッセージ記録、事象レベルに対応した警報鳴動制御等を行う。また、監視制御卓からの制御指令を受け取ると、その整合性を検定し、所定の伝送装置に制御パケットを中継する。

(2) 監視制御卓

監視制御を行うためのオペレータステーションであり、それぞれ3台のCRT装置で構成され、大型ディスプレイ装置と合わせて二事象対応の処理を行う。

各CRT装置は、X Window^(注4)を利用したオブジェクト指向の高機能GUIを搭載しており、高品質な画面処理及びマルチウィンドウを駆使した優れた操作性を実現している。

画像情報はすべてCRT装置内で管理され、中央監視制御処理装置からの事象及びデータ通知に基づいて画面編集処理を行う。また、画像情報は、中央監視制御処理装置のディスク内で一元管理しており、必要に応じて各CRTにダウンロードされる。

(3) 助役卓

監視制御の指令塔としての機能を持ち、システムの運転支援ガイダンス等を行い、システム全体の把握及び事象発生に対応した操作支援を行う。

(4) 統計卓

電力量統計・計測値統計・照明点灯時間統計・トンネル交通量統計・換気統計・デマンド統計等の日報・月報・年報処理機能を持ち、これらの表示及び帳票出力を行う。また、統計データの外部保存として、1か月/1回、磁気ディスクに操作員の要求によってデータ保存を行う。保存データは、中央監視制御処理装置内に、日報データは2か月分、月報と年報データはそれぞれ2年分保持しており、通常運用時における表示/印字処理にはこのデータを使用することで処理の高

速化を図っている。

(5) 訓練卓

火災時の訓練機能を持ち、待機系中央監視制御処理装置の訓練機能とインタフェースし、訓練操作を行う。

訓練は、訓練モードで行い、通常運用に支障がないようシステムに認可された状態で実施する。

(6) インタフェース装置

交通中央局/トンネルITV/トンネル放送/情報板中央システム等とのデータ通信処理、システム監視データ(中央構成装置の故障/停電情報)の取込み処理、システム時計の取込み処理等を行う。

リアルタイムOS(CTRON)を使用し、高速・多回線処理を行い、局内の他の中央システムとはHDLC伝送によって接続している。

(7) 対IG中継/子局伝送装置

IG中継装置、IG子局装置とHDLC伝送によってインタフェースし、中央監視制御処理装置と伝送系LANを介して両装置間の情報伝送処理を行う。

(8) 施設モニタ

ルータを介して施設中央とLAN接続し、自動モニタ表示機能とリクエスト表示機能により、事象発生時の該当画面自動表示や故障履歴メッセージ等のリクエスト表示などを行う。この装置は各管理事務所に配置されており、当該管理事務所の管轄データを対象とした処理を行う。

4.3.2 冗長構成

(1) 二重化LAN

HMI系及び伝送系LANはそれぞれ二重化しており、通常時通信はLAN-A・B系を機能別に使用することによって負荷分散を行っている。また、万一いずれかの系に異常が発生して通信不能になったときは、自動的に正常な系を通信ルートとして処理の継続を行う。

(2) 二重化装置

通常運用時は現用/待機モードで動作しており、万一現用系に障害が発生した場合は、自動的に待機系が現用モードに切り替わって処理を継続する。この場合、基本的に通信手順上のリトライシーケンスでリカバリを行う。このときデータの欠落を防ぐため、送達確認及びフレームシーケンスナンバ検定を併用している。

(3) 分散型システム監視

このシステムを構成する各装置は、装置管理情報を共有し、常に他の装置の状況を把握している。これにより、迅速な冗長構成管理を実施している。なお、システム時刻による各装置の時刻合わせを定期的に実施し、時刻同調を行っている。

5. 次世代道路交通システムのコンセプト

5.1 開発の背景とコンセプト

情報化社会の進展に伴い、道路交通に対する社会的ニーズ

(注4) "X Window" は、米国Massachusetts Institute of Technology(MIT)の商標である。

はますます高度化・広域化・多様化してきている。一方、情報処理・通信に代表される技術革新は飛躍的に進歩しつつある。当社では、このような背景の下で、マルチメディア技術をキーテクノロジーとした次世代道路交通システムを、以下のコンセプトの基に開発中である。

- リアルタイム・双方向システム
- CG, VR等による臨場感あふれるシステム
- 映像・音声・データがうまく融合したシステム

5.2 システムの概要と主な特長

ますます拡大する道路延伸計画とこれに反する管理要員の不足という道路管理環境の中で、道路利用者の社会的ニーズにこたえつつ安全で快適な道路交通の確保を図るため、少数で効率的かつ安全性の高い道路交通システムが要求されている。このような要求にこたえるものが次世代道路交通システムである(図8)。

このシステムは、三次元コンピュータグラフィックス(以下“三次元CG”という。), デジタル道路地図, 映像データベースなどのマルチメディア技術を用いて広域的な交通管理及び施設管理を行うものである。主な特長を以下に示す。

- デジタル道路地図をベースにした広域管理システム

- 三次元CGによる臨場感あふれる施設構造の提示
- 画像圧縮による映像の蓄積と検索及び配信
- 音声入出力によるシステムインタフェース
- オブジェクト指向によるマイクロ交通流シミュレータ
- 分散型マルチメディアデータベースシステム

5.3 システムの動作例

図9は広域監視の例であり、広域のデジタル道路地図上に交通状況や主要地点の監視映像を動画アイコンとして重畳表示し、広範囲の監視を効率化する。この画面で監視員が動画アイコンをクリックするか、又は非常事態が発生すると、当該地点の詳細監視に入り、現場の監視映像, 映像データベースを用いた非常事態発生時点の監視映像検索, 三次元CGによる現場施設構造の提示, ハイパリンクによる各種情報の検索などにより、現場状況の把握を支援する。映像データベースは国際標準のMPEG(Moving Pictures Experts Group)圧縮方式による分散配置されたデータベースであり、ランダムアクセス, トレースバックによる事故現場の再現が可能である。

図10はトンネル火災発生時の支援画面例である。ここでは、現場映像を用いた火災発生位置の特定支援を中心に、監

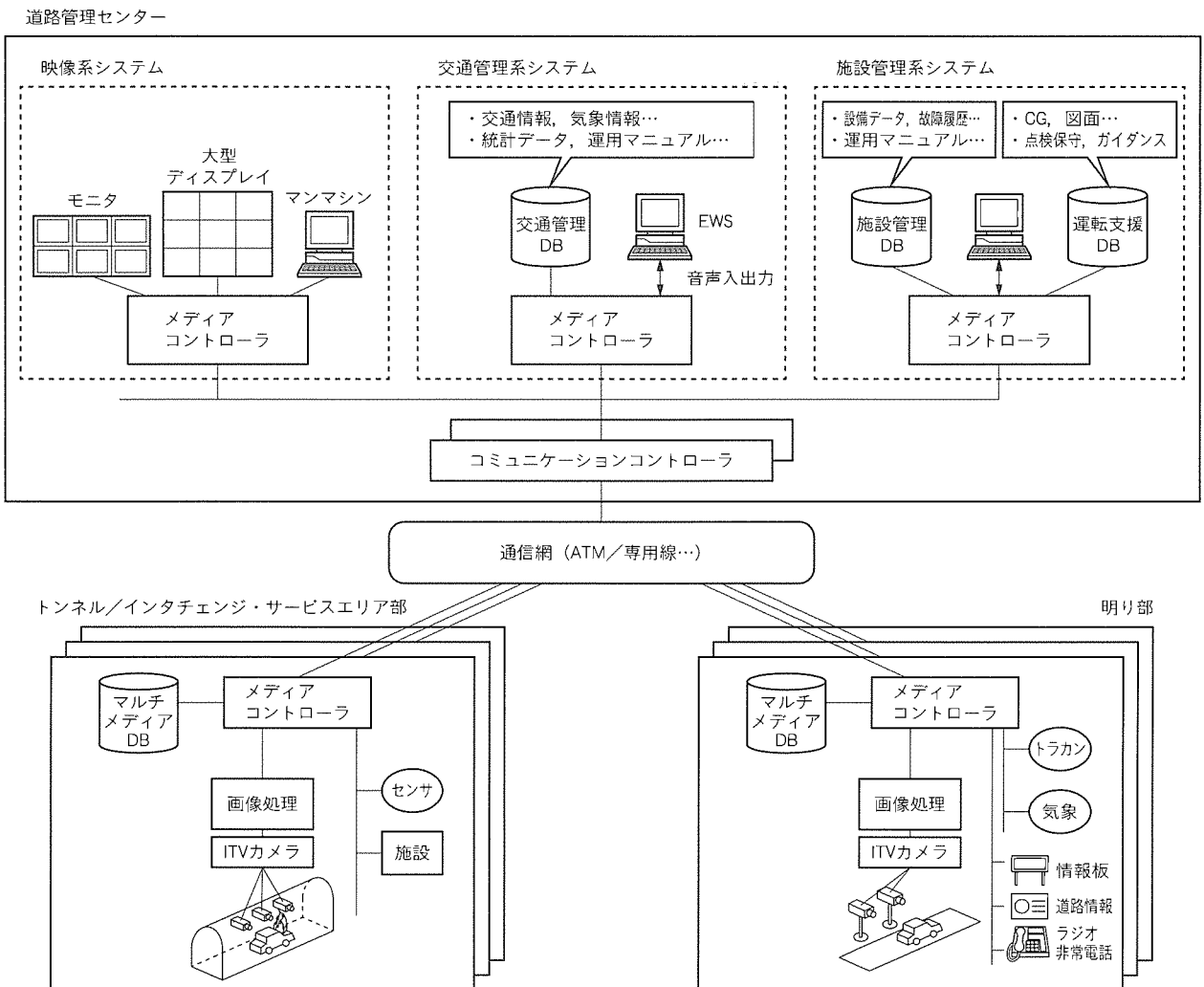


図8. 次世代道路交通システムの構成

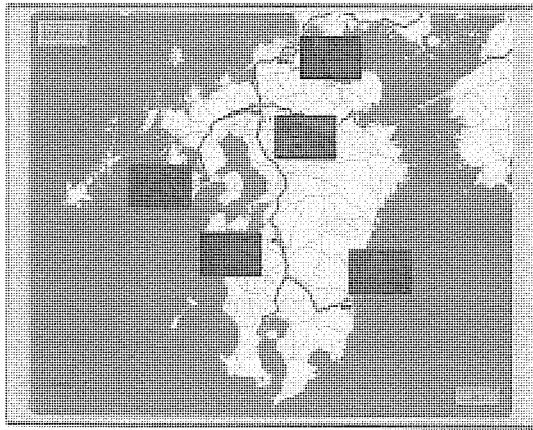


図9. デジタル道路地図をベースにした
広域監視制御画面

視映像と同一視点からトンネル内を見た三次元CGを併用して、監視員の確実な避難誘導と初期消火を支援する。また、三次元CGを用いたトンネル内のウォークスルーが可能であり、施設内を自由に動き回りながら、ハイパリンクによる各種設備情報の検索や監視カメラの選択を行うことができる。

6. むすび

以上、道路管理システム及びその中核となる計算機システムの最近動向を述べ、システム事例としてJH福岡管理局納め施設遠隔システムを紹介した。また、当社の次世代道路交通システムのコンセプトと概要も併せて紹介した。

道路は、21世紀に向けた日本経済の新たな発展のための最重要社会基盤である。また、車及び情報化社会の伸展に伴う自動車交通の増加とそれに伴うドライバーのニーズに対応

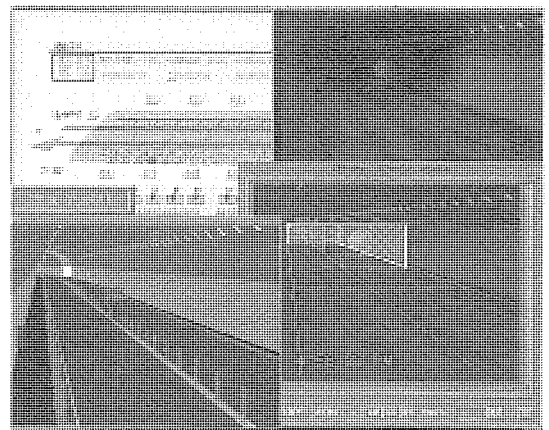


図10. 三次元CGを利用した初期消火支援

するため、道路設備とともに管理の効率化や道路平面の有効利用等を目的とした道路情報システムの開発と設備が必要である。

当社においても、既存道路分野での高度化・広域化システムの開発を始め、21世紀に向けてVICS（路車間情報システム）、ETC（料金自動収受システム）、AHS（自動運転システム）等の高度道路交通システム（ITS）開発にも積極的に対応していく所存である。

参考文献

- (1) 北原貞守, 大石将之: 道路情報システム, 三菱電機技報, 63, No.9, 721~731 (1989)
- (2) 桑野辰廣, 雨郡好澄: ハイウェイ技術, No.3, 126~136 (1995)

日本原子力研究所向けJFT-2M用 トロイダル磁場電源制御システム

谷 孝志* 岸本 健** 平山博英*** 加茂秀樹+ 福田輝夫*** 中西悠二++

1. ま え が き

日本原子力研究所向けJFT-2M(高性能トカマク開発試験装置⁽¹⁾)のトロイダル磁場コイル(以下“TFC”という。)電源用として、フライホイール(以下“FW”という。)付き直流発電電動機(以下“DCG”という。)を用いた最大2.7kV, 19kA, フラットトップ1秒間以上のパルス発生用電源システムを完成した。DCG単体については、本誌ほかで報告した⁽²⁾⁽³⁾。

本稿では、以下の章で、TFC電源の制御システムの位置付けや主回路構成について述べるとともに、発電機運転時の界磁用サイリスタ電源によるパルス電流制御、主回路切換器の開極法などを主体に、制御の要点を述べる。また、現地試験結果も一部述べる⁽⁴⁾。

2. 電源システムの構成

2.1 トロイダル磁場電源の位置付け

トロイダル磁場電源は、JFT-2Mにおいて、高温プラズマ電流を真空中で安定に保持するためのドーナツ型の直流磁場を作るための設備であり、図1にその構成を示す。

この電源システムは、運転制御室にトロイダル磁場電源制御監視盤(以下“制御監視盤”という。)を設置し、この盤に操作・監視用などのマンマシン機器類を集中装備すること

によって、次節に述べる主回路構成の通常の運転操作がすべてこの盤において実施可能な構成となっている。

制御監視盤は、JFT-2M制御系とのインタフェースの下に協調制御を行っており、JFT-2M制御系から、TFC電源の運転許可、運転モード設定、パルス放電トリガなど、JFT-2Mシステム全体の運転条件設定に関する信号を受信してTFC電源の制御を行うとともに、その制御状態にかかわるTFC電源準備完了、通電、故障、電源極性などの信号を送信する。

図2に制御監視盤の外観を示す。

2.2 主回路構成

図3に、このTFC電源の主回路構成を示す。DCG4台(DCG1~DCG4)、駆動用サイリスタ電源1台、界磁用サイリスタ電源2台、負荷TFCで構成され、DCG、駆動用電源及びTFC間の接続は、ガス遮断器(以下“GCB”という。)を用いた主回路切換器CB1~CB3のうちの一つを選択的に閉じることで行われる。

4台のDCGは2台直列接続したブロックを2組並列接続し、各DCGの許容出力を最大限に引き出すために各DCGの端子電圧 $v_{a1} \sim v_{a4}$ 及び電流 i_1, i_2 の均一化を図った。すなわち、4台のDCGの無負荷及び負荷特性を合わせるとともに、2台の界磁用サイリスタ電源を、2組のDCGブロックの正極側同士及び負極側同士を直列接続し、同時動作させ

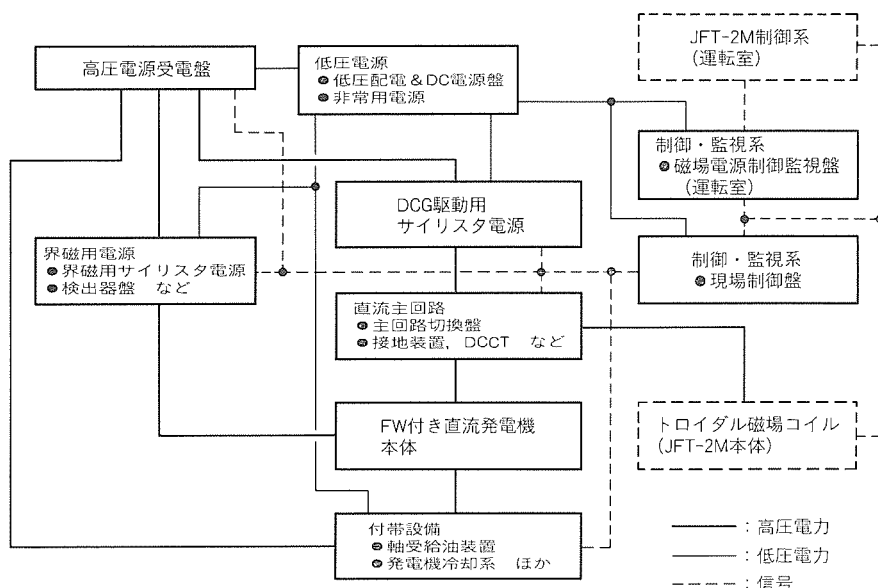


図1. TFC電源のシステム構成

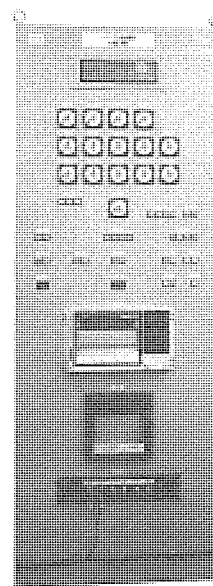


図2. 制御監視盤の外観

た。

また、主回路電圧は、DC 2.7 kVの正負出力端に接続した高抵抗で中点接地することで $v_{a1} \sim v_{a4}$ を ± 1.35 kVとし、また、その絶対値を負荷電圧の1/2に均一化した。

この電源の主要な仕様を表1に示す。

界磁用サイリスタ電源は、両極性の磁場供給及びコイル電流立下げ時のFWへの電力回生などの必要性から、4象限(両極性、回生可能)運転可能なサイリスタ式AC/DCコンバータを採用しており、下記のような多目的に用いられている。

(1) 発電機運転による設定値に向けたTFC電流制御

- (2) 上記(1)終了後の次のDCG駆動に備えた、CB2開極のための電流零制御(電圧零制御も含む)
- (3) 界磁電流一定の下での駆動サイリスタ電源によるDCG起動又は再加速
- (4) 界磁電流一定の下でのDCGのエネルギーをTFCへ放出させて停止するための発電制御

図4に、界磁サイリスタ盤及び検出器の外観を示す。

2.3 TFC電源の通電パターン

図5に、パルス放電モードの通電パターンを示す。運転は、JFT-2M制御系からの信号を受けて、下記の動作が行われる。

DCGは、CB1閉として、駆動用サイリスタ電源(DC 1.22 kV, 1.61 kA)によって電動機を運転する。所要エネルギーに対応した目標回転数(最高460 r/min)に到達後、GCBをCB1閉からCB2閉に切り換えて2台の界磁用サイリスタ電源の界磁制御によって発電機を運転し、通電信号期間(6 s)の最終時点までに、最大電圧2.7 kV, 最大電流19 kA(磁場強度2.2 Tは18.752 kAに相当)、フラットトップ時間1 s以上の設定に応じた正負いずれかのパルス電流をTFCに供給する。

その後、17 s以内にTFC電流をCB2が開極できる限度まで絞り込み、GCBをCB1閉に切り換えて電動機運転に戻る。2.2 T発生時の最大繰返し周期は6分以内である。

実験終了後や緊急時には、230 r/minまではパルス通電やフリー

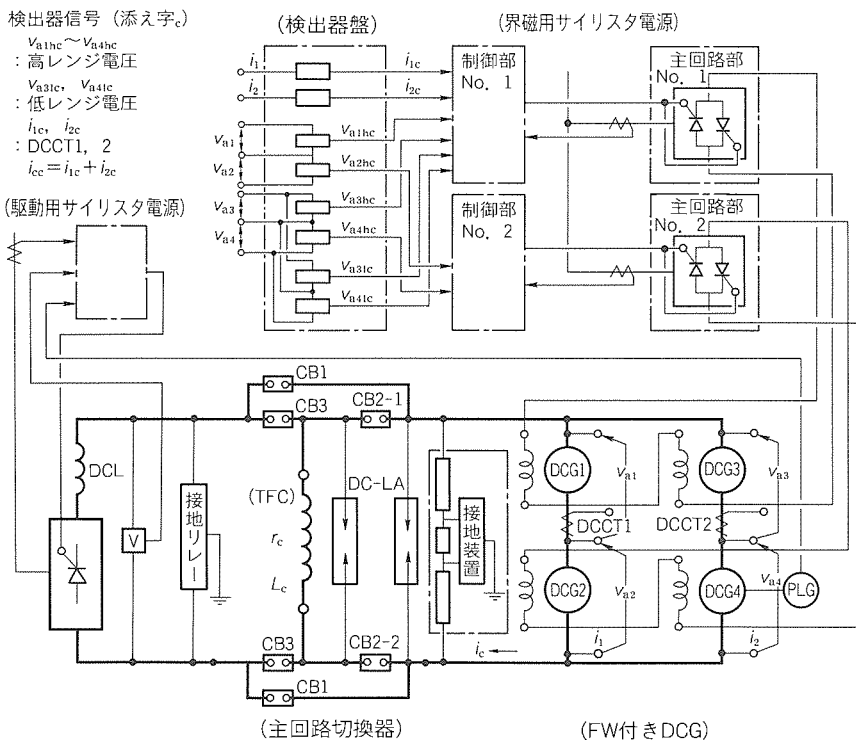


図3. TFC電源の主回路構成

表1. TFC電源の主要仕様

トロイダルコイルインピーダンス	
抵抗	r_c 0.131Ω (at70°C)
インダクタンス	L_c 0.260H
FW付き発電機の定格	
吐出エネルギー	210MJ
台数	4台
出力	51.3MW (12,825kW×4台)
電圧	2,700V (1,350V×2直列)
電流	19kA (9,500A×2並列)
GD^2	1,050ton・m ²
回転速度	225/460r/min
短時間定格	5s
周期	<6min (上記最大定格時)
パルス放電モードの通電仕様	
磁場	2.2T (最大)~0.6T (最小)
(電流換算値)	18,752~5,107A
フラットトップ時間	≥1s

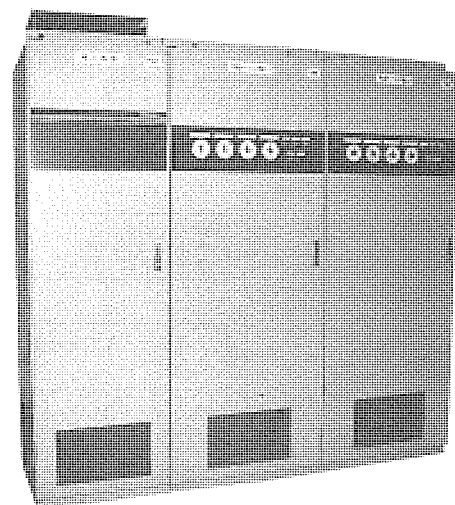


図4. 界磁用サイリスタ盤及び検出器盤の外観

ランによって減速させ、それ以降はCB2閉として発電制動を行い、約30sで停止させる。

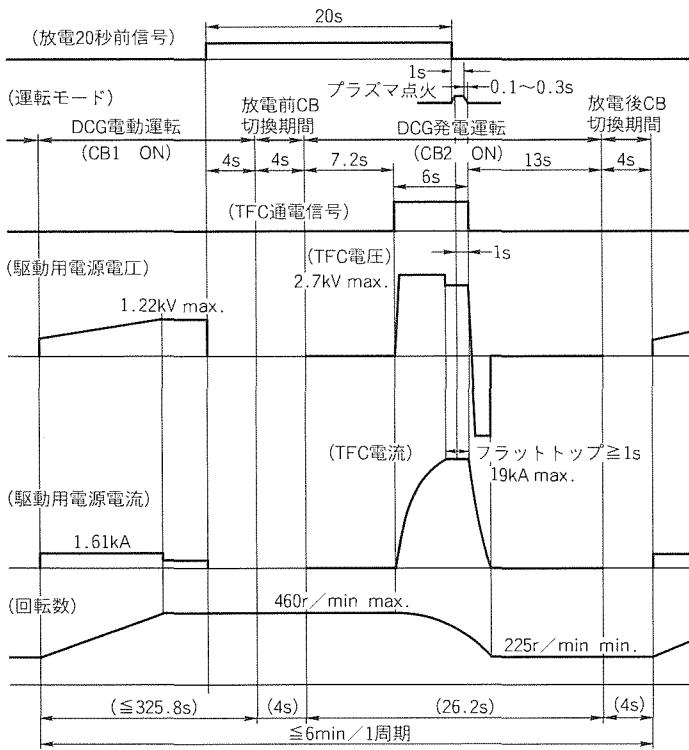


図5. パルス放電モードの運転パターン

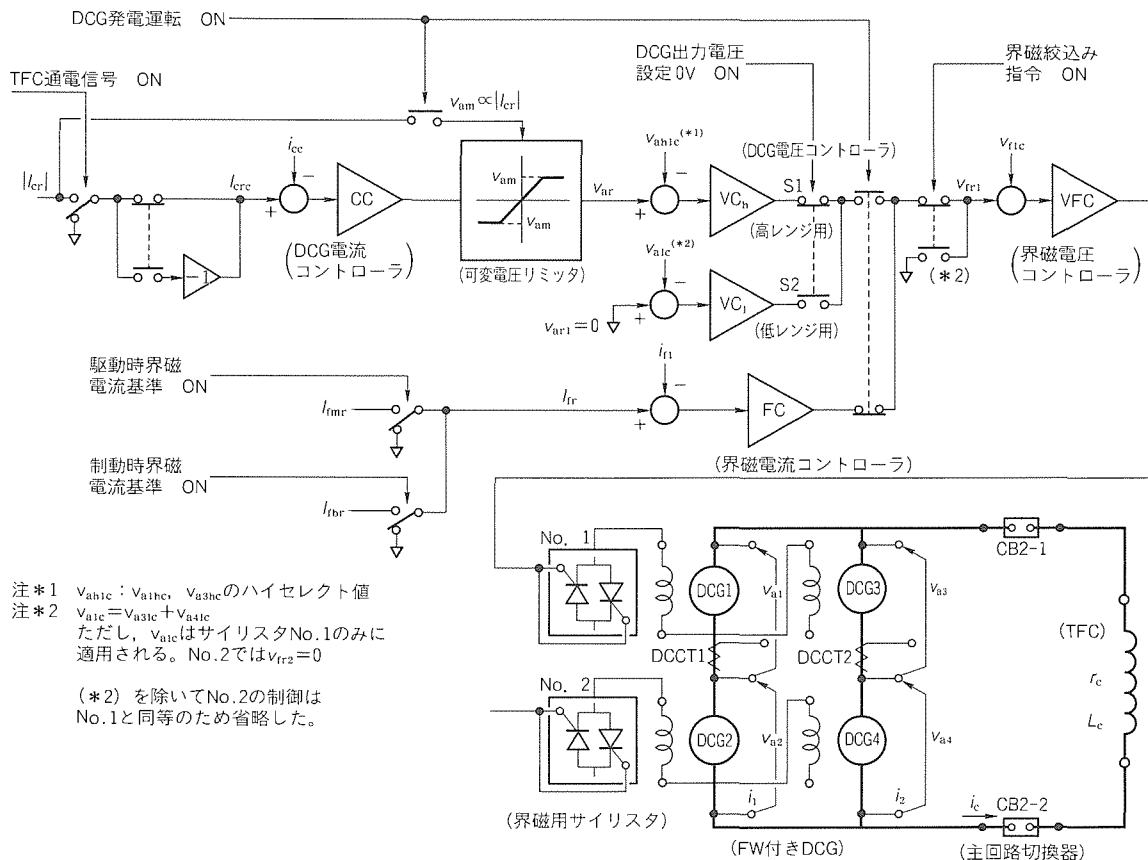
そのほか、プラズマ中に混入してくる不純物を減少させるため、実験に先立って真空容器内に低温プラズマを作り、その衝撃によって真空容器内面の付着不純物を追い出すTDC (Taylor Discharge Cleaning) 運転モードがある。このモードは、CB3閉として駆動用サイリスタ電源とTFCを直結して定電流制御(1kA max.)された電流をTFCへ連続供給する。

3. 界磁用サイリスタ電源によるTFC電流制御⁽⁴⁾

図6に界磁用サイリスタ電源によるTFC電流制御系の基本構成を、図7にパルス放電モードの主要動作タイミングを示す。

以下においては、主要な動作を通電信号期間と電流零制御期間に分けて取り扱う。個々についての制御の概要を示す。

なお、以下の説明は一般的な表現になっているが、図6は界磁サイリスタ電源 No.1を中心に示しており、図中の添え字は次の意味を示す。添え字1, 2は, No.1, No.2の区別を示す。h, 1は, 電圧検出が高レンジ電圧検出器によるか低レンジ電圧検出器によるかを区別する。また, cは, コントローラ変換後の値を示す。なお, TFC電圧 v_c は, DCG直列ブロック



注*1 $V_{ah1c} : V_{ah1c}, V_{ah2c}$ のハイセレクト値
 注*2 $V_{ah1c} = V_{ah1c} + V_{ah2c}$
 ただし, V_{ah1c} はサイリスタNo.1のみに適用される。No.2では $V_{fr2} = 0$
 (*2)を除いてNo.2の制御はNo.1と同等のため省略した。

図6. TFC電流制御系の基本構成

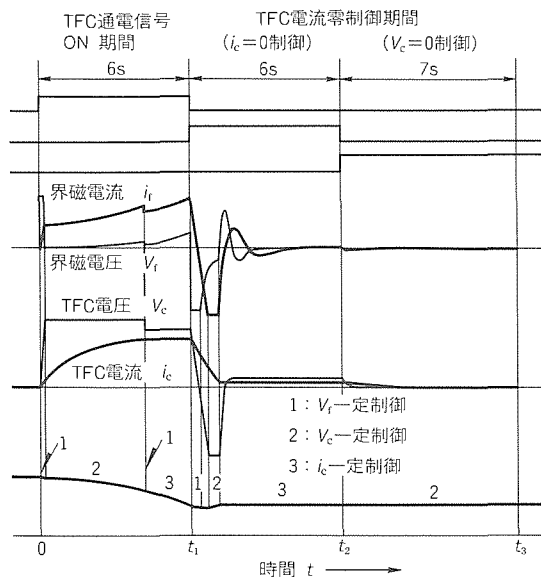


図7. パルス放電モードの主要動作タイミング

の電圧 v_{ahlc} によって検出する。

3.1 通電信号期間の制御

TFC通電信号によって6s間のTFC電流設定値 I_{cr} が与えられ、TFC電流 i_c は、この期間内に I_{cm} (19kA max.) に整定するように制御される。このような方形波の設定信号に対しては、まず、界磁電流 i_f が $v_c = V_{cmax}$ (2.7kV max.) に対応する値 I_{fmax} に達するまでは、界磁電圧 $v_f = V_{fmax}$ (400V max.) 一定制御によって上昇する。その後 i_c は、 $v_c = V_{cmax}$ 一定制御により、時定数 $\tau_c = L_c / r_c$ (r_c , L_c はTFCの抵抗及びインダクタンス) の下に $I_{cmax} = V_{cmax} / r_c$ に向けて指数関数的に上昇し、 I_{cm} 到達直前に i_c 一定制御に入り、 $i_c = I_{cm}$ ($\approx I_{cr}$) に整定する。このときのTFC電圧は $V_{cm} = r_c I_{cm}$ である。このとき $V_{cmax} = \alpha r_c I_{cm}$ (ただし、 $\alpha = V_{cmax} / V_{cm} = I_{cmax} / I_{cm}$ 一定) とし、 I_{cr} にかかわらず電流制御に至るまでの時間を一定となるようにした。この間、FWは蓄積エネルギーを放出し、回転数は初期の n_{max} (460r/min max.) から約1/2に低下した n_{min} (225r/min min.) となる。

この電源システムでは、DCGの最大電圧2.7kVをTFCに印加しても最大定格電流19kA到達に4s以上を要する。このため、熱的制約から決まる通電期間6sのうち、残りの2s以下で過渡状態を整定させ、その後1s以上のフラットトップを得ることが要求される。制御系決定に際し、下記を考慮した。

- (1) 電流設定値 I_{cr} を6s間一定とし、 $v_c = V_{cmax}$ が印加され、 i_c が最短時間で立ち上がるようにした。
- (2) 系の単純かつ安定性を重視し、電圧及び電流コントローラのゲインを共に比例要素とし、それぞれのフィードバックゲインを調整して精度を確保した。

3.2 電流零制御期間の制御

電流零制御期間は、通電信号期間終了時 $t = t_1$ から6s間、 $I_{cr} = 0$ とする狭義の電流零制御期間と、その後の電圧零制御による間接的な電流零制御期間とに分けられる。

前者では、(1)項の電流立上げ時とは逆に、最初 $I_{cr} - i_c = 0 - i_c < 0$ であるため、 $v_f = -V_{fmax}$ 及び $v_c = -V_{cmax}$ 一定制御を経て $I_{cr} = 0$ 一定制御が行われる。 $v_c = -V_{cmax}$ においては、 i_c は I_{cm} を起点として、 $i_c = -i_{cmax}$ に向けて時定数 τ_c で指数関数的に減少し、零近傍において電流零制御に移る。その結果、 i_c は制御系のオフセットや電流検出器を含めた精度に起因して残留する値 i_{c0} となり、負荷電圧は $v_{c0} = r_c i_{c0}$ となる。

$t = t_2$ において、接点を $S1 \rightarrow S2$ に切り換えて、電流零制御から電圧零制御に移る。このときの端子電圧は、高々±10V程度の範囲の精度のみが対象となる。そこで、4章に述べる低レンジ電圧検出器の出力でフィードバック制御する。その結果、 v_c は、系の応答性に従い、短時間に、 v_{c0} から電圧零制御時の制御系のオフセットや電流検出器を含めた精度の電圧 v_{c00} に整定し、 i_c は、TFCの時定数 τ_c に従って、初期値 i_{c0} から $i_{c00} (= v_{c00} / r_c)$ に向けて $i_c = i_{c00} + (i_{c0} - i_{c00}) \exp\{- (t - t_2) / \tau_c\}$ に自然減衰する。 $t = t_3$ において、CB2は開極動作を開始する。

4. 主回路切換器の開極法⁽⁴⁾

4.1 要求仕様と開極方式の選定

TFCのような高インダクタンス負荷の直流回路においては、遮断器の開極時に、従来から通常の直流遮断器に用いられているような電流零点を得る手段を必要とする⁽⁵⁾。

しかしこの方式では、電流零点を作るための専用の手段は全く用いず、界磁用サイリスタ電源に低レンジ電圧検出器を追加するだけで、TFC電流のフラットトップ制御とともに、主回路切換器の開極動作に必要な値への絞込みも行う独自の方式を開発した。CB2用としては、汎用(交流)GCB(定格7.2kV, 3kA, 形式6-SFG-SFG-40K(三菱電機製))を採用した。

定格2.7kV, 19kA, 遮断回数 10^4 回程度を達成するためには、開極動作開始時の電流を10A程度にまで絞り込むことが必要となる。しかし、この電流値は、最大電流19kAの0.05%であり、19kA~10Aを高精度かつ安定に検出する広レンジの検出器を得ることは容易ではない。そこで、後者専用の検出器を採用して、通電時と電流零制御時で役割分担を図った。定常状態では、コイル両端の低電圧検出が可能であれば、結果としてその値をコイル抵抗値で割った値である低電流検出が可能となることに着目し、低レンジ電圧検出器の助けによってTFC電圧の検出・制御を具体化した。

4.2 電圧零制御の原理

電圧零制御は、図6に示した2台の界磁制御用電源のうちNo.2を $v_{f2} = 0$ とし、No.1のみで行う。

図8の等価回路において、DCG1～DCG4の誘起起電圧及び電機子抵抗をそれぞれ $e_{a1} \sim e_{a4}$ 及び $r_{a1} \sim r_{a4}$ とし、二つの直列DCGブロックの誘起起電圧を $e_{a12} = e_{a1} + e_{a2}$ 及び $e_{a34} = e_{a3} + e_{a4}$ と表す。

単純化のため $r_{a1} \sim r_{a4} = r_a$ として $v_c = 0$ の条件を求めると、 $e_{a34} = -e_{a12} = e_{a0}$ が得られる。

この関係式を成立させる界磁電流 $i_{f1} = i_{f0}$ は一義的に定まるので、電圧零制御が可能となる。この制御方式は、各直列DCGブロックごとの、 $i_{f1} = 0$ でも存在する残留磁気による誘起起電圧を、 i_{f1} によって変化する誘起起電圧で打ち消すものである。直列DCGブロックが一つだけのときは、前者を後者によって完全に打ち消すことができ、ブロックの全誘起起電圧は完全に零となる。しかし、本件のように2ブロックが並列のときは、双方を同時に打ち消すことができないので、残存する e_{a12} 、 e_{a34} を循環電流 i_{loop} による r_a

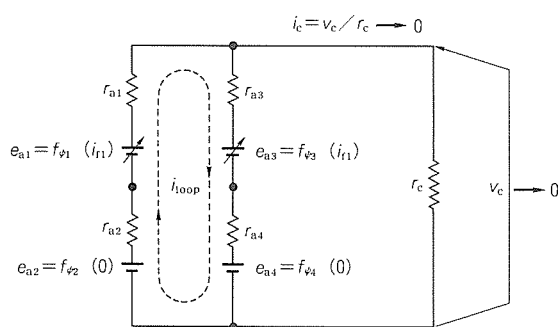


図8. 電圧零制御説明のための等価回路

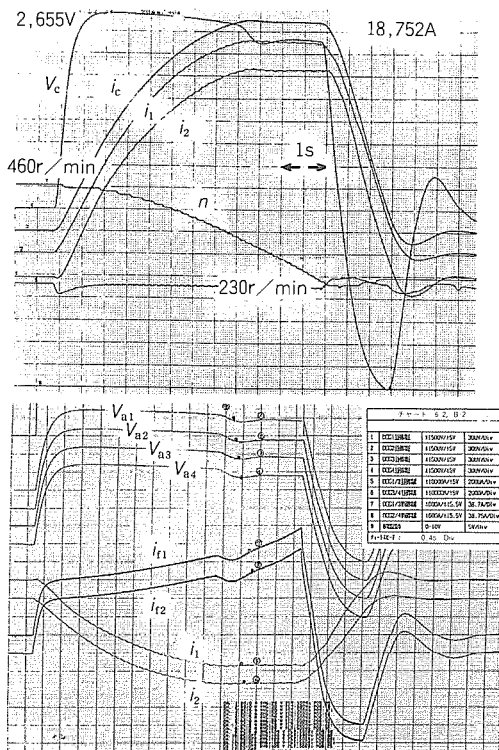


図11. パルス通電特性(実測値)

の端子電圧で打ち消し、負荷電圧零を実現している。

4.3 低レンジ電圧検出器

図9に低レンジ電圧検出器の回路構成を、図10にその入出力電圧の関係を示す。図9において、ツェナーダイオード(以下“ZD”という。)は、ツェナー電圧が一定で漏れ(洩)電流がなく、電圧増幅器(以下“VA”という。)も入力インピーダンスが ∞ で出力インピーダンスが零である理想状態を仮定する。また、VAのゲインは1とする。このとき、入力電圧 v_{a3} と出力電圧 v_{a31c} との関係は図10のようになる。

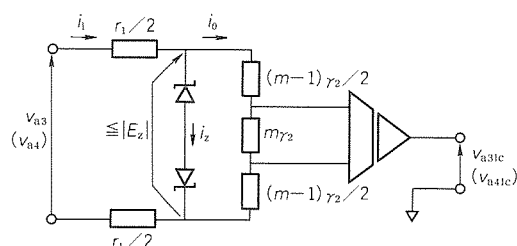


図9. 低レンジ電圧検出器の回路構成

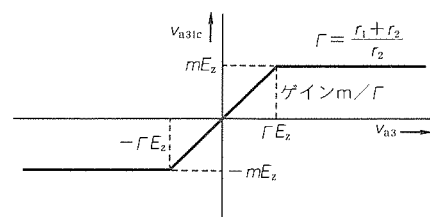


図10. 低レンジ電圧検出器の入出力電圧の関係

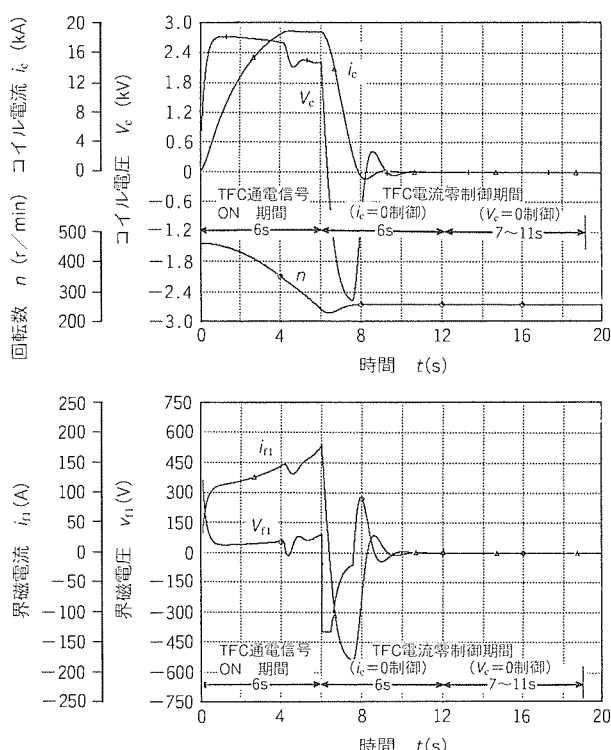


図12. パルス通電特性(計算値)

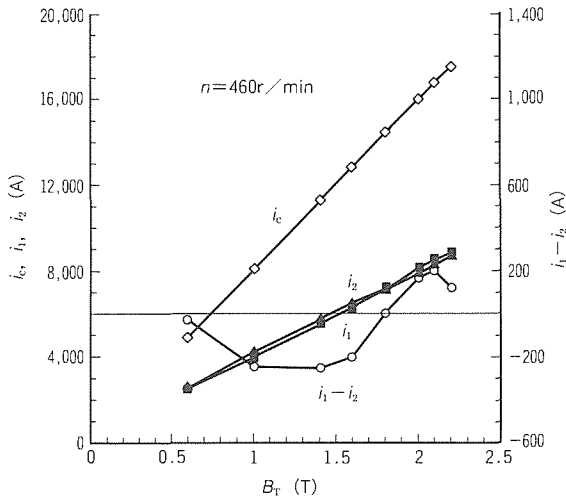


図13. 磁場強度(B_T)に対する i_1 , i_2 及び i_c

図において、 $\Gamma = (r_1 + r_2) / r_2$, $m = (VA \text{ 入力電圧}) / (r_2 \text{ 端子電圧})$ である。ここで、 $r_2 \rightarrow \infty$ (したがって $\Gamma \rightarrow 1$) 及び $m \rightarrow 1$ の極限においては、検出ゲインすなわち v_{a31c} / v_{a3} は1となり、最大になる。

現実の問題として、ZDやVAの抵抗が無視できないときや、動作の安定化のために r_2 を意図的に挿入したり、 r_1 やZDの損失を制限するために r_1 を大とすることが考えられる。このときは、 r_2 が有限($\Gamma > 1$)かつ $m < 1$ と、いずれも検出感度が下がる。 r_1 及びZDの損失は、 $v_{a3} = v_{a3max}$ のとき最大で、それぞれ $w_{r1} = (v_{a3max} - E_z)^2 / r_1$ 及び $w_z = (v_{a3max} - \Gamma E_z) E_z / r_1$ で表される。

この方式のポイントは、検出最大電圧を E_z とすると、高レンジ兼用の検出器では誤差が v_{a3max} / E_z 倍拡大するが、低レンジ専用を使用すれば Γ / m 倍に抑えられることにある。例えば、 $v_{a3max} = 1,350 \text{ V}$, $E_z = 5 \text{ V}$ に対して $\Gamma = 1.25$, $m = 0.5$ に選ぶと、 $v_{a3max} / E_z : \Gamma / m = 270 : 2.5$ となり、約110倍の精度改善になる。

4.4 開極時の保護

開極予定時においても、負荷電流が開極限度を超えることを想定し、出力電圧が一定以上(1.5 V, 約12 Aに設定)では開極できないようにロックをした。また、開極途中に電流裁断⁽⁶⁾を生じるときのサージ電圧対策として、主回路切換器のDCG側及びTFC側の正負両端子間に、それぞれ、対DCG及び対コイル保護用のアレスタを設置した(図3)。

5. 現地試験結果と考察

現地試験結果の中から、パルス通電特性について述べる。

図11, 図12に、それぞれ、パルス通電試験時におけるフラットトップ磁場強度2.2 T (18.752 kA), 1s以上達成時の現地試験結果, 及び同条件のシミュレーション結果を示す。

通電期間終了後、TFC電流は、急速に絞込まれ、安定に電流零制御され、主回路切換器の開極も正常に動作した。また、実測値とシミュレーション結果はよく一致して、制御系を精度良く検証できることが分かった。

図13に、通電前の回転数460 r/minにおける磁場強度に対するTFC, DCCT1, DCCT2の各電流 i_c , i_1 , i_2 , 及び $i_1 - i_2$ の現地試験結果を示す。広範囲の磁場強度の変化に対しても $i_1 - i_2$ は小さく、並列DCGブロック間の電流バランスは良好であった。

6. むすび

以上、パルス発生用電源システムについて、パルス電流制御、主回路切換器の開極などを主体に制御の要点を述べた。そして、現地試験において良好な結果が得られた。

今後は、JFT-2Mの実験結果を受けて継続して評価し、さらに高性能化を指向していきたい。

参考文献

- (1) 莊司ほか：JFT-2M装置の概要，日本原子力研究所内部報告，JAERI-M83-194，137～139（1983-12）
- (2) 中西悠二，岸本 健，河瀬千春，堀田 剛，谷 孝志：フライホイール付き発電電動機の開発，電気学会回転機研究会資料，RM-95-108，77～85（1995）
- (3) 谷 孝志，中西悠二，堀田 剛，河瀬千春，大藪 勲，岸本 健：日本原子力研究所向けJFT-2Mトロイダル電源用フライホイール付き直流発電機，三菱電機技報，70，No.5，532～536（1996）
- (4) 岸本 健，平山博英，加茂秀樹，福田輝夫，中西悠二，谷 孝志：トロイダルコイルを負荷とする直流発電電動機の制御特性，電気学会回転機研究会資料，RM-96-2，9～18（1996）
- (5) 電気学会編：高電圧大電流工学，216～218（1988）
- (6) 電気学会編：高電圧大電流工学，108～109（1988）

宇宙開発事業団納め

野木精測レーダ設備バックアップスキンモード用受信装置

森永幸平* 砂坂義則* 砂見幸之* 佐藤 巧** 吉田武司***

1. ま え が き

野木精測レーダ設備は、種子島宇宙センターから打ち上げられたロケットを、種子島に設置されている宇宙ヶ丘精測レーダ設備及び小笠原に設置されている小笠原精測レーダ設備と連携して追尾し、ロケットの飛行軌道の監視に使用されるほか、取得データは打上げ後の飛行解析にも使用されている。また、J-Iロケットでは、電波誘導コマンドの送信にも使用される。H-IIロケットは、機体の大型化に伴って電波リンク状態の劣化が想定されるため、データ取得の信頼性を向上させるために、新たな追尾機能としてバックアップスキンモードを付加（追尾受信部2，測距装置2を増設）した。

この設備は、1974年に整備されて各種ロケットの打上げに使用されてきたが、老朽化が進んでいるため、データ管制装置，送信装置に引き続き，このたび既設測距装置を更新した。

1996年2月12日に、種子島宇宙センター大崎射点から打上げられたJ-Iロケット1号機の追尾を正常に行い、所期の性能を確認した。

2. 野木精測レーダ設備の概要

2.1 野木精測レーダ設備の機能・構成・性能

図1に野木精測レーダ設備システム系統図を示す。また、表1に主要性能を示す。

2.2 バックアップスキンモード

2.2.1 バックアップスキンモードの概要

精測レーダ設備は、SKINモード及びBEACONモードの機能を持っており、ロケット追尾時は通常BEACONモードで運用される。バックアップスキンモードは、BEACONモードの送信波がロケットの機体で反射されて返ってくる、その反射波をSKINモードで追尾（角度誤差検出，距離測定）する機能である。図2に各モードの概念図を示す。

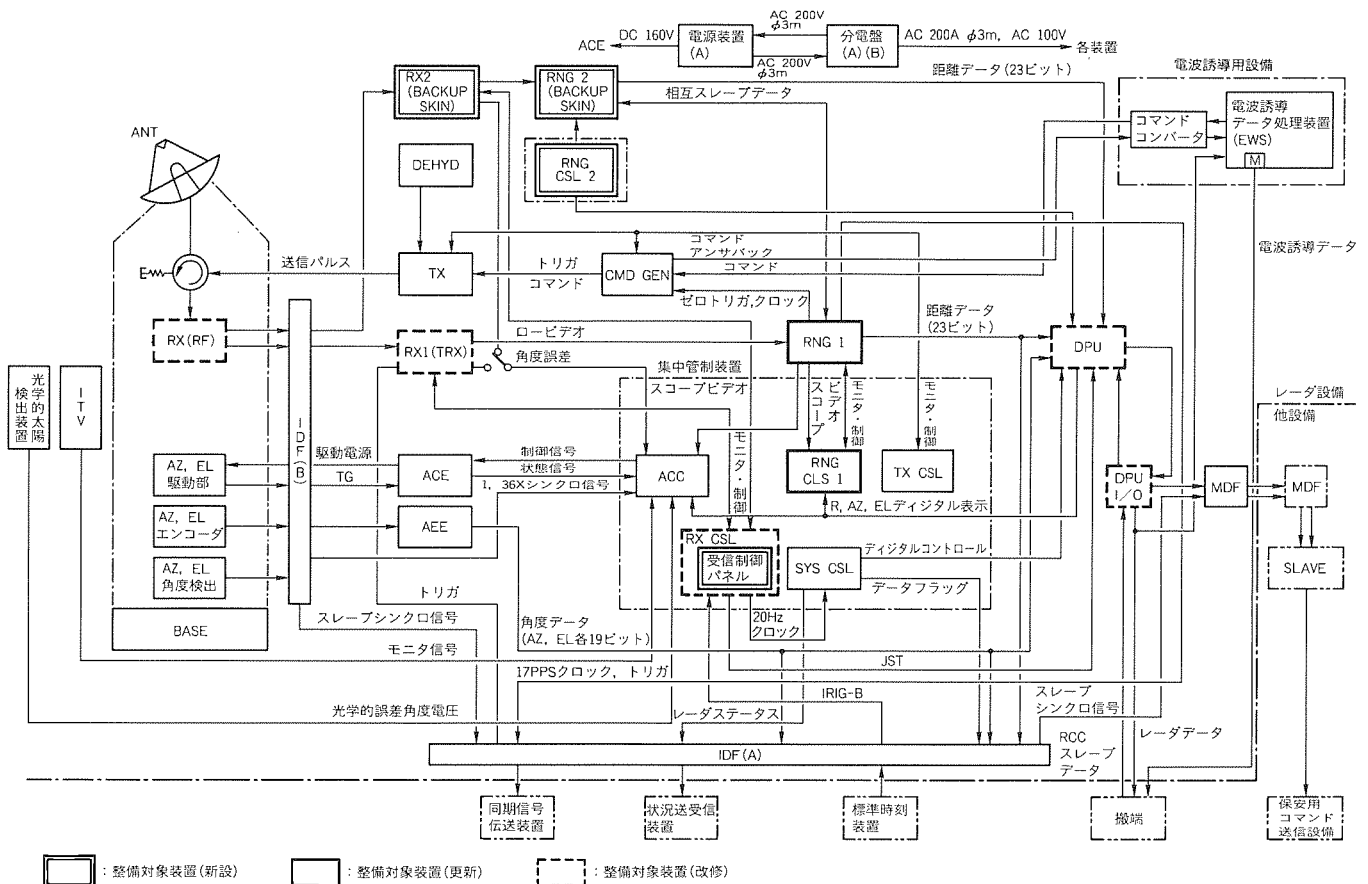


図1. 野木精測レーダ設備システム系統図

表 1. 野木精測定レーダの主要性能

(1) 総合静止精度	測角精度 0.156mil rms 測距精度 1.21m rms
(2) 使用周波数	SKINモード (一次レーダモード) 送信 5,636MHz 受信 5,636MHz BEACONモード (二次レーダモード) 送信 5,586MHz 受信 5,636MHz
(3) 最小追尾レベル	-98dBm
(4) 追尾方式	振幅比較4ホーンモノパルス方式
(5) マウント形式	AZ, EL方式
(6) 耐風性	精密追尾 瞬間最大 15m/s以下 固定位置への移動 瞬間最大 30m/s以下
(7) 最大角速度	AZ, ELとも10°/s
(8) 最大角加速度	AZ, ELとも20°/s ²
(9) 測距範囲	約 1~8,400km
(10) 測距分解能	約 1.14m
(11) PRF	250又は267+6/7pps
(12) 送信出力	1MW(クライストロン出力)
(13) 送信パルス	SKIN 1μs シングルパルス BEACON 0.25μs 3パルス 電波誘導時にはコマンドパルス(3パルス)が加わる

2.2.2 パルス幅と受信帯域幅(Bτ)

追尾レーダの最も重要な性能の一つに、受信系の熱雑音によって発生する測角、測距系のランダム誤差がある。4ホーン振幅比較モノパルス方式の受信系熱雑音によって測角系に発生するランダム誤差は次式で示される。

$$\theta_e = \frac{\theta_B}{k_m \sqrt{B\tau \times S/N \times f_r / \beta_n}} \dots\dots\dots (1)$$

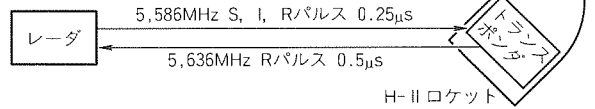
- ここで θ_B : アンテナビーム電力半値幅 (°)
- k_m : 角度系誤差感度 (無名数)
- B : 受信帯域幅 (Hz)
- τ : 受信パルス幅 (s)
- S/N : 受信信号の信号対雑音比 (無名数)
- f_r : レーダパルス繰り返し周波数 (Hz)
- β_n : 角度追尾系等価雑音帯域幅 (Hz)

このうち、パルス用受信機としての重要な諸元は受信帯域幅 B であり、通常受信パルス幅 τ との積である $B\tau$ 値は 1.0 ~ 1.7 が最適値とされている。既設機能の BEACON モード時 ($B=3\text{MHz}$, $\tau=0.5\mu\text{s}$) も SKIN モード時 ($B=1.5\text{MHz}$, $\tau=1\mu\text{s}$) も $B\tau=1.5$ が選ばれている。

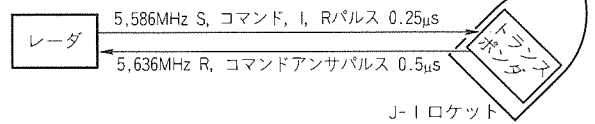
今回の付加機能であるバックアップスキンモードでは、送信される3パルス(電波誘導コマンド送信時は6パルス、各パルス幅は $0.25\mu\text{s}$) のうち識別用のダブルパルス(I-Rパルス)を用いて、以下に述べる方法によって同等性能を得ている。

本来、Iパルスだけを(I-R間隔 - $0.25\mu\text{s}$)分遅らせ、

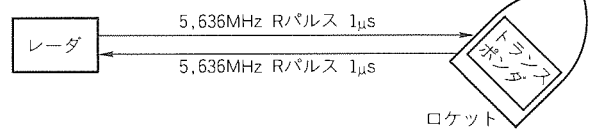
1. BEACONモード(電波誘導なし)



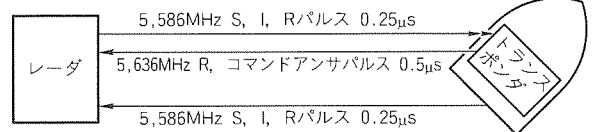
2. BEACONモード(電波誘導あり)



3. SKINモード



4. バックアップスキンモード



5. パルス位置の説明

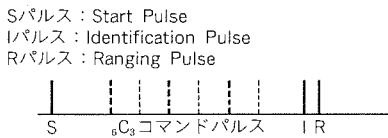


図 2. 各モードの概念図

パルス幅 $0.5\mu\text{s}$ (Iパルス+Rパルス)のシングルパルスにした上で、受信帯域幅 $B=3\text{MHz}$ を通過させて検波すれば既設性能と同じ $B\tau=1.5$ が実現できるが、今回はダブルパルスのまま受信帯域幅 $B=3\text{MHz}$ を通過させ、各々検波してデジタル化した上で、DSP (Digital Signal Processor) 処理によって (I-R間隔 - $0.25\mu\text{s}$) 相当分遅らせて、その和をとることにより、 $B\tau=1.5$ を等価的に実現した。

なお、測距系の信号処理についても、全く同じ方法を採用して所期の性能を得ている。

3. 追尾受信部 2

3.1 構成, 機能, 性能

図 3 に追尾受信部 2 のブロック図を、表 2 に構成を、表 3 に性能を示す。また、外観を図 4 に示す。

追尾受信部 2 は、レーダ設備の中にあってアンテナ放射給電系で受けたロケットからのスキンエコー又はビーコンエコー信号を受け取り、これを増幅・検波して、距離測定用ビデオ信号と、アンテナ自動追尾に必要な角度誤差電圧を検出し、それぞれ距離測定系と空中線制御系に送出する。

角度誤差検出の方式は、4ホーンアンテナ給電系と組み合わせた三つの受信チャンネル (SUM, AZ, EL) で構成される振幅モノパルス検出方式である。

各構成品の機能概要は次のとおりである。

- (1) 位相調整パネルは、受信装置高周波部からの IF (Inter-

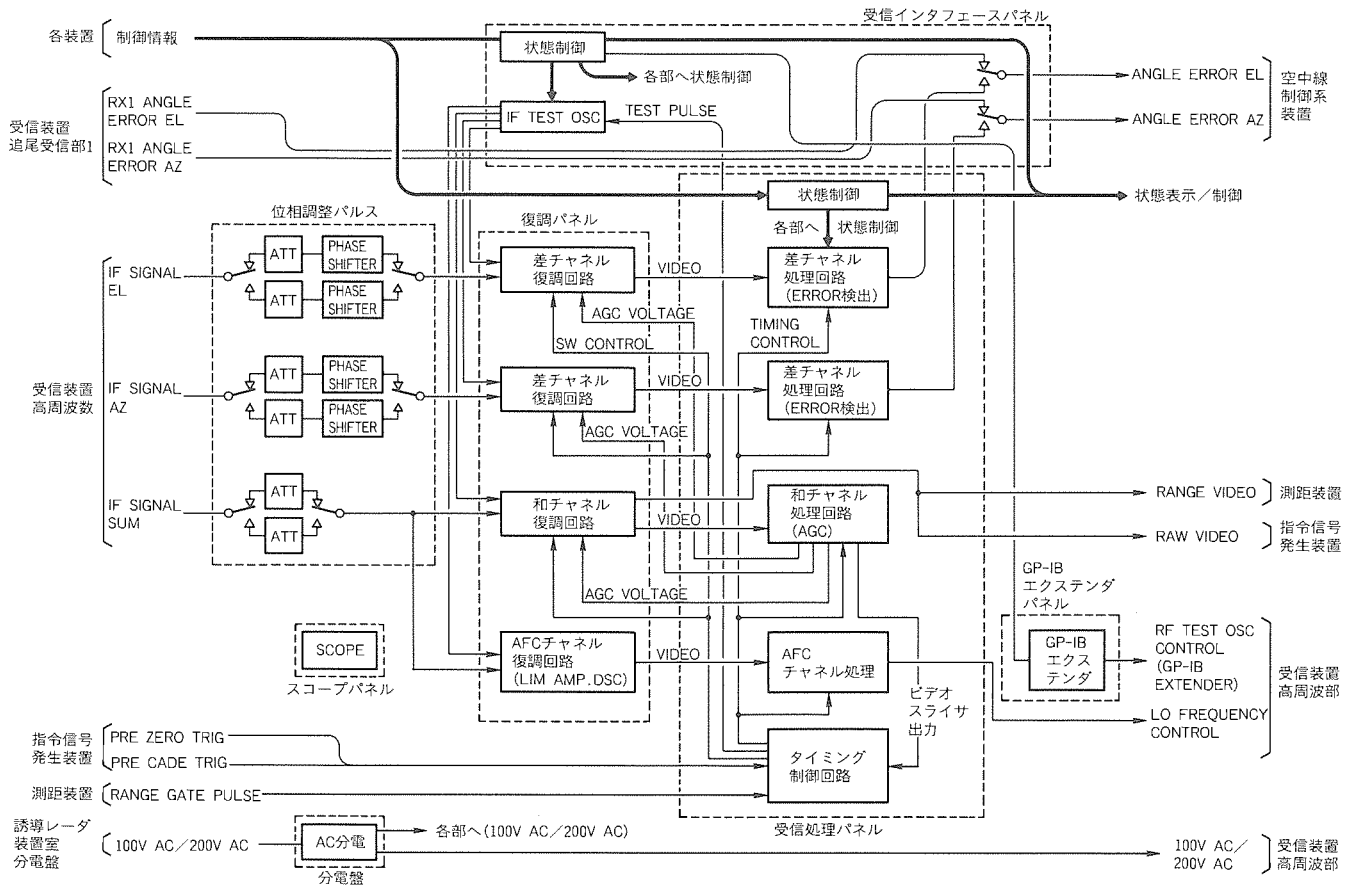


図 3. 追尾受信部2のブロック図

表 2. 追尾受信部 2 の構成

(1)	GP-IBエクステンダパネル
(2)	受信インタフェースパネル
(3)	スコープパネル
(4)	受信処理パネル
(5)	復調パネル
(6)	位相調整パネル
(7)	分電盤

表 3. 追尾受信部 2 の性能

(1)	入力信号周波数	公称 30MHz
(2)	中間周波数増幅器帯域幅	3.0MHz±0.1MHz 又は 1.5MHz±0.1MHz
(3)	自動利得制御動作範囲	60dB以上
(4)	自動利得制御応答速度	約 30rad/s
(5)	チャンネル間位相差調整範囲	360°
(6)	角度誤差検出感度	20V/° に設定可能
(7)	角度誤差検出ドリフト	1LSB/8時間以下 (S/N=20dB以上において)
(8)	局発信号周波数制御分解能	10kHz
(9)	IF試験信号パルス幅	SKINモード 1μs±0.1μs BEACONモード 0.5μs±0.05μs バックアップスキンモード 0.25μs { +0.1μs -0.05μs 2パルス

注 1LSB : 360°/2¹⁹=0.000687°

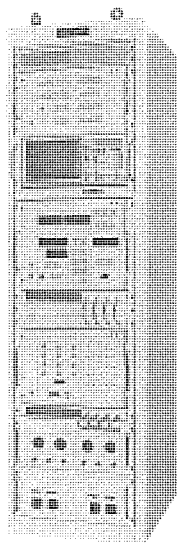


図 4. 追尾受信部2の外観

mediate Frequency) 信号を受け、位相及びレベルの調整を行う。

(2) 復調パネルは、位相調整パネルからのIF信号を受けてこれを検波し、ビデオ信号に変換し、出力する。

(3) 受信処理パネルは、復調パネルからのビデオ信号を受けてA/D (Analog to Digital) 変換を行い、デジタル信

号処理によって利得制御・周波数制御、及び角度誤差検出等を行う。

(4) 受信インタフェースパネルは、既設追尾受信部1とこの装置の角度誤差電圧の切換え機能や、IF試験信号発生機能、RF (Radio Frequency) 試験信号制御機能等がある。

(5) GP-IBエクステンダパネルは、高周波部試験信号発生器を遠隔制御するインタフェースを行う。

(6) スコープパネルは、保守時に使用する。

(7) 分電盤は、リモートで電源のオン/オフ制御ときょう(筐)体内の各部への交流電源分配及び高周波部への交流電源分配を行う。

3.2 追尾受信部2の各部の動作

3.2.1 位相調整パネル

位相調整パネルは、受信装置高周波部からのIF信号を受けてチャンネル間の位相調整及びレベル調整を行い、復調パネルに送出する。図5に位相調整パネルのブロック図を示す。

位相調整は、IF信号(EL)、IF信号(AZ)の二つの信号の位相を、調整範囲 $\pm 180^\circ$ のフェーズシフタによって手動で調整する。レベル調整は、IF信号(SUM)、IF信号(AZ)、IF信号(EL)の三つの信号のレベルを最大減衰量10dB、分解能1dBのステップアッテネータによって手動で調整する。また、IF信号(SUM)をAFC(Automatic Frequency Control:自動周波数制御)処理系に分配する機能もある。

3.2.2 復調パネル

復調パネルは、位相調整パネルからのIF信号を受けて、その信号を増幅検波し、ビデオ信号に変換する。図6に復調パネルのブロック図を示す。

位相調整パネルから入力されたIF信号(SUM, AZ, EL)は可変利得増幅器によって増幅され、また、ブランキ

ングゲートスイッチによって送信信号の漏れ込み信号をカットする。その後、IF帯バンドパスフィルタで帯域制限を行い、ゲーテッドモード時はレンジゲートスイッチによってレンジゲート区間以外の信号を除去する。ただし、ノンゲートモード時はレンジゲートスイッチの機能は無効となり、常にスイッチがオンの状態となる。レンジゲートスイッチの後は、SUMチャンネルIF信号を基準にしてAZ及びELチャンネルのIF信号を同期検波し、角度誤差ビデオ信号を得る。

IF信号(SUM)は、IFバンドパスフィルタの出力の後、自動利得制御(Automatic Gain Control:AGC)用ビデオ発生のための同期検波器(レンジゲートスイッチ経由)と、距離測定用ビデオ(レンジゲートスイッチは経由しない:RAWビデオ)発生のための直線検波器にそれぞれ分配され、SUMチャンネルビデオ信号、距離測定用ビデオ信号、スコープ用ビデオ信号を得る。距離測定用ビデオ信号は、測距装置に対して出力される。

IF信号(SUM)は、周波数制御にも使用され、リミッタアンプによって増幅されて周波数ディスクリミネータに入力される。周波数ディスクリミネータは、入力周波数に応じたAFCのためのビデオ信号を発生させる。

図7にIF用カードの外観を示す。

3.2.3 受信処理パネル

(1) ハードウェア

受信処理パネルは、復調パネルからのビデオ信号を受けて、角度誤差検出・利得制御・周波数制御・追尾受信部の状態制御とタイミング制御を行う。図8に受信処理パネルのブロック図を示す。

復調パネルからのビデオ信号(SUM, AZ, EL, AFC)はバッファアンプを通り、A/D変換器によってデジタル

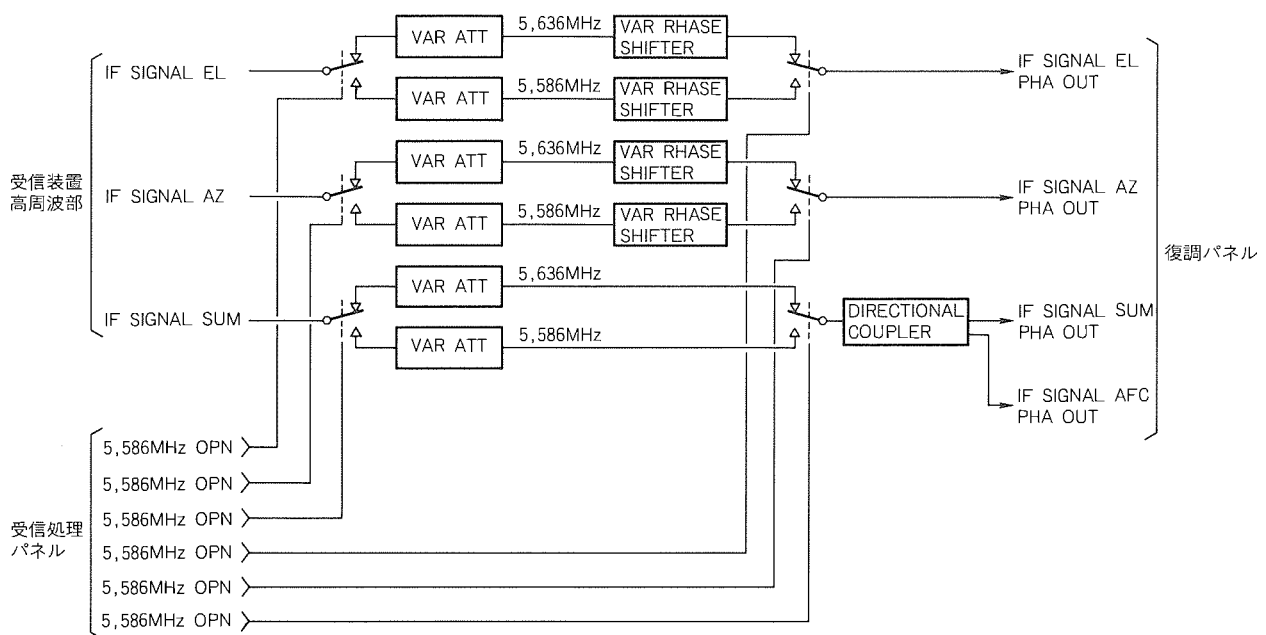


図5. 位相調整パネルのブロック図

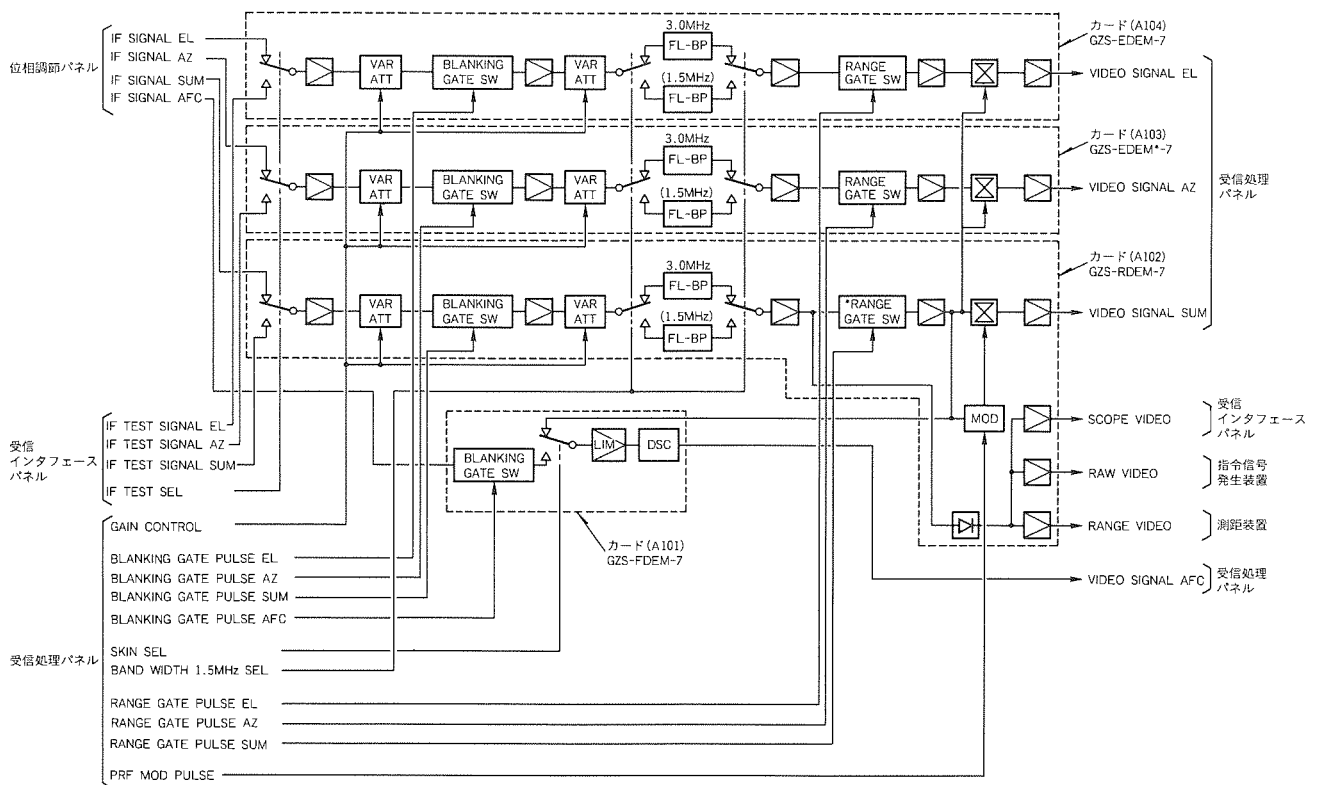


図 6. 復調パネルのブロック図

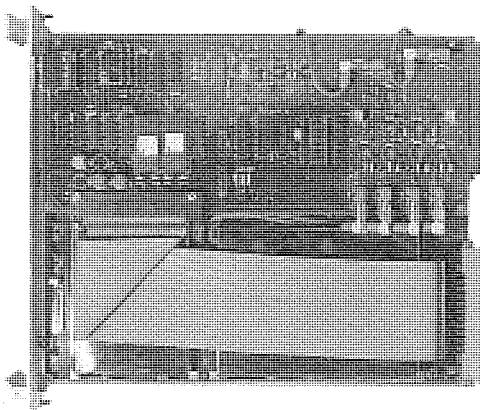


図 7. IFカードの外観図

化される。デジタル化された信号は、バッファメモリに蓄えられ、その後、DSPによって処理される。DSPは、SUM、AZ、EL、AFCそれぞれの処理に対して1個使用し、合計4個で処理を行う。

AZ、ELでのDSP処理は、デジタル化されたビデオ信号の振幅のピーク値を検出し、さらに角度誤差に比例した値に変換する。これをD/A (Digital to Analog) 変換器に出力し、角度誤差に比例した電圧出力を得る。

SUMでのDSPの処理は、デジタル化されたビデオ信号の振幅のピーク値を検出し、さらにビデオの標準レベルに対する誤差に比例した値に変換する。これを、AGCループのフィルタ処理とチャンネル間利得の補正を行った後、復調パ

ネル内 AGC 用可変減衰器へのデジタル指令値として出力する。

AFCでのDSPの処理は、デジタル化されたビデオ信号の振幅のピーク値を検出し、さらにIF基準周波数に対する誤差に比例した値に変換する。このAFCループのフィルタ処理を行った後、この値を制御値として、受信装置高周波部局部発振器の周波数を制御する。

各系 (SUM、AZ、EL、AFC) の処理のタイミングは、タイミング/メモリ制御ブロックで行い、動作モードによってその制御方法を切り替えている。ゲートモードのときは、測距装置からのレンジゲートパルスによって制御され、ノンゲートモードのときは、SUMビデオのビデオスライサの出力信号によって制御される。

受信系の状態制御はこの受信処理パネルのCPUで行い、筐体内の各部及び各装置からの制御情報を得ることにより、制御を行っている。

(2) ファームウェア

(a) CPU

CPUは一定周期で前面パネルのスイッチを監視する。スイッチ押下を検出すると、それに従って動作モード等を変更し、前面パネルに表示制御データを出力する。

(b) DSP 1, DSP 2

DSP 1, DSP 2はそれぞれAZ、ELチャンネルの処理を行う。AZ、ELチャンネルの処理は全く同一の処理である。ビデオ波形のピーク値の検出を行った後、角度誤差に変換する

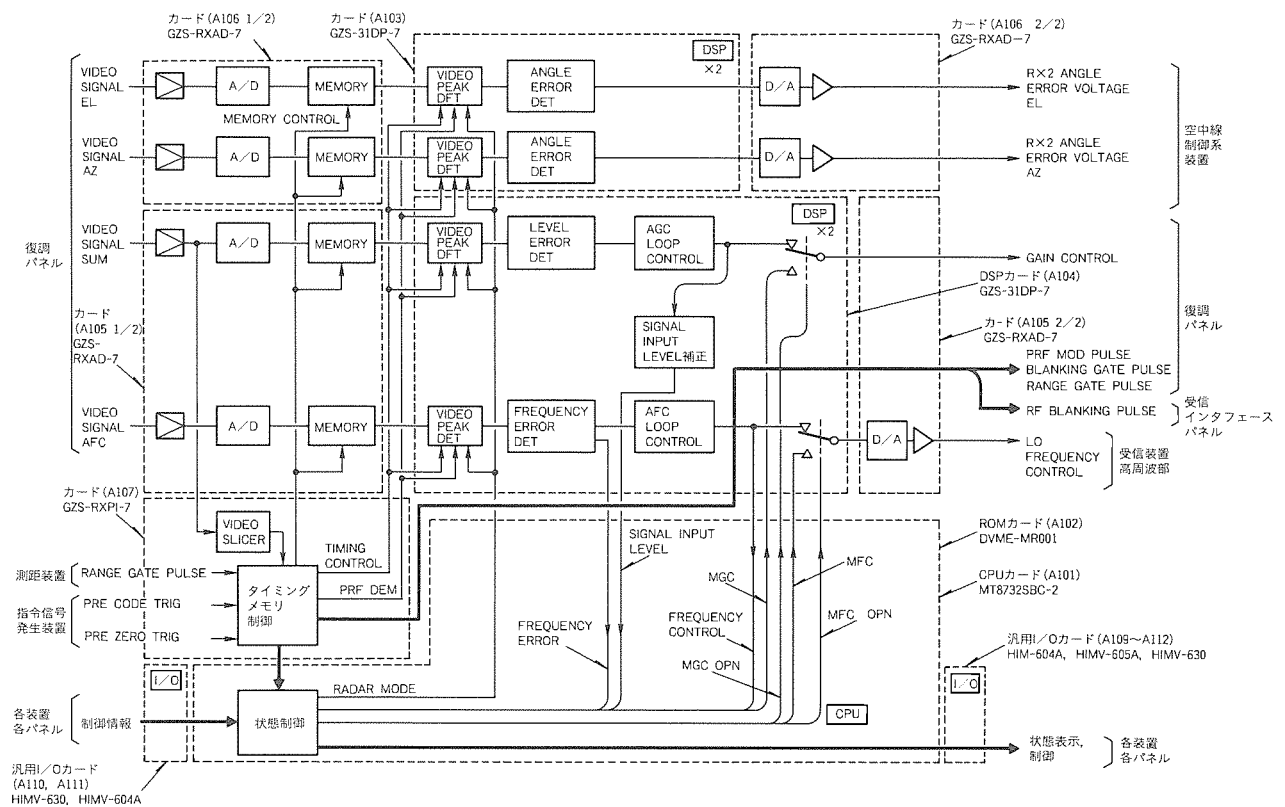


図 8 . 受信処理パネルのブロック図

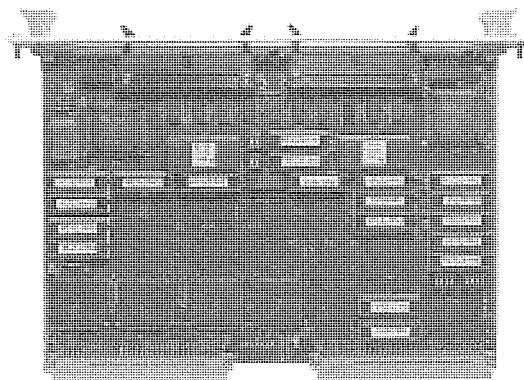


図 9 . DSPカードの外観図

処理を行う。処理結果は、角度誤差としてCPU及びD/Aコンバータに対して出力する。

(c) DSP 3

DSP 3はSUMチャネルの処理を行う。ビデオ波形のピーク値の検出を行った後、ピーク値の絶対値検出を行い、さらにビデオの標準レベルに対してのエラーに比例した値に変換し、AGCのループ処理(ループゲイン調整アンプ、ループフィルタ)を行い、処理結果をD/Aコンバータ、CPU及び外部に対して出力する。手動時は、CPUからの制御値を同様に出力する。

(d) DSP 4

DSP 4はAFCチャネルの処理を行う。ビデオ波形のピー

ク値の検出を行った後、ピーク値を周波数誤差に変換し、AFCのループ処理(ループゲイン調整、ループフィルタ)を行い、処理結果を周波数制御値としてD/Aコンバータに対して出力する。また、周波数誤差も同様に出力する。手動時は、CPUからの制御値を同様に出力する。

図 9 に DSP カードの外観を示す。

3.2.4 受信インタフェースパネル

(1) ハードウェア

受信インタフェースパネルは、角度誤差電圧切換え機能、保守用のIF試験信号発生機能、RF試験信号の制御機能を持っている。また、追尾受信部1と追尾受信部2の共通信号の切換えと分配機能もある。図10に受信インタフェースパネルのブロック図を示す。

角度誤差電圧の切換え機能は、追尾受信部1からの角度誤差電圧とこの装置の受信処理パネルからの角度誤差電圧を追尾モードによって切り換えて、空中線制御系装置に対して出力する。

IF試験信号は内部に30MHzの発振器を持ち、30MHzのCW信号をパルス変調し、復調パネルに対し出力する。パルス幅は選択されているレーダモードによって、1μs(SKIN), 0.5μs(BEACON), 0.25μs(ダブルパルス, バックアップスキンモード)に制御される。また、バックアップスキンモードのとき、2パルスの間隔は選択されているトランスポンダの認識用パルス間隔に応じて3μs, 5μs, 7

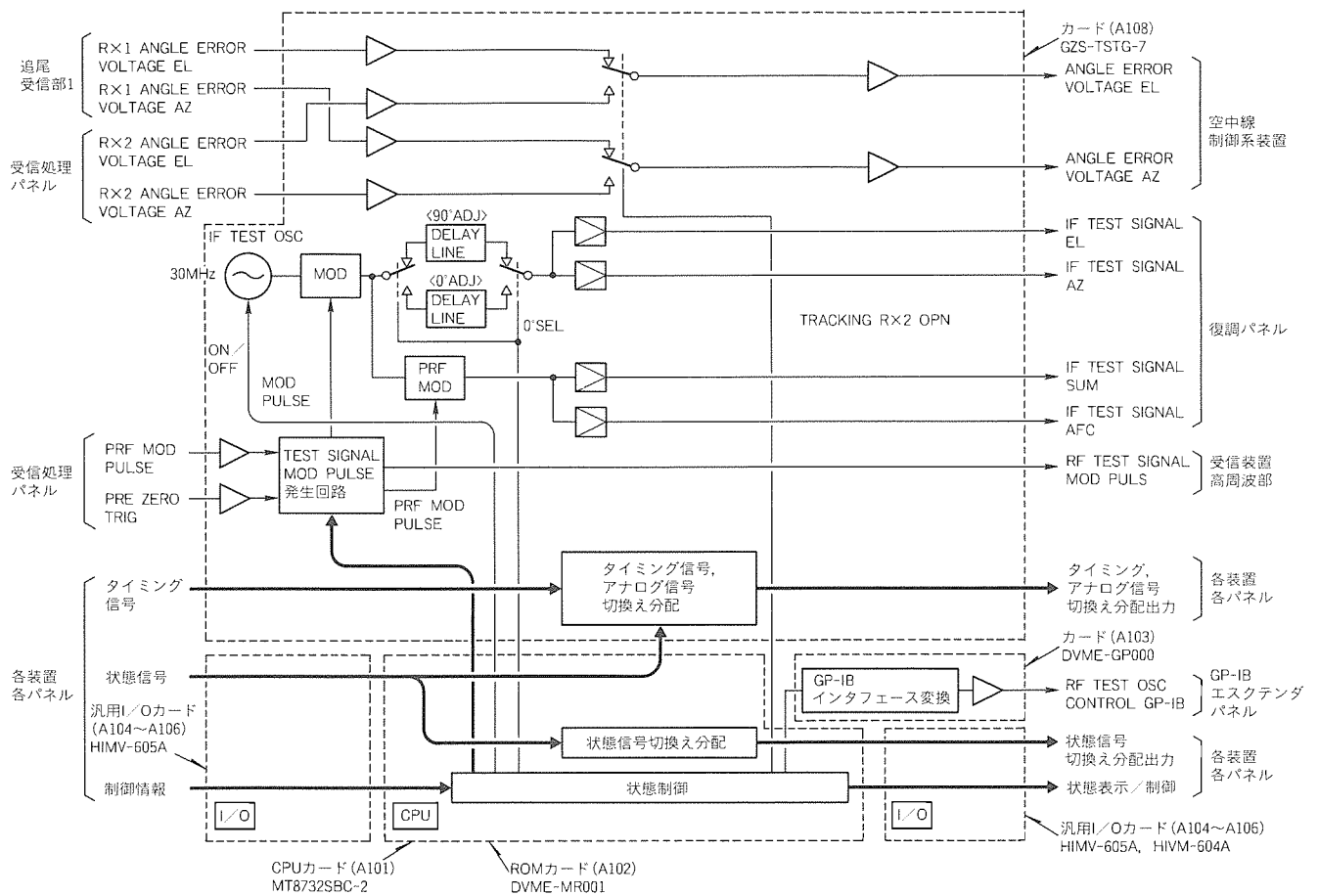


図10. 受信インタフェースパネルのブロック図

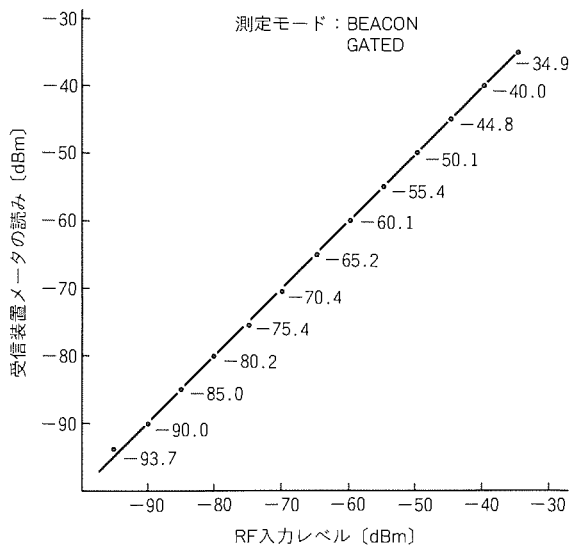


図11. SUM, AZ, ELの3チャンネルのAGC特性データ

μsに制御される。

RF試験信号の制御は、上記認識用パルス間隔に応じてGP-IBを用い、レベルと周波数の情報によって高周波部の試験信号発生器を制御する。

(2) ファームウェア

CPUは一定周期で前面パネルのスイッチを監視する。スイッチ押下を検出すると、それによって動作モード等を変更し、前面パネルに表示制御データを出力する。

4. 性能確認結果

レーダシステム総合試験のためにレーダ試験用バルーン(有効反射断面積約3m²)を放球し、SKINモード及びバックアップスキンモードで高度約20km、距離約200kmまで追尾を行い、バックアップスキンモードについては予想以上の性能を確認した。また、SKINモードについても既設装置以上の性能を確認した。図11に、SUM, AZ, ELの3チャンネルのAGC特性データを示す。

5. むすび

方式は従来と全く同一であるが、最新の技術を採用して安定した性能と一部の性能向上及び操作性向上を実現し、かつ小型の受信装置が開発できた。

終わりに、この装置の設計・製作・据付け・調整に当たり、ご尽力いただいた関係各位に深謝する次第である。

大阪ガス(株)納め衛星通信システム

米岡 実* 永井健一* 三嶋健之* 石井克幸** 喜田智裕** 織田信義**

1. ま え が き

今回、三菱電機(株)が納入した衛星通信システムは、衛星通信の広域性・同報性・耐災害性などの特長を活用し、また、地上専用線への自動切替機能を持つことにより、ライフラインであるガス供給の監視・制御システムの信頼性を高めることを目的としたものである。

2. 衛星通信システムの概要

図1に大阪ガス(株)へ納入したシステムの全体構成を、表1に総合性能を示す。

大阪ガス本社に親局衛星通信地球局を設置し、各地の高圧ステーション等に子局衛星通信地球局 (Very Small Aperture Terminal: VSAT) を設置した。高圧ステーションのテレメータデータは TDMA (Time Division Multiple Access: 時分割多元接続) 方式で親局へ伝送し、高圧ステーションへのテレコントロールデータは TDM (Time Division Multiplex: 時分割多重) 方式で各子局へ伝送している。

また、親局に DAMA (Demand Assignment Multiple Access: 要求時回線割当多元接続) 装置を導入し、支社等との音声連絡回線を備えている。

Ku帯の衛星通信では、波長が短いため、降雨・降雪等によって、受信レベルが劣化して回線が切れることがあるので、テレメータ/テレコントロール(TM/TC)回線については、衛星回線品質(Bit Error Rate: BER)を常時監視し、衛星回線の品質劣化時には使用回線を自動的に地上専用線に切り替える回線切替装置を設置している。

さらに、降雨量・受信レベル・BERを測定し、降雨量対BERを1年間以

上測定し、使用回線を衛星回線から専用線に切り替えるスレッシュホールドレベルを検証するための回線品質測定装置を1子局に設置している。

現在、子局の数は6か所であるが、今後衛星通信設備を順次拡充し、衛星回線の耐災害性を生かし、ライフラインの確保のために使用する予定である。

3. 親局衛星通信地球局の概要

図2に親局衛星通信地球局の機器構成を示す。

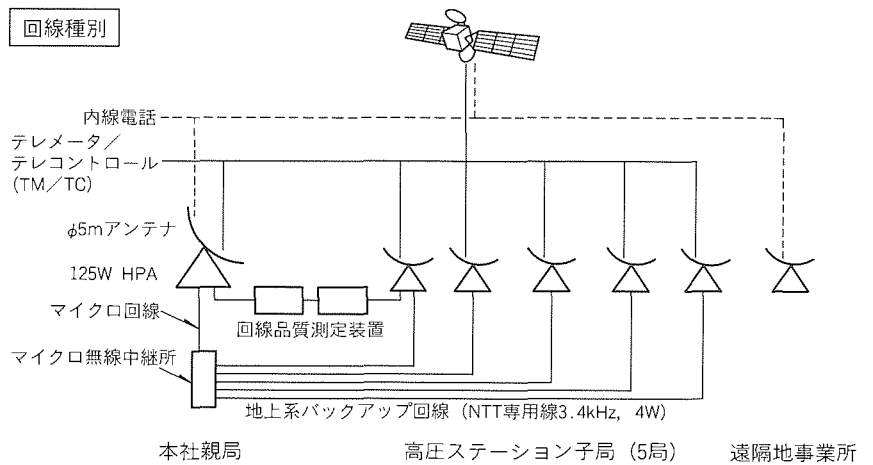


図1. 衛星通信システムの構成

表1. 総合性能

項目		性能
周波数	送信	14.00~14.4GHz
	受信	12.44~12.75GHz
偏波		直線偏波, 送受直交2ポート
回線割当方式	TM/TC回線	回線固定割当て時分割多重方式(TDM-TDMA方式)
	音声回線	回線固定割当て(PAMA方式)及び要求割当て(DAMA方式)多元接続方式
伝送情報		テレメータ/テレコントロール(TM/TC)信号 音声情報
ネットワーク構成		TM/TCネットワーク 音声ネットワーク
音声符号化方式		32kbps ADPCM方式
変復調方式		QPSK-SCPC方式
誤り訂正方式		レート1/2畳込み符号/ビタビ復号方式
所要伝送帯域幅	TM/TC回線	50kHz/キャリア(時分割多重方式)
	音声回線	50kHz/キャリア(周波数多重方式)
回線稼働率	TM/TC回線	99.98%以上 (BER $\geq 1 \times 10^{-6}$)
	音声回線	99.97%以上 (BER $\geq 1 \times 10^{-4}$)

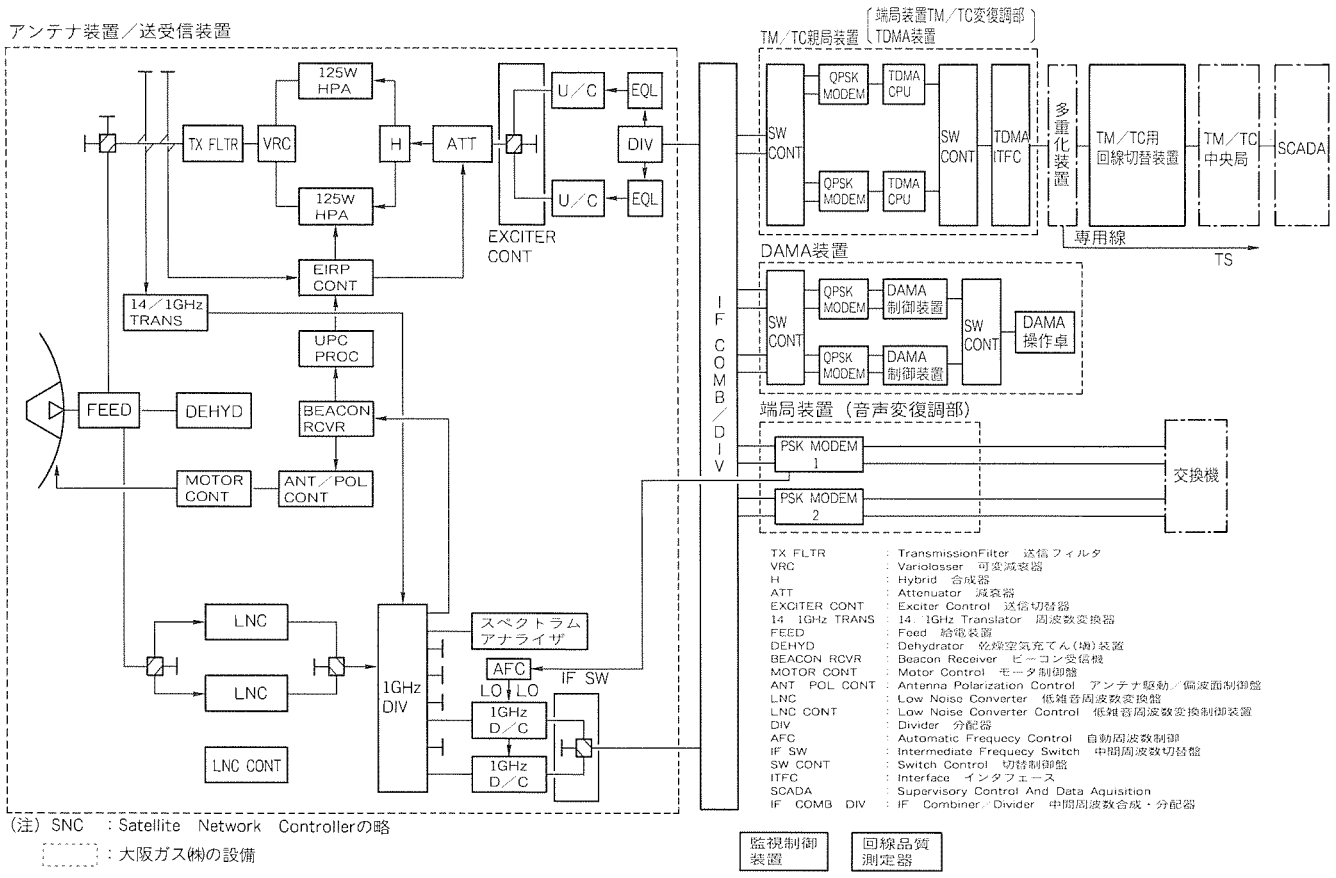


図 2. 親局衛星通信地球局の機器構成

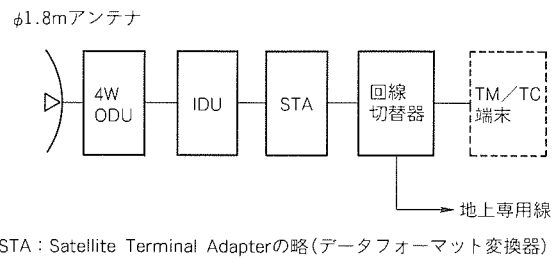


図 3. 子局衛星通信地球局の機器構成

親局衛星通信地球局のアンテナは、将来、緊急時の映像伝送等ができるように直径5mのアンテナとし、衛星のピーコン波の受信レベルを利用したステップトラック方式による自動追尾機能を持っている。また、アンテナへの着雪を防止するための融雪装置を備えている。

ガス供給に直接的にかかわる TM/TC データを含む保安情報を通信するために、以下のようなシステムを構成し、信頼性・保守性等を高めている。

- (1) HPA (High Power Amplifier : 大電力増幅装置) は 2 系統の出力電力を位相合成して約 2 倍の出力電力とし、これを給電部に送出する構成を採り、いずれかの HPA にトラブルが発生しても信号が途切えない無瞬断の冗長構成としている。
- (2) 衛星からのピーコンレベルを監視し、降雨減衰による電

波伝搬損失を自動補正・制御する送信電力制御装置 (UPC (Uplink Power Control) Processor 及び EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power) Control) を備えている。

- (3) U/C (Uplink Frequency Converter : 送信周波数変換回路), LNA (Low Noise Amplifier : 低雑音増幅器), D/C (Downlink Frequency Converter : 受信周波数変換回路), TDMA 装置, DAMA 装置も、機器の故障で回線が切断しないように冗長構成としている。
- (4) 子局からのテレメータデータが衛星回線で受信できないとき、又は衛星通信設備の故障が発生したときに、TM/TC データの使用回線を地上専用線に切り替える回線切替装置を備えている。
- (5) 各機器の状態を監視・制御できる監視制御装置を通信機室に設置している。

4. 子局衛星通信地球局の概要

図 3 に子局衛星通信地球局の機器構成を示す。

- (1) 送信電力 4 W の技術基準適合 VSAT を採用している。
- (2) 1.8 m オフセットグレゴリアンアンテナを採用し、高い開口能率と高利得で低サイドローブ特性を実現している。
- (3) ODU (Outdoor Unit) 装置は、1 GHz 帯送信信号を入力し、14 GHz 帯送信周波数に変換し、固体増幅器で増幅し

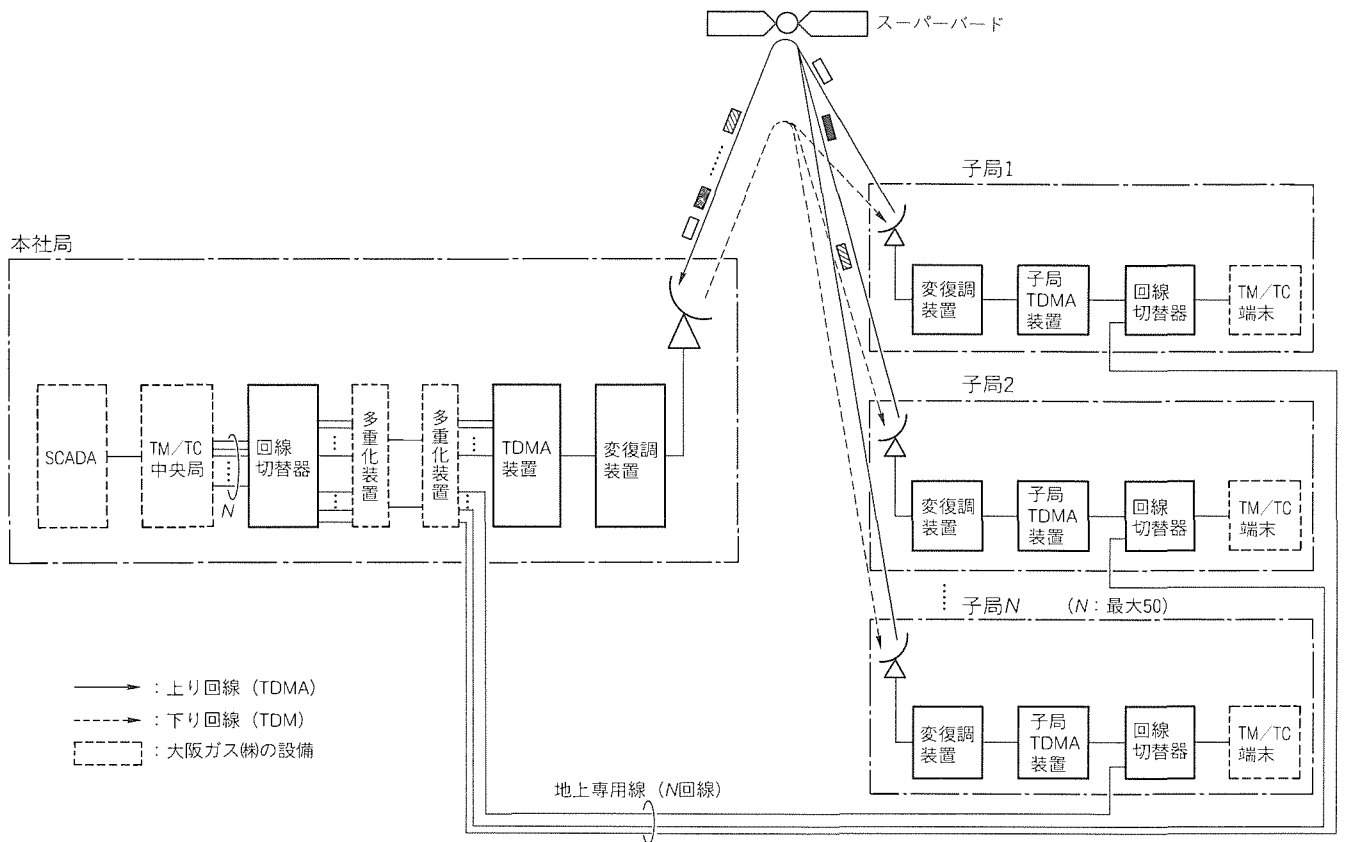


図4. TDMAシステムの概念図

表2. 衛星回線(TM/TC信号)の通信方式

衛星回線	上り回線	下り回線
通信方式	PA-TDMA	PA-TDM
多重方式	QPSK (バースト)	QPSK (連続波)
変調方式	32kbps	32kbps
情報速度	畳込み符号* ビタビ復号	畳込み符号* ビタビ復号
誤り訂正方式		

注 *符号化率 1/2, 拘束長 7

た後、アンテナによって放射する。

一方、アンテナから入力した受信信号は、低雑音 HEMT (High Electron Mobility Transistor) で増幅された後、1 GHz 帯に変換され、屋内装置に受信信号として出力される。

(4) IDU (Indoor Unit) 装置は、2chの変復調器を装備したもので、TDMA 装置からのテレメータデータ、電話機からの音声信号を ADPCM (Adaptive Differential Pulse-Code Modulation) 方式によって符号化した後、140 MHz 帯で位相変調し、1 GHz 帯に周波数変換後、ODU 装置に出力する。

一方、ODU 装置からの 1 GHz 帯受信信号を 140 MHz 帯に周波数変換した QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 信号を復調し、テレコントロール信号として TDMA

表3. 端末インタフェース

電気的條件	CCITT V.28
相互回路	CCITT V.24
接続形態	RS-232C
データフォーマット	HDLC
伝送速度	2,400bps
端末数	最大50

装置へ出力、又は音声として電話機に出力する。

5. TDMAシステム

5.1 目的

TDMA システムは、高圧ステーション等に設置した TM/TC 端末から本社 TM/TC 中央局へ

常時伝送されるテレメータデータの伝送と、TM/TC 中央局から TM/TC 端末へのテレコントロールデータ伝送のための信号路を提供することを目的としたシステムである。

5.2 概略構成

図4に TDMA システムの概念図を示す。

5.3 回路構成

表2に、このシステムで使用される衛星回線の通信方式を示す。

5.4 端末インタフェース方式

表3に、TM/TC 中央局、及び TM/TC 端末との端末インタフェースを示す。

5.5 親局 TDMA 装置

この装置は、下記の機能を持っている。

(1) TM/TC 中央局から受信した最大 50 局分のテレコントロールデータを、衛星回線 1 回線で伝送する。このための多重化処理を行い、変復調装置へテレコントロールデータを

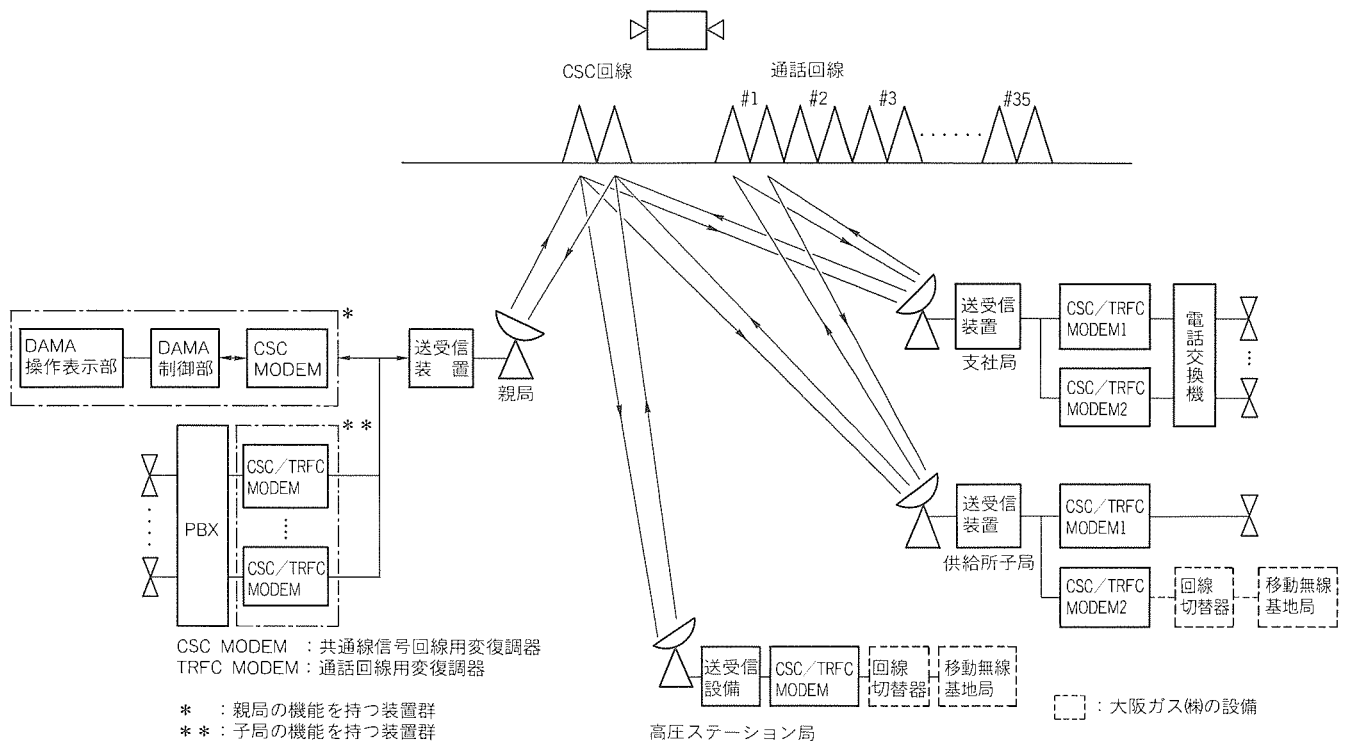


図 5 . DAMAシステムの概念図

送信する。

- (2) 変復調装置から受信した TM/TC 端末から中央局へのテレメータデータを各局ごとに振り分け、TM/TC 中央局へ送信する。
- (3) 子局からのテレメータデータが受信できなかった場合には、各回線ごとに衛星回線断を監視制御装置へ通知する。
- (4) この装置のデータ制御部は冗長構成となっている。

5.6 子局 TDMA 装置

この装置は下記の機能を持っている。

- (1) 親局からのテレコントロールデータを受信し、自局に接続されている TM/TC 端末向けであるかどうかを判定し、自局向けであるならば TM/TC 端末へ送信する。
- (2) TM/TC 端末からのテレメータデータを受信し、自局に割り当てられた衛星回線上のバーストスロットに送信する。

5.7 特 長

TDMA 方式を採用することにより、TM/TC 端末と TM/TC 中央局間の回線数を、上り回線 1 ch、下り回線 1 ch とし、衛星トランスポンダ使用帯域を最小とした。

また、子局 TDMA 装置で下り回線の TDM 信号の BER を測定し、BER 劣化時に、回線切替装置で地上専用線へ自動切替えを行う機能を装備している。

6. DAMAシステム(衛星電話システム)

6.1 目 的

本社・支社・供給所などの一般電話機、及び移動無線中継の通話路を提供することを目的としたシステムである。

表 4 . 衛星回線の通信方式

衛星回線 通信方式	制御回線	制御回線	通話回線
	上り回線	下り回線	
多重方式	PA-TDMA	PA-TDM	RA-FDMA
変調方式	QPSK (バースト)	QPSK (連続)	QPSK (連続)
情報速度	32kbps	32kbps	32kbps
誤り訂正方式	畳込み符号* ビタビ複合	畳込み符号* ビタビ複合	畳込み符号* ビタビ複合
符号化方式	—	—	32kbps ADPCM

*符号化率 1/2, 拘束長 7

PA-FDMA : Preassign-Frequency Division Multiple Access

RA-FDMA : Random Access-FDMA

6.2 概略構成

図 5 に DAMA システムの概念図を示す。

6.3 回路構成

表 4 に、このシステムで使用される衛星回線の通信方式を示す。

6.4 特 長

DAMA 方式を採用して通信要求発生ごとに衛星通話回線を設定し、終了後は解放するので、効率的に衛星回線を利用できる。

6.5 システムの性能と機能

(1) システム容量

- 収容チャンネル：1,000 ch
- 通話回線 (衛星回線数)：100 回線双方向
- CSC (Common Signaling Channel) 回線

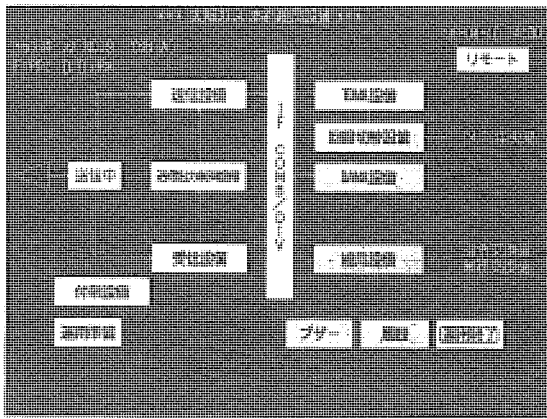


図 6. 監視制御装置表示画面フォーマット(全系)

- ：1回線
- (2) DAMA 接続機能
 - 同時接続数：最大 100 回線
- (3) ヘルスチェック機能

7. 監視制御装置

この装置は、下記の機能を持っている。

- (1) 地球局機器監視制御

地球局を構成する機器の状態を定周期で監視し、障害の検出、状況表示、警報出力を行う。

状況表示は、マルチウィンドウにより、全系の表示を背景として、機器の詳細状況の確認と制御操作ができる。なお、図 6 に全系の監視制御装置表示画面フォーマットを示す。

監視によって検出された状態変化は、状態履歴としてハードディスクに蓄積し、保守計画等に利用される。

制御操作はマウス入力のみで、すべての操作が可能となっており容易に操作できるが、通常運用に用いられるパラメータが実際の機器に正しく設定されていなかった場合には、再設定をオペレータに促して誤操作を防ぐ設計となっている。
- (2) TDMA 回線切替制御

TDMA 装置によって取りまとめられる子局-親局間の TDMA 回線状況を機器状態の一部として取り込み、TDMA 回線異常の判定を行い、異常と判定された場合には、回線切替器に対して地上網への切替要求を行う。切替え後も TDMA 回線の状態監視を継続し、回線異常が復旧したと判断された場合は、TDMA 回線へ自動的に復帰させる。

この機能により、親局として回線の管理を総合的に行い、子局との回線不通時間を最小にとどめている。
- (3) SV 装置インタフェース

SV (Supervisory) 装置は、デジタル入出力の汎用的なインタフェースで制御対象の各設備と接続されている。

この装置は、地球局設備の取りまとめ役として SV 装置へ機器障害状況を通知するとともに、SV 装置からの制御要求を受け付け、SV 装置に代わって機器制御を行う。

また、上記の機能に加えて、Windows マシンとボードコンピュータを組み合わせることにより、リアルタイム性と Windows の操作性を兼ね備えた装置として実現させたことを特長としている。

8. 回線切替装置の概要

8.1 目的

回線切替装置は、高圧ステーションとの TM/TC 信号の通信に衛星回線と専用線のどちらの通信回線を使用するかを、衛星回線の状態、親局・子局双方の衛星回線構成機器の状態、専用線の回線状態を監視し、設定する。

8.2 特長

- (1) 子局で親局からの TDM 信号の BER を監視し、所定の回線品質以下になったときは、TM/TC 信号を地上専用線に切り替える。
- (2) 子局は無人局のため、親局異常時に状態遷移を類推し、二重の障害まで切替制御する。

8.3 システム構成

図 7 に、回線切替システム系統図を示す。回線切替システムの使用回線を設定する機能は、下記の機器で実現している。

- (a) 本社親局監視制御装置
- (b) 本社親局回線切替装置
 - 本社親局回線切替器
- (c) 子局回線切替装置
 - 子局回線切替制御装置
 - 子局回線切替器
- (d) 中継所専用線用モデム

本社親局監視制御装置及び回線切替装置は、衛星通信設備機器の状態監視、衛星通信回線の回線状態、専用線の回線状態を監視し、不具合が発生したときには使用通信回線を切り替える。

8.4 運用モード

回線切替装置の運用モードには、下記の二つのモードがある。

- (1) 衛星優先モード

衛星優先モードは、衛星回線を通常使用して衛星設備の機器状態と受信状態を監視し、機器異常又は BER 劣化が発生すると、TM/TC 設備の使用回線を専用線側に切り替える。
- (2) 専用線優先モード

専用線優先モードは、専用線を通常使用して専用線異常時には使用回線を衛星回線に切り替える。

8.5 機能

- (1) 衛星通信機器異常時の自動切替コマンド生成

子局 ODU/IDU、モデム (PSK MODEM)、STA のいずれかの異常を検出したときに、使用回線を衛星回線から専用線へ切り替えるためにコマンドを発行する。本社親局の衛星通信機器異常時の自動切替は、本社親局監視制御装置

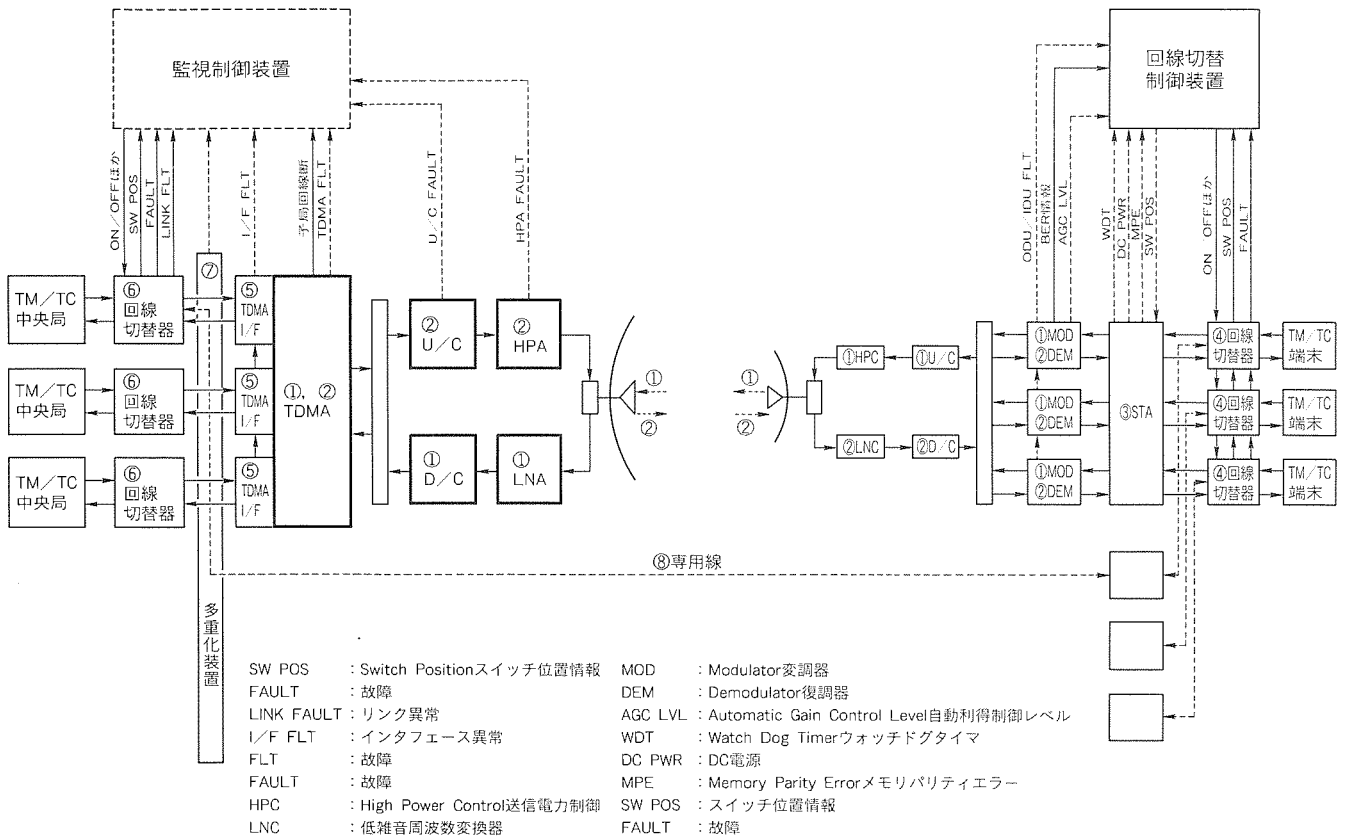


図7. 回線切替システム系統図

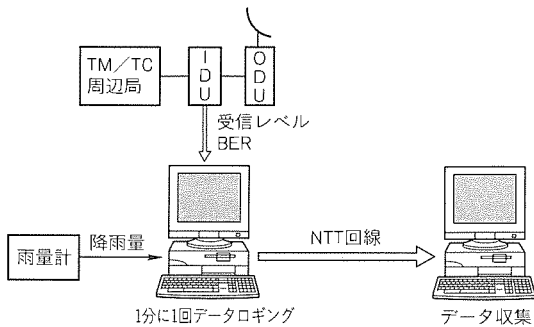


図8. 回線品質測定系統図

で実施している。

(2) 降雨減衰による BER 劣化、BER 復旧時の自動切替コマンド生成

子局 TDMA 装置から BER 情報を 1 秒ごとに監視し、BER 値が設定値より劣化した場合はタイマを動作させ、ある一定時間連続した場合に専用線へ切り替えるコマンドを発行する。

専用線切替後は、BER 情報が設定値よりも回復した場合にタイマを動作させ、ある一定時間継続した場合に衛星回線へ切り替えるコマンドを発行する。

9. 回線品質測定装置

9.1 目的

衛星通信システムの降雨減衰と、太陽雑音等による回線品質の変動を調査するため、BER・降雨量・受信レベルの測定を行う。

9.2 機能

(1) BER・降雨量・受信レベルを 1 分単位で連続測定し、パソコンにロギング (市販の表計算ソフトウェアで処理可能なフォーマット) し、フロッピーディスクに出力する。

(2) 回線品質測定器設置局と本社局を NTT 公衆回線で接続して、本社局で測定結果を表示プリントする。

9.3 回線品質測定系統図

図8に回線品質測定系統図を示す。

10. むすび

以上、今回開発した大阪ガス(株)納め衛星通信システムの概要及び主な特長などについて述べた。

衛星通信システムの本格的なテレメータ/テレコントロールへの応用であり、今後、この分野での衛星通信の利用促進が期待できるものである。

最後に、このシステム開発に当たり御指導、御協力をいただいた宇宙通信(株)を始め関係各位に深く感謝の意を表す。

三菱クライアント・サーバ コンピュータ “apricot FT8000シリーズ”

黒田健児* 水野正博* 廣野哲郎**

1. ま え が き

ネットワークコンピューティング、クライアント/サーバシステムの進展とともに、拡大するネットワークに対応して大量のデータを素早く確実に処理することが求められている。

企業活動や社会基盤の基幹システムに適用されるサーバコンピュータ（以下“サーバ”という。）には、従来のメインフレームやオフィスコンピュータ、ミニコンピュータが長い間培ってきたシステム構築の技術と経験の応用も必要とされる。また、インターネットやマルチメディアなどの新しい技術を素早く取り入れた戦略的情報システム構築のためにオープン性も重要である。

三菱クライアント・サーバ コンピュータ“apricot FT8000”（以下“FT8000”という。）は、このような時代の要請にこたえて開発し製品化した新世代の高性能・高信頼オープンサーバである。

apricot FT8000の外観を図1に示す。

2. FT8000の製品コンセプト

大規模な広域分散システムを視野に入れたクライアント/サーバシステムソリューションの中核をなすFT8000のコンセプトは以下のとおりである。

(1) 高性能・高信頼なプラットフォームにより、確実な大量のデータ処理や分散ネットワークの中核となるサーバ機能を提供。そのために、大容量データ処理に即時にこたえる高速性、大切なデータを保護しシステムの可用性を高める高信

頼性、システムの成長に柔軟に対応するスケーラビリティ、これらをオープンアーキテクチャで実現した新世代サーバを提供する。

(2) オープンプラットフォームとその上のオープンな環境によって新しい技術をいち早く取り入れるとともに、将来システムへの発展を可能にするために、Windows NT^(注1)とUnixWare^(注2)をサポートするオープンプラットフォームと、ネットワーク、ORACLE^(注3)、COBOL、C言語などのオープン環境を提供する。

(3) 広域分散システムにおけるシステム構築支援、システム運用管理など業務の分散化、及びサーバの広域への分散配置に対応して、①集中処理システムで培われた運用管理機能をクライアント/サーバシステムで実現するビジネス分野向け機能と広域分散システムを効率的に集中管理するシステム/ネットワーク管理機能を実現した“OPENCENTER”，②データベース中心システムの構築/運用支援にこたえるミドルウェア“DolphineII”，を提供する。

(4) 基幹業務を担う広範囲な製品群、ユーザーズをいち早く吸収する開発環境などを簡単操作で提供するとともに、豊富な分野・業種別パッケージを拡充する。

(5) 情報システムのライフサイクル全領域をトータルなサポートでこたえるために、システムの構想から企画・設計・開発・構築・保守・教育までの一貫した当社のサポート体系“SATISFY”を推進する。

3. FT8000の特長

3.1 Pentium Pro 200MHz搭載

フルパフォーマンスアーキテクチャ

FT8000モデル800は、Pentium Pro^(注4)200MHzを8個と4Mバイトのシステムキャッシュメモリを搭載したマルチプロセッサ構成である。モデル400は最大4個のPentium Proを搭載し、それぞれシステム全体のスループットを最大限に引き出すアーキテクチャを実現している。

システムバスは、528Mバイト/秒の高速性に加えて、ECC (Error Correction Code) 保護、パリティ保護によ

(注1) “Window NT”“Windows” は、米国 Microsoft Corp. の商標である。

(注2) “UnixWare” は、米国 The Santa Cruz Operation, Inc. の商標である。

(注3) “ORACLE” は、米国 Oracle Corp. の商標である。

(注4) “Pentium Pro” は、米国 Intel Corp. の商標である。

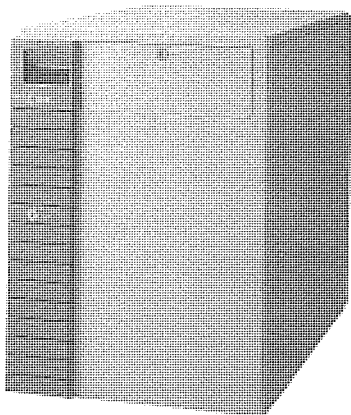


図1. apricot FT8000の外観

る高信頼性も同時に実現している。さらに132Mバイト／秒の高速ローカルバスPCI (Peripheral Component Interconnect) を2系統搭載し、システム性能をフルに引き出す構造である。

3.2 最大8CPUと最大228Gバイトディスク容量の拡張性

上述の最大8CPUマルチプロセッサに加え、高速ハードディスク、PCIバスに接続するディスクアレー制御装置、FAST-WIDE-SCSI (Small Computer System Interface) 制御装置が、信頼性の高いディスクシステムの拡張性を提供する。拡張ストレージキャビネットを増設することで、最大228Gバイトまで拡張可能である。

また、最大1Gバイトのメインメモリは、システム性能と耐障害性をサポートするECC対応である。

3.3 新しい高信頼を形にしたハードウェア

社会システムの基幹を支えるサーバに求められる堅ろう(牢)さ、確かさを形にした。

オンライン交換可能なディスク装置と冗長多重電源は、フロント扉を開けてアクセスできる構造である。消費電力の多いPentium Proに定期的交換部品であるファン付きヒートシンクを用いることなく、計算された冷却エアフローと背面冷却ファンで冷却システムを実現している。電源、ボード類はロックネジを備え、ディスク装置は簡単挿抜と確かな固定を実現する専用レバーロック機構を採用している。

3.4 オンライン交換可能な冗長多重電源

モジュール構成の電源装置により、システム構成に合わせて電源の増設が可能である。また冗長モジュールを装備することにより、万一の電源故障の場合でも運転は続行できる。運転を継続したまま故障部分を交換できるオンライン交換設計とした。

3.5 無停電電源装置を標準内蔵

無停電電源装置(UPS)を電源装置と統合して標準内蔵している。接続のためのケーブリングやシリアルポートの占有がないため、システム拡張に支障を来さない。外付けでは得ることのできない、システムと高度に一体化し

たデータ保護環境を実現している。

3.6 サーバCPUの負荷を軽減するディスクアレー

専用ハードウェアが実行するRAID5 (Redundant Array of Inexpensive Disks level 5) アルゴリズムにより、サーバCPUへの負荷を大幅に軽減するとともに、高信頼のシステムを実現する。ディスク装置はオンライン交換が可能で、交換後のディスクへのデータ復元もハードウェアが実行する。

3.7 先進のサーバ管理装置を標準装備

サーバ全体を統合的に監視制御するサーバ管理装置を標準装備している。サーバの動作状態、環境条件の監視や障害時の自動通報、ログ機能を始め、遠隔地からの電源投入・切斷、遠隔ブートを実行する遠隔保守機能まで、トータルな運転・障害管理機能、セキュリティ機能を提供する。

4. ハードウェア構成と仕様

FT8000はモデル800、モデル400とも、高さ700mmのデスクサイドキャビネットである。フロント扉と右側板を外した状態を図2に、概略仕様を表1に示す。

5. Pentium Proマルチプロセッサ

5.1 マルチプロセッサ方式の選択

Pentium Proの1本のバスに接続できるプロセッサ数は最大4個である。この電氣的・論理的制限を超えるために、大きく3種類の方式がある。

図3において、図(a)はバスインタフェース部を通してシステムバスに1階層で接続する方式である。図(b)は階層型モデルで、Pentium Proのバスとシステムバスをバスブリッジで接続する。図(a)(b)ともインタフェース部、バスブリッジ部に三次キャッシュメモリの接続が可能である。図(c)はクラスタシステムで、各クラスタノードごとにオペレーティングシステムやデータベースソフトウェアを必要とし、厳密にはマルチプロセッサシステムとは言えない。

FT8000モデル400は、最大4CPUのマルチプロセッサ

表1. apricot FT8000の概略仕様

モデル	モデル400	モデル800
CPU	Pentium Pro 200MHz	
プロセッサ数	1, 2, 4	8
キャッシュメモリ	CPU内蔵(二次)256Kバイト	CPU内蔵+4Mバイト(三次)
メインメモリ	32~512Mバイト/1Gバイト	256Mバイト~1Gバイト
ディスク容量	2~22Gバイト/228Gバイト	8~228Gバイト
ディスクアレー	RAID5(オプション)	
電源	冗長多重電源(冗長モジュールオプション) 無停電電源装置	
サーバ管理装置	標準装備	
拡張スロット	PCI : 2(空き1)	*2(空き1)
	EISA : 3(空き2)	*1(空き0)
*は1CPUにのみ適用	PCI/EISA共用 : 5(空き5)	*3(空き3)

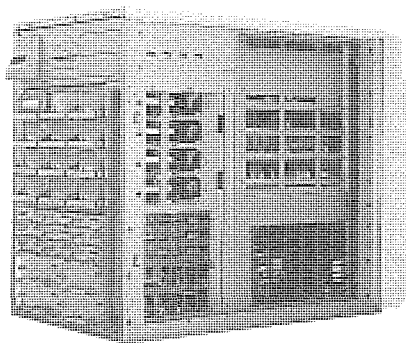
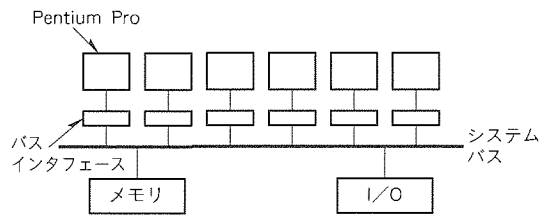


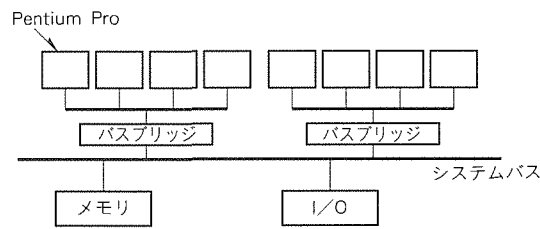
図2. 筐体内部

構成で、図(a)の方式である。ただし、特別なバスインタフェースと三次キャッシュメモリは持たない。モデル800は、Pentium Proを8個搭載したマルチプロセッサ構成で、図(b)の方式である。

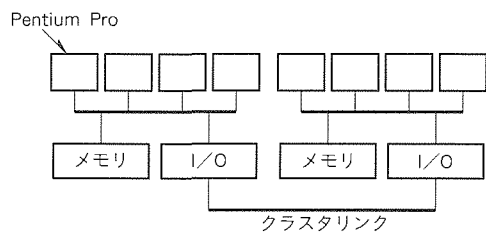
図4にモデル400のハードウェアブロック図を、図5にモデル800のハードウェアブロック図を示す。



(a) 1階層型



(b) 2階層型



(c) クラスタ型

図3. マルチプロセッサの方式

5.2 SMPブリッジ

階層型モデルに三次キャッシュメモリを付加した構造を実現するために、SMP (Symmetrical Multi-Processor) ブリッジLSIを開発した。SMPブリッジLSIは、CPUインタフェース部 (LC)、システムインタフェース部 (SC)、データバス部 (DP) の3種類で構成され、チップセットとしてLCとSCは各1石ずつ、DPは2石を使用する。合計で約40万ゲートの規模である。

表2にSMPブリッジLSIの概略仕様を示す。SMPブリッジ当たり最大4個のPentium Proを制御し、三次キャッシュを搭載したCPUボード(図6)を2枚実装することによって8CPUを構成する。

5.3 三次キャッシュメモリ制御

三次キャッシュメモリはSMPブリッジ外付けの標準SRAM (Static Random Access Memory) で、タグメモリ、リプレースメモリ、データメモリを構成する。タグメモ

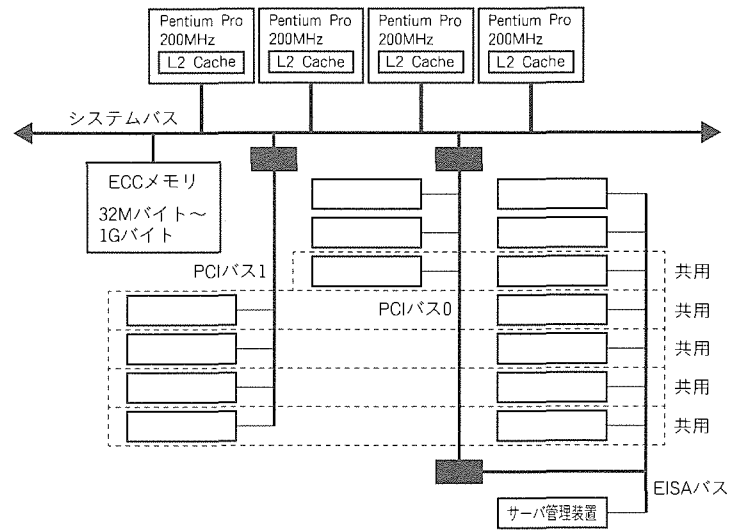


図4. モデル400(4CPUタイプ)のハードウェアブロック図

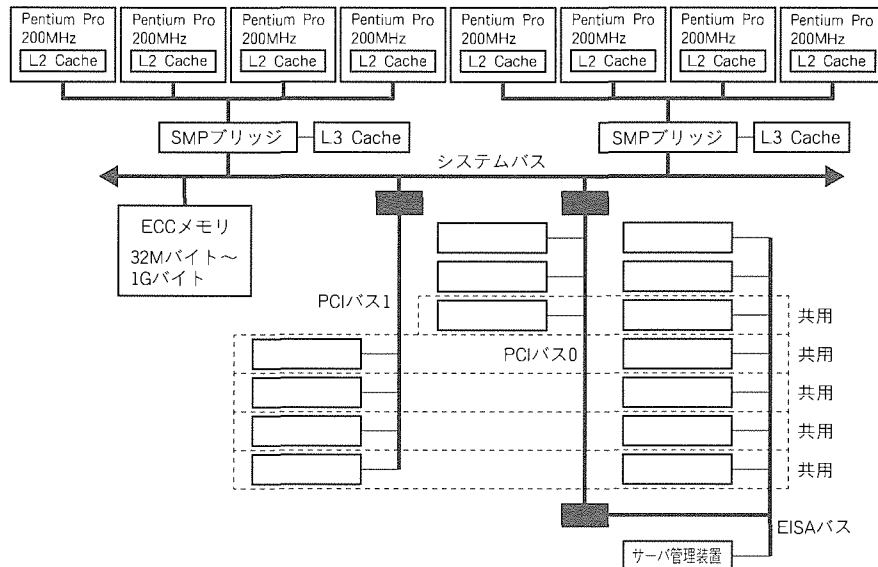


図5. モデル800のハードウェアブロック図

表 2. SMPブリッジLSIの概略仕様

LSI名	LC	SC	DP
パッケージ	447Pin CPGA	299Pin CPGA	299Pin CPGA
使用数	1	1	2
プロセス	0.5 μ m CMOS	0.5 μ m CMOS	0.5 μ m CMOS
消費電力	3.3V, 4.5W	3.3V, 3.5W	3.3V, 3.5W
動作周波数	66MHz, PLL同期方式		
三次キャッシュ制御	4ウェイ 32バイトラインサイズ ライトバック方式 MESIプロトコル		

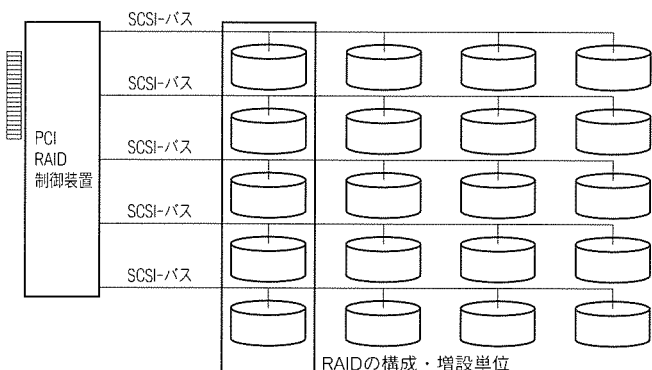


図 7. ディスクアレーの理論構造

り、リプレースメモリはパリティ保護を、データメモリはECC保護を行うことによって高信頼キャッシュメモリシステムを提供する。制御アルゴリズムは4ウェイセットアソシアティブ方式で、Pentium Proのすべてのキャッシュ属性に対応する。通常はライトバックモードで使用し、システム全体のキャッシュメモリの一貫性制御はすべてハードウェアが行う。

モデル 800はSMPブリッジ当たり2Mバイトの三次キャッシュを装備し、システム全体では4Mバイトの容量である。

6. ディスクアレー

6.1 ディスクアレー方式の選択

1980年代にRAID技術が提案され⁽¹⁾、I/Oスループットの改善と信頼性向上の有力な手段と認められつつある。

I/Oスループットの改善は、ディスクに格納するデータを複数のディスクに分散し、同時動作させることが基本となる。一方、複数ディスクへのデータ分散は信頼性を低下させる要因となるため、データに冗長性を持たせた様々なRAID方式が提案されてきた。

FT 8000のディスクアレーは、RAIDアルゴリズムの実行をサーバCPUからオフロードするハードウェアRAID方式で、専用ハードウェアをサーバ内部に持つ。PCIバス直結のRAID制御装置は、5本の専用SCSIバスポートを持つ。各SCSIバスには最大4台のオンライン交換可能なディスク装置が接続可能である。図7にディスクアレーの論理構

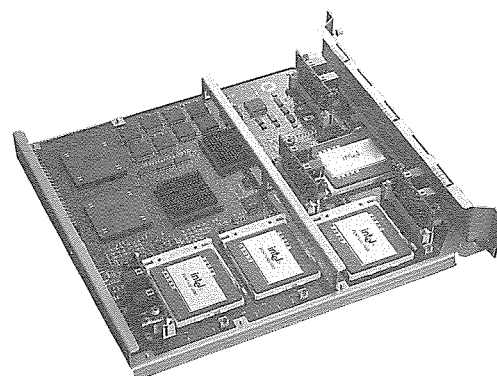


図 6. モデル800のCPUボード

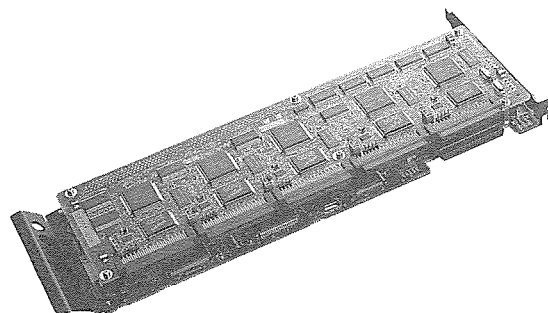


図 8. RAID制御装置

造を、図8にRAID制御装置を示す。

6.2 ディスクアレーの特長

(1) PCIバス接続専用RAIDハードウェア

専用マイクロプロセッサと専用LSIを搭載した制御装置がRAID5アルゴリズムを実行する。RAID5動作では、1回のライト要求に対して最低2回のディスクリードと2回のディスクライトが発生する。したがって、ソフトウェア方式では4回の起動処理と割込み処理、I/Oバス経由主記憶、と4回のデータ転送が必要で、さらに、サーバCPUはexclusive-ORの計算が必要である。これらはすべてサーバシステムのCPU負荷とバス負荷を高くし、本来行うべき仕事を妨害する。このディスクアレーは上記のようなCPU負荷・バス負荷を制御装置内部にオフロードしている。

(2) 高信頼ディスクアレー

RAID5のディスクアレーの平均データロス時間(MTBDL)は以下の式で表わされる。

$$MTBDL_{RAID5} = MTTF_{DISK}^2 / (N_G \cdot G(G+1) \cdot MTTR_{DISK}) \dots (1)$$

ここで N_G はグループ数、 G は1グループのデータディスク数である。 $MTTF_{DISK} = 10$ 万時間、平均修理時間を24時間と仮定するとMTBDLはRAID構成でない場合の約1,000倍となる。

ただし、修理しない場合は信頼度計算から

$$R(t)_{RAID} = R(t)_{DISK}^5 + {}_5C_1 R(t)_{DISK}^4 \cdot (1 - R(t)_{DISK}) \dots (2)$$

となる。 $R(t)_{DISK}$ に $e^{-\lambda t}$ を代入し、

$$R(t)_{RAID} = 5e^{-4\lambda t} - 4e^{-5\lambda t} \dots\dots\dots (3)$$

を得る。したがって修理しないまま稼働させると、MTTFは9/20に低下する。RAIDディスクのオンライン交換が必要とされる理由である。

さらに、FT 8000のディスクアレーは5台のディスク装置を別々のSCSIバスに接続し、SCSIバスの障害にも対応している。

ディスクシャーシ内部はWIDE-SCSIバスをケーブルではなくバックプレーン接続し、ターミネータも搭載している。SCSI-IDもバックプレーンのスロット位置で自動的に設定されるので、ケーブル接続にありがちな接続不良や設定誤りをなくし、部品点数の削減効果とともに信頼性向上に寄与する。

(3) システムを組みやすい高性能

制御装置上の専用マイクロプロセッサと専用LSIによってRAIDアルゴリズムを実行するとともに、ディスク装置のデータバッファとコマンドキューイング機能を有効利用する方式で、RAID5で問題となるディスク装置への書き込み性能を改善している。図9に、S/W-RAID方式、制御装置上にキャッシュを持つ市販の制御装置とFT 8000のRAID

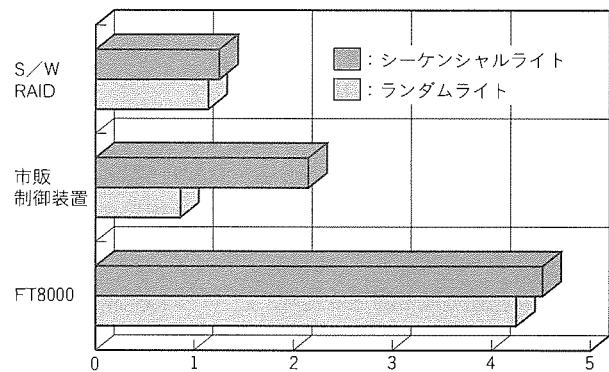


図9. ディスクアレーライト性能例

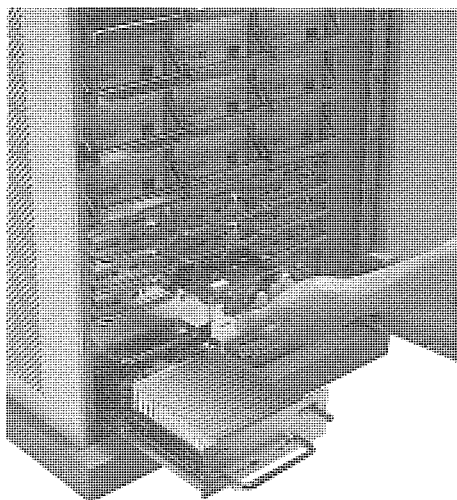


図10. 冗長多重電源装置

制御装置のディスクライト性能例を示す。

ディスクが1台故障した状態の性能(ディスクのリード/ライト性能, CPU負荷率)が正常時の性能と大きく変わった場合には、システム構築が難しくなる。このディスクアレーは、ディスク装置1台故障時の処理をすべて専用ハードウェアで実現し、サーバCPUへの負荷を与えない構造である。さらに、新たに交換されたディスク装置へのデータ再構成もすべて制御装置で実行する。このことは、複数のディスクアレー制御装置での動作環境を考えると重要な点である。

(4) 拡張性の提供: 最大160GバイトのRAID5

ディスク容量が更に必要な場合、拡張ストレージキャビネットを用いる。2キャビネットを追加することで、160GバイトのRAID5となる。

7. 冗長多重電源と無停電電源装置

電源は図10に示す冗長多重電源方式を採用している。PCサーバで広く用いられる無停電電源装置はAC-DCバッテリーと接続し、その出力をインバータでACに変える。この出力がサーバのAC入力に接続される。この方式は、外付け無停電電源装置で装置のセキュリティを含めた管理やサーバのシリアルポートを一つ占有してしまうという問題がある。FT 8000ではこの問題を解決するために、サーバ管理装置で制御するきょう(筐)体内蔵タイプとした。電力変換効率の観点から、AC-DCモジュールの先でバッテリーと接続し、その出力が必要な電圧を供給するDC-DCモジュールに接続される。図11に電源システムのブロック図を示す。

Pentium Pro 8個の消費電力は約300Wである。メモリの最大仕様は1Gバイト、ディスク最大12個で、これだけの電力をすべて賄う電源装置は小・中規模構成ではオーバ

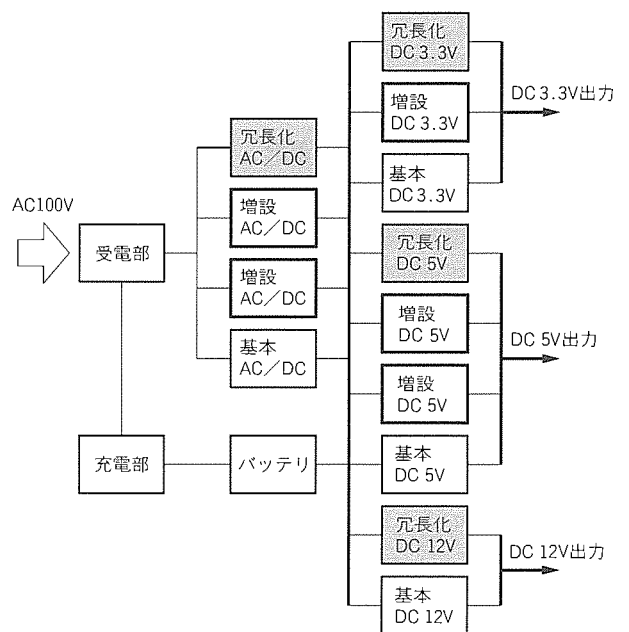


図11. 電源システム図

ヘッドとなる。そこで各電源をモジュール化し、必要電力量に応じて増設する多重電源モジュール方式とした。さらに、モジュールを追加して冗長化することにより、万一電源モジュールが故障した場合でも運転が継続できるようにしている。このモジュール電源はオンライン交換可能である。

8. サーバ管理装置

安定稼働が不可欠な基幹系業務のサーバに対し、サーバ全体を監視・制御するサーバ管理装置を標準で装備している。

サーバ管理装置には独立した電源で動作する専用のプロセッサを搭載し、サーバ本体が電源 OFF 状態でも遠隔保守を行うことができる。また多彩なサーバ管理機能は、Windows^(註1)上の専用サーバ管理ソフトウェアから統一して使用が可能で、GUI (Graphical User Interface) を使用したやさしい操作環境を提供する。

セキュリティ面では、メカロック機構による筐体内部のセキュリティ、操作パネルのロック、スクリーンブランク、キーボードロックなどによって不正なアクセスをシャットアウトする。さらに、公衆回線からのサーバ管理装置へのアクセスを考え、ユーザ認証機能とコールバック機能に加え、認証手続きに暗号技術を適用し、万全のセキュリティ環境を提供

する。

また、自動運転スケジューラにより、スケジュールに従ったサーバの電源投入・切断や、起動時のソフトウェア実行などが可能である。サーバ管理装置ソフトウェアとサーバ管理装置の接続は、回線経由、LAN (Local Area Network) 経由、直結などの形態が可能である。

9. むすび

高性能・高信頼の新世代オープンサーバ“apricot FT 8000”は、基幹業務システムから戦略的情報システムまで、幅広い分野に適用できるプラットフォームと確信している。

今後も顧客のニーズをいち早く取り入れたソリューションをタイムリに提供していく所存である。

参考文献

- (1) Patterson, D., Gibson, G., Kazz, R., : A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID), ACM SIGMOD Conference Proceedings, Chicago Illinois, 109~116 (1988-6)
- (2) Intel Pentium Pro Family Developer's Manual, 1 (Specifications) (1996)



三菱インターネットアクセスツール apricot OCX <TCP/IP>

森 信胤* 和田克裕*

1. ま え が き

1995年11月のMicrosoft Windows 95^(注1)の登場もあり、Windowsを搭載したパソコン(以下“PC”という。)は、個人向け、企業向け共に出荷数及びシェアを飛躍的に伸ばしている。また、インターネットブームにも象徴されるように、企業内外のネットワークは、従来のプロプライエタリなプロトコルからオープンなTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)に移行しており、業務アプリケーションソフトウェア(以下“アプリケーション”という。)にもTCP/IPネットワークに接続できることが要求されている(図1)。

Windowsアプリケーションのグラフィカルなインタフェースは、Visual Basic^(注1)(以下“VB”という。)等のクライアント開発ツールを使用することによって非常に簡単に作成できるようになってきた。しかし、ホストコンピュータやワークステーション等とTCP/IPによって通信するアプリケーションをVBで作成することは、標準的にはサポートされていない。開発のためには、通信の手順を十分に理解した上でC言語用のライブラリを使用する等、高度な専門的技術が要求され、アプリケーション開発の生産性向上の妨げになっている。

三菱インターネットアクセスツールは、VBによるTCP

/IPアプリケーションの効率的開発を支援するソフトウェア部品製品である。

本稿では、Windows 95、Windows NT^(注1)対応の“apricot OCX”<TCP/IP>(以下“apricot OCX”という。)と、その前身であるWindows 3.1対応のapricot VBX<TCP/IP>(以下“apricot VBX”という。)のねらい、特長及び機能について述べる。

2. TCP/IPアプリケーション開発

2.1 TCP/IPネットワークの浸透

PCのネットワーク化率はここ数年で大きな伸びを見せており、現在日本国内では、約30%のPCがLANに接続されている。また、ホームユースのPCも、モデム等を介してインターネットに接続されている。企業においては、小規模のクライアント・サーバシステムではNetWare^(注2)等のPC-LANが利用されることも多いが、大規模なシステムや、ワークステーションやメインフレーム等が多機種にわたるシステムでは、TCP/IPが利用されることが多い。

また、全世界をつないだインターネットをビジネスの場に利用することに備える目的からも、インターネットの通信プロトコルであるTCP/IPが採用されるケースは増えている^(注3)。さらに、PCで利用される業務アプリケーションも、TCP/IPネットワークへの接続が不可欠になってきている。

2.2 アプリケーション開発の現状

数年前までは、Windowsアプリケーションの開発は、Windowsの機構を細部まで知り尽くしたプログラマがC言語を使用して行うものであり、その技術は容易に習得できるものではなかった。しかし最近では、VBのようなツールを用いてWindowsの複雑

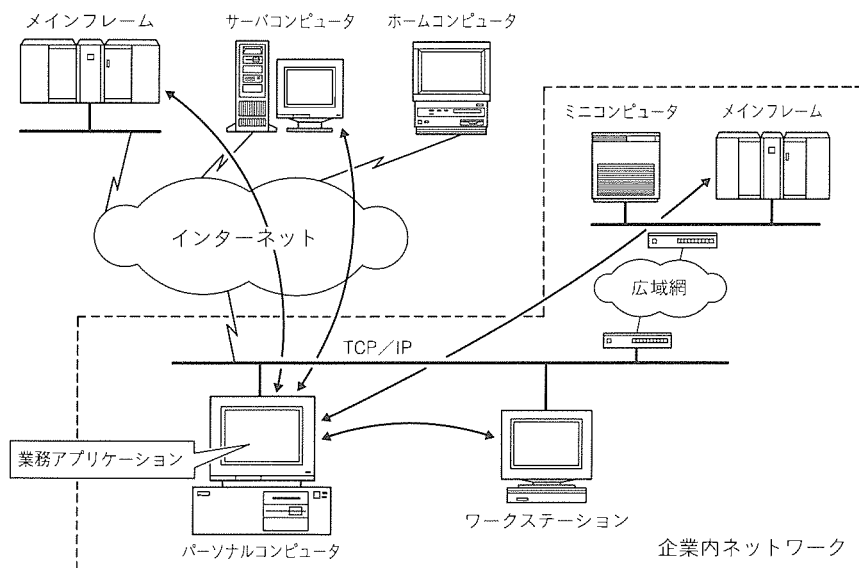


図1. 企業内外のTCP/IPネットワーク

(注1) “Microsoft Windows 95”“Windows”“Visual Basic”“Windows NT”は、米国Microsoft Corp.の登録商標又は商標である。

(注2) “NetWare”は、米国Novell, Inc.の米国における登録商標である。

(注3) インターネットの技術を利用した企業内ネットワークをイントラネットという。

な内部機構や GUI (Graphical User Interface) 表示処理の知識を持たなくても、わずかな学習で開発できるようになってきている。

ところが、TCP/IP ネットワークに接続するアプリケーションは、VB を使いこなせるだけでは開発できない。現状では、TCP/IP アプリケーションを開発するためには次のような方法が採られている。

(1) C 言語及び C++ 言語の使用

Windows では、TCP/IP ネットワークへ接続する場合のインタフェース仕様として、Windows Sockets API 仕様 (以下“Winsock”という。) が標準化されている。アプリケーションは、Winsock 対応の C 言語用の DLL (Dynamic Link Library) 関数をコールすることで、TCP/IP サービスを受けることができる。Windows 対応の TCP/IP 製品のほとんどが、Winsock ライブラリを提供している。また、Windows 95、Windows NT は、OS 標準で装備している。

C 言語用のサービスに C 及び C++ を利用することは、最適な組合せではある。しかしながら、C 言語による Windows アプリケーションの開発は本質的に複雑であり、これに加えて、Windows 自体の高機能化に伴ってより高度な専門知識が要求されるようになってきている。使用できる Windows API の数も 1,000 を超えるようになってきており、C 言語はだれにでも簡単に使いこなせるものではないのが現状である。

(2) 既存のユーティリティプログラムとの連携

サードベンダの Windows 対応の TCP/IP ソフトウェア製品には、完成度の高い優れた機能を持つユーティリティプログラムが付いている。これらのユーティリティプログラムを業務プログラムと併行して操作したり、又は業務プログラムからこれらの機能をバッチ処理的に利用することも可能である。しかし、このような連携では、業務の流れに合わない画面切換えが発生する等、円滑な処理は期待できない。

(3) VB からの Winsock ライブラリの利用

VB は、外部の DLL 関数を利用することが可能である。したがって、上記(1)で説明した Winsock ライブラリをコールすることができる。ただし、要求処理が完了するまでは、DLL 関数がリターンしない同期モードの利用しかできない。要求関数をコールした後、データ受信等の事象が発生した時点で、通知を受け取る非同期モードは利用できない。同期モードは、要求処理が完了するまで Winsock が制御を持ち続けるため、利用は好ましくない。

以上の方法は、使い勝手が良く、かつ安定動作する TCP/IP アプリケーションを効率的に開発できる方法とは言い難い。

apricot OCX、apricot VBX は、VB に追加するソフトウェア部品である“カスタムコントロー

ル”として TCP/IP 通信サービスを提供することで、この問題点を解決している。

3. カスタムコントロール (VBX/OCX)

カスタムコントロールとは、VB の開発環境を補強するソフトウェア部品の総称である。アプリケーションを開発する場合に利用できる汎用コードを VB 等のビジュアルな開発環境で利用しやすい形にまとめたものと言える。VBX、OCX の違いを表 1 に示す (いずれも、ファイルの拡張子から VBX、OCX といわれている。)

カスタムコントロールには次のような特長がある。

- (1) VB の基本セットに含まれるコントロールを標準コントロールと呼ぶが、カスタムコントロールは、これと同じ利用形態を持つ部品である。VB のフォーム上に配置し、そのプロパティに設定をすることで要求を行い、要求の結果はイベントの発生によって通知される。VB の標準的プログラミングスタイルで使用することができる。
- (2) 高度に機能をカプセル化することが可能である。例えば、C 言語で同様の処理を行った場合に、低レベルの Windows API や Winsock API を幾つも組み合わせて実現するところを、それらの複雑な処理を隠ぺいしカスタムコントロールのインタフェースとして一つのサービスにマッピングすることで、ユーザは非常に簡単に利用することができる。
- (3) 汎用的な機能を持つコントロールとすることで、部品としての再利用を推進できる。
- (4) 膨大な機能を持つアプリケーションになれば各モジュール間の処理が複雑に入り組んで保守も困難になるが、単機能のカスタムコントロールの集合として実現しておくことによって保守性が向上する。

4. apricot VBX/apricot OCX

4.1 製品の特長 (機能、仕様)

apricot VBX、apricot OCX の諸元を表 2 に示す。製品には次のような特長がある。

(1) Winsock 対応

Windows のオープンな TCP/IP アプリケーションインタフェースである Winsock インタフェースを利用している (図 2)。標準インタフェースであるので、Winsock に対応している様々なプラットフォームで動作が可能である。

表 1. VBX と OCX の比較

	V B X	O C X
開発環境	● Visual Basic のみ	● Visual Basic ● OLE を利用することにより、VB に依存しない汎用的な部品になる。将来は、様々な開発環境で利用可能になる。
動作モード	● 16ビットのみ	● 16ビット ● 32ビット

表 2. apricot VBX, apricot OCXの諸元

	apricot VBX <TCP/IP>	apricot OCX <TCP/IP>
コントロールのレパートリ	<ul style="list-style-type: none"> ● SOCKET (TCP) ● FTPクライアント ● TELNETクライアント ● RSHクライアント ● FTPデーモン(サーバ) 	<ul style="list-style-type: none"> ● SOCKET (TCP) ● FTPクライアント ● (RSHクライアント) ● (Telephony API) ● (セキュリティ)
対応機種	<ul style="list-style-type: none"> ● DOS/V ● NEC PC-9800シリーズ 	<ul style="list-style-type: none"> ● DOS/V ● (NEC PC-9808シリーズ)
対応OS	<ul style="list-style-type: none"> ● Windows 3.1 ● Windows 95 ● Windows NT 3.51 (いずれも16ビットモード) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Windows 95 ● (Windows NT 3.51) (いずれも32ビットモード)
開発環境	<ul style="list-style-type: none"> ● Visual Basic 2.0 ● Visual Basic 4.0 (いずれも16ビット版のみ) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Visual Basic 4.0 (32ビット版のみ) ● (Visual C++)

注 ()は、次版以降で対応予定

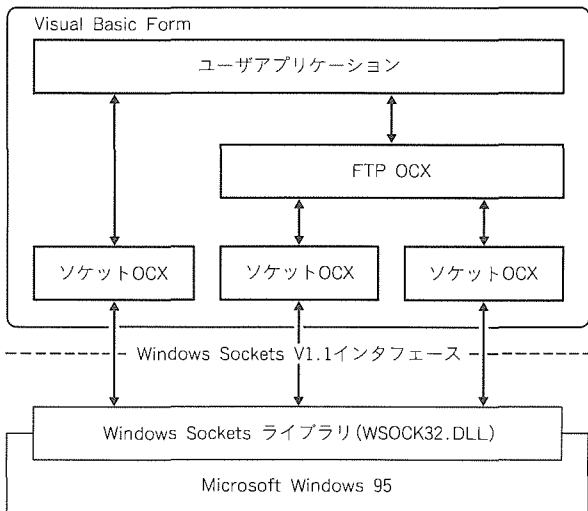


図 2. apricot OCXのソフトウェア構成

表 3. カスタムコントロールのレパートリ

カスタムコントロール	概略機能
TCPソケット通信機能	TCP/IPの基本通信機能であるソケット通信の機能 リクエスト側、サーバ側とも利用可能 一つのコントロールで1コネクションをサポートする
FTPクライアント機能	TCP/IPの標準ファイル転送機能 日本語文字コード変換機能あり
RSHクライアント機能	TCP/IPのリモートジョブ実行機能であるリモートシェル機能
TELNET機能	TCP/IPの仮想端末機能のTELNET (VT100)機能
FTPサーバ機能	FTPのサーバ機能
TAPI機能	公衆網へのアクセスを制御する機能

(2) アプリケーションレベルのプロトコル機能

TCP/IP通信機能だけでなく、TCP/IP上に規定されているアプリケーションレベルのプロトコル機能を持つ。表3にカスタムコントロールのレパートリを示す。

(3) シンプルなプログラムインタフェース

表 4. ソケットコントロールのインタフェース

(a) プロパティ

プロパティ名	概略機能
SLinkMode	コネクションの要求、状態
RemoteHost	相手ホストのIPアドレス
RemotePort	相手ホストのポート番号
LocalHost	ローカルホスト(自局)のIPアドレス
LocalPort	ローカルホスト(自局)のポート番号
SendData	送信データ
CanSend	データ送信可否状態
RecvData	受信データ
RecvBufSize	受信バッファサイズ指定
YHctl	連携するコントロールのハンドル

(b) イベント

イベント名	概略機能
SLinkOpen	コネクション接続成功通知
SLinkClose	コネクション切断成功通知
SLinkSend	送信データ受付完了通知
SLinkNotify	データ受信通知
SLinkListen	着信待ち処理成功通知
SLinkError	エラー通知

TCP/IPや上位のアプリケーションのプロトコルについての知識をほとんど必要としないシンプルなインタフェースにまとめている。表4にソケットコントロールのインタフェースを示す。

(4) 16ビット, 32ビット

apricot VBXは16ビット環境で、apricot OCXは32ビット環境で利用できる。Windows 3.1とWindows 95で同一のアプリケーションを利用する必要がある場合等にはapricot VBXを、Windows 95とWindows NTで高速で安定したアプリケーションを開発したい場合はapricot OCXを利用できる。

(5) 日本語対応

通信中で利用される各種日本語コードの表示・変換機能を持つ。例えばFTPコントロールでは、転送するファイル内の日本語文字コードの変換を行う。

4.2 プログラミング例

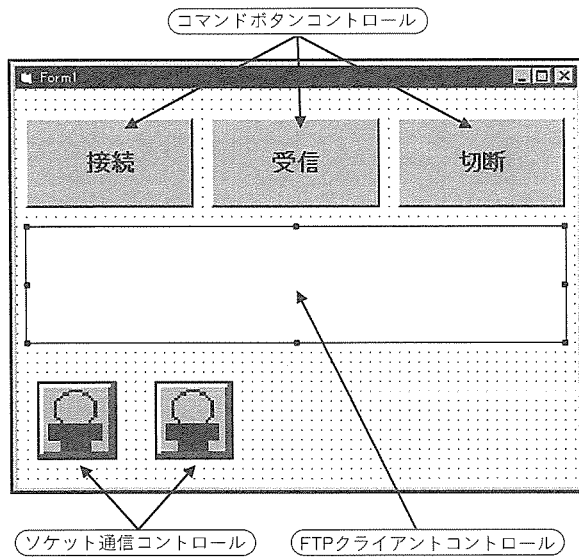
ここでは、FTPクライアントコントロールを利用したファイル受信プログラムの例を示す。説明を簡単にするためにアドレスやファイル名を固定にしてあるが、実際の業務プログラム開発は、このプログラムを基に仕様を拡張することができる。

(1) フォームの作成

フォームの作成例を図3(a)に示す。ここでは、3種6個のコントロールをフォーム上に配置している。

(2) 接続要求

接続ボタンが押されたときに行う接続処理を図(b)に示す。



(a) フォーム

```

Form1
  イベント: Command1_Click
  プロパティ: Click
  Private Sub Command1_Click0
    Mftp1.RemHost = "ftpserv1" ' 接続ホスト
    Mftp1.User = "user1" ' ユーザ名
    Mftp1.Password = "passwd1" ' パスワード
    Mftp1.RemConnect = True ' 接続要求
  End Sub
  
```

(b) 接続要求

```

Form1
  イベント: Command2_Click
  プロパティ: Click
  Private Sub Command2_Click0
    Mftp1.FileName1 = "userdata" ' サーバ側のファイル名
    Mftp1.FileName2 = "C:\userdata" ' ローカルファイル名
    Mftp1.Action = 1 ' 受信要求
  End Sub
  
```

(c) ファイル受信要求

```

Form1
  イベント: Command3_Click
  プロパティ: Click
  Private Sub Command3_Click0
    Mftp1.RemConnect = False ' 切断要求
  End Sub
  
```

(d) 切断要求

```

Form1
  イベント: Mftp1_ActionComp
  プロパティ: ActionComp
  Private Sub Mftp1_ActionComp (ActionCode As Integer)
    MsgBox "処理成功" ' メッセージボックス表示
  End Sub
  
```

(e) 完了通知

図 3. プログラミング例

接続相手のアドレス又はホスト名、ユーザ名、パスワード等を設定した後、接続制御を行うプロパティ“RemConnect”を、接続要求を示す値に設定する。

(3) ファイル受信

受信ボタンが押されたときに行う受信処理を図(c)に示す。受信元のファイル名、受信先のファイル名等を設定した後、受信要求を行うプロパティ“Action”を、受信要求を示す値に設定する。

(4) 切断

切断ボタンが押されたときに行う切断処理を、図(d)に示す。接続制御を行うプロパティ“RemConnect”を、切断要求を示す値に設定するのみである。

(5) 結果の通知

コントロールに対する要求の結果の通知は、イベントが発生することによって通知される。図(e)は、ファイル転送要求が成功した場合である。

このように、ファイル受信という基本的な処理は、わずか数行のコーディングで実現できる。TCP/IP通信やFTPのプロトコルについての知識もほとんど必要ない。

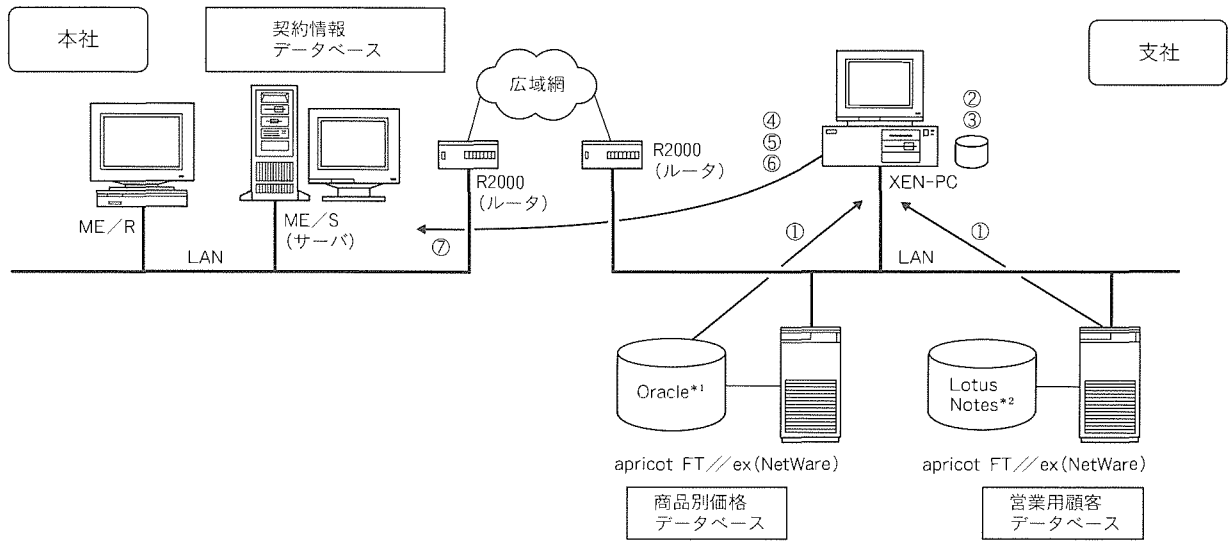
5. 活用事例

apricot VBXの活用事例として、図4に示す某社のシステムを紹介する。

このシステムでは、支社に設置されている apricot XEN-PCで、FTPクライアントコントロールとRSHクライアントコントロールが利用されている。支社には2種類のデータベースがあり、PC-LAN (NetWare) で接続されている。

支社のPCは、これらのデータベースから検索したデータをファイルとして本社のUNIXサーバに転送 (FTPクライアントコントロールを利用) する。その後、本社のデータベース更新のためのプログラムをリモート実行 (RSHクライアントコントロールを利用) する。

データベース検索機能を持つカスタムコントロールは、各データベースソフトウェアベンダから提供されており、これもVBから利用が可能である。これらと組み合わせることにより、このシステム例のように一つの業務アプリケーションで異種のサーバにアクセスすることも容易に実現できる。



- ① LAN上のデータベースを参照して契約情報ファイル作成
- ② 一時バックアップファイル作成
- ③ 送信ログファイルへログ書込み
- ④ 送信先マシンでのファイル名整合性チェック(同一名で既にファイルがないか確認。FTPによる)
- ⑤ FTPで送信
- ⑥ RSHで送信ファイルの内容チェックプログラム起動
- ⑦ 契約情報サーバ(データベース)に受け入れ、終了

注 *1 "Oracle"は、米国Oracle Corp.の商標である。
 *2 "Lotus Notes"は、米国Lotus Development Corp.の商標である。

図4. 活用事例

6. 今後の課題

apricot OCXは、Windows 95のリリースに合わせ、TCP/IP通信の基本的機能を開発して初版の製品化を完了した。今後は、RSHやUDP通信等のTCP/IP通信機能としての拡充を図るとともに、インターネット時代に要求される機能であるTAPI (Telephony Application Program Interface) 機能やセキュリティ機能等の新技術をレポートリに加え、インターネットアクセスツールとして不足のない

完成された製品にする計画である。

7. むすび

以上、TCP/IPアクセス機能のカスタムコントロール集“apricot VBX”“apricot OCX”のねらい、特長及び機能について述べた。

今後の技術動向とユーザのニーズを見極め、機能拡張を行うとともにインタフェース仕様の優れた製品を目指したい。

システム運用管理ミドルウェア “OPENCENTER”

新堂隆夫* 松田昇平* 虎渡昌史* 古家俊幸** 相馬仁志*

1. ま え が き

近年、オープンなハードウェア、ソフトウェアをLAN (Local Area Network) や広域網で接続し、分散して処理を行うクライアント/サーバシステムが急速に普及している。当社では、サーバとして“apricot FT 8000”を提供することにより、その適用分野の情報系・OA系・小規模基幹系の業務から大中規模基幹系業務への拡大を図っている。

クライアント/サーバシステムを大中規模基幹系業務に適用するためには、Windows NT^(注1)やUNIX^(注2)などのオープンなOS (オペレーティングシステム) やORACLE 7^(注3)などのRDBMS (リレーショナルデータベース管理システム) の機能だけでは十分でない。例えば、汎用コンピュータなどでは基本機能であるバッチ処理や帳票出力機能、外字を含む日本語処理機能などは、“裸の”オープンシステムには備わっていない。また、ホスト集中型システムとは異なり、広域に分散配置された多数のサーバ、クライアントを集中して管理することも必要となる。

このようなニーズにこたえるため、三菱クライアント・サーバシステム運用管理ミドルウェア“OPENCENTER”を開発し、製品化した。

2. OPENCENTERのねらいと特長

2.1 OPENCENTERのねらい

apricot FT 8000をサーバとするクライアント/サーバシステム上で大中規模基幹業務アプリケーションの構築と運用管理を支援することが、OPENCENTERのねらいである。そのために、次の二つの機能を提供している。

- (1) バッチ処理機能、帳票出力機能、外字処理機能など汎用コンピュータなどでは当然持っているビジネス系基幹業務支援機能を、apricot FT 8000をサーバとするオープンシステム上で提供する。
- (2) 広域に分散したapricot FT 8000及びクライアントへのソフトウェアやデータの配布、障害の集中監視など、これまでの集中処理システムでは必要とされなかったシステム/ネットワークの運用管理機能を提供する。

2.2 OPENCENTERの特長

- (1) 広域に分散したクライアント/サーバシステムの運用管理の負荷を低減する。OPENCENTERでは、各分散拠点に運用管理者を置くことなく、1か所の管理拠点からシステ

ム全体の運用管理を集中して行うことができる。

- (2) ビジネス系基幹業務を構築するための支援機能を提供する。OPENCENTERの持つ、ジョブ間の連携機能を含むバッチ処理、けい(罫)線やフォームオーバーレイを含む帳票出力機能、外字を含む日本語処理機能などを使用して、効率良くアプリケーションが開発できる。

- (3) 汎用コンピュータなどによる基幹系業務システムを構築してきた当社の経験とノウハウを生かしている。例えば、大規模分散システム運用管理機能、業務用帳票の設計支援や外字の扱いなどにおいて、従来の経験とノウハウを新しいオープンシステムに適用している。

- (4) RDBMSとしてORACLE 7を中核とした基幹系クライアント/サーバシステムに対応している。例えば、ORACLE 7と整合性を保証したメッセージ連携や、ORACLE 7自身の異常監視を行うことができる。

- (5) クライアントとして、Windows^(注1)搭載のパソコン(PC)を前提としている。従来のUNIXをサーバとするシステム向けの運用管理ミドルウェアでは、クライアントとしてもUNIXワークステーションを前提としているものが多い。したがって、PCをクライアントとする場合にはX Window System^(注4)ソフトを搭載することが必要となり、PCとの親和性が十分ではなかった。

OPENCENTERでは、Windows搭載のPCへのソフトウェア配布、WindowsのGUI (Graphical User Interface) によるOPENCENTER自体のすべての操作、状況監視など、クライアントとしてPCを使用することを基本にしている。

- (6) 必要な機能一式が一つの製品群に統合されている。個別の機能を果たす製品はサードベンダなどからも提供されているが、OPENCENTERは一つのコンセプトで統合された製品群である。

これらの中から適当なものを選択して、さらに必要に応じてその他のサードベンダ製ソフトウェアと組み合わせてシステム構築を行うことができる。

(注1) “Windows” “Windows NT” “Windows95”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

(注2) “UNIX”は、X/Open Co.Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

(注3) “ORACLE”は、米国Oracle Corp.の商標である。

(注4) “X Window System”は、米国X Consortium, Inc.の商標である。

3. OPENCENTERの構成

OPENCENTERの製品群は、“ビジネス分野支援機能”の七つの製品と“システム/ネットワーク管理機能”の四つの製品の2種類に大きく分けられる。

サーバOSとしては、apricot FT 8000に搭載されるWindows NT及びUnixWare^(注5)の両者に対応している。クライアントとしては、Windows 95^(注1)及びWindows NT Workstationにも対応予定である。

下記にOPENCENTERの製品一覧を示す。これらのうちの主要なものについては次章以降で詳しく説明する。その他のものについては、ここで簡単に説明する。

(1) ビジネス分野支援機能

(a) ジョブ自動スケジューラ“AUTORUNNER”

(b) 帳票出力支援機能“FORMRUNNER”

(c) 業務実行監視機能“EVENTRUNNER”

バッチ処理、帳票出力(スプーリング)の状況をクライアントから監視する。

(d) 日本語・外字拡張機能“FONTRUNNER”

(e) ホスト連携“FOAS”

サーバ-サーバ間、ホスト-サーバ間で、自動スケジュールによってファイル転送と付帯処理を行う。

(f) 中継型ファイル転送“CFTF”

階層構成になったサーバ間でファイル転送を行う。

(g) 非同期メッセージ連携“DMQ”

(2) システムネットワーク管理機能

(a) サーバ障害監視“OPENWATCHER”

(b) ネットワーク障害監視“IPCATCHER”

TCP/IP及びIPX/SPXプロトコルのネットワークの障害監視、構成管理を行う。

(c) ソフトウェア配布“OPENUPDATER”

(d) サーバ自動運転“FTMANAGER”

自動スケジュールによるサーバ電源オン、シャットダウンを行う。

4. ビジネス分野向け機能

4.1 ジョブ自動スケジューラ“AUTORUNNER”

4.1.1 AUTORUNNERのねらい

AUTORUNNERは、apricot FT 8000サーバ上でバッチ処理機能を提供する。ビジネス系基幹業務は、窓口業務のようなトランザクション処理と、トランザクション処理によって集められた業務データの集計などを行うバッチ処理の組合せからなっている。ところが、Windows NTのようなオープンなOSは、本来、対話的な使用形態を前提とした設計となっており、バッチ処理機能を持っていない。そこで、

(注5) “UnixWare”は、米国The Santa Cruz Operation, Inc.の商標である。

クライアント/サーバシステムにおけるバッチ処理を可能とするためにAUTORUNNERを開発した。

4.1.2 AUTORUNNERの特長

(1) あらかじめスケジュールを指定することによってジョブの自動起動が行える。日次・月次・期末等の決められた日時に起動することが必要な定型的バッチ処理の自動化ができる。

(2) ジョブグループ機能により、複数ジョブ間の実行順序を指定できる。例えば、ジョブAの終了後にジョブBとCを並行して動作させるといった実行順序制御が可能である。

(3) 異常終了時の回復処理の指定が可能である。起動されたジョブが万一異常終了した場合に、そのジョブによって途中まで変更されたデータベースの内容を元に戻すといった処理を行う回復ジョブを実行させることが可能である。

(4) WindowsのGUIを活用した操作インタフェースを持つ。例えば、図1に示す画面例のように、ジョブの実行スケジュールや実行状況(実行待ち、正常終了、異常終了など)を色分けされたガントチャートで表示する。また、ジョブ間の実行順序指定も、ジョブのアイコンを線で結ぶというビジュアルな操作で行える。

4.2 帳票出力支援機能“FORMRUNNER”

4.2.1 FORMRUNNERのねらい

国内でのビジネス系業務では、罫線やフォームオーバーレイ機能を使用した帳票が必要である。しかし、米国ではこのような帳票に対する要求が少ないので、オープンなOSでは機能が提供されていない。また、システムの必要に応じた各種のプリンタで帳票を印刷する必要がある。このような要求にこたえるためにFORMRUNNERを開発した(図2)。

4.2.2 FORMRUNNERの特長

(1) プリンタのフォームオーバーレイ機能によって高速な印刷処理が行える。帳票のうち、罫線や見出しなどの固定部分を事前にプリンタに登録しておき、可変データ部分と重ね合わせて印刷するフォームオーバーレイ機能により、プリンタへのデータ転送量を減らし、印刷時間を短縮できる。

(2) 外字を含む帳票を印刷できる。後述のFONTRUNNERと組み合わせることにより、会社ロゴマーク、人名等

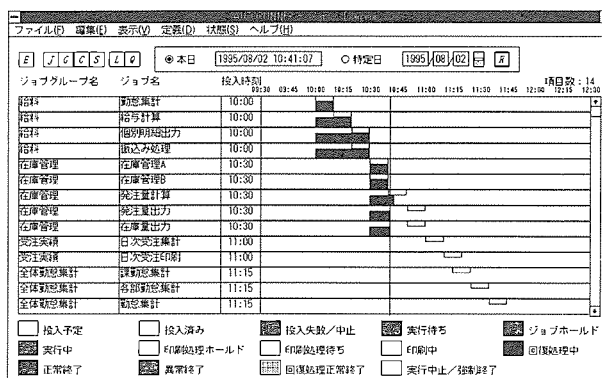


図1. AUTORUNNERの画面例

に使われる外字を最大40,000字まで帳票に印字することが可能である。

(3) プリンタ障害をユーザへ通知し、ページ単位で印刷再開ができる。用紙ジャム、用紙切れ、トナー交換等の障害が発生した場合、標準のOS機能では、プリンタの側へ人が行かなければ障害の発生が分からない。また、再印刷も帳票の最初のページからしかできない。しかし、FORMRUNNERでは、プリンタ障害をユーザのクライアントに通知し、中断したページからの印刷再開が可能である。また、印刷が正常

に完了した帳票を保存しておき、必要に応じて印刷を行うこともできる。

(4) 各種のプリンタをサポートしている。現在、ESC/P、ESC/Page、SCSI接続2,500行/分高速プリンタなどをサポートしており、今後もニーズに応じてサポートするプリンタ機種を追加していく予定である。

4.3 日本語・外字拡張機能“FONTRUNNER”

4.3.1 FONTRUNNERのねらい

ビジネス系業務では、会社のロゴ、人名等にJIS標準に含まれない文字、いわゆる外字が必要である。

これは日本国内特有のニーズであり、米国で開発されたオープンなOSでは、外字の字数、フォントの種類、フォントの編集などの機能が不十分である。FONTRUNNERは、外字を含む日本語の処理を提供することをねらいとしている(図3)。

4.3.2 FONTRUNNERの特長

(1) 業界最大の40,000字の外字サポートが可能である。OSの標準機能では、高々1,800字程度の外字しかサポートされない。FONTRUNNERでは、自治体分野の住民票業務・戸籍業務にも対応可能な40,000字の外字をサポートするが(ただし、UnixWare上)、これはオープンシステム上のもものとしては業界最大である。また、画面表示や帳票出力のための各種の大きさのフォントパターンを供給できる。

(2) 外字をサーバ上で一元管理できる。クライアント/サーバシステムの多数のクライアントで外字を使用するために個々のクライアントに外字フォントを持たせると、クライア

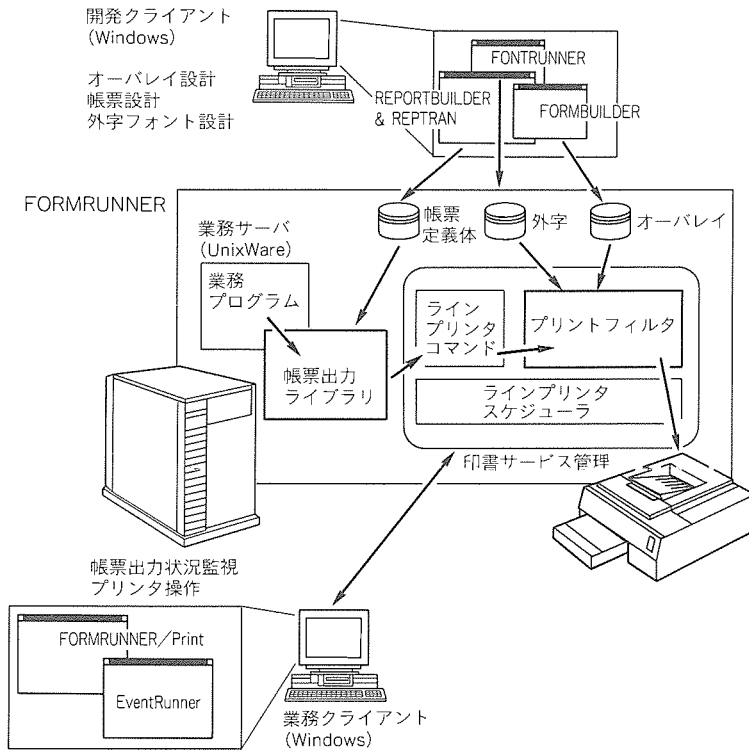


図2. FORMRUNNERによる帳票出力構成

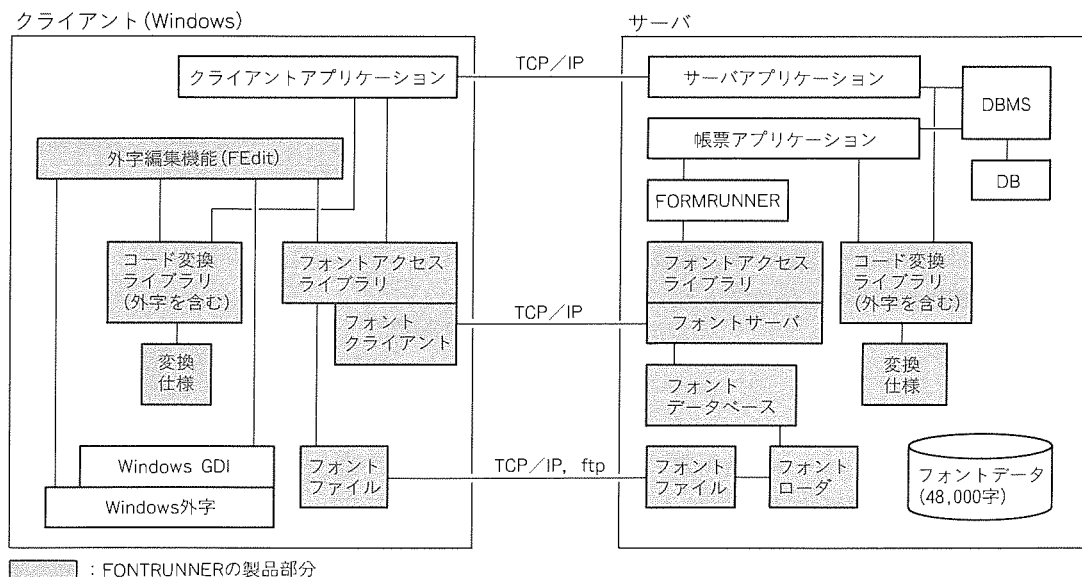


図3. FONTRUNNERによる日本語・外字出力構成

ト間での不整合が生じやすくなる。FONTRUNNERでは、サーバ上にフォントパターンを一元管理し、クライアント上のアプリケーションからの要求によって動的にフォントパターンを供給することができる。

(3) 標準的な外字フォントパターンを提供している。これまで汎用コンピュータで使用されてきたJISコード以外の拡張文字に対応する外字フォントを、あらかじめ提供している。

(4) 外字を含むコード変換機能を提供している。サーバとクライアントの文字コード系が異なる場合、その間でデータ転送を行う際に文字コードの変換を行う必要がある。しかし、OS標準のコード変換機能では外字コードの適切な変換はできない。FONTRUNNERのコード変換機能では、外字も含めて適切な変換を行うことができる。

(5) WindowsのGUIを使用した外字フォントエディタにより、フォントパターンを作成し、編集することができる。

4.4 非同期メッセージ連携“DMQ”

4.4.1 DMQのねらい

分散処理で基幹業務を行う場合、複数のサーバが連携して処理を行う必要が出てくる。例えば、営業部門と倉庫部門にそれぞれサーバがあり、営業部門サーバでは受注処理が行われ、倉庫部門サーバでは在庫管理が行われるとする。営業部門では営業マンが端末から受注レポートを入れる。受注レポートは幾つかのチェックを経て倉庫部門に伝えられ、倉庫部門で在庫の引当てが行われる。このような業務処理では、受注レポートは端末からの入力時には必ずしも倉庫部門に届く必要はない。むしろ端末入力時にいちいち倉庫部門までアクセスしていくと、応答性能と可用性の両面で不利になる。しかし、一方、入力した受注レポートが夜間バッチまで処理されないとすると、引当処理が完結するのは早くとも翌日になってしまう。受注レポートは、なるべく速やかに倉庫部門に送られることが望ましい。

DMQは、上記のようなサーバ間連携を対象としている。受注アプリケーションはDMQのAPI(アプリケーションプログラムインタフェース)を用いてデータ(メッセージ)をキューに投入する。この処理は受注部門サーバ内で完結するため、受注アプリケーションを端末から実行している営業マンは、ネットワークや倉庫部門サーバの状態に煩わされることがない。メッセージは通常キューに投入された直後にネットワークを介して倉庫部門サーバのキューに送られ、メッセージの到着を待っている引当アプリケーションに伝えられる(図4)。

4.4.2 DMQの特長

(1) メッセージの投入・取出しは、リレーショナルデータベースORACLE7と整合性を保って行われる。すなわち、メッセージの投入・取出しは、データベースのcommit命令で確定し、rollback命令で取り消される。このため、データベースには登録されているのにメッセージが投入されなかつ

たり、その逆のことは起こらない。

(2) 重複と抜けのないメッセージ送信を行う。データベースと整合性を保ってメッセージの投入や取出しがされても、送信時にネットワーク障害等でメッセージの重複や抜けがあつては意味がない。DMQはメッセージを通番管理して、確実に1回だけ届くように送信処理を行う。

5. システム/ネットワーク管理機能

5.1 ソフトウェア配布“OPENUPDATER”

OPENUPDATERは、アプリケーションソフトウェア(プログラムやデータ)を、広域に分散した多数のサーバやクライアントへ1か所の管理拠点から一元的に配布するミドルウェアである。

5.1.1 OPENUPDATERのねらい

数百台のサーバ、数千台のクライアントが広域に分散したシステムでは、各コンピュータにアプリケーションソフトウェアを適切に配布/導入する必要がある。しかも、サーバとクライアントが連携して動作するため、互いのプログラムのバージョンが一致していなければならない。また、プログラムの改版が重なってくると、どこにどのバージョンのプログラムが導入されているかを正確に管理する必要がある。しかし、必ずしもそれぞれのコンピュータの側にシステム管理者を配置できるわけではないので、1か所の管理拠点から集中して配布/導入し、管理ができなければならない。

5.1.2 OPENUPDATERの機能

前項で述べたニーズに対応するため、OPENUPDATERは、次の機能を提供する。

(1) アプリケーションソフトウェアの自動配布/導入機能

あらかじめスケジュールを指定することにより、管理拠点のサーバから分散した各サーバやクライアントへ、自動的に配布/導入ができる。

(2) バージョンの管理機能

複数のアプリケーションソフトウェアの集まりを一つの配布単位とし、その名前、バージョン、対象OSにより、各サーバやクライアントにおける配布/導入状況を集中管理できる。

5.1.3 OPENUPDATERの特長

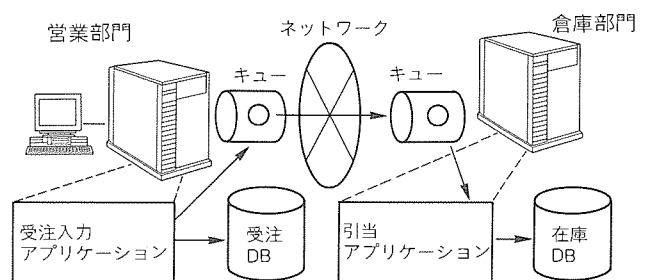


図4. DMQの処理概要

(1) ソフトウェア配布／導入、管理の自動化により、大幅に作業量が低減され、管理費用が削減できる。

(2) 配布(ソフトウェアの転送)と導入(配布されたソフトウェアを実際にシステムに組み込むこと。)を分離している。これにより、例えば、数日前から各サーバやクライアントに順次配布しておいたソフトウェアを、当日の朝に一斉に導入して使用開始するといった運用が可能である。

(3) 自動配布／導入の設定が容易である。市場の同様の機能を持つミドルウェアの中には、きめ細かい指定は可能だが、逆に、複雑な項目をすべて設定しなければならないものがある。OPENUPDATERは、簡便な指定を行うだけで済むように設計している。また、導入のための手順はOS標準のスクリプトを記述することで指定できるため、新しい言語を覚える必要がない。

(4) 配布ファイルを自動的にデータ圧縮して送信し、受信後自動解凍することにより、転送データ量を減らし、通信費用の低減を図っている。

(5) 階層配布機能により、配布時間の短縮、通信費用の低減が可能である。階層配布とは、管理拠点のサーバと、配布対象のサーバやクライアントがすべて直接通信するのではなく、まず、中間のサーバに転送し、次に、中間サーバからその配下のサーバやクライアントに配布する機能である。

5.2 サーバ障害監視“OPENWATCHER”

5.2.1 OPENWATCHERのねらい

クライアント／サーバシステムで基幹業務を行う場合、多数のサーバが広域に分散配置される。例えば、全国の各営業所ごとにサーバが置かれる。しかし、システムの運用管理ができる要員の数は限られているから、問題が発生したときには特定の拠点からシステム全体が監視できることが必要となる。

OPENWATCHERは、このようなニーズを満たすことをねらいとしている。例えば、本社に置かれた管理サーバ下のWindowsクライアントから、広域ネットワークを介して全国の営業所のサーバを監視することができる。

5.2.2 OPENWATCHERの特長

(1) 障害が発生したサーバを視覚的に確認できる。多数のサーバのうち、どれに障害が発生しているのかを、Windows GUIによるサーバ一覧の色分け表示(緑は正常、赤は異常など)により、容易に知ることができる。

(2) 各種エラー情報を、自動的に管理サーバに収集する。エンドユーザからの連絡がなくても、サーバ内部では種々の障害が発生している可能性がある。OPENWATCHERはディスク等のハードウェア障害からアプリケーションのエラーまでの各種障害情報を、発生の都度、管理サーバに通知する。その情報は、管理サーバに接続された管理用のWindowsクライアントに表示される。障害情報は通常のテキストファイルの形式なので、第三者ソフトウェアやアプリケーション

プログラムから出力されるエラーメッセージも監視対象とすることができる。

(3) 広域網への対応を考慮して設計している。全国に分散した基幹業務システムのネットワーク構成は、INS-C等を介したルータでのLAN間接続が中心となる。この場合、サーバ側から短い間隔で定期的に情報収集を行うと、ネットワーク負荷や通信コストが問題になる。そこで、OPENWATCHERでは、障害の発生の都度管理対象のサーバ側から障害情報を送信し、もし管理サーバが受信したことが確認できない場合には、管理対象の側で情報を保持しておき、次にエラーが発生したとき等に併せて再送する。このような通信プロトコルをとることで、広域に分散したシステムでも効率的に確実な監視ができる。

6. システム適用例

現在構築中の幾つかの基幹業務システムをベースとしたシステム例に基づいて、そこでのOPENCENTERの使用方法について紹介する。

6.1 システムの概要

この基幹業務システム例は、客先の本社、数箇所の物流拠点、及び全国の支店や営業所等に分散配置された100台以上のapricot FT 8000からなる。各事業所にはLANが敷設されており、場所間はINS-CでLAN間接続されている。ネットワークは組織に対応して本社-各支社-支社配下の各営業所という階層構造になっている(図5)。

6.2 業務の実行

バッチ業務はAUTORUNNERによって自動実行される。スケジュールは基本的に固定されていて、月次で多少の追加と変更が行われる。もちろん、緊急の処理は即時に投入することができる。このシステムでは、バッチ実行される処理の多くは、サーバ間でのデータ交換とそのための前処理・後処理である。すなわち、データベースからデータを抽出してファイルを作成し、ホスト連携FOAS、中継型ファイル転送CFTFでデータ転送し、送られてきたファイルを別のデータベースに反映する。このほかに経理の月次レポートの帳票出力等もFORMRUNNERを用いてバッチで行われる。これらの処理は、主に夜間に行われる。

受注処理に伴う在庫引当てのように可能な限り即時に行いたい処理は、DMQを用いてサーバ間の連携が図られている。

6.3 システムの運用管理

全国のサーバやクライアントにアプリケーションソフトウェアを初期導入する際、及びアプリケーションソフトウェアに不具合があった場合には、OPENUPDATERが使われる。特にシステム構築完了まではアプリケーションソフトウェアが頻繁に変更されるため、OPENUPDATERのバージョン管理機能が有用である。

システムの監視は、支社が中心になって行う。各支社では、

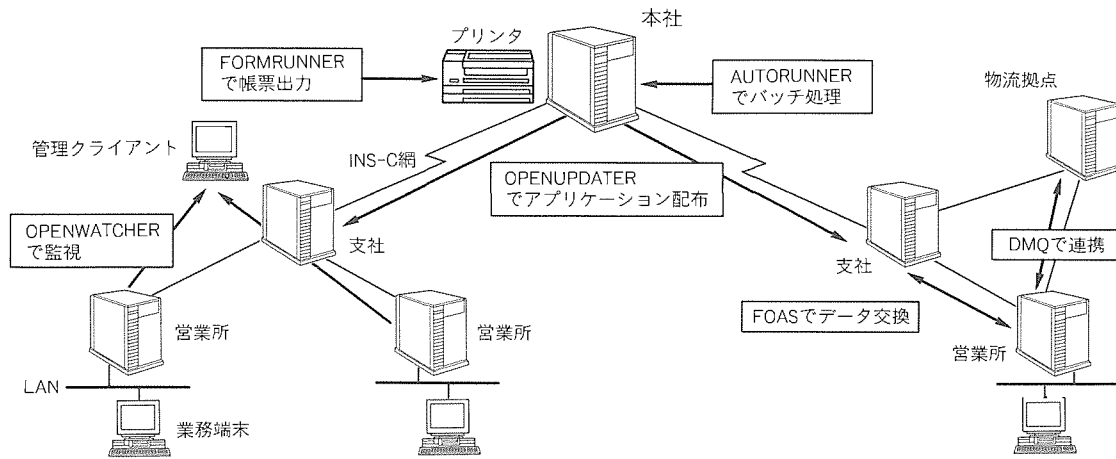


図5. OPENCENTERのシステム適用例

その配下の営業所を管理する。例えば、ある営業所で問題が発生して現地に対応できる管理者がいなくても、支社の管理サーバにエラー情報が伝わっているので、支社の運用管理者が適切な対応をとれる。

7. むすび

以上、“apricot FT 8000”向けシステム運用管理ミドルウェア“OPENCENTER”のねらいと特長、主要機能につ

いて紹介した。

現在、OPENCENTERを実際に使用した大規模基幹業務システムの構築事例が増えてきており、それらからのフィードバックを反映して、より良いものとしていく所存である。また、イントラネット、モバイルコンピューティングなどの急速に進展するコンピュータ技術も取り込んでいく所存である。

0.35 μm CMOSエンベッデッドセルアレー

滝本 功* 松本 尚* 木村雅俊** 加賀谷達次* 荒川隆彦*

1. ま え が き

マルチメディアに対応した機器の開発や高度情報通信網等の21世紀に向けた情報通信の基盤整備が急ピッチで行われており、大規模データを高速に演算処理する高性能なデバイス開発への要求が高まっている。これら情報・通信機器を実現し、さらに市場において優位性を発揮させるために、高速、高集積かつ低消費電力なセミカスタム ASIC (Application Specific IC) が必ず(須)のものとなっている。

当社では、これら市場の要求に対応し、世界トップクラスの0.35 μm CMOS 4層配線プロセスを使用したエンベッデッドセルアレー (Embedded Cell Array : ECA) 用デバイス開発、セル開発とシステム動作周波数 200 MHz 級対応の高速設計技術開発を行ってきた。

本稿では、今回、開発した高集積・高性能 CMOS ECA の設計技術、ウェーハプロセス技術、及び 0.35 μm CMOS ECA の特長について述べる。

2. 0.35 μm CMOS ECAの概要

ECA は、標準的なロジック部及び入/出力回路をゲートアレーと同じ方法で実現し、RAM等の大規模回路や高速インタフェース回路等の特殊回路はセルベース用のエンベッデッド型セルを用いることにより、セルベースの高機能性と高集積度を維持しながら、ゲートアレーの短期開発を可能としたセミカスタム LSI である。

今回開発した 0.35 μm CMOS ECA の主要な技術的特長について述べる。

2.1 セル開発上の特長

(1) ベーシックセル (BC) 設計

ECA では、ロジック回路は SOG (Sea of Gates) 上に形成される。SOG は、BC を規則正しくアレー状に並べた構成をしている。したがって、BC は、ロジック回路の基本的な性能と集積度を決定する重要なセルである。この ECA では、高速性及び高集積度を重視しており、下記項目を指針として BC の設計を行った。

- 前世代の製品に対して 25% 以上の高速化を実現可能なゲート幅を確保する。
- BC 使用率向上のため、トランジスタ分離方式として当社独自技術であるゲートアイソレーション方式⁽¹⁾⁽²⁾を使用する。

- 全マクロセルに対し、セル内配線が内部で完結可能なだけの水平チャンネルを BC 内に確保する。

2 入力 NAND 回路を構成した場合の BC 構成を図 1 に示す。後述する 0.35 μm プロセス技術及び上記項目により、前世代の製品に対して約 1.6 倍の高集積化を達成している。

(2) マクロセル設計

ロジック回路を実現するマクロセルは、BC 列上に構成される。幅広い用途にこたえるため、高速、標準、低消費電力の 3 種類のマクロセルを準備した。標準負荷 (FO = 2 + 2 mm 標準配線) 時の高速 2 入力 NAND 回路では伝搬遅延時間 101 ps, 最小負荷時 (FO = 1) の低消費電力 2 入力 NAND 回路では消費電力 0.9 μW / MHz と、前世代の製品と比較して、25% の高速化、30% の低消費電力化を達成した。内部回路性能の一例として、2 入力 NAND 回路の性能を表 1 に示す。

(3) マスタ設計

標準的なセル (マクロセルと標準入/出力回路) のみを使用する場合のマスタ構成例を図 2 に示す。チップサイズは 20.0 mm \times 20.0 mm であり、敷詰め BC 数は 7.0 MBC (2.3

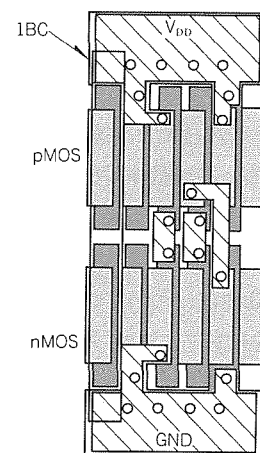


図 1. ベーシックセルの構成

表 1. 内部回路 (2 入力 NAND 回路) の性能

回路タイプ	伝搬遅延時間 (ps)		消費電力 (μW / MHz)	
	FO=1	FO=2 + Al=2mm	FO=1	FO=2 + Al=2mm
低消費電力タイプ	69	224	0.9	3.2
標準タイプ	65	143	1.6	3.9
高速タイプ	62	101	2.6	5.0

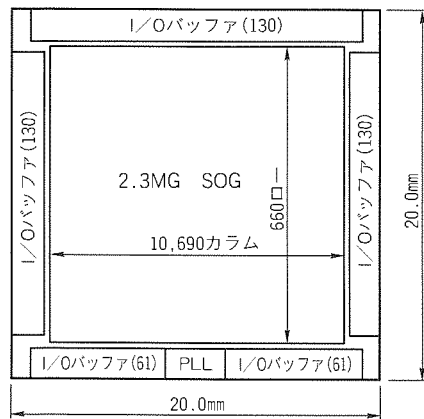


図 2. 最大マスタの構成

Mゲート), I/O数は最大で512である。チップ内部領域はSOG領域であり, マクロセルが配置可能である。入/出力回路領域には, 80 μm ピッチで入/出力バッファセルが配置されている。電源ノイズを低減するためのスルーレート制御回路等を含み駆動能力が $I_{OL} = 16\text{mA}$ までのLV-CMOS (Low Voltage-CMOS) タイプ出力バッファが, 1セルで実現可能である。クロックスキュー管理用のクロックドライバセル群と位相同期回路 (Phase-Locked Loop: PLL) セル群は, 上記標準入/出力バッファ群と分離して配置している。なお, ECAの場合は, 内部領域に高集積なエンベデッド型RAM, 入/出力回路領域に高速インタフェース回路等のセルベース用のセルが配置されることになる。

2.2 高速動作対応設計技術

(1) クロックスキュー低減方式

システムの高速化に伴い, クロックスキューを管理し低減する技術が必須となっている。このECAでは, 200MHzまでのシステムクロックに対応可能とするために, PLL使用クロックスキュー管理技術と高速クロック分配技術を開発した。電源変動に強い高速動作対応のPLLを開発し, 図3に示すLSI外部のシステムクロックとLSI内部のクロックとの位相を同期させるクロックスキュー管理方式⁽¹⁾に適用した。さらに, LSI内部については, 内部領域にメッシュ状にクロック幹線を配設し, クロックドライバを最適な位置に分散して配置する高速クロック分配技術により, 内部クロックスキューの低減を可能とした。PLLを内蔵したクロックスキュー低減方式の概要を図4に示す。この方式の採用により, 全位相誤差を300ps以下に抑えることができる。

(2) 高速インタフェース回路

標準的な入/出力バッファとしてはLV-CMOSタイプを用意しているが, 反射雑音・電磁輻射雑音・リングング等の問題により, 100MHz以下にしか対応できない。そこで, 信号振幅を小さくし高速動作を可能とするインタフェース回路が必要となってくる。高速インタフェースへの対応として, GTL (Gunning Transceiver Logic), LVDS (Low

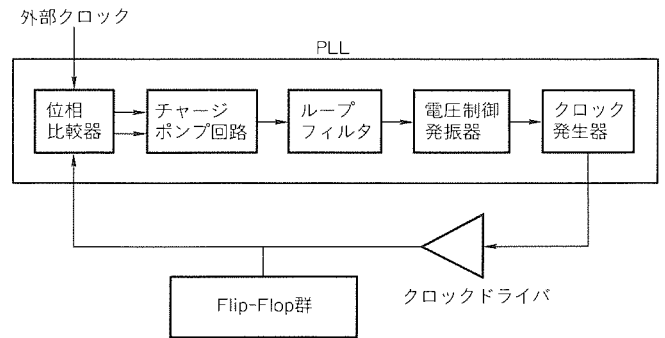


図 3. PLL回路のブロック図

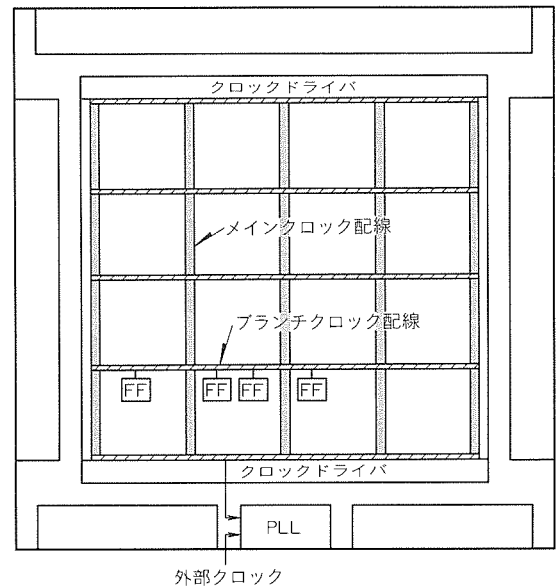


図 4. PLLを内蔵したクロックスキュー低減方式

Voltage Differential Signals), PECL (Pseudo Emitter Coupled Logic), HSTL (High Speed Transceiver Logic), USB (Universal Serial Bus) バッファを開発した (一部開発中)。

(3) RAM ジェネレータ

システム動作周波数の向上とともに, 内蔵RAMの高速化は, ASICの性能に直結する重要な課題の一つとなっている。システムの要求に適した構成の高性能RAMを提供するため, エンベデッド型のシングルポートRAM, 2ポートRAM, 及びSOG領域に搭載可能なゲートアレイ型2ポートRAMを生成する3種類のRAMジェネレータを開発した。

これらによって生成されるRAMは, すべてエッジトリガ同期型である (エンベデッド型2ポートRAMのみリード非同期型も生成可能)。RAMの入出力部には, 各々に専用のフリップフロップとライトパルス発生回路を入出力部に内蔵した。フリップフロップの保持データは, システムクロックの立上りエッジで書き換えられるので, アドレス, データなどの入力信号は立上りエッジに対するセットアップ/

ホールドタイム制約のみを満足すればよい。また、200 MHz級の動作周波数では、RAM外部でのライトパルスのタイミング設計が難しくなっており、最適なパルスをRAM内部で自動生成するライトパルス発生回路を開発した。これらにより、RAMアクセス時のタイミング制約を大幅に緩和し、RAMの高速動作を容易かつ確実に実現できるようにした。さらに、テスト容易化設計への対応も考慮し、フリップフロップはスキャンパスを構成することも可能とした。

表2に、各RAMジェネレータの生成範囲と特性例を示す。シングルポートRAMは、最大メモリ容量256Kビットの大規模RAMを生成可能である。2ポートRAMは、エンベデッド型、ゲートアレー型のいずれも最大メモリ容量18Kビットまで生成可能である。エンベデッド型は規模が大きくなる程集積度の点で有利である。一方、ゲートアレー型は、ロジック部の変更と同様にスライス工程だけでRAMの数や構成を変更できるので、回路改訂のコストや納期の点でメリットがある。動作速度は規模に依存するが、いずれのRAMも100～200MHz級のシステムクロックでの動作を可能とした。

3. レイアウト設計技術

これまで、ハードウェア記述言語を用いたトップダウン設計を支援するASIC設計システムを開発し、実用化してきた⁽⁹⁾。高速・大規模化が進むECAを開発するために、ユーザが設計した回路の性能を満足しながら高集積なチップレイアウトを効率良く実現するレイアウト設計技術として、以下のような技術開発・機能改良を行った。

(1) 4層配線技術

従来の2層・3層配線に加えて、4層配線を用いてレイアウトできるようにした。4層配線の使用により、3層配線に比べて約20%の集積度向上を実現できる。

(2) タイミング駆動レイアウト技術

タイミング駆動レイアウトとは、レイアウトツールに回路の遅延やネットの配線長などを制約として入力し、その制約を満たすようにレイアウトを行うことである。従来は個々のネットに対する容量や配線長を制約としたタイミング駆動レイアウトが行われていたが、回路の高速化に伴い、回路上の素子の系列であるパスに対する遅延を制約としたタイミング駆動レイアウトへの期待が高まっている。今回、論理合成ツールが生成したパス遅延制約を用いて、ECA用自動配置配線ツールでタイミング駆動レイアウトを行う手法を開発した。集積度に余裕がある場合には、パス遅延制約を用いたタイミング駆動レイアウトを行うことによって、回路のタイミング性能を改善することができ、レイアウト後の設計手戻りを防ぐことができる。

(3) クロックツリー合成手法

クロックツリー合成とは、LSIのクロックピンから記憶素子のクロック端子までの間にツリー状にクロックバッファを挿入し、クロックスキューを最小にするように記憶素子の配置位置に基づいてバッファの配置やクロック信号の配線を行うものである。今回開発したECAでは高速動作・低スキューを目標としたクロック分配技術として2.2節で述べた回路方式を実現したが、さらに、低消費電力・高集積を目標として、市販のゲートアレー用自動配置配線ツールが持つクロックツリー合成機能を用いたクロックツリー合成手法を開発した。クロックスキューへの要求仕様があまり厳しくない場合、このクロックツリー合成手法を用いてレイアウト設計者が回路に合わせてクロック分配回路を設計することができる。

(4) フロアプランニング支援技術

回路の微細化に伴い、上流設計工程においてレイアウトを考慮する必要が高まり、上流設計と下流設計のつなぎをするものとしてフロアプランナが注目されている。フロアプラン

表2. RAMジェネレータの生成範囲と特性例

RAMジェネレータの種類		エンベデッド型		ゲートアレー型
		シングルポートRAM	2ポート(1W1R)RAM	2ポート(1W1R)RAM
生成範囲	メモリ容量	256ビット～256Kビット	32ビット～18Kビット	16ビット～18Kビット
	ビット幅	1～128ビット	4～72ビット	2～72ビット
	ワード数	32語～16K語	8～256語	8～256語
	CPB*1	4, 8, 16, 32	2	1
	オプション	出力：同期／非同期選択 ビットライト機能*5	リード：同期／非同期選択 出力：同期／非同期選択	出力：同期／非同期選択
構成例		2K語×32ビット, CPB8	64語×64ビット	64語×64ビット
電気特性	サイクルタイム(ns)*2	4.5	3.7/2.7	2.7/4.2
	アクセスタイム(ns)*3	3.5	2.8	3.6
	消費電力(mW)*4	600	300	250

注 *1 CPB(Column Per Bit)は、生成RAMの形状を指定するパラメータ
 *2 2ポートRAMはライトサイクルタイム／リードサイクルタイム
 *3 アクセスタイムはクロックアクセスタイム
 *4 動作周波数100MHzでの値
 *5 各ビット独立に書き込み制御する機能

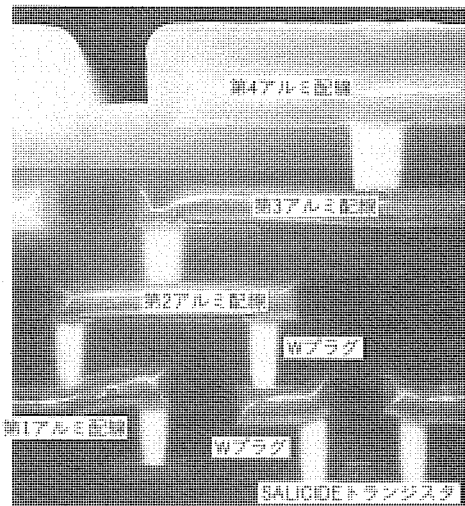


図5. 0.35μmCOMSプロセス断面写真

ニングを支援する設計システムとしては、フロアプランナデザインキットを既に開発している⁽⁴⁾。今回、前記(1)の4層配線技術に合わせて、ゲートアレー設計手法において2~4層配線時に階層配置配線を実現できるようにした。この機能により、大規模なLSIを幾つかのブロックに分割し、ブロックごとに性能を確認し保証しながら、並行して設計を進めることができる。また、格子使用率の考えを用いたレイアウト面積予測手法に基づいて、フロアプラン後/セル配置後の段階にブロックごとのレイアウト可能性を判定する機能を付加した。配線後にレイアウト不能が発生して手戻りが起きることを防ぐことができ、設計期間の短縮が図れる。

4. プロセス技術

今回採用したウェーハプロセスは、0.35μmルール、1層ポリシリコン、4層メタル配線構造のCMOSプロセスであり、前世代の0.5μm CMOSプロセスから、一律に縮小が可能なレイアウトルールを実現している。また、リソグラフィは全工程においてi線による露光を採用している。

なお、図5に、0.35μm CMOSプロセスの断面写真を示す。

以下、このプロセスについての主な特長を述べる。

(1) トランジスタ

トランジスタは、高速性を重視するための高い電流駆動能力とホットキャリア耐性を、ドレイン構造の最適化を行うことで実現している。採用した構造はLDD (Lightly Doped Drain) 構造であり、最小ゲート長は0.35μm、動作電圧は3.3Vである。

ウェル構造には、高エネルギーイオン注入法を用いたレトログレードツインウェルを採用している。これによって、素子間の分離間隔が縮小できるとともに、ラッチアップ耐性の向上、狭チャネル効果の抑制、また、ウェルと同時に素子分離のチャンネルストップ等を形成することでマスク枚数及び工

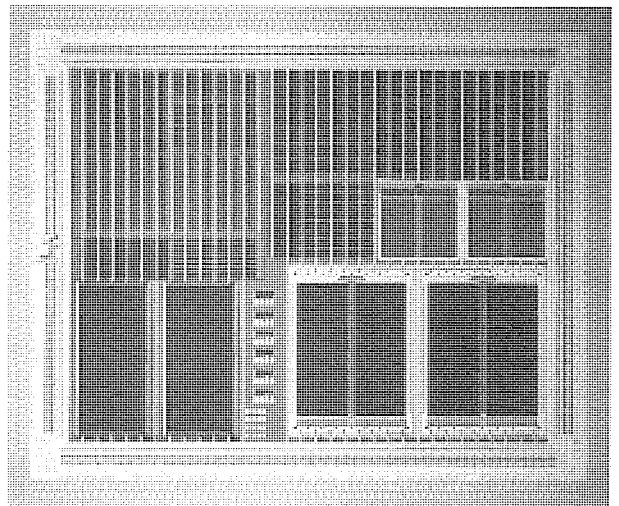


図6. 0.35μmCOMS ECA TEGチップ写真

程数の削減を実現している。

また、トランジスタのソース、ドレイン及びゲートに対して自己整合的にシリサイド化を行うSALICIDE (Self Aligned Silicide) 構造を採用することで、拡散層及びゲート配線のシート抵抗とコンタクト抵抗を従来の1/5~1/10に削減しており、高速化に対応できる構造になっている。

(2) 多層配線技術

このECAでは4層のメタル配線を使用している。層間絶縁膜の段差平坦化(坦)化には、新規技術としてCMP (Chemical Mechanical Polishing) 技術を採用した。これにより、リソグラフィの解像度・焦点深度等の改善を行い、高密度配線実現のマージンを向上している。また、集積密度の向上のためにボーダレス配線化及びスタックドバイアを採用している。

高速化を目的とした配線容量低減を実現するためには、厚い層間絶縁膜が必要である。そのため、高アスペクトの接続孔にはタングステンプラグによる埋込み技術を採用して、電気特性の安定化を実現している。また、配線構造は、高融点金属膜とAlCuの積層配線構造によって高信頼性を実現している。

5. 適用事例

以上述べたセルの特性を評価するために開発したTEGのチップ写真を図6に示す。14.0mm×16.9mmのチップに、約85Kゲートのロジック回路、RAMジェネレータで生成した512Kビットシングルポートエンベデッド型RAM、36Kビットデュアルポートエンベデッド型RAM、36Kビットデュアルポートゲートアレー型RAM、そして高速クロック分配検証回路、PLL等が搭載されており、上述の性能が確認された。

また、以上に述べてきた技術を適用して開発した信号処理用LSIのレイアウト図を図7示す。9.8mm×9.8mmの

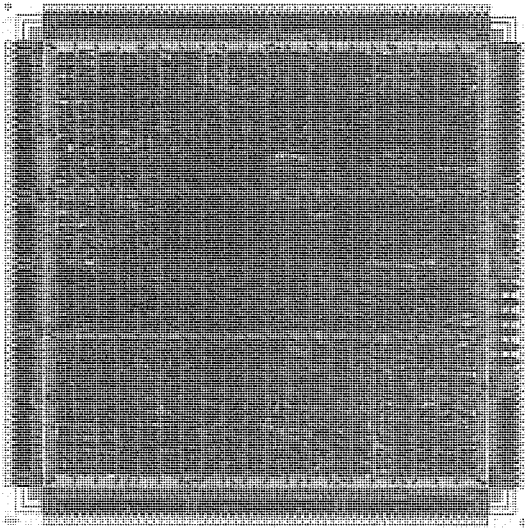


図7. 信号処理LSIレイアウトパターン図

チップに約140Kゲートの論理回路と高速インタフェース用にPECL入/出力バッファを搭載している。

6. むすび

3年で4倍の高集積化を達成しているプロセス微細化技術の進展により、数百万ゲートが1チップ上に搭載可能となってきた。システムをオンチップ化したASICを適用するこ

とにより、アプリケーションに最適なシステムの実現が可能となる。

本稿では、超高速・高集積・低消費電力0.35 μm CMOS ECAの概要及び高速動作対応技術について述べた。今後も更なる高速化・低消費電力化を目指し、次世代CMOS技術を使用した技術開発を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 荒川隆彦, 前野秀史, 東谷恵市, 斎藤 健, 加藤周一: 0.5 μm CMOSゲートアレー, 三菱電機技報, 67, No.3, 234~237 (1993)
- (2) Ikeda, N., Ishibashi, A., Maeno, H., Matsue, S., Asahina, K., Arakawa, T., Kato, S.: 0.5 μm 1M Gate CMOS SOG, Proceedings of the IEEE 1993 CICC, 23.2.1~23.2.4 (1993)
- (3) 小野真司, 布上裕之, 古茂田道夫, 村上雅映, 福水利之: ハードウェア記述言語によるASIC設計向けトップダウンCADシステム, 三菱電機技報, 67, No.8, 791~796 (1993)
- (4) 加賀谷達次, 小野真司, 斎藤 健, 原田輝昭, 高瀬和彦: サブミクロン大規模ASIC用設計システム, 三菱電機技報, 69, No.3, 275~279 (1995)

モノクロSTN対応

スポットライト

操作パネルコントローラM66270FP

近年、OA機器・家電製品を中心に機器の表示・操作パネル部に小型液晶ディスプレイ(LCD)を搭載した製品開発が盛んに行われています。特にOA機器等の操作パネル用途としては、320×240ドットサイズ以下のLCDの普及率が非常に高くなっています。

従来LCDの表示制御回路は、専用コントローラと表示データ用メモリ(256Kビットクラスの汎用SRAMを外付け)で構成されていました。しかし、外付けメモリは必ずしも最適な容量とは言えず、ユーザ側からはLCDの表示に最適なメモリ内蔵型表示コントローラの開発が強く望まれています。

三菱電機ではお客様のご要望におこたえするため、320×240ドットサイズ以下のグラフィック表示専用ドットマトリックス型LCDの表示系コントロールに最適なVRAM(Video RAM)内蔵操作パネルコントローラM66270FPを製品化しました。表示コントローラと最適容量のVRAMの1チップ化により、部品点数の削減、トータルコストの低減が可能となります。以下にM66270FPの主な特長を示します。

特長

(1) 表示可能なLCD

76,800ドット(320×240ドット相当)以下のモノクロSTN対応ドットマトリックス型LCDの表示が可能です。

最大表示デューティ：1/255

(2) 表示データ用メモリ内蔵

表示データ用メモリとして、最大320×240ドットLCD1画面分に相当する9,600バイトのVRAMを内蔵しています。

また、内蔵したVRAMのアドレスがすべて外部に開放されています。これによってVRAMのアドレスをMPU(Micro Processing Unit)のメモリ空間に割り付けることで、表示データすべてに対するMPUからの直接アドレッシングが可能となり、描画等の表示データ処理効率が向上します。

(3) MPU側とのインタフェース

8/16ビットMPU双方とのインタフェースが(切換え)可能です。また、WAIT出力端子付きです。

(4) MPUからVRAMへのアクセス調停回路内蔵

MPUとLCDへの相互アクセスに対し、LCD表示アクセスを優先させる調停回路(サイクルスチール方式)を内蔵しています。これによってMPUからVRAMへのアクセスをタイミングフリーで行うことができ、LCD側での表示画面の乱れ、ちらつき等を防止することができます。

(5) LCD側とのインタフェース

LCD表示データは4ビット並列で出力されます(UD<3:0>)。また、LCD制御信号としてCP、LP、FLM、Mの4本を出力します。

(6) LCD表示機能

グラフィック表示専用(キャラクタはグラフィックとして描画。)であり、2値表示のみ(階調表示機能なし。)です。

(7) モジュール内蔵型LCD対応の付加機能あり

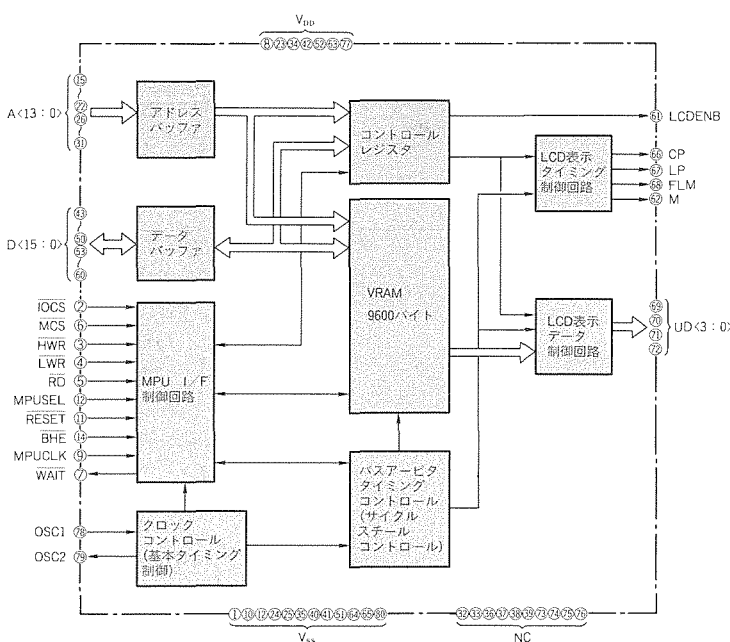
モジュール内蔵型LCD使用のユーザ向けに専用付加機能を備えています。この機能は、MPU側からのアクセスを付加機能専用I/Oレジスタを介して実行するもので、MPU側とのコネクタピン数を標準仕様時の40本から15本に抑制でき、基板配線数の低減に有効です。

(8) 5V単一電源電圧動作

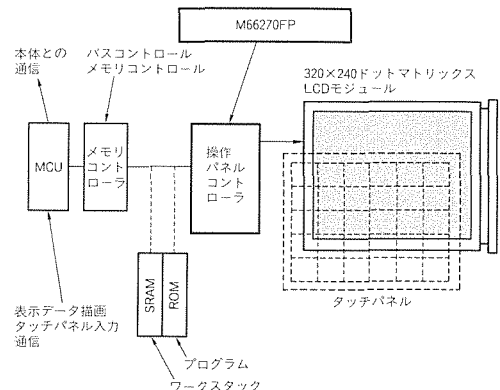
(9) パッケージは80ピン14mm×20mm QFP(80P6N-A)

用途

この製品は、PPC、FAX、多機能電話等のOA機器を始め、FA機器、家電製品等モノクロSTN-LCDを用いるアプリケーション全般に適用可能なLCD表示コントローラです。



ブロック図



応用回路例

産業用計算機システム

スポットライト

“MELCOM350-MR3000, M60/3000シリーズ”

産業社会のインフラの構築を担う情報制御システムは、高度化するプラント監視制御、広域化する情報制御などの多様な分野から高度な機能・性能が求められており、この情報制御システムの中核である産業用計算機としてMELCOM350-MR3000シリーズを発売しました。さらに、電力分野向けにMR3000シリーズをベースにし、発電制御用高機能専用言語の搭載と多様な高信頼度システムへの対応を図ったMELCOM350-60/3000シリーズも併せて発売しました。

特長

●リアルタイムシステムの実現

リアルタイム性を重視したMR3000シリーズは、PA-RISCチップを採用し、POSIX準拠のUNIXに三菱電機独自開発のリアルタイム機能を付加したMI-RT(当社独自のOS名称)の搭載により、UNIX OSの持つオープン性を生かした業界最高0.1msのリアルタイム性(当社従来比3倍以上)と100MIPS以上の高速演算性(当社従来機種比10倍以上)を実現しました。

●高信頼化

徹底したLSI化とシステムバスにFuturebus+を採用したハードウェアの高信頼性、またOS状態表示・負荷情報表示・各種トレースによるシステムの解析性向上、データ共有装置による二重系システムの実現、さらにオンラインメンテナンス機能などによって保守性に優れた高信頼度システムを実現できます。

●S/W生産性

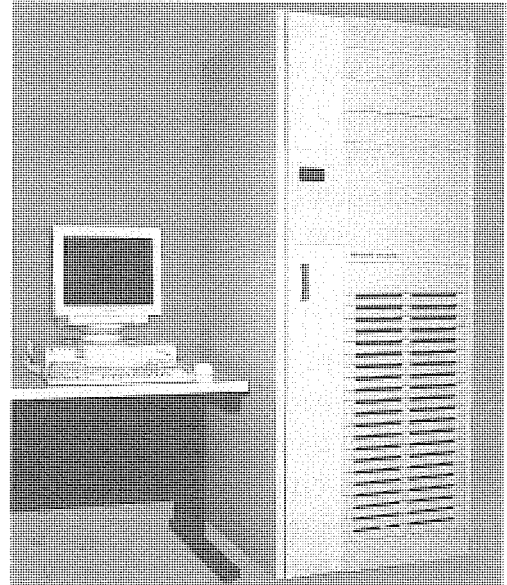
豊富なミドルウェアの充実とともに操作性の良いSoftBenchによる開発環境をME/Rシリーズ上に提供し、分散開発環境での高いソフトウェア(S/W)生産性を実現しています。

●制御用ネットワークによる分散システム

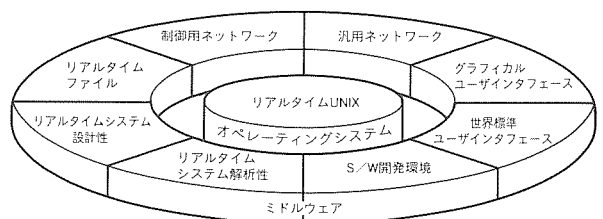
汎用のLAN以外に制御用LANとしてATM方式をベースに優先度制御、サイクリック伝送等の機能を追加した高信頼リアルタイムネットワークシステムを用いて、高度分散システムの構築ができます。

●S/Wプラットフォームの共通化

オープン性を追求した業界標準UNIX OS “HP-UX” を搭載した“MELCOM350-MU3000シリーズ”, 当社製EWS “ME/Rシリーズ”とのS/Wプラットフォームの共通化により、各用途に最適なシステム構築を可能にしています。



計算機外観



ハードウェア仕様

モデル*	MR3300	MR3200	MR3100
性能	100MIPS	100MIPS	100MIPS
キャッシュ容量	256Kバイト	256Kバイト	256Kバイト
主記憶容量	最大512Mバイト	最大256Mバイト	最大256Mバイト
固定ディスク	最大28Gバイト	最大28Gバイト	最大14Gバイト
IOスロット数	10スロット	6スロット	2スロット

*M60/3000シリーズも同様

ソフトウェア仕様

OS	MI-RT	
ファイルシステム	分散リアルタイムファイル	
ネットワーク	TCP/IP, NFS, HDLC, BSC	
図形処理/GUI	X Window V11R6	
ライブラリ	プロセス入出力ライブラリ, プリンタライブラリ, 音声告知ライブラリほか	
評価解析ツール	状態表示ツール, 負荷状況収集ツール, トレースツール, ソース用デバッグ	
S/W開発用基本S/W (ME/Rシリーズ上)	言語	FORTTRAN77拡張, C
	開発環境	SoftBench, E-VECTOR (CRT画面データ生成ツール)

スタティックRAM(SRAM)は、リフレッシュが不要であり、動作コントロールが簡単で使いやすいのが特長です。その中で、低消費電力SRAMは、待機時の消費電力が少ないため、バッテリーバックアップが可能であり、また、動作時の消費電力も少ないため、電池で駆動する用途に最適なメモリです。しかも低電圧領域、広温度範囲での動作も可能であるため、極めて幅広い分野で使用されています。

当社の低消費電力SRAMは、256Kビットから4Mビットまでの製品ラインアップを充実させており、4Mビットでは現在第一世代を生産中ですが、さらに高性能化し、チップサイズを40%以上低減した第二世代4Mビット低消費電力SRAMを開発し、生産を開始しましたのでご紹介いたします。

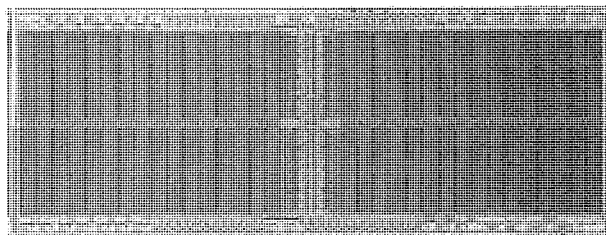
製品概要

第二世代品は、電気特性、及びパッケージともに第一世代品と完全互換です。また、第一世代品からの性能向上としては、動作電源電流の15%低減を達成しました。待機時の電源電流は、第一世代品と同等ですが、バッテリー寿命を更に伸ばせるように、待機時電源電流を現在の3分の1以下にするよう、開発を進めています。製品ラインアップという面では、従来の広温度動作/低電圧動作品に加えて、更に低電圧領域をカバーできるような2.7V動作品も併せて準備中です。

今後の展開

4Mビット低消費SRAMの用途は、電話交換機、移動体電話の基地局を始め、電池駆動が必要とされるICカードやハンディ端末にと、多岐にわたっています。

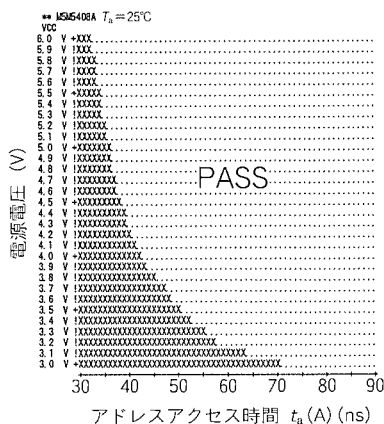
今後、更なる市場拡大を図っていくために、ますます要求の強くなる低電圧動作品の高性能化、高速アクセス化を中心にして、第二世代品の製品のラインアップを強化していきます。



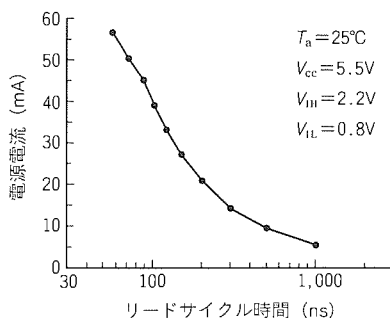
第二世代品チップ写真

第一世代と第二世代の製品概要比較

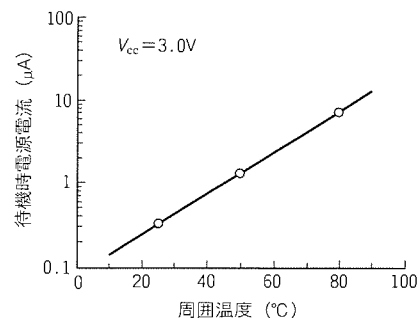
項目	第二世代	第一世代
型名	M5M5408AFP/TP/RT	M5M5408FP/TP/RT
ビット構成	512Kワード×8ビット	
電源電圧	5.0V/3.3V/3.0*V(*開発中)	5.0V/3.3V
アクセス時間	5.0V品(4.5Vmin.): 55ns/70ns/100ns	
	3.3V品(3.0Vmin.): 85ns/100ns	
	3.0*V品(2.7Vmin.): 120ns/150ns(*開発中)	
動作電源電流 (5V, 10MHz, 標準)	40mA	50mA
スタンバイ電流 (3V, 標準)	0.4μA(0.1μA:開発中)	0.4μA
パッケージ	525mil 32pin SOP	
	400mil 32pin TSOP(type II)	
デザインルール	0.4μm	0.5μm
プロセス方式	N基板ツインウェル	
配線層数	4層ポリシリコン2層メタル	
ゲート酸化膜厚さ	12nm	15nm
メモリセル構造	TFT負荷型/0.4μmトランジスタ	TFT負荷型/0.5μmトランジスタ



アドレスアクセス時間



動作時電源電流特性(読出し時)



待機時電源電流特性



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 特許センター
Tel/(03)3218-2174

植物栽培装置 (特許 第1767475号, 特公平4-53486号)

この発明は、植物を人工環境の下で栽培する装置に関するものである。

従来のこの種の装置は、閉鎖された空間内にあり、空間全体を任意の環境に調整することは容易ではない。また、異なった環境条件を要求する植物を一つの空間内で生長させたり、生育段階で異なる環境条件が必要な場合の制御は更に困難であった。

この発明は上記のような従来の装置の欠点を除去するためになされたもので、図1、図2に実施例を示す。植物体(5)を保持する治具(1)は、2本のパイプ(2)を鉛直に組み合わせた2組のパイプ体(22)の間に挿入され、移動可能に保持され、ピン(1a)を介してコンベア(7)のつめ(7a)により、移動される。上2本のパイプ(2)には調整された空気が流れ、下2本のパイプ(2)には栄養塩溶液が流れ、それぞれ開孔(3)を通して植物体(5)に吹き付けられる。コンベアの左端で新しい苗として仕込まれた植物体(5)はこれら空気、栄養塩溶液を吸収して徐々に生長しながら右方へ移動し、右端で収穫

発明者 池田 彰, 中山繁樹, 石井敏次, 板倉 勲
される。

この発明による植物栽培装置は上記のように構成されているので、構造が簡単で、しかも空気成分や風速などの環境条件を容易に、かつきめ細かく制御できる。

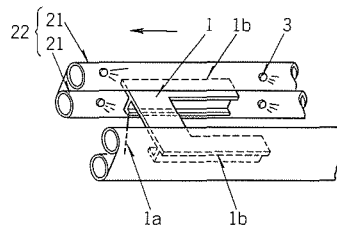


図1.

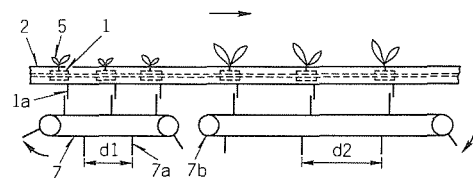


図2.

レーザー加工方法 (特許 第1715582号, 特公平3-80597号)

この発明は、円偏光されたレーザー光でレーザー切断加工を行う場合、切断面に形成されるレーザー加工特有の傾きを是正することができるレーザー加工方法に関するものである。

従来、レーザー切断加工を行う場合、円偏光における光の回転方向による有意差が解明されていなかったため、切断面の傾きを垂直に管理することは不可能で、レーザー切断加工精度を著しく低下させる問題があった。

この発明は、この欠点を改善するためになされた。従来、円偏光度を向上させることにより、切断方向に対する切断面の傾きは零になるものと考えられていた。しかし、発明者は、円偏光度が100%であっても、レーザー光の回転方向に起因して、切断面の傾きは必ずしも零にならないことを実験によって確認した。すなわち、左回りの円偏光であれば、切断方向に対して左側に傾き、右回りの円偏光の場合はこの逆に右側に傾くことが明らかとなった。

この実験結果にかんがみ、この発明は円偏光のレーザー光で切断加工を行う際、円偏光における光の回転方向の相異によ

発明者 小山内 肇, 金原好秀
って生じる被切断材の切断面の傾きと、集光レンズの焦点距離等によって決定されるレーザー切断特有の傾きとを相殺させ、被切断材の所望する側の切断面をほぼ垂直に加工するものである。

この加工方法により、レーザー加工における切断精度を大幅に向上することができる。

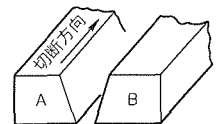


図1. レーザ加工特有のテーパ

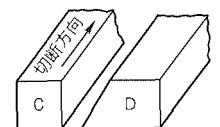


図2. 左回り円偏光による傾きとレーザー加工特有のテーパとが相殺したときの切断面



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 特許センター
Tel(03)3218-2174

マグネシウム合金へのめっき成膜方法 (特許 第1914356号, 特公平6-31443号)

発明者 山岡憲一, 松田淑男

この発明は、マグネシウム合金に高周波特性、はんだ付け特性等の機能を付与するためのめっき成膜方法に関するものである。

図1は従来のめっき方法を示す断面図である。従来のめっきは、マグネシウム合金(1)に対して、ふっ化マグネシウム層(6)、亜鉛置換層(2)を形成した後、電気めっき方法による銅めっき(3)、ニッケルめっき(4)、金めっき(5)を行っていた。この従来の方法では、銅めっき(3)後、ニッケルめっき(4)を施す場合、アスペクト比(穴深さ/穴径)の大きい複雑

な形状物に対して、銅の膜分布が悪いためニッケルめっき中に爆発的な溶解を起こし、対応できない欠点があった。

この発明は、上記の不具合を改善するためになされたもので、図2にこの発明によるめっき成膜方法を示す。この方法は、ふっ化マグネシウム層(6)、亜鉛置換層(2)を形成した後、電気めっき方法に変えて均一厚さの膜が提供できる無電解銅めっき(7)、無電解ニッケルめっき(8)を設けた。これにより、アスペクト比の大きい複雑な形状物に対し、高周波特性等のめっきを可能にした。

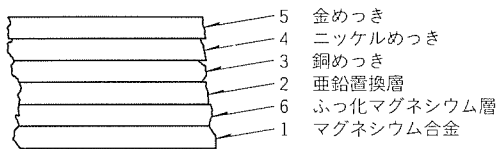


図1. 従来のめっき方法

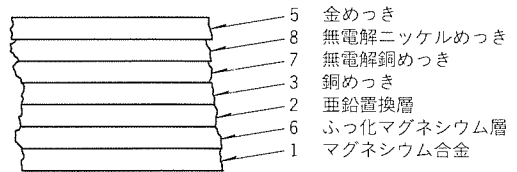


図2. この発明によるめっき成膜方法

〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.70 No. 8 “住環境技術”

特集論文

- 住環境技術の現状と展望
- 住宅用ダクト空調システム“エアリゾート”
- 戸建て住宅用“エアフロー環気システム”
- 省エネルギーエアコン“霧が峰”FXシリーズ
- NEW SLIMパッケージエアコン コンパクトカセット室内機
- 多機能ヒートポンプ
- 水蓄熱マルチエアコン
- HCFC-22代替冷媒空調機

- 新冷媒仕様地中送電線冷却用冷凍機
- 密閉形圧縮機用DCブラシレスモータ“V8DCモータ”
- 熱交換器詳細設計手法
- 施設照明器具用新インバータ
- 24時間風呂“一番風呂”
- 全自動洗濯機MAWシリーズ
- ジャー炊飯器の新炊飯ソフト“うまみ炊き”
- 住空間システムのオブジェクト指向技術
- 住空間統合システム
- 認知科学的アプローチによる“わかりやすさ”向上

三菱電機技報編集委員

委員長 山本 彬
委員 永田 譲 蔵 下村 寛 士
永田 裕 之 河内 浩 明
上 杉 豪 内 藤 明 彦
磯 田 悟 山本 延 夫
畑 谷 正 雄 才 田 敏 和
園 田 克 己 鳥 取 浩
幹 事 宇 田 川 雅 彰
7月号特集担当 宮 後 彰

三菱電機技報70巻7号

(無断転載を禁ず)

1996年7月22日 印刷
1996年7月25日 発行

編集兼発行人 小 林 保 雄
印 刷 所 千葉県市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01)
菱電印刷株式会社
発 行 所 東京都港区新橋六丁目4番地9号
北海ビル新橋 (〒105)
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) 3437局2692
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) 3233局0641(代)、振替口座東京6-20018
定 価 1部721円(本体700円) 送料別

スポットライト

ノートPC用31cm(12.1型)

XGA TFTカラー液晶ディスプレイ

ハイエンドノート型パソコン用の液晶ディスプレイとして、従来のSVGA(800×600)に比べて総画素数を1.6倍に増やしたXGA(1,024×768)仕様の対角31cm(12.1型)ディスプレイの実用化が強く望まれています。

この要求にこたえ、(株)アドバンスト・ディスプレイ(ADI)は、XGA仕様の対角31cmのTFT液晶ディスプレイ(AA12XE6C-ADHD)を製品化しました。この製品の設計では、従来のSVGA仕様の対角31cmディスプレイ(AA12SB6C-ADFD)と同一のモジュール外形を維持し、パソコンへの取付け位置等の完全互換を実現しました。

ノート型パソコン用の液晶ディスプレイでは、表示情報量の増大に伴って信号周波数及び信号ライン数が増加し、信号系からの電磁波障害(EMI)が問題になっています。そこで今回、このEMI対策に有効な低電圧差動信号(LVDS)方式を入力信号インタフェースに採用しました。この方式の採用により、入力信号数を大幅に低減でき、システム全体としてのEMI性能を大幅に向上させました。

また、ハイエンドノート型パソコン用として重要視される表示性能に関しても、高コントラスト比、高色純度表示を達成しました。

この製品の特長をまとめると次のとおりです。

特長

- 狭額縁設計
- LVDS方式インタフェースの採用
- 1,024×768画素の高精細表示
- 高コントラスト比、高色純度表示
- 26万色の多色表示
- 広視野角特性
- 低消費電力(3.3V単一電源)

主な仕様

項目	仕様
表示サイズ(対角)	31cm(12.1型)
画像度(画素数)	1,024×768
画素寸法	240×240(μm)
輝度	70cd/m ²
表示色	26万色
コントラスト比	150:1
バックライト	冷陰極管、1灯
供給電源	3.3V
消費電力	3.5W
質量	520g
外形寸法(W)×(H)×(D)	275×198×7.8(mm)



表示例

スポットライト

ノートPC用31cm(12.1型)

SVGA TFTカラー液晶ディスプレイ

今日、ノート型パソコンの市場動向として、液晶ディスプレイの大画面化の要求がますます高まっています。特に、モジュール外形は現状のパソコン外形(A4サイズ)に収めたままで、できるだけ表示サイズを大きくすることが強く望まれています。

この要求にこたえ、㈱アドバンスト・ディスプレイ(ADI)は、表示サイズが対角31cmのTFT液晶ディスプレイ(AA12SB6C-ADFD)を製品化しました。この製品の表示領域は従来の対角29cm(11.3型)ディスプレイ(AA11SB6-BDFD)に比べて約15%拡大したにもかかわらず、高密度基板実装技術の採用等によって狭額縁化を図りました。その結果、モジュール外形領域に占める表示領域の割合を従来の78%から83%まで増加させました。また、モジュール構造の最適化によって、モジュール質量はAA11SB6C-BDFDと同じ500gを実現しました。

また、Windows 95に見られる表示ソフトの多機能化に伴い、液晶ディスプレイに対する表示性能の更なる向上が要求されています。そこで今回、色設計の最適化によって従来に比べて色再現領域を大幅に改善し、ブラウン管並みの高色純度表示を実現しました。

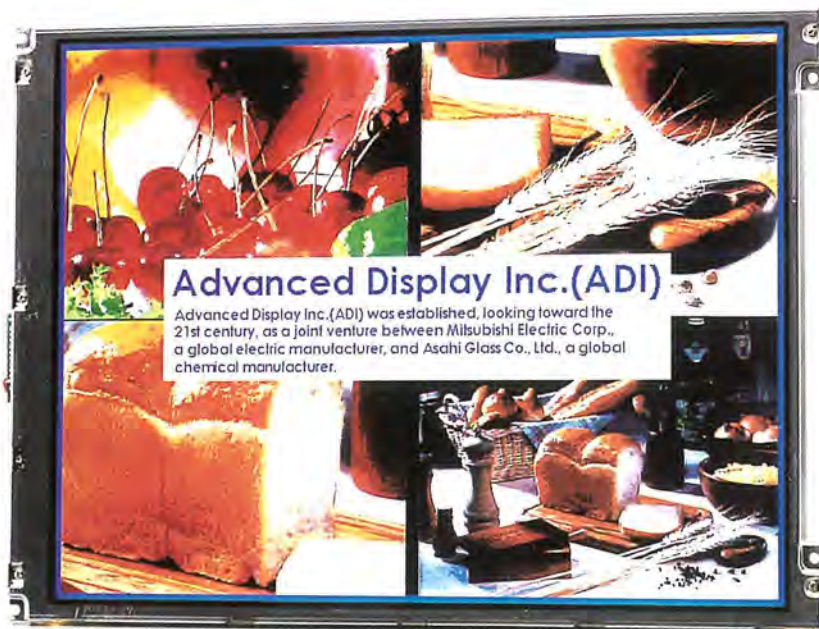
この製品の特長は次のとおりです。

特長

- 狭額縁設計
- 800×600画素の高精細表示
- 高コントラスト比、高色純度表示
- 26万色の多色表示
- 広視野角特性
- 低消費電力(3.3V単一電源)

主な仕様

項目	仕様
表示サイズ(対角)	31cm (12.1型)
画像度(画素数)	800×600
画素寸法	307.5×307.5 (μm)
輝度	70cd/m ²
表示色	26万色
コントラスト比	150:1
バックライト	冷陰極管, 1灯
供給電源	3.3V
消費電力	2.4W
質量	500g
外形寸法(W)×(H)×(D)	275×198×7.8 (mm)



表示例

スポットライト

三菱PHS電話機 TL-PH9

1995年7月からPHS公衆通話サービスが開始されましたが、各PHS電話機メーカーや通信事業者の販売活動によって1995年度のPHS電話機端末が合計で150万台を突破し、新商品ジャンルとしていきなりヒット商品となりました。これは、消費者の移動体通信への欲求が具体的な形で現れてきたことによるものと考えます。

三菱電機として、この需要にこたえるべくPHS電話機第二弾を発売しましたので紹介いたします。

今回発売のPHS電話機TL-PH9型“スリム”は、ヤングサラリーマンや学生向けを中心とし、以下の特長があります。

商品コンセプト…「とにかくおしゃれ」でスマート
小型、軽量、多機能、文字伝送(生活支援型)

特長

- 基本機能の充実 電話帳、バイブレータ、リチウム電池
- 多機能化
 - 文字で遊べる 文字メモ、文字通信、ポケベル送信
 - 周りにやさしい オリジナルメロディ、ステップコール、サイレントコール
 - 生活に便利な スケジューラ
 - データ通信対応 専用通信コネクタ
- 小型、軽量、長時間 幅約44×高さ約115×厚さ約23(mm)
スリムなポケット 約95cm³、約99g
サイズ、たっぷり 連続通話時間 約5時間
長時間 連続待受時間 約400時間
- 本商品はα-PHS規格も採用
- α-PHSとは、DDIポケット電話(株)とメーカー各社で取り決めた規格です
- α-PHS規格を採用した親機と接続すれば家庭内でデジタルコードレス電話機の子機として使用できます

様々な機能

●ダイヤル機能

仕 様

形 名	PHS電話機TL-PH9(家庭用デジタルコードレス電話機の子機兼用)
外 観	容積 約95cm ³ 重さ 約99g 外形寸法 幅約44×高さ約115×厚さ約23(mm) (突起部を除く。)
色 調	シャンパンゴールド/ダークブルー/メタリックピンク
モ ー ド	公衆、家庭、トランシーバ (ただし、家庭及びトランシーバは家庭用デジタルコードレス電話機の親機が必要)
仕 様	簡単操作の多機能ファンクションボタン 小型固定ヘリカルアンテナ 着信表示緑色発光LED ダイナミックレシーバ 10けた2行液晶表示 16ピンデータ通信コネクタ(みなし音声対応) 液晶・ダイヤルボタンバックライト 誤操作防止とダイヤル前を保護するフリップ式バイブレータ 生活防水(JIS保護等級2 防滴II型相当)
連続通話時間	約5時間
連続待受時間	約400時間
充電時間	約4.5時間
付 属 品	専用電池パック(公称容量:550mAh)、充電器 ACアダプタ、ハンドストラップ、取扱説明書



三菱PHS電話機TL-PH9形

- 電話帳 個人データ付きで最大200件
シークレット設定可能
- リダイヤル 最新のダイヤルを最大5件記憶
- キーロック 誤動作防止用のガード機能
- ダイヤルロック 他人に使われない暗証番号方式
- 発信者名通知 10文字以内、ON/OFF設定方式
- オートリダイヤル 相手が通話中の場合、ダイヤルを最大10回自動的に繰り返す
- データバンク機能
 - 文字メモ 最大20文字10件記憶
 - スケジューラ 約束の日や時間に遅れない
最大20文字10件記憶
最新の5件を記憶
- 着信履歴
- 静かな連絡機能
 - バイブレータコール 周囲に迷惑をかけない振動着信
 - 文字通信 20文字以内のメッセージを送信
 - ポケットベル送信 ポケベルにメッセージが遅れる東京テレメッセージの文字フォーマットを記憶
相手からのメッセージを自動で受信できる
- 自分だけの機能
 - 着信メロディ選択 自分だけ分かるメロディ着信
合計8曲の中から選択
 - 着信オリジナルメロディ あなたが作曲者!メロディを3曲まで記憶
- 生活支援・便利機能
 - 発信者名表示 かけてきた相手の名前が分かる
 - 保留 こちらの声を相手に伝えない
 - 圏内通知 公衆サービスのエリアに入るとアラームで知らせる
 - ステップコール 着信音を徐々に大きく、又は小さくする
 - 呼び出し音量 大・小・切の切換式
 - 受話音量 特大・大・標準・小の切換式
 - サイレント着信 着信音を途中で止められる
 - 時計機能 日時を表示
 - 通話時間表示 通話時間を刻々と知らせる
 - データ通信コネクタ みなし音声で伝送可能(専用ケーブルは別途発売)