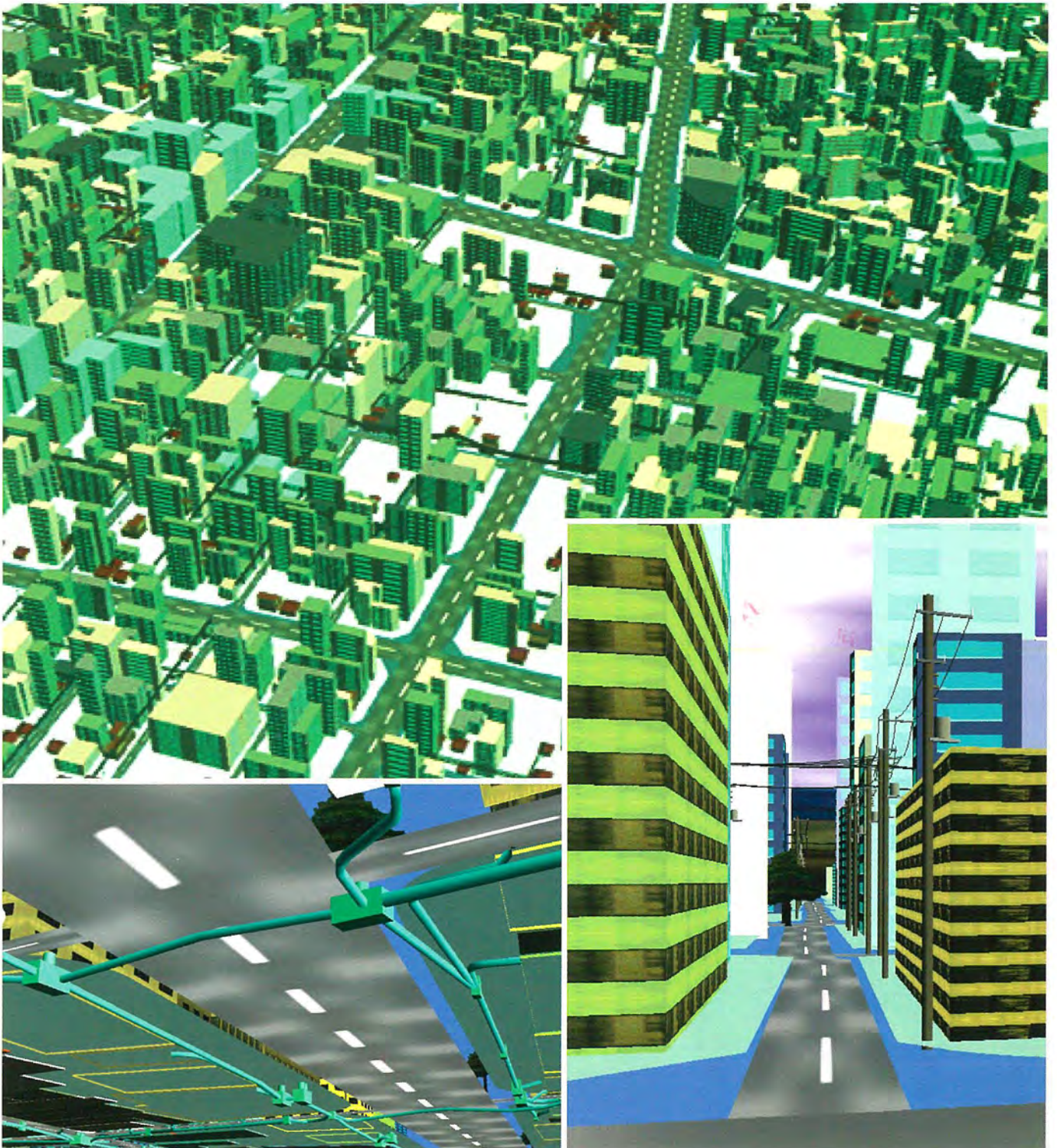


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.70 No.4

特集 “電力情報制御システム”

'96 4



特集 “電力情報制御システム”

目次

特集論文

電力情報制御システム特集に寄せて……………	1
横 浩平	
電力情報制御システム技術の現状と展望……………	2
篠原光一・中川秀人	
情報制御計算機システム……………	7
加賀越寛・片桐哲朗・法橋 誠・山上 明・栗原洋一	
分散型系統制御システム……………	13
武田邦義・菅田匡秀・森脇孝宏・上原 拓	
電力系統運用業務支援システム……………	17
上井 淳・清水恒夫・京本寿美恵	
配電総合自動化システム……………	24
池田一成・芦澤友雄・安達和夫・鎌田一郎	
電力マッピングシステム……………	31
菅原安哉・池田一成・丸山 稔・伊藤正俊・渡辺 浩	
現場作業支援システム……………	38
渡辺俊昭・嶋田克治・山口修平・村井 剛・井上 徹・守川修平	
電力設備ドキュメント管理システム……………	43
竹内康晃・川上真二・池原 照・伊比雄二	
火力発電プラント設備運用管理支援システム……………	48
相良辰雄・五味健一・川島幹治	
電力基幹系光通信網システム……………	53
溝口隆宏・仲川栄一・菅原冬樹・手島邦夫	
給電情報ネットワーク……………	59
西門 裕・水谷哲夫・藤田 進・谷口 順	
お客さま情報ネットワーク……………	64
安達和夫・武村伸之・尾崎陽二郎・山城貴志・林 崇之	
電力設備映像監視システム……………	70
新房健一・新谷育夫・土屋徳翁	
九州電力(株)納め小容量衛星通信システム……………	77
池田正信・加島辰哉・加藤 健・大河内敏進・田村高之・和泉英明	

普通論文

プラント建設工事におけるEOA化の現状……………	82
望月史吉・三ツ石一喜・加地敏和・徳宮 豊・勝山恒吉・藤川和彦	
東京電力(株)納め臨海副都心向け屋外形変圧器装置……………	88
長谷川 裕・木谷伸二・辻 章・松本正市	
東海旅客鉄道(株)納め機械設備保守保全支援エキスパートシステム……………	93
阿部光雄・山本成幸・加山 勉・田中英和・柴田文夫	
地球観測プラットフォーム技術衛星(ADEOS)用受信設備……………	99
山崎 孝・川瀬誠一・平野ゆりか・杉山隆一・村瀬文義・藤原知博	
グラフィックオペレーションターミナル“GOT800”シリーズ……………	108
赤塚成啓	
ビジョンセンサ“AS50VS”……………	113
舟久保一夫・世木逸雄・中田雅文・鷺見和彦・宇野真彦	
FAコントローラ“MELSEC-LM”シリーズ……………	118
大西作幸・小林 毅	

特許と新案

「レーザ出力制御装置」「電磁誘導機器の防音装置」……………	125
「陰極線管」……………	126

スポットライト

日刊工業新聞社 95年十大新製品賞受賞 三菱音声認識応答装置“MELAVIS”……………	124
エレベーター用フルカラー新塗装仕上げ“MEL ART”……………	(表 3)

表紙

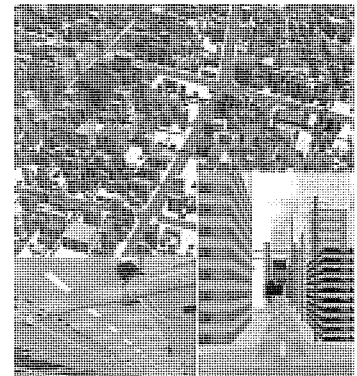
次世代配電設備管理システム

仮想現実 (VR) 技術を応用した次世代配電管理システムは、従来の地図を使用した設備管理システム (配電マッピングシステム) を、三次元グラフィック表示を用いて、効果的な表現にしたシステムである。

配電設備は電柱・電線などの架空設備や、マンホール・管路・ケーブルなどの地中設備に分類され、広い範囲に設置されている。平面地図の上に設備の設置場所を記載した設備管理図面に、高さ/深さの情報を付加し、設備の形状、建物の三次元表示を可能とした。

今後、設備管理・保守・計画業務の支援や各種のシミュレーションの高度化、設備地中化による景観の確認、地中設備の効率管理など、幅広い適用が見込まれる。

表紙は、地上及び上空からのウォークスルー (高速視点移動) と、地下空間のウォークスルーを示す。



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

電力情報制御システム技術の現状と展望

篠原光一・中川秀人

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.2~6 (1996)

電力会社では、高度な情報システム構築を経営効率化の戦略施策と位置付け、情報基盤整備による企業競争力の強化に取り組んでいる。業務システムから監視制御システムまで、オープン分散技術導入による高度化を図るとともに、ネットワークによるシステム連係を目指している。

当社は、電力情報制御システム技術としてオープン分散技術の開発、及び次世代の情報通信システムとしてエネルギーと情報通信の融合した総合的な効率化システムの構築に向けた開発に取り組んでいる。

電力マッピングシステム

菅原安哉・池田一成・丸山 稔・伊藤正俊・渡辺 浩

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.31~37 (1996)

電力分野の地図利用システム(マッピングシステム)は、初期段階の入力・検索システムの構築から、設備図面管理システムや設備設計支援システムなどの利用システム構築、さらに、設備計画支援システムや現場支援システムへと発展している。今後のマッピングの適用は、情報基盤の一層の発展をベースとして、より軽量・小型・安価な端末を中核としたシステム構築と現場利用、三次元マッピングや電力系統シミュレーションなど、マッピング処理高度化へと進展することが想定される。

情報制御計算機システム

加賀越寛・片桐哲朗・法橋 誠・山上 明・栗原洋一

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.7~12 (1996)

事務効率化を目的とする業務処理システムと監視制御・自動化システムの融合を図る情報制御計算機システムは、UNIXを基盤とした計算機(MR/MU/MEシリーズ)とクライアント/サーバシステム用パソコンで構成される。

これらの計算機は先進のアーキテクチャを採用し、オープン性・信頼性・相互接続性を兼ね備え、電力の多様な用途のシステムに最適な構成を実現する基盤製品として位置付けられる。

現場作業支援システム

渡辺俊昭・嶋田克治・山口修平・村井 剛・井上 徹・守川修平

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.38~42 (1996)

電力会社は、携帯情報端末の活用により、現場業務の高度化・効率化を目指した作業支援システムの開発に積極的に取り組んでいる。東北電力㈱は“配電設備点検運用システム”にベンコンピュータを適用し、効果を上げている。

今後、携帯端末の進歩、通信インフラの整備、応用ソフトウェアのレパートリ化により、電力現場業務システムは、広範囲の分野で普及していくと予想する。

分散型系統制御システム

武田邦義・菅田匡秀・森脇孝宏・上原 拓

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.13~16 (1996)

複数台のUNIXサーバとUNIXワークステーションを二重化LANで接続した分散型監視制御システムを開発し、従来、工業用計算機による集中システムで構成されていた系統制御システムに適用した。その結果、性能・信頼性・拡張性・移植性・省スペース性に優れ、高度なマンマシンインタフェースを持つシステムを、オープンなインフラ上に実現することができた。

電力設備ドキュメント管理システム

竹内康晃・川上真二・池原 照・伊比雄二

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.43~47 (1996)

電力会社は、発電・送電・変電・配電設備の建設及び運用段階において、複数メーカーと膨大なドキュメントを相互にやりとりしている。このドキュメントは、電力設備の設計・製作・保守を効率良く行っていく上で、非常に重要である。

そこで、当社では、これらの膨大なドキュメントをより効率良く管理し、業務の円滑化及び作業の高品質化を実現する高機能電子ファイルリングシステムを開発した。

電力系統運用業務支援システム

土井 淳・清水恒夫・京本寿美恵

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.17~23 (1996)

電力系統規模の拡大・複雑化及びお客さまニーズの高度化・多様化などに伴い、系統運用業務は複雑・高度化がますます進展していく状況にあるため、その業務を支援する機能の充実が求められている。

当社は、系統運用者の負担を軽減し、より高度な業務に専念できるような“人を生かす”環境の整備に向けて、早い時期から種々の系統運用業務支援システムの開発に取り組み、実用化を図ってきている。これらの実績を紹介する。

火力発電プラント設備運用管理支援システム

相良辰雄・五味健一・川島幹治

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.48~52 (1996)

近年、火力発電プラントは、大容量化に加え、プラント自体の高機能化・複雑化に伴い、監視・制御の自動化が著しく発展してきている。このため、計算機に対する依存度が高まり、プラントの特性や運転状況を踏まえた効率運転や経済運用、機器の劣化管理・寿命管理等の設備管理業務の効率化が要求されている。当社は、これらのニーズにこたえるために各種システムの開発を行っている。本稿では、各システムの概要と管理用計算機システムの実施例を紹介する。

配電総合自動化システム

池田一成・芦澤友雄・安達和夫・鎌田一郎

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.24~30 (1996)

配電自動化システムは、現在、開閉器制御システムを中心として自動検針、負荷制御等のシステムごとに構築されつつある。今後の展開には、各システムの高機能化・多機能化に加え、統合化が大きな課題となる。次世代システムとして、サプライサイドとデマンドサイドの融合を十分考慮した配電総合自動化システムを構築する必要がある。

本稿では、個別システムの事例を紹介するとともに、今後のニーズ変化や技術動向を踏まえた将来システムの方向性について提案する。

電力基幹系光通信網システム

溝口隆宏・仲川栄一・菅原冬樹・手島邦夫

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.53~58 (1996)

電力会社では、早い段階から光ファイバの絶縁性・無誘導性に着目して研究開発を進め、OPGW(光複合架空接地線)の実用化を契機に、基幹インフラとして光通信網の整備を進めてきた。

本稿では、基幹系光通信網の動向について述べるとともに、最新の光伝送システムとして、SDH伝送装置、光増幅伝送システム、波長多重伝送システムの概要を紹介する。

Abstracts

<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 31~37 (1996)</p> <p>A Computerized Mapping System for Electric Power Companies</p> <p>by Yasuya Sugawara, Kazushige Ikeda, Minoru Maruyama, Masatoshi Itoh & Hiroshi Watanabe</p> <p>The article surveys technical trends and future directions of computerized mapping systems for electric power companies. Computerized mapping systems have advanced from the fundamental stages, such as automated mapping (AM) and data retrieval, to applications such as facility design and planning support. Future mapping systems will operate on the new information infrastructure utilizing smaller, lighter, less expensive equipment. Such mapping systems will provide sophisticated functions like 3D capability field design and simulation.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 2~6 (1996)</p> <p>Present and Future Trends in Information Systems for Electric Power Companies</p> <p>by Koichi Shinohara & Hideto Nakagawa</p> <p>Electrical power companies are now applying new information infrastructures to improve operations efficiency and boost their overall enterprise competitiveness. Recent information systems are sophisticated multipurpose networks employing open-architecture and distributed computing models to accomplish tasks ranging from monitoring and control to support for administrative tasks. Mitsubishi Electric is developing open, distributed computing technologies for power-system control and investigating technologies for a new generation of computer and communication systems that will optimize use of scarce energy resources by managing information and electric power side-by-side.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 38~42 (1996)</p> <p>An On-Site Operations Support System</p> <p>by Toshiaki Watanabe, Katsuji Shimada, Shuhei Yamaguchi, Takeshi Murai, Toru Inoue & Shuhei Morikawa</p> <p>Electric power companies are rapidly developing on-site operations support systems accessible through compact terminals. Tohoku Electric Power Company has implemented a system of handheld terminals (pen-based personal computers) as a front end for its power distribution equipment inspection/check operation control system. Future on-site operations support systems are expected to handle a growing range of operations due to advances in handheld terminals, improvements in communications infrastructure and an expanding range of applications software.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 7~12 (1996)</p> <p>Computerized Integrated Information Control Systems</p> <p>by Takehiro Kaga, Tetsuro Katagiri, Makoto Houhashi, Akira Yamagami & Yoichi Kurihara</p> <p>Mitsubishi Electric is developing computerized integrated information and control systems that provide monitoring and control functions and drastically increase work efficiency. The systems are based on Mitsubishi MR/MU/ME Series Unix workstation and personal computers. These computers feature advanced architecture, open systems, high reliability and excellent interoperability for power-system applications.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 43~47 (1996)</p> <p>A Documentation Management System for Electric-Power Facilities</p> <p>by Yasuaki Takeuchi, Shinji Kawakami, Akira Ikehara & Yuji Ibi</p> <p>Electric power companies exchange a massive amount of documentation with numerous suppliers during construction of power stations, power transmission systems, substations and power distribution systems. This information needs to be easily accessible to support efficient facility design, construction and maintenance. The article introduces a high-performance electronic document filing system that provides for efficient management of these large document archives.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 13~16 (1996)</p> <p>A Decentralized Power-System Control System</p> <p>by Kuniyoshi Takeda, Masahide Sugata, Takahiro Moriwaki & Taku Uehara</p> <p>Mitsubishi Electric has developed a distributed information system consisting of multiple Unix servers and Unix workstations linked by a redundant LAN system for monitoring and control of power systems. The system replaces a centralized industrial computer system, offering advantages in performance, reliability, mobility and space-savings. The system provides a sophisticated user interface that overlies its open systems infrastructure.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 48~52 (1996)</p> <p>A Management Support System for Thermal Power-Generation Facilities</p> <p>by Tatsuo Sagara, Ken'ichi Gomi & Motoharu Kawashima</p> <p>Monitoring and control systems for thermal power plants have grown far more sophisticated as larger plants with more complicated control functions have developed. These systems depend heavily on computers to ensure efficient and economical plant operation and to manage equipment maintenance and renewal schedules. The article introduces these various needs and systems developed by Mitsubishi Electric to meet them.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 17~23 (1996)</p> <p>An Operation Support System for Electric Power Systems</p> <p>by Atsushi Doi, Tsuneo Shimizu & Sumie Kyomoto</p> <p>The task of operating electrical power systems has grown more complicated due to the expansion of electric power networks, and the diversification of client needs. Mitsubishi Electric is among the earliest developers of operation support systems that reduce the operator workload, freeing operators to focus on high-level tasks. The article introduces the corporation's achievements in this field.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 53~58 (1996)</p> <p>An Optical Fiber Communications Network for Electric Power Companies</p> <p>by Takahiro Mizoguchi, Eiichi Nakagawa, Fuyuki Sugawara & Kunio Teshima</p> <p>Electric power companies installed optical fibers alongside power lines as optical ground wires due to their insulating and non-inductive properties. These optical fiber networks have gradually become a key component of the companies' information infrastructure. The article surveys trends in the optical fiber networks of electric power companies, and introduces the latest optical communications systems, including synchronous digital hierarchy (SDH) transmission equipment, repeater equipment using optical amplifiers and wavelength multiplexing systems.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 24~30 (1996)</p> <p>Integrated Systems for Automated Power Distribution</p> <p>by Kazushige Ikeda, Tomoo Ashizawa, Kazuo Adachi & Ichiro Kamada</p> <p>Electric power companies are implementing several systems that help automate power distribution: switchgear control systems, automatic meter-reading systems and load control systems. Future systems will integrate these and other functions, eventually spanning demand and supply-side installations to achieve more sophisticated control. The article introduces example systems and suggests the direction of future development toward comprehensive solutions.</p>

アブストラクト

<p>給電情報ネットワーク 西門 裕・水谷哲夫・藤田 進・谷口 順 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.59～63 (1996)</p> <p>電力系統の広域化と運用の高度化に伴い、より多くのきめ細かな給電情報を複数のシステム間で共有する必要性が増してきている。このような給電情報の多様化と給電情報量の増大に対し、当社では、新しい標準の通信プロトコルを採用した情報伝送装置(新CDT装置)やCDT用パケット多重化装置(新CDT多重化装置)を製品化するとともに、将来の給電用データ交換網構築も視野に入れた、トータルな給電ネットワーク作りに取り組んでいる。</p>	<p>東京電力(株)納め臨海副都心向け屋外形変圧器装置 長谷川 裕・木谷伸二・辻 章・松本正市 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.88～92 (1996)</p> <p>都市部の過密地域では、電力需要の増大に対する供給力の確保と供給信頼度向上を図るために、22kVへの昇圧が推進されている。今回、本線・予備線受電方式の屋外形変圧器装置を開発し、臨海副都心地区へ納入した。この装置は、ガスLBS、ヒューズ、変圧器、低圧遮断器を単一パッケージに収納したものであり、特に小型化、安全、省メンテナンスを目的として開発した。安全面では内部アーク試験を実施し、人身へ危害を及ぼさない構造であることを確認した。</p>
<p>お客さま情報ネットワーク 安達和夫・武村伸之・尾崎陽二郎・山城貴志・林 崇之 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.64～69 (1996)</p> <p>電力会社と電力需要家(お客さま)の間にネットワークを構築し、新たなお客さまサービスと電力系統運用を実現するため、パッシブなダブルスター構成の64分岐光ファイバ網によってお客さまを収容するネットワークの開発を行った。このネットワークの特長は、①TDMA方式によって各種データ領域とリアルタイム性を確保、②経済的かつ効率的にお客さまを収容、③電力業務に対応した機能を内包し、制御所・営業所システム、お客さま設備と直接接続できることである。</p>	<p>東海旅客鉄道(株)納め 機械設備保守保全支援エキスパートシステム 阿部光雄・山本成幸・加山 勉・田中英和・柴田文夫 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.93～98 (1996)</p> <p>東海旅客鉄道(株)では、鉄道の利便化に伴う機械設備の増大と多様化及び保守熟練者を含む保守要員の減少に対応するため、保守保全業務の機械化が求められている。今回保守保全データをベンコンピュータでオフライン収集し、EWSでデータ蓄積と故障診断・予知を行い、故障の早期復旧と未然防止によって設備のダウンタイムの低減を図る保守保全支援エキスパートシステムを構築したので、その概要を紹介する。</p>
<p>電力設備映像監視システム 新房健一・新谷育夫・土屋徳翁 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.70～76 (1996)</p> <p>電力設備映像監視自動化の第一ステップとして、アーク画像検出装置と侵入監視装置を開発し、実用化した。いずれも画像処理技術を応用したもので、従来のテレビカメラシステムと組み合わせ使用されるものである。前者は、電力設備故障時に発生するアークを撮像して故障位置を自動検知するもので、後者は、重要施設への侵入者等を複数のパラメータ設定によって特徴を抽出して自動検知するもので、監視操作を支援するものとして役立てられている。</p>	<p>地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS) 用受信設備 山崎 孝・川瀬誠一・平野ゆりか・杉山隆一・村瀬文義・藤原知博 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.99～107 (1996)</p> <p>宇宙開発事業団では、1996年度に打上げ予定の地球観測プラットフォーム技術衛星(ADEOS)を用いて地球温暖化・オゾン層の破壊・熱帯雨林の減少・異常気象の発生等の環境変化の観測データの受信・記録・処理等を行う諸設備を整備している。このたび、ADEOS衛星の観測データを受信するための空中線装置・受信装置・復調装置・総管制御装置などからなるADEOS用受信設備が完成したので、その概要を紹介する。</p>
<p>九州電力(株)納め小容量衛星通信システム 池田正信・加島辰哉・加藤 健・大河内敏進・田村高之・和泉英明 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.77～81 (1996)</p> <p>九州電力(株)では、災害時及び発電所等の遠隔地域での通信手段確保を目的として、平成6年7月から小容量衛星通信システムの運用を開始した。このシステムは親局1局と子局4局で構成され、親局は直径2.4mアンテナ、15W送信機、端局等で構成される固定局で、子局は直径75cm/1.8mアンテナ、屋外/屋内ユニットで構成される小型で軽量の可搬局である。電話・FAX専用の小型可搬局の本格的な導入は九州電力が初めてであり、今後、各方面での同システムの導入が考えられる。</p>	<p>グラフィックオペレーションターミナル“GOT800”シリーズ 赤塚成啓 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.108～112 (1996)</p> <p>シーケンサ用ヒューマンインタフェース機器として、グラフィックオペレーションターミナルGOT800シリーズの第一弾であるA870GOTを開発した。</p> <p>高機能化・高性能化とともに、設計から保守までのトータルの経済性を追求した製品である。</p> <p>本稿では、A870GOTの持つ特長及びハードウェア、ソフトウェアの概要について紹介する。</p>
<p>プラント建設工事におけるEOA化の現状 望月史吉・三ツ石一喜・加地敏和・徳宮 豊・勝山恒吉・藤川和彦 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.82～87 (1996)</p> <p>近年のハードウェア、ソフトウェアの進展に伴い、プラント建設工事部門においても、CAD化・OA化によるエンジニアリング力強化が進んでいる。</p> <p>計画・施工設計から現地工事管理に至る業務の中で構築してきた自動盤配置エキスパートシステム、CAD/作図支援システム、統合配結線システム、ケーブル配線工事管理システムの説明を通じ、EOA化の状況を紹介します。</p>	<p>ビジョンセンサ“AS50VS” 舟久保一夫・世木逸雄・中田雅文・鷺見和彦・宇野真彦 三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.113～117 (1996)</p> <p>位置と傾き検出には濃淡テンプレートマッチング機能を、文字認識にはニューラルネットワーク機能を搭載したビジョンセンサ“AS50VS”を新たに開発した。</p> <p>本稿では、濃淡テンプレートマッチング、ニューラルネットワークの機能を中心に述べる。さらに、AS50VSを用いた金属铸件の位置・傾き検出、位置決めマーク穴認識、形名と製造年月日認識の事例も併せて紹介する。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 88~92 (1996)

Outdoor Substation Equipment for Coastal Use Delivered to Tokyo Electric Power Company

by Hiroshi Hasegawa, Shinji Kitani, Akira Tsuji & Masaichi Matsumoto

Electric power suppliers to urban areas are boosting line voltages to 22kV to meet growing electrical power demand. Mitsubishi Electric has manufactured outdoor substation equipment with main and backup feeds for use in coastal areas by the Tokyo Electric Power Company. The equipment consists of gas load-break-switch (LBS) fuses, a transformer and a low-voltage breaker in a single cabinet, with advantages of small size, enhanced safety and low maintenance. The equipment was designed so that internal arcing poses no threat to nearby workers or residents.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 59~63 (1996)

An Information Network for Load Distribution

by Yutaka Nishikado, Tetsuo Mizutani, Susumu Fujita & Jun Taniguchi

With the growing size and sophisticated control needs of electrical power networks, common information must flow between a number of heterogeneous systems. To support the communication of this increasingly voluminous and diverse data, Mitsubishi Electric has developed cyclic digital data transmission (CDT) equipment based on a new communications protocol and packet multiplexing equipment that supports this new standard. The corporation is also working towards developing a comprehensive information network for load distribution that incorporates these data exchange network capabilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 93~98 (1996)

An Expert System to Support Maintenance and Servicing Supplied to the Central Japan Railway Company

by Mitsuo Abe, Shigeyuki Yamamoto, Tsutomu Kayama, Hidekazu Tanaka & Fumio Shibata

More and widely diversified mechanical equipment has been introduced by the Central Japan Railway Company to enhance passenger convenience. This has led to difficulties in maintenance and servicing as staffing levels, including those of trained and experienced workers, have dropped. The article describes an expert system designed to support service and maintenance using off-line pen computers to acquire maintenance data, accumulate early warning system data and employ predictive fault analysis. Its purpose is to prevent faults and to speed recovery from any faults that do occur, thus reducing equipment downtime.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 64~69 (1996)

A Customer Information Network for Electric Power Companies

by Kazuo Adachi, Nobuyuki Takemura, Yojiro Dzaki, Takashi Yamashiro & Takayuki Hayashi

Mitsubishi Electric has developed a passive double-star 64-branch optical fiber network for linking electrical power companies with their customers in order to provide enhanced services and improve grid management. The network features compartmental communications and realtime performance realized through use of TDMA, economic and efficient client equipment and functions for supporting administrative operations. The system can connect directly to control centers, sales office systems and customer sites.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 99~107 (1996)

Earth Observation Data Receiver Equipment for NASDA

by Takashi Yamazaki, Seiichi Kawase, Yurika Hirano, Ryuichi Sugiyama, Fumiyoshi Murase & Tomohiro Fujiwara

NASDA is procuring systems to receive, archive and process data from the ADEOS satellite scheduled for launch in fiscal 1996. The data from this earth observation satellite will be used to monitor global warming, ozone depletion, loss of tropical rainforests, abnormal climatic conditions and other environmental phenomena. The article reports on the ground-based data receiver facility delivered by Mitsubishi Electric to NASDA for ADEOS, including the antenna, receiver, demodulator and controller.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 70~76 (1996)

A Visual Monitoring System for Electric Power Facilities

by Ken'ichi Shinbo, Ikuo Shintani & Tokuo Tsuchiya

As a first step toward automatic video monitoring of electric power facilities, Mitsubishi Electric has developed an arc image detector and intrusion monitor. Both employ image-processing technology and can be used in conjunction with conventional CCTV systems. The arc image detector analyzes the video image to automatically determine the fault location. The intrusion monitor automatically detects and evaluates the significance of entrants to restricted areas based on user parameter settings, thereby supporting surveillance operations.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 108~112 (1996)

The GOT800 Series Graphic Operation Terminal

by Narihiro Akatsuka

Mitsubishi Electric has developed Model A870GOT, the first GOT800 Series graphic operation terminal to enable human interfacing with the corporation's programmable controllers. The sophisticated, high-performance terminal is designed from the ground up for economical operation and maintenance. The article introduces features, hardware and software of the Model A870GOT.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 77~81 (1996)

A Small-Capacity Satellite Communication System for the Kyushu Electric Power Company

by Masanobu Ikeda, Tatsuya Kashima, Ken Kato, Toshinobu Okouchi, Takayuki Tamura & Hideaki Izumi

In July 1994, the Kyushu Electric Power Company began using a small-capacity satellite communication system to provide voice, facsimile and data communication links with power plants in remote areas, as well as communications capability in emergency situations. The system consists of a base station with a 2.4m antenna and 15W transmitter, and four light-weight transportable indoor/outdoor remote stations having 0.75 or 1.8m diameter antennas. Kyushu Electric is the first customer for this system. Wide use of the technology is anticipated.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 113~117 (1996)

The AS50VS Visual Sensor

by Kazuo Funakubo, Itsuo Seki, Masafumi Nakata, Kazuhiko Sumi & Masahiko Uno

Mitsubishi Electric has developed the AS50VS visual sensor. The sensor incorporates a gray-scale template matching function that to determines position and rotational angle, and a neural network function for character recognition. The article describes these functions and applications in ingot handling, where the visual sensor reports ingot position and rotational angle, recognizes positioning marks and reads serial numbers and production dates.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 82~87 (1996)

Engineering Office Automation for Plant Construction

by Fumiyoshi Mochizuki, Kazuyoshi Mitsuishi, Toshikazu Kaji, Yutaka Tokumiya, Tsuneyoshi Katsuyama & Kazuhiko Fujikawa

Engineering offices that manage plant construction are increasingly reliant on CAD systems and other advanced computer hardware and software systems. The article introduces systems developed by Mitsubishi Electric for applications ranging from planning and detailed design to site management. It covers four systems: an automatic layout system for electrical equipment, a plant equipment drawing support system, an automatic cable routing and materials inventory system, and a wiring management system.

アブストラクト

FAコントローラ“MELSEC-LM”シリーズ

大西作幸・小林 毅

三菱電機技報 Vol.70・No.4・p.118~123 (1996)

FAコントローラ“MELSEC-LM”シリーズでは、OSにWindows NT Workstation3.5を搭載し、GUIによるヒューマンインタフェース機能、Ethernet接続によるネットワーク機能を強化した。また、アプリケーション開発を支援するモニタリングツール、Excel通信サポートツール、ゲートウェイツールを新たに開発することにより、柔軟で拡張性の高いネットワーク環境を提供し、システム開発の生産性向上を支援するとともに、ビジュアルで簡単な操作環境を実現した。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 70, No. 4, pp. 118~123 (1996)

The MELSEC-LM Series Factory Automation Controller

by Sakuyuki Onishi & Tsuyoshi Kobayashi

The MELSEC-LM Series factory automation controllers employ the Windows NT Workstation 3.5 operating system and support a graphic user interface and Ethernet networking functions. The corporation has also developed application development support comprising monitoring tools, Excel communications support tools and gateway tools. These capabilities support high-productivity development of flexible and easily expandable factory automation networks, with an easy-to-use visual interface.

電力情報制御システム特集に寄せて

米国における“情報スーパーハイウェイ構想”は、多大な投資を伴いながら、着実に実現してきている。情報のインフラの上に、マルチメディアを載せて、情報化社会が21世紀に向けて大きく踏み出したと言えるだろう。首都ワシントンに出現した“ネットプレックス”と呼ばれるシリコンバレーに次ぐ第二の情報・通信ネットワーク産業の大集積地は、この大きな情報システムを基盤として成立し、今脚光を浴びている。

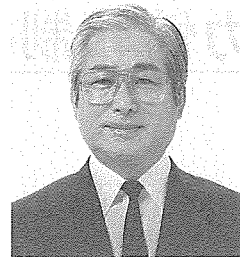
こうした例に見られるように、情報化の促進により、多様な計算機が普及すると同時に、組織や社会の構造が大きく変わろうとしている。すなわち、階層・集中型から、ネットワーク・分散型への変革である。先端技術としての情報システムは、このように社会的変革を実現する力を持っているように思われる。企業経営の構造も今、大きな転換期にきているのかもしれない。

しかし、急速に普及しているインターネットを用いた電子メールも、24時間運転を続けられる計算機があるから実現できるのであって、アフリカでは、夜間に系統の電圧が上昇するために計算機をつないでおけず、普及が妨げられているという。このように、電気エネルギーの質が今後の情報化社会の実現のかぎ(鍵)を握っている。一方これとは逆に、情報制御システムにより、電力システムでは確実な電力供給が可能となっているのである。

我が国の電気事業においても、去年は31年ぶりに電気事業法が改正され、規制緩和、電力自由化への大きな方向転換が行われた。卸電力の導入により、電力系統の計画・運用・制御はこれまでにない複雑な様相を見せようとしている。こうした変化に対応しようとする電気事業に向けて、我々メーカーとしては、電力安定供給、効率運用を目的に新

常務取締役
電力工業システム事業本部

本部長 横 浩平



エネルギーシステム、系統のパワーエレクトロニクス応用システムなどの開発を鋭意推進している。

電力各社はこれまでも、低廉・安定・高品質な電力供給を行うために、様々な経営努力を重ねてきた。その結果、我が国は、世界トップレベルのサービスと環境保全を実現しているが、更に経営効率の向上、経営のスリム化、情報システムの積極導入などによる事業基盤の強化・合理化を進めている。電気事業のコストダウンに見合った電力設備の提供は、我々メーカーにとって課せられた使命である。今、こうした要請にこたえるため、個々の機器のコストダウンとともに、システム全体としてコストダウンが図れるような情報制御システムの開発に全力を挙げて取り組んでいる。

今回の特集は、こうした電力情報制御システムの中でも実用化レベルにあるものとして、オープン分散技術、発電・系統・配電自動化システム、業務・運用支援システム、及び通信システムを紹介するものである。こうしたシステムの開発に当たっては、これまでの研究開発成果が遺憾なく発揮されており、その積極的努力は今後も続けられ、次世代のシステム開発につながるものと信じている。また、これら技術は、他分野への応用の可能性を十分持っており、電力以外の分野の方々にも御参考として、御一読頂ければ幸いである。

当社は、電力産業に携わるメーカーとして、最先端の情報通信技術を導入し駆使した新規システムの開発と、環境変化に合致し企業経営を支援する各種のシステム提案により、これからの電気事業のますますの発展に貢献する所存である。今後とも、電力各社各位の、より一層の御指導、御鞭撻を切にお願いする次第である。

電力情報制御システム技術の現状と展望

篠原光一*
中川秀人**

1. ま え が き

電力会社では、従来から、電力供給信頼度の向上、お客さまサービスの向上、業務の効率化を目的に多くのシステムを導入し、高度な情報システム構築に取り組んできた。

しかし、昨今の規制緩和に代表される電気事業を取り巻く社会的な環境変化は、電力会社の情報システムの位置付けを大きく変えようとしている。

その第一は、情報システム構築を経営効率化の戦略施策として位置付け、情報基盤の整備によって企業競争力を強化しようとしている点である。電力会社は、その実現に向けて技術革新の著しい先進の情報処理技術を積極的に取り入れ、オープン化・分散化システムの採用を進めている。

第二は、電力安定供給を目指した監視制御・自動化システムと、事務省力化を目的とする業務処理システムの融合である。両者をネットワーク化し、監視制御システムからの運転状況に基づく設備保守計画や導入計画立案など総合効率化を

実現するシステムの開発を進めている。

第三は、エネルギー／情報を統合したネットワーク構築により、情報通信システムを将来の事業分野の基盤として位置付けていることである。高度情報化社会の到来をにらんだ、需要家と電力会社を直結するFTTH (Fiber to the Home)、FTTC (Fiber to the Curb) 等のお客さまネットワークを形成し、これらを活用した負荷平準化を目指すDSM (Demand Side Management) の取組がその具体例である。

本稿では、オープン化の導入と、エネルギー／情報通信の融合を指向して大きな変化を遂げようとしている電力情報制御システム技術の現状と展望を記述するとともに、最近の実用化されている業務効率化システム、監視制御システム、通信ネットワークシステムの概要を紹介する。図1に、電力情報制御システムの全体像を示す。

2. 情報基盤の整備とオープン化への潮流

電力会社は、1960年代から、ホスト計算機を中心に大規

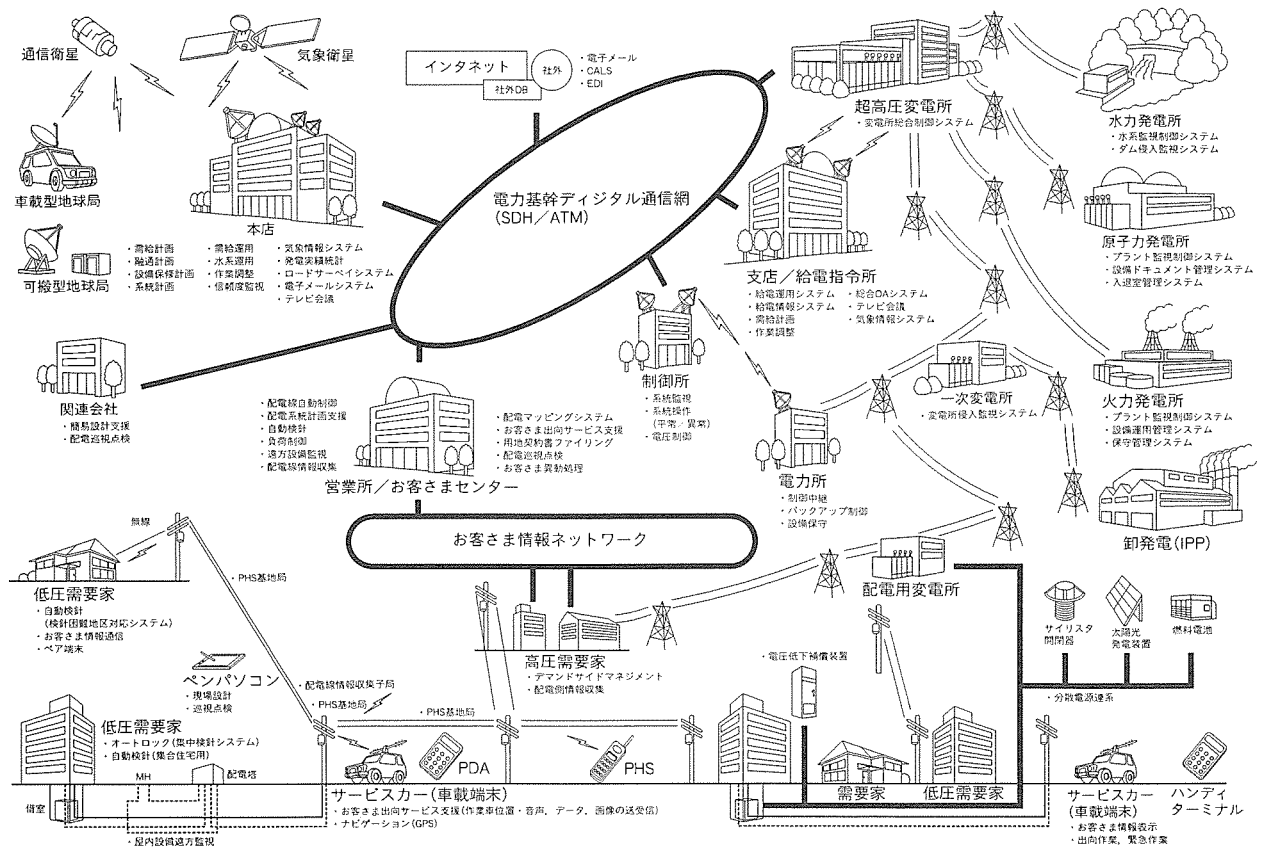


図1. 電力情報制御システムの全体像

	PCネットワーク	C/S独立システム	ホスト連係C/Sシステム	ホスト-C/Sシステム協調システム	本格分散C/Sシステム
システム構成					
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 散在する異機種パソコンをネットワークOSで統合管理 ● 非定型業務のシステム化を図る ● アップサイジング ● 実現は比較的容易であるが大規模システムには適用に難 	<ul style="list-style-type: none"> ● C/Sシステムを導入し、新規分野、高度情報システムを効率的に構築 ● ホストとは疎結合の運用 	<ul style="list-style-type: none"> ● パソコンとオンライン端末機能の融合 ● 既設ホスト処理、データベースを活用 ● ホストシステムへのエン트리業務の高度化とホストデータのユーザによる加工環境の提供 ● ホスト側の機能変更は小規模 	<ul style="list-style-type: none"> ● 対象業務を見直し、ホスト/サーバ/端末の機能最適化を図る ● 既設のホストシステムの改造の規模は処理方式変更(バッチ→リアル)を伴う場合は大 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存業務の全体を見直し、基幹系業務を含めた最適化システムを再構築 ● 事業所間は高速回線でLAN間接続
システム例	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子メールシステム ● 文書管理/作成システム ● 会議室予約、スケジュール管理 ● 部門内OA業務 	<ul style="list-style-type: none"> ● 図面管理システム ● 技術研究システム ● マルチメディア実験システム ● 設計支援システム 	<ul style="list-style-type: none"> ● ホストエミュレーションシステム ● お客さま情報システム ● 経営情報管理システム ● 設備情報管理システム ● 配電マッピングシステム 	<ul style="list-style-type: none"> ● 部門横断システム ● 統合OAシステム ● 営業・配電情報システム 	<ul style="list-style-type: none"> ● 部門横断システム ● 統合OAシステム ● 営業・配電情報システム ● マルチメディアシステム
技術課題	<ul style="list-style-type: none"> ● マルチベンダパソコンの一元管理 ● オープン環境のパッケージ活用 ● システム運用管理方式の設定 	<ul style="list-style-type: none"> ● EUCの活用 ● 既存ホストシステムの改修 ● 用途別データベースの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 端末の共用プラットフォーム ● 事業所内通信方式の統一 ● 共通データベースの構築 ● 非定型業務のシステム化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 対象業務の見直し ● ホスト/サーバ/端末の最適機能分担 ● 既設システムと新システムの混在時の対応 ● システム運用管理、ネットワーク管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 最適システム構成の検討 ● 分散システムの集中運用管理 ● 統合ネットワーク環境の整備

図2. ダウンサイジングの適用形態

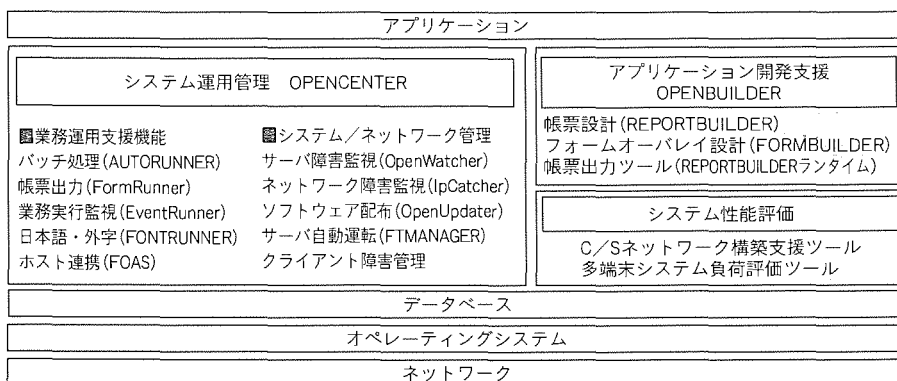


図3. オープンシステムの運用管理ミドルウェア

模集中システムを基幹システムとして構築してきた。しかし、最近のパソコン/ワークステーションの高機能化・高性能化は、情報処理システムの処理形態を、大型ホスト計算機中心の構成からクライアント/サーバ(C/S)型の分散システム構成へ急速に変化させている。各自の机上のクライアントから、各種の業務システムへ自由にアクセスできることが情報基盤作りの条件となり、オープン環境のシステム構築が必ず(須)となっている。

しかし、既存の基幹業務と整合性を保ちながら新しい高性能情報機器を導入するダウンサイジングの適用は、導入フェーズや運用条件によって図2に示す各種の形態が想定される。導入に当たっては、システムごと業務ごとに個別検討を実施し、最適な形態を選択している。システム導入時の主な課題を下記に挙げる。

●マルチプラットフォーム

パソコン/ワークステーションのソフトウェア基盤

の整合

●エンドユーザコンピューティング(EUC)

エンドユーザが自由に業務処理を実施できる環境の提供

●システム運用管理、ネットワーク管理

分散するパソコン/ワークステーションの運用監視機能とソフトウェアの配布、自動運転等のシステム管理機能の提供

これらの課題解決に向け、オープン環境を前提に開発した各種のミドルウェアを適用し、システム構築を進めている。当社の運用管理ミドルウェア製品を図3に示す。

3. 最近の業務効率化システム

ハードウェア、ソフトウェアのオープン化は、事業環境の変化に対応する業務改革を目的とした業務効率化システムで具体化している。この分野では、業務の即時処理、社外も含めた業務連係拡大などの実現を目指し、新規業務を中心にC/Sシステムを適用している。

3.1 パソコンネットワークシステム

業務改革の施策として、電子メール、掲示板の活用やグループウェアの導入によって、情報伝達・意志決定の迅速化と情報共有化を進めている。広域運用のパソコンネットワークシステムは、その具体化システムとして、既存の異メーカーパソコンを統合すると同時に、情報機器の標準化によって可能

となっている。

電力各社とも、千台規模のパソコン導入を計画し、ハードウェア、基本ソフトウェアを統一し、今後の情報システムの基盤確立を図っている。システム例を図4に示す。

3.2 現場作業支援システム

業務の効率化は、事業所内のみではなく出向作業を中心と

した現場作業についても、携帯端末を活用して実施している。特に配電部門では、大量に設置されている配電設備の巡視点検にペンパソコンを活用したシステムや、出向車両にGPSを搭載したナビゲーションシステムなどの実施例が多い。表1に、主な現場作業支援システムを示す。

3.3 設計支援システム

表1. 現場作業支援システム事例

システム名	概要
配電設備巡視点検システム	配電設備の保守や近接樹木、状況把握のための定期点検業務をシステム化し、現場業務の効率化を目指す。
配電設備現場設計支援システム	配電設備現場での簡易設計。現場でしか分からない位置状況などの情報も同時入力する。
お客さま出向サービス支援システム	営業所とサービスカーを無線で結び、車の位置の把握やお客さま情報などの送受信によるお客さまへのサービス向上を目指す。
災害情報提供システム	災害における電力設備の事故状況を迅速に把握するため、写真などの現場の状況をリアルタイムで送信し、事故の早期解決に役立てる。
送電設備巡視点検システム	送電設備の定期的な巡視点検をシステム化することにより、点検業務の効率化とともに、正確な設備の把握も可能である。

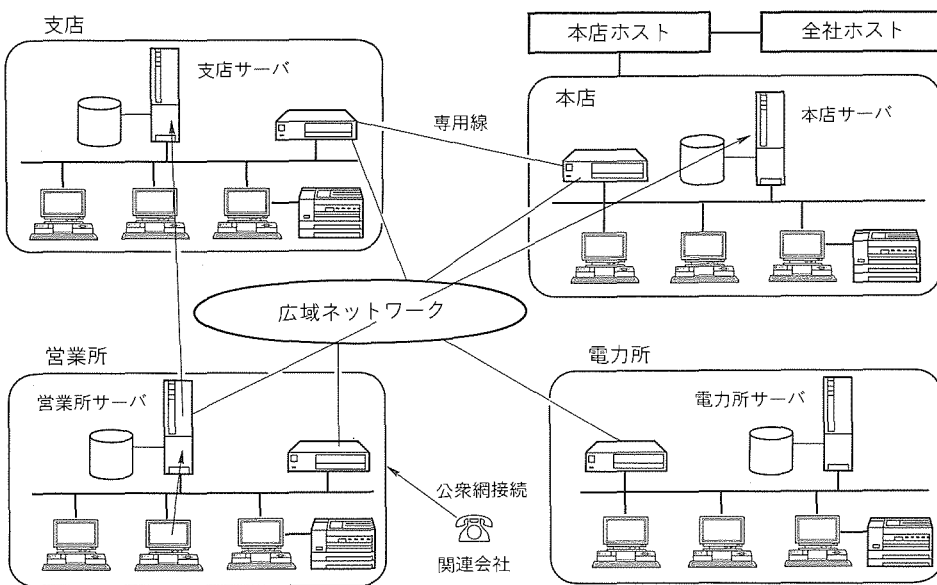


図4. パソコンネットワーク実施例

表2. 設計支援システム事例

システム名	概要
配電工事設計システム	配電設備の新增設、保修等に関する工事の計画からしゅん(竣)工に至るまでの工程管理、工事図作成、工事費積算などの設計業務を、地図表示を活用して支援する。地中配電線については管路、マンホールなど埋設物の構造設計や土木工事設計も実施する。
配電系統計画支援システム	中長期的配電系統計画を支援するシステムで、需要想定、短期運用計画、架空・地中系統の解析計算、計画立案などの機能を実現する。
需給計画支援システム	年間、月間、週間の各期間で想定した需要に対し、発電機保修計画、燃料購入計画などを考慮した発電計画、供給計画立案を支援する。
系統解析支援システム	電圧異常や過負荷発生の可能性など系統運用上及び供給信頼度上の問題点分析、需要増に対する設備増設検討などを支援する。
ドキュメント管理システム	設計図や資料をコンピュータで一元管理することにより、検索や編集の作業効率化と省スペース化を実現する。関連検索機能、あいまい(曖昧)検索機能などに加え、ドキュメントの改廃機能をサポートする。

エンジニアを対象にした作業効率化システムは、配電・工務・発電・原子力部門で、設計支援CAD、計画・解析支援、図面管理などのシステムを開発している。表2に、主要なシステム事例を示す。

4. 最近の監視制御システム⁽¹⁾

発電プラントや送変電機器を監視制御するシステムは、24時間連続運転が必須条件であり、かつ高い信頼性が要求される。このために従来はプロセス制御向けに開発された専用の工業用(産業用)計算機で構成していたが、最近のオープン化とダウンサイジングの潮流は制御分野にも押し寄せ、汎用情報処理技術の適用、ソフトウェア開発コストの低減、ポータビリティの向上などが強く要求されている。

このような、技術動向と市場ニーズの変化を踏まえ、当社では汎用UNIX^(注1)をベースとしたソフトウェア体系に移行している。

4.1 発電所運転監視システム

発電プラントの監視・制御システムは、これまで自動制御機能の高度化をねらって構成されてきたが、今後は広域

(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。

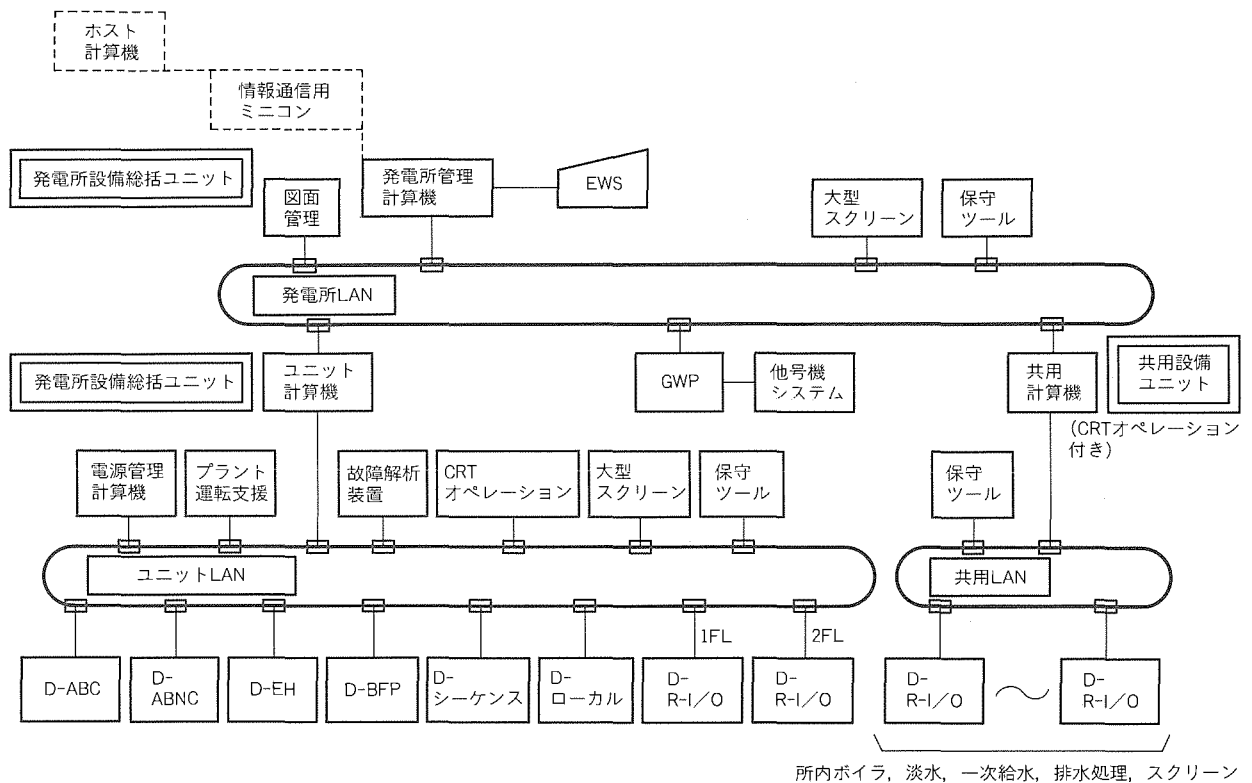


図 5. 火力発電所監視・制御システム

ネットワーク化とマンマシンインタフェースの高度化を主眼としたシステムに変化していく。

こうしたニーズに対応し、高速・大容量ネットワークの採用や、大型スクリーン、グラフィック CRT、音声応答装置などの新マンマシンデバイスを活用したシステムが構築されている(図 5)。また、人工知能、知識工学、音声認識、ファジー、ニューロなどの認識処理技術を応用した運転支援と設備診断の研究開発を行っている。

4.2 系統監視制御システム

広範囲に設置された電力流通設備の運用には、早い時期からコンピュータが導入されて業務の自動化・省力化が図られてきたが、機能の多様化と高度化の道を歩んでおり、系統設備計画や需給計画といったより上流域の業務支援や事故復旧支援、系統信頼度監視などの高度な機能に対する自動化要求が一層強まっている。

これはコンピュータによる自動化対象が定型業務主体から非定型業務まで幅が広がってくることを意味し、機械中心から人間中心へとシステムの位置付けが変化していることを意味する。

当社では、このような時代の要請にこたえるため、ハードウェア、ソフトウェアともに標準アーキテクチャを基盤としたオープン分散型システムへの移行を進め、既に数システムが稼働中である(図 6)。

5. 最近の通信ネットワークシステム

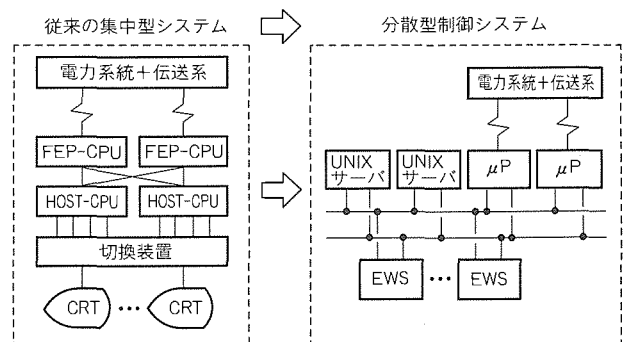


図 6. 分散型系統制御システム

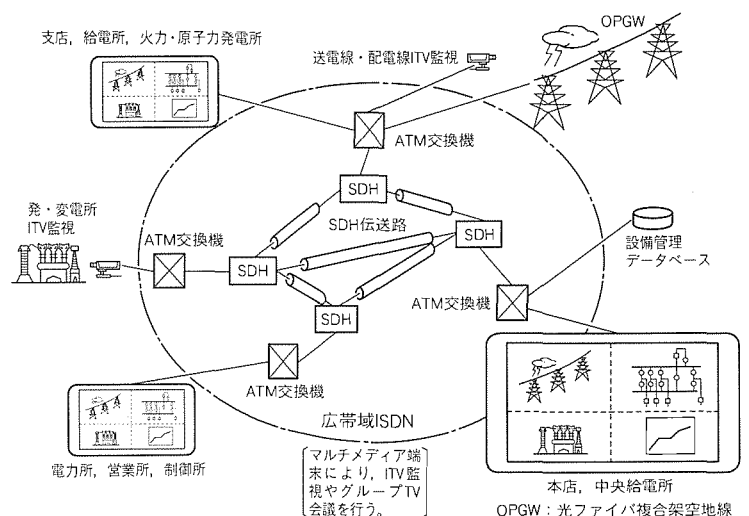


図 7. 電力用高速広帯域ネットワークシステム

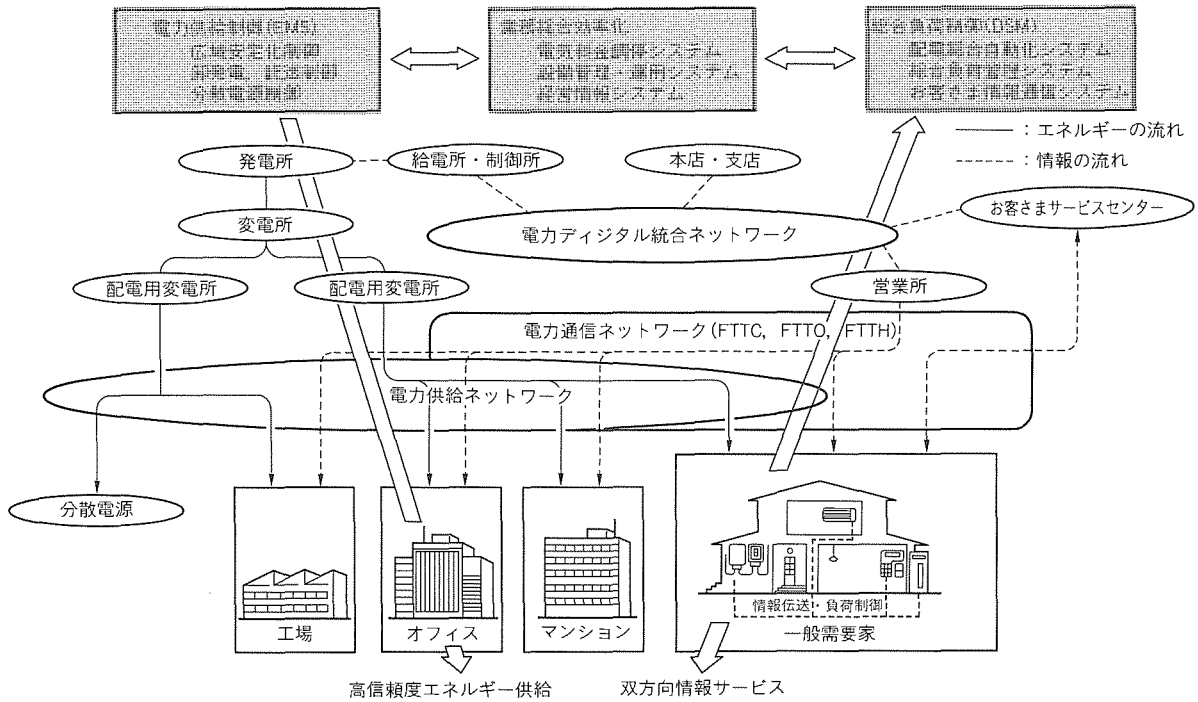


図 8. エネルギーと情報通信の統合ネットワーク

今後、業務処理の分散化、事業所間情報連係が進展することにより、事業所間の通信容量はますます増大することが予想され、電力用通信ネットワークの高速広帯域化を目指した次世代電力情報ネットワークの構築が検討されている。

一方、第一種通信事業会社では、情報通信サービスの多様化と拡大に伴って、高速広帯域通信網の構築を活発に進めている。これらの通信網には、世界標準の伝送規格に基づいたSDH（新同期網デジタルハイアラーク）伝送装置の適用が検討されている。

将来は、SDH伝送装置をインフラストラクチャとした、映像と音声を融合したマルチメディア情報通信網（ATM：非同期転送モード）の実施が期待される。図7に、SDH伝送装置を核にした電力用高速広帯域ネットワークシステムの構成例を示す。

6. エネルギーと情報通信の統合ネットワークへの取組

電力向け次期システムは、オープン化とネットワーク化に加え、エネルギー供給を含めたより高度なシステムの構築が要求されている。これは、電力供給制御と負荷制御をバランスさせ、より効率的な運用によって発電コストの低減を図る

ことである。

このために、エネルギーと情報通信の統合ネットワークを構築し、電力供給の多様化や、リアルタイム料金などの料金メニューの多様化に対応できる経営情報システムの構築と、その基盤となるお客さまネットワークの必要性が高まっている（図8）。

7. むすび

以上、電力情報制御システムの技術の動向と将来の方向性を述べた。当社はオープン化・標準化動向に沿った高度化・高機能化開発を推し進めるとともに、情報・通信・エネルギーが融合し一体化する次世代の電力ネットワーク構築に向け、新技術開発とシステム提案に傾注する所存である。

最後に、御指導、御協力いただいた各電力会社関係各位に対して深く謝意を表するとともに、今後ともより一層の御指導、御協力をお願いする次第である。

参考文献

- (1) 鈴木敏夫：情報処理技術の電力技術への応用（シーズから見た）、平成7年度電気・情報関連学会連合大会講演論文集、15～27（1995）

情報制御計算機システム

加賀 赴寛* 山上 明**
 片桐 哲朗* 栗原 洋一***
 法橋 誠**

1. ま え が き

電力会社では、早くから電力安定供給や事務合理化に向けた計算機の導入が進んでいる。これらは、下記に示すような二つの分野に分類することができる。

- (1) 発電・送電・配電部門の監視制御・自動化の分野
- (2) 事務省力化やお客さまサービス向上を目的とする業務処理の分野

これらは、従来、個別に計算機導入が進められてきたが、情報の一層の高度化に向けて、システムの統合化と用途に応じた計算機の選定の要求が高まっている。

実際に、発電所や電気所に導入されている自動化システムの計算機は、連続運転と高信頼性のニーズによって専用の機種が採用されてきたが、最近のオープン化の流れの中で、汎用ソフトウェアが動作する機種によるシステム構築が必ず

(須)となっている。また、本支店、営業所を中心に設計・事務効率化を目的に導入されている設計支援システムでは、自動化システムとの情報連携を強化し、タイムリーな情報提供を目指す開発が進められている。

このように電力会社では、総合情報化の構想の下にシステムをネットワーク化し、図1に示すような情報通信の共通プラットフォームとしてのシステム構築に着手している。

情報制御計算機システムは、上記システムを構成する表1に示すレパトリーの計算機シリーズである。これらの機種の種類により、多様化するニーズに対応しシステムの機能要件に合わせた最適なシステムが構築可能である⁽¹⁾。

2. 高信頼度リアルタイム計算機 “MR3000/MU3000シリーズ”

高信頼度が要求される監視制御・自動化システムのサーバ

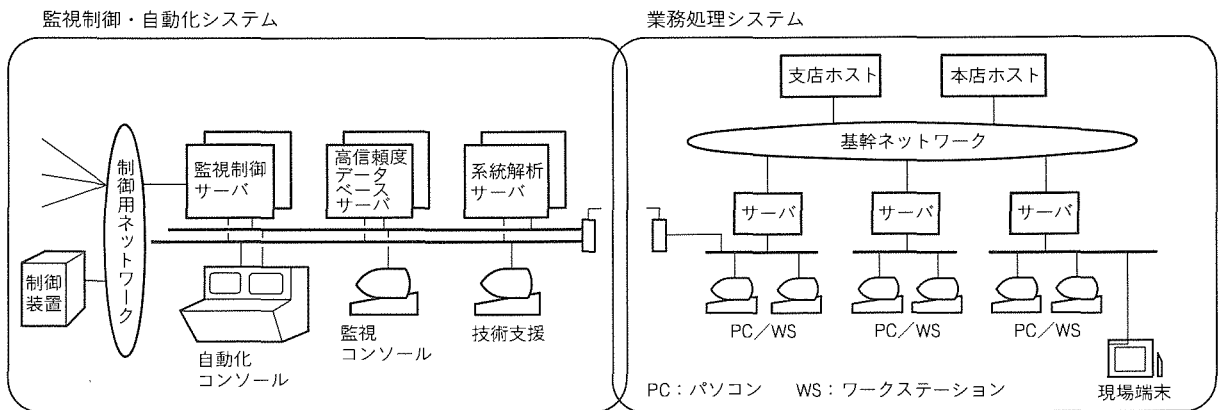


図1. 電力情報制御システムの構成図

表1. 情報制御計算機のレパトリー

計算機レパトリー	特 長	適用分野例
高信頼度リアルタイム計算機 (MR/MUシリーズ)	<ul style="list-style-type: none"> ●リアルタイムUNIXの採用 ●二重系構成の採用 ●連続運転仕様 	<ul style="list-style-type: none"> ●監視制御サーバ ●自動化システム ●高信頼度データベース
エンジニアリングサーバ/ワークステーション (ME RISCシリーズ)	<ul style="list-style-type: none"> ●高性能RISCチップの採用 (PA-RISC) ●UNIXのオープンプラットフォームでのシステム構築 ●高信頼分散システムの容易な構築 	<ul style="list-style-type: none"> ●支店/営業所サーバシステム ●図面/ドキュメント管理 ●系統解析支援システム ●計画解析システム
クライアント/サーバシステム用パソコン (apricotシリーズ)	<ul style="list-style-type: none"> ●小型・軽量機からサーバ機まで幅広いモデルの提供 ●Windowsプラットフォーム上のオープン環境の提供 	<ul style="list-style-type: none"> ●メールシステム ●EUC(End User Computing)システム ●事業所OAシステム

機に適用されるMR/MUシリーズは、基本ソフトウェアとして業界標準UNIX^(注1)を採用してオープン性を実現するとともに、MRシリーズはリアルタイム性能を強化した。

2.1 概要

計算機はシーズ面では、近年“LSIの高集積化”“計算機のダウンサイジング化”“ソフトウェアの部品化による生産性向上”の三つが相乗効果を伴って急速な発展をしている。LSIの高集積化技術によってRISC型の高性能マイクロプロセッサが次々と生み出され、メモリ容量も3年ごとに4倍のペースで飛躍的に向上し、さらにASIC技術、周辺機器技術の向上等により、高性能・大容量化が容易に行われるようになり、ハードウェアのダウンサイジング化が進んできた。

システム面では、大規模化・ネットワーク化に伴い、システムの拡張性やシステムトータル性能の向上が容易な分散型システムへの移行が進められている。

また、この計算機の高速度・大容量化にも支えられ、オブジェクト指向技術を適用した人に優しい(マンマシン)インタフェースやエンドユーザコンピューティングが行えるシステムを構築していくための汎用ソフトウェアの導入が促進され、システム構築上、必要不可欠となりつつある。

そのため情報制御用計算機に対しても、従来のリアルタイム性や信頼性だけでなく、オープン性も併せて求められるようになってきた。このオープン性への要求は今後ますます強まっていく傾向にある。

2.2 シリーズの特長

このシリーズの特長は、高速リアルタイム性と高速演算性、及びオープン性の二つのニーズに対応するために、表2に示す共通コンセプトを基に一貫した計算機アーキテクチャに基づいて、次の2シリーズに機能を分散させたことにある。

一つは、高速のRISCプロセッサをベースに、リアルタイム制御に最適リアルタイムUNIXを搭載したMELCOM 350-MR 3000シリーズ(以下“MR 3000シリーズ”という。)であり、もう一つは、オープン性のニーズに対応するために最新の標準UNIXを搭載したMELCOM 350-MU 3000シリーズ(以下“MU 3000シリーズ”という。)である。

ソフトウェア開発環境やミドルウェア等のプラットフォームがUNIXをベースとしたMR/MU及びEWS(ME/Rシリーズ)で共通化されているため、両シリーズともソフトウェア開発はEWS及びX端末上で行うことができ、分散開発環境でのソフトウェア生産を容易に行うことが可能となっている。

このため、リアルタイム処理中心のシステムにはMR 3000シリーズを、情報処理中心のシステムには

MU 3000シリーズを、また両機能の融合されたシステムにはMR/MUシリーズの特長を生かした使い分けを行うことにより、目的・用途に応じた最適なシステム構築を容易に行うことができる。

MR/MUシリーズを適用した概略システム例を図2に示す。

2.3 シリーズの製品紹介

MR/MUシリーズの概略仕様を表3に、また、各々のシリーズの特長を下記に示す。

2.3.1 MR3000シリーズ

MR 3000シリーズでは、大規模システムから中小規模システムまで対応できるように、3300、3200、3100として上位・中位・下位の機種をそろえている。

徹底したLSI化によってハードウェアの高信頼性を実現しており、カードの活線挿抜が可能なFuturebus+を採用して保守性の向上を図っている。

0.1ms以内の高速リアルタイム性を、オペレーティングシステム(OS)及びハードウェアで実現している。OSはPOSIX 1003.1に準拠しており、UNIXシステムとの一貫性を確保している。

また、マルチポートディスクを介した最大4台の計算機によるマルチコンピュータシステムや、オープンなネットワ

表2. MR/MUシリーズの共通コンセプト

項目	共通コンセプト
高速性	●PA-RISCチップ適用
高信頼性	●ESP(フェールセーフパネル) ●データ共有装置(マルチポートディスク・共有メモリ) ●UPS機構 ●二重化LAN等の高信頼化機構
保守性	●活線挿抜、ユニットオンライン交換機能等のオンラインメンテナンス強化 ●リモートメンテナンス機能の実現
システム解析性	●故障解析用のソフトウェア実行トレースとその解析ツール
ソフトウェア生産性	●エンジニアリングワークステーションを含めたソフトウェアプラットフォームの共通化

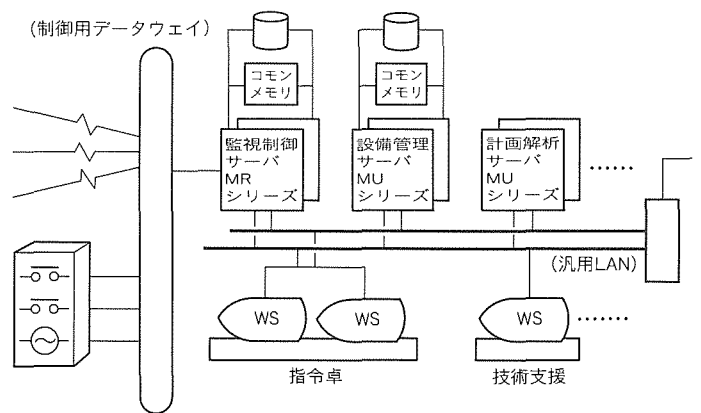


図2. MR/MUシリーズを適用した概略システム例

(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。

表3. MELCOM350-MR3000/MU3000シリーズの仕様

項目	MR3100	MR3200	MR3300	MU3100	MU3200	MU3300	
基本処理装置	方式	PA-RISC			PA-RISC		
	性能	100 MIPS			37.8 SPECint92	65.2 SPECint92	100.0 SPECint92
OS	リアルタイムUNIX (MI-RT)			標準UNIX (HP-UX)			
主記憶容量	64~256Mバイト		64~512Mバイト	64~768Mバイト			
固定ディスク容量	最大 14Gバイト	最大 28Gバイト		最大 56Gバイト			
マルチポートディスク	—	最大 20.96Gバイト		最大 62.4Gバイト×2(光/電気)			
拡張IO(スロット)	2+子基板2	6	10	11スロット			
接続IO	HD・DAT・光ディスク 等			HD・DAT・光ディスク 等			
ネットワーク	Ethernet ^(注4) ・ATM-LAN・制御用データウェイ等			Ethernet・ATM-LAN・制御用データウェイ等			
言語	C・C++・FORTRAN77/90 等			C・C++・FORTRAN77/90 等			
きょう体寸法 (mm)	(W)700×(D)800 ×(H)1,800(1,400)	同左	(W)700×(D)800 ×(H)1,800	(W)600×(D)800×(H)1,400			

ーク環境を駆使した多重系・二重系・分散システムを自由に構築することができる。

2.3.2 MU3000シリーズ

MU 3000シリーズでも同様に、3300, 3200, 3100として上位・中位・下位の機種をそろえている。

UNIXとして世界の標準となっているHP-UX^(注2)の優れた操作環境とオープン性に加え、監視制御・自動化システム分野で必要とされる高信頼化ソフトウェアを装備している。

また、マルチポートディスク装置とコモンメモリを介した最大8台の計算機によるマルチコンピュータシステムを構築することが可能である。

2.3.3 MR/MUシリーズ共通

次の仕様は、MR/MUシリーズの共通仕様である。

- 100 Mbpsの高速光伝送の共有メモリ形ネットワークシステムSE-BUS1が接続可能である。
- システム又はプログラムの動作の解析のため、様々な事象のトレースが行える。
- ファイルシステムの信頼性向上のためにディスクファイルのミラー化や二重系サポート機能を持ち、さらに、ネットワーク上で接続された複数計算機上のファイルにアクセスすることのできる分散化機能も持っている。

3. エンジニアリングワークステーション/サーバ“ME RISCシリーズ”

3.1 概要

系統解析業務やデータベースサーバには膨大な演算能力が求められる。このニーズに対応する高性能計算機として、最新のRISCプロセッサを搭載しUNIXのOSを採用したオープンな計算機であるME RISCシリーズを活用している。適用事例を図3に示す。

ME RISCシリーズは、強力なグラフィックス描画性能とGUIによる高い操作性を持つエンジニアリングワークステーション“ME Rシリーズ”と、幅広い拡張性と高信頼性を

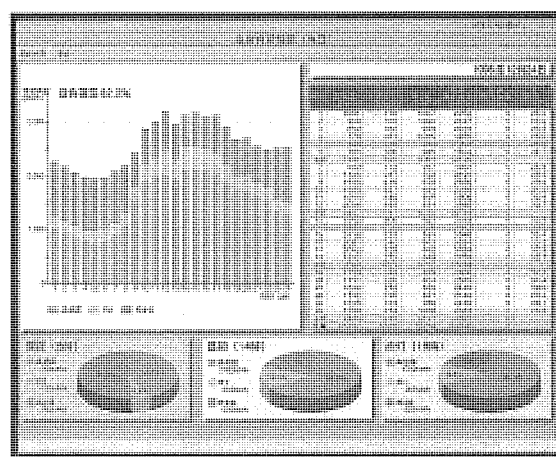


図3. MEシリーズ適用事例

併せ持つエンジニアリングサーバ“ME Sシリーズ”で構成している。いずれも高い演算処理性能と価格性能比を持っている。以下に共通の特長を述べる。

3.2 特長

(1) オープンプラットフォーム

ハードウェア/ソフトウェアともに各種の国際・業界標準を幅広く採用しており、オープン化に徹した標準プラットフォームである。OSのHP-UXは、SVID, POSIX, X/Openなどの各種標準に準拠し、多くのソフトウェアベンダに支持されている標準UNIXである。

(2) 高速演算処理性能

高性能RISCプロセッサ“PA-RISC^(注3)ファミリー”を搭載し、各クラスで高い演算処理性能を実現している。今後、新世代の64ビットプロセッサである“PA-8000”の搭載により、整数演算性能SPECint92値で360以上、浮動小数点

(注2) “HP-UX”は、Hewlett-Packard Co.の商標である。

(注3) “PA-RISC”は、Hewlett-Packard Co.が開発したPrecision Architecture - Reduced Instruction Set Computerの略。

(注4) “Ethernet”は、米国Xerox Corp.の商標である。

演算性能 SPECfp 92 値で 550 以上と、業界最高水準のパフォーマンスを実現する。また、従来の汎用機並みのバンド幅を持ち、高速転送可能なシステムバス及び I/O バスなどの先進の技術も処理の高速化に大きく寄与している。

(3) スケーラビリティ

ME R シリーズ / ME S シリーズともにエン트리モデルからハイエンドモデルまで豊富なレパートリを用意しており、システム規模 / 用途に応じた最適な選択が可能である。また両シリーズとも、上位モデルにおいては、SMP (Symmetric Multi Processing) 構成が可能で、プロセッサの追加によって容易にスケーラブルな性能向上が図れる。

(4) 統一アーキテクチャ

高性能 RISC プロセッサ、標準 UNIX の OS をコアとして、全シリーズで統一したアーキテクチャを採用している。アプリケーションは、ME R シリーズと ME S シリーズで互換性がある。

(5) 充実したネットワーク環境

Ethernet, FDDI, X.25, ISDN, TCP/IP, OSI, SNA, PC-LAN など標準に準拠した各種の通信媒体 / プロトコルをサポートしており、多様な分散ネットワークシステムの構築が可能である。

(6) 高信頼化システムの実現

メモリ障害発生時にそのブロックを使用しないように再配置して処理を続行する機能など、計算機単体で高い信頼性を保持している。さらに、図 4 に示すように、二重系サーバ運転管理システム構築用ミドルウェアなどの高信頼化分散システムを実現する機能を豊富に用意している。これらの機能を用途に合わせて選択することにより、最適な高信頼化システムが構築できる。

(7) 強力な入出力拡張性

大容量のメモリ / ディスクをサポートして多様な I/O 接続を可能とする強力な拡張性を持っており、柔軟なシステム構成を可能としている。特にサーバのハイエンドモデルにおいては、最大 2G バイトの主メモリを搭載し、8.3T バイトのディスク接続が可能で、13 スロットの拡張スロットを持っており、大規模なシステムや拡張性が求められるシステムにも十分対応できる。

(8) 既存資産の継承 (互換性)

ME RISC シリーズはこれまで新製

品の投入を続けてきたが、アプリケーションのバイナリ互換性を維持してきており、既存のソフトウェア資産を最大限に有効活用できる。

ハードウェア面においても適宜上位モデルへのアップグレードパスを用意しており、既存情報化投資を無駄にすることなく、ミニマムコストでの性能向上を可能としている。

3.3 製品紹介

3.3.1 ME R シリーズ

前節で述べた特長に加えて、クライアントマシンとして必須のグラフィックスにおいても、業界屈指の高速描画性能を誇る強力なラインアップを擁している。二次元カラーグラフィックスから高速三次元フルカラーモデルまで、多彩なレパートリにより、多種多様なグラフィックスニーズにも的確に対応できる。これら的高性能グラフィックスと CPU の高速演算処理性能があいまって、各種 CAD / CAE、科学技術

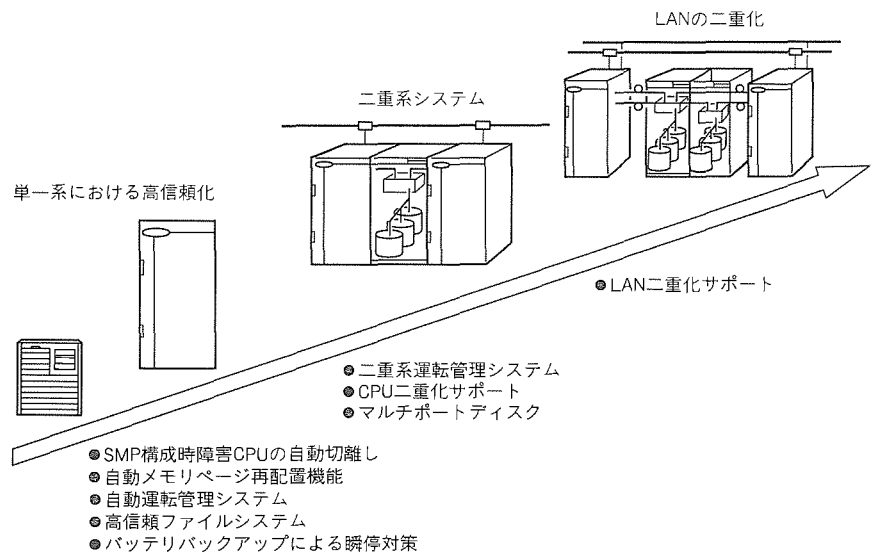


図 4. ME S シリーズにおける高信頼化実現機能

表 4. ME RISC シリーズの主な仕様

項 目		ME R シリーズ	ME S シリーズ
C P U	プロセッサ	PA-RISC	PA-RISC
	プロセッサ数	1~2(SMP)	1~4(SMP)
	クロック	60~125MHz	48~120MHz
	キャッシュ	64~512Kバイト	64K~2Mバイト
性 能	SPECint92	67.0~169	37.8~167
	SPECfp92	85.3~269	62.4~267
	SPECrate_int92	最大7,892(2CPU)	最大17,226(4CPU)
	SPECrate_fp92	最大11,900(2CPU)	最大26,709(4CPU)
	OLTP性能(tpmC)	—	最大4,939(4CPU)
構 成	主記憶容量	最大 1Gバイト	最大 2Gバイト
	ディスク	最大 380Gバイト	最大 8.3Tバイト
	拡張I/Oスロット	最大4	最大13
グラフィックス	CRTサイズ(インチ)	15~21	—
	解像度	1,024×768~1,280×1,024	—
	表示色	256色~1,670万色	—

計算, コンピュータグラフィックスなど各種の業務において最適なソリューションを提供する。

表4にME Rシリーズの主な仕様を示す。

3.3.2 “ME Sシリーズ”

重要な処理やデータが集中するサーバには、高度な処理性能と幅広い拡張性ととも、高い信頼性・稼働性が要求される。ME Sシリーズは、高信頼化実現のための機器/ミドルウェア群を豊富に用意しており、要求される信頼性のレベルに応じて選択使用することにより、最適な高信頼化分散システムの構築を可能としている。

ME Sシリーズの主な仕様も表4に示す。

4. クライアント/サーバシステム用パソコン“apricotシリーズ”

4.1 概要

三菱パーソナルコンピュータ apricotシリーズは、サーバからデスクトップ、ノートまでのレパートリを持っており、個人使用からクライアント/サーバシステム用のパソコンまで、幅広く使われている。また、ペンコンピュータ“AMITY”シリーズも、携帯端末の用途に加えて、クライアントとしても使用可能である。これらの機種は、図5に示すように、電力情報制御システムの中で主に業務処理システムに活用され、配電マッピングシステムや巡視点検システム、統合OAシステム等の構築に利用されている。apricotシリーズ、AMITYシリーズはすべて、いわゆるDOS/Vパソコンであり、使用しているマイクロプロセッサやOSはオープンな製品を採用している。

マイクロプロセッサは、図6に示すように、i486, Pentium, Pentium Pro^(注5)と進むに連

(注5) “i486” “Pentium” “Pentium Pro” は、Intel Corp.の商標である。

れて性能向上の速度が増してきている。したがって、演算速度だけ見れば、大型計算機と肩を並べる性能を出ようになってきていると言える。

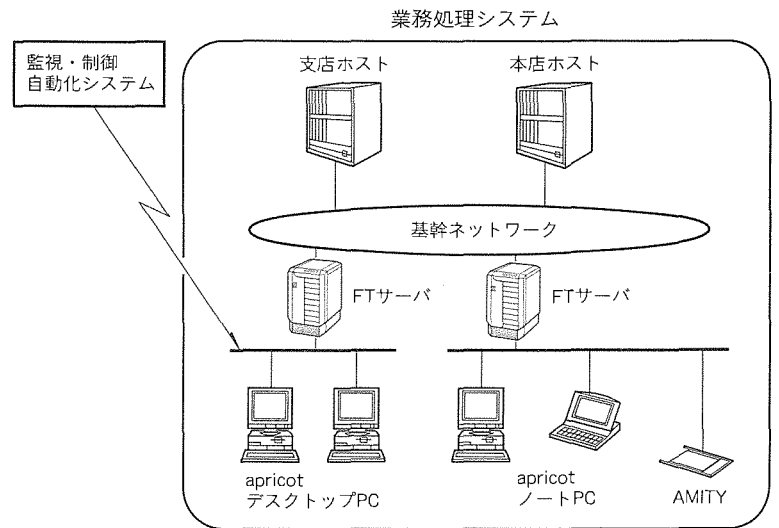


図5. クライアント/サーバシステム用パソコンの位置付け

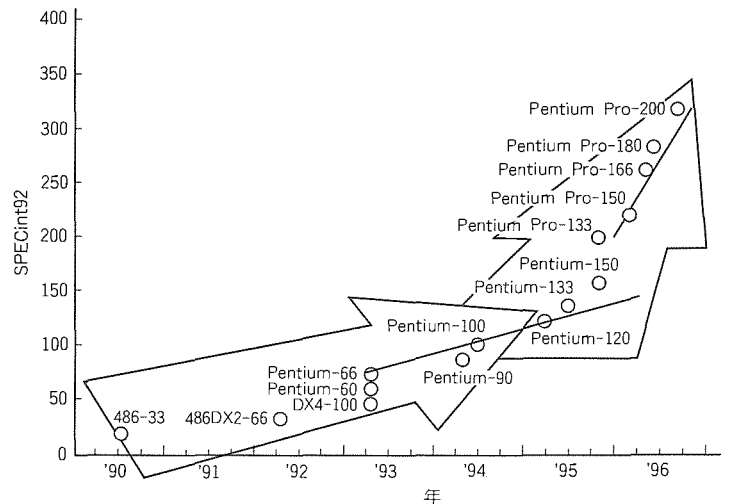


図6. パソコン用マイクロプロセッサの進歩

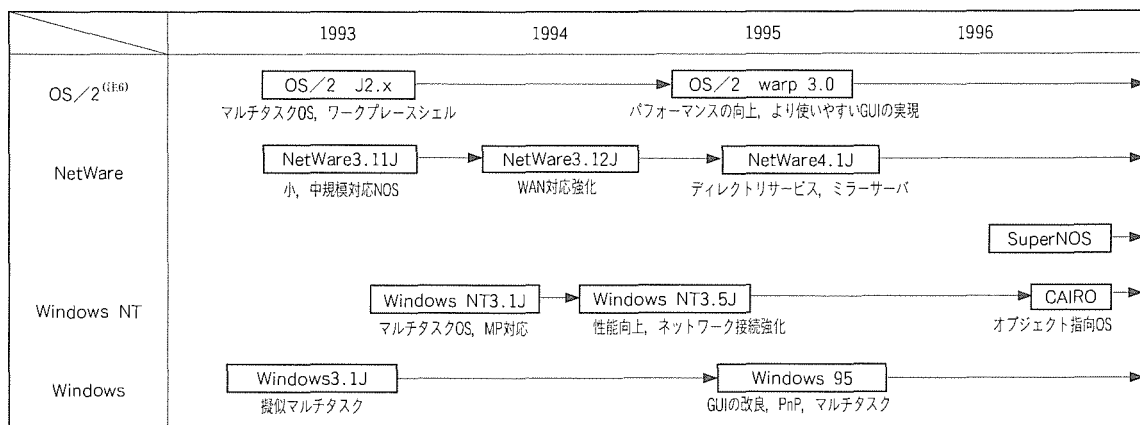


図7. パソコン-OSの展開

これに対してOSはマイクロプロセッサの進歩になかなか追いつけず、32ビットマイクロプロセッサが普及してもソフトウェアは16ビットでしか動かないという状況が続いていたが、1993年に発売されたMS-Windows NT^(注7)の登場によってようやくアプリケーションを本格的に32ビットで動作させることができるようになった。図7に示すように、その後、1995年にMS-Windows 95が発売され、32ビットアプリケーションの普及期に入ったと言える。

マイクロプロセッサの進歩、OSの進歩とともにメモリや固定ディスク、CD-ROM装置等の周辺機器もコストパフォーマンスが急激に向上し、従来では高価な機器をそろえないとできなかった画像や音声の処理を手軽に行える環境ができつつあり、マルチメディアを指向した製品が中心となってきた。

また、これらの進歩に合わせてネットワーク技術も進歩し、日本では1993年に発売されたノベル社のNetWare 3.11 J^(注8)、さらにはWindows NTの発売に伴って、パソコンをスタンドアロンではなくネットワーク(LAN)で接続してクライアント/サーバシステムとして使用する形態が普及し始めた。

4.2 特長と製品紹介

apricotシリーズ、AMITYシリーズは、デファクトスタンダードの仕様をベースに、当社独自の先進性を種々盛り込んで高機能化を図っている。

(1) サーバ

apricotシリーズのサーバは信頼性を重視して各種機能をサポートしているのが特長である。サーバに蓄積された大量の重要なデータを守るためにUPS(Uninterruptible Power Supply:無停電電源装置)を内蔵し、ホットスベア機能を持ったRAID(Redundant Array of Inexpensive Disks)もサポートしている。また、スケジュールに従って電源を自動的にON/OFFしたり、プログラムを起動するための自動電源制御装置もサポートしている。

CPUはシングルプロセッサから、2CPU、4CPUといったマルチプロセッサモデルも製品化している。

(注6) “OS/2”は、米国IBM Corp.の商標である。

(注7) “Microsoft”“Windows”“Windows NT”は、米国Microsoft Corp.の商標又は登録商標である。

(注8) “NetWare”は、米国Novell, Inc.の米国における登録商標である。

(注9) “Sound Blaster”は、Creative Laboratory, Inc.の商標である。

(2) デスクトップ

デスクトップ機の特長は、EDO(Extended Data Out)機能付きDRAM、パイプラインバーストSRAM採用のキャッシュメモリ、Tritonチップセットの採用といった高速化テクノロジーを結集している点にある。また、マルチメディア機能として、CD-ROMの内蔵や、Sound Blaster^(注9)機能をメインボード上に搭載したモデルを提供している。

さらに、最新のデスクトップOSであるWindows 95にも対応しており、Windows 95の特長の一つであるPlug & Play機能も活用することができる。

(3) ノートブック

ノートブック型のパソコンは日本ではポータビリティに加えて省スペースを目的とした用途も多い。そのためapricotシリーズのノートブック機は、デスクトップに匹敵する機能・性能を実現している。

マルチメディア機能としてCD-ROMの内蔵とサウンド機能の標準装備はもちろんのこと、業界をリードする高解像度(1,024×768ドット)液晶画面を採用しているのが大きな特長である。

(4) ペンパソコン

ペンパソコンは、apricotシリーズとは別にAMITYシリーズとしてシリーズ化している。AMITYシリーズはWindows 3.1Jを標準搭載しており、ハンディターミナルや電子手帳では機能不足となるような移動先や現場でのオフィスレベルのデータ処理を行うための各種機能を装備している。特に高解像度(1,024×768ドット)表示、携帯性(小型軽量、薄型、バッテリー動作時間)が特長となっている。

5. むすび

以上、電力情報制御システムを構成する計算機シリーズの概要と特長を述べた。これらの計算機シリーズの組合せにより、高度化・多様化する電力分野のニーズを実現する最適なシステムが構築できる。

当社は、より高機能で使いやすいシステムを構築するため、今後とも最新技術と顧客ニーズを反映した強化開発を継続的に実施していく所存である。

参考文献

- (1) 鈴木敏夫：情報処理技術の電力技術への応用(シーズから見た)、平成7年度電気・情報関連学会連合大会講演論文集、15～27 (1995)

分散型系統制御システム

1. ま え が き

近年、規制緩和の流れにより、従来に増してより安価な電力の安定供給が望まれている。これに伴い、系統制御分野においても、高信頼性、ユーザへの迅速な情報サービス、社会ニーズの変化への柔軟な対応、人に優しいインタフェース、コスト低減が要求されている。

一方、ここ数年の間に、UNIX^(注1)ベースの高性能・低価格のRISCチップ、X Window^(注2)、Motif^(注3)を用いた高機能マンマシンインタフェース、サーバ/クライアントモデル、TCP/IP^(注4)に代表される汎用LAN上の標準プロトコル等の技術が次々と現われてきた。これらは、情報制御システムの設計概念、システム構成に大きなインパクトを与えつつある。

当社では、これらのニーズとシーズを取り入れた、分散型系統制御システムを開発し、ユーザにこたえている。この論文では、分散型系統制御システムのシステム構成、システム設計の考え方、開発したミドルウェア、システム性能、次のステップであるオープン分散型系統制御システムについて述

(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。
(注2) “X Window”は、米国Massachusetts Institute of Technology (MIT)の商標である。
(注3) “Motif”は、Open Software Foundation, Inc.の商標である。
(注4) “TCP/IP”“UDP/IP”は、米国Texas Instruments Inc.の商標である。
(注5) “Ethernet”は、米国Xerox Corp.の商標である。

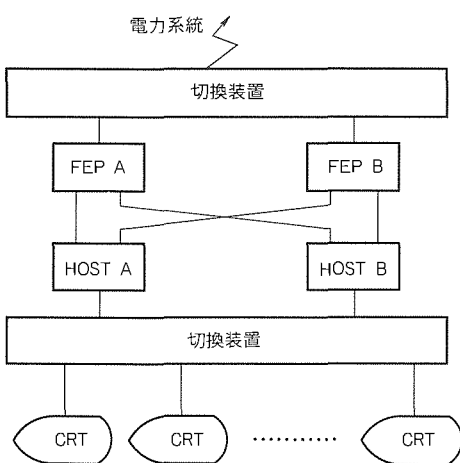


図1. 集中型系統制御システムの構成図

べる。

2. ハードウェアシステム構成

従来の集中型系統制御システムは、図1に示すように、前置計算機 (FEP) と主計算機 (HOST) を中核とした複数のCRTを接続する二重系構成であり、FEP、HOSTは当社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いた。

今回開発した分散型系統制御システムは、図2に示すように、主としてEthernet^(注5) LANで結合したUNIXサーバとUNIXワークステーション (以下“EWS”という。) で構成する。システム構成のポイントは次のとおりである。

- (1) 主計算機と支援用計算機にはUNIXサーバを、オペレータコンソールにはEWSを適用する。
- (2) 伝送系インタフェース、系統盤インタフェース等、特にリアルタイム性が要求される部位には、マイクロプロセッサを採用する。
- (3) 電力系統制御機能を、上記の計算機、マイクロプロセッサで機能分散、負荷分散をする。
- (4) LANをシステムLANとマンマシンLANに機能分散するとともに、各々のLANを二重化する。
- (5) 核となる計算機は二重化し、系列間は粗結合とする。
(クロスコールドиск、コモンメモリは使わずに、二重系データ等価はLAN経由で行う。)
- (6) UNIXサーバとEWSには、フェールセーフパネル、UPS (Uninterruptible Power Supply) 等の信頼性を上

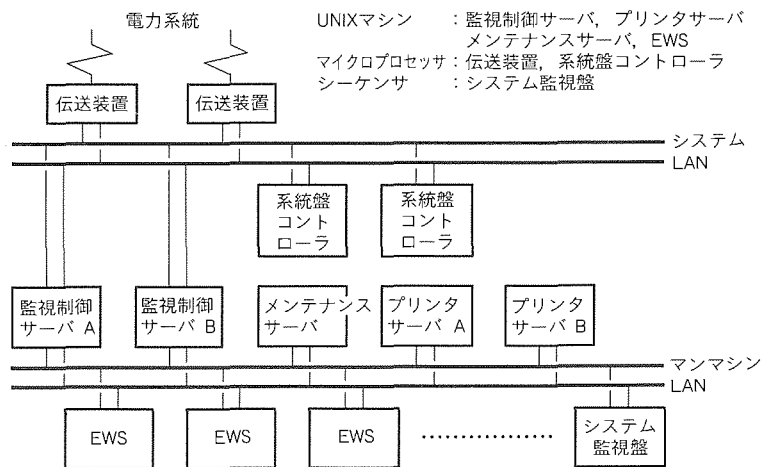


図2. 分散型監視制御システムの構成図

げるためのハードウェアを付加する。

3. 分散型系統制御システム採用の効果

分散型系統制御システムを採用することによる効果を以下に示す。

- (1) 集中型のシステムに比べ、システムトータルのコストパフォーマンスが上がるとともに、占有スペースと電源容量が削減できる。
- (2) クロスコールディスク、コモンメモリ等の共通装置をなくすことにより、信頼性が向上する。
- (3) 1装置の故障による影響が一部の機能の喪失にとどまるため、稼働率が向上する。
- (4) 高性能 RISC マシンの適用、機能分散・負荷分散により、高い処理性能が実現できる。図 3 に、機能分散例を示す。
- (5) サーバ等の追加と部分的な見直しのみで、容易に機能追加が可能となる。
- (6) 標準 OS である UNIX を採用したため、ソフトウェアの移植性が高く、ハードウェアの進歩により、高速なチップが開発されたときに容易に移植できる。
- (7) UNIX, TCP/IP 等のオープンな環境を採用したため、第三者ソフトウェアの利用, 他のシステムとの結合, マルチベンダシステムの採用が可能である。
- (8) X Window と Motif により, 高度なマンマシンインタフェースが実現でき, 操作性が上がる。

4. ミドルウェア

分散型系統制御システムにおけるミドルウェアの必要性を以下に示す。

- (1) 現在, 世間に出回っている汎用ミドルウェアや分散インフラは系統制御システムに必要とされている要件(信頼性,

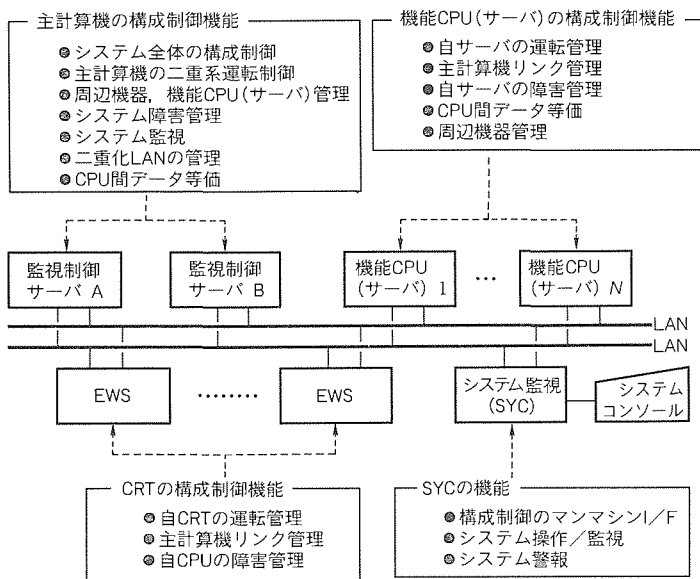


図 3. 分散構成制御の機能分担例

性能, LAN 二重化など)を必ずしも満足しているわけではないため, 監視制御システム用のミドルウェアが必要となる。(2) オペレーティングシステムのシステムコールが提供する機能は多岐にわたっており, アプリケーションプログラマが直接システムコールを使いこなし, かつ, 高性能を達成することは難しい。

図 4 に, 今回開発したミドルウェアの構成を示す。ミドルウェアは UNIX 環境で動作し, 計算機間は TCP/IP, UDP/IP^(注4)で結合する。

4.1 個別CPU間通信

分散計算機間のコミュニケーションを行う。大量かつ通信頻度の少ない通信は TCP/IP 上で, 小量かつ通信頻度の高い通信は UDP/IP 上で実現する。UDP/IP には, 通信の信頼性を確保するために, 送達確認手順を付加した。

二重化された LAN は, 負荷分散を基本として管理される。例えば, 系統の状態変化データ, マンマシンデータと二重化計算機間の等価用データを別の LAN で送信し, 待機モード立上げ時にも十分なオンライン処理性能を得られるようにした。上記に加えて, 常用/予備を基本とした二重化 LAN 管理も可能である。

ハートビート機能により, 通信負荷を低く抑えながら迅速な LAN 異常検出を実現し, 異常検出時は正常 LAN への切換えを行う。

4.2 ブロードキャスト通信

電力系統の現在状態(以下“カレントデータベース”という。)は各CPUに同じものが存在し, 主たる計算機(例えば, 監視制御サーバ)がブロードキャスト通信で変化分を送信し, 各CPUに反映する。通信信頼性を確保するため, ブロードキャスト通信に通番管理機能と送達確認機能を持つ手順を付加した。カレントデータベースの分散により, 画面表示時, EWS 内部のカレントデータベースを参照すればよい。そのため, 高い表示性能が得られ, 手順を付加したブロードキャスト通信を採用することにより, カレントデータの変化分を低 LAN 負荷かつ高信頼度で送

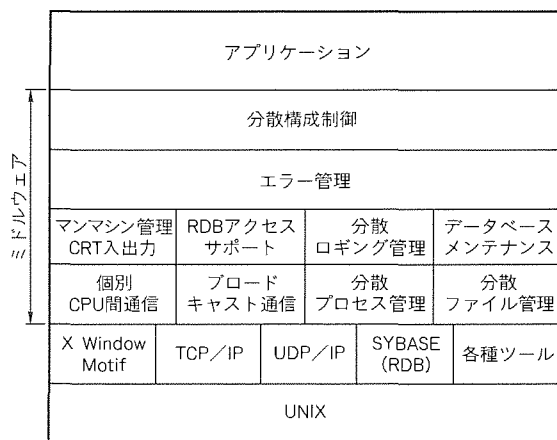


図 4. ミドルウェアの構成

信できる。図5に、カレントデータベース分散の概念図を示す。

4.3 分散プロセス管理

個別CPU間通信の上に構築され、分散する計算機間のプロセス起動、プロセス間の情報の授受・同期を、統一した手続きで実現する。

4.4 分散ファイル管理

分散する計算機間のファイルのアクセスを、統一した手続きで、アプリケーションに極力ファイルのレジデンスを意識させずに実現する。

サポート対象は直接編成ファイル、巡回編成ファイルであり、それぞれ、主メモリ置き、ディスク置きが可能である。ファイルの二重書きについては、LAN経由で実施する。同一のファイル構造をオンラインエリア、オフラインエリアの2面を持つことにより、オンライン運転しながら試験やメンテナンスを行うことが可能である。

4.5 エラー管理

全プログラムのエラーを分類し、システムログ出力、構成制御への連絡を行う。システムログは、主たる計算機で一括して管理する。

4.6 マンマシン管理, CRT入出力

分散型系統制御システムのマンマシンは、X Window, Motif上に構築される。マンマシン管理は、オペレータコンソールボタンとのインタフェース、マンマシンプロセスの起動管理、初期表示/表示更新の共通処理、共通ウィンドウ処理を行う。

CRT入出力は、拡大/縮小処理、スクロール処理、表示リソースの管理を行う。また、枚数の多い帳票画面と帳票印字に適用する帳票ウィジェットを開発した。

4.7 分散ロギング管理

各計算機からのプリンタ印字要求を一括して管理するとともに、プリンタの故障管理・代替管理を行う。

4.8 データベースメンテナンス

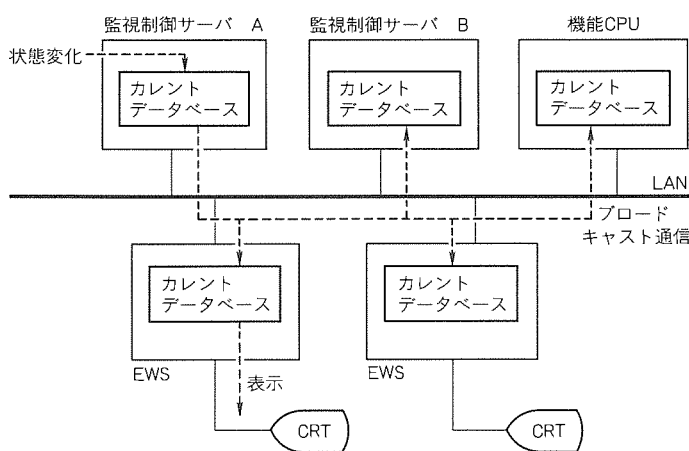


図5. カレントデータベースの分散

画面からの対話型オペレーションで、設備データ、画面データ、伝送系データを作成する。系統図画面で作図した接続関係がそのまま設備データの接続定義に反映されるため、データ作成作業が格段に簡単かつ効率化され、ユーザによるデータメンテナンスが可能となった。

4.9 RDBアクセスサポート

SYBASE^(注6)、ORACLE^(注7)等の汎用RDB (Relational Data Base) とアプリケーションプログラム間のインタフェースライブラリを開発し、RDBサーバの二重化、RDBのエラー処理をサポートする。

5. 構成制御

5.1 運転モードと系列

制御モード・待機モード・試験モード・訓練モード等の従来の集中型システムと同等の運転モードに加え、オンライン待機運転中のデータメンテナンスと試験を可能とする待機試験モード・待機訓練モードをサポートする。

運転モードは個々の計算機が持っているが、同一の運転モードを持つ計算機群を系列と定義し、オンラインデータは系列内を流れる。図6に、系列の考え方を示す。

5.2 運転モード管理の単位

運転モードは、二重系を構成する計算機のノードペア単位で自律的に管理される。系列内の制御モードの計算機がダウンした場合、当該計算機の相手系計算機のみが制御モードに遷移し、他の計算機のモードは不変である。これにより、計算機故障によるモード遷移の範囲を最小限に抑えている。ただし、システムによっては、オペレータによる手動操作による系列単位のモード遷移も可能である。

5.3 情報の流れ

図7に、情報の流れの概念を示す。

(1) オンラインの系統データは制御系列・待機系列で同一の情報を並列に入力して処理することにより、系列間の交信を極力少なくする。

(2) 制御系列でのみ作り出すデータ、両系列で異なることが許されないデータは、使用系列から待機系列へ

(注6) "SYBASE" は、米国Sybase Inc.の商標である。
 (注7) "ORACLE" は、米国Oracle Corp.の商標である。

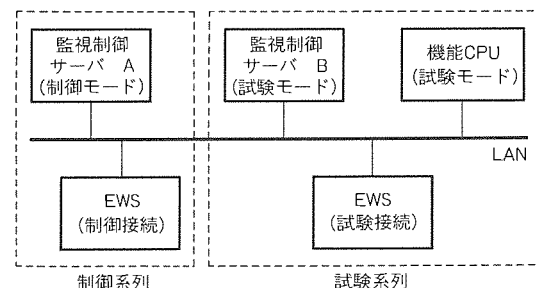


図6. 運転モードと系列

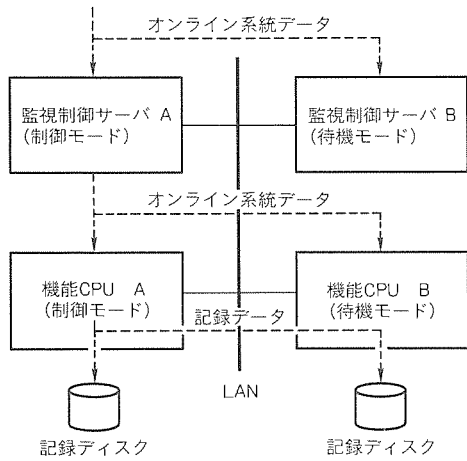


図7. 情報の流れ

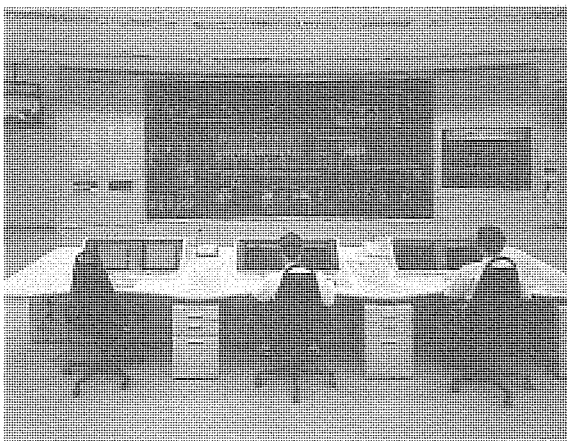


図8. 指令室

LAN経由でTCP/IPを用いて等価する。対象となるデータは記録データ、オペレータによる設定データ等である。

6. 実システムへの適用とシステム性能

1992年から上記コンセプトに従ってシステムの設計を行い、系統制御システムとしては、現在までに、中国電力(株)岡山大規模制御所、北陸電力(株)七尾総合制御所に適用して納入した。そのほか、変電所監視制御システムとしても分散型システムを2システム納入している。図8に、七尾総合制御所の指令室を示す。

表1に、同時500状態変化時における性能測定値を示す。特に多重状態変化処理中のマシン処理性能が格段に向上したと、多重状態変化時の仕上がりが速くなったことを

表1. 瞬時500状態変化時の性能

測定項目	時間(s)
系統盤CB表示	1.4
スケルトン画面呼出し	1.8
標準系統図から拡大系統図呼出し	0.7
事故区間判定終了	59.0
事故復旧手順作成	67.0

確認できた。

7. 今後の課題

分散型系統制御システムとしての今後の課題を以下に示す。

- (1) 多重状態変化処理性能の詳細データの収集と評価による更なる性能限界の把握
- (2) LAN負荷を低減させ、かつ、故障検出の速いLAN故障検出アルゴリズムの開発
- (3) 100Mバイト Ethernet, ATM LAN等の採用によるネットワークの高速化
- (4) 三重系システム等の多重系システムへの拡張
- (5) 障害、負荷状態により、プロセスがダイナミックに計算機間を移動する構成制御方式の開発
- (6) オブジェクト指向フレームワークの適用、オブジェクト指向データベースの適用
- (7) マルチメディアの取組

また今後は、分散型システムから、オープン分散型システム、更にはマルチベンダ化オープン分散システムへと発展させていく必要があると考える。オープン化、マルチベンダ化への課題を以下に示す。

- 他のシステムとのデータベースの共用化
- システムセキュリティの確保
- マルチベンダ用ミドルウェアの方式検討と開発
- ベンダ間にまたがる障害の切分け方法の確立
- マルチベンダシステムの運用体制の確立
- 第三者ソフトウェアの品質管理

8. むすび

UNIXサーバ、EWSをベースとした分散型システムを系統制御システムに適用して、良好な性能と高信頼性を実現することができた。

今後は、性能改善を図るとともに、よりオープンなシステム、マルチベンダシステムへと展開していきたい。

電力系統運用業務支援システム

土井 淳*
清水恒夫**
京本寿美恵**

1. ま え が き

電力系統規模の拡大・複雑化及びお客さまニーズの高度化・多様化などに伴い、系統運用業務は複雑・高度化がますます進展していく状況にあるため、その業務を支援する機能の充実が求められている。

当社は、系統運用者の負担を軽減し、より高度の業務に専念できるような“人を生かす”環境の整備に向けて、早い時期から種々の系統運用支援システムの開発に取り組み、AI（人工知能）、先進のGUI（Graphical User Interface）、高性能EWS（Engineering Work Station）などを積極的に活用して実用化を図ってきている。以下では、これらの実績を中心に述べる。

2. 支援機能の高度化

立地難による電源の偏在・大容量化、卸電力託送などの規制緩和の拡大傾向に伴って急速に巨大化・複雑化する電力設備の運用を迅速的確に行うために、今後の系統運用システムの構築に当たっては“系統変化・需給変化への柔軟な対応”

と“運用者へのインテリジェントな支援”が望まれている。

これらの実現のために、当社の自主開発又は電力各社との共同開発によって取り組んでいる系統運用の高度化を目指した新機能とそれらの概要を図1に示す。

系統運用システムは、単純な監視・制御から高度な判断を行う業務にまで対応できるように移行していかねばならない。このために、運用者を支援する機能、特に、熟練者の運用ノウハウを組み込み、必要に応じて的確に支援する機能、又は種々の情報を目的に応じて整理し提供する機能が望まれている。このような機能のシステム化に対し、当社の取組指針及び実用化のための各項目別（処理手法、マンマシン、システム構成）の方式の動向を図2に示す。

3. システム事例

3.1 需給計画システム

需給計画システムは、想定需要に対して与えられた電源設備の中で最も経済的になるよう、火力、水力、原子力及び電力会社間融通電力の各供給力の組合せを決定するとともに、対象期間内の1時間ごとの需給バランスを明確にすることを

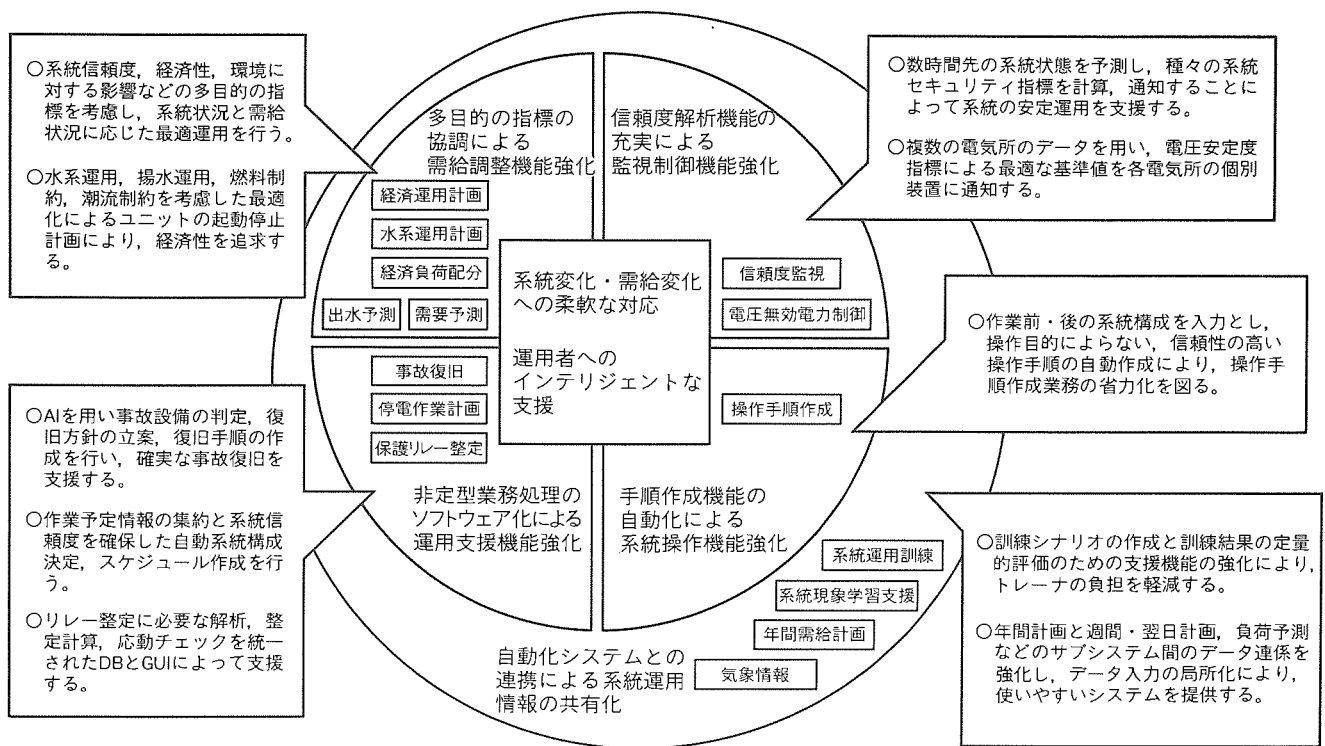


図1. 系統運用業務の高度化を目指した新機能

		1986~1990	1991~1995	1996~2000
システム導入目的		定型業務の自動化	ベテランノウハウの保存	人間性重視
システム仕様の具体化手法		システム知識 ドキュメント主体	ミーティング主体(行間の理解)	運用知識 体験主体
〈理念〉 人に優しい 使いやすい 実用性がある	処理手法	手法の実用化過程	知識ベース(ベテランノウハウ) 手続き型(プログラムロジック)	ANN, GA, 知識獲得... 問題空間探索法(評価関数)
	マンマシン	テキスト 定形型	グラフィックス 機能性 定形対話型(シナリオベース)	マルチメディア 人間性 協調対話型(代替案, 任意帳票)
	システム構成	集中型 信頼性	別置型 応答性	分散型 拡張性
	実績	'87東電沼津給事故復旧 '88北電 ⁽¹⁾ ・関電 ⁽²⁾ 需給計画	'91中部電 ⁽³⁾ 需給計画	'93関電基幹給水系運用計画 '92北電 ⁽⁴⁾ ・'94関電神戸給 ⁽⁶⁾ 系統解析支援 '94東電埼玉給, ほか ⁽⁷⁾ リレー整定支援

ANN : Artificial Neural-Network GA : Genetic Algorithm

図2. 系統運用業務支援システムの動向

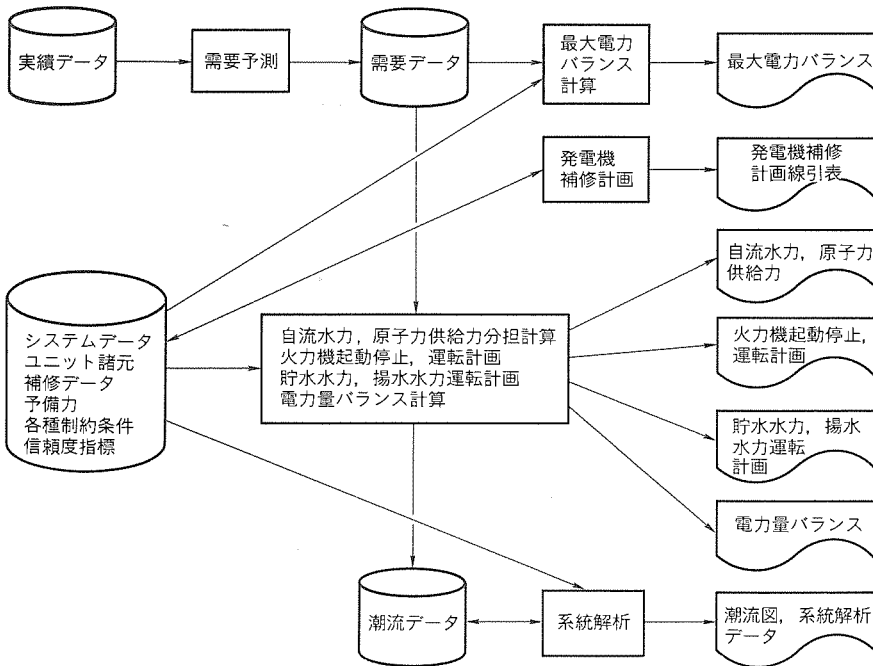


図3. 需給計画システムのソフトウェア機能

目的にしている。

需給計画は、電力という単一の製品を生産する電力会社の生産予測と工場(発電所)ごとに生産量を割り当てる製品生産計画であり、電力会社の経営ベースとなる資料を作成する業務である。需給計画では、発電設備の補修実施時期も併せ

て検討する場合がある。また、長期の需給計画では、将来の発電設備増設計画の役割も担っている。

数学的には、発電原価・融通電力価格という電力会社経営の根幹を左右する原価の根拠を提供することを目的とした大規模なコスト最小化問題であり、精密な計画を立案するためには、電力会社別の需給運用ノウハウと数理計画法の的確な利用が要求される。

3.1.1 システムの機能

需給計画システムの機能を図3に示す。

(1) 需要予測

実績データから計画用の需要データを算出する。

(2) 最大電力バランス計算(予備力など)

瞬時の電力バランス及び予備力の確保度合を算出する。

(3) 自流水力, 原子力供給力分担保計算

運転計画, 実績などから硬直的な電源の供給力を算出する。

(4) 火力機起動停止, 運転計画

燃料制約の条件下で火力発電機ユニットの最も経済的な運

転計画を算出する。

(5) 貯水水力、揚水水力運転計画

揚水水力、貯水水力発電機ユニットの最も経済的な運転計画を算出する。

(6) 電力量バランス計算

電力融通、規制緩和によるIPP (Independent Power Producer) も含めて、最も経済的な運転計画を算出する。

(7) 発電機停止計画

系統信頼度を確保した発電機停止計画を立案する。

(8) 系統解析

立案した1時間ごとの需給バランスをそのまま使い、系統解析ツールでの検討が可能である。また、潮流制約違反を自動解消し、そのためのコスト評価もできる。

3.1.2 システムの構成

需給計画システムのシステム構成を図4に示す。

(1) ファイルサーバ

汎用RDB (Relational Data Base) を使用することにより、電力会社のホスト計算機、他部門との直接のデータ交信が可能である。

(2) 需給計画計算用EWS

業界標準のEWSを用いて、高速処理が可能である。

(3) 需給計画マンマシン用パソコン(PC)

汎用表計算ソフトを使用することにより、EUC (エンドユーザ コンピューティング) を可能とし、他部門とのデータのやりとりを可能にする。

3.2 水系運用計画システム

水系運用計画は、水系の日々の運用計画を立案するもので、ダム水位制約と各種運用制約を守り、かつ、電力ピーク帯の発電電力量を最大とし、火力の燃料費を低減することを目的とする。しかし、水系が広大であり、運用制約が多数あるなどにより、人手による立案は熟練者でも多大な時間を必要

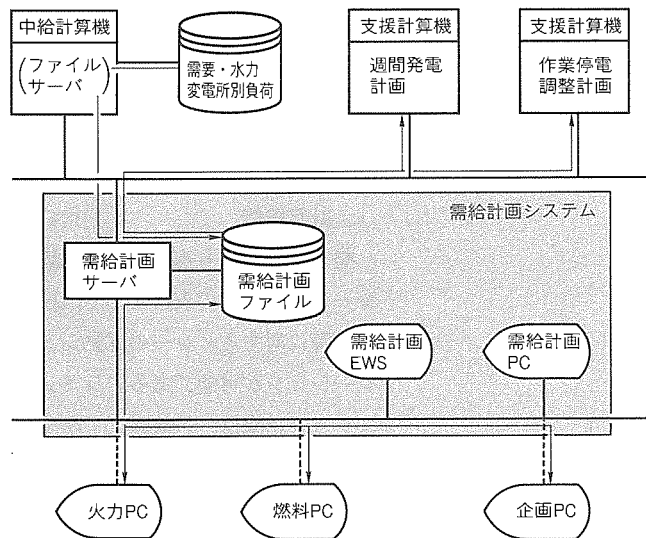


図4. 需給計画システムのシステム構成

とする。

このシステムは、数理計画手法と知識ベースとを組み合わせ、上記制約を守りながら最も効率的な運用計画を自動立案するエキスパートシステムである。以下にその手法を述べる。

このシステムでは、発電所の単位時間使用水量の離散化及び時間軸の離散化を行うことにより、水系運用計画を大規模組合せ最適化問題として扱い、下式の評価関数が最大となる組合せを探索する。手法の枠組みを図5に示す。

$$\text{評価関数 } C = \sum \sum \lambda P(q, v) + \sum \sum \lambda P(r) \dots\dots (1)$$

λ : 単位電力量価値 (時間ごと)

P : 電力量 (発電所ごと, 時間ごと)

q : ダム式発電所の単位時間当たりの放流量

v : ダム貯水量

r : 流込み式発電所の単位時間当たりの放流量

ここでの最適化は、ダムの日間使用水量以外の制約は考慮せず、各ダムの発電価値を最大化することのみを目的とし、水系シミュレーションを行い、評価関数を計算する。さらに、今まで保存している最良案と比較し、評価関数が向上した場合、最良案を更新する。

この手法では、計画案をより良いものへと誘導する方法とし、下記に示すように、発電価値補正係数を変更して最適化を行うという間接的な方法を採用する。

$$d_{i+1} = \alpha d_i + (1 - \alpha)(1 + u)$$

d : 発電価値補正係数

α : 時定数 ($1 > \alpha > 0$)

u : 修正方向 (1: 増, -1: 減, 0: 回復)

(1) 数理手法による修正方向の決定

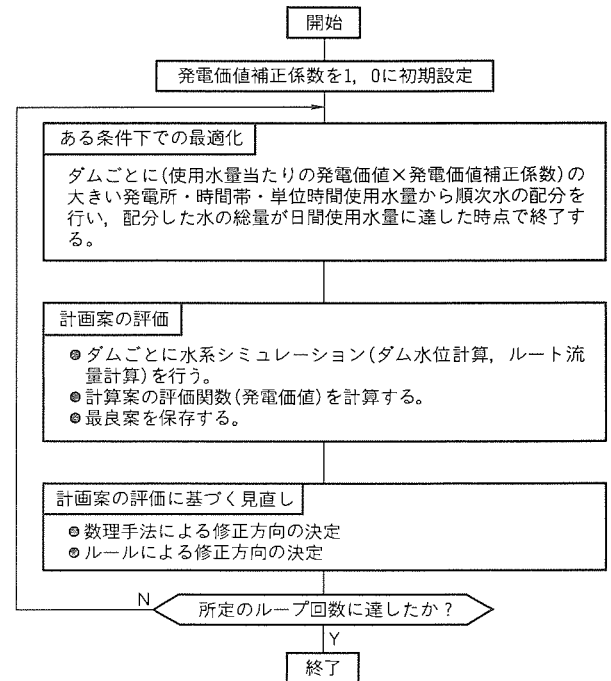


図5. 水系運用計画システムの処理フロー

ダム水位制約、発電効率の向上は、各ダムが密に結合しており水系全体で考慮する必要があるため、数理手法を用いて修正方向を決定する。

(2) ルールによる修正方向の決定

各種運用制約に関しては、各発電所ごとに扱える問題であり、単純なため、ルールを用いて修正方向を決定する。

3.3 停電作業調整システム

停電作業調整支援システムは、電力系統を構成する主回路機器及びリレーなどの補機のメンテナンス作業のスケジュール調整を支援するためのエキスパートシステムである。停電作業調整は、作業担当箇所から個別に提出される作業要求を取りまとめ、要求元の作業日程に対する要求を満足させながら数々の運用制約を遵守し、かつ電力系統の信頼性を確保したスケジュールを作成するという非常に難しいもので、現在は人手によって多大な時間をかけて行われている。

現在開発を進めている停電作業調整支援システムは、数々の運用制約を満足するスケジュールの調整に制約条件付き最適手法を用い、計画に対する系統信頼度の確保には、事故復旧支援機能と同様のアルゴリズムを採用し、図6に示す停電作業調整における一連の作業の自動化を図っている。

今回開発したシステムの主な特長は次のとおりである。

- (1) 特定系統の運用知識に依存しない方式を採用しており、年間・月間・週間などの計画期間、及び給電所・制御所などの適用箇所によらず、どのような作業調整にも適用できる。
- (2) 停電作業の効率化のため、協調作業ルールにより、作業の集約を図る。

(3) 作業要求元の希望作業期間を最大限尊重したスケジュールの調整を行う。また、調整結果が希望期間を外れた場合に、理由をガイダンスする説明機能を併せ持っている。

(4) 作成スケジュールに対し、系統事故を考慮した作業系統の信頼度をチェックし、問題がある場合は信頼度が確保できる系統構成と当該系統構成に移行するための切替手順を自動作成する。

(5) 作業調整における各種制約条件及び作業調整ルールをDB (Data Base) 化し、容易に変更可能なマンマシンを提供する。

3.4 保護リレー整定支援システム

保護リレー整定支援システムは、整定業務に必要な整定計算、応動シミュレーション等を系統図をベースとした操作性の良いGUIの下に統合したものである。整定業務は保護リレーの事故検出感度、保護範囲、動作時限等の値を決定する業務であり、系統現象とリレー特性の十分な考慮の下で、適用系統条件による故障計算・誘導計算などの系統解析、リレー種別ごとの整定計算及び各リレーの動作協調の検討を必要とする。このように、整定業務は複雑かつ時間を要する業務であるとともに電力の供給信頼度の維持のために重要な役割を担っており、業務の効率化とますますの質的向上が求められている。

このシステムはEWSの高速処理性・マンマシン性を生かし、個々の計算から各種マップ作成、帳票作成、DB管理までの一連の業務を総合的に支援することにより、整定業務の効率化と高信頼度化を実現する。このシステムにより、整定業務時間が従来の約1/2に短縮されることが期待できる。

以下に、システムの特長を示す。

- (1) 多様、精密、高速な解析計算機能

線路定数計算・誘導計算・故障計算など13種類の計算機能をサポートすることにより、整定業務全般を支援する。図7に整定業務における支援範囲と計算機能を示す。

- (2) 多様な故障に対するリレー応動計算機能

整定業務で最も複雑である保護リレーの協調検討の支援として、種々の故障に対するリレーの応動シミュレーションが可能である。シミュレーション結果は、系統図上で時系列的に分かりやすく表示される。

- (3) 関係諸データのDB化と一元管理

各種計算に必要なデータが、共通

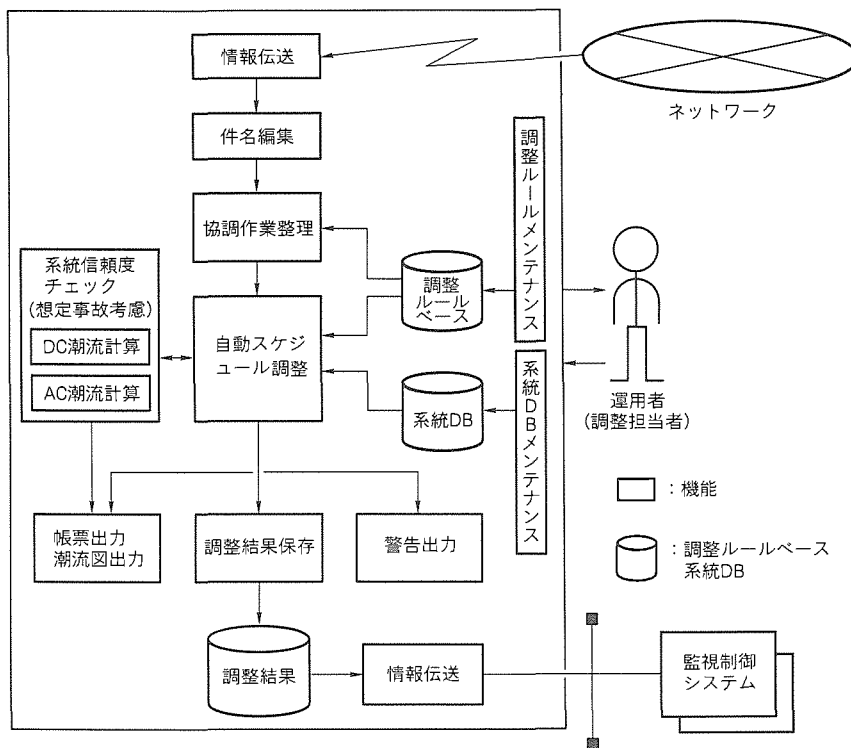


図6. 停電作業調整支援システムの機能構成

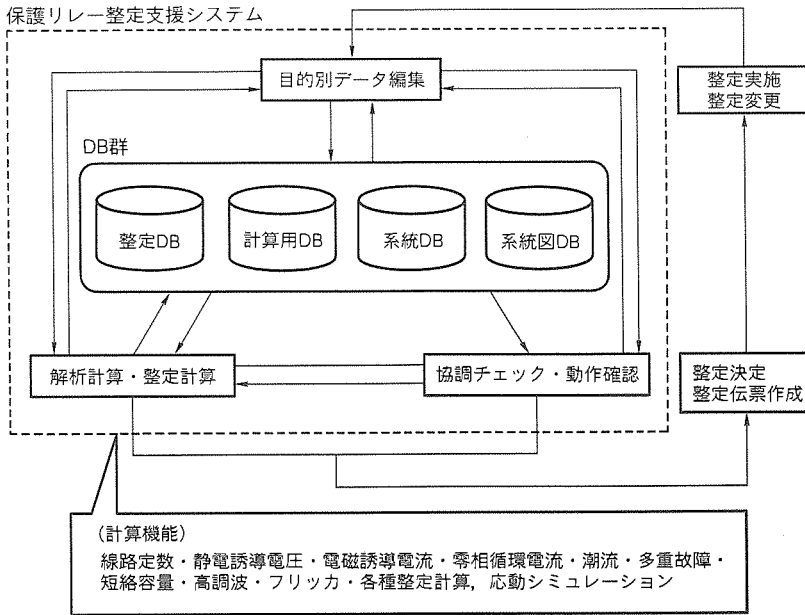


図 7. 保護リレー整定業務フローと支援システムの機能

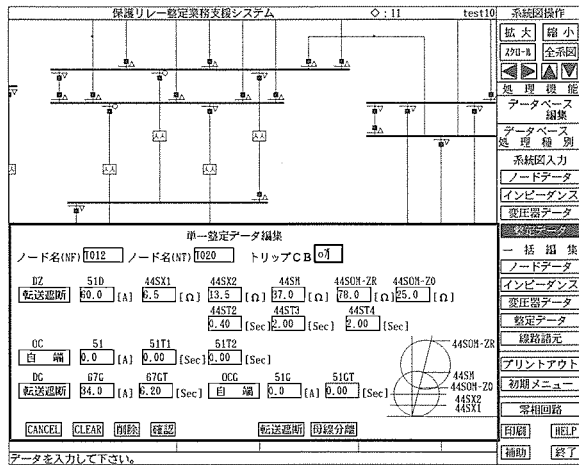


図 8. 保護リレー整定支援システムの画面例

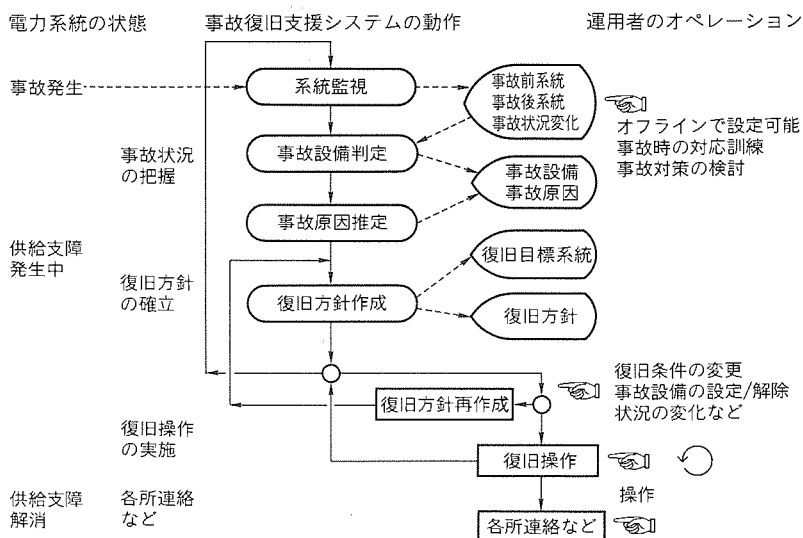


図 9. 事故復旧支援システムの処理フロー

DBとして管理できる。また、従来人間系で行っていたインピーダンスマップや整定表等のメンテナンスが、システムで実施可能である。

(4) 系統図の活用による簡便な入力インターフェース

任意の系統図作成、系統図を用いたデータ入力、系統図上への結果出力など、系統図を最大限に活用することによって効率良く業務が進められる。図 8 に、系統図からの整定データ入力画面例を示す。

3.5 事故復旧支援システム

事故後の供給支障又は過負荷の安全かつ迅速な解消は、電力系統の運用制御で非常に重要である。事故復旧は、事故状況の把握、復旧方針の確立、復旧操作の実施、各所連絡と系統確認のような段階でなされる。

事故復旧支援システムの概要を図 9 に示す。事故発生直後は運用者の負荷が高いため、復旧方針の確立までの段階での支援を主に開発している。以下に、各支援機能を説明する。

(1) 事故設備判定

復旧に使用できない事故設備を、事故前後の系統と動作 Ry とトリップ CB から決定する。診断シェル“MELDASH”を利用したモデルベース方式により、判定限界が明確で高精度の判定が可能である。シミュレーション過程を判定根拠として提示できる。要求精度が高くない場合には、高速で処理できるロジック方式によるシステムもある。

(2) 事故原因推定

事故送電線のデータや気象データなどを入力として、雷、鳥獣接触などの事故原因を推定する。事故原因の明確化により、試充電の可否の判断の容易化、現場巡視の効率化が期待できる。ルールによる不合理な原因の排除と、ニューラルネットによる確率判定とを併用する。

(3) 復旧方針作成

供給支障や過負荷を解消する復旧操作の概略的な方針を作成する。運用者の思考過程をプログラム化した。事故前の系統に近くて少ない操作数となる案から順番に考慮する。過負荷がなく復旧できない負荷が最小の復旧方針を作成する。復旧の最終形態

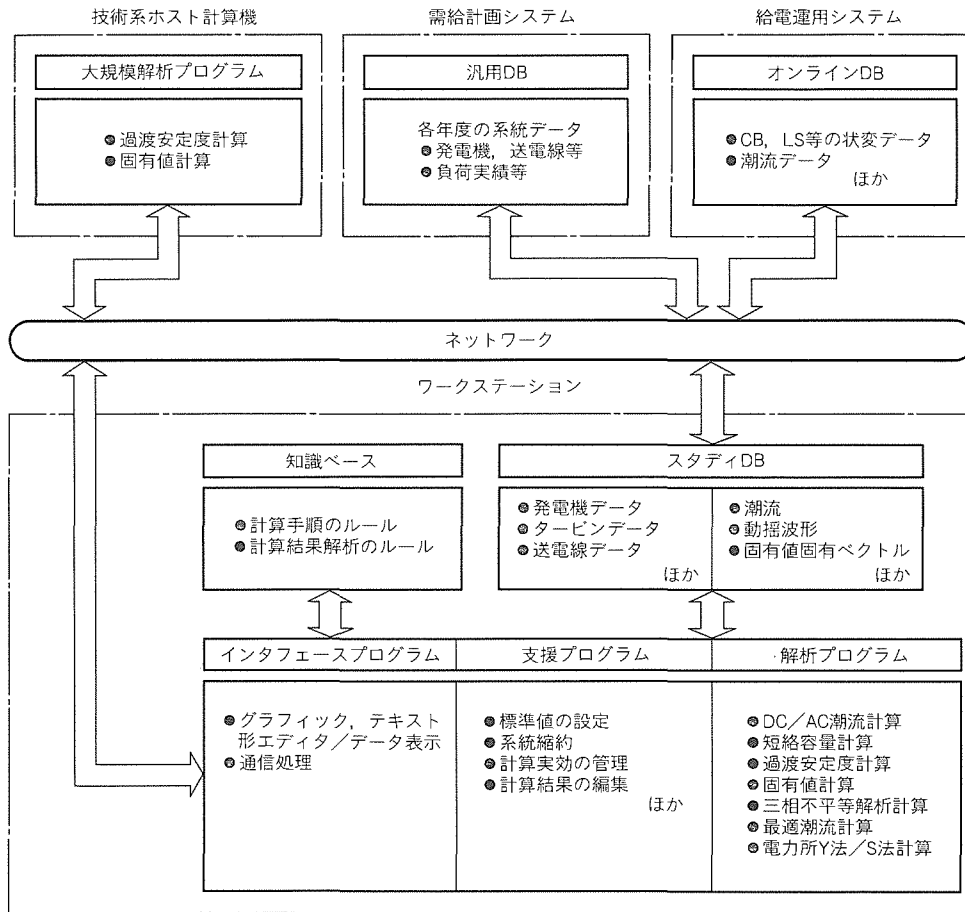


図10. 電力系統解析支援システムのシステム構成

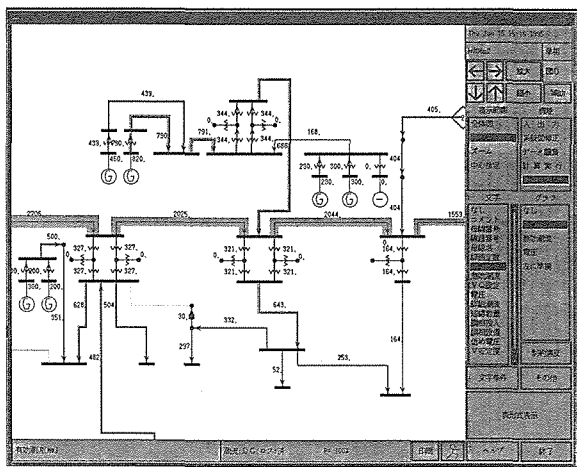


図11. 電力系統解析支援システムの画面例

となるシステムを作成し、ファジー推論によって状況に合った方針を作成する手法によるシステムもある。

復旧方針作成のアルゴリズムを利用して、下記のような事故時以外での支援機能を開発している。

(4) 事故対策の検討

初期システムと事故設備を設定し、事故対策を事前に検討できる。

(5) 事故時の対応学習

初期システムを設定し、事故状況変化を模擬的に発生させることにより、運用者の事故時の対応の学習に利用できる。

(6) 予防事故監視

想定事故を周期的に発生させ、過負荷や供給支障の発生を事前に予測監視できる。

3.6 電力系統解析支援システム

電力系統解析支援システム“ADAPOS”は、系統図主体のユーザインタフェースを用いて、電力系統の計画・運用に必要な潮流解析・安定度解析を高度に支援するシステムである。図10にシステム構成を、図11に画面例を示す。

このシステムは、UNIX^(注1)ベースのEWS上で動作可能なオープンシステムであり、需給計画システムや給電運用システムなどの他のシステムとのデータリンク、第三者の解析ソフトウェアの組み込みなど各ユーザの要求に合った系統計画・運用支援システムを構築可能である。

システムの主な特長は次のとおりである。

(1) 十分な技術計算能力

(a) 実効値から瞬時値解析、単相から三相解析を含む豊富な系統解析技術を結集

(b) 大規模系統(1,000ノード、100発電機レベル)での

(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。

解析計算に十分な処理性能を実現

- (2) 高度なユーザインタフェース機能
 - (a) 系統図上でのデータ入力，計算結果表示のビジュアル化
 - (b) アイコン選択による容易な系統図作成・修正機能の実現
 - (c) メニュー選択による解析プログラム操作の簡略化
 - (d) 解析計算共通DBによるデータ変更の省力化
- (3) 簡単なドキュメンテーション作成能力
 - (a) 系統図・各種帳票の自動作成，ユーザ修正機能を実現
 - (b) 高品質な流通ソフトウェアを活用した文書処理環境を提供
- (4) 高度な分散処理能力
 - (a) 水平分散コンピュータネットワークを構築
 - (b) ワークステーションの活用による大幅な業務効率化を実現
 - (c) 大規模DBなどのファイルサーバの能力を効果的に利用

4. む す び

最近の計算機の飛躍的な発展により，当社は，従来の制御用の専用計算機に代わり，汎用のUNIXサーバやEWSをベースにした制御用計算機の新たな開発に取り組み，系統運用システムにおけるダウンサイジング化を図ってきている。これに加えて，電力系統の進化と成長に柔軟に対応できるシステムの構築を目指し，近年，系統運用システムのオープン分散化の開発に取り組み，実用化を図ってきている。

このような背景とともに，今後，ますます巨大化・複雑化する電力設備の広域運用・高効率運用のために，電力系統の計画・解析技術のより一層の高度化を目指し，一層加速するであろう技術革新に追随したシステムの先行開発を推進していきたい。

最後に，各システムの開発に当たり，多大な御指導と御尽力をいただいた関係各位に深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 吉田 茂，会田恒也，一戸昌則，鈴木 浩，須藤剛志：年間制約条件を考慮した需給計画策定支援システムの開発，電力技術研究会資料，PE-88-55，171～180（1988）
- (2) 片山 徹，中島 宏，鈴木 浩，伊与田 功，熊野長次郎：時間単位の電源運用状態を把握できる年間需給計画システムの研究，電力技術研究会資料，PE-88-54，161～170（1988）
- (3) 山田史朗，村澤忠恒，土井 淳，弁木和広，熊野長次郎：電力需給計画システムの開発，電力技術研究会資料，PE-92-139，101～110（1992）
- (4) Kono, Y., Fukushima, T., Minagawa, K., Doi, A. : A New VAR Allocation Planning System Considering Tradeoff Study, 11th PSCC, 395～401（1993）
- (5) Tomeoka, H. Nakajima, H., Kawachi, Y., Nakamura, S., Watanabe, M. : New Daily Hydro Scheduling System for Multi-chain Hydro Power System, ESAP'93, 33～38（1993）
- (6) Fukui, S. Amako, K., Tomita, H., Yoshikawa, M. : A Functionally Distributed Operations Support System toward an Open EMS, IEEE Stockholm Power Tech'95, SPT IC 03-02-0166, 80～85（1995）
- (7) 松田高幸，吉田和芳，和久耕一，合田忠弘，京本寿美恵：保護リレー整定業務支援システムの開発，電気学会全国大会，11-107（1993）
- (8) 島倉恭治，稲垣 純，福井伸太，堀 聖一郎：電力系統における事故原因推定システムの開発，電力技術研究会資料，PE-92-148，31～40（1992）

配電総合自動化システム

池田一成* 鎌田一郎**
 芦澤友雄*
 安達和夫*

1. ま え が き

配電自動化システムは、設備の大容量化や日常生活の電力依存度の増大に追従した安定供給要請に対応し、1980年代から順次導入されている。これらのシステムは、電力供給信頼度の向上、設備運用の効率化、保守の省力化に大きな役割を果たしてきた。

今後の展開としては、開閉器制御・自動検針・負荷制御などの個別システムの高機能化・多機能化に加え、システムの統合化が図られてくるものと予想される。次世代の営業所システムとして、サプライサイドとデマンドサイドの機能融合を考慮した配電総合自動化システム構築がますます重要となる。

本稿では、配電自動化に関する技術動向と総合システム構築に向けた構想、個別システム事例について概要を紹介する。

2. 配電総合自動化システムの位置付け

2.1 システムの分類

配電総合自動化システムは、配電設備やお客さまの設備を対象とした配電線開閉器の監視制御や、自動検針・負荷制御などを包括した総称として広く用いられており、1980年代から開閉器制御システムを中心に本格的導入が推進されている。これらのシステムは、大きく分類すると、①サプライサイドとしての配電設備とデマンドサイドとしてのお客さまの設備を監視制御するシステムと、②自動検針・配電情報サービス等のお客さまに関連する業務システムの二つに大別される(図1)。

図2に、配電総合自動化システムの業務メニューと動向を

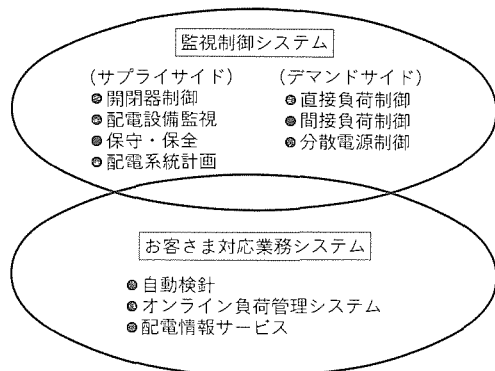


図1. 配電総合自動化システムの概念

示す。

現状では開閉器制御システム等の“サプライサイド”すなわち“業務運用ベース”側に位置付けられる専用システムが主流であるが、将来の電力需要の伸びが産業需要から民生需要へ移行・拡大すると考えられるため、今後は“デマンドサイド”すなわち“情報評価ベース”側に位置付けられる“地域共用システム”の比重が増加すると想定される。

2.2 システムの変遷

配電分野では、1950～60年代にかけて電力需要増大対策と供給信頼度向上策を主目的として、主に配電線及び配電機器単体の改良開発が行われてきた。

1970～80年代にかけては、時限順送方式、地中化による配電の高信頼化が進み、さらに計算機技術・通信技術の発展により、配電線事故時の早期復旧対策として開閉器制御システムが開発された。また、健全区間の早期復旧を目指して専用機システム(ミニコン)が導入されてきた。時限順送方式は、開閉器制御システム導入に対して結果的にシステムバックアップとなり、一重系でのシステム構築が可能となり、大きな意義があった。さらに、配電監視制御技術と負荷融通処理に代表される情報処理技術も、開発初期から並行して発展している。

1990年代に入ると、高速・大容量処理が可能なエンジニアリングワークステーション(EWS)が出現し、分散型システムが主流となっている。開閉器制御システムは、高機能化、ダウンサイジング、他のシステムとの連系などの多機能化へと進展している。当社は、従来の制御用計算機に見る高信頼性を踏襲し、急変する計算機技術の変革を積極的に導入し、

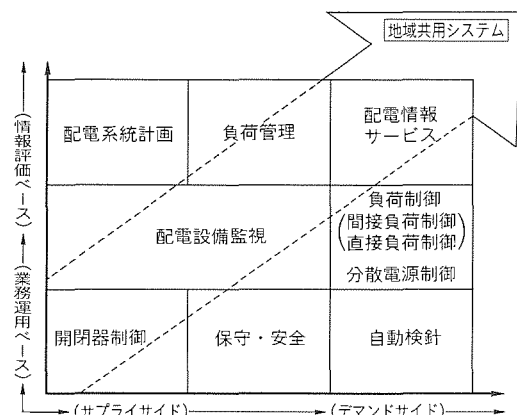


図2. 配電総合自動化システムの動向

年代	50～60年代	70年代	80年代	90年代	2000年代
社会環境	需要増大対策 信頼性向上策		生活水準維持向上要請 複雑業務の改善		社会環境の変化対策 規制緩和対策
配電技術	配電線・配電機器の革新 ●昇圧化 ●絶縁電線化 ●オイルレス化		配電線の高信頼化 ●時限順送方式 ●地中配電化 ●特高配電方式	システム化の推進 ●停電範囲・時間の極小化 ●お客さま業務の自動化 ●業務の効率化	システムの統合化 ●配電システムの知的コントロール ●需要家ネットワーク ●情報・装置の共用化
計算機通信技術		●専用機(リアルタイム性) ●専用回線 ●マイクロプロセッサ応用	●標準化、クライアント/サーバシステム(OS, S/W, 通信) ●高速(RISCマシン)、データの大容量化		●高速大容量データ伝送(ATM, SDH) ●携帯端末の活用 ●マルチメディア情報処理
システムの変遷		検証システム開発 ●開閉器制御アルゴリズム ●配電線搬送(線間注入・大地帰路) ●グラフィック処理 ●画像処理	専用機システム ●開閉器自動制御 ●自動検針 ●多目的利用システム ●情報提供	分散型システム ●EWS適用開閉器制御 ●オンライン負荷管理 ●NR方式通信技術 ●システム結合	次世代総合システム ●分散データベースの共用化 ●マルチメディア応用 ●エンドユーザコンピューティング ●系統計画支援 ●DSM検証

図3. 配電システム技術の変遷

標準化が進むソフトウェアアーキテクチャを制御系に適用しつつ、業界に先駆けたシステム構築を実現している。

業務の効率化、お客さまサービスを目的とした自動検針、オンライン負荷管理、配電情報サービスシステムなど、配電業務特有の特徴(①設備数量が多い、②面的な広がりを持つ。)があるお客さま対応業務システムの導入については、専用線及びノーリング方式通信技術、無線技術をベースに大量の上り情報、下り情報の通信処理を実現可能とし、情報通信の技術成果を配電分野に取り入れて展開している。図3に、配電システム技術の変遷を示す。

今後は、2000年に向けて更なる社会環境の変化、規制緩和等が進むものと考えられ、配電総合自動化システムも次世代の総合システムとして“情報通信技術の革新を取り込んだ地域共用システム”へと展開すると考えられる。

3. 配電総合自動化システムの方向性

3.1 システムニーズの変化

配電自動化システムのニーズは、社会情勢の変化、基盤技術の進展などの時代の流れとともに、絶えず新しく生まれ変わっている。今後のシステム構築の考え方を図4に示す。お客さまニーズの多様化、機能性の重視、技術の進展が一層加速し、これが社会コンセプトに変革を迫り、“社会システムと融合する配電総合自動化システムの構築”が必要になると思われる。以下に、今後のシステムに対する技術動向とイメージを提案としてまとめる。

将来の配電総合自動化システムに求められるニーズ、機能、

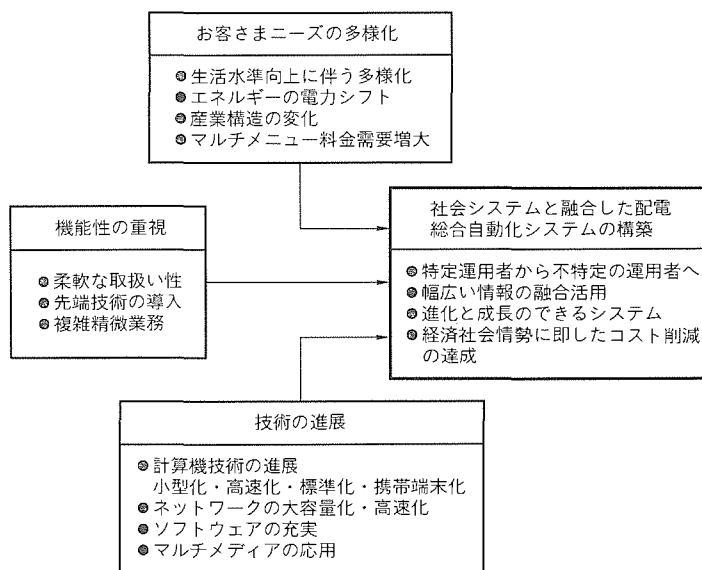


図4. 今後のシステム構築の考え方

及びコンセプトは、表1に示す内容にまとめられると想定する。監視・制御システムは、無停電化運用、負荷平準化及び分散電源制御を軸に、また、お客さま対応業務システムでは、リアルタイム料金制度に関連する配電情報収集配信機能を軸に機能が変化し、展開されるものと考えられる。

3.2 技術動向

この分野の将来技術動向を、配電応用技術面と基盤技術面に分ける(表2)。

監視制御システムの基本思想は、時限順送復旧制御方式から健全区間高速復旧制御方式に展開し、将来的には、無停電化制御方式へ発展していくと考える。

お客さま対応業務システムは、広域データ収集技術から広域高速化処理へと展開し、さらに、マルチメディアを応用し

た広帯域コミュニケーション技術に発展すると考える。
 計算機動向としては、主流が、ミニコンシステムからEWS適用の分散型システムに移行しつつある。今後は一層の高速・大容量化が進み、マルチメディア端末の活用等、より人間に密着した装置として展開すると思われる。

ネットワークは、開閉器制御システムの伝送路として導入初期からツイストペアケーブルが主体であり、一部に配電線そのものを伝送路に用いた配電線搬送方式又はCATV網との共存を図った同軸ケーブル方式が存在しているが、近年、光ファイバケーブルを伝送路としたシステムの構築が試みら

表1. システムニーズの変革

位置付け	業務	現状機能	想定ニーズ	将来機能・コンセプト
監視・制御システム	開閉器制御	<ul style="list-style-type: none"> ● 停電範囲、停電時間極小化のための自動復旧 ● 複雑な系統切換業務のための手順書作成自動化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事故による途絶エネルギー増大対策 ● 事故点探索による時間と労力の改善 ● お客さま設備監視・月報作成代行 	<ul style="list-style-type: none"> ● 無停電化運用 ● 保守(事故点探索)の合理化(配電情報収集との整合)
	配電系統計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 変電所増設、移設シミュレーション ● 系統増設、移設シミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> ● シミュレーションの高速化、多機能化 ● 投資対効果のビジュアルシミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> ● 変電所増設、移設対応経済効果計算 ● 分散電源を含めたシミュレーション
	配電設備監視 借室監視	<ul style="list-style-type: none"> ● 小規模にV, I, TM値収集 	<ul style="list-style-type: none"> ● 管理値収集(V, I, nf, P, Q) ● 機器予防保全情報収集 ● 事故点探索情報収集 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高調波、電圧、電流情報収集 ● 機器情報(予防保全) ● 事故点探索情報収集(開閉器制御との整合)
	負荷制御 分散電源制御	<ul style="list-style-type: none"> ● 小規模実験レベル ● 直接負荷制御 	<ul style="list-style-type: none"> ● 間接・直接負荷制御 ● リアルタイム増減料金提示 ● 直接・間接分散電源制御 ● 直接・間接蓄熱放熱、蓄電放電制御 ● 最も経済的なエネルギー利用のコンサルティング 	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー有効利用コンサルティング ● 間接・直接制御による負荷平準化 ● 無効電力協調制御による規定電圧維持 ● 負荷、分散電源、蓄電池、蓄熱装置間協調制御による系統設備効率利用
お客さま対応業務システム	自動検針	<ul style="list-style-type: none"> ● 新規開発地域、検針困難地域の自動検針 ● 定例、随時検針主体 	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要増大に対する間接制御対策 ● 多時間帯料金制(リアルタイム料金制) ● 実績料金随時提示 	<ul style="list-style-type: none"> ● リアルタイム料金制度下の検針(有効・無効電力の売買を含む。) ● 負荷管理との融合 ● 総合負荷制御のエビデンス収集
	負荷管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要家別負荷管理 ● 機器別負荷管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 機器負荷管理 ● 機器月間稼働率提示 ● お客さまフィードバック負荷管理 ● 自由間隔負荷管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動検針との融合による予測精度向上
	配電情報サービス	<ul style="list-style-type: none"> ● 電気使用量情報 ● 電気料金情報 ● 特定小規模 	<ul style="list-style-type: none"> ● 雷情報 ● 停電情報 ● 主任技術者業務の一部代行 	<ul style="list-style-type: none"> ● 週報・月報作成代行 ● 配電系統運用状態異常時情報回示 ● 電気の合理的利用のための契約形態コンサルティング ● お客さま機器稼働率提示サービス

表2. 技術的方向性

		～現状まで	現 状	将 来
配電応用技術	監視・制御	(集中型逐次推定制御) <ul style="list-style-type: none"> ● 時限順送復旧制御方式 ● 平常時負荷移行制御方式 	(分散型逐次推定制御) <ul style="list-style-type: none"> ● 負荷制御方式 ● 分散配置電源制御方式 ● 事故後高速健全区間復旧制御方式 	(超分散型制御) <ul style="list-style-type: none"> ● 無停電化制御方式 ● 配電系総合需給制御方式 ● 最適配電設備計画
	お客さま対応業務	(監視・遠隔計測情報サービス) <ul style="list-style-type: none"> ● 広域データ収集 ● データ量小の限定機能 	(双方向電力事業サービス) <ul style="list-style-type: none"> ● 広域高速データ収集 ● 異種情報混在下の監視・制御 ● 情報処理手順 	(コミュニケーションサービス) <ul style="list-style-type: none"> ● 広域・高速・広帯域コミュニケーション方式 ● マルチメディア対応監視制御手順
基盤技術	計算機	(専用機システム) <ul style="list-style-type: none"> ● ミニコン専用機 ● アプリケーション主導方式 ● 専用計算機室の環境必要性 	(分散型システム) <ul style="list-style-type: none"> ● EWS分散制御 ● 汎用S/W活用 ● アプリケーションS/Wのパッケージ化 ● ダウンサイジング 	(次世代総合システム) <ul style="list-style-type: none"> ● マルチメディア端末の接続 ● 高速・大容量化の性能向上 ● マルチベンダ、オープン化
	ネットワーク	(中低速専用ネットワーク) <ul style="list-style-type: none"> ● 配電線搬送 ● ペア伝送技術 ● 小容量伝送ネットワーク 	(高速・大容量ネットワーク) <ul style="list-style-type: none"> ● 光高速通信 ● 大容量伝送ネットワーク ● ボーリング主導型方式 	(インテリジェントネットワーク方式) <ul style="list-style-type: none"> ● 地域特性による最適組合せ ● 公衆回線(PHS, ISDN)の活用 ● ボーリング+端末発呼方式 ● 超高速・大容量通信

れている。光ファイバの広帯域性を生かして、開閉器制御信号、お客さまサービス情報、検針情報等を多重化して伝送するシステムの検討が始まっている。今後、配電総合自動化システムの広がりに対応して、伝送路への光ファイバ適用は徐々にではあるが確実に広がっていくものとする。

また、最近話題になっている ISDN、PHS、無線通信なども、特定の機能に限定すれば、現状でも活用可能である。特に、面的な広がりに対応した伝送路布設が必ず(須)となるお客さま対応業務システムについては、これらの伝送媒体を含む各種伝送路を地域特性を配慮した上で組み合わせ、システム構築されたいと考える。

3.3 将来システムイメージ

将来システムでは、系統運用を支える機能、人を支える機能、システムとして成長する可能性が究極の目標であるとする。

将来システムイメージの提案を図5に、その方向性を以下にまとめる。

(1) システムの統合

営業所内 LAN をベースに関係する各種システムや情報を有機的に結合できるシステム構成とし、トータルシステムとしての統合化を図る。必要な時点で情報の相互活用が可能な全体システム構成を構築することで、配電特有の大容量データベースを営業所を中心に一元管理し、共有化することが可能となる。

(2) ネットワーク

将来システムのネットワーク構成としては、上位システム系・営業所内システム系・監視制御システム系・お客さま対応システム系に集約統合され、各々のニーズに合わせた最適ネットワークが構築されていくものと想定する。

(3) 端末の共用

各端末が複数の機能を実行可能とすることで運用効率を高め、相互機能のバックアップを行う。

将来システムの課題は、情報通信処理技術の適用範囲の拡大、実時間制御と情報管理処理との融合度の増大、ソフトウェア処理範囲の拡大、及び高速・大容量通信を基盤とした統合型システムの構築にある。当社では、早くからミニコンによる集中制御方式から EWS による分散型システム移行に着眼し、基礎的な研究開発を行ってきた。これら課題についても、一部の項目については基本開発を完了済みである。“いかに使いやすいシステムを提供できるか”を原点と考え、データの一元化と処理の分散化を進めていきたい。応答性を確保しつつ分散処理装置間の情報配信及びシステム構成を世界標準及び技術動向に合致させることで、一層の経済合理性が確立できるものとする。

4. 関連システム事例

配電総合自動化システムに関連する事例を以下に示す。

4.1 開閉器制御システム

開閉器制御システムは、配電線に設けられた線路開閉器と配電用変電所の監視制御を目的としたものであり、当社では、パソコンを用いたマニュアル制御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を適用した分散型システムを主流としてシステム開発を行っている。計算機システムの一般的な構成例を図6に、系統図表示画面例を図7に示す。最近の開閉器制御システムの特長を以下に示す。

(1) 分散処理の実現

サーバと制御卓に EWS を配置し、分散型システムを実現

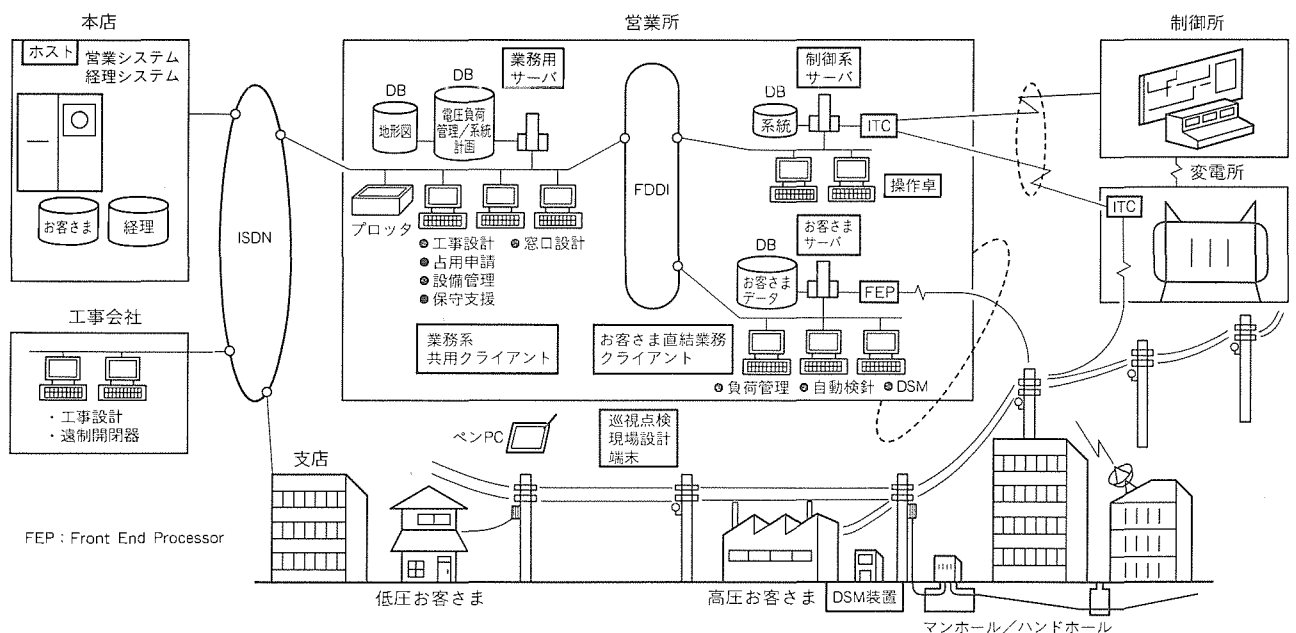


図5. 将来システムイメージ

した。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。

(2) システム構成のコンパクト化

計算機本体や無停電電源装置など各種装置はすべて制御卓内に実装し、省スペース化を実現した。

(3) 操作性の向上

標準の X Window を用いた系統図表示と図形操作に高速グラフィックス処理 (MD グラフィックス処理) を採用して、画面オペレーションの操作性向上を図った。

(4) 親局とテレコン接続

親局 (EWS) とテレコン間の接続については汎用 LAN で直接接続し、従来必要としていた中継装置を不要とした。

(5) 主要機能の確立

- 監視・計測 (SV, TM)
- 個別操作 (遠制御開閉器, 遠制御 SVR)
- 作業計画操作及び事故時自動復旧操作 (自動融通計算機能を含む。)
- 配電線路図データメンテナンス
- ホスト MT に基づく初期データベース自動作成

今後のシステムでは、一層の操作性向上、メンテナンス簡

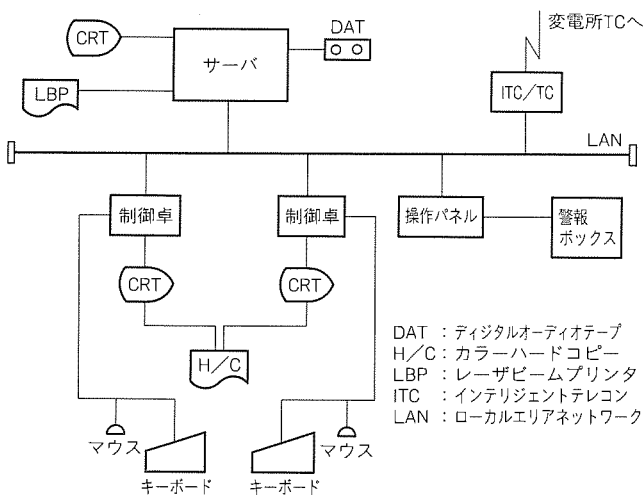


図 6. システム構成例

易化と高速化、マッピング/図面管理システムと停電情報システムなどの他のシステムとの連系による情報の共有化が具体化されつつある。ニーズが高いマンマシン操作の容易性については、“人に優しいシステム”“いつでもだれにでも使えるシステム”を最大のテーマとして開発に取り組んでいる。

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) 等の参画によって複雑な系統構成になると想定される。したがって、無停電化方式、系統保護方式、時限順送によるバックアップ方式なども含めて、全面的な見直しが必要になる時代が到来すると考えられる。現在の開閉器制御システムをベースに、高速かつ大容量の処理能力を持つシステムが今後必要不可欠となる。

4.2 自動検針システム

自動検針システムは、検針コストが高い検針困難地区 (山間部等)、セキュリティを重視するオートロックマンション、空港などの特殊な地域を中心に、スポット的に導入が進められている。本稿では、関西新空港対応で岸和田営業所に納入 (平成 6 年 10 月) したシステム例を紹介する。システム構成例を図 8 に示す。

このシステムの特長は以下のとおりである。

(1) 検針スケジュールの設定機能

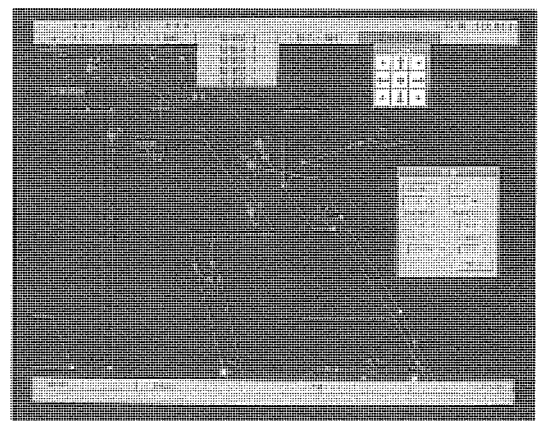


図 7. 系統図表示画面例

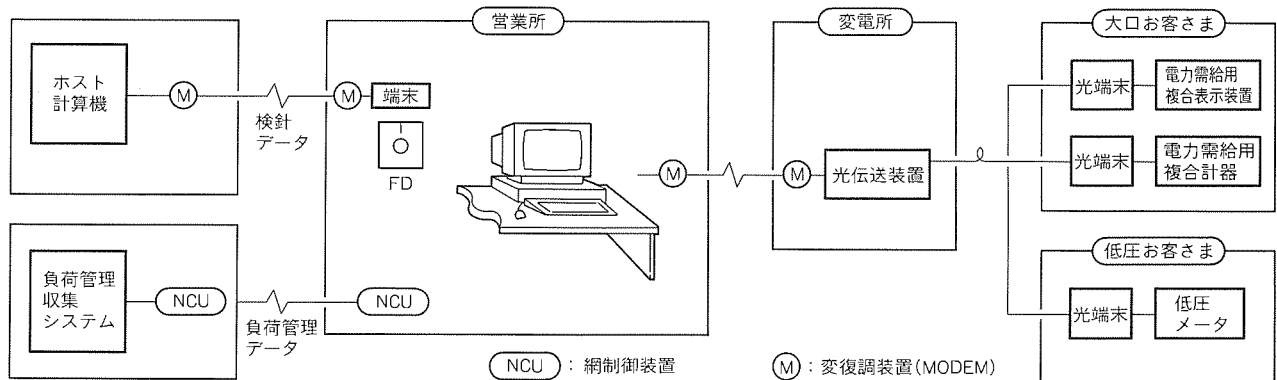


図 8. 自動検針システム構成例

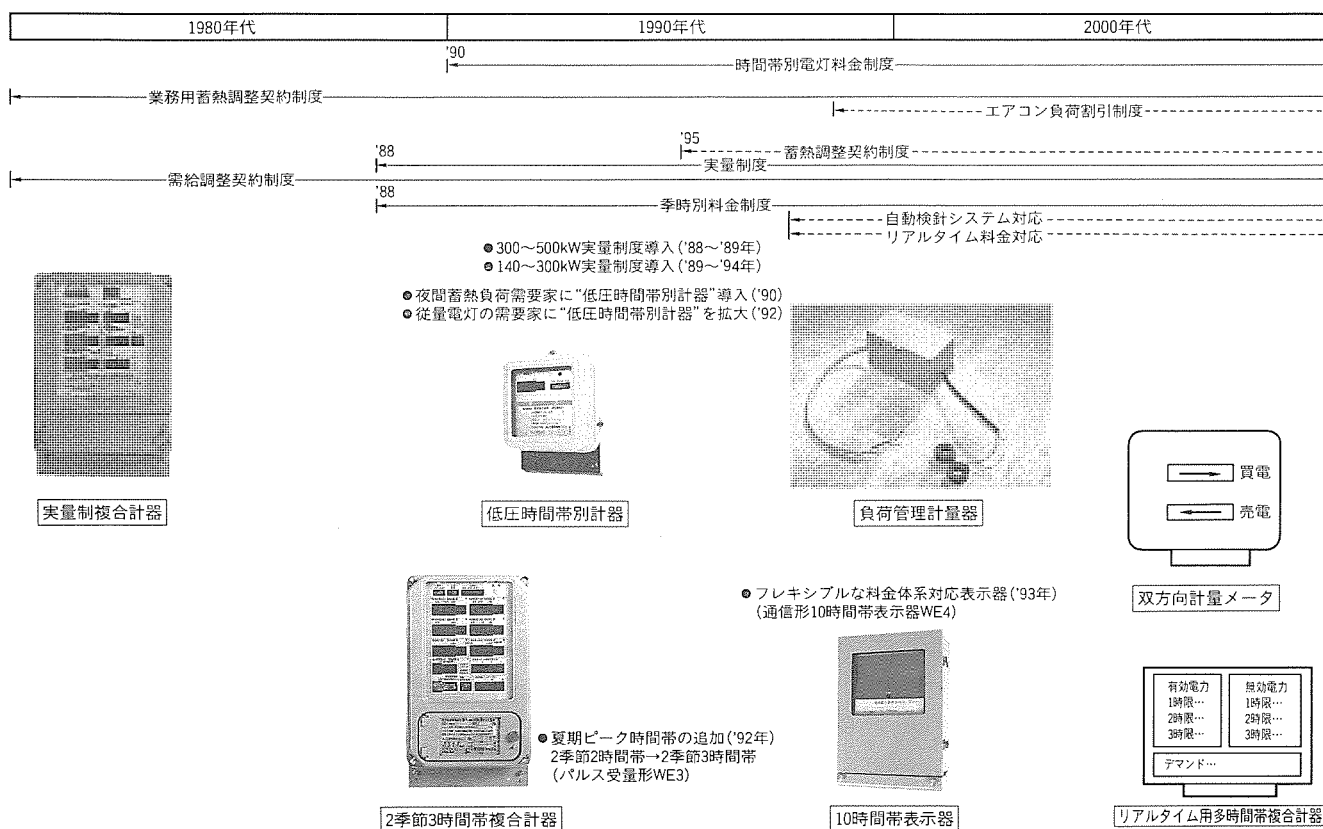


図9. 電気料金体系と計量器の変遷

検針機能は定例検針と任意検針が可能で、あらかじめスケジュールの設定も可能である。

(2) 収集データの配信機能

5インチフロッピーディスク及びオンライン通信によって検針データ、負荷管理データ等の収集データを他のシステムへ転送可能である。

(3) メータ交換時の対応

煩雑な処理が必要なメータの交換時には、専用画面によって旧メータと新メータのデータを容易に入力できる。

今後は、特に要望が強いオートロックマンション、女子寮など集合住宅に対する検針業務の自動化ニーズに対応する必要がある。引っ越しの多い単身寮・学生寮の異動処理の自動化についても、時期が集中することから、大きな負担となる営業所が多い。お客さま対応業務についてはスポット的な導入から始まり、順次拡大していくと思われる。

4.3 自動検針システム用計量器の動向

自動検針システムでは、お客さまに設置した計量器が計量・蓄積した検針値を通信機能によってセンター装置に送信するために、従来の誘導型メータに代わってCPUを内蔵した電子メータに置き換える必要がある。計量器は、通常、電気料金制度が変わるとその制度の計量仕様に伴って新しいメータが製作されており、電子メータの展開は電気料金制度に極めて密接な関係がある。図9に、1980年からの電気料金体系と計量器の変遷を示す。

(1) 高圧対応計量器

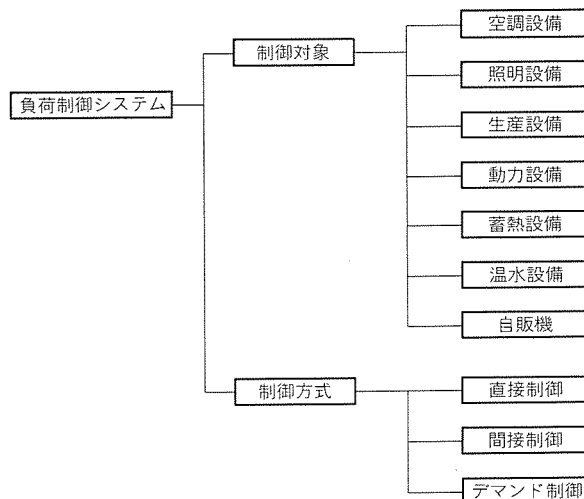


図10. 負荷制御システム制御対象と制御方式

高圧のお客さまの電気料金体系は年々複雑になっており、計量器は多機能化が進みつつある。現在、電気料金制度として主流になりつつあるのは①実量制度、②需給調整契約制度、③季時別料金制度であり、これらの制度に対応する通信機能付き計量器として電力需給用複合計器、使用電力量表示端末等が使用されている。今後、リアルタイム料金制度、IPP制度、蓄熱調整契約制度、空調制御割引制度などが計画されており、料金制度の多様化が進むとともに通信機能付き多機能計量器の位置付けはますます重要になるとと思われる。

(2) 低圧対応計量器

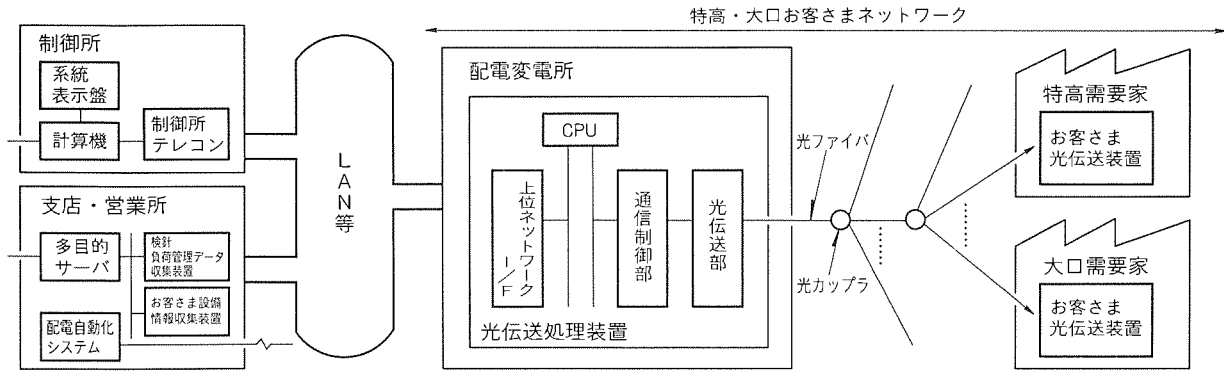


図11. お客さま光ネットワーク構成例

低圧のお客さまに対する料金体系は高圧ほど複雑ではないが、時間帯別電灯料金制度がある。リアルタイム料金制度対応メータ、多時間帯メータ、分散電源対応双方向計量メータなどの電子メータの普及が今後予想される。

4.4 負荷制御システム

電力需要は毎年増加し続けており、夏場のピーク時間帯の電力供給バランスは厳しい状態になりつつある。このシステムは、電力の需給バランスを整えるために、お客さまの設備の能力制限を行うシステムである。システムの制御対象と制御方式を図10に示す。

4.4.1 開発概要・特長

当社では、平成5年度に業務用ビルを対象にして空調の能力制限を行うシステムを開発したので、その概要を紹介する。このシステムの特長は、以下のとおりである。

(1) 空調管理システムとの連携

既設の空調管理システムとの整合性を配慮して、空調管理システムに対する制御指令出力を可能とする。

(2) 制御方式

設定温度変更制御及び間欠制御の二方式が可能であり、最も影響の少ない方式で制御が可能である。

(3) 計測監視機能

3分ごとに室内の温度、湿度のデータを計測することで、お客さまの環境データをリアルタイムで監視可能とする。

このシステムは実証試験用のシステムであり、実用に際しては、制度上の問題、お客さまの空調機側の問題、制御のアルゴリズム等の課題を解決する必要がある。現在、独自に基本システムの開発を行っている。

4.4.2 今後の展開

今後の展開としては下記が考えられる。

(1) DSM機能の充実

ピークカット、負荷率の向上等を促進するため、デマンド監視装置、蓄熱装置等と組み合わせたインテリジェント負荷制御システムを開発し、お客さまへの影響を少なくする形でDSM (Demand Side Management) を実現する。

(2) 需給調整用総合システムの実現

最終的には、負荷平準化を行うことによる電力供給設備の有効利用を目標とし、給電システムと連系して総合的な需給調整を実現する。

4.5 お客さま光ネットワーク

電力会社と電力需要家であるお客さまの間に光ファイバネットワークを構築し、検針・負荷管理等の電力業務の自動化に役立てるとともに、お客さまへの各種サービス業務を行い、新しい通信インフラを実現しようとする動きが盛んになっている。当社は、早くからお客さま光ネットワークに着目し、既に実運用システムを納入・拡大してきている。近年、光ファイバ伝送技術の進歩に伴って、より高機能で低価格なシステムの構築が始まろうとしている。各電力会社では、その地域に適合したお客さま光ネットワークを、特高・大口お客さま光ネットワーク (Fiber to the Office : FTTO) を手始めに構築しつつある。

お客さま光ネットワークの各構成要素に求められる条件は以下のとおりである。

- お客さま側子局：小型・低消費電力・低コスト
- 光伝送路：面的な広がりを持つお客さまを効率良く収容する光多分岐伝送路
- 電力会社側親局：既存システムとの整合性・拡張性・高信頼性

図11に、お客さま光ネットワークの構成例を示す。

5. む す び

配電自動化システムは、開発以来十数年経過し、社会の変遷とともに基本コンセプトも変わりつつある。今後の配電総合自動化システム展開には、お客さまのニーズの変化、コンセプトの変化をタイムリに取り込むことが大切となる。当社は、これからも“お客さまに愛される、より良い製品作り”を目指して各種技術を集結し、配電分野における総合システムの発展に貢献していきたいと考える。

最後にこれらのシステム検討、開発に当たって御指導、御協力いただいた電力会社の各位に深く謝意を表する次第である。

電力マッピングシステム

菅原安哉* 伊藤正俊+
池田一成** 渡辺 浩*
丸山 稔***

1. ま え が き

電力会社は、発電所から需要家に至るまで面的に広がる膨大な電力設備を管理・運営している。これら設備の管理には、数量把握に加えて地図を用いた設備設置場所の管理が必要となり、潜在的に地図利用に関する需要が高い。

一方、近年の情報処理分野・通信分野における著しい技術発展により、従来利用範囲が限定されていた地図利用システムが、比較的安価で広範囲に利用できる基盤システムとして確立されつつある。

本稿では、このような背景を踏まえ、電力分野における地図利用システム（マッピングシステム）の技術動向と今後の方向性について記述する。

2. 電力マッピングシステム

マッピングシステムは、地図作成の分野やエネルギー（電力、ガス）、道路、上下水道、防災、都市計画など公共分野を中心に広く用いられている。電力におけるマッピングシステムは、設備管理を主目的としており、配電設備など図面の更新頻度が高く、設備と図面を一元的に管理することに特長がある。

2.1 マッピングシステム

2.1.1 マッピングシステムの分類

マッピングシステムは、地図データを作成するシステムから、地図データを利用する各種システムの総称として使用さ

れている（表1）。

地図データ作成システムは、地図をデジタル化するためのシステムである。入力方法としては手書きの地図をイメージ（ラスタ）入力し、線・シンボル・文字を認識して地図データを作成する方式と、ディジタイザによって地図データを入力する方法に大別される。最近ではデジタル化された地図データが販売されており、商用の地図を利用してマッピングシステムを構成することも可能となっている。

利用システムはいずれも上記の地図データ作成システムで作られた地図データを用い、その利用形態によってシステム分類ができ、①地図情報そのものを検索利用するための地図検索システムやポジショニング、②ルート検索を目的としたナビゲーションシステム、③地図上の施設・設備データの属性を地図と関連付けて管理する地図応用設備管理システム、④地図上の領域・空間に意味付けを与えて地図情報を活用する地理情報システム、が存在する。

2.1.2 適用技術

地図情報は、一般的に二次元（場合によっては三次元）のデータであり、その表現形式が問題となる。データ構造は、地図上の図形を点の集合で表すラスタ形式、線分の集合で表現するベクトル形式、領域情報を積み上げたポリゴン形式のいずれかで表現される。これらの方式の特性を図1に示す。加工・編集の容易なベクトル方式で管理することが一般的である。

システム構築には、地図情報の座標系とメッシュ体系につ

表1. マッピングシステムの分類

分類	内容	システム例
地図情報作成システム (Automated Mapping : AM)	主としてデジタル地形図を作成するためのシステム。FMやGISで用いる地図を作成するために用いられる。	自動入力 ディジタイザ入力
地図検索システム	地図の検索そのものを目的としたシステム。住所、電話番号、地名、対象物等の入力により、その周辺の地図を表示する。	道案内 地図検索 緊急出動管理
ナビゲーションシステム	地図を基に目的地へのガイドを行うシステム。人工衛星からの信号による位置検出(GPS等)や地磁気センサによる方位検出等が実用化されている。	航空用・船舶用・ 自動車用ナビゲーション
地図応用設備管理システム (Facility Management : FM)	地図と、地図上に表現された施設等の属性情報を結び付けて管理を行うシステム。	設備計画 工事管理
地理情報システム (Geographic Information System : GIS)	地図と、関連する空間的な情報を結び付けて地域に関する総合的な情報の管理を行うシステム。情報を点ではなく、地域、範囲などの面で管理を行う。	資源管理 環境管理 防災情報

いて基本となるベースマップ選択が必要となる。球面からなる地表を平面系で表現するための投影方式により、方向や距離、地図上の位置での誤差やメッシュ間の整合性といった課題を内在している。特に小縮尺地図(広範囲の地域を含む地図)の場合には、利用システムの要求精度を十分に考慮する必要がある。地図情報処理の特性から、一般の情報システムとは異なる技術であり、下記の項目を考慮する必要がある。

(1) 膨大なデータ量

地図情報はベクトル又はラスターデータ表現でデータ化されるため、1図面当たりのデータ容量は数十Kバイト~数Mバイトと大量になる。対象システムの扱うべき電子化図面の精度やエリア(図面枚数)によって大量データを高速処理するため、空間的データのツリーによる管理や高速表示アルゴリズム等の技術を適用している。

(2) 可変データ形式

地図に表現される記載内容は点・線・シンボル・文字と多種多様であり、そのデータ形式もラスター、ベクトルデータともに可変長データ、バイナリ形式データで管理を行う。可変長のデータ処理を効率良く確実・高速に行うデータ管理手法を適用している。

(3) 図形データと属性データの関連付け

マッピングシステムでは地図上の図形データとその図形の表す実体(設備、需要家)属性の関連付けを行い、相互に情報の検索を行う。設備属性は標識番号・形状・製造年月・製造者などの多次元の情報を持っており、各種の条件検索が必要になるため、リレーショナルデータベース(RDB)による管理を行っている。

(4) データの確認が困難

地図データは、単なるコード情報に加え、図面データを基本とした数値列で表現される。そのデータの確認には、図面として表示・印字出力を行う。

全体システムとしては、図1に示すハードウェア、ソフトウェア、ネットワークにおける大量のグラフィックデータを高速に表示・編集・伝送・蓄積する共通技術と、個別のシステムに合わせて最適なシステムを構築するシステム化技術が求められる。

2.2 電力マッピングシステム

2.2.1 適用業務

電力会社では、広範囲の地域に電力を供給し、発電から配電までの多くの電力設備を管理しており、従来から地図を図面として使用する設備管理業務を実施している。

電力会社におけるマッピングシステムは、それらの図面の

地図データの表現形式			
	ラスター	ベクトル/ポリゴン	
表現形式	画素ごとに2値又は多値のデータで表現	XY座標値と長さで表現	
データ構造	単純	複雑	
データ量	データ量が多い(A1, 分解能16ドット/mm, 16Mバイト(2値)以上)	データ量を少なくできる	
データ管理	面単位で管理	点、線、面等の単位で管理	
原画の再現性	図面そのまま	線形状、微細部に影響	
拡大/縮小	粗い表現や変形が起きる	図面(地図)の品質を保つ	
対話処理	図形に論理的な意味付けがなく修正困難	図形単位に論理的な意味付けがあり目的別表示、修正可能	
処理速度	検索、転送に時間がかかる	目的別、部分的検索など高速化可能	
入力処理	図面読み取りのみで簡易	認識、デジタルサイズが必要で処理に時間がかかる	
座標系		メッシュ体系	
<p>平面直角座標系</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日本全国を19の座標系に分割 ● 各地域に原点を設け、原点を通る子午線をX軸、直交する方向にY軸をとる ● 国土基本図に採用 		<p>UTM(ユニバーサル横メルカトル)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地球を経度6度ごとに60の経度帯に分割し各経度帯の中央経線と赤道の交点を原点とする ● 1図葉は不等辺三角形で大きさも異なるが、同一座標帯内で多くの地図平面上で接続可 ● 国土地理院の1/25,000や1/50,000地形図, 1/20地勢図 	
		<ul style="list-style-type: none"> ● 国土地理院が中心となり緯経度による標準メッシュ体系がJIS規格として制定された <ul style="list-style-type: none"> — 第1次地域区画(メッシュ) : 1/20万地勢図相当 経度1度, 経度40分ごとの区画に分割, 約80km四方 — 第2次地域区画(メッシュ) : 1/25,000地形図相当 1次メッシュを縦横8等分したメッシュ。約10km四方 — 第3次地域区画(メッシュ) : 2次メッシュを10等分したメッシュ。約1km四方 ● 地図の精度目安(平面精度)は国土地理院のデジタルマッピング作業要領で下記となっている 1/500相当 : +0.25m 以内 1/5,000相当 : +3.50m 以内 	
ハードウェア技術	ソフトウェア技術	ネットワーク技術	システム化技術
<ul style="list-style-type: none"> ● 分散処理システム ● 大量データ処理 ● 高速処理 ● 周辺機器 ● グラフィック制御 	<ul style="list-style-type: none"> ● マンマシン, GUI ● グラフィック処理 ● データベース ● 画像処理 ● 三次元表示 	<ul style="list-style-type: none"> ● LAN ● WAN 	<ul style="list-style-type: none"> ● 図面管理 ● 設備管理 ● 設計支援 ● 設備計画 ● シミュレーション ● ナビゲーション

図1. マッピング適用技術

機械化処理を目的に、配電・送電・用地・営業・通信分野へと適用部門を広げつつある。業務面でも、従来の設備・図面管理から計画支援・現場支援など多目的の利用が検討されている(図2)。

2.2.2 ニーズと導入効果

マッピングシステムに対するニーズは、地図・図面管理の機械化による図面運用の省力化やデータ精度の統一化、各種分析処理や支援処理の高度化が挙げられる(図3)。

電力マッピングシステムでは、地図上で電力設備、需要家、道路等を管理するため、従来のコード系設備管理システムとは異なり、面的なビジブル管理が可能となる。都市計画との対応付けや各種地域属性の管理による新たな情報の活用も可能となる。

3. 電力マッピングシステムの技術動向

3.1 技術の変遷

電力マッピングシステムは、計算機処理技術の進展とともに発展してきた。マッピングシステムでは、大量のベクトルデータを扱うために、処理系・表示系・伝送系すべてにおい

て大容量・高速処理技術が必要になる。

当初は専用の装置を用いたシステム構成を採っていたが、最近では汎用ハードウェアを用いた廉価なシステムの構成が可能となった。利用形態も集中型の装置利用から分散配置されたシステム構成に変化し、携帯型や車載といったモバイル型のシステムへと広がりつつある。

導入過程としては、当初の図面入力、図面のデジタル化から、利用業務に沿った情報の検索システム、更新システムへと発展している(図4)。

3.2 個別技術の変遷

3.2.1 ハードウェア技術

大量の地図データを高速処理するため、機能・負荷の分散化、及び個別装置の高速化が必要になる。

大量の地図情報を高信頼度で運用性の高いシステムとするため、小型で大容量・高信頼性の保存装置や外部保存装置を適用している。具体的には、大容量(数十Gバイト)で信頼性の高いRAIDディスク(データの冗長度によってRAID 0, 1, 5が選択可能)や、補助記憶としての光磁気ディスク装置が保存媒体として適用可能である。

3.2.2 基盤ソフトウェア技術

基盤となるソフトウェアとしては、オペレーティングシステム、ウィンドウシステム、データベース管理システム、及びオンライントランザクションシステムが挙げられる。

広域に分散配置された地図データベースは、連続して広がる図面情報として、隣接する図面間のデータ整合性を確保する必要がある。分散データベース間の整合性を保った更新処理が必要であり、データベース管理システムとオンライントランザクションシステムによってデータベースの更新に対応可能となる。

また、関連するシステムとの広域連携や将来の拡張性確保のため、汎用的なソフトウェアの採用を進めている。

3.2.3 ネットワーク技術

広域分散システムでは、データベースサーバと利用端末、データベースサーバ間で大容量のマッピングデータの送受

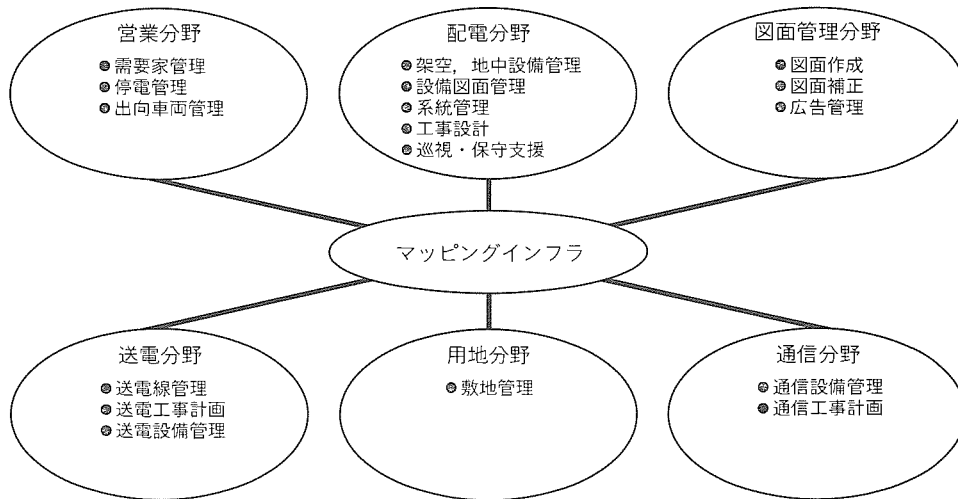


図2. 電力会社における適用業務

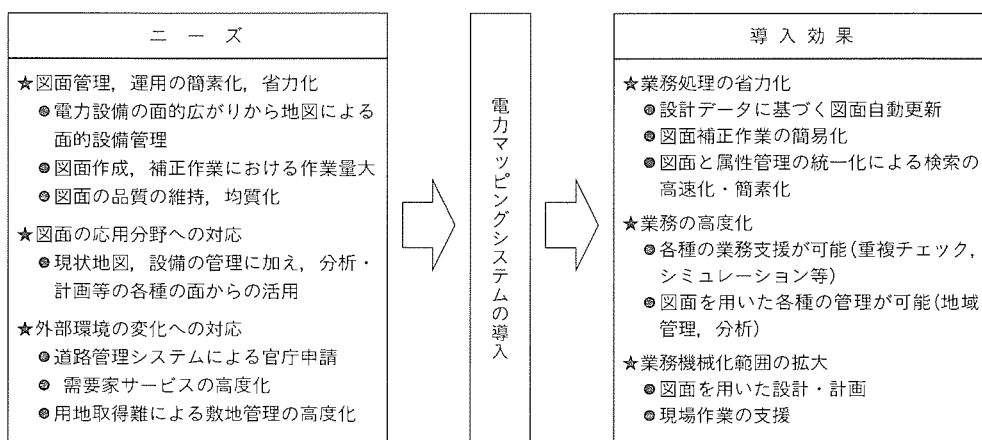


図3. 電力会社におけるマッピングのニーズと導入効果

適用技術 動向	方向性	専用	分散ダウンサイジング	汎用性
	ハードウェア	GWS ミニコン イメージリーダー カラープロッタ カラープリンタ	EWS サーバ ●RISC ●高信頼性 ●マルチCPU	PC ノートPC 携帯PC、ペンPC ●高速処理
ネットワーク	専用回線	Ethernet LAN FDDI LAN ISDN	100M Ethernet LAN フレームリレー交換網	ATM-LAN ATM交換網 携帯電話網 PHS
ソフトウェア	グラフィック処理 イメージ/ベクトル処理	RDB OLTP 汎用GUI	汎用パッケージ グループウェア マルチメディア	オブジェクト指向 エージェント指向
システム化技術	図面入力技術 ●図形認識 ●文字認識	クライアント/サーバ処理	モバイルコンピューティング	
電力 マッピング システム 動向	システムの位置付け	専用システム	個別システム	全体システムへの統合
		図面入力 ●図面自動入力 ●図面補正	設計CAD ●工事設計 ●系統検索	図面応用 ●エリア分析 ●シミュレーション
	図面検索 ●地図検索	計画支援 ●工事計画支援	モバイル ●携帯端末、車載地図利用	

図4. 技術変遷

表2. マッピングにおける個別技術

分野	システムニーズ	実現方式	適用技術
ハードウェア	●図面、地図の高速処理 ●大量データ処理 ●高信頼性データ管理 ●大型図面の入出力 ●端末の低価格化	●クライアント/サーバによる処理分散 ●高トランザクション処理サーバ ●高速演算、描画端末 ●大容量保存媒体 ●高信頼性記憶装置 ●PCの適用	●マルチCPU ●グラフィックアクセラレータ ●小型磁気ディスク、光磁気ディスク ●RAIDディスク、二重系 ●イメージリーダー ●カラー静電プロッタ
基盤ソフトウェア	●汎用性 ●拡張性 ●生産性	●標準、業界標準の採用 OS GUI DBMS 通信、OLTP	●UNIX ^(注1) 、X Window System ^(注2) 、OSF/Motif ^(注3) ●Windows 95 ^(注4) 、Windows NT ^(注4) ●汎用RDB ●汎用OLTP ●TCP/IP ^(注5) 、RPC
ネットワーク	●高速・大容量伝送	●高速構内回線 ●高速広域回線	●100M Ethernet ^(注6) /FDDI/ATM ●フレームリレー/ATM
ミドルウェア	●高生産性 ●信頼性 ●マルチプラットフォーム	●パッケージ化 ●オブジェクト指向 ●アプリケーションロジックの独立性維持	●マッピングパッケージ ●グラフィックパッケージ

信が必要となる。伝送系としては、一般的な構内LAN (10 Mbps)、広域WAN (1.5 Mbps) の伝送から、今後はATM (Asynchronous Transfer Mode) 利用による構内・広域シームレスな高速伝送 (156 Mbps) を利用することが可能となっている。

既存の基幹系処理用ホストとのデータリンクは、リアル処

(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。

(注2) “X Windows System”は、米国 X Consortium, Inc. が開発したソフトウェアである。

(注3) “OSF/Motif”は、Open Software Foundation, Inc. の商標である。

(注4) “Windows 95”“Windows NT”は、米国Microsoft Corp. の商標である。

(注5) “TCP/IP”は、米国 Texas Instruments, Inc. の商標である。

(注6) “Ethernet”は、米国Xerox Corp. の商標である。

理を分散系主体で行うため、比較的疎な結合が中心となる。データリンクの方式としては、運用機能を付加したファイル転送を用いることが多い。

3.2.4 ミドルウェア技術

マッピングシステムは、マンマシン処理・データベース処理を中心とする多くの機能要素群から成り立っている。ソフトウェアは、前述の基盤ソフトウェアも含む階層的なモデルによって構成される(図5)。

マッピングパッケージとしては、図面入力処理・図面検索処理を中心としたものが主体である。その動向を以下に示す。

(1) マルチプラットフォーム

従来からマッピングシステムで用いられているワークステーションに加え、パソコン(PC)でも共通のマッピングシステムの動作を可能とすることが求められている。ワークステーションとPCでは、ウィンドウシステムの見た目(Look and Feel)、プログラムインタフェースが異なっているが、ウィンドウの基本機能は共通している。

当社では、仮想のウィンドウインタフェースをアプリケーションに提供し、ウィンドウシステム間の相違についてはパッケージが吸収することによるマルチプラットフォームの実現に向けて開発を行っている。グラフィックの描画についても、プラットフォームによる差異を仮想インタフェースの構築によって吸収している。

(2) 機能部品を用いたシステム構築

マッピングで必要となる機能を部品化し、その部品を組み合わせることでシステムを構築していく。当社でもオブジェクト指向技術を適用した製品を開発しており、マッピング用の基本部品としては画面操作や図形表示・編集などの共通的な機能を、応用部品としては地図を用いた設計のための支援機能を提供している。

4. 業務適用例

電力分野での適用システム事例を以下にまとめる。

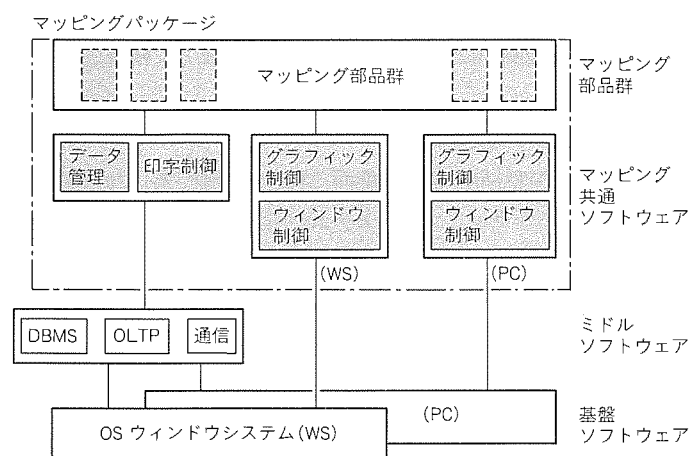


図5. マッピングシステムにおけるソフトウェア構造

4.1 入力システム

入力システムは、手書きの地図データをデジタルデータに変換するシステムである。対象図面としては、個別のシステムによらずに共通に利用できる地形図(道路、家屋等)とシステムごとに異なる施設図(設備図、系統図等)がある。

当社も昭和60年代から入力システムの開発に着手しており、図面読取り自動認識システムと人手による入力システムを開発している。自動認識システムでは、図面をイメージキャナから入力し、ラスタデータで点列化・細線化・ベクトル化の画像処理を行い、シンボル・文字等の図形を抽出し、それぞれ図形認識・文字認識を行って、デジタル化された地図データベースを生成する。従来の各図形の座標を手入力していくシステムに比べ、入力時間の短縮が可能であるが、原図の記載精度により、その認識率は大きく変化する。

一方、最近では、地形図に関して市販の地図データが広く販売され始めている。これらの市販地図を用いた地図データベースの構築例を示す(図6)。

市販の電子化された地形図を用いてベースとなる地図データベースを作成し、表示した地形図の上に設備図形の配置を行い、設備図を構築する。電子化された地形図を基に地図データを作成するため、地図の購入費用は必要となるが、地図入力システムなど設備導入費用及び入力作業のコストを抑えることが可能になる。

4.2 設計支援システム

設計支援システムは、地図データの上に構築された設備図データを用いて電力設備管理及び工事設計を行うシステムである。工事設計を設備図上で行うことにより、工事完了後、自動的に設備図面を更新することができ、従来課題となっていた設備管理と図面管理の整合性確保が可能になる。電力会社においては、配電・工務・通信等の分野で用いられている。

配電業務への適用例として、地中工事設計マッピングシステムにおける表示例を示す(図7)。従来の手書き地図による平面的な設備の配置設計に加え、表3に示す設計機能を実

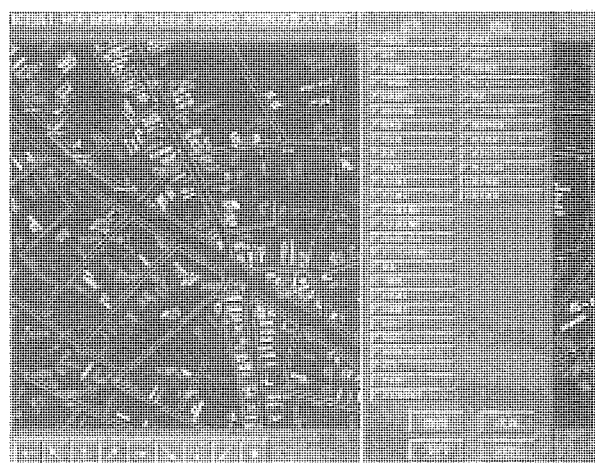
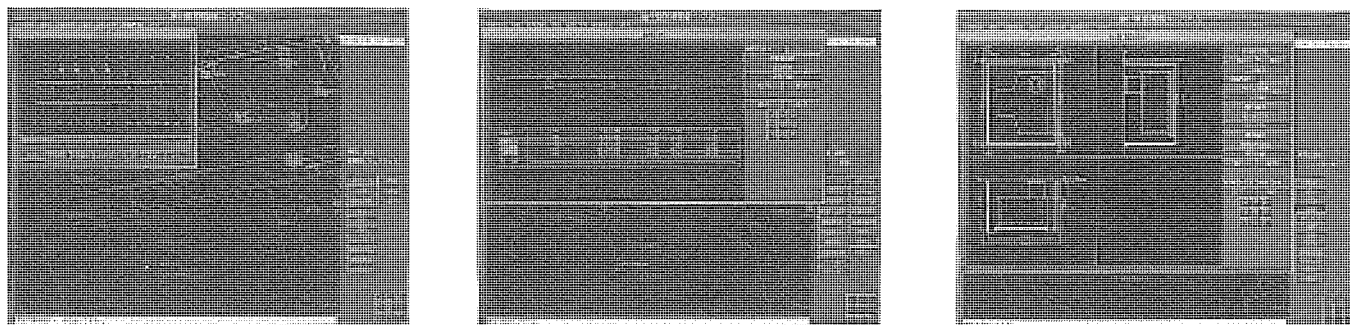


図6. 汎用地図を利用したマッピングシステム例



(a) 機器ケーブル設計

(b) 縦断設計

(c) 掘削設計

図7. 地中工事設計マッピングシステム例

表3. 地中工事設計マッピングシステムの機能

機能	内容
平面設計	布設図を基に、管路・マンホール・配電塔等の工事内容を記述して設計を行う。
構造・掘削設計	マンホールの構造、掘削設計を三面図形式でのパラメトリック設計を用いて行う。
縦断設計	縦断図を作成するもので、工事平面図上で縦断ルートを指定して設計を行う。
工事費積算	工事の設計データから工事に必要な工費・材料を展開し、積算する。

への道順案内、出向車両の位置管理等への応用も可能である。

5. 今後の課題と方向性

マッピングシステムは、地図の入力・検索・運用といった基盤となる第一段階のシステム技術の確立を終え、今後、より広範な業務・分野への適用のための地図応用技術の確立が必要になる。近年の著しい情報基盤の進展から、今後、マッピングシステムにおける適用の方向性としては次の方向に進むと考える(図8)。

(1) 利用箇所の拡大

PCの小型化・高性能化が進み、従来PCでは処理できなかったマッピングシステムの実現が可能になっている。さらに、PCの低価格化の進展とともに、事業所でのPCの普及も進んでおり、今後、汎用のPCでのマッピングシステムの利用が進む。

また、最近のモバイルコンピューティングの進展とともに、ペンPC等の携帯

端末を利用した現場でのマッピングシステムや、GPSを利用した遠隔地での位置確認や経路案内、PHSを利用した事業所と現地端末との情報交換がシステムとして構築されていく。

(2) 地図の高度な利用

従来処理性能や描画性能面で利用が困難であった三次元表現を用いたマッピングシステムが可能になっている。図9に三次元マッピングの例を示す。三次元のマッピングでは対象のオブジェクトの数が非常に多く(都市空間で数十万)、実時間処理には現在の計算機処理性能でも十分とはいえず、負荷を軽減させる工夫が必要である。当社では、三次元のマッピングを実時間で処理するためのデータ管理・描画方式を開発した。

具体的には三次元オブジェクトをその地上面へ射影した二

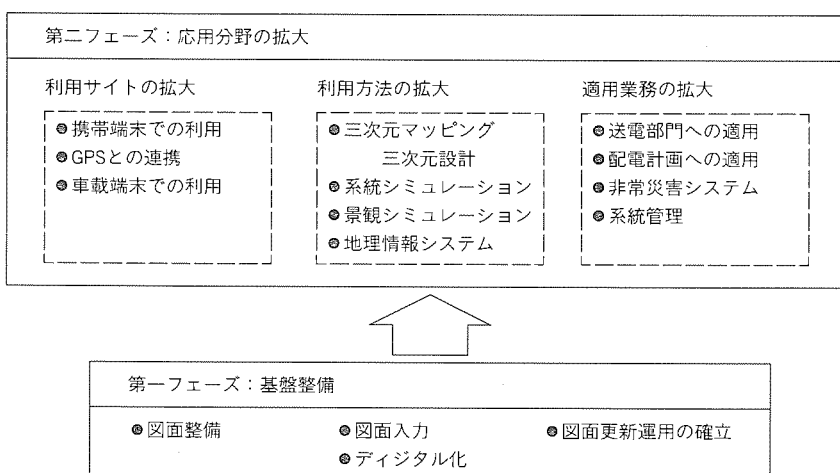


図8. 電力マッピングシステムの今後の展開

現している。

4.3 現場支援システム

電力会社においては、多くの設備は屋外に設置されており、設備の調査・巡視点検・保守・管理等の業務が屋外で行われる。これらの作業には、システムに蓄積された過去の記録の参照や現場でのチェック、結果の帰社後の入力作業が必ず(須)となっている。現場に携帯用端末を持参して直接現場でデータの参照・入力を行うことにより、帰社後のデータ登録等の作業効率化を図ることができる。

当社では、現場設計へのペンコンピュータの適用システムを開発している。現場への出発前に必要データをサーバからダウンロードし、現場で現地状況を基に簡易設計を行い、帰社後、データをサーバに登録する。さらに、実用化が進んでいる車載用のカーナビゲーションシステムを活用して、現地



(a) 地中設備表示



(b) 三次元表示と属性の関連付け表示

図9. 三次元マッピングシステム例

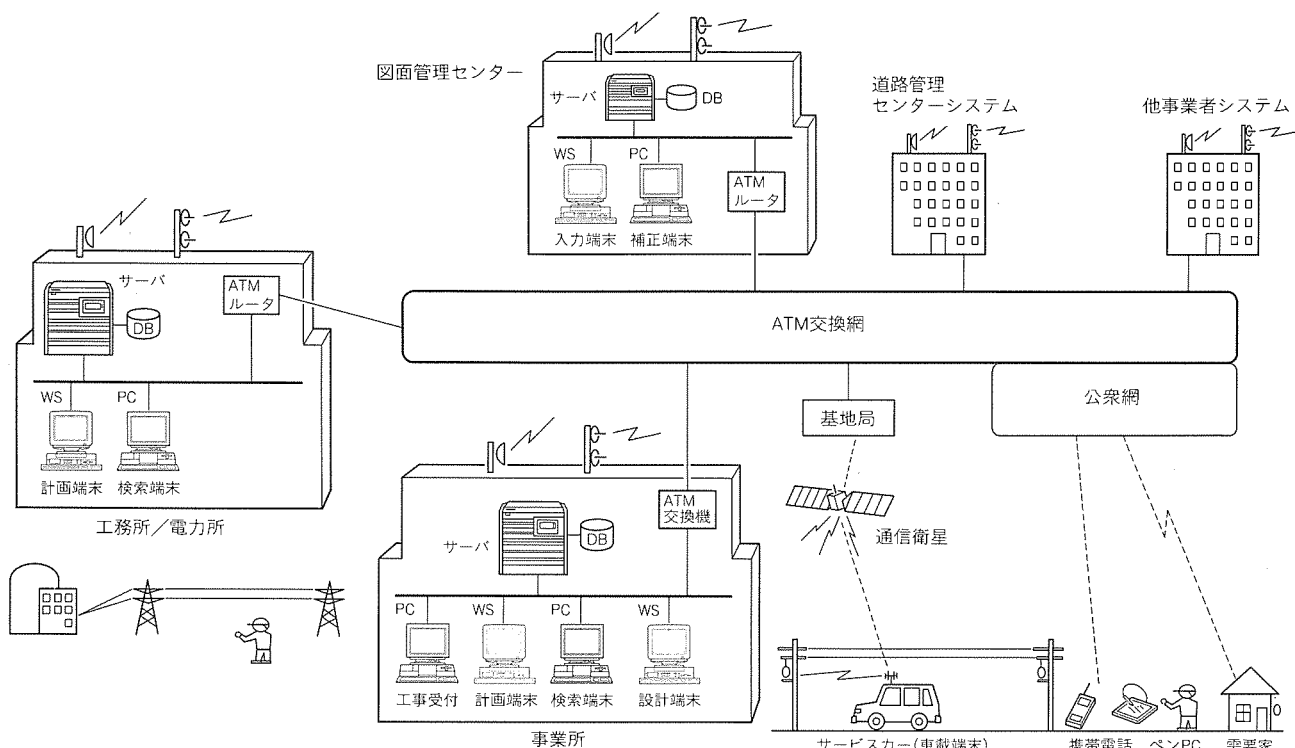


図10. 電力マッピングシステムの将来像

次元形状によって管理を行う。視野が与えられたとき描画されるオブジェクトはこのデータ構造を用いることによって高速に検索され、地上・地中のウォークスルーが可能である。また、時間情報を持つ多次元データ管理を用い、“ある期間に設置された設備の表示”といった時空間検索を効率良く実行できる。従来二次元によるマッピングに加え、三次元の表現により、地中配電、送電における管路のルート選定や、景観・日照シミュレーションといった応用も可能となる。データの入力や精度の確保、計算機処理性能等に課題は残るが、実用化段階は近い。

電力マッピングシステムの全体像としては、今後統合デジタルネットワークを中核とし、各事業所・工務所・電力所といった設備の管理箇所だけでなく、出向者・車両といった移動体も含めて、場所・時間を選ばず利用できる環境へと移行していく(図10)と考えられる。

6. むすび

電力会社におけるマッピングシステムの概況と今後の方向性について述べた。今後、電力分野でのマッピングシステムの利用は、本格的な利用時期を迎えると考えられる。

当社は、電力マッピングの分野で先行してシステム提供を行ってきた。今後、更に広範なマッピングシステムの利用拡大を目指して、先進のシステム構築を開発していく所存である。

参考文献

- (1) 滝口祐二, 三国俊晴, 岩上克義, 高橋正一, 森田淳士: 東北電力(株)納め地中線管理設計システム, 三菱電機技報, 69, No.2, 217~224 (1995)

現場作業支援システム

渡辺俊昭* 村井 剛***
 嶋田克治* 井上 徹+
 山口修平** 守川修平+

1. ま え が き

電力の安定供給は電力会社の大きな使命であり、膨大な電力設備の安全でかつ効率的な運用管理は大きな課題である。また、現場におけるお客さまへの迅速な対応や、事故などの緊急時の対応も重要である。

このような背景から、電力会社では現場業務のシステム化が模索されており、現場で情報を入力したり、必要な情報を検索するハンディターミナル (HT) やパソコンコンピュータといった“携帯情報端末”に注目が集まっている。

本稿では、電力会社における現場業務のシステム化に必要な技術・製品について述べ、システム事例として東北電力(株)で実施中の“配電設備巡視点検運用システム”を紹介する。さらに、今後の現場作業支援システムの構築に対する技術課題と展望を述べる。

2. 現場業務の携帯情報端末への適用化範囲

この章では、現場作業支援システムとして、携帯情報端末が適用可能な電力現場業務について述べる。電力の現場業務は、膨大な電力設備の保守・点検業務から、お客さまと直接関係する検針業務など多岐にわたる。これらの現場業務では、設備情報やお客さま情報などの記録や保管のほとんどが紙で行われており、業務効率化が急がれている。

2.1 配電分野

配電部門は、電柱や電線等の配電設備の設計・工事、保守・保安やお客さまの電気設備の調査など、お客さまの直接サービス部門として多くの現場作業を担当している。

配電の現場業務は、設備の巡視点検、計器管理、現場調査など多岐にわたっており、携帯情報端末の適用範囲は広い。

2.2 営業分野

営業部門は、お客さまと直接接する部門であり、お客さまへのサービス向上が必要である。サービスカーの配車指令や緊急情報通知など、現場でリアルタイムに必要な情報も多い。さらに、検針や計器取替えなどの正確なデータをその場で印刷するなどの業務が実施されている。

2.3 その他の分野

工務部門や火力部門は、膨大な電力設備を安全に保守・運用している。正確な設備情報検索や現場からの緊急情報が必要であり、携帯情報端末の適用範囲は広い。表1に、携帯情報端末が適用可能な業務を示す。

3. 現場作業支援システムを支える技術

現場での情報機器の使用には制限が多く、下記のような条件を満足する携帯情報端末が必要である。

- 軽くて丈夫であること。
- バッテリによる使用が可能であること。
- 事務所システムとデータ連携が容易であること。
- 必要な容量 (表示、ディスク、メモリ) があること。

3.1 携帯情報端末の動向

(1) 携帯情報端末の市場

携帯情報端末市場は、現場や訪問先での情報化武装の機器として、電子手帳や携帯型コンピュータなどをベースに今後急速に市場が拡大する。

個人用途主体の製品もビジネス用途に利用されるか制約が多く、基本機能の強化、コミュニケーション機能の強化及びこれらをサポートするアプリケーションが拡充されつつある。

一方、パソコンコンピュータのような Windows を搭載したビジネス用途主体の製品は、小型軽量化、バッテリー駆動の長時間化によって携帯機能を強化し、個人情報管理ソフトなどの充実を図りながら、個人用途にも適用できる製品に発展する。

(2) 三菱電機の対応

“業界トップの製品を提供する”方針で開発に取り組んでおり、据置き用途を始め携帯用途にも使用できる超薄型・軽量のパソコンコンピュータを製品化している。

1995年4月に発表した高解像度モノクロパソコンコンピュータ“AMITY SV”は、1,024×768ドットのSVGAの高解像度画面でありながら、軽量(1kg)、薄型(22mm)、バッテリー駆動8時間で業界最高水準の携帯性を持ち、CPUにi486 DX 2-50 MHz、最大メモリ容量20Mバイト、最

表1. 携帯情報端末が適用可能な電力現場業務

分 野	適 用 業 務
配電分野	巡視点検、接地抵抗測定、現場での設計、現場調査(伐採、用地交渉など)、しゅん(竣)工検査、計器管理。官庁申請書類作成や事故情報提供など
営業分野	お客さま出向サービス(営業所からサービスカーの迅速な配車指令、停電情報の提供やお客さま情報の提供など)、現場検針、集金など
工務分野	設備巡視点検(送電設備、発電設備)、災害情報提供(現場から事務所へ事故写真送信)など
そ の 他	火力発電所設備点検など

大ハードディスク容量 270 Mバイトと基本機能に優れ、デジタル携帯電話や無線 LAN 接続可能なコミュニケーション機能を備えている。

また、同年7月に発表したカラーペンコンピュータ“AMITY VC”は、グラフィックアクセラレータを搭載した 640×480ドットのVGA 256色表示画面を持ち、軽量(1.2 kg)、薄型(25.4 mm)、バッテリー駆動4時間と業界最高水準の携帯性を持っている。最大メモリ容量 24 Mバイト、最大ハードディスク容量 340 Mバイトと拡張性に優れ、AMITY SV同様多くのパソコン(PC)カードによるコミュニケーション機能をオプションで備えている。また、卓越した認識率を持つ手書き文字認識機能を搭載している。特長を表2に示す。

(3) 今後の動向

今後も“WindowsベースのPCと100%互換性を持つペンコンピュータ”の特長を保持し、大画面化製品の開発と携帯性を強化した小型軽量化製品の開発を計画している。

高性能CPU搭載、メモリやハードディスクの大容量化による基本機能の向上、バッテリーの高効率・大容量化と低消費電力設計による駆動時間の長期化、小型軽量化に取り組み、また、PCカードによるPHS接続や音声認識機能、セキュリティ機能等の付加価値機能の開発も計画している。

3.2 ソフトウェアの動向

ここでは、現在ビジネスの分野で最も多く採用されているペンコンピュータの基本ソフトウェアを中心に述べる。

(1) ペンOSの動向

現在ペンOSとしては“Pen DOS”と“Windows for Pen”が製品化されている。Pen DOSは、主メモリ容量が少なく済むが、640 Kバイトのコンベンショナルメモリの中にアプリケーションプログラムを格納する必要があり、アプリケーションシステム開発上の制約が大きい。Microsoft Windows for Pen Computing 1.1は、Microsoft Windows version 3.1にペン入力機能を付加したもので、Windowsアプリケーションが動作するので現在主流となっている。

(2) 三菱電機の対応

AMITYでは、Microsoft Windows for Pen Computing 1.1を採用している。このOSの特長は以下のとおりである。

表2. AMITYの特長

	AMITY SV	AMITY VC
C P U	i486DX2-50	i486DX2-50
表 示	1,024×768ドット	640×480ドット
質 量	1kg	1.2kg
厚 さ	22mm	25.4mm
画面サイズ	10.1インチ	9.5インチ
バッテリー	最長8時間	最長4時間

(a) 継承性

Microsoft Windows version 3.1をベースにペン拡張を行っているため、Windows 3.1対応のアプリケーションを継承することが可能である。また、ペン対応のアプリケーションから、Windows 3.1の標準機能(Object Linking and Embedding: OLE)の利用が可能である。

(b) 独自の手書き文字認識ソフトウェア

独自の卓越した認識率の手書き文字認識ソフトウェアを搭載している。

サポート文字種は、英数・かな・カナ・記号、漢字第1水準、第2水準合わせて3,292文字あり、業界最高水準の認識率(ひらがな97%以上、カタカナ96%以上、漢字97%以上)を達成している。

(c) 次期パソコン用のOSへの対応

次期パソコン用OSとして注目されているMicrosoft Windows95にも対応し、機能・操作性の向上を図る予定である。

4. システム事例

東北電力で実施中の配電設備巡視点検運用システムの事例紹介をするとともに、ペンコンピュータAMITYが採用された背景、現在の活用状況等について述べる。

4.1 配電設備巡視点検運用システムの概要

巡視点検業務とは、保安規程の定めるところにより、配電設備にかかわる保安の確保、配電設備の劣化状況の把握、及び感電・停電などの事故の未然防止を目的としている。配電設備のすべてを対象として巡視作業を行うものであり、東北電力では、年間一人当たりの巡視距離は110 kmにも及んでいる。

従来東北電力の巡視点検業務は、巡視計画の作成や巡視・点検カードの発行・管理、及び報告書作成などの事務処理をすべて手作業で実施しており、システム導入による効率化が望まれていた。

このシステムは、ホスト上の既存の“配電設備ファイル”のデータを活用して線路別巡視計画書の作成を行い、巡視現場でAMITYに直接巡視結果情報を入力する(図1、図2)。

入力されたデータはワークステーションで管理し、線路別巡視報告書及び巡視・点検カードの自動作成を行って、業務処理の迅速化を図る。

4.2 システム構成

システムの構成は、ホストコンピュータ、ワークステーション、AMITYで構成される垂直分散型システムとなっており、ワークステーションとAMITYはLANを介してデータの送信・受信を実施している(図3)。

4.3 システムの特長

(1) 巡視点検業務の計画から実施・改修まで一貫した機能
巡視点検現場でAMITYにデータ入力した結果をワーク

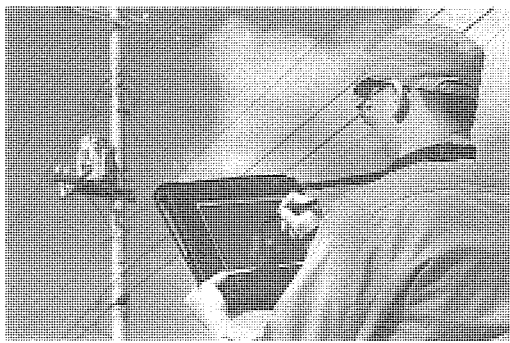


図1. 巡視員による入力

ステーションに蓄積してデータベース化することで、巡視結果の自動集約、各種帳票の自動出力、及び進ちょく(捗)管理作業等の一連の作業をすべて自動的にを行うことを可能としている(図4)。

(2) コストダウンを考慮したシステム構築

巡視点検対象データにホストの既存の設備ファイルデータを活用することで、初期データを作成するための作業を大幅に削減することができた。

また、各営業所に設置されるワークステーションは、接地抵抗測定業務等の他のシステムと共有化を可能としたシステ

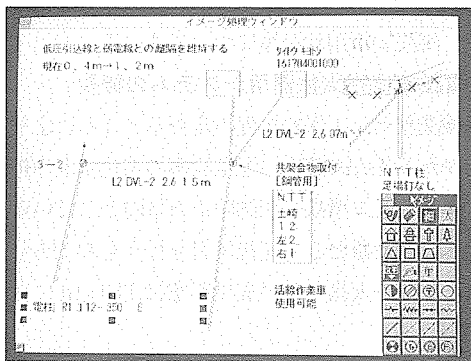
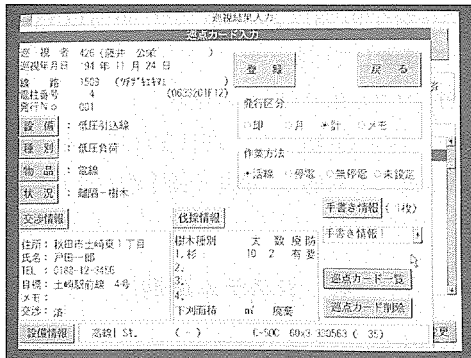
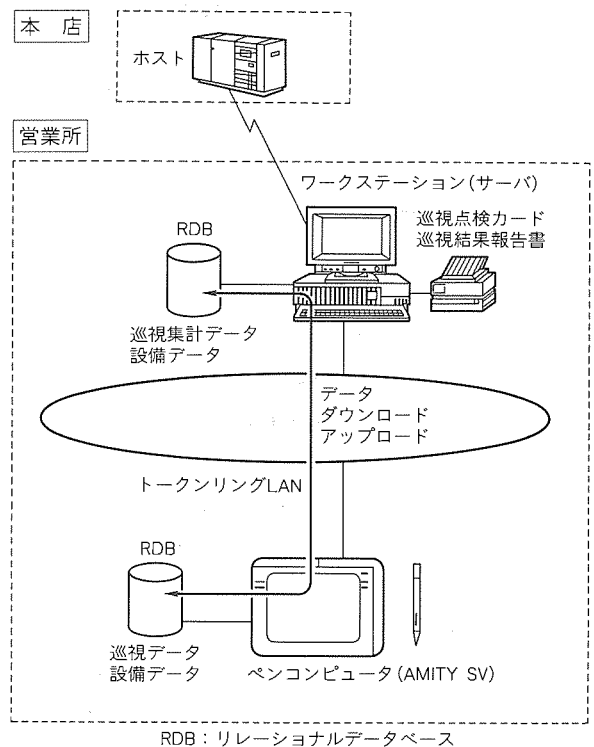


図2. ペンコンピュータを使った現場状況入力画面例



RDB: リレーショナルデータベース

図3. 東北電力(株)配電設備巡視点検運用システムの構成

路線別巡視報告書						課長 係長 担当者					
'95年 4月計画分 課部						(支社,営業所) 3111 (秋田) (課,係,サービスセンター) 01 (IA7)					
(計画)			(実施)								
計画 No.	路線名	巡視区間 No. ~ No.	計画 基数	計画 備考	計画 実施 月	路線名	巡視区間 No. ~ No.	実施 基数	変更修繕箇所 印 月 計	巡視者	備考
023	9604(477)	38 ~ 60	119		4	9604(477)	38 ~ 51E 4	53	2 0 2	大久保 誠也	
					4	9604(477)	415 1 ~ 41511	33	4 0 0	加藤 忠徳	
					4	9604(477)	50 ~ 60	33	0 0 0	伊藤 敏之	
024	7109(29479)	1 ~ 58W 3	214		4	7109(29479)	1 ~ 26	74	3 0 0	島山 登	
					4	7109(29479)	29 ~ 58W 3	113	6 1 1	島山 登	
					4	7109(29479)	43H 1 ~ 43H10	26	0 0 1	伊藤 敏之	
025	7176(4979'3999)	1 ~ 45 2	11		4	7176(4979'3999)	1 ~ 45 2	11	0 0 0	島山 登	
026	7107(29479'3999)	1 ~ 8	22		4	7107(29479'3999)	1 ~ 8	22	1 0 0	伊藤 敏之	
027	7112(4149')	1 ~ 25 1	5		4	7112(4149')	1 ~ 25 1	5	0 0 0	伊藤 敏之	
028	7111(979999'399'74)	1 ~ 17- 1	28		4	7111(979999'399'74)	1 ~ 17	28	1 0 1	伊藤 敏之	
合計			1113		合計			989	31 1 18		

図4. 帳票例

ム構成とし、費用対効果を上げた。

4.4 AMITY採用の理由

(1) 現行作業と同感覚で入力できる端末

巡視点検で作成される巡視点検カードは、改修内容を図面入力するものが多い。AMITYでは、通常のA4用紙に近いサイズ(10.1インチ, 1,024×768ドット, 16階調)の画面上に、鉛筆で書く感覚で、現場で簡単に図や文字等の手書き情報の入力を可能としている。試行運用では巡視員の評価も好評であった。

(2) 軽量で長時間使用可能

巡視点検は双眼鏡や改修工具等を携行して重装備で行うため、巡視用機器にはコンパクトで軽く、衝撃・振動に強く、さらに日常防水であることが要求された。

AMITYは、薄くて丈夫なカーボン繊維強化プラスチックを採用することで、ジャストA4サイズ, 1.4kgと軽量化(1,200mAh標準バッテリー装着の場合)を図り、さらに、持ちやすい薄さの25.4mmを実現している。

また、作業時間は大容量バッテリー(3,200mAh)と省電力機能の活用により、目標であった半日の継続作業をバッテリー交換なしで実現した。

また、専用キャリングケースを開発し、防水性を確保した。

(3) データの信頼性確保

巡視点検において、現場で入力したデータが壊れてしまっ
ては、手戻り作業となり大変な損失となる。

このシステムでは、記憶保持に電源を必要としない10Mバイト半導体ディスクカード上にリレーショナルデータベース(RDB)を搭載し、衝撃や振動に強い信頼性を確保した。

さらに、現地で入力した手書きデータに関しては、システムディスク上にバックアップすることで、万全を期している。

(4) 大規模データベースが搭載可能

巡視点検では、巡視対象設備データや巡視データ等、大規模なデータを保管する記憶装置が必要となる。10Mバイト半導体ディスクカードの採用と現場で入力した手書き情報を圧縮化するソフトウェアの開発により、1~2週間分の点検設備データと巡視データの保存が可能となった。

(5) ソフトウェアの開発が容易

バッテリーチェック等の運用に必要な処理、イメージ処理、LAN関係処理等のアプリケーションの開発を支援するソフトウェアを開発し、活用している。

(6) 事務所でも多機能端末として活用

費用対効果と事務所のスペースの問題で、巡視点検以外にも、ワープロ、表計算、ホスト端末業務用等にも使用できることが前提となった。

AMITYにキーボード, 3.5インチフロッピーディスク装置を接続し、パソコンとして使用することを可能とした。また、CRTを接続し、CRT画面と液晶画面とを同時に表示することも可能である。

4.5 システム導入による効果

巡視点検業務の計画・実施・改修までの一連の作業をシステム化し一元管理することで、業務の省力化・効率化を可能とするとともに、前回データの活用等による巡視点検者の支援的確化を可能とする。

また、現場情報の入力に手書き情報(イメージデータ)を用いることで、文字だけでは表現し難い現場の状況を、手書きの図として入力することも可能とした。

システム導入による効果を以下に示す。

(1) 巡視計画書, 巡視点検カード, 巡視結果報告書等の自動作成により、事務処理の大幅な効率化が図られる。

(2) 現場で入力されたデータがデータベース化されることにより、設備情報管理が容易となり作業の効率化が図られる。

(3) 計画漏れ, 集計漏れ等の人為ミスを防止し、適正化することが可能となる。

(4) 点検結果の判定において、前回データ等の活用により、巡視員の経験による差をカバーし、点検業務の迅速化・正確化を図ることができる。

4.6 今後の進め方

試行運用を実施している7営業所の巡視員の意見・要望を踏まえ、このシステムの機能の向上を図る予定である。

また、今後、更なる付加価値・稼働率・費用対効果の向上を目指し、巡視点検実施箇所の地図上での管理機能や設計書作成機能等のAMITY上での構築を検討中である。

5. システム構築に対する展望と課題

この章では、システム構築化に向けての展望と課題を、インフラストラクチャと応用ソフトウェアの面から述べる。

5.1 インフラストラクチャ

ISDN(Integrated Services Digital Network)対応の公衆電話やデジタルセルラ電話の普及、PHSの登場、及びインターネット接続サービスの開始などに伴って、携帯情報端末によるモバイルコンピューティングへの関心と期待が高まっている。

パソコンコンピュータのような携帯情報端末は、オフィスに設置するデスクトップ機の携帯モデルとしての利用が多く、デスクトップ機やサーバとのデータ交換も容易である。この端末は双方向無線通信機能を組み合わせることによってWAN(Wide Area Network)を移動現場にまで拡大することができれば、スタンドアロンに比べて一層幅広い利用が可能になる。

一方、パソコンコンピュータと電子手帳の中間に位置する携帯情報端末は、双方向無線通信機能を搭載して電子メールによる他者とのコミュニケーションや、座席予約などの情報の検索及び利用を目的としたコミュニケータと呼ばれる製品が主流になると考えられている。

米国General Magic社が開発したMagic Capはコミュ

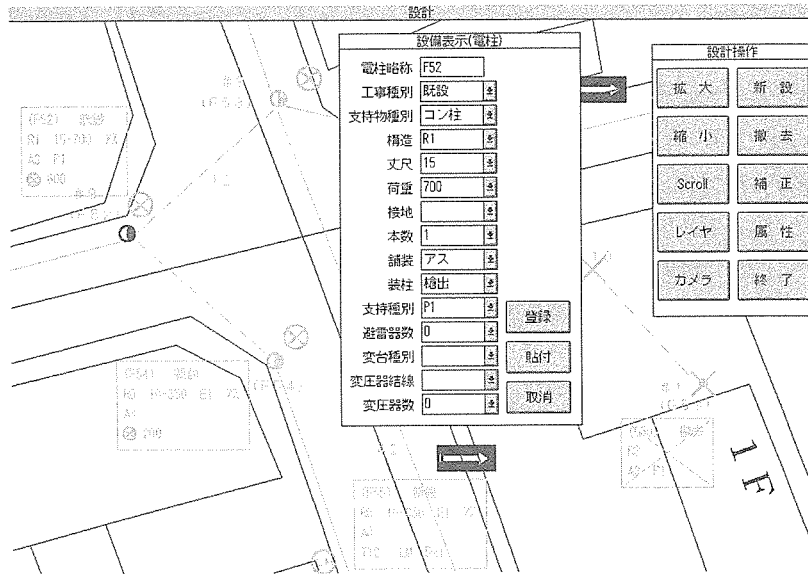


図 5. 配電設備現場設計支援システムの画面例

ニケータ用のシステムソフトウェアで、コミュニケータ上では Magic Cap 自身が OS として機能する。Magic Cap を使ったネットワークサービスでは、ユーザが必要とする処理やその結果は、Telescript という言語で記述された“エージェント”の送受信によって行われる。この方式ではネットワークへの接続時間が短くてすむので、双方向無線通信にも適している。General Magic 社には、三菱電機を始めとして世界の代表的な情報通信関連メーカーや通信事業者などが多数資本参加しており、北米を中心に Magic Cap を用いたサービスが拡大するとみられる。

携帯情報端末は高機能化とともに小型軽量化・低消費電力化などによる携帯性の改善が求められており、非同期式プロセッサや薄型省エネディスプレイの実用化が待たれる。

一方、通信の分野では、21 世紀へ向けて、国際ローミング^(注1)を可能とする FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication System) や、ネットワークの種類に影響されない個人通信番号による自由な通信を目指すパーソナル通信などの研究・標準化作業が始まっている。

こうした環境の中、種々のサービスやアプリケーションが

(注 1) 異なる移動通信網間で、移動機の発着信接続を行うこと。

充実されることによって、携帯情報端末は企業活動や個人生活に不可欠なツールへ発展していくと考えられる。

5.2 応用ソフトウェア

応用ソフトウェアでは、より高度な業務を現場での確に行うニーズが高まっている。配電設備の現場設計業務の例で方向性を記述する。

- 現場と机上で同一環境の提供
- 現場でしか分からない情報の入力による机上補完機能の提供
- いつでも、どこでも既設システムと簡単に連係できる機能の提供

図 5 に、配電設備現場設計支援システムの画面例を示す。

6. む す び

電力会社における携帯情報端末を用いた現場作業支援システムについて、東北電力^(株)のシステム事例、及び技術動向を述べた。この分野はコンピュータの技術革新とともに一層の高度化が進められる。

今後、現場の業務改善に向けて、次世代のインフラの開発整備と、より業務に密着したシステム作りを行っていく。

電力設備ドキュメント管理システム

竹内康晃* 伊比雄二**
川上真二*
池原 照**

1. ま え が き

電力事業は公共性が高いため、電力会社は事業基盤となる発電・送電・変電・配電の各設備の運用管理と保全管理に大きな力を注いでいる。設備に関するドキュメント類は、これらの管理業務を行うために重要な位置を占めている。したがって、ドキュメントの管理は、作業の効率化・迅速化の上で非常に重要な業務となっている。

これらの電力設備のドキュメントの特性を踏まえ、管理を効率良く行うためのシステムを構築したので、ここにその内容を述べる。

2. 電力設備におけるドキュメント管理システム

2.1 電力設備ドキュメント管理の特徴

電力設備では、設備の設計段階から設備の運用開始後に至るまで、長期間に多様かつ大量のドキュメントが発生する(表1, 図1)。これら電力設備に関するドキュメント及びその管理の特徴として、以下の点を挙げることができる。

(1) ドキュメントの種類が多様

各種設計図, 仕様書等の種類が多く, 管理体制が複雑である。

(2) ドキュメント量が膨大

定期的に発生しているドキュメントを長期間保存する必要があるため, 保管するドキュメントの量が膨大となる。

(3) ドキュメントの頻繁な授受

電力設備に関する工事や改修時には, 関連するドキュメントはメーカー主体で作成するため, 電力会社はメーカーとの間で頻繁に大量なドキュメントの授受を行う。その際, ドキュメ

ント管理部門は, バージョン管理や担当者からのコメント処理状況を管理し, 設備とそれに関連するすべてのドキュメントについて整合性をとる必要がある。

2.2 電力設備ドキュメント管理の課題

電力設備のドキュメントを管理する部門では, 以下の内容が課題となっている。

(1) ドキュメント管理部門の負荷の増大

ドキュメントの種類が多様で, かつ保管体系が細かく定義されているため, 資料保管の方法が複雑である。また, 貸出し管理などのために窓口業務が必要となる。

(2) ドキュメント保管スペースの不足

定期的に発生するドキュメントにより, 保管スペースが不足する。また, この場所を確保するために費用がかかる。

(3) ドキュメントの劣化

長期間保存するため, ドキュメントの劣化が発生する。

(4) 検索に時間がかかる

大量なドキュメントから該当するものを検索・抽出するために時間がかかる。

2.3 専用光ファイリングシステムの課題

ドキュメントを電子化して保管するためには, イメージデータに特化した光ディスクを用いたファイリングシステムがある。しかし, 電力設備のドキュメント管理に対しては, 以下の課題がある。

(1) 管理体制が単純

管理体制が単純なため, 複雑な管理体制への対応や, 体系の変更に柔軟に対応できない。

(2) 入力に手間がかかる

ドキュメントの電子化作業と, 属性(管理項目)の作成作業を同時に行うことが必要なため, 入力作業に時間がかかる。

表1. 各段階の発生ドキュメント

	ドキュメント	
	建設中	運用開始後
電力会社	<ul style="list-style-type: none"> ●りん(稟)議書類 ●設備設計図面類 ●各種仕様書類(設備仕様書, 工事仕様書など) ●建設日誌類 	<ul style="list-style-type: none"> ●各種図面類(シーケンス図など) ●取扱説明書類 ●各種報告書類(作業報告書など)
メーカー	<ul style="list-style-type: none"> ●各種仕様書類 ●取扱説明書類 ●施工資料類 	<ul style="list-style-type: none"> ●各種報告書類 ●改造仕様書類

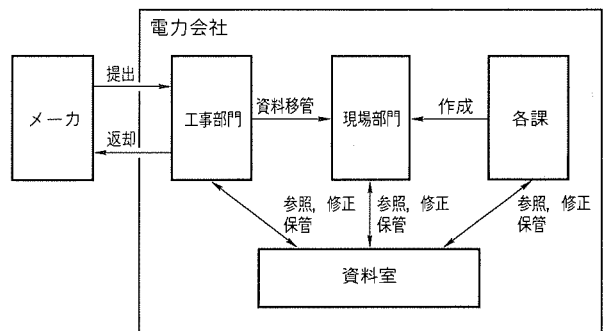


図1. ドキュメントフロー

(3) システムの拡張性が低い

保管しているドキュメントの貸出し管理などの関連する業務をシステム化して付加したり、既存システムとの関係を図ることが困難である。

3. ドキュメント管理システムの概要

3.1 電力設備ドキュメント管理システムの特長

以上の課題に対応するため、電力設備のドキュメントを管理することを目的としたドキュメント管理システムを構築した。

(1) 多様なデータの一元管理

既存ドキュメントを電子化(イメージ化)したデータのみでなく、CAD (Computer-Aided Design) データ、ワープロデータ、画像データ、音声データなどをすべて統一的に保管することができる。

(2) ドキュメントの電子化

ドキュメントを電子化し、大容量保管装置(光磁気ディスクオートチェンジャ装置など)に保管するため、以下のメリットがある。

- 電子化して保管するため、紙のように劣化せずに、一定の品質の維持ができる。
- 大容量のデータを省スペースで管理することができる。
- メーカー等とのドキュメントの授受を、紙ではなく、光磁気ディスクを媒体とした電子化したデータで行うため、一度に大量のドキュメントを授受できる。

(3) ドキュメントの整合性保持

設備を中心にドキュメント間を関連付けて保管することができるため、同時に修正が必要なドキュメントについて簡単に検索することができる。これにより、容易にドキュメントの変更有無などを管理ことができ、設備との整合性をチェックすることができる。

(4) 高速な検索、参照及び印刷

階層を持った管理体系でドキュメントの情報を管理するため、必要な情報を高速かつ容易に検索し、画面上で参照することができる。したがって、資料へのアクセス時間が大幅に改善される。

また、指定したドキュメントを、簡単に指定した出力機器へ印刷することができる。したがって、ユーザが窓口に行かなくても、必要なドキュメントを取り出すことができる。

(5) 複数の管理体系を持つことが可能

複数の管理体系を持たせることで多面的なデータ管理ができるため、多くの業務ニーズに対応してデータアクセスを行うことができる。

(6) 初期入力時間を短縮

既存の大量ドキュメントの入力に必要なドキュメントの電子化作業と、属性(管理項目)の作成作業を別々に行うことが可能なため、入力作業の効率化を図ることができる。また、既存の属性情報をホストなどから変換して流用することができる。

(7) 高い拡張性

このシステムは標準のプラットフォームの上に構築されているため、保管データを参照するばかりではなく、再利用するシステムを構築したり、既存の他のシステムと関係してデータをアクセスすることができる。

このシステムの各機能は、パッケージングされたコンポーネントとなっており、容易にクライアント/サーバ構成の分散したシステムが構築できる。

(8) 高い信頼性

データの保全性を保つため、データの二重化、システムの二重化を図ることができる。

豊富な保護機能を用意しているため、データのセキュリティを管理することができる。

3.2 システム構成

(1) ハードウェア

システムはEWSとパソコン(PC)で構築する。EWSを

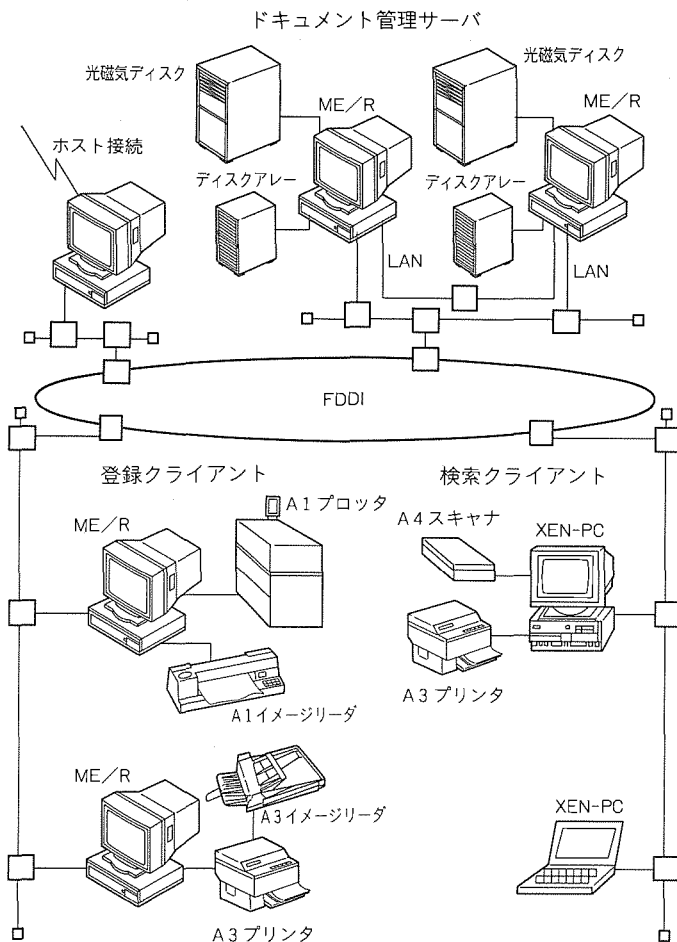


図2. システム構成

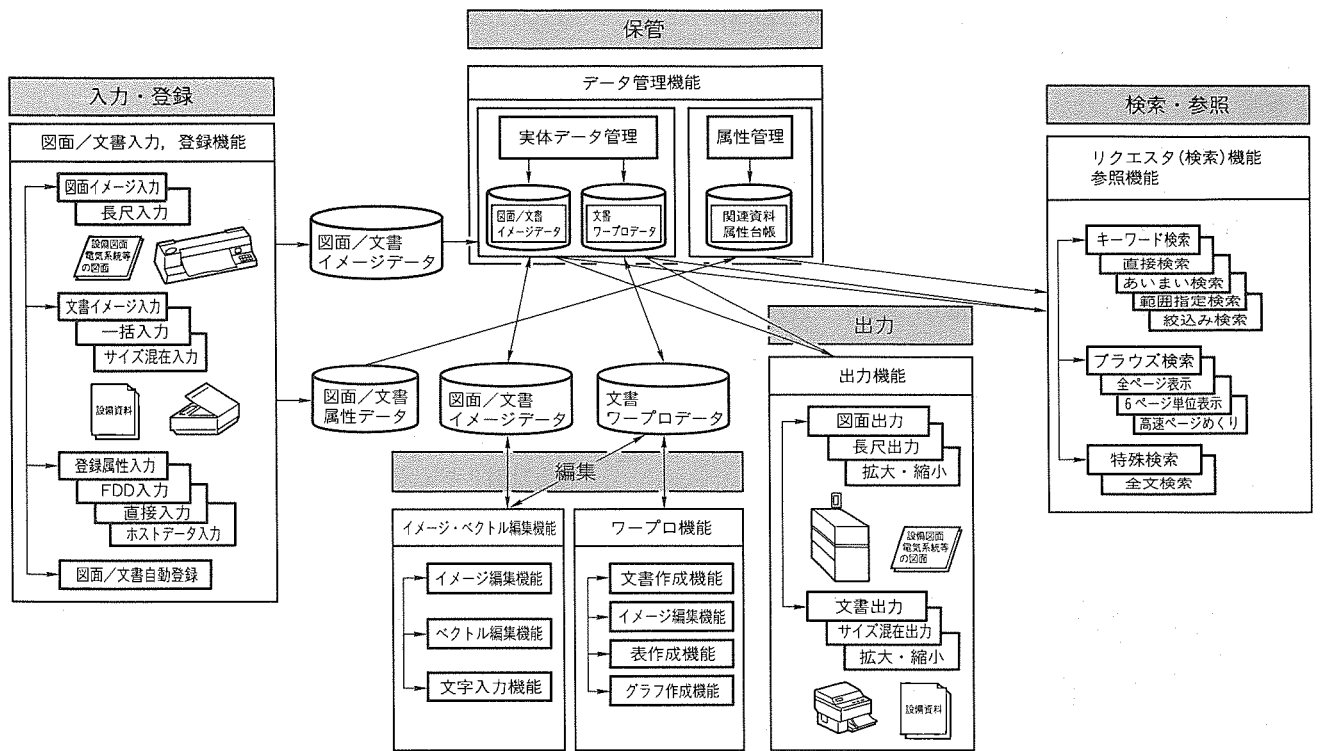


図3. ドキュメント管理機能構成

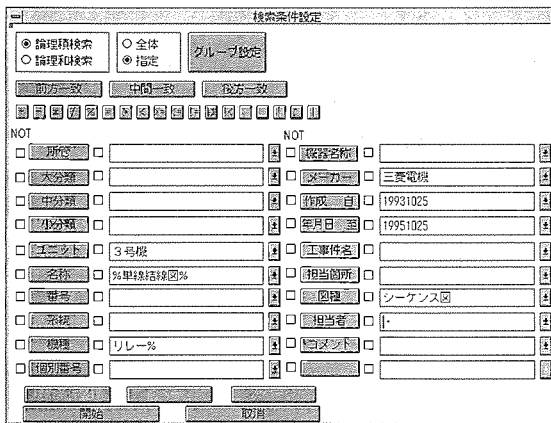


図4. 検索条件設定画面

サーバ及びデータ入力・登録の端末とし、PCを検索端末として使用する。また、各端末でホスト接続を可能としている(図2)。

(2) ソフトウェア

ドキュメントに関する索引情報をデータベースで管理し、それに対応するドキュメントデータをファイルとして管理している。データベースを中心にシステムを構築することができるため、ドキュメントの索引情報については自由に設計することができる。

データベースは、汎用リレーショナルデータベースを活用し、汎用的なインタフェースを実現すると同時に、他の情報との融合性を高めている。現在の汎用リレーショナルデータベースはSQLを標準のインタフェースとして備えているた

め、既存のシステムからのアクセス及び業務に密着した新規システムの構築が容易に実現できる構成になっている。

そのほか、ネットワークはEWS及びPCをTCP/IP^(注1)プロトコルによって接続し、汎用性を実現している。

PCのソフトウェアはWindows^(注2)対応のため、他のWindows対応アプリケーションパッケージソフトウェア(ワープロやCADソフトウェア)と共存して動作する。画面表示したドキュメントを、カット&ペーストによってワープロに取り込むこともできる。

3.3 基本機能

基本機能について以下に述べる(図3)。

(1) 入力・登録

既存ドキュメントは、イメージリーダーを使用し、イメージデータに変換して登録する。また、長尺図面(横手方向に標準のサイズよりも長くなった図面)にも対応している。

ワープロやCADデータについては、そのままのフォーマット(ファイル単位)で登録することができる。

検索のための索引情報は、既にホストなどに情報がある場合はデータ変換して活用し、新規の場合はPC等を活用して入力を簡便化して実現している。

(2) 検索

索引による検索や、画面にドキュメント一覧を表示しながら検索をすることができる。検索機能には、あいまい検索(“リレー××”や“××単線結線図××”のような部分一致)

(注1) “TCP/IP”は、米国国防省が定めたプロトコルである。

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

や範囲検索（“1993年10月25日以降”のような日付け範囲）方式もサポートしている（図4）。

(3) 参照

全体像と部分拡大を1画面表示（図5）、複数のページの一括表示、ページめくりしながら連続表示、などの様々な表示方式を採用している。

(4) 出力

各種サイズ及び各種データ形式の出力に対応し、長尺の図面にも対応している。また、事業所・部門共有の周辺機器にネットワークを経由して出力したり、ローカルに接続されているプリンタに出力することもできる。

(5) 編集

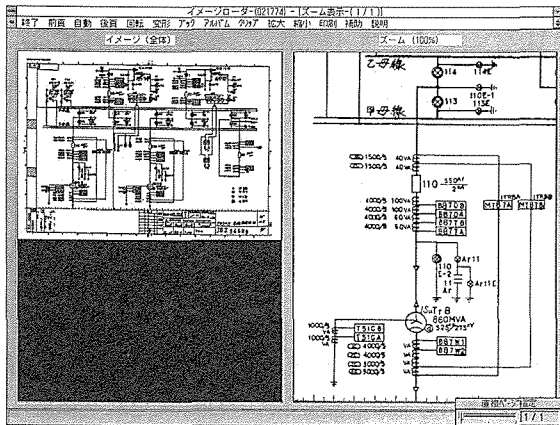


図5. ドキュメント表示画面

登録した図面を編集ソフトウェアにより、画面上で修正することができる。したがって、図面変更の場合、再入力する必要がない。

(6) 保管

大容量保管媒体のサポート、データの二重書き、システムの二重化にも対応しているため、大量のデータを高い信頼性で保管できる。また、データのセキュリティを保つため、ドキュメント単位でアクセス権を設定できる。したがって、関係者以外のアクセスを制限することができ、データの機密を保持できる。

3.4 業務機能

電力設備ドキュメントの管理業務に対応するため、以下の機能をオプションで追加することができる。

(1) 整合性管理機能

電力設備の改修工事などでドキュメント間の不整合が発生しないよう、設備図面やドキュメント管理関係図面から関連するドキュメントを検索・参照する（ビジュアル検索）。

(2) データ授受機能

メーカーと電力会社との間のドキュメントの授受を、光磁気ディスク又はネットワークによって行う。また、授受についての管理も行う。

(3) ドキュメントステータス管理機能

作成ドキュメントのステータスを管理し、工程の管理を行う。これによって業務の流れを管理し、ドキュメントの品質を向上すると同時に、作業の効率化及び作業品質を向上させ

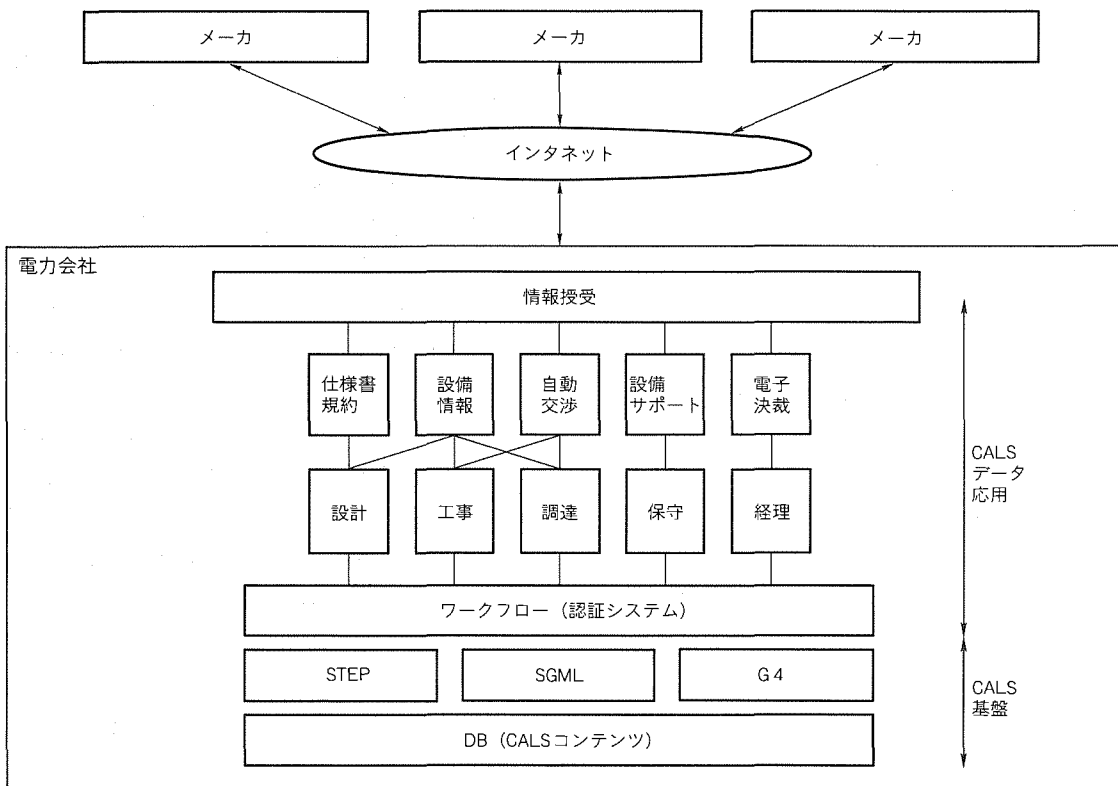


図6. CALSソリューションによる電力会社のイメージ

る。

(4) ドキュメント廃棄管理機能

ドキュメントには、図書類のように恒久的な保管が必要なものや、報告書類のように保管期限によって廃棄可能なものがある。この廃棄すべきドキュメントのリストアップ等、資料の廃棄管理を行う。

(5) ドキュメントの所在管理

電子化する必要がないドキュメントや、既にマイクロフィルム化されたようなデータについては、その所在のみを管理する。

4. 今後の展開

ドキュメント管理システムは、コンピュータ、通信等の技術の進展に伴ってその役割を大きく広げている。現状では、事業所の書庫として位置付けられる。事業所には多数のPCが導入されており、性能の向上によってこのシステムの端末としても利用可能となり、事業所内ではだれでも、どこでも、自由にドキュメントのアクセスが可能となった。制御系システムや業務系システムとも連係してプラント運転情報や管理情報などが登録され、これらのシステムからも直接参照することができる。

ISDN (Integrated Services Digital Network) 等の通信インフラの整備や ATM (Asynchronous Transfer Mode) による通信性能の向上により、事業所内に閉ざされ

ていたドキュメントの利用が、事業所間でも相互に利用可能となりつつある。このシステムはオープンシステム環境上に構築しており、事業所間接続にも対応が可能である。

CALS (Commerce at Light Speed) の普及・導入により、電力会社内にとどまらず、プラントメーカーや機器メーカーと直接、統一的なフォーマットで、ドキュメントの交換が可能となりつつある。ドキュメント管理システムはCALCが規定したフォーマットを既に採用しており、対応可能である。

そのほか、マルチメディア技術の進展に合わせてモノクロイメージデータのほかに、設備のCADデータ、ワープロデータ、音声・動画・静止画も含んだコンパウンドドキュメントへの対応が必要となりつつある。ドキュメント管理システムでは既にこれらをファイリングするために必要な機能を提供している。

5. むすび

このシステムは、電力会社の各種設備への対応を可能とすることを目的に構築した。設備の種類・用途も多岐にわたるため、多くの御指摘、御要望をいただいた。今後も、新技術の導入や使い勝手の改良を行い、更に優れたシステムとして発展させる予定である。

このシステムの完成に御協力いただいた電力会社の関係各位に深く感謝の意を表す。

火力発電プラント設備運用管理支援システム

相良辰雄*
五味健一*
川島幹治**

1. ま え が き

近年、火力発電プラントは大容量化とシステムの高度化が進み、また、プラント形式、燃料種別の多様化等によってプラント運用が複雑化してきている。そのため、プラントの特性や運転状況等を踏まえた効率運転や経済運用が要求され、運転に必要な情報量が飛躍的に増大し、これに呼応して監視・制御の自動化が著しく進み、計算機やデジタル制御装置への依存度が高まってきている。一方、長期稼働の発電所では、機器の劣化管理・寿命管理等の設備管理業務に費やす労力が増加し、運用管理支援の充実が切望されてきている。

このような状況下で、火力発電設備に対する電力供給の高信頼度化や高効率運用の重要性はますます増大しており、長期的なプラント運転状態の傾向管理や過去の運転履歴データの検索・加工といった解析業務支援に対するニーズが高まっている。発電所の運転管理業務の効率化には、記録計のチャート、運転日誌、定期点検時の試験記録などの膨大な量の運転履歴データから必要なデータを計算機で抽出し、当該データの高度で適切な解析処理の実現が必要とされる。

一方、近年の情報・通信技術の著しい進歩に伴う計算機の小型・高性能化、光ディスクによる記憶装置の大容量化、ワークステーションの高機能化、マンマシンインタフェースの向上、ネットワーク構築の容易化が一層進み、上述のニーズにこたえるシステムの構築が可能となってきている。

当社では、先端技術を導入した管理用計算機システム、運転支援システム、設備保全システム等の火力発電プラント設備運用管理支援システムの開発を進めている。

本稿では、これらのシステムを紹介するとともに、管理用計算機システムに関しては、実施例を基に役割・構成・機能について述べる。

2. 設備運用管理支援システムの概要

2.1 管理用計算機システム

管理用計算機システムは、劣化管理・寿命管理等の発電所の運転履歴データの管理業務を支援するシステムで、発電所内の全データをユニット計算機・系列計算機・共通計算機から収集して、長期間保存し、種々の管理業務に応じて必要なデータを取り出し、加工処理することによって業務の効率化を図るシステムであり、3章で実施例を紹介する。

2.2 運転支援システム

運転支援システムは、高度化する火力発電プラントの運転・操作に対応して、起動停止時、通常運転時、異常時における高度な運転操作を支援するシステムである。このシステムの主な機能は次のとおりである。

(1) プラント異常時の情報提供

正規状態からの逸脱に対し、プラントの異常を通知し、関連操作量と対比させ、必要なアクションを提供する。また、制御装置異常時の運転モード移行に対し、該当ロジックを表示し、運転モード移行の原因及び復帰手順ガイダンスを提供する。

(2) 異常に対する要因の推定

異常状態に対し、最も可能性の高い要因を推定し、異常要因及び推定根拠を提供する。

(3) 異常に対応した操作支援

異常に対応し、プラントを正常に復帰させるための操作手順を提供する。図1にシステムの構成を示す。

2.3 設備保全システム

設備保全管理システムは、作業票など紙を用いて行われている火力発電所の様々な設備保守管理業務をシステム化し、伝票類や設備図面等をデータベース化することにより、保守業務の迅速化、確実化、ペーパーレス化、及び管理の一元化を実現する。

設備保守管理業務を表1に、システム構成を図2に示す。

このシステムは、①設備保守において使用する設備図面、帳票、設備仕様を管理する設備保全サーバ、②設備図面検索、印刷、運用シミュレーション、計画・管理等に使用する業務ワークステーション/パソコン、③巡視点検と定期点検結果を現場入力する携帯端末、で構成される。また、通信ゲートウェイを介して、本支店・他発電所との接続が可能である。

3. 管理用計算機システム

管理用計算機は、発電所の各ユニット(系列)ごとに設置される監視・制御用計算機の上に位置付けられ、各ユニット(系列)から収集・保存したプラント運転履歴データを発電所レベルで有効に活用して設備運用管理及び各種支援業務を効率良く行うことを目的とする。管理用計算機の主な機能は、①プラント運転履歴データの収集と長期保存、②保存データ(プラント運転履歴データ)の検索・編集、③プラント運転履歴データの解析業務支援、④補機の運転管理記録、

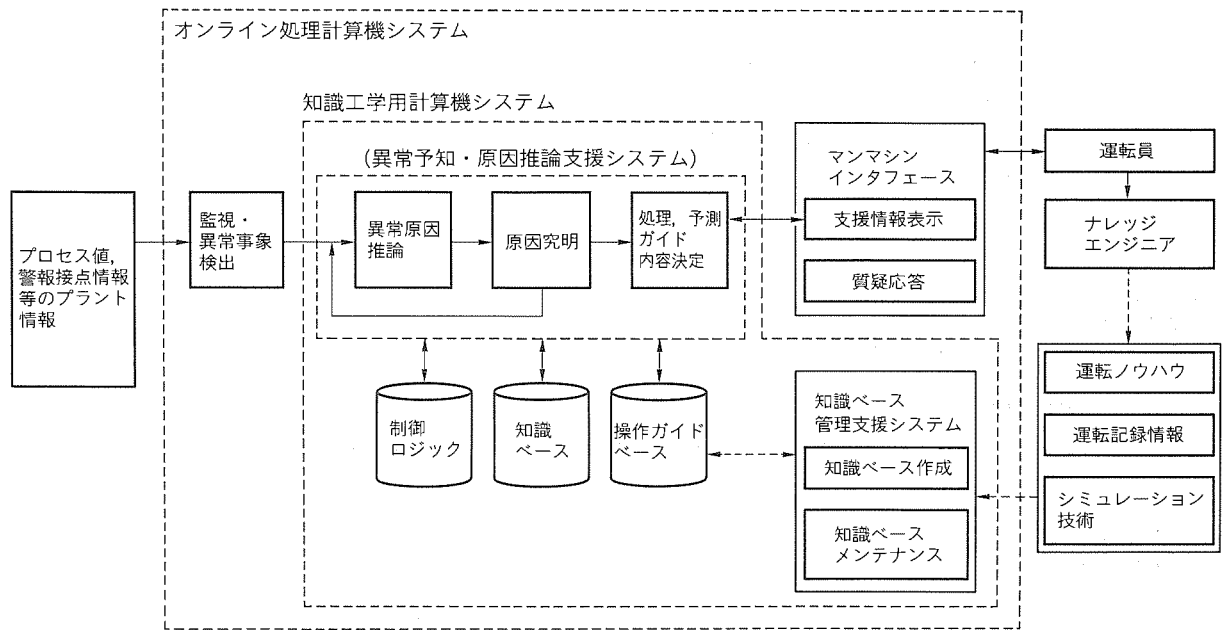


図1. 運転支援システムの構成

表1. 設備保守管理業務

(1)	定期点検・設備改良工事計画管理
(2)	再発防止対策工事管理
(3)	工事懸案事項管理
(4)	日常作業計画・実施管理
(5)	設備点検記録管理
(6)	機器劣化管理
(7)	トラブル履歴管理
(8)	設備余寿命管理
(9)	設備仕様管理

作動試験記録等の報告書作成業務支援、⑤環境データ管理など共通設備管理、である。

ここでは、上記機能のうち①～④について述べる。

(1) プラント運転データの収集、長期保存

発電プラントの監視・制御・管理の対象とする二十数万点(想定)の膨大な運転データを周期的(1分周期)に取り込んで保存する。また、長期劣化傾向管理には、1分周期の自動収集運転データを1時間データ、1日データに編集して長期間にわたり保存する。

(2) プラント運転履歴データの検索、取出し

長期間にわたる膨大量の運転履歴データの中からデータの種別及び期間を指定して、必要なデータを簡易な操作で迅速に取り出す。

(3) プラント運転履歴データの解析業務支援

取り出したデータを所定形式に編集し、表示・印字処理し、解析業務を支援する。一覧表示、トレンドグラフ表示、統計処理表示など様々なデータ解析を可能とする。

(4) 報告書作成業務支援

解析結果は、ワークステーションで別途登録する関連帳票

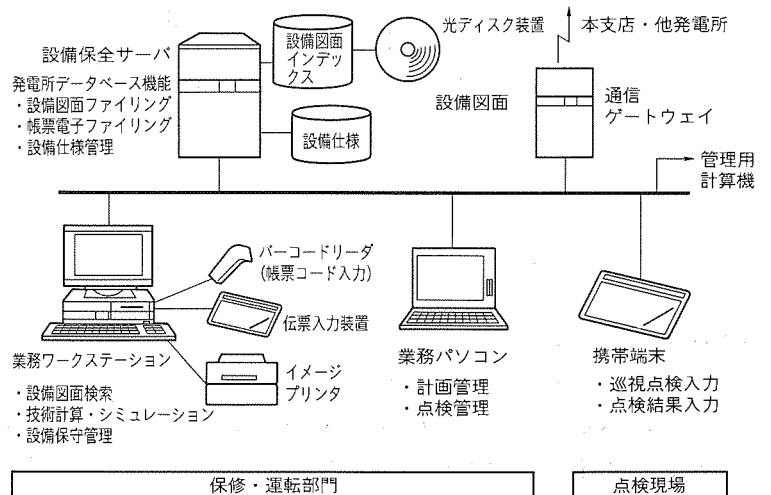


図2. 設備保全システム

情報とともに合成編集し、報告書・技術資料の作成を容易に実現する。

3.1 システム構成

3.1.1 システム構成例

管理用計算機のシステム構成は、大量の運転データを高速入力処理するオンライン処理と、複数ワークステーションからのデータ検索要求に対応したトランザクション処理(端末装置がホストコンピュータに要求する処理。)の双方に適合する構成である。図3に、管理用計算機のシステム構成例を示す。

以下に、構成上の特長を示す。

(1) 用途に応じた機能分散

ユニット(系列)ごとに設置された監視・制御用計算機やLNG計算機等の共通設備用の計算機から光ネットワークや

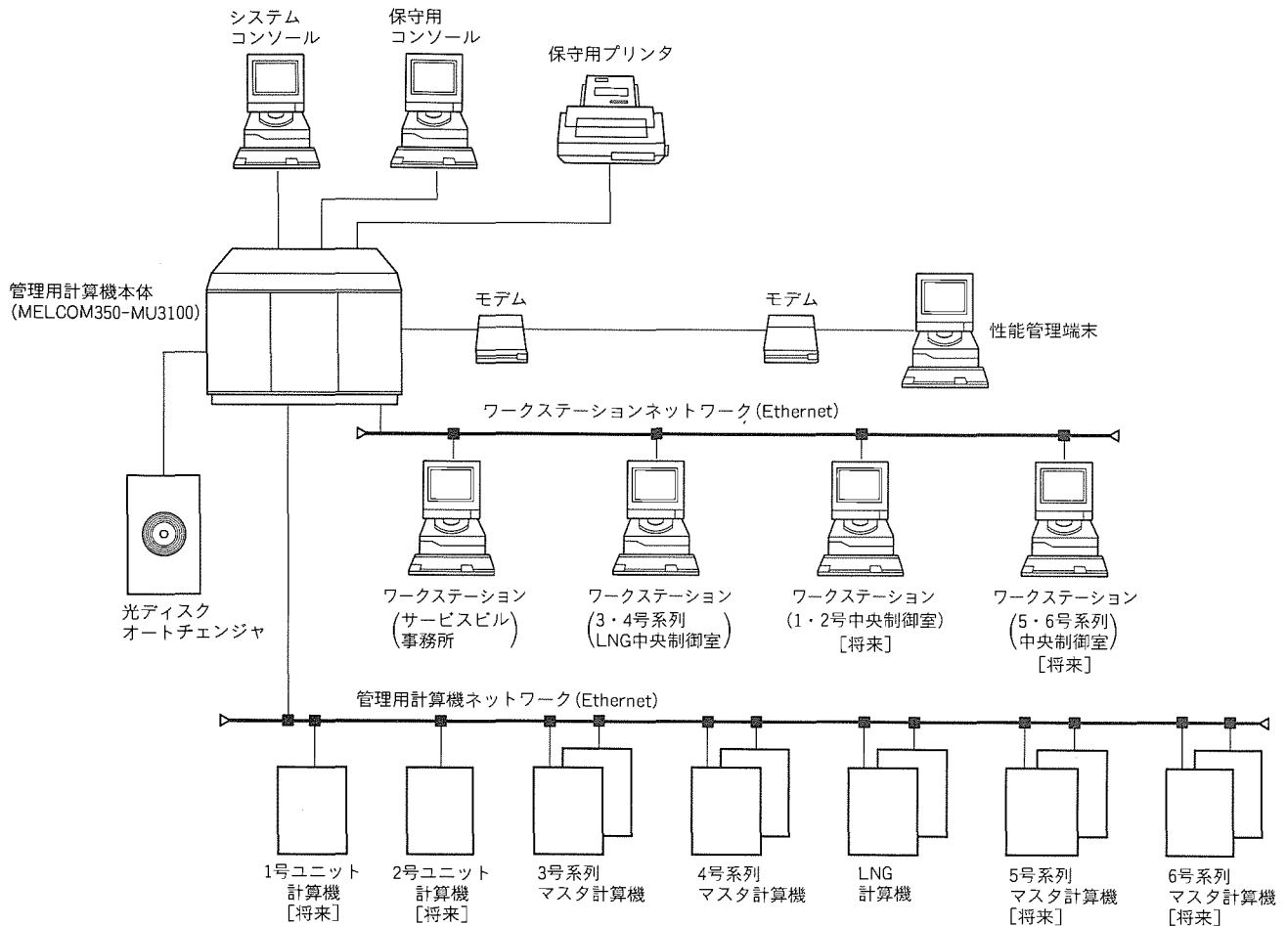


図3. 管理用計算機システムの構成

通信回線を介して運転データを収集し、光ディスクに保存する。管理用計算機本体には、TCP/IP^(注1)、OSI (Open Systems Interconnection) 等をサポートしオープン性を追求するため、業界標準UNIX^(注2)を搭載した情報通信分野向け産業用計算機を採用する。また、発電所内の各部門に設置して検索要求、解析、報告書編集等を行う端末には、操作が容易で各種汎用ソフトウェアにも対応しているワークステーションを採用する。

(2) 大容量光ディスクの採用

膨大な量の運転データを長期間保存するために、約440Gバイトの大容量光ディスク装置を採用する。

(3) データ伝送方式への対応

システム構成例では、2台のユニット計算機(将来用)と、4台(そのうち2台は将来用)の系列マスタ計算機、及びLNG計算機は、Ethernet^(注3)仕様のバス型LANで接続し、通信プロトコルについても業界標準のTCP/IP(ソケット通信)を適用して異機種計算機間の接続を行うゲートウェイ計算機を設置することなく異メーカー間接続を実現している。管理用計算機と端末(ワークステーション)の接続にもバス型LANを採用し、端末の増設が容易な構成としている。

表2. システム構成機器の概略仕様

管理用計算機本体	MELCOM350-MU3100
主記憶装置	256Mバイト
補助記憶装置	
固定ディスク	2Gバイト×6
大容量光ディスク	439Gバイト(12インチ光ディスク最大67枚実装可能、オートチェンジャ機構付き)
プロセス入出力	デジタル入出力
シリアル伝送装置	通信速度 9,600bps
管理用計算機ネットワーク	10Mbps (Ethernet)
ワークステーションネットワーク	10Mbps (Ethernet)
ワークステーション	M3466-A154
主記憶装置	24Mバイト
補助記憶装置(固定ディスク)	540Mバイト
ページプリンタ装置	LBP-A304G
カラープリンタ装置	BJC-880J

3.1.2 構成機器の仕様

システム構成機器の概略仕様を表2に示す。

3.2 システムの機能

(注1) "TCP/IP" は、米国Texas Instruments Inc.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) "Ethernet" は、米国Xerox Corp.の商標である。

3.2.1 データ収集・保存機能

ユニット計算機，系列マスタ計算機及びLNG計算機から1分周期で収集するプラント運転データは，固定ディスクに12日間記憶し，その後，光ディスクに最長2年間保存する。また，1時間周期のデータは最長8年間，1日周期のデータは最長70年間保存可能で，長期間にわたる設備の劣化傾向管理に用いる。一定保存期間を経過したデータは大容量光ディスク装置から取り出して保存するが，必要時は装着して使用可能である。主な収集データの種類とデータ点数(想定)を表3に示す。

3.2.2 データ検索，取出し機能

光ディスク及び固定ディスクに保存するデータは，複数端末からの重複検索要求に対して，先着要求のものから順次処理し，要求元端末に検索結果を転送処理する。その間，端末は他の業務の実行が可能である。

また，緊急処理が必要な検索要求については，優先的に端末からの検索処理を実行させることが可能であり，トランザクション処理が渋滞した場合には，検索要求のキャンセルが可能である。さらに，全端末に装備している処理要求状況の一覧表示機能により，効率的な検索処理を可能としている。

表3. 主な収集データの種類とデータ点数(想定)

設備	データ種類	データ収集周期	光ディスク保存周期	点数(注)
ユニット計算機 (1号, 2号)	アナログ	1分	1分, 1時間	1,300
	デジタル	1分	1分, 1時間	4,260
	振動データ	5秒	5秒, 1分, 1時間	80
	ログデータ	1日	1時間 1日	1,000
系列マスタ計算機 (3~6号系列)	アナログ	1分	1分, 1時間	12,000
	デジタル	1分	1分, 1時間	40,000
	振動データ	5秒	5秒, 1分, 1時間	160
	ログデータ	1日	1時間 1日	3,200
	解析データ	起動, 停止時	起動, 停止時	—
LNG計算機	アナログ	1分	1分, 1時間	4,000
	デジタル	1分	1分, 1時間	10,000
	ログデータ	1日	1時間 1日	1,000

(注) データ点数は，ユニット(系列)当たりの点数を示す。

3.2.3 解析業務支援機能

解析業務支援機能は管理用計算機の主要機能で，使いやすさに最大のポイントを置いている。複数業務に共通して使用できる汎用機能と，個々の業務目的に対応した特定機能とに分類される。

以下に，機能の概要と特長について述べる。

(1) 検索機能

十年以上の長期間にわたる二十数万点に及ぶデータを任意に取り出すためのデータ点番号の検索は，従来，入出力ポイントなどのドキュメントを調べる必要があり，大変な労苦を要した。このシステムでは，点番号検索機能によって必要なデータを簡単に取り出すことを可能としている(図4)。

(2) 汎用機能

汎用機能は，どのデータに対しても同様に使える機能で，一度に大量の情報を様々な形で表示し，各種解析業務を強力に支援する。汎用機能の一覧を表4に示す。また，汎用機能の特長を以下に示す。

(a) データ一覧表示は，点番号に対して時系列データを縦方向に表示するものと横方向のものがあり，用途に応じて使い分けができる(図5)。

(b) トレンド表示，データ一覧表示などは，

表4. 汎用機能一覧

(1)	データ一覧表示(周期指定・横方向)
(2)	データ一覧表示(周期指定・縦方向)
(3)	データ一覧表示(日時指定・横方向)
(4)	デジタルトレンド表示
(5)	トレンドグラフ表示
(6)	オンライントレンドグラフ表示
(7)	トレンドグラフ重ね合せ表示(2期間)
(8)	トレンドグラフ重ね合せ表示(8期間)
(9)	日別統計データ表示
(10)	月別統計データ表示
(11)	散布図表示
(12)	分布図表示
(13)	帳票作成機能

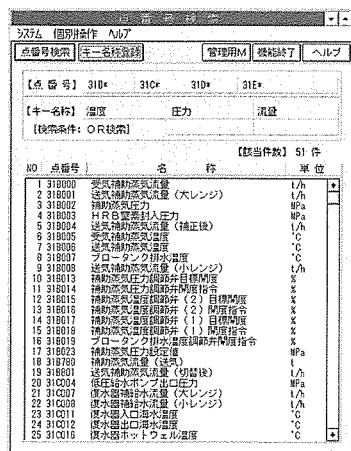


図4. 点番号検索

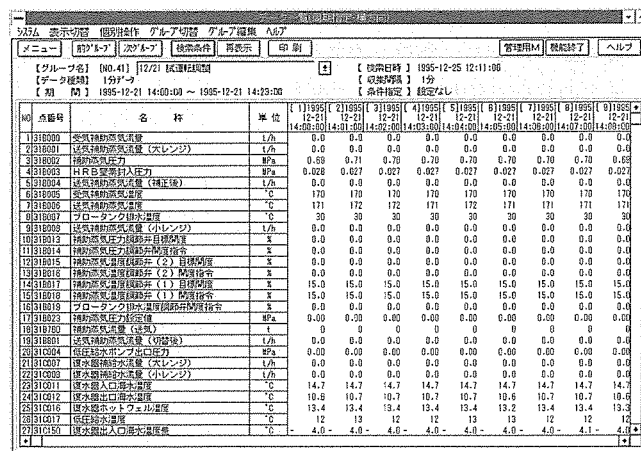


図5. データ一覧

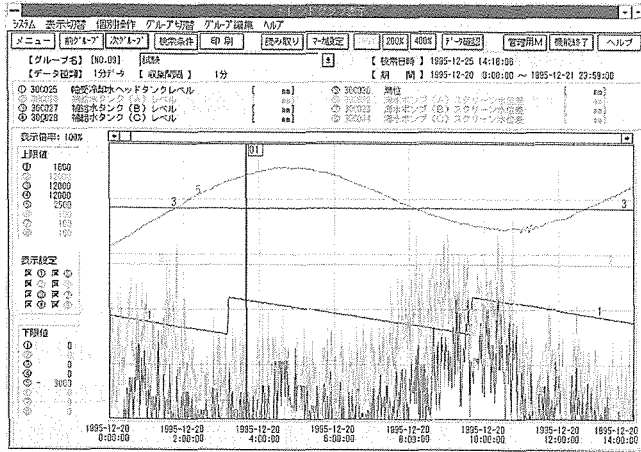


図6. トレンドグラフ表示

表5. 特定機能一覧

(1)	記録計表示
(2)	経年変化表示
(3)	運転状態監視
(4)	起動停止状況管理記録
(5)	起動停止実績管理
(6)	起動停止データ送信
(7)	アンモニアタンク受入れ予想
(8)	トリップアナログトレンドグラフ表示
(9)	警報メッセージ検索
(10)	ログデータチェック用基準値作成
(11)	光化学スモッグ発令時ガイド
(12)	環境関係測定データ諸合計
(13)	負荷状態表示
(14)	ライダリング摩耗予測計算
(15)	高圧気化器保守管理記録作成

第3-1号 ボイラー・蒸気タービン・ガスタービン起動、停止状況記録

自平成7年11月2日
至平成7年12月24日

川越火力発電所

年月	運転状況			停止状況			
	発電日数	起動回数	発電時間	給電停止	積砂停止	事故停止	その他停止
7年11月	1	18	49	18	0	0	0
7年12月	8	58	1951	58	0	0	0
合計	9回	76回	2000時間	76回	0回	0回	0回

今回の定期点検期間 自平成7年11月2日
至平成7年12月24日(予定)

図7. 帳票サンプル

大画面イメージをウィンドウ表示しスクロールできるので、一度に大量の情報を得ることができ、解析業務に有効である(図6)。また、各ワークステーションでオンラインデータのトレンド表示も可能である。

(c) 検索するための条件及び検索結果とともにワークステーション上で保存できる。したがって、頻繁に使うものや定期的に検索する業務では、保存している検索条件の期間を変更するだけで容易に目的のデータを検索できる。また、一度検索した結果は、光ディスクからデータを再度取り出

す必要がなく、瞬時にデータを表示することができる。

(d) 汎用機能で検索した情報は、ワークステーション上でサポートされている市販のOAパッケージで作成した表やグラフなどに組み込むことができ、データ収集後の表計算やグラフ化などの解析業務を容易に行うことができる。帳票の例を図7に示す。データ一覧表示機能で検索したデータを、あらかじめOAパッケージで作成・登録したフォーマットに重ねて印字出力し、帳票としたものである。

(3) 特定機能

特定機能は、目的と運用方法が明確になっている業務に対して専用に設けられているもので、表5に示す機能がある。

4. むすび

以上、発電所における設備運用管理支援システムの例として管理用計算機を中心に紹介したが、管理用計算機そのものが、蓄積した長期間のデータを使って設備の管理を行うものであり、現在、蓄積データを使った新しい管理手法の検討が進められている段階である。本稿で紹介した汎用機能は、利用範囲を限定していないので、必要なデータの検索と解析を容易に行うことができ、新しい管理手法の検討に最適であると確信している。

近年、計算機本体やその周辺装置及び通信技術を始めとする情報処理システムに関する技術進歩は著しく、特に計算機については、ダウンサイジング(小型・高性能化)の速度は予想をはるかに越える勢いである。

今後は、管理用計算機としての使いやすさをより一層向上させるとともに、長期間の運転履歴データを活用した業務効率化システムへ発展させていく予定である。

電力基幹系光通信網システム

溝口隆宏* 手島邦夫*
仲川栄一*
菅原冬樹*

1. ま え が き

1970年に実用的な伝送損失の光ファイバの実現可能性が最初に実証されて以来、光ファイバ通信技術は順調に発展し、その低損失・広帯域・細しん(芯)・軽量・無誘導などの優れた特性を發揮して、今では様々な分野で使用されている。

電力会社においても早い段階から光ファイバの絶縁性・無誘導性に着目して研究開発を進め、OPGW(光複合架空地線)の実用化を契機として、基幹インフラとしての光通信網の整備を推進してきた。電力系統保護や電力運用等の高信頼度を要求される重要回線では、耐災害性の見地から無線回線が主流であるが、今後のマルチメディア化の進展による情報量の増大に対応して、高速・広帯域化が容易な光通信は、ますます重要性が増し、電力保安通信網に確固たる位置を占め、拡充されていくものと予想される。

一方、1985年4月の電気通信の自由化により、従来、国内通信は日本電信電話(株)(NTT)、国際通信は国際電信電話(株)(KDD)によって運用されてきた我が国の電気通信制度は大きく変革し、電力各社はその豊富な自営光通信網を背景に地域系NCC(New Common Carrier)を設立し、発展を続けている。

本稿では、基幹系光通信網の動向について述べるとともに、最新の光伝送システムとしてSDH(Synchronous Digital Hierarchy)伝送装置、光増幅伝送システム、波長多重光伝送システムの概要を紹介する。

2. 基幹系光通信網の動向

2.1 電力保安通信の課題

電力会社の通信ニーズとしては、電気事業に直結した高品質な電力の安定供給に供される電力系統保護通信と、業務の機械化・効率化に供される業務用通信に大別される。

前者については極めて高い信頼性が要求され、耐災害性の見地から無線回線が主流である。しかし、ますます拡大化・複雑化する電力系統に伴い、設備運用の情報量の増加による無線回線の容量不足が懸念される。情報の重要度や即時性により、光通

信網の活用を図る必要が生じてくるものと想定される。後者については、サービスの向上と複雑化する業務の効率化・情報化に対応して、光通信網の一層の拡充を図る必要が生じてくるものと考えられる。

表1に電力保安通信の課題を示す。

今後の高度情報化の進展と電力会社の社会的使命を考慮すると、構築する通信インフラは、グローバル化に対応可能な広域性を持ち多様なサービスを統合できるネットワークが望まれる。

また、電力会社が伝送路に使用しているOPGWの制約(心線数、ファイバの種類)や中継局設備の設置場所等の既存設備の条件を考慮し、電気事業の一層のコスト低減に寄与する伝送方式、技術の適用を選定する必要がある。

2.2 新同期インタフェース

従来のデジタル網は、アナログ時代との対応や高価な伝送路リソースを効率的に活用する必要性から、きめ細かい多重化階てい(梯)(デジタルハイアラキー)が設けられてい

表1. 電力保安通信の課題

分類	課題
電力系統保護通信	系統の複雑化と高度化による情報量の増大 無線回線の容量不足 高信頼性の確保、耐環境性、耐災害性 既存設備の有効利用とコスト低減
業務用通信	サービス向上のための情報量の増大 業務効率化のための情報量の増大 既存設備の有効利用とコスト低減

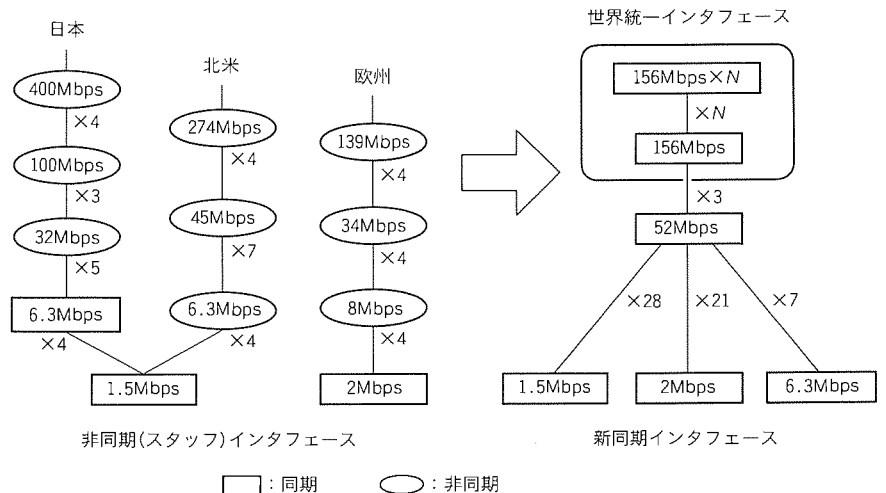


図1. 新同期インタフェース

た。

また、各国の事情に応じて独自にネットワークを形成したため、世界にはネットワークインタフェースとして、図1に示す3種類のデジタルハイアラキが存在することになった。電力会社の基幹系光通信網も、旧ハイアラキ(非同期ハイアラキ)で構築されている。

近年、広帯域サービスを含む複数のサービスを同一ネットワークで提供し、情報通信のグローバル化・マルチキャリア化・マルチベンダ化に対応した世界統一インタフェースの必要性が高まり、これに対して1988年にITUで勧告化されたのが新同期インタフェースである。

新同期インタフェースでは、156 Mbpsを基本速度とする多重化階梯(新同期ハイアラキ:SDH)で、柔軟な同期多重化構造と豊富な保守運用情報の転送機能を持つ網内インタフェース(Network Node Interface:NNI)を規定しており、伝送路網のシンプル化と経済化を図りつつ、多様な新サービスに対応したネットワークの構築を可能にしている。

既に新同期インタフェースは電気通信事業者のネットワークでは主流となっており、電力各社の地域系NCCでもSDH対応の機器が多数導入されている。今後、電力会社の自営通信網においても本格的に実用に供されていくものと予想される。

2.3 光ファイバ伝送技術

初期の光ファイバ伝送はマルチモードファイバを用いたものであったが、シングルモードファイバへの移行と波長1.5 μm帯による伝送路の低損失化と広帯域化、光直接増幅技術による送信光高出力化と受信感度の改善などにより、大容量長距離伝送へその能力を飛躍的に拡大している。図2に高速光伝送技術の進展について示す。

現在、デジタルの“0”“1”の情報を光の有無で伝送する強度変調直接検波(IM-DD)方式では、伝送速度は10 Gbpsまで実用化の段階に入っている。エルビウム添加光ファイバ増幅器に代表される光直接増幅器は、中継器として海底ケーブルを始めとする基幹伝送路に用いられるとともに、送受信装置内の光信号増幅に用いることで、伝送速度と伝送距離の拡大に多大の寄与をしている。最近では伝送能力の一層の向上のために、光の波としての性質を生かした波長多重伝送、周波数多重伝送、ソリトン伝送などの研究開発も盛んに進められている。

電力会社の基幹系通信網においても、伝送路として用いているOPGWの心線数制約や中継局の設備維持コストなどの観点から、情報量の増大に対応してこれら光伝送技術の適用が課題になるものと予想される。

3. SDH伝送装置

電力及び地域系NCCの通信網において、ITU-T及びTTCで勧告・標準化されたデジタルハイアラキ

(SDH)に基づくSDH伝送装置の導入が進んでいる。SDHは、飛び越し多重や、既存の非同期デジタルハイアラキ(Presynchronous Digital Hierarchy:PDH)などの低速信号から映像などの高速信号を混在収容可能な多重化構造と、豊富な網の保守・運用情報伝送能力により、柔軟でシンプルな同期通信網の構築が可能である。

当社においては、SDH 600 Mbps多重端局終端装置の開発と製品化を完了し、機種展開として小容量のSDH装置である150 Mbps、50 Mbpsの製品化を行っている。図3にSDH伝送装置のシステム構成例を示す。また、図4にSDH 600 Mbps多重端局終端装置(600M-LTM)の外観を示す。

以下に、装置の概要を述べる。

3.1 装置の特長

装置の特長は、以下のとおりである。

- (1) 機能ごとのユニット構成により、ユニットを組み合わせることで、既存デジタルハイアラキ信号やSDH光低速信号収容を柔軟に構成することが可能である。また、多重終端装置の小容量装置においては、1ユニットで機能のすべてが構成される省スペース化を実現している。
- (2) 遠隔からの監視・試験・制御、ソフトストラップによる設定、運用状態の履歴保持が可能である。
- (3) 信号処理部の大規模なCMOS LSI化による低消費電力化を実現し、ファンを使用しない自然空冷を実現している。

3.2 装置の概要

現在、大別して以下の3機種の製品展開を行っている。

- (1) 多重端局終端装置(L&Tモジュール)

- (a) 600 M-LTM

SDH低速光信号(52及び156 Mbps)及びPDH低速信号(1.5, 2, 6.3及び8 Mbps)を多重化し、SDH高速光信号(622 Mbps)として伝送を行う。

- (2) 多重端局装置(Lモジュール機種)

- (a) 600 M-LMM

SDH低速光信号(52及び156 Mbps)を多重化し、

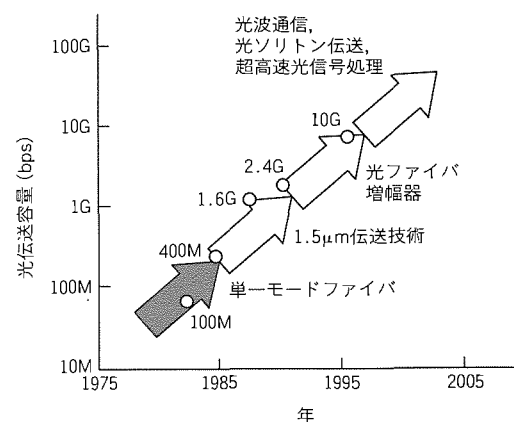


図2. 高速光伝送技術の進展

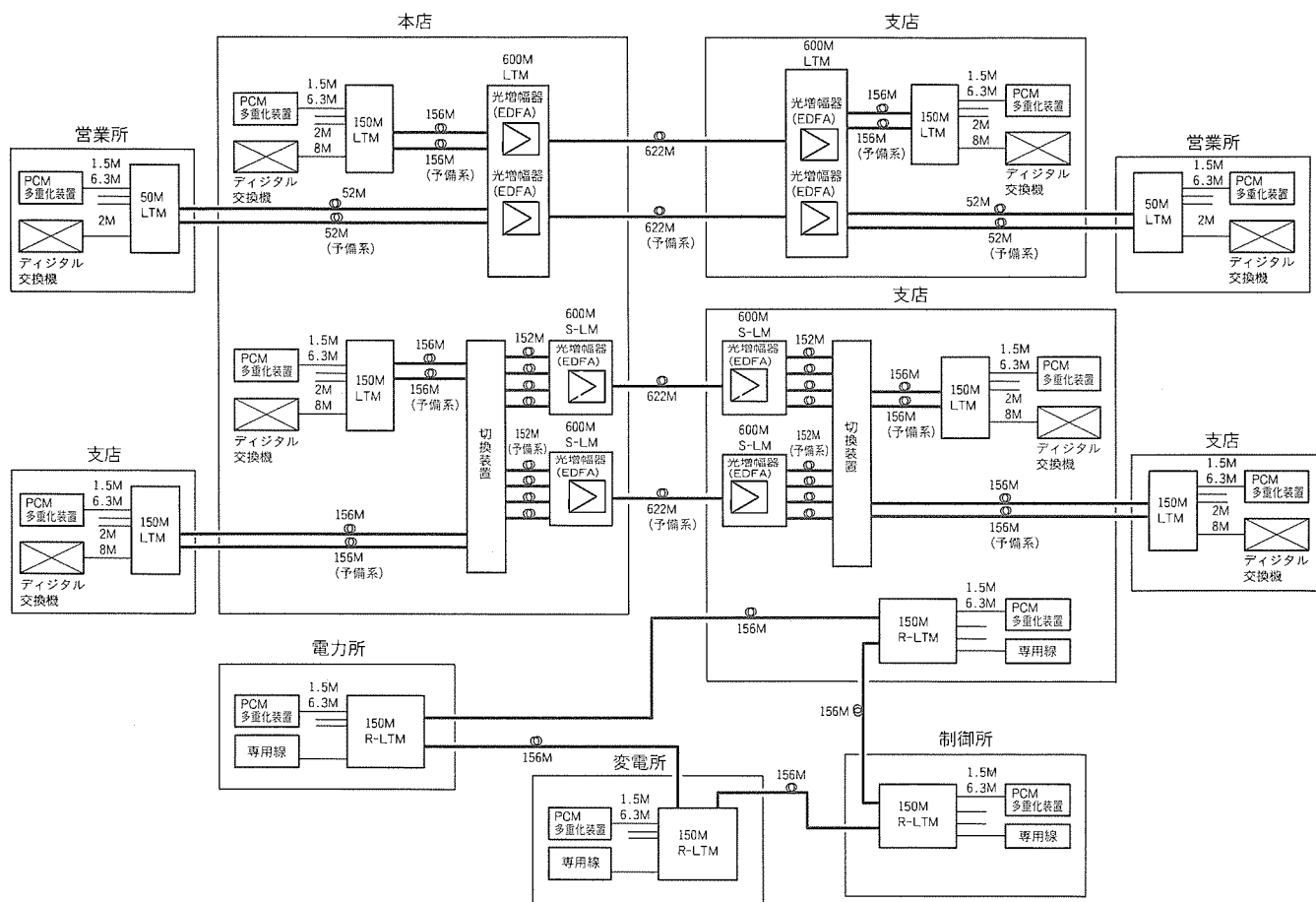


図 3. SDH装置のシステム構成例

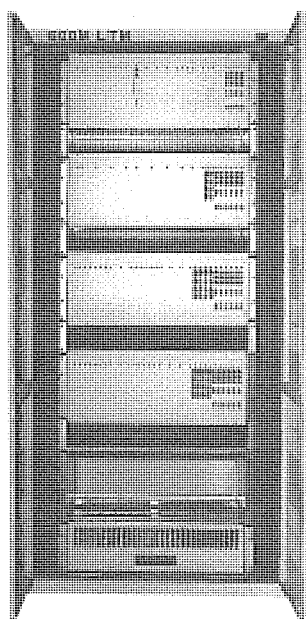


図 4. SDH 600Mbps多重端末局終端装置の外観

SDH 高速光信号 (622 Mbps) として伝送を行う。

(b) 600 M S-LM

伝送路部を一重化構成にすることにより、1ユニットで SDH 低速光信号 (52 及び 156 Mbps) を多重化し、SDH

高速光信号 (622 Mbps) によって伝送を行う。切換装置と組み合わせることで、600M-LTM相当の機能を実現している。

(3) 多重終端装置 (T モジュール機種)

(a) 150 M-LTM

PDH 低速信号 (1.5, 6.3, 2 及び 8 Mbps) を多重化し、SDH 高速光信号 (52 及び 156 Mbps) として伝送を行う。

(b) 50M-LTM

PDH 低速信号 (1.5, 2 及び 6.3 Mbps) を多重化し、SDH 高速光信号 (52 Mbps) として伝送を行う。1ユニットで構成できる省スペース構造を採っている。

(c) 150 M R-LTM

PDH 低速信号 (1.5 及び 6.3 Mbps) を多重化し、SDH 高速光信号 (156 Mbps) として伝送を行う。モード設定によってリング型ネットワークが構築可能で、伝送路の有効利用に寄与する。

(4) 光ファイバ増幅器 (1.55 μm 帯 EDF 増幅器)

各装置のオプション機能として、エルビウム添加ファイバ (Erbium-Doped Fiber: EDF) を用いたブースタアンプを実装して、622 Mbps での 120 km 以上の無中継伝送を実現する。

3.3 今後の課題

電力及び地域系 NCC 各社においては、今後、映像伝送などの高度サービスの普及による情報量の増加により、大容量伝送を限定された条件（光ファイバ数、設置スペース）で実現する必要がある。また、事業運営上の要求として、伝送路などの一層の信頼性向上とともに、通信コストの低減が必ず（須）となっている。

これらの動向を踏まえ、今後の開発課題として、下記項目への一層の取組を強める。

- 高密度実装技術、最適機能分割による省スペース化
- IC プロセス技術及び基板配線技術による高速伝送化
- 信号処理回路への LSI 開発と適用による低消費電力化
- 低光増幅技術及び光受信器高感度化による長距離伝送化
- 保守・運用の高度化に対応する監視制御処理の高速化
- 低コスト化

4. 光増幅伝送システム

4.1 1.5μm帯光ファイバ増幅器

EDFを用いた波長1.5μm帯光ファイバ増幅器(EDFA)の進展は目覚ましく、高利得・低雑音・広帯域などの優れた特長により、送信側ブーストアンプ、中継器、受信側プリアンプなど、光伝送システムにおいて広範囲に用いられるに至った。10 Gbps級の超高速光伝送システムにおいては、光ファイバ増幅器が受信機の最小受光レベル劣化を補い、従来伝送速度と同等の中継間隔を可能とする。

また、600 Mbps程度までの伝送速度では、光ファイバ増幅器の適用による伝送限界距離の拡大が可能となり、新規伝送路敷設における中継間隔の拡大、又は既存伝送路での適用における中継局廃止を可能にする。

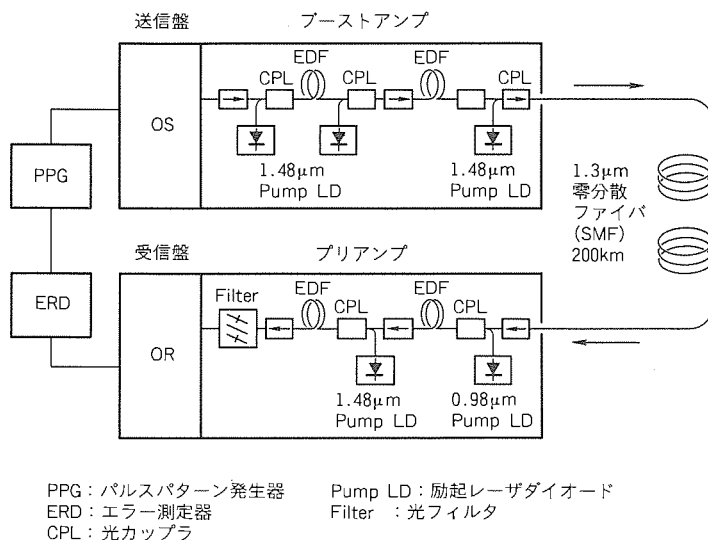


図5. 長距離無中継伝送実験システムの構成

600 Mbps SDH 伝送装置に EDFA を適用し、室内伝送実験を実施した。図5に実験システムの構成を示す。送信側ブーストアンプ、受信側プリアンプともに2段階構成とし、ブーストアンプは励起波長1.48μmレーザダイオード(Laser Diode: LD)を3個使用し、アンプ出力+15 dBm以上の高出力化を達成した。プリアンプは波長0.98μmLDを前段の励起に用い、高感度化・低雑音化を達成した。

送受信間は、電力及び地域系 NCC における既設伝送路を考慮し、1.3μm零分散ファイバ(Single Mode Fiber: SMF) 200 kmで接続した。光送信器には当社で開発した狭線幅1.5μm多重量子井戸(Multiple Quantum Well: MQW)構造分布帰還型レーザダイオード(Distributed Feedback-Laser Diode: DFB-LD)⁽²⁾を使用した。このLDの発振スペクトル幅は0.3 nmで、伝送路ファイバの波長分散による受信感度劣化を最小限に抑えることができる。

図6に符号誤り率特性の測定結果を示す。200 km伝送後の、誤り率10⁻⁹を与える受信側のプリアンプ受光レベルは-44.5 dBmであり、Back to Back(直接接続)時からの感度劣化は0.8 dBである。

以上から、SMF伝送路を用いた実フィールドにおいても長距離無中継光伝送の達成が可能であり、今後一層の適用増大が期待できる。

4.2 1.3μm帯光ファイバ増幅器

電力及び地域系 NCC では1.3μm零分散ファイバの敷設距離が長い、1.5μm帯光信号に対する大きな損失発生が指摘されており、1.3μm帯光増幅の実現が求められている。半導体増幅器も特性が進歩してきたが、偏光依存性や高速動作での符号間干渉に未だ課題を残しており実用化には至っておらず、EDFAと同様の1.3μm帯光ファイバ増幅器への潜在的期待が大きい。

各機関で研究が進められてきた結果、プラセオジウムをフッ化物ファイバ中に添加したプラセオジウム添加ファイバ(Praseodymium-Doped Fiber: PDF)を用い、波長

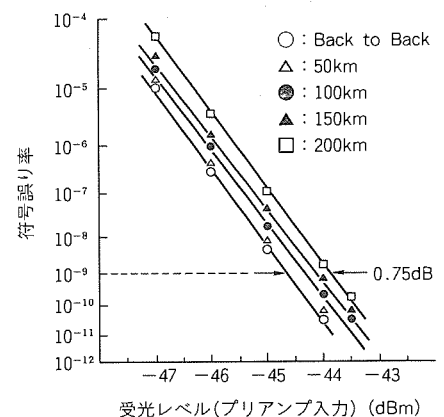


図6. SMF長距離無中継伝送実験結果

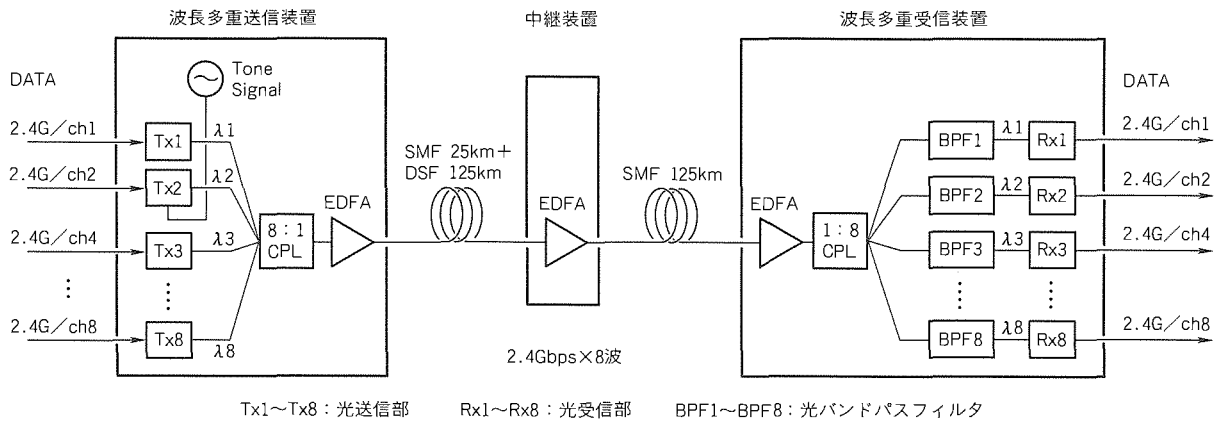


図7. 波長多重光伝送実験システムの構成

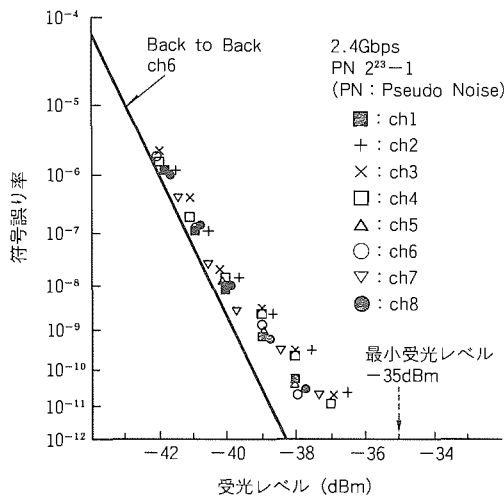


図8. 2.4G-8波WDM伝送実験結果

1.017 μm で励起して1.3 μm 帯光信号を増幅するPDFA (Praseodymium-Doped Fiber Amplifier)が最も有望であるとされている。今後、光伝送システムにおける実用化に向け、さらに以下に示す課題の解決が必要である。

- (1) PDFAのパワー変換効率約5%とEDFAの80%以上に比べて極めて低く、PDFの高効率化、励起光の高出力化が求められる。
- (2) 通信システムでの適用を考慮すると、励起光源は高信頼性があるLDが必要である。
- (3) フッ化物ファイバの問題である潮解性と偏心を克服し、高安定・高信頼・低損失・低反射を満足する石英系ファイバとの接続が必要である。

5. 波長多重光伝送システム

5.1 波長多重光ネットワーク

需要の増加による高速化のみならず、サービスの多様化と設備の導入時期等に柔軟に対応する必要がある。特に、電力及び地域系NCCにおいては既設光伝送路からの制約もあり、10 Gbps級の超高速光伝送システムの早期導入は現実的な

い。この解決として、波長の異なる複数光信号を1本の光ファイバで伝送する波長多重方式が有効である。

1.3 μm 帯と1.5 μm 帯の2波長多重は従来も行われているが、波長多重数の増加により、PHSやCATVなどの複数サービスをサービスごとに波長を割り当てて収容することが可能になる。さらに、2地点間の伝送だけにとどまらず、任意の地点で任意の波長信号の取出し/追加をすることにより、通信需要に応じた柔軟なネットワークの構築が可能となる。

波長多重光ネットワークの実現においては、低コストでのシステム構築と、柔軟なチャネル増設環境の提供を考慮する必要がある。超高速伝送システムに対するコストメリットを確保するために、LD直接変調又は変調器集積型LDを用いた信号変調方式の検討と、低価格光部品による合波/分波の検討などが必要である。また、大容量幹線系では光ファイバ増幅器と併せて適用することが今後必須の状況であるため、波長多重化帯域を光ファイバ増幅器の利得帯域内で実現することと、光ファイバ増幅器利得の広帯域平坦(坦)化、伝送波長数の変化に対応する利得制御方式の実現などが必要である。

5.2 波長多重光伝送システム

波長多重光ネットワークの基礎実証実験として、図7に示すシステム構成で伝送試験を実施した⁽³⁾。伝送速度2.4 Gbpsの信号を8波長多重し、EDFAによる一括中継増幅を行う構成である。

LD直接変調方式で懸念される波長分散劣化を防ぐために、狭線幅MQW DFB-LDを用いた。波長合波/分波には低価格なファイバ溶融型光カップラを使用した。また、送信側ブーストアンプは入力波長数の増減に対して安定な利得を得るために、特定チャンネルに重畳したトーン信号をブーストアンプ内でモニタして利得制御を行う方式とした。この方式は特別な波長分波機能を必要とせず、電気フィルタによって低価格に実現できる。

図8に、SMF 25 km+1.5 μm 零分散シフトファイバ

(Dispersion Shift Fiber : DSF) で 125 km 伝送した後に EDFA で 8 波長を一括増幅中継し、さらに SMF 125 km を伝送した場合の符号誤り率特性測定結果を示す。

誤り率 10^{-11} を与える受光レベルは -35 dBm で、マージンを持っており、各チャネルの受信感度ばらつきは 1.5 dB 以下であった。また、送信波長数を 1 波から 8 波の間で変化させた場合にも、各波長のブーストアンプ出力レベルは ± 1 dB 以内で安定しており、利得制御方式の有効性を確認している。

今後、既存光伝送システムとの融合、中継地点での任意波長の取出し/追加など、波長多重光ネットワーク構築に向けた取組を継続する。

6. むすび

電力基幹系光通信網システムへの適用をターゲットに開発

を進めている SDH 伝送装置、光増幅伝送システム、光波長多重伝送システムを中心に紹介した。今後とも、この分野への取組を強め、鋭意開発を推進する所存である。

参考文献

- (1) 宮脇 隆：NTT における研究開発 特集 光加入者ネットワークとサービス—NTT 国際シンポジウム93—, NTT R&D, **43**, No. 2, 127 (1994)
- (2) 平野良一, 青柳利隆, 宮崎泰典, 後藤勝彦, 南原成二, 増田健之：2.5 Gbps 長距離伝送用 DFB レーザとそのモジュール, 三菱電機技報, **68**, No. 6, 550~553 (1994)
- (3) 本島邦明, 高野勝美, 中川潤一, 清水克宏, 北山忠善：2.4 Gbit/s WDM 光増幅中継伝送システム, 信学技報, OCS 94-45 (1994)

給電情報ネットワーク

西門 裕* 谷口 順**
水谷哲夫*
藤田 進*

1. ま え が き

情報化社会が進展するにつれ、産業面でも日常生活面でも、電力に対する依存度が高まっており、その安定供給が常に求められている。このような社会的ニーズを背景に、電力会社では、電力系統の広域運用と複数システム間の情報の共有化などを主な目的として、給電情報ネットワークを高度化し、より高効率で多様なデータを扱えるように、ネットワークの整備を進めている。

当社においては、電力会社の指導の下、この給電情報ネットワークの構成要素である情報伝送装置（以下“CDT (Cyclic Digital Transmission) 装置”という。）、CDT用パケット多重化装置（以下“CDT多重化装置”という。）、データ交換網の製品化に取り組んできている。

本稿では、その取組及び最近の製品化動向について述べる。

2. 給電情報ネットワークの動向と当社の取組

給電情報ネットワークは、図1及び表1に示すような装置から構成されている。

給電情報ネットワークでは、電力系統の広域化と運用の高度化に伴い、より多くのきめ細かな給電情報を複数システム間で共有する必要性が増してきている。このような給電情報の多様化と情報量の増大に対応し、さらに、給電ネットワークとしての高信頼性の確保とこれまで以上のレスポンス時間の短縮を実現するネットワークとして、図(a)のようなネットワークから図(b)のような新装置で構成された新ネットワークへの移行が必要となってきている。

新給電情報ネットワークを構成する各機器への当社の取組

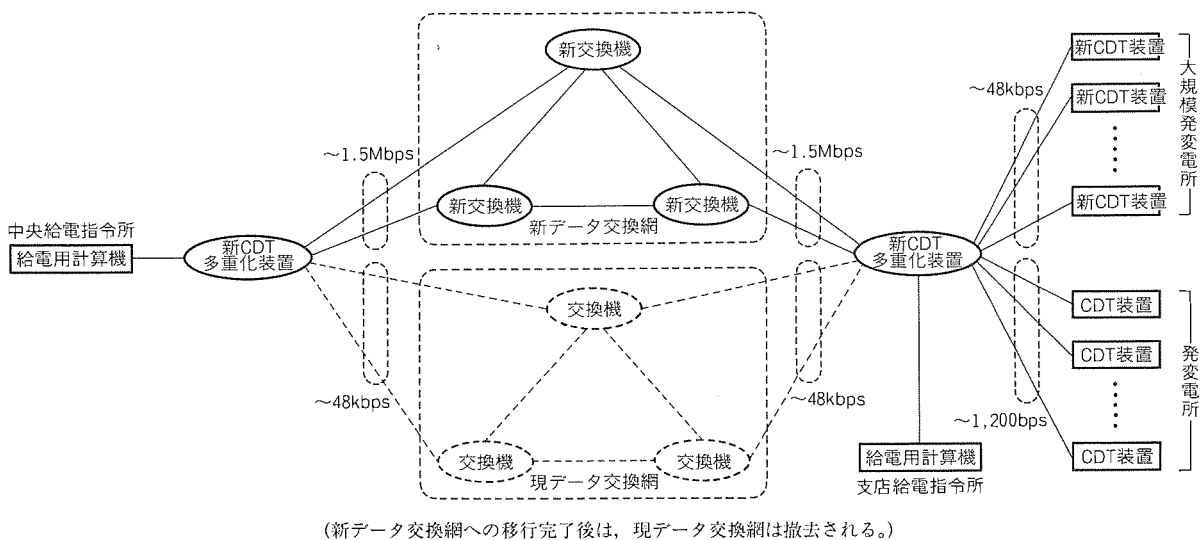
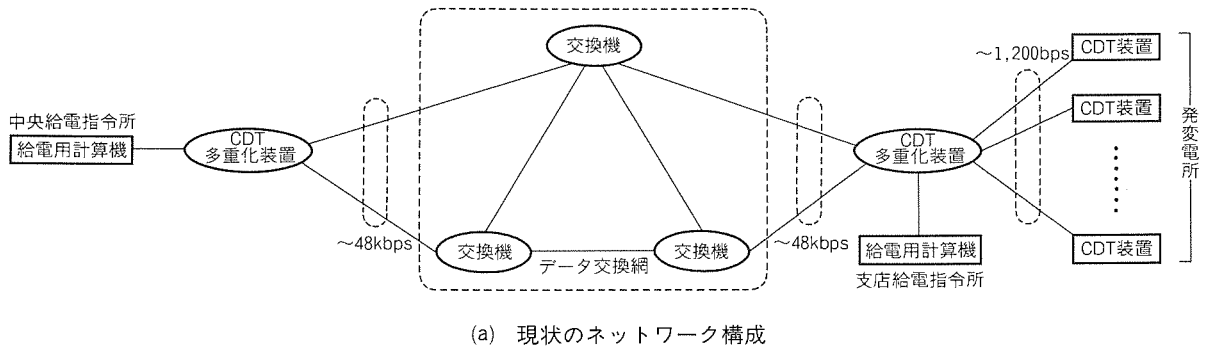


図1. 給電情報ネットワーク構成の動向

表 1. 給電ネットワークの基本構成装置

装置名	基本機能
情報伝送装置 (CDT装置)	計測量(TM), 状態信号(SV)などのプロセス信号を入力し, これを一連のCDT情報として送信する。また, CDT情報を受信し, プロセス信号を出力する。
CDT用パケット多重化装置 (CDT多重化装置)	CDT装置, 給電用計算機などから受信した情報を編集・多重化し, 他のCDT多重化装置に送信する。また, 他のCDT多重化装置から受信した情報を分解し, CDT装置, 給電用計算機などに送信する。
データ交換機	CDT多重化装置などから受信した給電情報を, あて先に応じて中継交換を行う。

について, 次に要約する。

(1) 新CDT装置への当社の取組

これまでの CDT 装置は, 電気学会によって定められた伝送方式 (40/44/64 ビット方式) を使用している。この伝送方式は, 高信頼ではあるが, 伝送速度は 1,200 bps 以下である。

この従来方式よりも伝送効率が高く, 伝送速度も 9,600 bps, 48 kbps など高速で使用できる, HDLC (High-level Data Link Control Procedure) 伝送方式を採用した大容量情報伝送装置 (新 CDT 装置) が普及しつつある。

当社では, 1970 年ごろから CDT 装置⁽¹⁾を数多く出荷してきており, その間得られたネットワークのデジタル化や装置のスリム化などに対するノウハウを生かしながら, 新 CDT 装置の製品化を行っている。

(2) 新 CDT 多重化装置への当社の取組

CDT 多重化装置は, 情報の集中する支店や大規模電気所などに設置し, CDT 多重化装置間の情報伝送に給電用データ交換網を利用することで, 高速・高信頼の通信を実現している。このことは, それまで個々の拠点間に必要だった CDT 用の回線数を大幅に削減するとともに, 情報の伝送先やデータ編集内容の変更を CDT 多重化装置内のテーブル変更のみで実現できる効果をもたらした。

CDT 多重化装置では, このような高効率に多重化する機能に加え, 状態変化情報の優先伝送機能, 交換機への二重帰属 (2ルート伝送) などの各種の高信頼度設計がなされている。

当社では, 1983 年に CDT 多重化装置⁽²⁾の初号機を出荷しているが, リプレース時期に合わせ, 前述の新 CDT 装置の収容, 回線収容数の拡張, データ編集機能の充実, 次期データ交換網への移行に備えた将来設計, などの各種機能アップを同時に図り, 高速・高機能 CDT 多重化装置 (新 CDT 多重化装置) として, 新たな製品化を進めている。

(3) 新データ交換網への当社の取組

現状の給電用データ交換網では, 汎用のパケット交換網で用いられている論理多重と蓄積交換の考え方をベースに, 各電力会社での利用形態に合わせて高信頼化と優先伝送などの

カスタマイズが行われている。最近, LAN (Local Area Network) の普及, 伝送路品質の向上に伴って, パケット交換機よりも高速・低遅延の伝送が可能なフレームリレー交換が実用化されるようになったことから, 次期給電用データ交換網 (新データ交換網) でもその導入が期待されている⁽³⁾。

当社では, CDT 多重化装置の網側機能として, 給電用パケット交換の主要機能を実現し, 1988 年には, その技術を駆使して本格的な全国規模の自営のパケット交換網⁽⁴⁾ (現在は特別第二種通信事業者の MIND (Mitsubishi Electric Group Information Network by Digital Technology) パケット交換網として稼働中) を構築した。また, フレームリレー交換機⁽⁵⁾についても開発を完了している。

3. 新 CDT 装置

新 CDT 装置の特長と概略構成を次に示す。

3.1 新 CDT 装置の特長

新 CDT 装置は, 従来の CDT 装置と同様, 電力を安定供給するために諸設備の監視制御情報を伝送する装置であり, 次の特長を持つている。

(1) 標準プロトコルの採用

国際標準である HDLC 手順を採用しているため, 他の装置とのインタフェースが容易で, 給電情報網との親和性も良い。この HDLC 手順は, インテリジェント遠方監視制御装置でも採用されている伝送手順で, 高信頼な伝送手順として, 電力分野の標準になっている。

(2) 高速・大容量化

HDLC フォーマットを採用することにより, 大容量で, しかも 9,600 bps, 48 kbps の高速伝送が可能となる。これにより, これまでの CDT 装置では不足しがちであった大規模発電所の給電情報の伝送が, 容易に実現できるようになる。

(3) 柔軟な装置構成

電力会社のニーズである装置のスリム化を実現し, また, 装置の二重化, 回線の二重化, 電源の二重化を可能としている。これにより, 限られた装置スペースの中で, 装置二重/回線一重, 装置一重/回線二重化などの種々の装置構成にも柔軟に対応できる。

(4) メンテナンス方法の充実

パソコンと汎用ソフトウェアによる容易な装置データ変更を可能としている。また, 従来の CDT 装置では試験パネルによるビット単位の伝送情報の設定表示のみであったが, プロトコルの履歴, 障害ログ等の表示を可能とし, RAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能の向上を図っている。

3.2 新 CDT 装置の概略構成

新 CDT 装置の機能ブロック図を図 2 に示す。

4. 新CDT多重化装置

新CDT多重化装置の特長と概略構成を次に示す。

4.1 新CDT多重化装置の特長

新CDT多重化装置は加入者側-ネットワーク側のインタフェースとして、より高速・大容量のものを採用するが、既存システムとの互換性も維持する必要がある。以下に、新CDT多重化装置の特長を示す。

(1) 現CDT多重化装置からの柔軟な移行性

給電情報網は、発電所の監視制御情報を扱うために24

時間運転が要求され、保守上の理由で装置停止が必要な場合でも極力短時間に抑える必要がある。また、給電情報網が扱う発電所数は数百に上るため、新CDT多重化装置を導入する場合も、既存のCDT情報をそのまま利用することが必ず(須)条件となる。

ネットワーク側の条件も同様で、現CDT多重化装置を一斉に新システムに移行するのではなく、新CDT多重化装置にネットワーク側の上位互換性を持たせて、順次更新できるように考慮している。

(2) 端末インタフェースの高度化

新CDT多重化装置は、CDT装置、新CDT装置の収容に加え、給電制御用計算機との接続でも伝送効率の良いHDLC手順を採用し、多数の発電所の情報伝送に対応している。

(3) 新データ交換網との接続

給電情報網では、一般のデータ通信と異なり監視情報をサイクリックに伝送するため、ネットワークレベルでは常に最新情報を上書きできる通信プロトコルを採用している。

また、新CDT多重化装置は、現データ交換網との接続以外に、将来に備えたより高速・低遅延の通信プロトコルによる新データ交換網とも容易に接続できる構成としている。

(4) 信頼度の向上

新CDT多重化装置は、給電情報のネットワーク化に伴い、支店のみならず、大規模発電所等にも順次設置されつつある。信頼性を高めるためハードウェアは従来から二重化しているが、より信頼性を高めるため新CDT多重化装置では、冷却ファン、固定ディスク等の可動部品は使用していない。

4.2 新CDT多重化装置の概略構成

新CDT多重化装置の機能ブロック図を図3に、また、装置の外観を図4に示す。

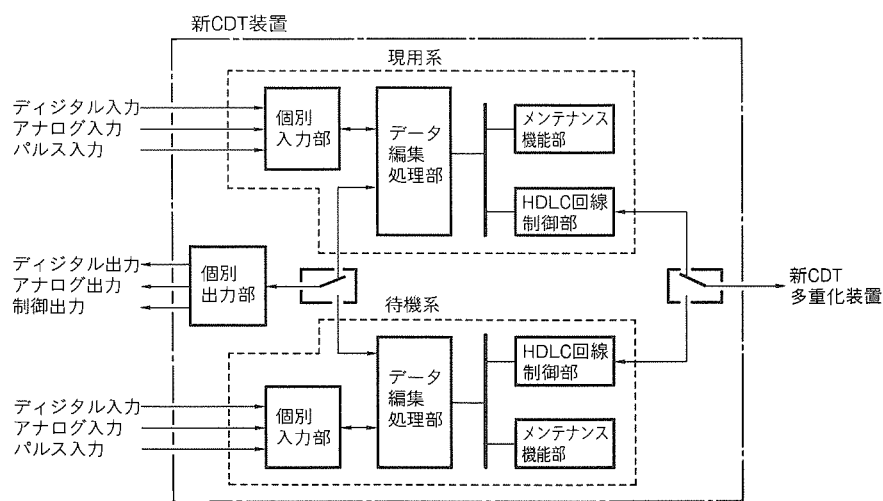


図2. 新CDT装置の機能ブロック図

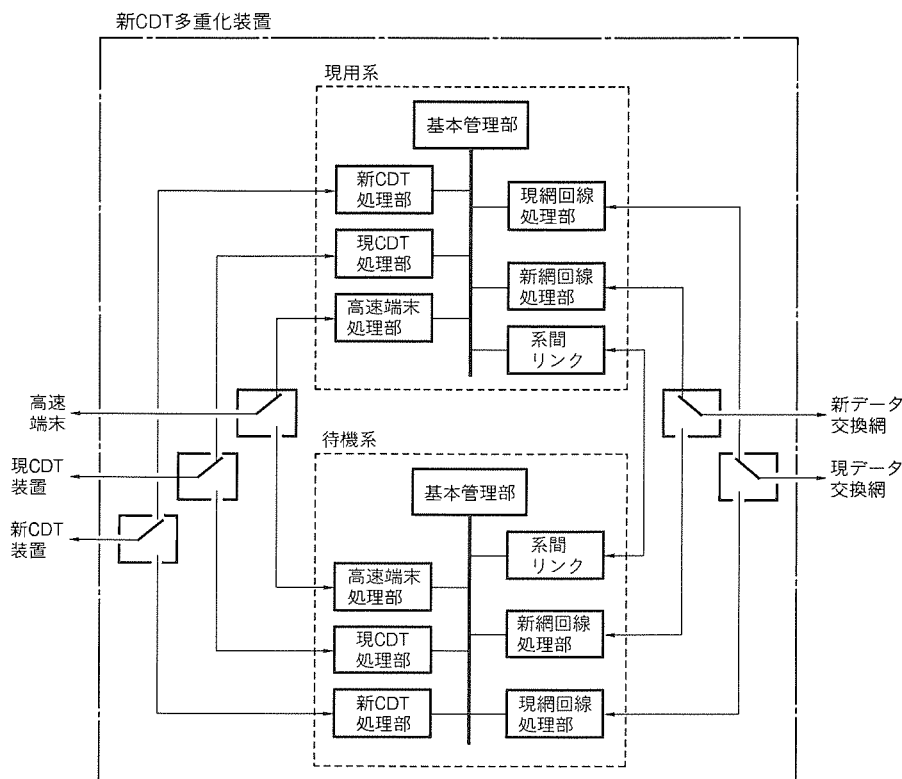


図3. 新CDT多重化装置の機能ブロック図

5. 新データ交換網

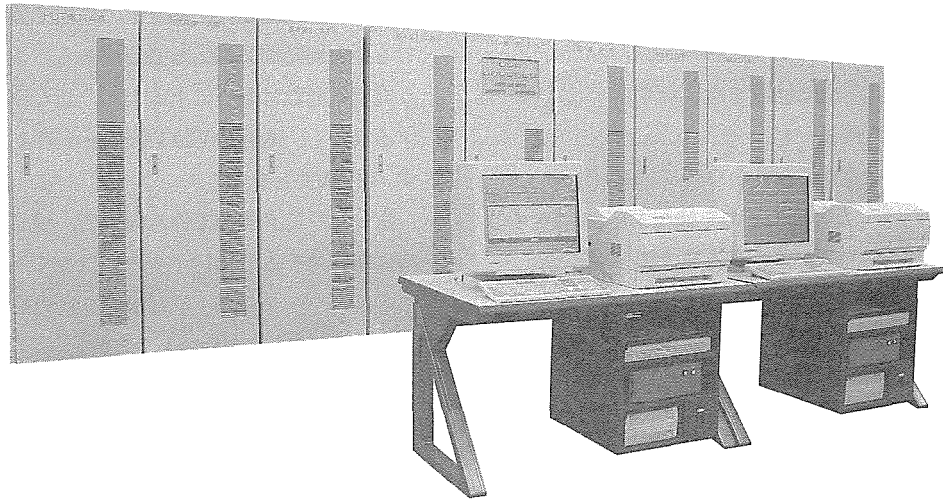


図4. 新CDT多重化装置

現状の給電用データ交換網は、HDLC手順の上に固有のプロトコルを重ねたもの、又はITU-T勧告X.25のプロトコルをベースにして構築されている場合が多い。これらのプロトコルは、通信品質維持のための機能が低い反面、その機能実現のための手順処理が重く、将来の高速・大容量データ伝送の要求には必ずしも適していない。一方、最近の技術面の動向からみると、伝送路の通信品質は非常に向上してきており、また高速通信プロトコルのための標準化が急速に進んでいる。

新データ交換網の構築に際して今後どのような給電関連情報を扱うか、また、それらの情報を伝送するのに適したプロトコルは何かについて、次に考察を行う。

5.1 給電関連情報

給電用データ交換網で扱う情報のうち最も代表的で重要度の高い情報として計測量(TM)や状態信号(SV)などの給電情報があり、前述の新CDT装置や新CDT多重化装置の出現とともに、情報量は増加の一途をたどっている。

また、制御用計算機間や監視用計算機間のバースト的なファイル転送による情報転送も増加している。

通信設備管理に代表される監視・制御情報では、通常の場合にはさほど伝送量はないが、監視対象で何らかの障害が発生したり、障害に対処するためにその制御が必要になると、一時的に多くの情報が流れることになる。

このように、新データ交換網では、大量の給電情報に加え、バースト的なファイル転送情報、一時的に多くの情報が流れる監視・制御情報など、情報量や用途の異なる多種多様な情報を混在した形で収容する必要があり、より高速でしかも大量のデータを扱えることが必要となる。

さらに、今後のマルチメディア化に対応した音声・動画情報を給電関連情報として収容する必要性が出てくると、新データ交換網は、更に超高速・超大容量の交換網へと発展することになる。

5.2 データ交換方式

給電関連情報を扱うデータ交換網を考える場合、①現状の交換網、②高速・大容量の新交換網、③超高速・超大容量の将来交換網、の三つに分類する。

現状の給電用データ交換網は、主にX.25プロトコルの考え方をベースにして構築されているため、伝送速度は48 kbps以下で使用されている。

次期給電用の新データ交換網では、手順処理が軽く、高速・低遅延の伝送を特長とするフレームリレープロトコルの採用が注目される。フレームリレーは、1.5 Mbps程度までの速度で伝送が可能で、大量のCDT多重化情報の伝送や計算機間のファイル転送に向いており、一般のLAN間通信でも実用化されている。

将来の給電用データ交換網としては、手順処理をハードウェア化し、即時性の高いデータを超高速で伝送できるATM(Asynchronous Transfer Mode:非同期転送モード)プロトコルの適用が有望視される。ATMは、156 Mbpsまでの速度で伝送が可能で、音声・動画情報の伝送に特に向いている。

以上、三つの交換方式の比較結果を表2に示す。

フレームリレーとATMは、高速・大容量の伝送を可能とする反面、これまでのX.25と違って再送制御やフロー制御は端末間の処理となる。すなわち、網内でのデータ廃棄に対する対策などが必要となる。フレームリレーとATMを今後の給電用データ交換網として適用していくためには、データ廃棄対策に加え、①高信頼性の確保(装置及び回線のルート化、多方向伝送など)、②優先伝送(情報の優先度による優先交換)、③回線ルートの使い分け(情報の優先度によるマイクロ回線と光回線の選択)、④移行性(現用のデータ伝送を止めずに移行する方法)、の課題検討が必要である。

表 2. データ交換網の方式比較

項目	X.25パケット方式	フレームリレー方式	ATM方式
転送方式	情報を一定長以下のパケット(可変長)に組立て転送	情報を一定長以下のフレーム(可変長)に組立て転送	情報をセル(53バイトの固定長)に組立て転送
多重化方式	パケット多重(ネットワーク層での多重)	フレーム多重(データリンク層での多重)	セル多重(物理層での多重)
交換方式	ソフトウェアによる交換	ソフトウェア又はファームウェアによる交換	ハードウェアスイッチングによる高速交換
端末通信速度	~48kbps	~1.5Mbps	~156Mbps
網内伝送遅延	遅延時間は網の混み具合によって変動する。	X.25に比べ、遅延時間はかなり小さく、遅延時間の変動も少ない。	遅延時間もその時間変動も非常に小さい。
再送制御(送達未確認時の動作)	網側機能として、データリンク層レベルとネットワーク層レベルの再送制御機能あり。	端末間で必要に応じ再送を行う必要あり。	同左
フロー制御(異速度端末間通信)	網側機能として、データリンク層レベルとネットワーク層レベルのフロー制御機能あり。	端末間で必要に応じフロー制御を行う必要あり。	同左
データ転送のシーケンス例	<p>PH: パケットヘッダ FH: フレームヘッダ</p>	<p>プロトコル上の応答フレームはない。</p>	<p>CH: セルヘッダ プロトコル上の応答セルはない。</p>
プロトコルの階層	レイヤ 7~4: アプリケーション固有プロトコル レイヤ 3: パケットの多重化、パケットの送達確認(再送)/フロー制御 レイヤ 2: フレームの送達確認(再送)/フロー制御、伝送エラーの検出、0ビット挿入/除去 レイヤ 1: 電気・物理インタフェース	レイヤ 7~4: アプリケーション固有プロトコル レイヤ 2: フレームの多重化、伝送エラーの検出、0ビット挿入/除去 レイヤ 1: 電気・物理インタフェース	レイヤ 7~4: アプリケーション固有プロトコル レイヤ 2: セル分割とセル組立て レイヤ 1: 伝送エラー検出/セル廃棄、セル単位の伝送/多重化、電気・物理インタフェース

6. む す び

給電情報ネットワークは、情報の多様化と情報量の増大に対応し、今後とも高機能化・高速化が進むものと期待される。この高度化推進のためには、最新技術の導入に加え、給電ネットワークとして要求される高信頼性を維持するための課題解決を図らなければならない。

参 考 文 献

(1) 永田文也, 塚田 広, 岡村 繁, 糸井弘司: 電力会社における情報伝送, 三菱電機技報, 46, No.9, 1003~1008 (1972)
 (2) 早川正人, 梶原 誠, 岩橋 努, 池田健夫, 山埜史雄:

中部電力(株)総合パケット交換網, 三菱電機技報, 58, No.11, 797~800 (1984)
 (3) 長島芳行, 牧野利徳, 樋野良美, 橋本浩之, 藤本昭雄, 大橋正彦, 西門 裕, 谷口 順: 給電情報伝送におけるフレームリレー交換機の適用, 信学技報, SSE95-17, 43~48 (1995)
 (4) 吉崎 守, 谷口 順, 高橋敏幸, 吉良廣文, 荒木敏夫: "MIND"におけるパケット交換網, 三菱電機技報, 62, No.9, 758~763 (1988)
 (5) 菊地信夫, 長谷川勝也, 谷口 順, 吉良廣文, 西門 裕: フレームリレー交換装置"MELPAX 6000", 三菱電機技報, 68, No.4, 389~393 (1994)

お客さま情報ネットワーク

安達和夫* 山城貴志*
 武村伸之** 林 崇之*
 尾崎陽二郎***

1. ま え が き

電力会社と電力需要家であるお客さまの間に情報ネットワークを構築し、検針・負荷管理データ収集等の電力業務の自動化、DSM (Demand Side Management) に資するとともに、お客さまに各種サービス (気象情報、電話・FAX等) を提供できる新しい通信基盤を実現しようとする動きが盛んになってきている。

当社は早くから“お客さま情報ネットワーク”に着目し、既に一部の実運用システムを納入してきているが、近年光ファイバ伝送技術の進歩に伴って、より高機能で低価格なシステム構築の実現性が高まってきた。

このお客さま情報ネットワークに対する当社の取組と今後の展開を以下に述べる。

2. お客さま情報ネットワークの基本的な考え方

お客さま情報ネットワークは、電力会社とお客さまを結ぶ通信基盤として電力会社の業務を実現するものであるが、将来的にはお客さまへの情報通信サービス等、利用形態の多様化・高度化が進むことが予測され、地域社会における通信基盤 (インフラ) としての性格を持つものと考えている。

当社のお客さま情報ネットワーク構築に対する基本的な考え方は以下のとおりである。

(1) 統合ネットワークの分割運用

最終的には、全お客さまを収容する統合されたネットワークの下で、お客さまの種別 (特高、高圧大口、一般等) に応じた分割運用が実現されるものと考えられる。この形態に至る過程として、特高・高圧大口お客さまネットワークと一般お客さまネットワークは、次の理由から、個別に構築するのが妥当である。

(a) サービス内容

特高・高圧大口お客さまに関しては電力設備運用上の通信需要が高く、一般お客さまに対してはCATV及びCATV応用の各種サービス (Video on Demand: VOD, ゲーム配信等) が考えられる。

したがって、ネットワークに対する要求仕様が両者で異なるため、別個にネットワークを構築するのが効率的である。

(b) 光ネットワーク構築ステップ

特高お客さま及び高圧大口お客さまの軒数は限られてお

り、お客さままで直接光ファイバで伝送路を構築すること (Fiber to the Office: FTTO) に大きな障害はない。

一方、軒数の多い一般お客さままでの光ファイバ接続 (Fiber to the Home: FTTH) に関しては、ネットワークニーズと経済的側面から、今しばらく市場動向を見定めるのが妥当である。

(2) 配電系統に沿ったネットワーク

お客さまを収容するネットワークの起点は配電用変電所とし、伝送路は配電系統に沿って布設されるものとする。さらに配電用変電所は、お客さま情報を複数の親局 (制御所、営業所等) に配信するためのデータ処理機能及び通信ユースにおけるノード機能を保有するものとする。これにより、既設システムと装置 (制御所の監視制御システム、営業所の配電自動化システム等) との整合性を確保したネットワーク構築が可能となる。

(3) 電力ユース/通信ユースを両立するネットワーク

ネットワーク上のサービスメニューとしては、DSM、負荷管理データ収集等の電力ユース情報のみならず、電話・FAX・映像等の通信ユース情報も扱うマルチメディア対応のネットワークを指向する。

(4) 最終的にFTTHを指向したネットワーク

既設の配電自動化システム用伝送路等を有効活用しつつ、最終的に伝送路をすべて光ファイバで構成することを目指す (FTTHの実現)。

(5) お客さまのメリットを重視した設計

サービスメニューの検討に当たっては、お客さまのメリットを重視するものとし、将来のニーズについては、ハードウェア追装で対応可能なものとなるよう考慮する。

3. ネットワークの要求仕様

3.1 特高・高圧大口お客さま情報ネットワーク

特高・高圧大口お客さま情報ネットワークの構成例を図1に示す。特高・高圧大口お客さま情報ネットワークで実施される機能は、受電状態把握・負荷調整・負荷制御・情報連絡等が考えられる。

受電状態把握及び負荷調整機能のうち、遠隔検針、負荷管理データ収集、お客さま受電CB (Circuit Breaker) 状態監視は、特高・高圧大口お客さま情報ネットワークとしての基本機能である。お客さまの受電電圧階級にかかわらず、これらの機能は必要である。その他の機能は、お客さまの規模

に応じて提供できるように子局装置の構成上の配慮が必要である。

ネットワークを構成する装置の機能分担を検討した場合、お客さま一軒当たりの情報量は数百kビット（動画ニーズは

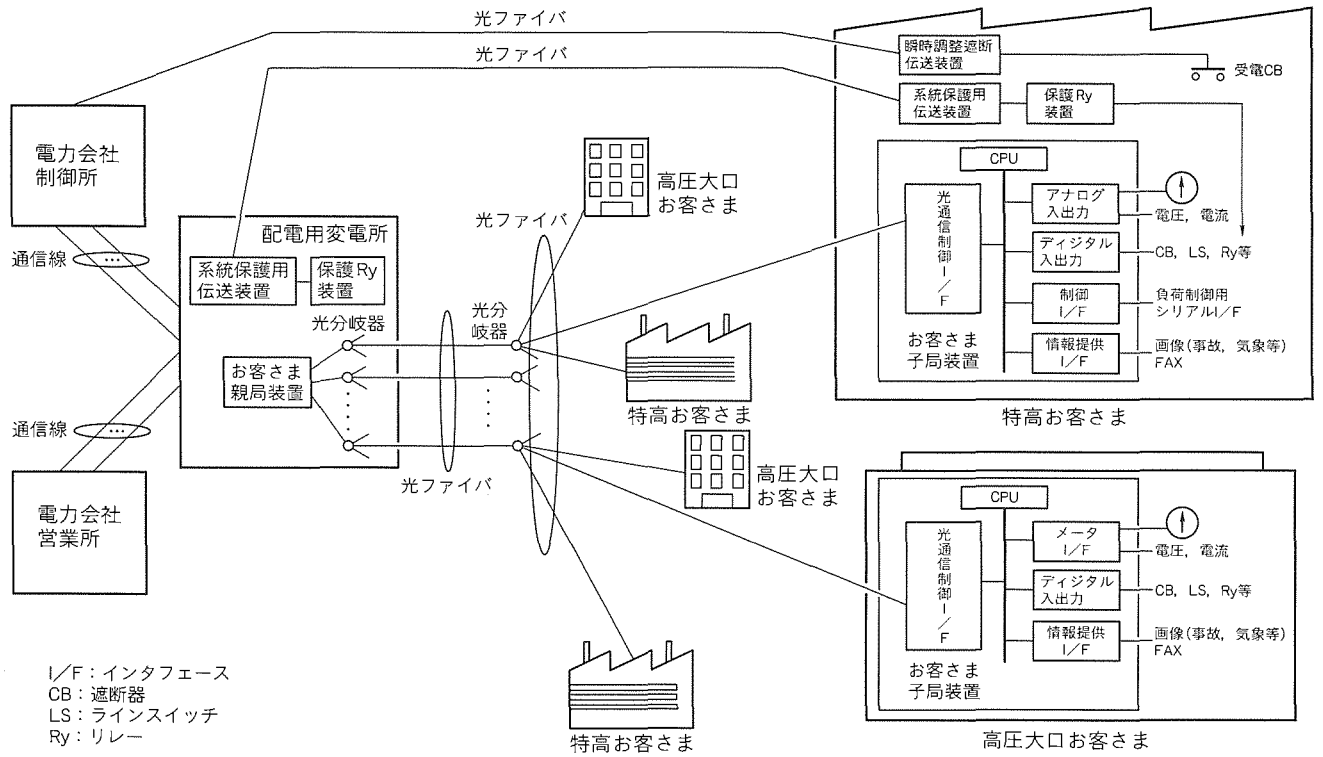


図1. 特高・高圧大口お客さま情報ネットワークの構成例

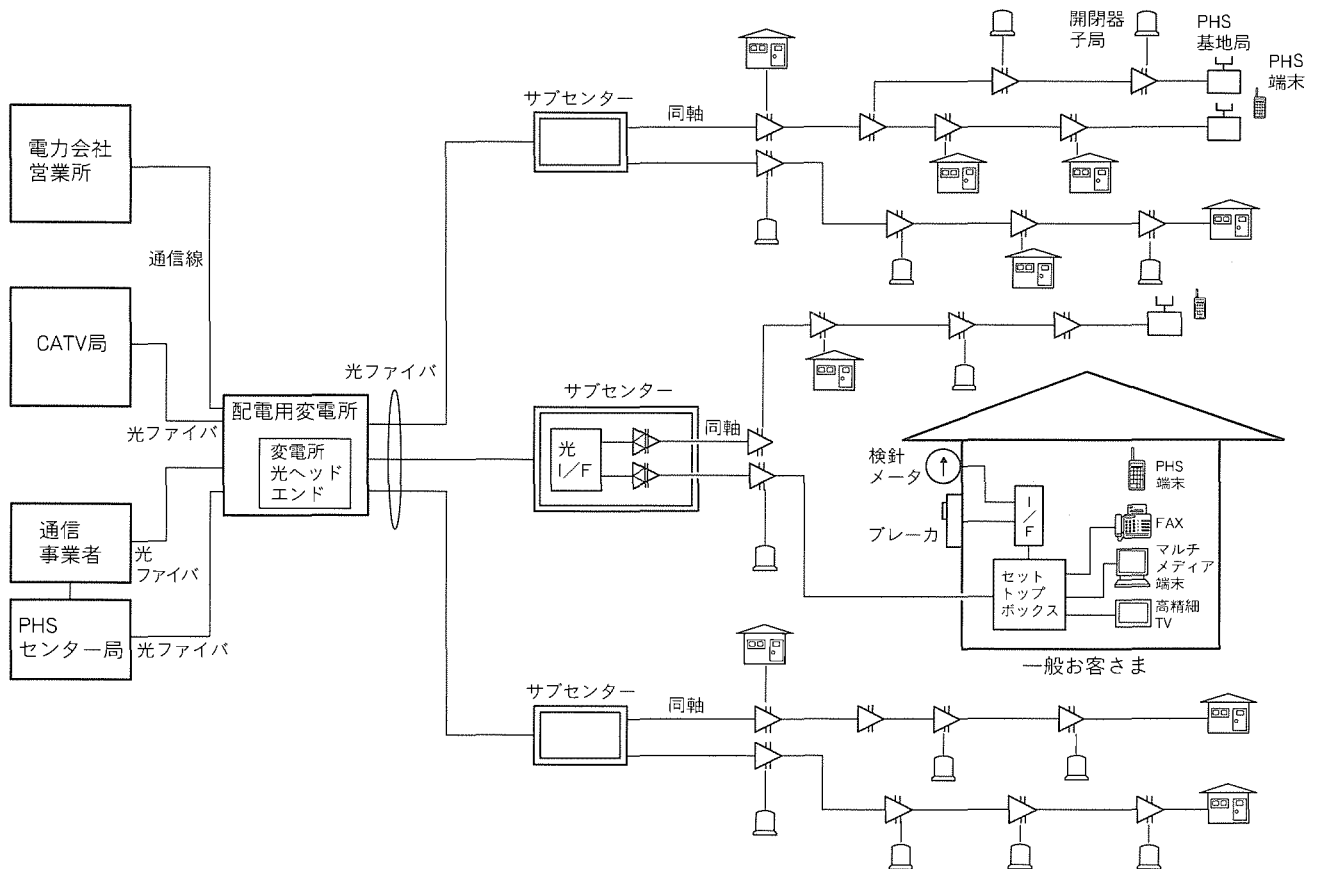


図2. 一般お客さま情報ネットワークの構成例

除く。), 許容遅延時間は最小時間の場合で秒オーダーであるが, 多数のお客さま情報を制御所・営業所のシステムで直接取り込むことは処理の効率を阻害する。したがって, お客さま側の情報を配電用変電所等で一次処理する親局装置を配置した構成が望ましいと考える。

3.2 一般お客さま情報ネットワーク

一般お客さま情報ネットワークの構成の一例を図2に示す。

このネットワークは, センター局(電力会社, CATV局, 電気通信事業者)と変電所光ヘッドエンドを結ぶネットワークと, 変電所光ヘッドエンドと一般お客さま(セットトップボックス)及び開閉器子局を結ぶネットワークで構成されている。電力業務は, 営業所が拠点となっており, 配電自動化・遠隔検針・DSM等の業務を運用する。また, 情報通信サービスは, CATV局・電気通信事業者等のセンター局が拠点となっており, PHS(Personal Handy Phone System), オンデマンドサービス(ビデオ, ゲーム, カラオケ), ホームショッピング, 遠隔教育等を運用する。

このような運用を実現するためには次のことが要求される。第一は, ネットワーク上で扱うデータのセキュリティが確保され, 盗聴や改ざん等のない安全な通信が実現できることである。第二は, リアルタイム性の異なるデータ・音声・動画等を収容できるマルチメディア対応のネットワークであることである。情報通信サービスでは, PHS, オンデマンドサービス, 及びパソコン通信など種々のサービスが考えられる。技術革新, ニーズ, 利用形態の変化が激しい領域であるため, ネットワークに柔軟な対応が要求される。

一般お客さまネットワークは, 導入段階では低コストで早期サービスイン可能な光(幹線)／同軸(支線)ハイブリッド又は光(幹線)／メタリック(支線)ハイブリッド等の多分岐構成とし, 社会状況と需要動向によって支線も順次光化されたFTTHの導入に推移していくものと推定される。

4. 試作と評価

当社では, お客さま情報ネットワークの基本的な考え方に

基づいてネットワークの機能及び運用性を確認するために, 特高・高圧大口お客さまネットワーク(FTTO)の試作評価を実施した。

試作ネットワークは, 需要家であるお客さま側に設置される子局装置, これを遠隔監視する親局装置, 及び光ネットワークで構成される。この評価試験を行うため, 制御所・営業所の機能を模擬するホスト装置と, お客さま側設備を模擬する各種端末を製作し, これら装置と試作ネットワークで検証システムを構成した。試作ネットワークの主要諸元を表1に, 検証システム構成を図3に示す。

4.1 光ネットワーク

親局-子局間の総光ファイバ長を抑え, 回線の増設を容易にするためにダブルスター構成とした。光分岐器は屋外に設置される可能性が高いため, メンテナンスの不要なパッシブ(電源供給不要)な光分岐器を採用した。実フィールドにおける配電用変電所の供給エリア面積, 特高・高圧大口お客さま数を考慮し, 分岐数, 光伝送路の距離は, 最大分岐数64, 最大ファイバ距離7kmを満足する仕様とした。

伝送路を多目的利用するための多重化方式として, 親局-子局間の上り/下り信号の多重化方式は, 上り/下り信号を別心の光ファイバで伝送する空間分割多重方式とした。この方式は, 一心の光ファイバで伝送する方式と比較して, お客さま子局内回路の簡易化が可能である。お客さま情報の多重化方式は時分割多重方式とし, 時分割した光フレーム上に収容子局ごとのエリアを設け, データ情報・電話系情報を伝送するものとした。

4.2 変電所親局装置

親局装置の外観を図4に, ブロック構成を図5に示す。親局装置は, 制御所・営業所向けのホストインタフェース, CPU部, 光通信制御部, 各部を結ぶ共通バスで構成されている。

(1) 通信制御機能

親局装置は, 子局装置からデータ収集を行い, データの種類によって制御所・営業所のホスト装置に配信する。子局デ

表1. 試作ネットワークの主要諸元

項目	内容
1. ネットワーク構成	PDS(Passive Double Star)構成
2. 光ケーブル仕様	シングルモード光ファイバ(2心)
3. PDS分岐	最大64分岐(8分岐スターカップラ2段接続)
4. 収容PDS数	最大8PDS/親局
5. 親局当たりの収容子局数	最大512/親局
6. 親局-子局間距離	最大7km
7. ホストインタフェース	8ch
8. 子局接続機器インタフェース	<ul style="list-style-type: none"> ●接点入力: 12点(フォトカップラ絶縁) ●接点出力: 4点(フォトカップラ絶縁) ●アナログ入力: 4量(フライングキャパシタ絶縁) ●メータインタフェース: 4ch(カレントループ, 1,200bps) ●回線インタフェース: 2ch(V.24/V.28, 9,600bps 又は 1,200bps)
9. 電話機インタフェース	アナログ電話機(2W, -48V給電)

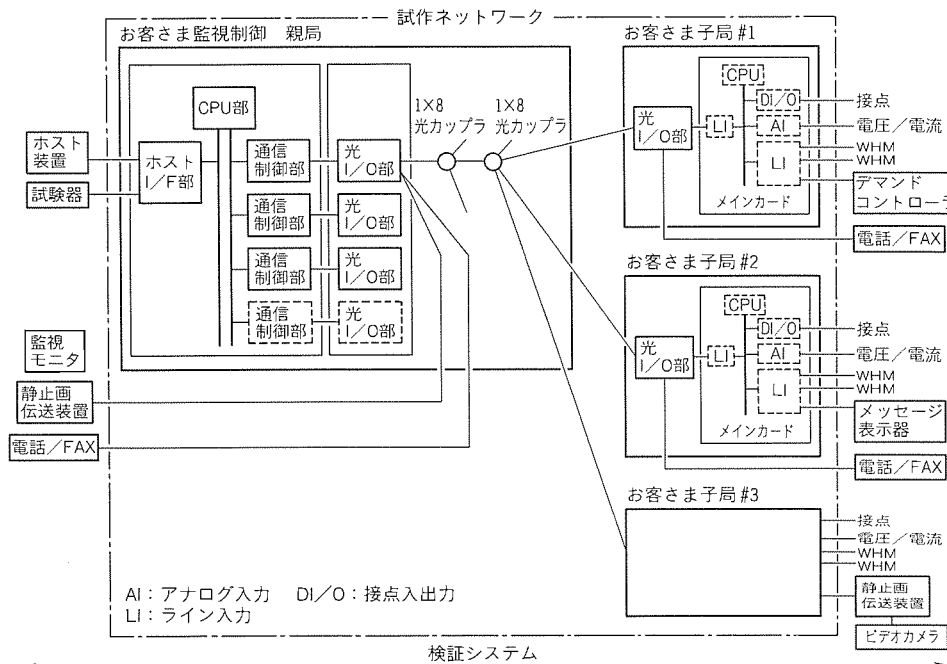


図 3. 検証システム構成

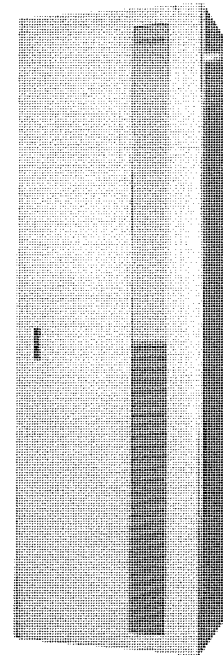


図 4. 変電所親局装置の外観

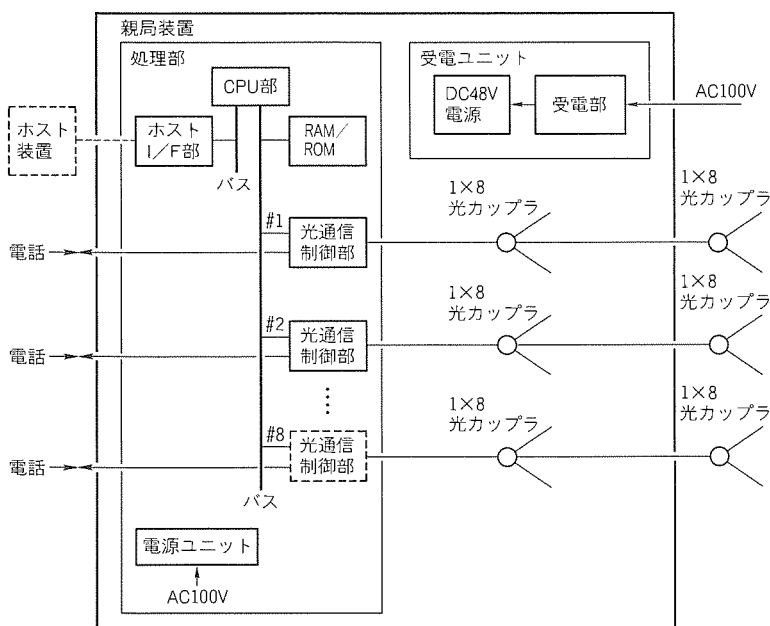


図 5. 変電所親局装置ブロック図

ータの中でお客さま受電状態データは、状態変化が発生してから極力早くホスト側に通知する必要があるため、他の信号に優先して処理を行い、伝送遅延時間が最小限となるように試作した。

(2) ホストインタフェース

親局装置は、制御所・営業所の各システムと複数のインタフェースを持てるよう、電気協同研究会方式サイクリック手順、HDLC (High-level Data Link Control) 手順、LAN インタフェース等が選択でき、8回線まで対応できるものとした。

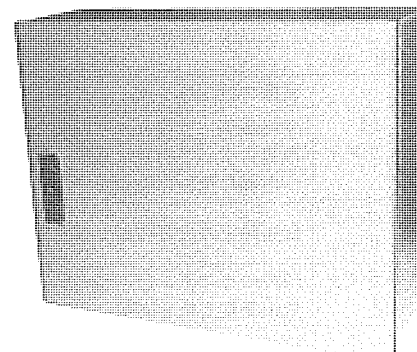


図 6. お客さま子局装置の外観

4.3 お客さま子局装置

子局の外観を図 6 に、ブロック構成を図 7 に示す。子局は、お客さま側の電力業務に関連する WHM (電子式電力量計) や CB 接点等を直接収容するだけでなく、お客さまに情報提供を行う装置とインタフェースする。お客さま建屋内の省スペース、運用性を考慮し、子局は通信端局機能と外部機器接続機能を一体化して試作した。

子局装置が実用機として満たすべき設計条件を表 2 に示す。

4.4 ネットワーク評価試験

4.4.1 検証装置

(1) ホスト装置

ホスト装置は、制御所・営業所の各機能を模擬し、各種操作画面を持つものとして製作した。機能メニューを図 8 に、操作画面の例を図 9 に示す。

(2) メッセージ表示器

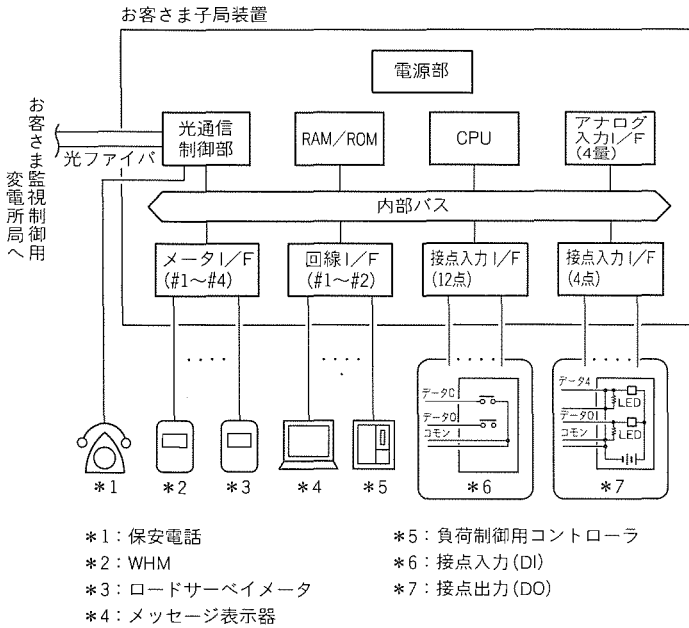


図7. お客さま子局装置ブロック図

表2. お客さま子局装置設計条件

設計条件	
大項目	内容
装置セキュリティ	装置の封印扉を開くことによって警報信号を出力 子局装置に接続されているケーブル類は、不正行為等によって容易に切断・切離しが行われないよう内部に接続部を設置
ネットワークセキュリティ	伝送路上の信号に対して暗号化を適用
回路のカスタムLSI化	回路のカスタムLSI化によってカードの小型化と低消費電力化を実現
シャーシの共用化	特高・大口お客さまの基本機能は共通内容が多く構造の共用化を指向。低コスト化にもつながる。
消費電力	消費電力は30VA以内を想定
絶縁抵抗, 耐電圧	お客さま側装置に配電設備仕様の適用を検討
お客さま構内設備 I/F	WHM, 負荷管理データ収集用メータ等は直接接続可能。将来機能は汎用I/Fを準備

お客さまへの情報提供を目的とし、デジタルタッチパネルコンピュータを使ってメッセージ表示器を製作した。4種類あるメニューのボタンを指などで触れると、メニューが選択されホスト装置からの応答データをメッセージ及びイメージ図で表示し、お客さまに理解しやすい情報提供を行う。メッセージ表示器の各メニュー画面を図10に示す。

(3) その他の装置

遠隔検針・負荷管理データ収集機能を検証するためWHMを使用した。また、お客さま設備の監視・制御機能は、模擬接点のON/OFF設定によってCB接点の状態を、電流・電圧発生装置によってお客さま設備のテレメータ情報を、表示器の制御によって機器制御を模擬した。保安電話機能は制御所とお客さま間で現在用いられているアナログ電話端末を設

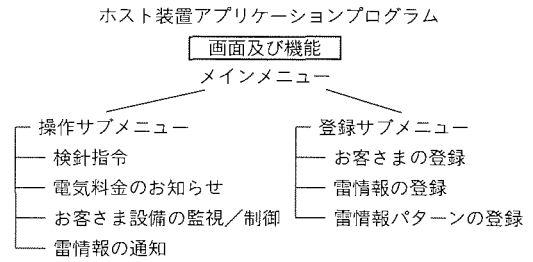


図8. ホスト装置動作環境

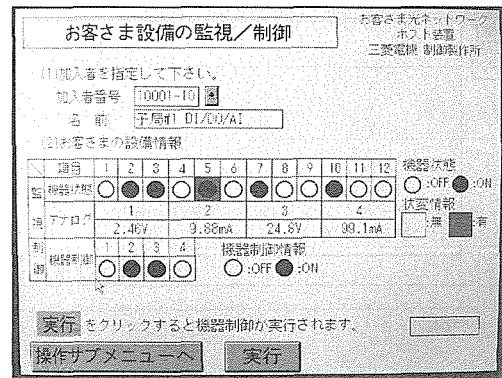


図9. ホスト装置操作画面例

置した。

4.4.2 機能試験

検証システムを使って表3に示した各機能試験を実施し、ネットワークの評価を行った。

4.4.3 評価試験結果

各種機能に関しては、単独に行った場合も複数と並行に実施した場合も、想定した処理時間において正常に動作することを確認した。特に、電話や情報提供を実施中にもお客さまの設備監視は独立して実施でき、性能劣化が発生しないことが確認できた。

5. 今後の課題

試作したお客さまネットワークを実運用できるネットワークに近づけるために、以下の諸点を改善のポイントとして考えている。

(1) 低消費電力化

お客さま側子局は設備数が多く、消費電力の大小が運用面で大きなインパクトとなり得るため、子局の低消費電力化を図る。

(2) 低価格・小型化

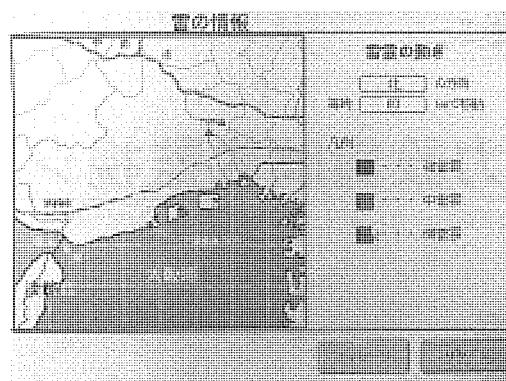
ネットワークの導入を広範に進めるための必ず(須)条件として低価格・小型化をとらえ、円滑な導入条件を整備する。

(3) 動画像サービスの収容

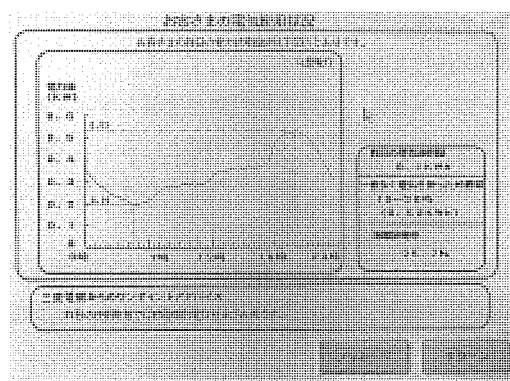
今後のマルチメディア化を考慮し、動画像(MPEG2相当)サービスを収容可能なものとする。また、併せて将来機能の拡張に対して十分な柔軟性を確保する。



(a) お客さまサービスシステム



(c) 雷の情報



(b) お客さまの電気使用状況



(d) 停電のお知らせ

図10. メッセージ表示器操作画面

表 3. 機能試験一覧

機能試験項目	確認事項
検針指令	ホスト装置の「検針指令」画面から検針指令を実行。お客さま側WHMの示している電力量が、ホスト装置に表示されること。
電気料金のお知らせ	ホスト装置の「電気料金のお知らせ」画面から電気料金通知を実行。お客さま側メッセージ表示器に電気使用量、電気料金を表示すること。
お客さま設備の監視/制御	ホスト装置の「お客さま設備の監視/制御」画面を選択。定周期に需要家設備のCB接点状態、テレメータ情報(電流・電圧値)を収集し、画面に表示すること。 ホスト装置から機器制御を設定し、実行。お客さま側表示ランプがホスト装置の設定通り制御されること。
雷情報の通知	メッセージ表示器の「雷情報」画面からメッセージを実行。雷情報がメッセージ表示器に通知されること。
保安電話	配電変電所側電話をオフフックすると子局側電話の呼出音が鳴る。子局側電話をオフフックすると接続が完了し通話状態になること。

(4) ネットワークセキュリティの強化

お客さま情報ネットワークでは配電系統運用情報・電気料

金情報も扱うため、ネットワーク上で不正な改ざん、介入等が発生しないように、装置及びネットワークセキュリティを強化する。

(5) 装置のシリーズ化

お客さま設備の規模やネットワークの運用条件に応じて最適なシステム設計が可能となるように、変電所側親局とお客さま側子局のシリーズ化を図る。

6. むすび

お客さま情報ネットワークの概念、構築手法及び今後の展開について、当社の考え方と取組の一端を紹介した。

この技術領域は今後、ネットワーク利用ニーズの立上りと将来の発展に対する夢が一体となって、実用化への動きが本格化していくものと考えられる。この動きに対し、当社はメーカーの立場から参画し、将来の社会基盤構築に貢献していく所存である。

最後に、本稿の執筆に当たり多くの助言と指針をいただいた関係各位に深謝する。

電力設備映像監視システム

1. ま え が き

映像による監視システムは、人間の眼の役割を担うものとして社会の幅広い分野で利用され、省力化・合理化の手段として社会の発展に寄与してきた。今後も、この機能の充実と高度化は社会の成熟化・高度情報化を促進するものとして必要なものである。

当社における電力向け映像監視システムは、昭和29年に国産初号機を完成して発電炉内監視用として納入して以来、火力発電プラントでは機器、構内及び侵入監視用として使用された。その後、原子力発電所の建設とともに、一次系及び周辺監視用として納入された。さらに、発電電規程の改訂による無人電気所監視の用途が増大し、今日では電力設備のあらゆる分野に機器監視、保安(侵入)監視、防災監視を目的としたシステムが導入されている。

システムも、省力化・合理化の推進と技術革新に歩調を合わせて大規模かつ高度化するとともに、電力向けとして固有の用途に対応する新技術が要求される。

また、従来のシステムでは人が監視・判断するものであったが、近年のハードウェア及びソフトウェア両面における画像処理技術の長足の進歩により、これを利用することで監視員の判断を支援又は補完するインテリジェントなシステムが実用化されている。

ここでは、画像処理応用によるアーク画像検出装置と侵入監視装置について、その特長とシステム例について述べる。

2. アーク画像検出装置 X-4020

2.1 概 要

X-4020は、電力設備の故障時に発生するアークをテレビカメラで撮像し、アーク画像を記録した上、画像処理することによって故障位置(アーク発生箇所)を自動検知するもので、故障点の切離し操作、復旧操作を支援するものである。

2.2 特長と仕様

X-4020の外観を図1に、基本仕

様を表1に示す。

以下に、X-4020の特長を項目ごとに説明する。

- (1) テレビカメラで電力設備を撮像し、画像処理によって故障位置を検知するものであるため、電力設備本体を改造することなく故障点評定が可能である。
- (2) アーク画像処理のための専用プロセスの導入により、処理時間の高速化と高分解能を実現している。
- (3) テレビカメラは、故障点の判別を容易とするため、回線区分及び母線側・機器側の区分が明確となるように配置する。アーク画像検出装置は、分解能の関係からカメラごとに設置することが望ましい。
- (4) 事故時のアーク電流は、事故種類すなわち地絡事故、短絡事故、電圧規模によって大きく異なってくる。地絡電流と

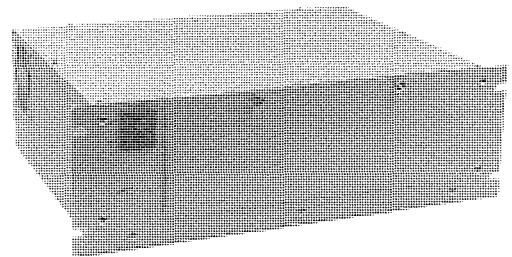


図1. X-4020の外観

表1. X-4020の仕様

項 目	仕 様
映像入出力	NTSC標準カラーTV又は標準白黒TV信号
メモリ容量	32フィールド
1フィールド画面構成	輝度信号 (水平)768×(垂直)243×8ビット カラー信号 (水平)384×(垂直)122×8ビット
書込みフィールド間隔	連続又は2~256フィールド(偶数のみ)
警報ブロックの設定方法	 <p>判定ブロック単位で設定可 判定ブロック数は (水平)64×(垂直)60/1フィールド</p>
制 御 入 力	録画停止, メモリページ選択「1」~「16」, サイクル再生, 映像切換スルー/メモリ解除, マーカ表示入/切
表 示 出 力	メモリページ「1」~「16」, 録画中, 再生中, メモリ表示中, マーカ表示中
警報ブロック数	最大12ブロック
背景画面合成	あり(あらかじめ記録した背景画像とアーク画像を合成)
テストモード	あり(あらかじめ設定した擬似アーク画像によって検知処理を実行)
外 形 寸 法	約(W)420×(H)149×(D)330 (mm)
電源, 消費電力	AC100V±10%, 60W

短絡電流の比は数十倍以上にもなり、かつ事故継続時間（アーク光放出時間）が100msと短いため、一般の監視用途で使用しているレンズEE機構では追従させることはできない。一般にアーク電流が小さい場合の最適レンズ絞り値では、アーク電流が大きくなったとき、ハレーションの影響が予想される。このため、レンズ絞り値をパラメータとして、アーク電流とアーク撮像面積、及びアーク電流と信号レベルの関係を調査し、地絡事故（アーク電流は数百アンペア）から短絡事故（アーク電流は数十キロアンペア）に対応可能なレンズ絞り値を設定した。

(5) 故障時のアーク画像を事故発生の前・中・後で記録することができるため、事故の故障解析に利用することができる。

(6) アーク画像検出装置は、録画停止後第1ページの画像（最古の事故発生前画像）を基準画像として第2ページ以降の画像と輝度比較を行い、あらかじめ設定した警報ブロック内に規定以上のレベル差があったとき、当該ブロックに対応

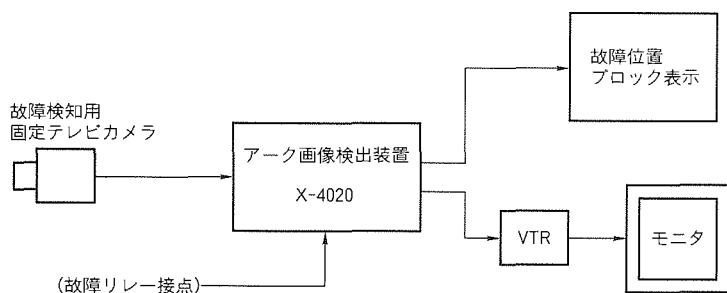


図2. X-4020の基本構成例

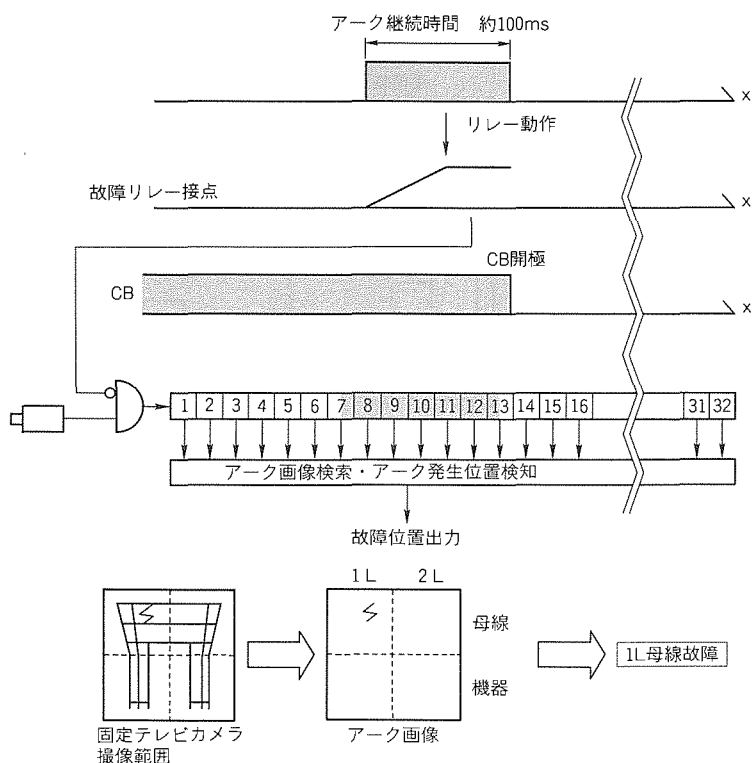


図3. 故障位置検知の動作例

する警報ブロック番号の情報を出力するとともに、事故画像（アーク光）と通常時の背景画像を合成することにより、目視による事故点評定を可能としている。

また、アーク画像検出装置に記録された画像は、一定時間ごとに1サイクル（1～32ページ）自動再生するサイクル再生機能と、個別にページ単位で再生する個別再生機能を持っており、再生した画像は事故検知部警報接点に連動させてVTRに自動録画するシステムとしている。

(7) あらかじめ設定した擬似アーク画像による事故シミュレーション機能を持っている。

2.3 構成と動作

X-4020の基本構成例を図2に、故障位置検知の動作例を図3に示す。

X-4020は、電子的なメモリ装置で、記録容量は32フィールド（1フィールド＝1/60秒）であり、通常、カメラからの映像信号をフィールド単位で一定時間ごとにサイクリックに連続録画を行う。

録画の書き込みフィールド間隔は、連続又は2～256（偶数値のみ）フィールドの値に内部設定することが可能である。

事故発生によって故障リレー接点（ブスプロリレー等の動作信号）を受けると上記の録画動作を停止して判定処理を開始するものであるが、故障リレー接点が入力されてから実際に録画を停止するまでの間に取り込む画面数は、1～15の間の値に内部設定することが可能である。このとき、この装置内には、事故画面を含めて最終記録画面から32画面分過去の画像情報が記録されていることになり、この32画面の中の最古の画面を基準として警報ブロック内の輝度信号のレベル変化によって事故発生画面を検索する。

事故画面を見付けると検索を停止し、事故画像（アーク光）と通常の背景画像を合成して表示するとともに、外部にその事故箇所を示す警報ブロック番号の情報を出力する。

図3は、連続録画を行った場合の事故位置検知の動作例であり、約100ms継続するアーク光が8～12ページに録画されていることを示し、時系列上1～7ページは事故発生前、13～32ページは事故発生後の画像である。

故障検知用のテレビカメラは、アーク光を撮像する機能では白黒カメラで十分であるが、状況監視にも使用するにはカラーカメラが適している。また、図は画面左上部にアーク光が撮像されているものであり、このことから、1L母線故障であることが分かる。

2.4 システム例

2.4.1 テレビカメラを使用した故障検知システムの活用概念フローとシステム構成

275 kV/77 kV 変電所に納入したテレビカメラを使用した故障位置検知システムの活用概念フローを図4に、システ

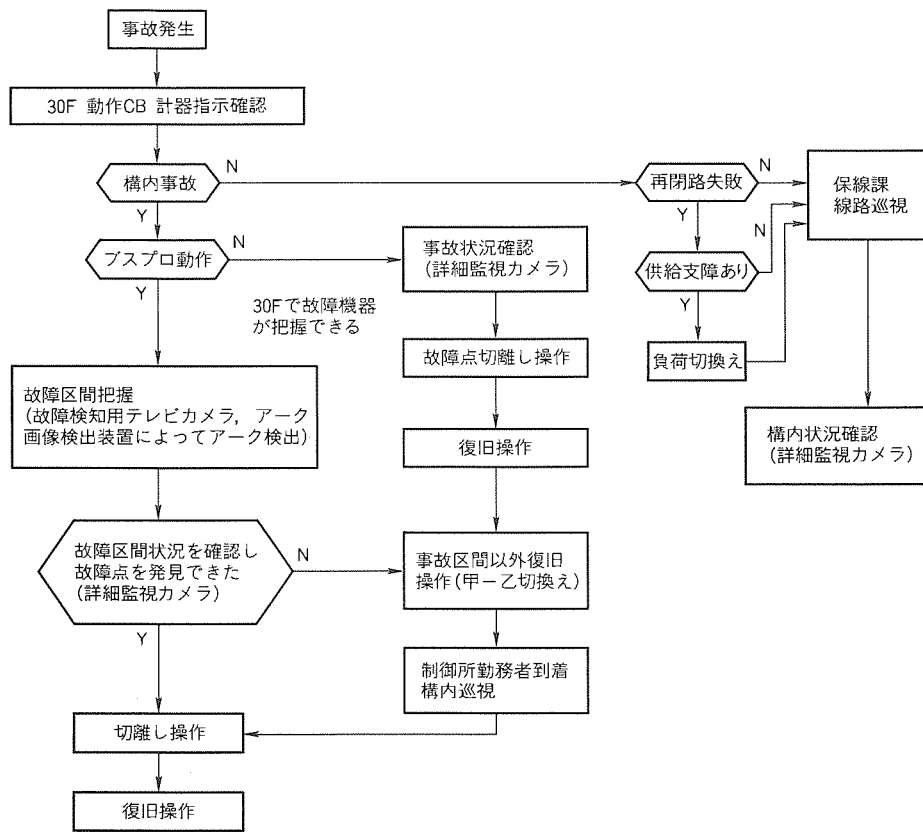


図4. 故障位置検知システムの活用概念フロー

ム構成を図5に示す。

このシステムは、4台の故障検知用固定テレビカメラと数台の詳細監視用旋回式テレビカメラによって、構内全域(275 kV側/77 kV側)を対象とした故障位置検知システムであり、その運用は図4の活用概念フローに示すとおりである。すなわち、

(1) ブスプロリレーが動作しない事故の場合(軽故障)

30 F リレーからの情報によって詳細監視用旋回式テレビカメラ(30 F 情報に連動したプリセット機能付き)を起動して事故状況を確認し、故障点の切離しと復旧操作を行う。

(2) ブスプロリレーが動作した事故の場合(重故障)

故障検知用固定テレビカメラ及びアーク画像検出装置によって故障区間状況を確認し、故障点の切離し・復旧操作を行う。

2.4.2 故障情報の表示

(1) 警報ブロック表示

故障検知用固定テレビカメラで得られた画像を最大12の警報ブロックとして設定し、故障

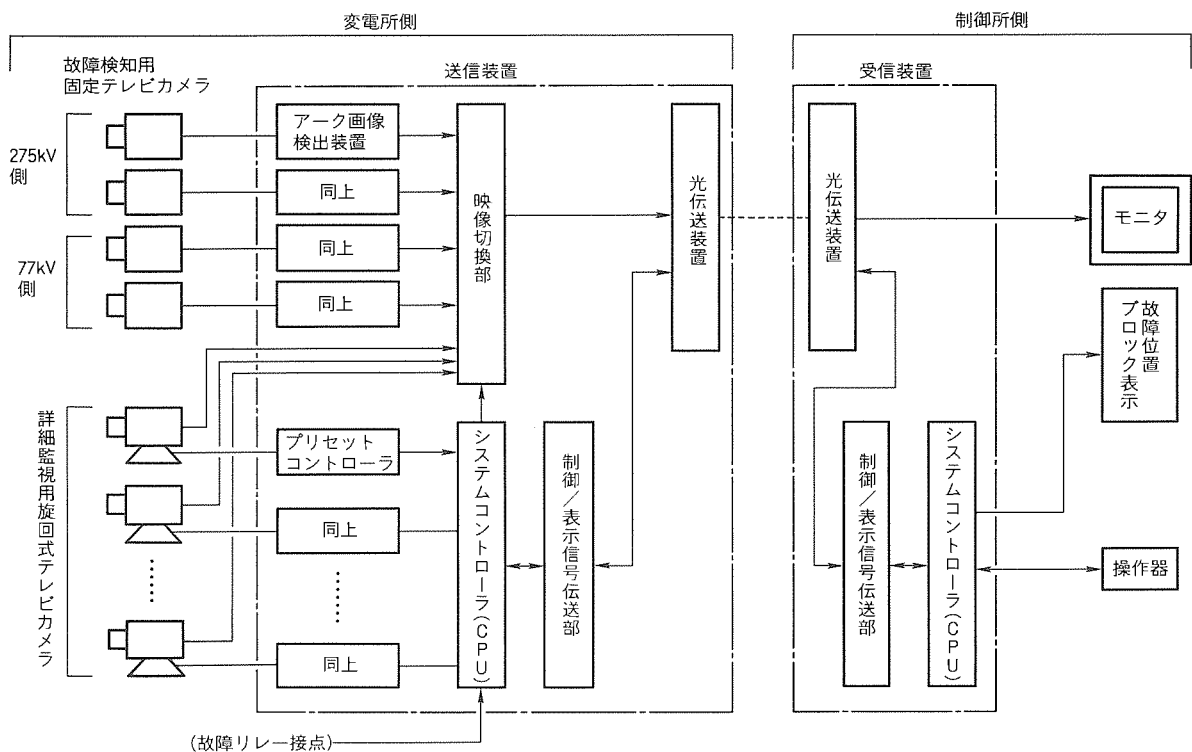


図5. 故障位置検知システムの構成例

(アーク発生)箇所をブロックごとに接点で出力する。制御側では、この情報をワークステーションのCRT等にグラフィック表示し、目視で故障点を確認する。

図6及び図7に、警報ブロックの設定方法と実際の設定例を示す。

(2) 故障時のアーク画像と通常背景画像の合成

故障時のアーク画像と通常背景画像を合成してCRT上に表示することにより、目視による故障点評定を可能としている。

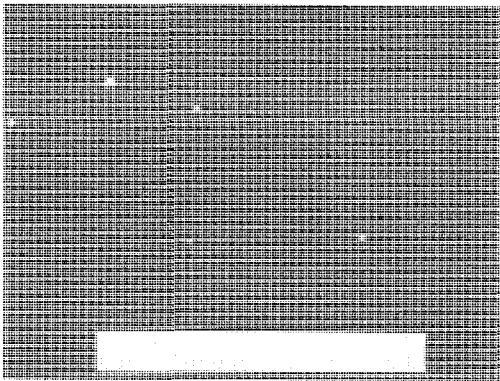


図6. 警報ブロックの表示

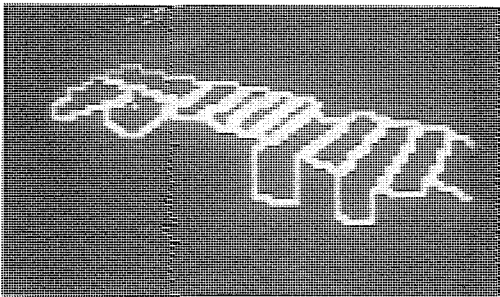


図7. 警報ブロックの設定例

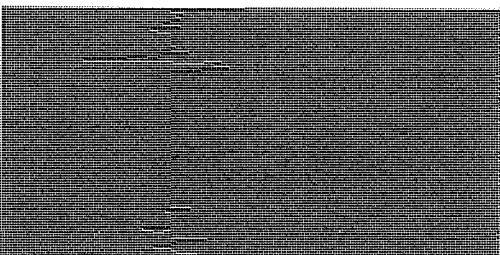


図8. アーク発生前の画像

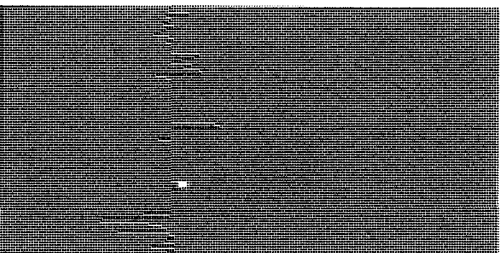


図9. アーク発生時の画像

図8, 図9, 図10に、アーク発生前の画像, アーク発生時の画像, アーク画像と背景画像の合成例を示す。

3. 侵入監視装置 X-7100M

3.1 装置の概要

電気所における監視業務の負荷軽減のため, CCTV (Closed-Circuit Television) カメラから得られる画像を処理する自動監視システムへのニーズが高まっている。

当社では、急増するニーズにこたえるため、侵入監視装置 X-7100 Mを開発したので紹介する。

3.1.1 基本仕様と特長

X-7100 Mの基本仕様を表2に、外観を図11に示す。

X-7100 Mは、監視用CCTVカメラの映像内の人物やその他の移動物を検知し、警報を出す装置である。



図10. アーク画像と背景画像の合成

表2. X-7100Mの仕様

型名	X-7100M
映像入力	最大8ch入力(標準4ch, 以降オプション) NTSC(1V _{p-p} , 75Ω) BNCコネクタ
映像出力	入力1chにつき, 2系統出力 スルー出力, エディット出力 NTSC(1V _{p-p} , 75Ω) BNCコネクタ
A/D変換	(水平)512画素×(垂直)480ライン, 8ビット/画素
特徴データ設定	物体の面積, 縦横寸法, 移動速度, 移動方向, 縦横比
領域分割	1画面中最大4分割可能
スーパインポーズ	各特徴データ, マスク等を表示/非表示選択可能
マスク領域	画面中の監視領域以外をマスク可能
履歴画面数	8画面(アラームの前後のフレーム数など設定可能)
認識処理間隔	1フレーム/秒~16フレーム/秒
アラーム出力	ブザー音, LED点灯, リレー接点出力
外部インターフェース	表示出力, キー入力, トリガ/EXT入力, EXT出力(以上D-SUB) RS-232C(1ch, 外部ホスト用), メモ리카ードスロット
使用電源	AC100V±5V
消費電力	550W
使用温度範囲	0~50℃
湿度	20~85%(結露なし)
外形寸法	(W)480×(D)480×(H)550(mm)ラックマウントタイプ
質量	約 60kg以下

装置は、セキュリティ監視システムにおける監視の補助・強化を目的に開発されており、主な用途としては、重要施設内への侵入者検知等を考えている。

従来の装置より高機能化を図るため、特に以下の項目に重点を置いた設計を行った。

(1) 屋外監視

従来の画像処理装置は、一般的に、屋外での性能が安定しなかった。屋外監視においては、日照変化や天候変化によって背景画像が変化するためである。

この装置は、背景を一定ルールで更新して背景画像の変化を吸収することにより、屋外での使用を可能とした。

(2) 多チャンネル入力

一般の電気所において使用されるカメラ台数は、通常3～6台である。これを前提に、この装置もカメラ入力数4chを標準とし、後付け増設で最大8chまで対処可能とした。

(3) リアルタイム性

侵入者に対してリアルタイムで発報するため、この装置はラベリングや特徴量演算といった特殊プロセス用に専用ハードウェアを、各種条件判定用に二つのRISCプロセッサを搭載した。これにより、画像取込み後30ms以内に判定結果を出すことが可能となっている。

(4) 発報対象の設定

この装置は、発報対象(一般には侵入者)を特定する手段として“特徴量パラメータ”という概念を持っている。

具体的には、変化領域の“面積”“外接四角形寸法”“移動方向”“移動速度”であり、これらの上限・下限をあらかじめ設定することによって発報対象を限定する。

(5) 発報内容の確認

従来のセキュリティ用のセンサでは、発報した後にモニターで監視要員が現場確認しても、侵入者は既に立ち去っていることが多く、事象の把握が困難であった。

この装置は内部に履歴メモリを持ち、発報前後の画像を静

止画で8枚記憶する。この静止画を確認すれば、発報時の事象確認や侵入者経路確認が容易である。

(6) その他

監視不要範囲を画面上から除外するマスクエリアを備えたり、マスクエリアとは別に監視範囲を設定したり、また、カメラ入力1ch当たり4設定まで特徴量パラメータを持てるなど、幅広い運用が可能な多くの補助機能がある。

3.1.2 システムへの対処

X-7100 Mの基本的な接続例を図12に示す。

X-7100 Mはセキュリティシステムに組み込まれることが前提の装置である。したがって、接続の簡便なシステムインタフェースを持っている。

(1) ビデオ入出力

この装置はカメラ入力1chに対し、スルー出力1chを持っている。

既設のシステムへの接続に際しては、CCTVカメラとその接続先の機器との間にこの装置を挿入して接続する構造となり、システム構造に大きな修正を加える必要がない。

また、それとは別に、“エディット出力”もカメラ入力1chに対して1chを備え、従来システムとは独立した監視用画像を別系統で使用することが可能である。

(2) 装置周辺機器

画像処理装置の多くは周辺機器としてワークステーションやパソコンを必要とするが、この装置はその稼働に当たって周辺機器を必要としない。このため、他の機器との接続が不要となり、システム全体を複雑化させない。

(3) その他

この装置へは、カラーカメラ、電子増感カメラ、プリセットコントローラの接続が可能である。

また、装置自身に対話式メニュー方式のユーザインタフェースを持ち、装置の全機能を本体キーから簡単に設定できる。

3.2 装置構成、特徴

3.2.1 装置構成

X-7100 Mは、監視用CCTVカメラの映像内の人物やその他の移動物を検知し、警報を出す装置である。

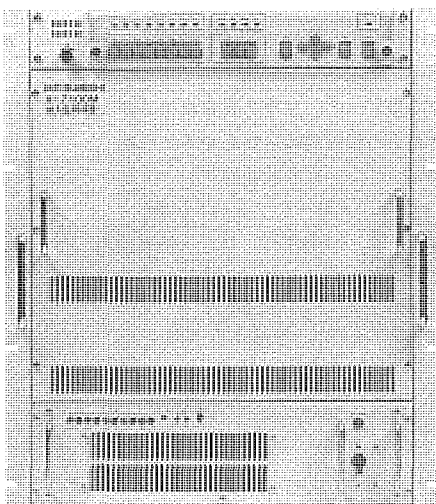


図11. X-7100Mの外観

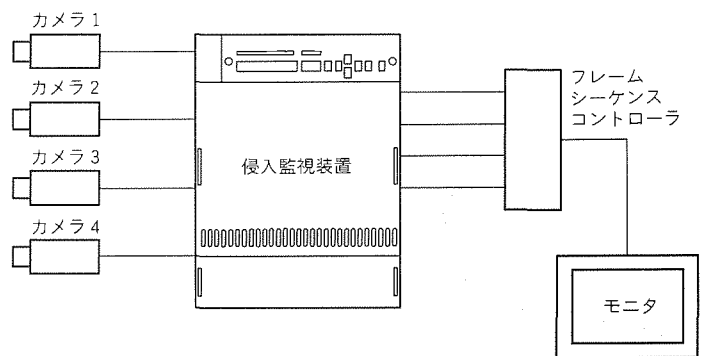


図12. X-7100Mの接続例

移動物の抽出は、内部に蓄えられている“背景画像”と直前に入力された“現画像”との差を見ることによって行う。これらの差は内部で2値化した後、形状判定を行って、発報対象可否の判別を行う。この2値化後のデータを変化領域と呼び、あらゆる判定の基礎となる。

図13が現画像、図14が現画像に変化領域を重畳した画像である。図14の黒く塗られている部分が変化領域である。

X-7100 Mは、この変化領域に対して前述の特徴量パラメータの照合を行い、該当した場合に発報する。

3.2.2 装置の特徴

装置自身の発報基準は特徴量パラメータである点から、この装置は特徴量パラメータの設定が基本的精度を左右することが分かる。通常は、現地の装置設置後、十分な現地調整を行って特徴量パラメータをチューニングする過程が必要となる。

また、現在の技術では、発報対象がいたのに発報できなかった“不検知”や、発報対象以外の移動物で発報してしまう“不要検知”の発生がゼロにはならない。このため、最終的な異常事態の判断は監視要員の映像確認によっている。前述の履歴メモリは、この映像確認の補助として用意されている。

3.3 導入システム例

ここでは、実際にX-7100 Mが導入されたシステムの紹介を行う。

3.3.1 システムの概要



図13. 侵入者映像1



図14. 侵入者映像2

図15は、無人電気所及び監視センターに設置された監視システム系統図である。

監視センターは無人電気所を複数箇所一括で管理している有人のセンターで、通常、監視要員はここから各電気所のカメラ映像を見ている。

図の侵入監視装置がX-7100 M本体である。

3.3.2 システムの動作

(1) 通常時

電気所の監視用カメラは、通常、ホームポジション固定である。

監視センターでは、監視要員が必要に応じて、カメラの映像をモニターに映し出して監視する。

(2) 発報時

電気所においてカメラ映像の中に移動物が現れ、X-7100 Mがそれを発報該当と判断した場合は、発報する。

監視センターではこの発報を受け、監視要員による事象の確認が行われる。

カメラ映像の中の移動物といっても、それらがすべて侵入者である訳ではない。動物の侵入による発報や、ゴミの飛来等の発報も多い。これらの確認は最終的に監視要員の目視による。

監視要員はまず現画像によって発報対象の確認を試みる。しかしそれらの多くは、発報から確認作業までのタイムラグ(数秒~数十秒)の間に消失してしまう。

このため、次いでX-7100 Mの履歴画像で発報対象を直接確認する。そこから監視要員がもし異常事態と判断すれば、必要な対処行動を起こす。それ以外は、確認処理を終了して通常監視処理に戻る。

(3) 発報後処理

電気所の発報事象の確認が監視センターで完了したら、X-7100 Mの該当チャンネルの再スタートを指示する。

3.3.3 カメラ映像例

図16は、この説明とは別な無人電気所に設置された屋外カメラの映像例である。

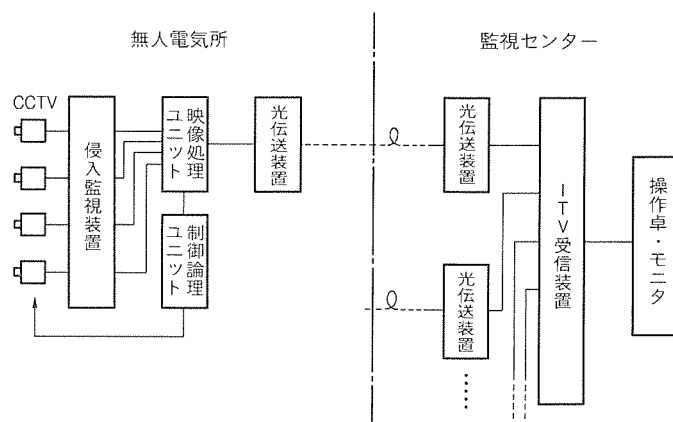


図15. 系統図例

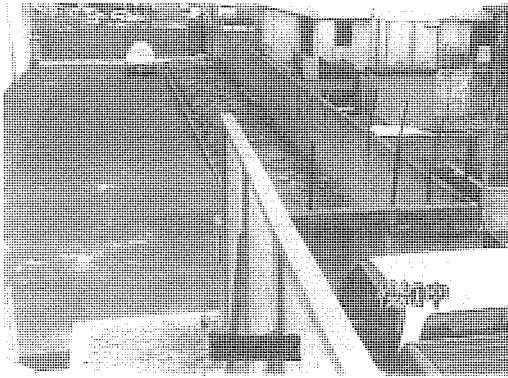


図16. カメラ映像1

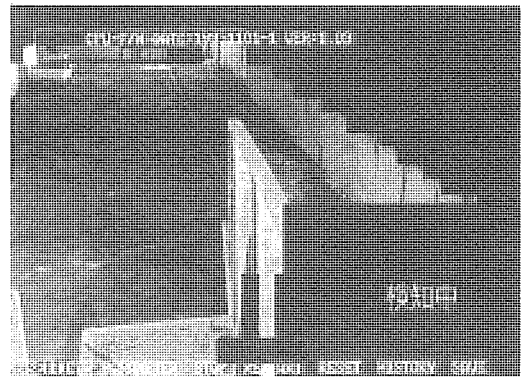


図17. カメラ映像2

監視範囲は映像の中の敷地内である。敷地外は監視対象ではないため、X-7100 M内部で事前にマスクされている。

図17がこの映像に対して設定されたマスク映像である。X-7100 Mはこのマスク部分を映像として無視する。

3.3.4 システムの効果

(1) 事象の確認精度向上

3.3.1項及び3.3.2項で説明した電気所では、従来は赤外線センサによる監視システムを使用していた。このシステム上の問題は、赤外線センサの発報が何によるものかの事後確認が困難であったことである。発報後にカメラの現画像を見ても、発報事象は既に消失して視野にない。また、赤外線センサ自身の信頼性の問題もあり、発報の信用度は低かった。

今回導入したシステムでは、X-7100 Mの履歴画像によって発報原因確認が容易になった。これにより、事象の確認精度が飛躍的に向上し、併せて監視要員の負荷削減に寄与した。

(2) 事象の保管

従来のシステムでは、発報数秒後の映像からしかVTRに記録できなかった。前述のとおり、この映像では発報事象を正確には把握しにくい。

今回導入したシステムでは、この点を補うため、履歴映像をVTRに記録する機能を設けた。

まず(図15には記載がないが)、8枚の履歴映像を0.5秒

ずつ記録した後、更に現画像を2分記録する。これにより、異常時の瞬間の映像とその後の映像の両方が記録され、従来のシステムでは得られなかった正確な映像データが保管可能となった。

(3) 監視機能の強化

赤外線センサは、そのセンサ軸上を越えられると、以降は検知不可能になる。構内を侵入者が自由に往来しても、それを発見することはできない。

今回導入したシステムでは、X-7100 Mが監視する範囲が“面”である点から、構内を往来している場合も含め、常に発報が可能となった。侵入者がいかなる経路から侵入しても、カメラ映像内に映ればそのまま発報されるため、監視範囲が広がるのと同時に、監視が強化されることとなった。

4. む す び

画像処理技術を応用した電力設備映像監視システムの実用化事例について紹介した。いずれも単に映像を監視するシステムではなく、監視員の判断を支援し、負担を軽減する目的を持ったもので、今後フィールドで得られるデータと運用面からの改善事項を反映し、電力設備映像監視の自動化に役立てていく考えであり、関係各位の御指導、御協力をお願いする次第である。

九州電力(株)納め小容量衛星通信システム

池田正信* 大河内敏進***
 加島辰哉* 田村高之***
 加藤 健** 和泉英明***

1. ま え が き

九州電力(株)では、災害発生時の緊急通信手段の確保及びダム・発電所等の遠隔地域における通信確保を目的として、平成6年7月から小容量衛星通信システムの運用を開始した。

このシステムは、衛星通信の特長である広域性・耐災害性、及びネットワーク構築の容易さを有効に利用したものであり、親局1局と子局4局で構成される。親局は、 ϕ (直径) 2.4mのアンテナ、15W固体電力増幅器、低雑音増幅器、端局等で構成される固定局であり、子局は、 ϕ 75cmアンテナ、屋外ユニット (Out Door Unit: ODU)、屋内ユニット (In Door Unit: IDU) で構成される小型・軽量の可搬局3台と、 ϕ 1.8mアンテナ、ODU、IDUで構成される小型な固定局1台で構成される。

三菱電機(株)は、これらのシステム一式を受注し、平成6年7月に納入した。

本稿では、この通信システムの構成・機能・運用などについて述べる。

2. システムの概要

2.1 システムの構成

このシステムは、通信衛星“スーパーバード”のKu帯衛星中継器を用いてデジタル変調方式の音声・データの双方向伝送を行うものであり、図1に、システム構成概念図を示す。

図に示すように、子局3局は ϕ 75cmのアンテナと出力2WのODUとIDU等から構成され、2回線を同時に運用することができる。2回線のうち、1回線は音声又はFAX端末を接続することによって親局側の社内回線網にダイヤルイ

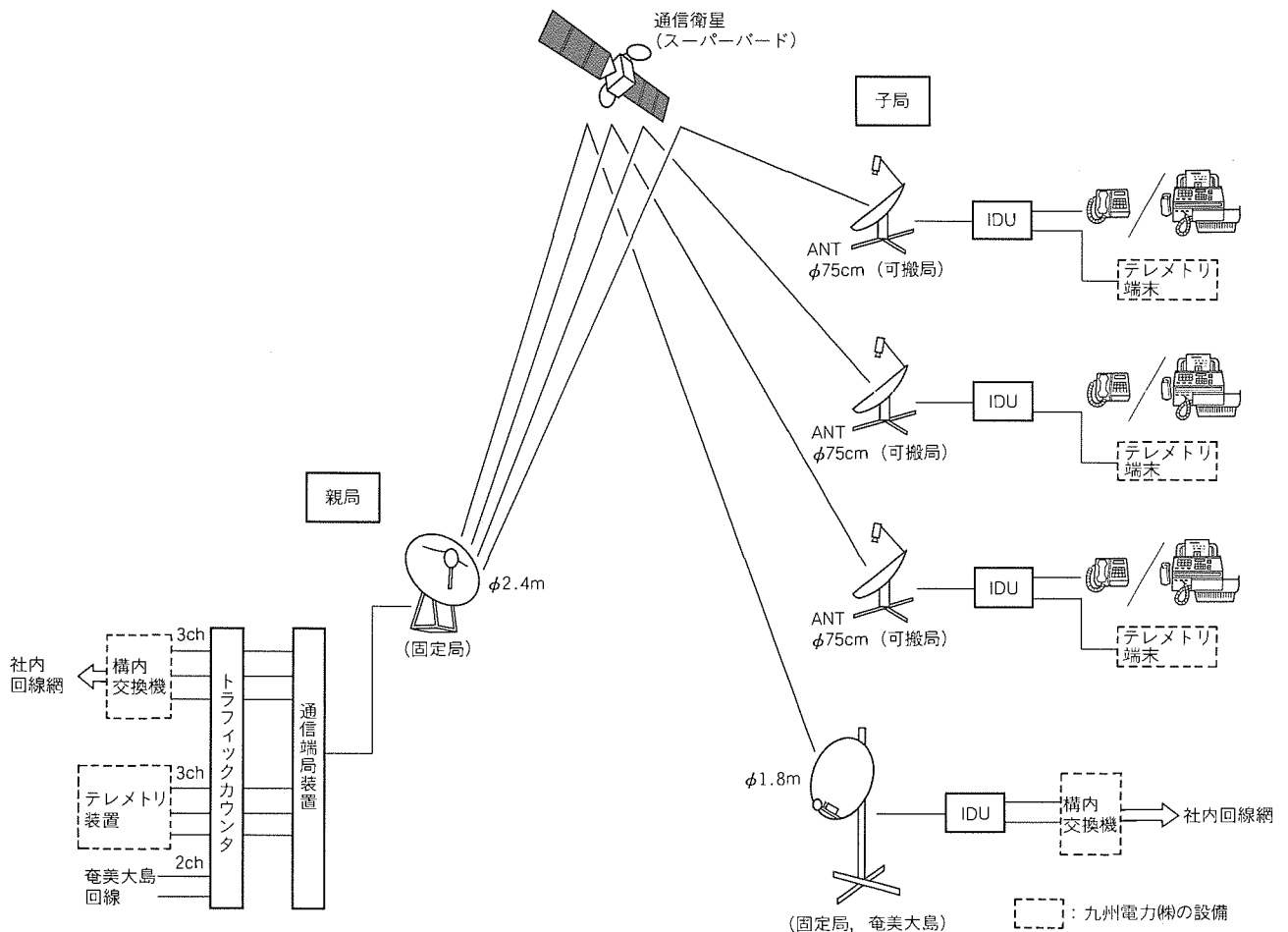


図1. システム構成概念図

ンで回線接続することができ、親局からも社内電話から各子局を呼び出すことができる。また、残り1回線はテレメトリ端末などのデータ端末を接続することにより、例えば子局側にある機器の遠方監視をすることができる。

奄美大島に設置されている子局は、φ1.8mのアンテナと出力4WのODUとIDU等から構成され、構内交換機を通して社内回線網と接続されており、他の子局と同様に2chの同時運用ができる。

一方、親局はφ2.4mのアンテナと15W固体電力増幅器(Solid State High Power Converter: SSHPC)、低雑音増幅器(Low Noise Converter: LNC)、通信端局装置等から構成され、合計8回線を収納することができる。また、各回線の使用状況を把握するため、トラフィックカウンタを装備している。

各局の詳細については次章以後に述べる。

2.2 システム総合性能

このシステムの総合性能を下記に示す。

- (1) 周波数帯域 送信系：14.00～14.40 GHz
受信系：12.44～12.75 GHz
- (2) 偏波：送受信直交直線偏波
- (3) 多元接続方式：周波数固定割当SCPC^(注1)方式
- (4) 通信方式：QPSK^(注2)-SCPC

音声符号化：32 kbps ADPCM^(注3)、NTT方式
ファクシミリ：G III規格、9.6 kbps 音声帯域伝送
データ：9.6 kbps以下

(5) 伝送諸元

伝送帯域幅：42 kHz/ch
周波数設定ステップ：50 kHz

(6) 回線品質：Eb/No = 5.9 dBで、1 × 10⁻⁵以下

(7) 信号インタフェース条件

(a) 本店内線延長電話系

端末接続方式：2W RD^(注4)インタフェース
信号方式：PB (MF)^(注5) (ダイヤル信号はMFで伝送)
入出力インピーダンス：600Ω平衡
入出力レベル：2W R入力 0dB標準
2W S出力 -8dB標準

(注1) SCPC：Single Channel per Carrier

(注2) QPSK：Quadrature Phase Shift Keying (4相位相変調)

(注3) ADPCM：Adaptive Differential Pulse - Code Modulation (適応差動パルス符号変調)

(注4) RD：Ring Down

(注5) PB：Push Button

MF：Multi Frequency

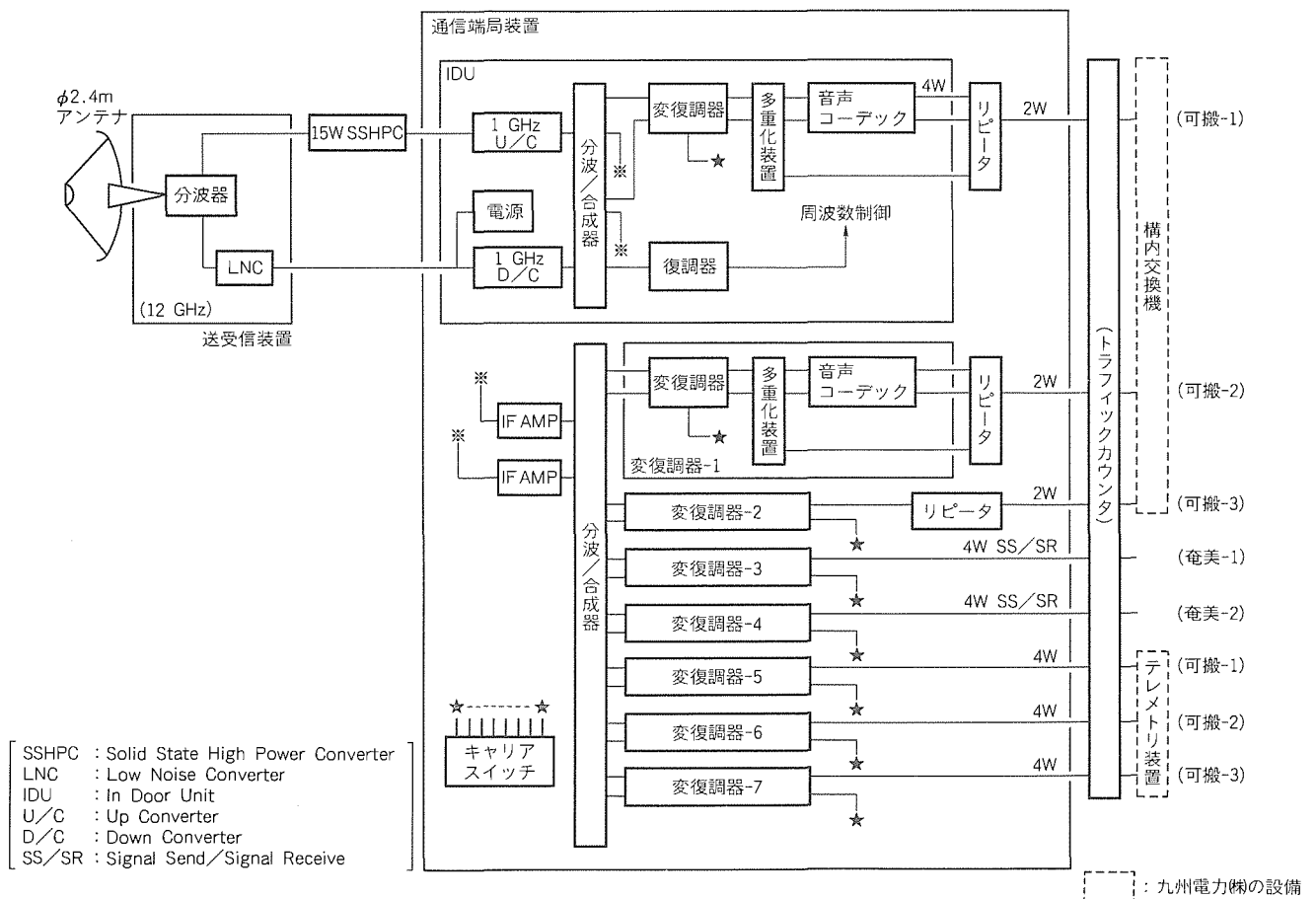


図2. 固定局(親局)総合系統図

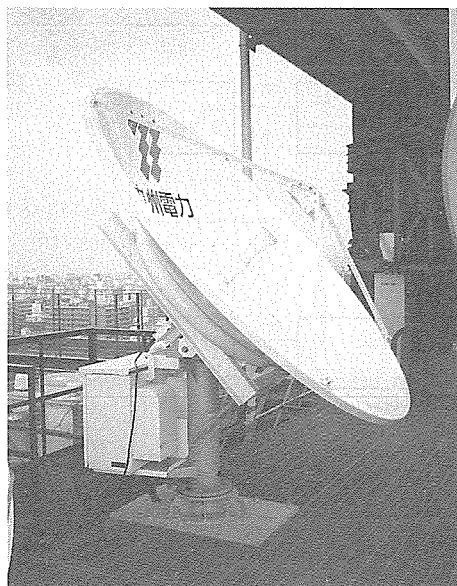


図 3. 固定局の外観

(b) テレメトリデータ系専用線

端末接続方式 : 4 W インタフェース
 入出力インピーダンス : 600 Ω 平衡
 入出力レベル : 4 W R 入力 -8 dBr 標準
 4 W S 出力 0 dBr 標準

(c) 奄美小型固定局向け中継交換回線系

端末接続方式 : 4 W SS/SR インタフェース
 信号方式 : PB (MF) (ダイヤル信号は MF で伝送)
 入出力インピーダンス : 600 Ω 平衡
 入出力レベル : 4 W R 入力 -8 dBr 標準
 4 W S 出力 0 dBr 標準

3. 地球局設備の概要

3.1 固定局 (親局, φ2.4m)

固定局は九州電力(株)福岡本店に設置し, φ2.4 m カセグレンアンテナ, 出力 15 W の SSHPC, LNC, 通信端局装置等で構成されており, 通話路実装数は 8 ch である。

固定局 (親局) の総合系統図を図 2 に, 外観を図 3 に示す。この固定局の特長は下記のとおりである。

- (1) 子局に対する親局機能として, 各子局に対し, 必要に応じてキャリアを送出し, 親局送信波の ON/OFF によって子局送信制御ができる。
- (2) 自局キャリアの衛星ループバックを受信し, 自動周波数制御を実施する機能を持つ。
- (3) 通信端局装置の屋外装置とのインタフェース部には子局と同様の IDU を採用し, 接続を単純にしている。
- (4) 送信機に SSHPC を採用し, 装置の信頼性を向上させるとともに, 増幅器の良好な直線性を用い, 出力バックオフ

表 1. 固定局の主要性能一覧

項目	性能	
1. システム総合		
(1) 通話路実装数	8ch	
(2) 実効放射電力	40.2dBW/ch	
(3) 受信システム性能指数(G/T)	24.9dB/K	
(4) 周波数帯域	送信系	14.00~14.40GHz
	受信系	12.44~12.75GHz
2. アンテナ		
(1) アンテナ形式	軸対称カセグレンアンテナ	
(2) アンテナマウント方式	Az-ELマウント	
(3) 主反射鏡直径	2.4m	
(4) 偏波	送受信直交直線偏波(各1ポート)	
(5) 広角放射特性	Rec. ITU-RS.580-4準拠	
3. 送信装置 (SSHPC)		
(1) 出力周波数	14.00~14.40GHz	
(2) 入力周波数	1GHz帯	
(3) 送信飽和最大出力	15W	
(4) 変換利得	61dB	
4. 受信装置 (LNC)		
(1) 入力周波数	12.44~12.75GHz	
(2) 出力周波数	1GHz帯	
(3) 等価雑音温度	140K標準	
(4) 変換利得	54dB以上	
5. 通信端局装置 (IDU)		
(1) 変復調方式	QPSK/同期検波	
(2) 伝送速度	70kbps	
(3) 誤り訂正	符号化率1/2, 拘束長7, 畳込み符号化, ビタビ復号化方式	
(4) 音声符号化方式	32kbps ADPCM	
(5) BER特性	Eb/No=5.9dBで1×10 ⁻⁵ 以下	
(6) 端末インタフェース	2W又は4W E&M	

の少ないポイントで 8 ch 伝送を実現している。

(5) 屋外装置はアンテナ用支持ポストに取り付ける構造とし, 設置面積を少なくしている。

固定局装置の主要性能を表 1 に示す。

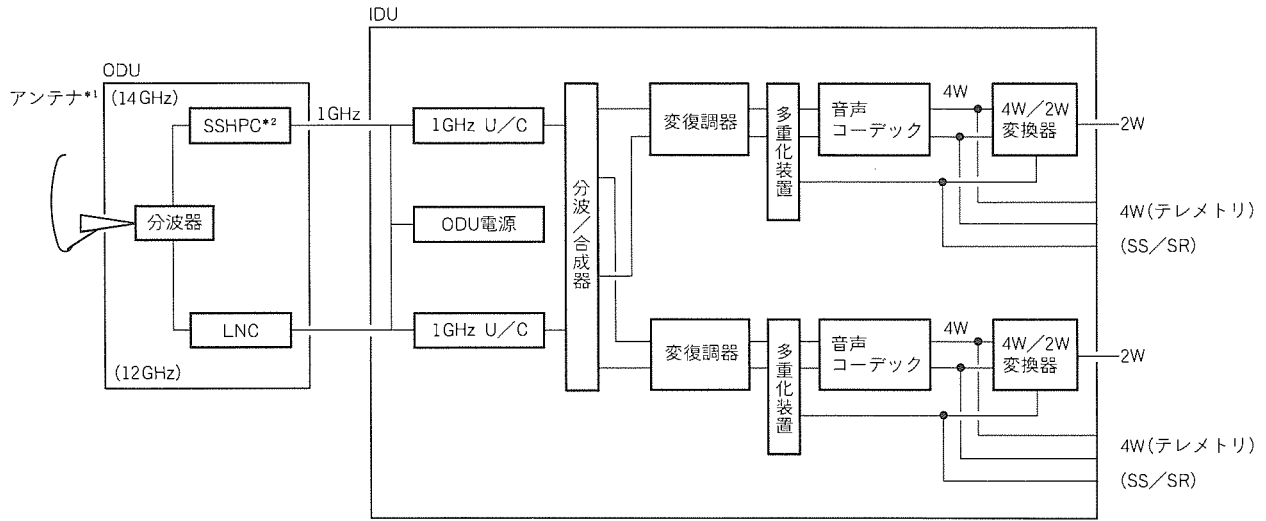
3.2 小型固定局 (子局, φ1.8m)

小型固定局は, φ1.8 m のオフセットグレゴリアンアンテナ, 出力 4 W の ODU 及び IDU の 3 ユニットから構成されている。

小型固定局 (子局) の総合系統図を図 4 に, 外観を図 5 に示す。

小型固定局の特長は下記のとおりである。

- (1) 無線設備規則に定める VSAT (Very Small Aperture Terminal) 技術要件に合致した機器仕様であり, 運用に際して無線従事者の配置が不要である。
- (2) アンテナは, 支持ポールを利用して容易に設置できる構造であり, かつ ODU もアンテナ部と一体構造化して簡易に取り付けられる。
- (3) IDU は, 音声, テータ, ファクシミリ等を互いに独立して 2 回線伝送する機能を持っている。



注 *1 ϕ 75cm又は ϕ 1.8m
 *2 出力2W(ϕ 75cm)又は4W(ϕ 1.8m)

図4. 小型固定局・可搬局(子局)総合系統図

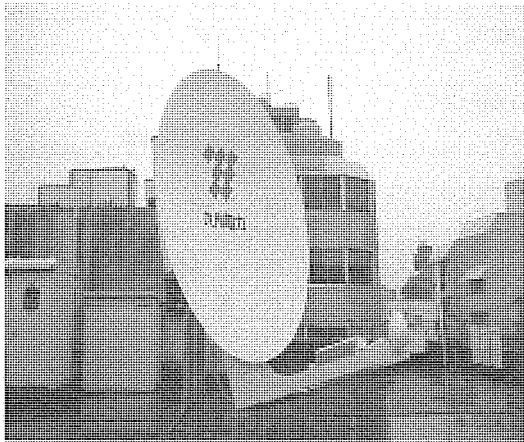


図5. 小型固定局の外観

(4) SCPCによる固定周波数割当てで当面運用するが、要求割当方式(Demand Assign Multiple Access:DAMA)でも運用可能な拡張性を備えている。

小型固定局の主要性能を表2に示す。

3.3 小型可搬局(子局, ϕ 75cm)

小型可搬局は ϕ 75cmのオフセットパラボラ形アンテナ、出力2WのODU及びIDUの3ユニットから構成されている。

小型可搬局(子局)の総合系統図を図4に、外観を図6に示す。

小型可搬局の特長は下記のとおりである。

- (1) 無線設備規則に定めるVSAT技術要件に合致した機器仕様であり、運用に際して無線従事者の配置が不要である。
- (2) 運搬時の利便性を考慮した小型・軽量化設計を行っており、アンテナ鏡面、アンテナ取付け架台、ODUの各分割質

表2. 小型固定局の主要性能一覧

項目	性能	
1. システム総合		
(1) 通話路実装数	2ch	
(2) 実効放射電力	40.8dBW/ch	
(3) 受信システム性能指数(G/T)	22.3dB/K	
(4) 周波数帯域	送信系	14.00~14.40GHz
	受信系	12.44~12.75GHz
2. アンテナ		
(1) アンテナ形式	オフセットグレゴリアンアンテナ	
(2) アンテナマウント方式	Az-ELマウント	
(3) 主反射鏡直径	1.8m相当	
(4) 偏波	送受信直交直線偏波	
(5) 広角放射特性	Rec.ITU-RS.580-4準拠	
3. 屋外ユニット(ODU)		
(1) 周波数帯域	送信系	14.00~14.40GHz
	受信系	12.44~12.75GHz
(2) 送信飽和最大出力	4W	
(3) 等価雑音温度	180K以下	
4. 屋内ユニット(IDU)		
(1) 変復調方式	QPSK/同期検波	
(2) 伝送速度	70kbps	
(3) 誤り訂正	符号化率1/2, 拘束長7, 畳込み符号化, ビタビ復号化方式	
(4) 音声符号化方式	32kbps ADPCM	
(5) ビット誤り率	Eb/No=5.9dBで 1×10^{-5} 以下	
(6) 端末インタフェース	2W又は4W E&M	

量は10kg以下である。

- (3) 運搬形態は次の四つの単位に分割され、いずれも運搬、取出し、及び収納が容易にできるよう設計されている。

- アンテナ鏡面 : ソフトケース
- アンテナ取付け架台: ソフトケース
- ODU及び付属品 : ハードケース



図 6. 小型可搬局の外観

● IDU : ハードケース

(4) 組立て、分解に当たり、ドライバ等の工具を一切必要とせず、輸送形態から組立完了まで約5分で可能である。

(5) 衛星捕そく(捉)は、コンパスを用いてアンテナ方向の粗調を行い、次に衛星方向を知らせる簡易方向調整治具を用いて微調を行うことにより、未熟練者でも約2分で実施可能である。

(6) IDUは、音声・データ・ファクシミリ等を互いに独立して2回線伝送する機能を持っている。

(7) SCPCによる固定周波数割当てで当面運用するが、DAMA方式でも運用可能な拡張性を備えている。

小型可搬局の主要性能を表3に示す。

4. む す び

以上、衛星を利用した小容量衛星通信システムの概要を示

表 3. 小型可搬局の主要性能一覧

項 目	性 能	
1. システム総合		
(1) 通話路実装数	2ch	
(2) 実効放射電力	35.2dBW/ch	
(3) 受信システム性能指数(G/T)	14.9dB/K	
(4) 周波数帯域	送信系	14.00~14.40GHz
	受信系	12.44~12.75GHz
2. アンテナ		
(1) アンテナ形式	オフセットパラボラアンテナ	
(2) アンテナマウント方式	Az-EL方式	
(3) 主反射鏡直径	75cm相当	
(4) 偏波	送受信直交直線偏波	
(5) 広角放射特性	Rec.ITU-RS.580-4準拠	
3. 屋外ユニット(ODU)		
(1) 周波数帯域	送信系	14.00~14.40GHz
	受信系	12.44~12.75GHz
(2) 送信飽和最大出力	2W	
(3) 等価雑音温度	150K以下	
4. 屋内ユニット(IDU)	表2第4項目に同じ。	

した。このシステムにおいては、ダム・発電所等の遠隔地域において容易に通信を確保することができ、また、昨年度発生した阪神大震災のような災害時にも、緊急通信手段として通信を確保することができるので、作業の効率化、災害時対応の迅速化が図れる。

このシステムは、今後、システム規模の拡張、映像系の追加、子局増加に伴う周波数有効利用のためのDAMA方式回線制御の導入などの機能の追加・拡張が考えられる。

最後に、このシステムの構築に当たり御支援、御協力いただいた関係各位に深謝する。

プラント建設工事におけるEOA化の現状

望月史吉* 三ツ石一喜* 加地敏和* 徳宮 豊* 勝山恒吉** 藤川和彦***

1. ま え が き

三菱電機(株)プラント建設統括部は、各種プラントにおける電気機器の据付け・配線・配管等を担当するプラント建設工事部門である。電気機器工事では、配線に関する業務が大きなウェートを占めている。配線工事の主要材料として、機器と機器を電気的に接続するケーブル、ケーブルの保護及び通路を目的としたトレイ、電線管等がある。これら主要材料の仕様策定、材料手配、さらに現地でのケーブル施工指示・管理等は、プラントが大きくなるほど膨大な量となり、工事設計・工事管理業務に大きな負担となっていた。

特に工事設計では、各機器間のケーブル種類別にケーブルの長さを求め、ケーブル1本1本に対して発着機器名と配線ルートを示すなど、単調で根気の必要な作業が続き、ミスなく作業することは多大な労力を伴うものであった。

上記業務の改善をするため、CAD (Computer-Aided

Design) と OA (Office Automation) ツールを駆使し、工事計画・設計、現地施工管理に至るまでのEOA (Engineering OA) 化を推進してきたので、現状を紹介する。

2. EOA化の現状

従来から工事設計図面のCAD化を推進しており、電気機器工事で最も大きな負担となっている配線について、重点的にシステム化している。図1に、プラント建設工事におけるEOA化の現状を示す。

プラント建設工事では、関連製作所や顧客から、機器外形図等の機器に関する情報、プラントの電気的構成・結線を示すスケルトン、据付け・配線・配管場所を示す建築図、土木図、関連部門の機器配置と各機器の制御・計測・動力等のシーケンス図、結線図等の情報を入手している。これらの情報を基に工事計画・施工設計・現地工事を行っており、①盤配置エキスパートシステム、②CAD/作図支援システム、③

統合配結線システム、④ケーブル配線工事管理システム、⑤工事日報システムの5システムを構築してきたが、本稿では、設計業務支援の観点から、工事日報システムを除く4システムについて紹介する。

盤配置エキスパートシ

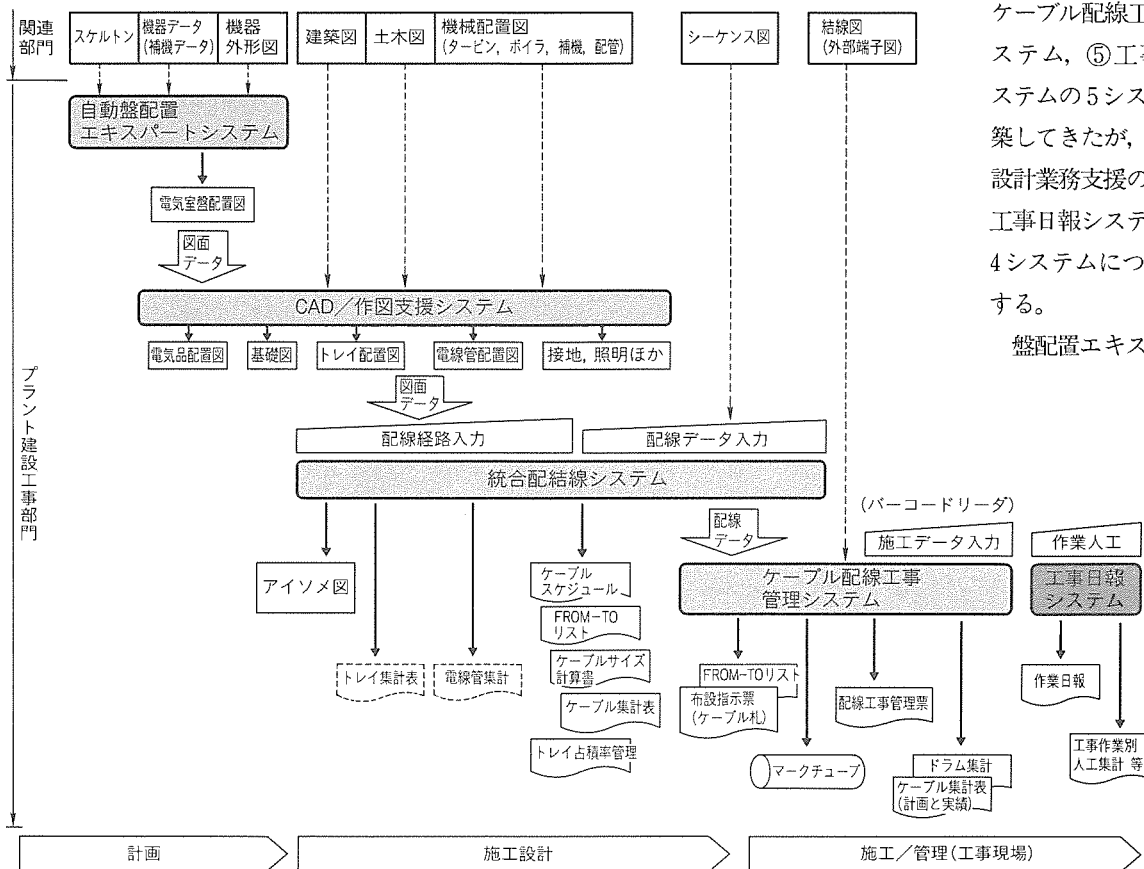


図1. プラント建設工事におけるEOA化の現状

システムは、ベテラン設計者の知識、電気機器の特徴、設計ルール等の要素を計算機に登録し、電気室における盤関係の最適配置を自動的に設計者に提案するシステムである。

CAD/作図支援システムは、当社製の汎用CADシステムである MELCAD-MD+ にプラント設備工事的な機能を付加し、設計者のCAD作図の効率化を図っている。

統合配結線システムは、配線工事の主要材料であるケーブル、トレイ、電線管の設計を支援するものである。配線ルートを三次元のアイソメ図に展開し、各材料の必要量を各材料仕様ごとに集計し、材料手配及びトレイ占積率管理等の支援を行っている。

ケーブル配線工事管理システムは、現地工事におけるケーブル1本1本に対して、配線に関する情報・指示を与え、配線後の実績を収集するシステムである。

以下に、各システムのねらいと特長について述べる。

3. 各種システム

3.1 盤配置エキスパートシステム

3.1.1 システムのねらい

このシステムは、計画・施工設計の基になる電気室内の電機品の中でも主に盤配置設計を対象とし、製作所から入手したデータから盤配置図を最適かつ迅速に作成し、これをCAD/作図支援システムへ図面データとして提供することをねらいとしている。

盤配置設計は配線設計を行うための基礎図面作成に当たる作業で、鉄鋼プラントではプラント建設工事部門が行っている。現在、配置設計図の作成は経験に基づく多くのノウハウ(例えば、配線するケーブル量が最少となるような配置設計や、各盤のメンテナンス性を考慮した配置設計等の手法)を必要とするためにベテラン設計者への依存度が高く、また、

試行錯誤による設計になりやすいので設計時間増大の一因にもなっている。

盤配置エキスパートシステムは、ベテラン設計者が持つノウハウである各盤のメンテナンス性等の特徴と主要な設計ルールを計算機に組み込み、電気室における盤関係の最適配置を自動的に行い、設計者に提案するシステムである。

3.1.2 特長

このシステムは、パソコン(PC)とEWS(Engineering Work Station)で構成している。盤配置エキスパートシステムのシステム構成を図2に示す。製作所から入手したスケルトン図面、機器データ、機器外形図を参照し、電気室内の盤データをPC上で設計者が容易に入力できるように、スプレッドシートを利用し、入力インタフェース部を構築した。そして、PC上で作成された設計データをEWSに渡し、ここで自動配置を行わせている。なお、盤配置におけるノウハウ等の設計ルールは、知的CADツールIMPAKT^(注1)を利用して組み込んでいる。

出力結果は、図3に示すように、三次元表示で立体的に機器配置が確認できる。自動配置された盤配置図面は、DXF変換を通してCAD/作図支援システムに渡し、施工図面として扱う。

3.2 CAD/作図支援システム

3.2.1 システムのねらい

各製作所・顧客から建築/土木図面、機器配置図面、配管図面等を入手し、当部に関連するデータを抽出し、CADで工事図面を作成している。また、盤配置エキスパートシステムによって生成された盤配置図についても、このシステムで図面を作成している。

標準CADとして運用しているMELCAD-MD+は、機械系のCADシステムであるため、機械製図特有の作図機能

(コマンド)を多く持っている。MELCADは、これら多くのコマンドが利用しやすいようにメニュー構成されているが、プラント建設工事図面では十分な作図効率が図れない部分がある。このため、MELCAD-MD+をプラント建設工事向けCADにカスタマイズして、独自の機能を付加することにより、設計者の手間を軽減する作図の高

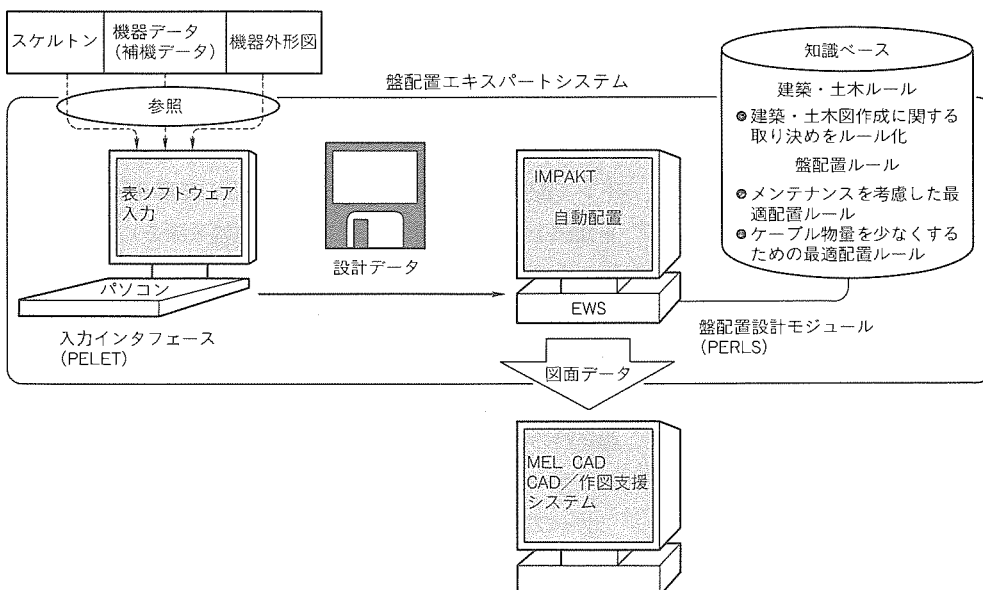


図2. 盤配置エキスパートシステム

(注1) “IMPAKT”は、米国 Concentra 社の商標である。

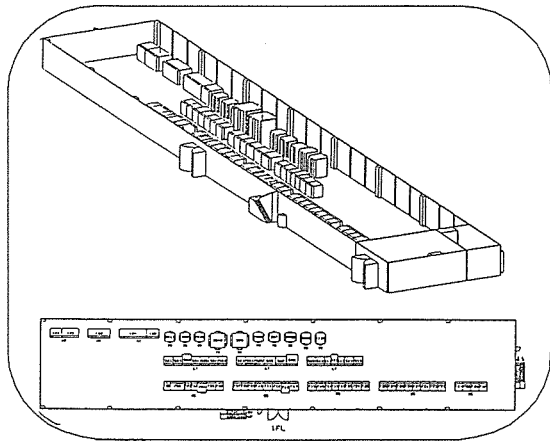


図 3. 盤配置三次元表示例

効率化をねらった。

このシステムを使用して完成した図面のうち、トレイ配置図、電線管配置図は統合配結線システムで活用し、配線経路入力に役立っている。

3.2.2 特 長

(1) プラント建設工事部門向け固有機能の付加

プラント建設工事部門で頻繁に作成する図形や編集処理などの一連の手順・操作を、MELCADシステムの一つの機能として付加するため、コマンド化した。

(a) 主なコマンド

- 図面枠配置：図面サイズ (A 0～A 4) に合わせて図面枠を原点に自動配置
- 通り心：任意の位置に垂直又は水平の通り心を対話操作で作成
- コンクリート：断面図における基礎部分のコンクリート記号の自動作成
- 電気盤：任意の位置に電気盤を対話操作で作成
- 一括寸法：寸法基準要素の連続指示により、一括で寸法を作成
- 包絡 (図 4)：指定された要素を指定された範囲で包絡処理

(b) その他の支援機能

- スタイル設定：作成される図形の線種・線幅などを設定する機能
- レイヤ設定：図形作成時に自動的にレイヤを切り換える機能

(2) 各種メニューの改良

MELCAD-MD+で標準的にサポートされているメニューには画面メニュー、ポップアップメニュー、ステータスメニューなどがあり、ほとんどのコマンドが利用できるようになっている。これらメニューからプラント建設工事部門で必要のないコマンドを排除し、メニュー構成を簡素化した。

以上の機能とメニューの改善により、作図時間を 25%削減した。

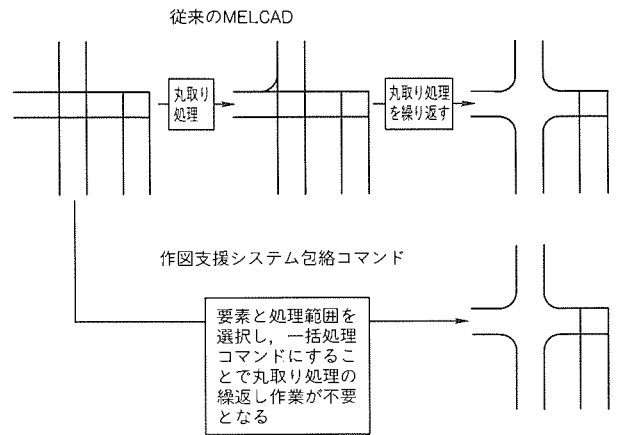


図 4. コマンドの一例 (包絡処理)

3.3 統合配結線システム

3.3.1 システムのねらい

従来の工事設計では、盤及び電気機器の配置を決め、配線ルートを決めてケーブルの通路となるトレイ配置図・電線管配置図を CAD で作成している。さらに、関連する製作所から入手した各機器の配線関係を示すシーケンス図及び結線図から、ケーブル 1 本 1 本の発着点 (FROM—TO)、配線経路、ケーブル長さ、ケーブル種類、サイズ (心数を含む) を求め、ケーブルの手配及びケーブルの施工指示を行っていた。

統合配結線システムは、工事設計の中で最も負担の多い配線設計を対象に、従来の CAD をベースにして技術計算・集計計算等の機能を付加することにより、設計業務を支援するものである。

3.3.2 特 長

このシステムは、MELCAD-MD+ をベースに構築しており、配線関係の主要材料であるケーブル、トレイ、電線管のルート選定、サイズ選定、及びそれらの部品と材料の集計を行うことができる。ケーブル情報は、ケーブル配線工事管理システムへ渡して現地工事管理に活用している。以下に、主な機能について述べる。

(1) アイソメ図表示機能

図 5、図 6 に示すように、CAD で作成した機器配置図・トレイ配置図・電線管配置図を参照図として取り込み、CAD 平面図上で配線経路、トレイサイズ (幅×深さ)、トレイの床からの高さを入力することで、経路を三次元変換し、配線経路を疑似三次元的に表示させるものである。この表示された配線経路図をアイソメ図と呼んでいる。アイソメ図の表示により、視覚的に配線経路をとらえることが容易になり、配線経路の確認作業が容易にできるようになった。

(2) ケーブルスケジュール表示機能

ケーブルスケジュールは、図 7 に示すように、関連製作所のシーケンス図からケーブル番号及びケーブル発着点 (FROM—TO) を入力することにより、各ケーブルに対して、ケーブル種類、実心数、使用心数、サイズ、回路種別

(制御線、動力線など)ケーブルの発着点(FROM—TO)、配管経路、ケーブル長を自動的に表示する機能である。

(3) 最短ケーブルルート、長さ選定機能

前述のアイソメ図に表示された配線経路を利用し、図8に示すように各ケーブルの発着点を与えると、複雑に交差する配線経路があった場合でも、最短のケーブルルートを自動選択し、配線経路と最短ケーブル長を前述のケーブルスケジュール表に表示する機能である。

(4) トレイ占積率管理機能

図9に示すように、ルート選定されたケーブルの通路であるトレイに対して、各トレイの分岐ごとにトレイ内のケーブルの占積率を求める機能である。

許容占積率を超えたトレイ部分は、前述のアイソメ図に強調表示される。これによって設計者は、トレイサイズを変更するか、トレイを増やすか、ケーブルの一部をルート変更するかを決め、トレイのケーブル占積率を容易に管理することができるようになる。

(5) ケーブル集計表示機能

ケーブルの種類別・サイズ別に分類し、必要ケーブル長を集計し、ドラム(長尺ケーブルを巻き付けた物)手配の情報を設計者に表示する機能である。

3.4 ケーブル配線工事管理システム

3.4.1 システムのねらい

ケーブル配線工事管理システムは、前述の統合配結線システムから出力される配線データを基に、ケーブル布設・結線工事に対して各種作業指示を行い、ケーブル布設・結線後の

実績管理及びドラム管理を行い、施工管理を重点的に支援するシステムである。

3.4.2 特長

このシステムは、PC上で構築しており、現地工事事務所と設計事務所をパソコン通信で接続している。ソフトウェアは、MS-Windows 3.1^(注2)をプラットフォームにしている。図10に統合配結線システムとケーブル配線工事管理システムの業務区分を示す。前述のように、統合配結線システムが施工設計側で必要な出力を担当し、ケーブル配線工事管理システムが施工及び施工管理を重点的に支援している。このシステムに必要なデータは統合配結線システムから受け取り、結線表作成には上流関連製作場所からのデータを入力し

(注2) “MS-Windows”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

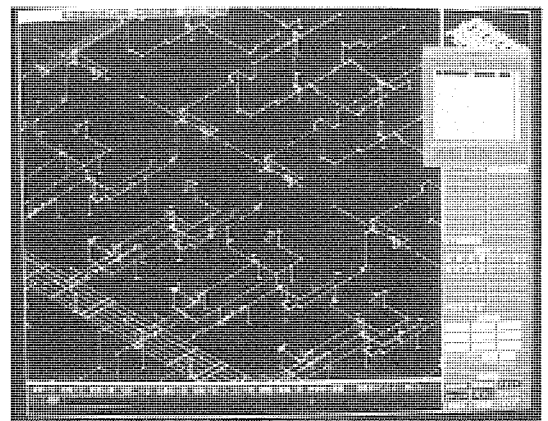


図6. アイソメ図表示例

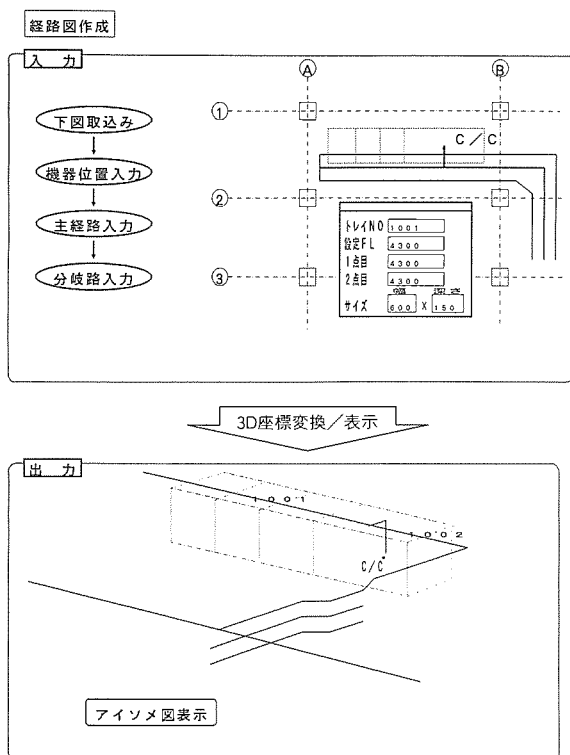


図5. アイソメ図表示機能

ケーブルスケジュール

設計日	発着理由	ケーブルNO	系統	発着地	エリア	端子台	端子台	1/2WNO	回路種別	ケーブル種別	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法	
M	ZRG	03202	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHCVV	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	80
M	ZRG	03203	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHLVV	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	80
M	ZRG	03301	KU	計装	計装	計装	計装		計装	HA-G	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	80
M	ZRG	03302	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHLVV--S	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	40
M	ZRG	03303	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHLVV--S	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	40
M	ZRG	03304	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHLVV--S	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	40
M	ZRG	03305	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHLVV--S	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	200
M	ZRG	03306	KU	計装	計装	計装	計装		計装	SHLVV--S	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	80

図7. ケーブルスケジュール表示

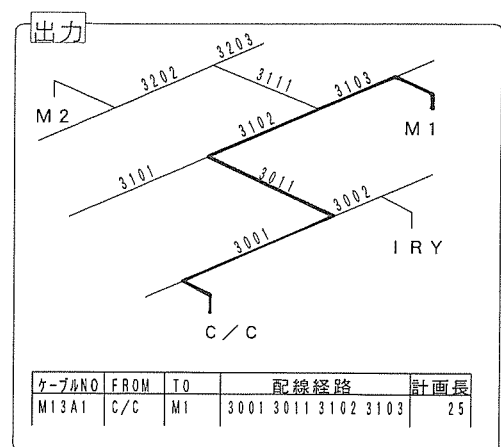


図8. 最短ケーブルルート長さ選定機能

ている。以下に主な機能を示す。

(1) ケーブル布設指示票作成機能

ケーブル布設工事では、1本のケーブルの両端部にケーブル布設指示票を張り付けてケーブルを布設する作業が標準となっている。ケーブル布設指示票には、ケーブルの種類、サイズ、ケーブルの発着点 (FROM—TO) 及びバーコードが明記されているが、この指示票を、ケーブル配線工事管理システムでミスなく自動的に作成している。

(2) 結線指示票及びマークチューブ作成機能

ケーブルには多心ケーブル (1本のケーブルの中に数本の電線が入っている。) があり、それぞれの電線の結線先 (結線番号) を示す結線指示票を自動的に作成する。また、図11に示すように、電線の両端にマークチューブ (結線番号を刻

印したチューブ) を取り付けて結線を行っている。マークチューブとはビニールのチューブに刻印機を使用して結線番号を刻印したものであるが、マークチューブ刻印機へ結線番号を送り、自動的にマークチューブを作成させる機能がある。

(3) ケーブル布設実績収集機能

図11に示すように、ケーブル布設を完了したケーブルに対して、ハンディターミナルを布設現場に持ち込み、前述のケーブル布設指示票のバーコード (ケーブル番号) を読み込み、現地工事事務所においてPCに光通信で伝送し、データを一括管理する機能である。さらに、現地工事事務所から設計事務所へ布設実績データを転送する機能もある。

(4) ケーブル在庫管理機能

現地工事事務所から伝送されたケーブル布設実績データから、設計事務所へケーブルドラムの使用量、在庫量を管理できる機能がある。

以上の機能により、配線管理業務を10%削減した。

4. むすび

プラント建設工事におけるEOA化について紹介してきたが、今後更に以下の課題について改善し、効率化を推進する計画である。

(1) 製作所間のネットワーク構築

現在、各製作所から図面を入手し、施工に必要な情報を読み取り、施工図面に作図し直している。ただし、一部の製作所とは必要に応じて図面をCADデータで入手し、作業の効率化を図っている。今後この活動を更に推進するため、図12に示すように、製作所とのネットワークを構築し、CAD図面入手の迅速化と図面データ活用による作業の効率化を図る。

また、シーケンス図面から配線データを読み取る作業については、作業負荷の軽減策として、図面からのデータ抽出による活用を各製作所と検討している。

(2) CAD/作図支援と統合配結線の統合

施工設計において利用されている上記システムは、人手を介した情報の授受となっている。したがって、情報の共有化による作業の効率化という観点からこれらを統合し、作図から三次元アイソメ図への自動展開、更には、トレイや電線管等の集計機能強化等により、今以上の作業軽減を図る。

(3) 現地OA化

現地工事事務所の管理業務の効

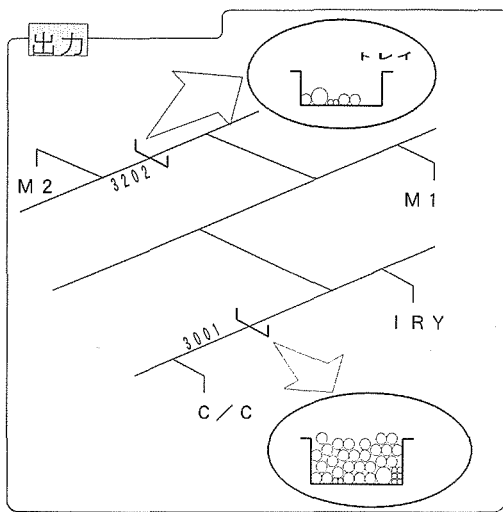


図9. トレイ占積率管理機能

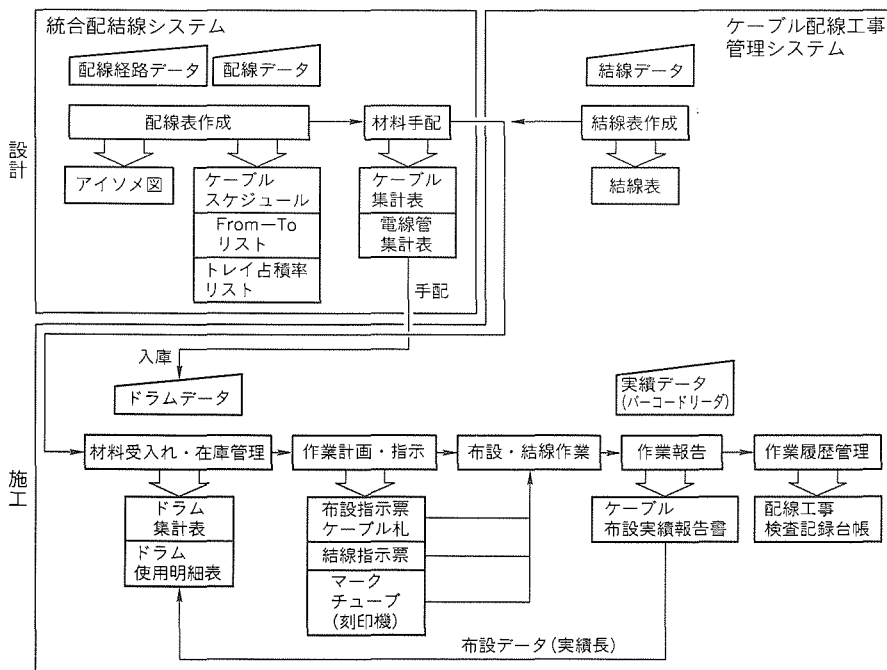


図10. 統合配結線システムとケーブル配線工事管理システムとの業務区分

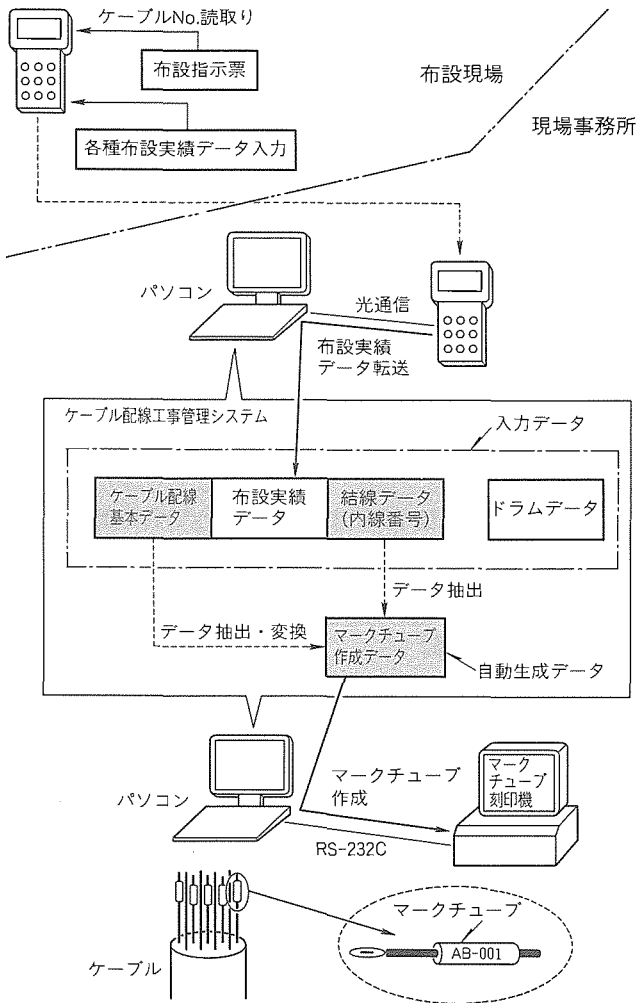


図11. 結線表示票及びマークチューブ作成機能とケーブル布設実績収集機能

率化と現地における的確な指示を推進するため、まず、日報、工事部品・材料の在庫管理等の現地における業務のOA化を進める。

さらに、現地事務所と設計事務所間のネットワークを構築し、現地の工事状況を設計事務所にて把握し、的確な指示を可能とする計画である。

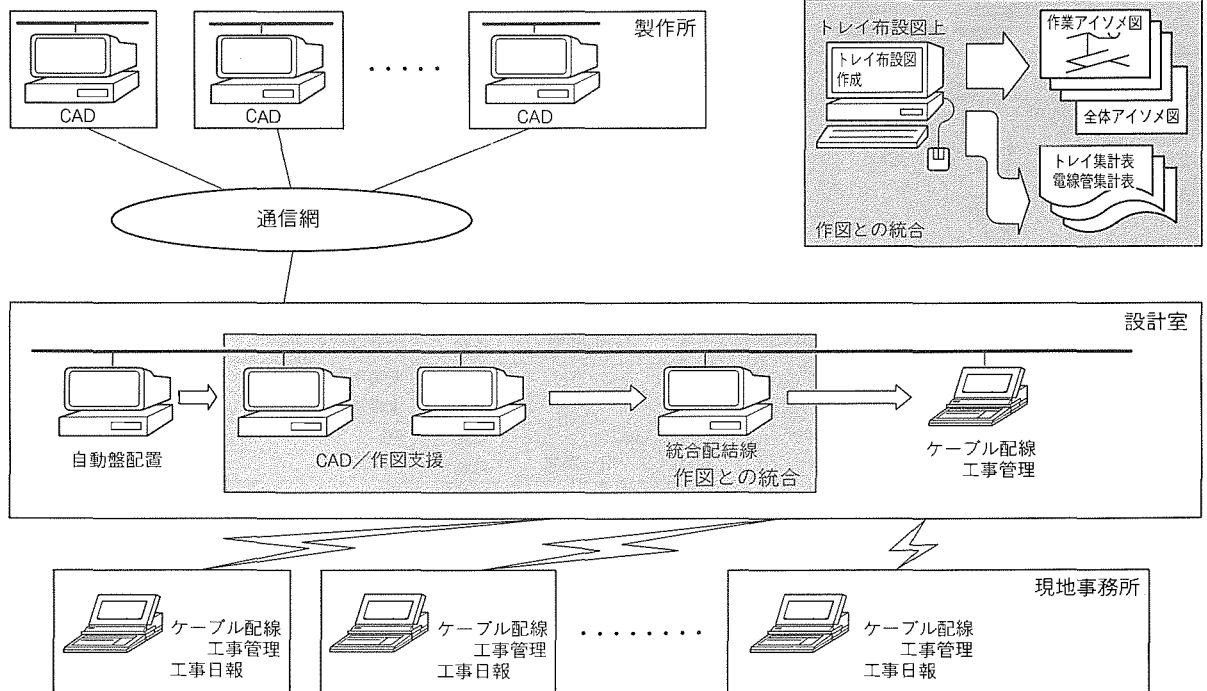
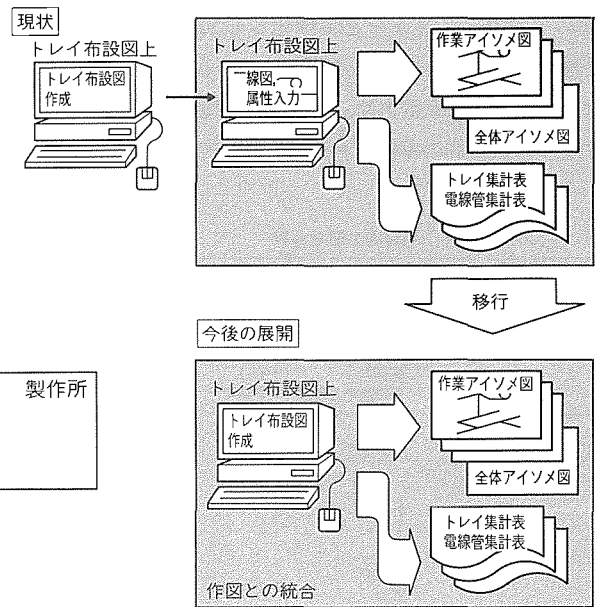


図12. 製作所間ネットワーク機能と作図との統合

東京電力(株)納め 臨海副都心向け屋外形変圧器装置

長谷川 裕* 木谷伸二* 辻 章* 松本正市**

1. ま え が き

都心部の過密地区の配電方式は、電力需要の増大に対する供給力の確保と供給信頼度の向上を図るため、22kVスポットネットワーク(SNW)方式を中心とした22kV配電方式が導入されている。ところが、6kV配電方式でも十分な供給信頼度が得られていることから、契約電力500～2,000kWの需要家の多くは、省スペースで低コストの6kV受電方式を採用しているのが実態である。しかし、都市需要が着実に過密化する様相を呈している中で、このまま6kVを中心とした配電方式を適用していくと、将来的に供給用変電所の立地や配電線路の建設等が困難となるおそれがある。そこで東京電力(株)では、本線・予備線方式の22kV受電設備の開発を進めており、メニューを多様化して22kV受電方式をより一層推奨していきたいと考えられている。

当社はこのたび、東京電力に、臨海副都心地区の外灯などに供給する屋外設置形の本線・予備線受電方式22kV変圧器

装置を納入した。ここでは、この屋外設置形変圧器装置について、その構成機器の概要と特長を紹介する。

2. 屋外設置形変圧器装置

2.1 概 要

変圧器装置は、図1に示すように、22kV負荷開閉器、ヒューズ、変圧器、低圧遮断器で構成され、その特長は以下のとおりである。屋外の塩害地区への環境対策等については、3章、5章に述べる。

2.2 特 長

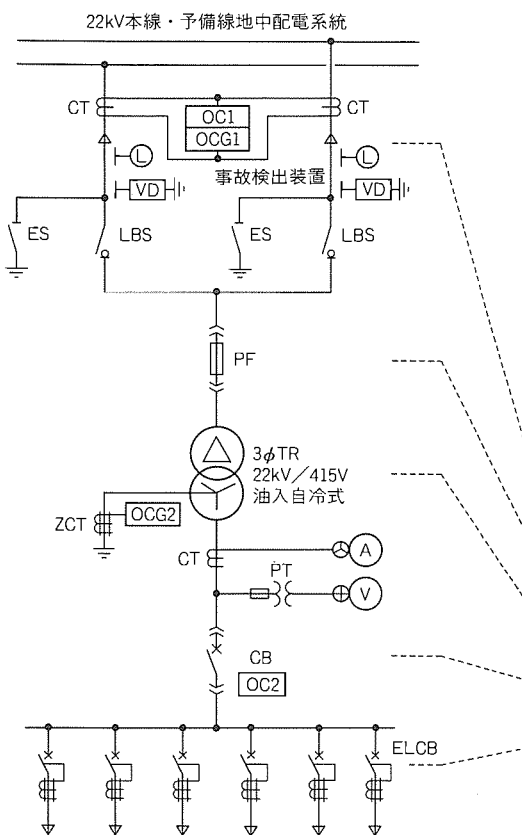
(1) 回路構成

受電方式は22kV本線・予備線方式を採用し、供給信頼度の確保を図った。受電部は負荷開閉器(LBS)を設け、変圧器一次にヒューズ(PF)を設けた。低圧部は、変圧器で415Vに降圧し、二次遮断器(ACB)を設け、分岐遮断器として漏電遮断器(ELCB)から各々ケーブルで歩道に設置される連絡用変圧器に配電し、外灯などに供給している。

(2) 全体構成

変圧器装置の全体構成を図2のブロックスケルトン、図3の外形図に示す。これは22kV特別高圧(以下“特高”という。)部及び低圧部をL字形に配置し、22kV特高部の背部に変圧器を配置して各機器をコンパクトにまとめた全装可搬形構造とし、工期の短縮化を図った。この変圧器装置の定格事項を表1に示す。

また、変圧器装置は公共の公園等に設置されるので、特に安全性に配慮し、耐内部アーク構造をとるとともに、図4の外観写真に示すように違和感のない外観意匠として環境調和



故障区間	要 因	主 保 護	後 備 保 護
1. 変電所～ LBS間	短絡 地絡	変電所CB(OCR) 変電所CB(DGR)	変電所バンク二次CB 変電所バンク二次CB
2. LBS～PF間	短絡 地絡	変電所CB(OCR) 変電所CB(DGR)	変電所バンク二次CB 変電所バンク二次CB
3. PF～ TR一次間	短絡 地絡	PF PF	変電所CB(OCR) 変電所CB(DGR)
4. TR二次～ CB間	短絡 地絡	PF LBS(OCG2)	— —
5. CB～ 低圧母線間	短絡 地絡	CB(OC2) CB(OCG2)	PF LBS(OCG2)
6. 低圧母線 以降	短絡 地絡	ELCB ELCB	CB(OC2) CB(OCG2)
7. TR	TR過負荷	CB(OC2)	—

図1. 単線接続図及び保護連動表

を図った。

(3) 構成機器

(a) 22 kV 開閉器は、新たに開発した SF₆ ガス絶縁方式の LBS を採用し、コンパクト化・高信頼性・省保守化を図った。このガス LBS は、接地・検電機能を設け、受電側をケーブル接続とし、負荷側気中端子を上部に配置した単一容器構造とした。

(b) ヒューズは、ヒューズ台車方式を採用して取替えが容易にかつ安全にできるものとした。また、ヒューズ台車を引き出すことによって変圧器の絶縁抵抗測定が可能な構造とした。なお、ヒューズは IEC Pub 282-1 TYPE 1 に準拠した形状とした。

(c) ガス LBS 及びヒューズは、それぞれ単位回路ごとの盤に収納し、列盤間は気中絶縁母線でブッシングによって接続し、密閉化を行って信頼度を向上した。

(d) 変圧器は低損失形・低騒音の油入変圧器とした。

(4) 絶縁レベルの低減

従来の雷インパルス定格耐電圧値は 150 kV 又は 125 kV (20 A 又は 20 B 号) であったが、地中配電システムは、本質的に直撃雷や近接雷を考慮する必要がないことから、乾式変圧器の絶縁強度 (JEC-204) と同等である雷インパルス定格耐電

圧値 95 kV に低減した。これによって、22 kV 特高盤及び変圧器のコンパクト化が可能となった。

2.3 保護方式

変圧器装置の保護方式は図 1 に示すとおりである。

(1) 受電 LBS-ヒューズ間

22 kV 地中ケーブルはもちろんのこと、変圧器装置の受電 LBS からヒューズまでの短絡・地絡事故は配電用変電所で保護するものとした。したがって、22 kV 回路の母線は絶縁母線を採用して絶縁を強化し、信頼性の向上を図っている。

(2) ヒューズ-変圧器一次間

ヒューズは、配電用変電所と保護協調が図れ、かつ変圧器の励磁突入電流で動作しない限流ヒューズを採用した。また、地絡事故が生じた場合でも保護できる特性とした結果、ヒューズで短絡・地絡保護が可能なものとなった。なお、ヒューズが動作した場合には、欠相防止対策として、変圧器二次遮断器及び受電 LBS を開放する方式としている。

(3) 変圧器二次-低圧母線間及び分岐遮断器以降

変圧器二次の ACB は母線の短絡・地絡保護を行い、変圧器二次-二次遮断器間の母線は絶縁母線を採用して絶縁を強化し、信頼性を向上した。分岐遮断器以降の短絡・地絡事故は漏電遮断器で保護するものとした。

(4) 本線・予備線回線の停電時自動切換機能

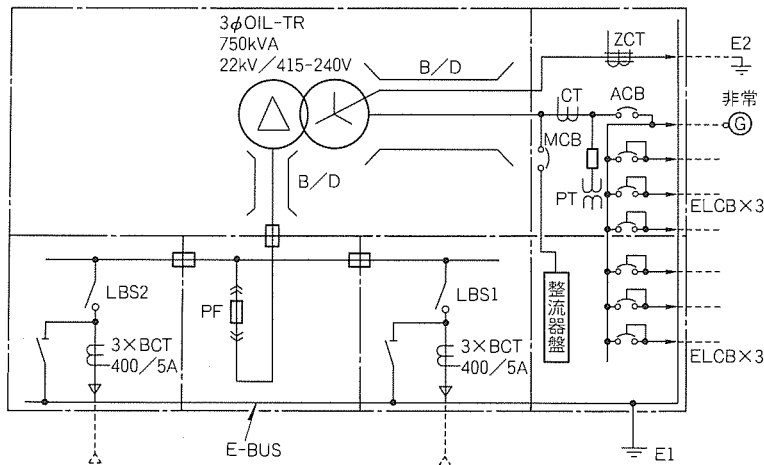
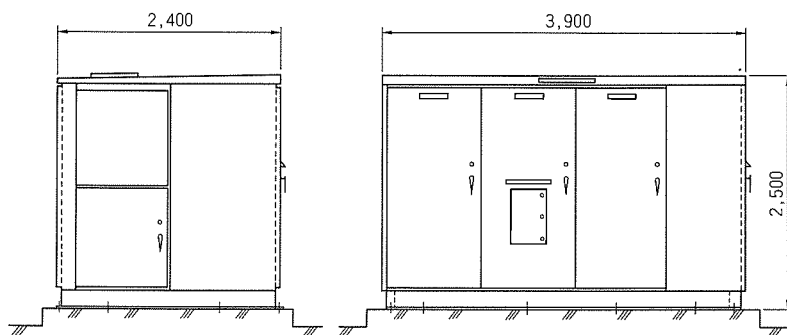


図 2. 変圧器装置のブロックスケルトン

表 1. 特高・低圧盤の定格事項

22kV特高盤	
定格電圧	24kV
定格電流	200A
商用周波耐電圧	50kV(対地間, 相間)
雷インパルス耐電圧	95kV(対地間, 相間)
定格短時間電流	25kA 1秒
ヒューズ電流	30A
低圧盤	
定格絶縁電圧	600V
定格電流	変圧器容量による
低圧気中遮断器	ELCB
制御電源	DC48V用直流電源装置内蔵



単位: mm

図 3. 変圧器装置の外形図

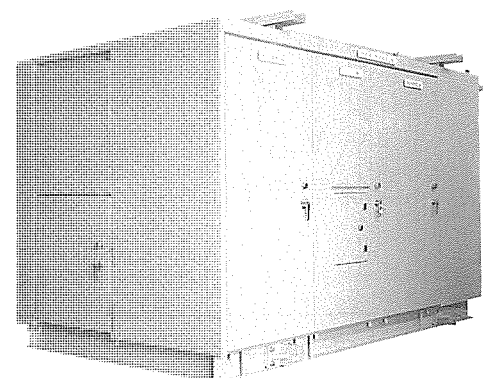


図 4. 変圧器装置の外観

停電時の本線・予備線受電切換えを自動化し、停電時間の短縮化を図った。切換えには、電圧検出装置 (VD) と 22 kV 事故検出装置 (OC1/OCG1) の採用により、安全に切換えを行う方式としている。

3. 盤 構 造

変圧器装置は屋外の海岸線に設置されるため、屋内のように搬入経路等の制約を受けないので、工場ベース (鋼材で構成) の上に特高盤・主変圧器・低圧盤を据え付け、そのまま全体を現地まで輸送する全装可搬のパッケージタイプを採用した。これにより、現地作業は本体の据付けと外部配線作業のみとなり、工程を大幅に縮減することが可能となった。

3.1 屋外環境に対する施策

屋外環境対策として、下記の構造を採用した。

- (1) 塩害に対する耐汚損性能向上のために、特高盤・低圧盤は完全密閉構造とした。また、油入変圧器を設置する変圧器室は、自然換気が可能な屋外仕様とした。
- (2) 特高盤・低圧盤は屋根板と盤内天井板による二重天井とし、夏季の日射に対し、空気層の断熱効果によって盤内温度上昇を低減している。また、この断熱空気層は、湿度が高く温度差が大きい春・秋季に、盤内天井板に発生しやすい結露防止の面からも効果的である。
- (3) 台風等による暴風雨に対して雨水が盤内に浸入しないように、JIS C 4620 規定の暴噴流試験に耐える構造とした。
- (4) ベースには溶融亜鉛メッキを施し、盤も含めて重耐塩塗装を採用した。

3.2 耐内部アーク性能

この変圧器装置は公園等の公共地区に設置されるので、万一、盤内で短絡事故が発生したときの安全性確保が必ず (須) 条件となる。

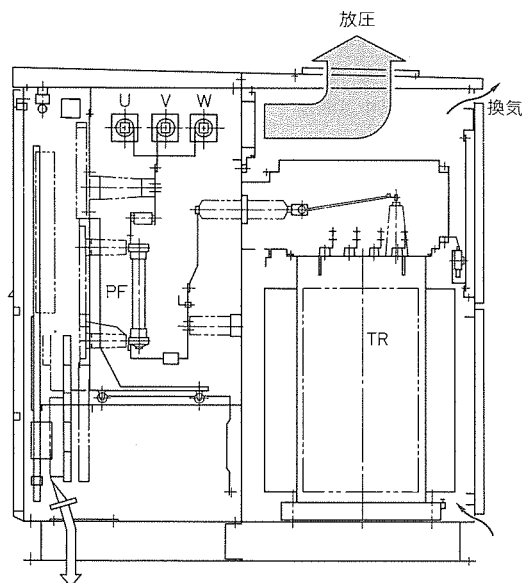


図 5. 内部アーク発生時の放圧ルート

盤内での短絡事故は、アークによって盤内の圧力が上昇し、盤変形に伴う屋外扉の開放・離散等によって人身へ危害を与える可能性がある。屋内盤の場合は、これを防止するために、天井に放圧フラップ等を設けて盤内圧力上昇を軽減している。

今回の変圧器装置は海岸線に設置されるので、上述したように、耐環境性の観点から密閉化及び二重天井化構造としている。天井に二重フラップを設けた場合、母線室上部に放圧フラップ接合部ができ、結露時の絶縁低下が懸念される。

そこで、特高盤内の急激な圧力上昇に対しては、図 5 に示すようなルートで放圧する方法とした。この放圧方法は、特高盤の後面に放圧フラップを設けて一度変圧器室に放圧し、さらに変圧器室天井部のフラップで外部へ放圧する方法である。変圧器室のフラップ動作時間は、ガス LBS フラップが動作してから約 10 ms 後、またヒューズ盤のフラップが動作してから約 15 ms 後に動作することをシミュレーション及び検証試験で確認している。

ガス LBS 収納盤は、放圧フラップを母線室用とガス LBS 本体用との 2 か所に設け、ガス LBS 内で発生した場合は、上部母線室を経由することなく内部圧力を直接変圧器室へ放出できる構造を採用した。万一、本線側のガス LBS 本体で内部アーク事故が発生しても、予備線切換えで復電可能となるため、復旧時間の大幅な短縮が可能となる。

電力中央研究所横須賀研究所で、下記試験条件で内部アーク試験を実施した。そのときの試験状況写真を図 6 に、またガス LBS 及びヒューズ盤の試験結果を表 2 に示す。ヒューズ室については、内部アーク発生後、17 ms 後に 0.1 MPa まで内部圧力が上昇し、当該室フラップが開いた。そして、



図 6. 内部アーク試験状況

表 2. 内部アーク試験結果

内部アーク発生箇所	ガス開閉器内部	ヒューズ台車
当該室最大圧力上昇値 (MPa)	0.26	0.10
当該フラップ開放時間 (ms)	13	17
前面制御室圧力上昇値 (MPa)	—	0.023
インジケータ焼損の有無	なし	なし

変圧器室のフラップは約 30 ms 後に開放し、飛散物もなく良好な結果を得た。

試験条件：通電電流 25 kA 1秒 (7.2 kV)

判定基準：盤内構造物の飛散がなく、IEC 298 記載の黒色インジケータ (40g/m²) が燃えないこと。

3.3 操作表示パネル

運転・操作の簡素化を図るために、集中化した操作表示パネルを 22 kV 側及び低圧側に設けた。制御電源は DC 48 V のバッテリーを採用し、商用電源喪失時は、省エネルギー化のためにランプを消灯させる等の対策を図った。また、このパネルは屋外扉に小扉を設け、屋外扉を開けることなく監視・操作を可能としている。

4. ガス負荷開閉器

開閉器の必要機能として、断路機能、負荷電流遮断機能、接地機能、電氣的インタロック用電圧検知機能、そして検相機能がある。SF₆ ガス絶縁方式を採用すると、これらの機能をコンパクトにすべて組み込むことが可能である。さらに耐環境性の観点から、検相がい (碍) 子等に用いられる絶縁物は気中でなくガス中に設置することにより、絶縁物清掃等のメンテナンスを省略できるようにしている。

SF₆ ガス絶縁方式を採用する場合、断路機能と負荷電流遮断機能を形成する方法として①真空インタラプタ+断路器、②ガス負荷開閉器の 2 種類がある。①の真空インタラプタは極間が絶縁物で構成されているため、開極状態で片極に電圧が印加されている場合は、相手極にも電圧が誘起されるので断路器が必要となる。一方、②のガス負荷開閉器は、極間が電源及び負荷側ブッシングを介した接地金属で構成されている。また SF₆ ガス中の極間は、耐電圧値を高く設定しているので断路器は不要となる。総合的に判断すると、図 7 に示すようなガス負荷開閉器が最もコンパクトで経済的にでき、これを採用した。

4.1 ガス負荷開閉器の定格事項

ガス負荷開閉器の定格事項を表 3 に示す。

4.2 新遮断方式

図 8 に、従来方式と新方式の消弧原理図を示す。従来のパuffァ形消弧室は、遮断時に圧縮された SF₆ ガスを吹き付けてアークの温度を下げることによって電流を遮断する。これに対し新遮断方式では、①遮断時のアークに永久磁石による縦方向の磁界を加え、アークを拡散して消弧する磁気駆動方式と、②遮断時のアークによって膨脹室の圧力を

上昇させ、膨脹室からアークに向かって膨脹ガスを吹き付けて電流を遮断する“オートパuffァ方式”とを併用した新消弧方式を採用し、遮断性能を更に向上させた。

この新方式を採用すると、可動部質量が著しく軽減され、操作エネルギーは従来方式との比較で約 50% 低減が可能となる。

4.3 メンテナンスの省力化

図 7 に示すように、負荷開閉器及び接地開閉器の導電部、コンタクト部、コンデンサ形検電器等を SF₆ ガスを封入したタンク内部に配置する構造とした。また、コンタクト部は負荷電流の多数回遮断が可能な性能を持つとともに、主回路部は密閉され外部環境から遮断されているため、重汚損地区においても清掃等のメンテナンスの省力化が可能となった。

表 3. ガス LBS の定格事項

共通項目		
形式	20-GLB-ES	
適用規格	JEC-2310	
絶縁方式	SF ₆ ガス絶縁	
定格ガス圧	0.25MPa (警報ガス圧 0.20MPa)	
負荷開閉器		
定格電圧	24kV	
定格電流	200A	
定格短時間電流	25kA 1秒	
電流開閉性能	200A (力率 0.7) 200回	
定格耐電圧	対地間, 相間	AC50kV, I _{mp} 95kV
	極間	AC60kV, I _{mp} 125kV
操作方式	電動ばね蓄勢操作	
充電表示装置	電圧検知器 (VD), コンデンサ形検電器	
接地開閉器		
定格短時間電流	25kA 1秒	
操作方式	電動操作	

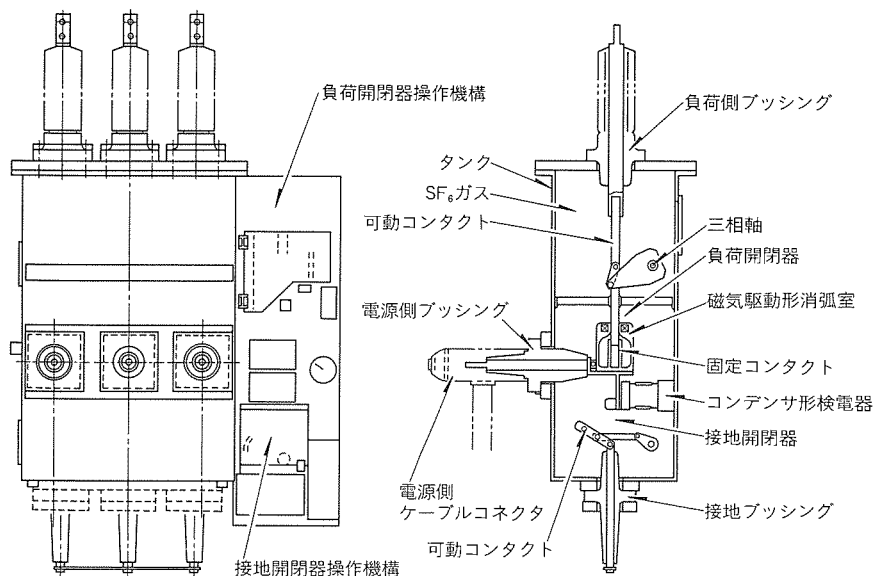


図 7. ガス LBS の内部構造

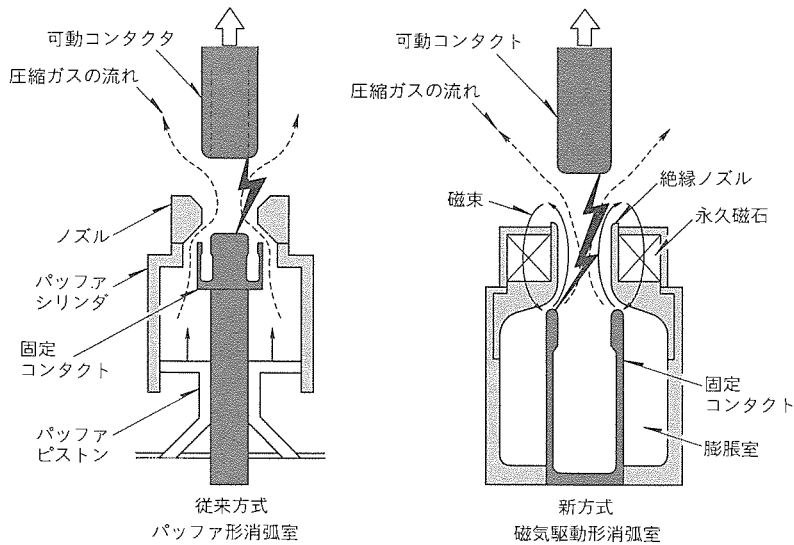


図 8. 消弧原理図

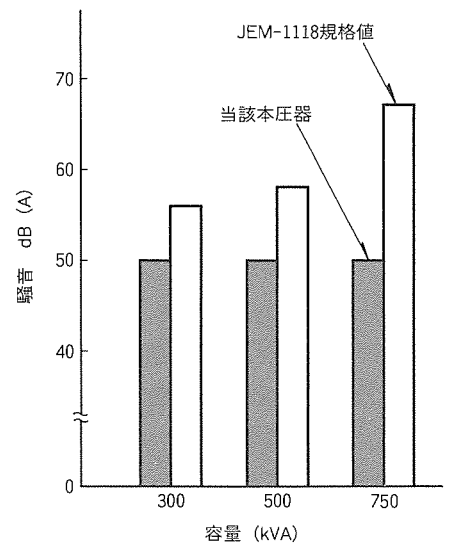


図 9. 変圧器の容量に対する騒音の比較

表 4. 変圧器の定格事項

定格容量 (kVA)	300	500	750
相数	3		
定格周波数 (Hz)	50		
定格一次電圧 (kV)	22		
定格二次電圧 (V)	415Y240		
一次	交流試験電圧 (kV)	50	
	雷インパルス試験電圧 (kV)	全波95	
二次交流試験電圧 (kV)	4		
騒音 (dB(A))	50以下		
全損失 (W)	5,000	6,000	8,500
効率 (%)	98.36	98.81	98.88
電圧変動率 (%)	力率0.9の下で4以下		
準拠規格	JEC-204(1978)		

中間容量の500 kVAにタンク寸法を統一し、750 kVAは大幅なコンパクト化を図った。変圧器カバー上には一次・二次開閉器盤に直結したバスダクトを設けて一次・二次ブッシングを収納し、塩害汚損の軽減、充電部の隠ぺいによる安全性に配慮した設計としている。これらの変圧器の定格事項を表4に示す。

変圧器の特長は次のとおりである。

- 省エネルギー（高効率）である。
- 低騒音である。
- コンパクトである。
- 一次コイルはタップレスである。
- 変圧器は相互に互換性がある。

特別高電圧変圧器であるが、JEM-1392 (1981) “6 kV 低損失形油入変圧器の特性基準値”と同等以上の高効率としている。また、騒音についても、図9に示すとおり、JEM-1118 (1969) “変圧器騒音レベルの基準値”の規格値に比べて大幅な低騒音設計としている。

4.4 充電表示装置

電源側の充電確認方法には、従来の電圧検知器 (VD) に加え、コンデンサを内蔵した碍子 (コンデンサ形検電碍子) を充電部に接続し、その分圧によってネオンランプを点灯させて充電表示する装置を設けた。このコンデンサ分圧方式は電源電圧を利用してネオンランプを点灯させるため、点検時など、制御電源がない場合でも電源電圧の有無が確認可能である。

5. 変圧器

変圧器は、設置環境が屋外で塩害地区であるので、油入変圧器を採用している。三相300, 500, 750 kVAを標準とし、いずれの容量も設置に互換性のある外形構造としている。

6. むすび

今後、都市部過密地区の中小容量向けとして、22 kV 本線・予備線方式受配電設備の設置が増加すると予想されるが、今回これに適合する屋外設置形変圧器装置を、東京電力(株)に臨海副都心地区向けとして納入した。

今後、屋内形などメニューの多様化を行い、22 kV 受電方式がより一層拡大することに寄与していきたいと考えている。

東海旅客鉄道株納め 機械設備保守保全支援エキスパートシステム

阿部光雄* 山本成幸* 加山 勉** 田中英和*** 柴田文夫***

1. ま え が き

機械設備（以下“設備”という。）のライフサイクルにおける保守保全業務は、設備の稼働率向上、保全コストの低減等を目的としており、それに携わる設備管理者には多様化した設備各々に対する信頼性、故障解析法等の深く幅広い知識が要求されている。

東海旅客鉄道株（以下“JR東海”という。）では、駅や車両所等の昇降機・空調機等の設備が増強され、一人当たりの設備管理台数は過去6年間に約2.2倍に増えている。これに加えて保守の熟練者（エキスパート）の減少とメカトロニクス化に伴う設備の多様化があり、保守保全業務の機械化が求められている。

これらの要求にこたえるために、今回、AI（人工知能）応用のエキスパートシステムを適用して保守エキスパートの経験や勘をコンピュータに置き換え、故障の未然防止とともに故障発生時には復旧を迅速に行うことができるシステムを構

築した。

本稿では、この“設備の保守保全支援エキスパートシステム”について、その概要を紹介する。

2. システム構築の目的

2.1 保守保全の現状

(1) 保守保全の種類

JR東海では設備の点検修理を“検修”と呼び、表1の4種類に区分している。検修は設備の種類（機種）ごとに点検の部位と内容を定めた検修示方書（図1）に従っている。約260機種の設備があり、検修のほとんどは保守会社へ委託されている。

(2) 設備の管理区分

設備は10けたの機械番号で識別され、故障発生前に計画的に予防保全を行う“重要機械”と、故障発生後に事後保全のみを行う“その他機械”に分けて管理を行っている。

(a) 重要機械の管理

重要機械は、設備の故障が鉄道輸送や旅客移動に大きな影響を与えるもの、及び防災上法令で定期点検が義務付けられているエレベーター等を対象としている。機種ごとに検修示方書を整備し、検修計画に従って検修A及び検修Bを行う。

(b) その他機械の管理

その他機械は、故障の影響度が小さく定期点検を行わないものを対象としている。故障発生時に検修Dを行う。

(3) 保守保全業務の内容

設備管理者の業務の流れは図2に示すとおりであり、その内容を下記に述べる。

表1. 検修種別

検修区分	検修周期	検修作業内容
検修A	30～90日	予防保全を実地に施すために、保全上必要な時期に原則として在姿の状態で行う検修
検修B	1～3年	予防保全を実地に施すために、保全上必要な時期に機械の要部又は全般を解体して行う検修
検修C	随時	改良保全を実地に施すために、保全上必要な時期に行う検修
検修D	随時	事後保全を実地に施すために、保全上必要な時期に行う検修

検修種別		整理番号	機 械 名		形式又は機能
A			エスカレーター		動力分散形

装置	部 位	検 修 箇 所	検修周期 (日)	検 修 事 項		検 修 方 法	加 修 限 度	処 置 等
				停止状態	運転状態			
0	主電動機検出値			稼働時間				
1	駆動ユニット	1	電 動 機		異常、発熱	点検、聴診		
		2	減 速 機	油圧	“ ”	“ ”	給油	
		3	ブリー及びVベルト	摩耗、損傷、張り				調整
		4	防 振 ゴ ム	損傷、劣化			目視	
2	電出ブレーキ	1	ブレーキシュー	損傷	作動			調整
		2	電 磁 コ イ ル		“ ”、異常、発熱	点検、聴診		
		3	ライニング	摩耗（左右）損傷		“ ”、計測	厚さ寸法の50%	

図1. 検修示方書

(a) 年間検修計画書の作成

次年度に検修を実施する重要機械の検修 A・B 実施月を、稼働実績を考慮して年間検修計画表として作成する。

(b) 検修工事費用の積算と検修契約

年間検修計画の機械ごとの検修種別と回数を基に、保守会社ごとの検修工事費用の積算を行う。保守会社へ見積依頼を行い、検修工事の契約書類作成と工事契約を行う。

(c) 月間検修計画書の作成

保守会社が作成した月間検修計画書を基に設備の使用者と運転の都合を調整し、検修実施日を決定する。

(d) 検修作業の実施

必要によって保守会社の検修作業に立ち会い、作業内容の確認や指導、及び設備の動作確認等を行う。

(e) 検修報告書の作成・保存

保守会社の検修報告書から設備の稼働値、劣化状況、及び処置内容を確認し、書面又はデータで結果を保存する。

(f) データ・技術管理

設備の機能にかかわる特性値、部品の劣化状況、及び故障内容の把握・解析を行い、検修周期と内容を決定する。

(g) 現地設備診断

データ管理に基づき設備診断を行う機種・設備・部位・内容を決定し、社員による検修を行う。

2.2 システムの目的

設備の安定稼働、突発故障の防止、故障の早期復旧、適正保守による検修費用の削減等を実現するには、設備の劣化状態に応じてタイムリに検修を行うことが重要である。そのため、設備の台帳、構成、及び検修内容をマスターデータとして登録し、検修又はオンライン監視(将来)によって稼働状況や故障実績の収集・蓄積を行い、稼働実績としていつでも検索できるようにする必要がある。また、稼働実績を基に設備ごとの故障予知や検修周期のスケジュール調整を行って

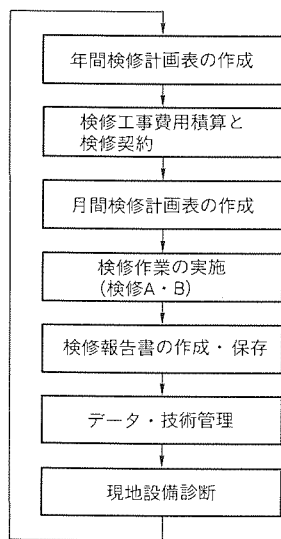


図 2. 業務の流れ (検修 A・B)

効率的な検修計画を作成するほか、検修工事費用の積算や保守業者との契約帳票も作成する必要がある。保守保全支援システムに求められる機能イメージを図 3 に示す。

3. システム概要

3.1 システム構成

このシステムは、3種類の処理装置(コンピュータ)を採用し、JR東海で使用する処理装置と保守会社で使用する処理装置から構成される。システム構成を図 4 に示す。

各種データの蓄積や故障診断・予知等を行う処理装置にはエンジニアリングワークステーション(EWS)を採用し、マスターデータのメンテナンスを行う処理装置には操作性を考慮してノート型のパソコン(PC)を採用した。また、検修データの収集処理装置には、現場での使用を考慮し、携帯性に優れ手書きイメージでデータ入力可能なペンコンピュータを採用した。

EWSとPC間はLAN接続とした。保守会社とのデータのやりとりは、光磁気ディスク(MO)及びフロッピーディスク(FD)によって行う。

3.2 機器構成

下記の機器で構成した。

(1) 故障診断・予知用 EWS

- コンパクトで高性能な ME/R 7120-80 を採用
- 大容量のメモリ 128 Mバイト、固定ディスク 9 Gバイトを搭載

(2) マスターデータメンテナンス用 PC

- ノート型カラー液晶の PC 9821 Np を採用
- メモリ 21 Mバイト、固定ディスク 540 Mバイトを搭載

(3) 検修データ入力用ペンコンピュータ

- 小型軽量なモノクロ液晶高解像型の“AMITY-SV”を採用
- メモリ 20 Mバイト、固定ディスク 270 Mバイトを搭載

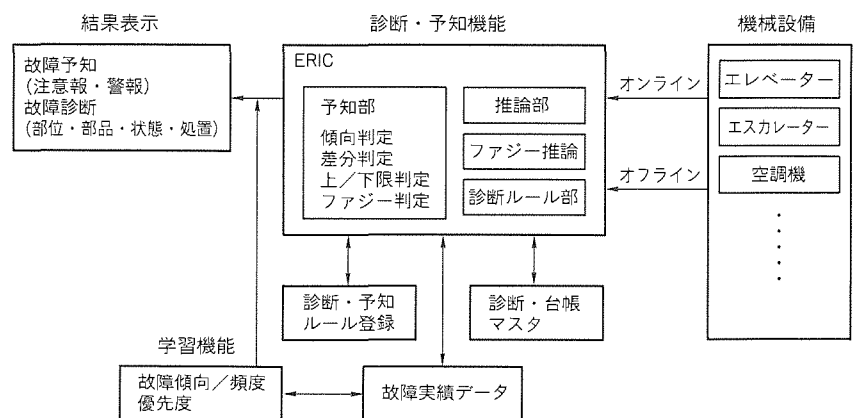


図 3. 機能関連図

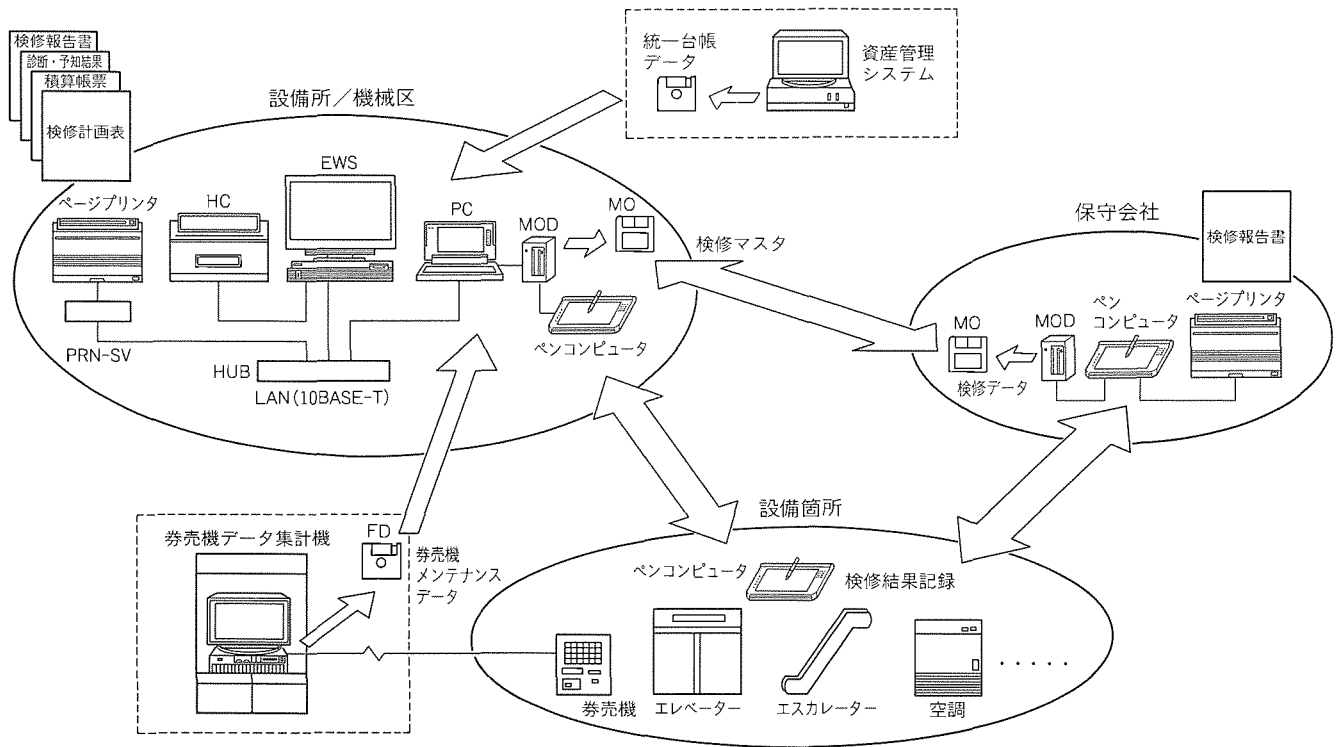


図4. システム構成

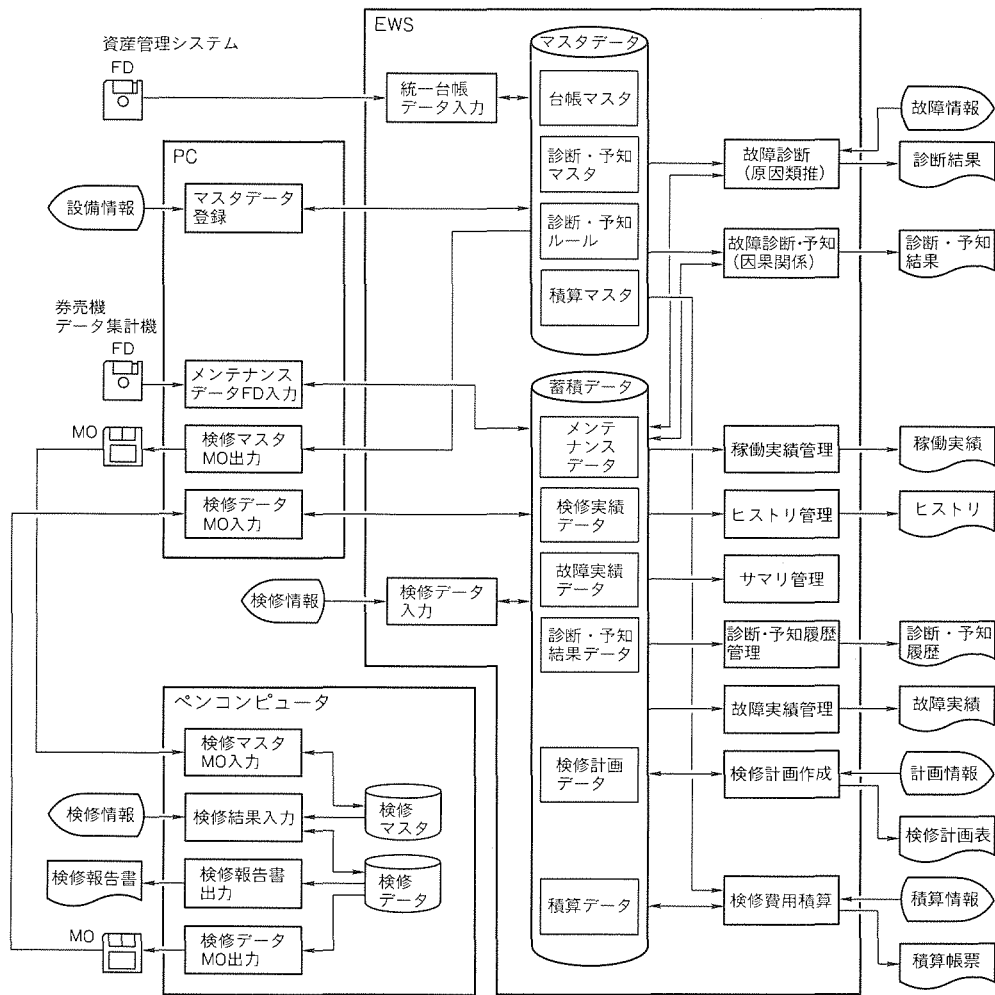


図5. 処理機能構成

3.3 処理機能構成

このシステム全体の処理機能とデータの関連を図5に示す。

3.4 システム容量

このシステムに登録可能な設備台数やルール数等の容量を表2に示す。重要機械1,000台と、その他機械2,000台の管理が可能である。

3.5 システムの特長

(1) データの長期管理が可能

設備の寿命を最低20年程度と想定したデータ容量を確保しており、長期間の継続的なデータ管理が可能である。

(2) 登録対象設備が柔軟

JR東海共通の検修示方書をベースにしており、設備の装置・部位・項目・部品・状態・処置等の定義により、機種とメーカーを問わずデータが登録できる。

(3) ルール登録が容易

故障診断ルールの定義が入出力情報の因果関係表となっているため、容易にルールの追加変更が可能である。

3.6 システム導入効果

システム導入により、次のような業務改善が期待できる。

(1) 効率的な年間検修計画の作成

検修計画作成画面で故障予知・故障実績・稼働実績等のデータが参照できるため、効率的な計画が作成できる。

(2) 検修契約業務の機械化

年間検修計画表と連携した検修工事費用の積算と契約帳票の出力により、保守会社との契約業務が機械化できる。

(3) 検修作業報告の迅速化

携帯型のペンコンピュータの使用により、現場で検修結果が入力でき、帰着後容易に検修報告書とデータ出力ができる。

(4) 保守時間の低減と突発故障の減少

故障診断によって故障部位・部品が特定でき、交換部品・機材等の事前準備や、保守会社への適切な指示が可能となる。また、故障予知によって劣化部品の交換や調整等の予防保全が可能となり、突発的な故障を減少させることができる。

(5) 業務の標準化推進

各設備管理者が共通のデータやルールを使用するため、保守保全業務が標準化される。

4. 機能概要

4.1 故障診断・予知機能

設備の保守保全ノウハウをエキスパートシステム上に移植し、実際の運用上で稼働データや故障データを蓄積し知識を獲得することで、高度な保守保全技術を確保できる。診断・予知機能の実現にエキスパートツール“ERIC”^(注1)を採用した。

(1) エキスパートツール

保守エキスパートと同レベルの判断を実現するためには、高速リアルタイム性を持つ診断型エキスパートツール上に、

(注1) “ERIC”は、三菱電機(株)産業システム研究所で開発したりアルタイム制御用エキスパートツールで、Extended Rule-based system for Intelligent Controlの略。

表2. システム容量

	区 分	最大容量	単 位	備 考
機械設備台数	重要機械	1,000	システム	予防保全・事後保全対象の設備
	その他機械	2,000	システム	事後保全対象の設備
設備箇所		500	システム	駅、車両所、信号所など
機 種		300	システム	検修示方書で規定する設備の種類
設備構成情報	装置数	100	機種	設備を構成するブロック
	部位数	100	機種	装置を構成する部位
	部品数	1,000	機種	保守レベルで処置可能な部品
	状態数	100	機種	設備の故障・稼働状態
	処置数	100	機種	清掃・交換等の保守による処置
	現象数	100	機種	
ル ー ル 数	予知ルール	300	機械	
	診断ルール	350	機械	
	通報ルール	50	機械	
	現象診断ルール	100	機械	
入力項目数	検修項目	160	機械	定期点検収集
	監視項目	16	機械	オンライン収集
	計測項目	4	機械	オンライン収集
	通報項目	50	機械	電話連絡
蓄積データ数	故障実績	1,000,000	システム	
	診断・予知結果	1,500	機械	
	監視検修データ	500	項目	
	故障・動作履歴	5,000	システム	

ノウハウの変更機能を搭載した故障診断・予知用エキスパートシステムを構築する必要がある。ERICは、移植性や使いやすさに重点をおいた領域特化型エキスパートツールであり、以下の特長を持っている。

- 複数推論の平行処理や優先順位付けが可能
- 高速リアルタイムな診断が可能
- 知識表現に“if… then…”形式のルールとワーキングメモリを使用(人間の思考表現がしやすい。)
- 推論過程でリアルタイムに外部データの入出力が可能
- 特殊な AI 言語は使用せず C 言語を採用

(2) ルール定義

故障と原因、すなわち入力情報と出力情報には因果関係が認められる。この因果関係を、個々の入力情報の組合せと出力情報の各要素の組合せで、すべて1枚の表で認識できる形式とした。この表を用いることにより、エキスパートシステムを意識することなく、ルールの追加や変更ができる。図6に画面例を示す。

(3) 監視検修項目による故障診断・予知

検修データを入力した場合、又はオンライン監視で運転状態や計測データを収集した場合は、故障診断・予知ルールを参照し、予知レベル、想定現象、該当装置・部位・部品、状態、処置を表示する。図7に画面例を示す。

(a) 予知レベルと判定方法

設備の異常や故障を検知した場合に設備管理者のとるべき行動を基準に、2段階の予知レベルを定義した。

- 警報：設備が既に故障状態にあるか又は故障状態に至る可能性が非常に高い異常状態にあり、直ちに修理や部品取換え等の処置が必要
- 注意報：設備が異常状態にあり、故障状態に至る可能性があるため近々点検が必要

(b) 判定処理内容

劣化傾向管理の目的である異常のチェック、事前検出、及び発生時期の予測のために4種類の判定機能を実現した。

- 上下限：現在の計測値を上々/下々限值、及び上/下限值を超えているか否かを判定
- 傾向：増加/減少の劣化傾向があり、限度値に至る時期を判定
- 差分：前回と今回の計測値の差分が許容範囲か否かを判定
- ファジー：現在の個々の計測値が限界値にどの程度近いかの確度を判定

(4) 現象からの故障診断

設備箇所から電話で故障通報があった場合、通報項目の一覧を表示し、現象を確認する。複数の現象の組合せから診断ルールを参照して診断結果を表示する。図8に画面例を示す。

(5) 学習機能

システム稼働時点の故障診断ルールの定義は、設備の設置

環境等によって初期定義どおりの結果が得られるとは限らない。そこで故障実績を故障診断結果に反映させ、現象・部位・部品・状態・処置等の表示順序を並べ替えることにより、故障診断の精度を上げている。

4.2 データ収集機能

4.2.1 検修データ収集機能

設備の検修結果は従来の紙による管理ではデータとして活用できないため、パソコンコンピュータを使用してデータ化を行

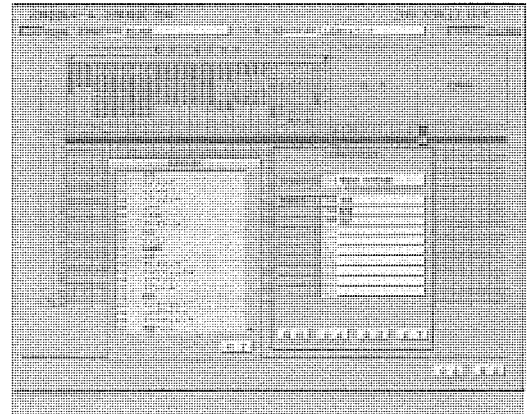


図6. 故障診断ルール定義画面例

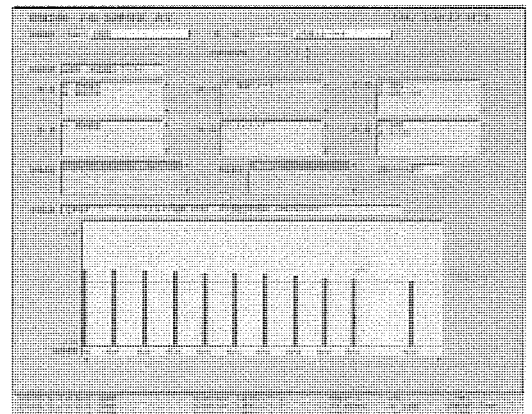


図7. 故障診断・予知結果表示画面例

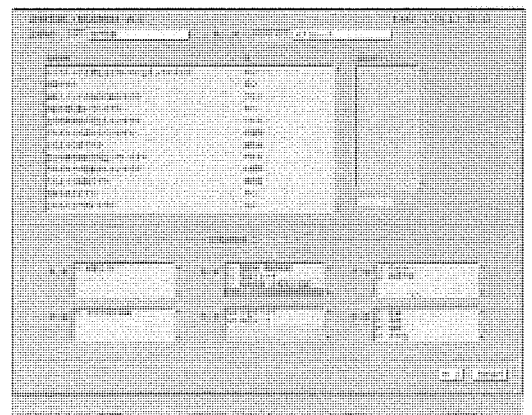


図8. 故障診断結果表示画面例

う。

ペンコンピュータには、保守会社ごとに検修設備の台帳と検修 A・B のマスタデータを登録しておく。

(1) 保守会社での検修データ収集作業

検修時に保守員がペンコンピュータに機械番号を入力することにより、設備の台帳データと検修項目が表示される。項目に従って検修結果の入力を行う。帰着後、ペンコンピュータにプリンタを接続して検修報告書を出力する。検修報告書の内容を確認後、MO ドライブを接続して検修データを MO に出力する。

(2) 検修データの蓄積と故障診断・予知の実行

保守会社からの検修報告書を確認し、MO の検修データを PC で読み込む。検修データを EWS に蓄積する。EWS から直接データの修正や入力もできる。故障診断・予知を自動的に実行し、異常があれば警報や注意報を出力する。

4.2.2 券売機メンテナンスデータ入力機能

券売機に記録された稼働値や異常動作のメンテナンスデータは、データ集計機で定期的に収集され、FD に出力される。メンテナンスデータは PC で読み込み、故障率の演算を行う。発券枚数と故障率演算結果は EWS に蓄積し、検修データの入力と同様に故障診断・予知を実行する。

4.3 検修計画・積算機能

4.3.1 年間検修計画作成

次年度の検修 A・B の計画を、今年度の計画をベースに、故障予知情報や稼働実績・故障実績を参照して作成する。券売機については、発券枚数から検修周期の延伸や短縮の調整案を表示する。周期調整案の採用は設備ごと又は一括が可能

である。

計画年度に故障予知情報がある場合は、機械名称と該当月を赤色で表示する。予知情報の内容を確認し、検修月の設定を行う。設定は半月単位に任意に設定できる。

4.3.2 検修工事予定価格積算

保守会社、検修種別、積算期間等を指定することにより、年間検修計画表のデータを基に設備ごとの検修工事費用の積算情報を表示する。機種・部位ごとに定めた人工の増減と交換部品等の費用を手入力し、検修工事費用を積算する。保守会社との契約に必要な帳票を出力する。

4.4 データ管理機能

設備・機種・データ種別・検索期間等を指定し、蓄積データを基に、稼働実績・故障実績・故障傾向等のグラフ表示やリスト出力ができる。

4.5 マスタデータ登録機能

EWS のデータベース上の各種マスタデータは、PC から更新を行う。PC の汎用の表計算機能を使用し、簡単にデータの検索・修正を行うことができる。設備台帳は、資産管理システムから FD で一括入力し、定期的に更新を行う。

5. む す び

このシステムは、平成 8 年 3 月に使用を開始した。

今後は、より有効なシステムとするために診断・予知ルールの追加・見直し、運用上の問題点の吸収等を行う予定である。

最後に、このシステムの構築に当たって御指導、御協力をいただいた関係各位に深く感謝する。

地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS)用受信設備

山崎 孝* 川瀬誠一* 平野ゆりか** 杉山隆一** 村瀬文義** 藤原知博**

1. ま え が き

宇宙開発事業団 (NASDA) では、1996 年度に打上げ予定の地球観測プラットフォーム技術衛星 (Advanced Earth Observing Satellite: ADEOS) を用いて地球温暖化・オゾン層の破壊・熱帯雨林の減少・異常気象の発生等の環境変化の全地球規模の観測データの受信・記録・処理等を行う諸設備を整備している。全地球規模の観測データを取得するために、宇宙開発事業団地球観測センター (Earth Observation Center: EOC) が運用の中心となって観測データの受信・記録・処理を行う。EOCにおいて、ADEOS 衛星の観測データを受信するための空中線装置・受信装置・復調装置・総合管制装置等から成る、3 基目の受信設備が完成したので、その設備・機能等について述べる。

地球観測衛星は、上記の環境変化の探査のほか、資源の探査、海洋及び漁場観測、災害監視等に有用な情報を提供する衛星である。EOCでは、これらの各種地球観測衛星のデータを既に受信中であり、米国の LANDSAT、フランスの SPOT、欧州宇宙機関の ERS-1 などの海外の衛星、国内の MOS-1、MOS-1b (海洋観測衛星 1号)、JERS-1 (地球資源衛星) からのデータの受信運用を、既設の 2 基の受信設備で行っている。

今回 3 基目が完成したことによって、これらの各種衛星の運用の統合化による運用性の向上と、三つの設備を組み合わせることによって地球観測衛星の多様なミッションデータを効率良く受信することが可能になった。

本来のターゲットである ADEOS は、高度が 796.75 km の移動衛星であり、地上局からの可視時間幅が最大 15 分程度と短く、かつ、衛星が見え始める時間と角度方向が 41 日を回帰周期として変化する特性を持っている。これらの条件に正確に対応できるだけでなく、既設設備を含めた多様なミッションデータの運用パラメータの設定と空中線の捕そく (捉)・追尾・保守等の作業を効率良く 1 名の運用者で行うため、自動運用ソフトウェア及びワークステーションで構成する総合管制装置を整備した。

2. 設備の構成・機能・性能

2.1 システム

2.1.1 システムの特長

この設備のシステムの特長は、以下のとおりである。

- (1) 多様な運用パラメータの設定と空中線の捕捉・追尾・保守の作業を、効率良く 1 名の運用者で行える。
- (2) 1 基の設備は、空中線/RF/複数衛星分のデータ復調装置等から構成される。このうち空中線/RF を汎用化することにより、データ復調装置の入力側の空中線/RF を EOC 内の 3 基の設備間で相互に切り換えて使用できるようにした。これによって、1 基の設備で複数衛星に対応していたことによる可視時間の重複の問題の解決、保守中のバックアップ等の運用性の向上を図った (空中線切換え機能)。
- (3) 空中線の周囲の樹木・丘陵等の電波遮へい (蔽) 環境 (スカイライン) は、EOC を中心としてどこまで遠方の上空の衛星からの受信画像が取得できるかの観測範囲を決める重要な性能である。敷地の制限などから 3 基目単独の空中線に対する良好なスカイラインが得られないので、既設の 2 基の空中線と今回の空中線とを組み合わせ、スカイラインが互いに補うように、3 基目の設置場所を選択し、さらに上記の空中線切換え機能を利用し、観測範囲の拡大を図った。
- (4) ADEOS 衛星に対する回線品質を確保するため、従来の直径 10 m より高利得な 11.5 m 空中線を採用した。
- (5) EOC の長期計画に基づき長期使用できるように高度 568 km 以上の移動衛星に対して全天追尾可能とした。また、2 軸駆動モードから 3 軸駆動モードへの切換えにおいて、軌道予測が不要な 3 軸マウント型空中線を構成し、併せて軽量化を図った。
- (6) 8 GHz 帯 3 波、2.2 GHz 帯 1 波の受信が可能で、8 GHz 帯各波に対して周波数シンセサイザを用いて広帯域の運用が可能としたことによって汎用性を持たせた。

以下、システムの説明として、上記 (1)~(4) について詳細を説明し、(5)(6) については、2.2 節以降で説明する。

2.1.2 システムの説明

(1) 運用の効率化

運用の効率化については、以下のような考慮を行った。

衛星の運用計画を運用管理設備 (Mission Management Organization: MMO) から LAN 経由で自動的に取り込み、各機器のパラメータを自動作成・設定する。これによって、自動的に空中線角度を衛星の予測軌道方向に向けて捕捉動作を行う。可能な限り低仰角までの画像データを取得するため、電波環境であるスカイラインの影響が少なくなり、かつ追尾精度が比較的良好な駆動モードを自動選択できる追尾モード判定条件を設定し、それによって追尾モードの切換えを

行う。

信号捕捉 (Acquisition of Signal : AOS) 後に、衛星の予測軌道から計算したプログラム角度と自動追尾した角度との角度差を求めておき、再び低仰角になる信号消失 (Loss of Signal : LOS) 近傍の方向では、プログラム追尾モードに設定するとともに AOS以降に求めた補正角度値を自動的に加えることによって、スカイラインの追尾性能への影響を避ける。この補正により、LOS近傍での画像取得範囲が効率良く拡大する。

運用前の機器の動作確認等も含めて自動化しているため、手動作業は“電源投入”及び“ログイン”のみとしている。

(2) 既設の空中線との総合的な運用性向上

表1に空中線切換え組合せ表を、図1に衛星と受信空中線の関係を示す。各衛星はいずれか一つのバックアップ用の受

表1. 空中線切換え組合せ表

設備名称	チャンネル構成	受信対象衛星	
		メイン	バックアップ
#3 ADEOS用	X帯3チャンネル シンセサイザ付き S帯1チャンネル	ADEOS	MOS-1 MOS-1b JERS-1 LANDSAT SPOT
#2 MOS用	X帯2チャンネル ⇒増設3チャンネル S帯1チャンネル	MOS-1 MOS-1b JERS-1 ERS-1	ADEOS
#1 LANDSAT用	X帯1チャンネル ⇒シンセサイザ付加 S帯1チャンネル⇒削除	LANDSAT SPOT	ERS-1

信空中線を持つように選定して、設備全体の運用性・保守性・信頼性を向上している。

可視時間の重複対策として、この切換え機能を使用することも可能である。

(3) 空中線切換え機能

図2に、空中線切換え機能とスカイラインの関係を示す。図の視野AはこのADEOS用空中線のADEOS衛星に対するスカイラインであり、北側に広く西側に狭いスカイラインとなっている。視野Mは既設のMOS用空中線のADEOS衛星に対するスカイラインであり、北側に狭く西側に広いスカイラインとなっている。したがって、図の視野AのADEOS用空中線と、視野MのMOS用アンテナの二つの空中線を切り換えて運用することによって受信可能な視野範囲が増加する。

(4) ADEOS衛星の回線品質

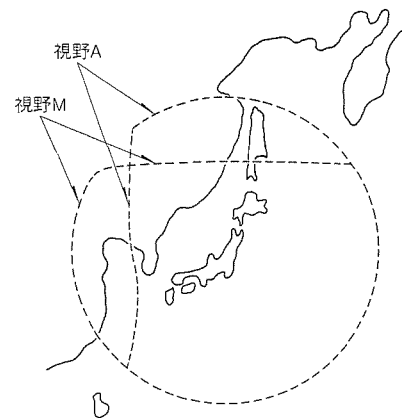
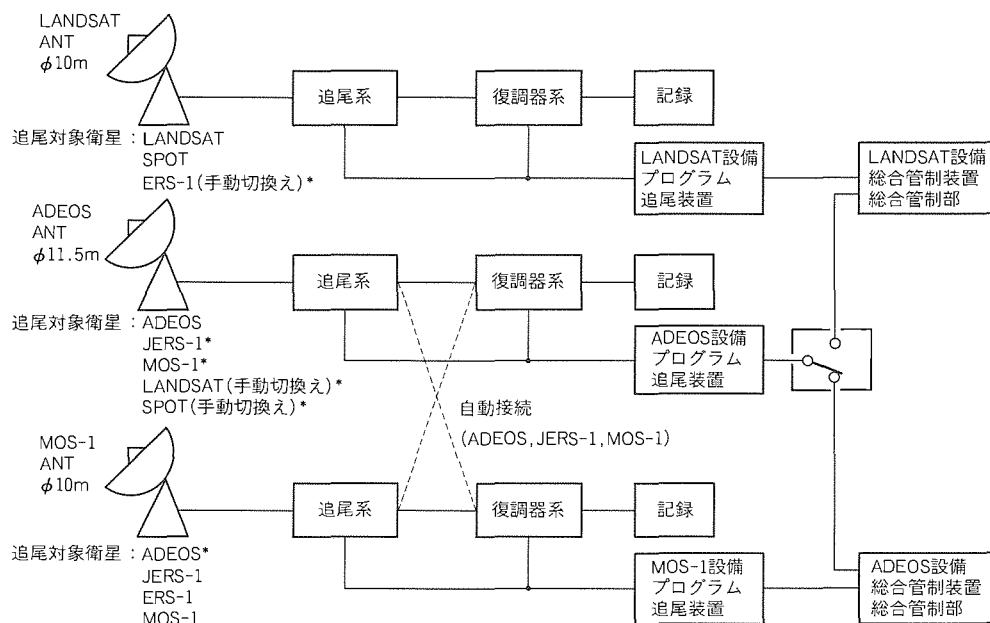


図2. 空中線切換え機能とスカイライン



注 *印は、緊急時や保守時に使用する。
無印は、通常時に運用する衛星を示す。

図1. 衛星と受信空中線の関係

EOCで受信するデータにおいて最も回線品質が厳しい信号は、仰角5度の2.2GHz帯実時間テレメトリ信号である。所要回線マージン3dBを確保するために、空中線の直径を11.5mとした。

次に、受信設備の構成を図3に、主要性能・諸元を表2に示し、設備の動作を説明する。

衛星からの信号を空中線で受信し、給電装置で8GHz帯及び2.2GHz帯の信号に分波した後、データ復調用/追尾基準用の和信号(Σ)と追尾用の誤差信号(Δ)を検出する。これらの信号は各々低雑音増幅され、周波数変換装置によって8GHz帯は140MHz帯IFに、2.2GHz帯は70MHz帯IFに変換され、これらの損失の少ないIF信号で空中線基礎部(空中線の下部の機器室)から運用室に伝送され、追尾受信機能・復調機能を持つ主受信装置に入力される。

8GHz帯主受信装置では、追尾誤差信号(直流電圧)を空中線駆動制御装置に対して検波出力し、ミッションデータを含む60Mbps/6Mbpsの受信信号をQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)復調及び差動復号して記録設備に出力する。これらのデータ伝送路は、X1(8,150MHz)、X2(8,350MHz)、X3(8,250MHz)の3チャンネルで構成している。追尾信号系は、1チャンネルで構成し、X1/X2/X

3のいずれの信号で追尾するかは運用計画に従って総合管制装置で決定される。

2.2GHz帯主受信装置では、周波数は2,220MHzの1チャンネルで構成され、追尾誤差信号(直流電圧)を空中線駆動制御装置に検波出力し、また、テレメトリ(TLM)信号と低速度ミッション記録信号(LMDR)をPM(Phase Modulation)復調し、記録設備に出力する。記録設備ではさらにPSK復調する。

これらの8GHz帯及び2.2GHz帯の復調データは空中線切換え機能により、別の空中線設備から記録設備に出力されることもあるので、空中線切換え装置を経由する。追尾誤差電圧は、8GHz帯と2.2GHz帯の二つの信号、及び軌道計算を行うプログラム追尾装置から出力されるプログラム指令角度信号の三つの追尾関係の信号を空中線駆動制御装置で選択する。その選択は、プログラム追尾装置及び総合管制装置で運用計画/スカイライン情報/受信状態等から決定され、通常はプログラム追尾モード、S帯(2.2GHz)追尾モード、X帯(8GHz)追尾モードと自動移行する。

これらのほか、データ復調の機能・性能の確認のためにシミュレータ及び試験用変調器、アップコンバータを設けている。

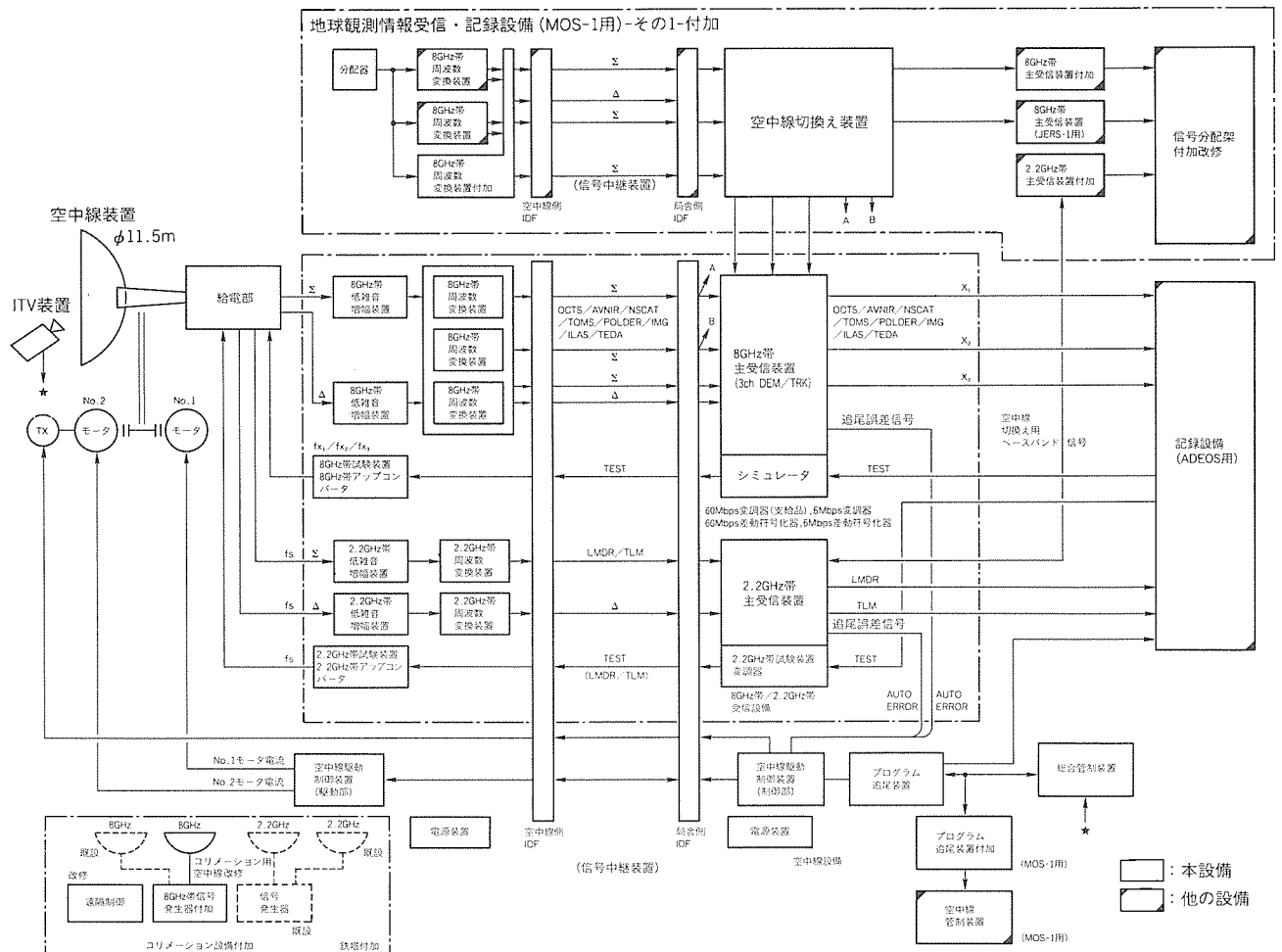


図3. 地球観測情報受信設備(Adeos用)ブロック図

表 2. ADEOS用受信設備の主要性能・諸元

項目	性能・諸元
アンテナ方式	直径11.5m単一ホーン・モノパルスカセグレン給電, 8GHz/2.2GHz共用, Az/EL/Cross-ELマウント方式
周波数範囲	8,025~8,400MHz 2,200~2,290MHz
偏波	円偏波(右旋又は左旋の切換え)及び直線偏波で追尾可能
駆動・追尾方式	自動追尾, オートプログラム, プログラム, 手動, 位置モード
指向精度	(プログラム指令値とビーム最大方向とのズレの値, Az/EL各軸にて。ただし, Cross-EL軸の誤差はAz/EL各軸に含む。)
静止時の精度	0.035° rms以下
動的精度	$C_1 \dot{\theta} + C_2 \ddot{\theta}$ $C_1 \approx 0, C_2 \leq 1.5s^2$ $\dot{\theta}$: 追尾角速度, $\ddot{\theta}$: 追尾角加速度 瞬間最大風速15m/sにて
自動追尾精度	(自動追尾時, ビーム最大方向と衛星方向のズレの値, Az/EL各軸にて。ただし, Cross-EL軸の誤差はAz/EL各軸に含む。)
静止時の精度	0.02° rms以下(8GHz帯) 0.04° rms以下(2.2GHz帯)
動的精度	$C_1 \dot{\theta} + C_2 \ddot{\theta}$ $C_1 \approx 0, C_2 \leq 1.5s^2$ $\dot{\theta}$: 追尾角速度, $\ddot{\theta}$: 追尾角加速度 瞬間最大風速15m/s, 搬送波入力レベル-87dBm(8GHz帯), -111dBm(2.2GHz帯)にて
駆動範囲	Az軸 ±270°以上 EL軸 0~180°以上 Cr-EL軸 ±10°以上
最大駆動角速度	Az軸 10°/s以上 EL軸 6°/s以上 Cr-EL軸 1.5°/s以上
最大駆動角加速度	Az軸 10°/s ² 以上 EL軸 6°/s ² 以上 Cr-EL軸 1.5°/s ² 以上
耐風性	瞬間最大風速 60m/sで永久変形のない設計とすること
システムG/T	8GHz帯34.9dB/K以上 (8,250MHzにて) 2.2GHz帯23.3dB/K以上 (2,220MHzにて) (晴天時, 仰角5°にて)
アンテナ利得	8,250MHzで56.7dB以上 2,220MHzで45.4dB以上
8 GHz帯	
変調形式	QPSK
符号化形式	グレイコードモジュロ4の和分演算
ビットレート	60Mbps及び6Mbps
所要ビット誤り率	10 ⁻⁶ 以下(Eb/No=13.8dBにて, 8GHz帯)
復調スレシヨルド	Eb/No=6dB以下(8GHz帯)
追尾スレシヨルド	C/No= 0 dB以下(8GHz帯)
2.2GHz帯	
変調形式	PCM-PSK-PM
ビットレート	実時間TLMデータ 4,096bps LMDRデータ 4,096bps
追尾スレシヨルド	-130dBm 以下

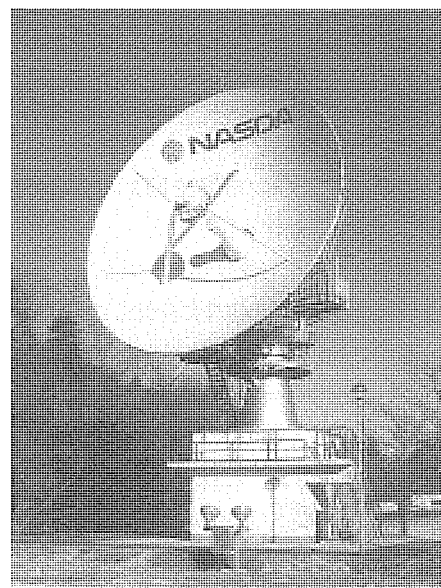


図 4. ADEOS用空中線の外観

なマウント構成としている。アルミニウムを使用して軽量化を図り、機械共振周波数を可能な限り高くなるように機械設計を行った。

さらに、設計した機械共振周波数と実際のJERS-1衛星の軌道データを使用して、追尾受信系までを含めたシミュレーションを行った。これと現地での衛星での実測データとの差異を厳密に検証した。

この空中線設備は、空中線として一般的なAz/ELマウントを基本とするが、Az/ELマウントでは天頂方向の駆動速度が不足すること、また追尾精度が劣化することを防止するため、第三の軸であるCross-EL軸を追加した。図5に、駆動軸(マウント)の構成図を、図6に、3軸空中線制御系ブロック図を示す。空中線の仰角が低いときは従来のAz/ELの2軸の駆動で十分な速度が確保できる。Az軸の最大駆動速度を例えば10°/sとすれば、図7に示すように天頂近傍のEL角度で衛星の速度10°/sを超えるので、この点がAz/ELの2軸駆動の限界となる。この追従限界EL角度は衛星の高度によって変化し、

衛星の高度が低いほど追従限界EL角度は低くなる。ここでは将来の汎用性と技術的な事項のトレードオフから、EL ≥ 78°を第三軸のCross-EL軸駆動を含むAz/EL/Cross-EL軸駆動方式の領域とした。

3軸制御の方式として、事前に軌道予測を行ったり、衛星が移動中に軌道予測をしてAz軸の予測設定を行ったりす

2.2 空中線設備

図4に、設計・製作した直径11.5mの空中線の外観を示す。

この空中線設備は、移動衛星を高速追尾するとともに、8GHzの狭い空中線ビーム幅での高い追尾精度が要求されるので、軽量、高剛性の素材・構造を使い、かつ全天追尾可能

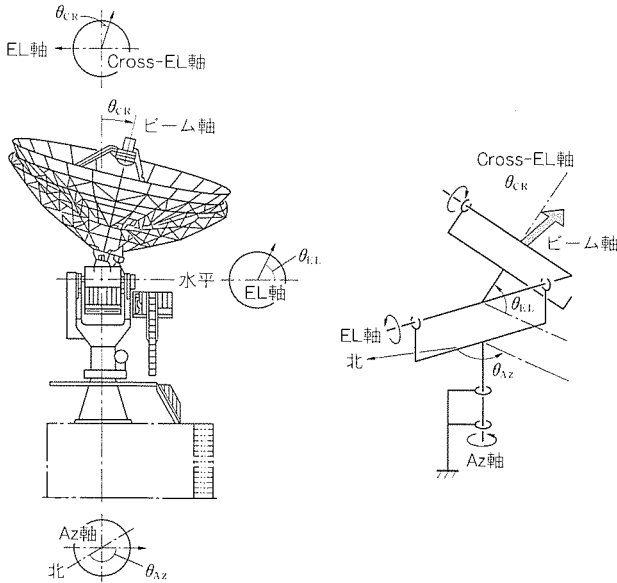


図5. 駆動軸構成(マウント)図

る方法ではなく、軌道予測など他の情報に依存することなく追尾誤差信号のみによって連続的に自動追尾を行う制御方式を開発した。すなわち、3軸で駆動する $EL \geq 78^\circ$ の領域では、EL/Cross-ELの2軸によって自動追尾誤差信号を用いた追尾を行い、Az軸はAz/EL/Cross-ELの3軸によって指向するビーム軸方向のAz角度に駆動する方式である。この制御方式ではAz軸駆動速度の不足分をCross-EL軸が補うように働き、衛星の天頂付近の追尾が可能となる。ここで、天頂通過後、再び $EL < 78^\circ$ となったときCross-EL軸が傾いていても、Az/EL2軸による自動追尾が可能のようにしている。また、プログラム追尾においても、自動追尾と同様に、3軸制御による連続的な追尾が可能である。

図8に、3軸追尾動作のシミュレーション例を示す。
 $EL \geq 78^\circ$ の3軸駆動領域で衛星方向及び空中線ビーム方向

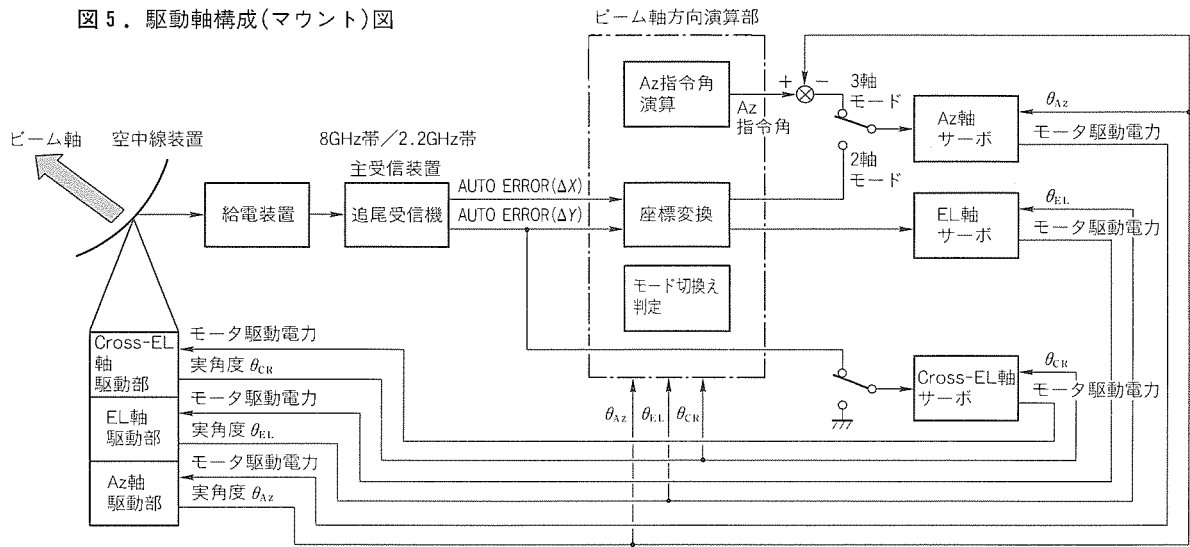


図6. 3軸空中線制御系ブロック図

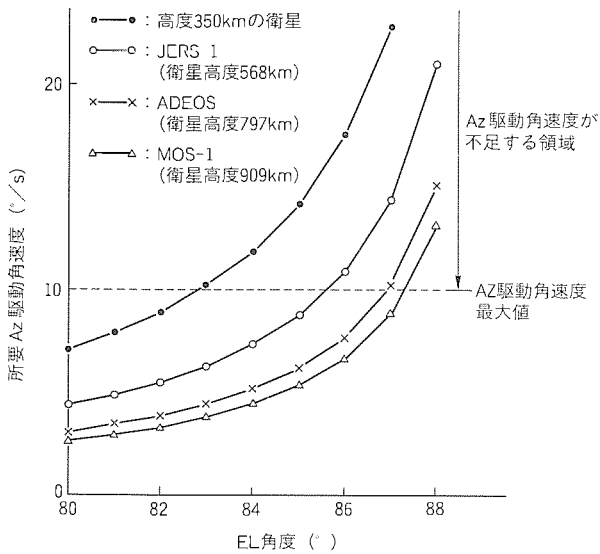


図7. Az/ELマウントでの天頂付近におけるEL角度と所要Az駆動角速度

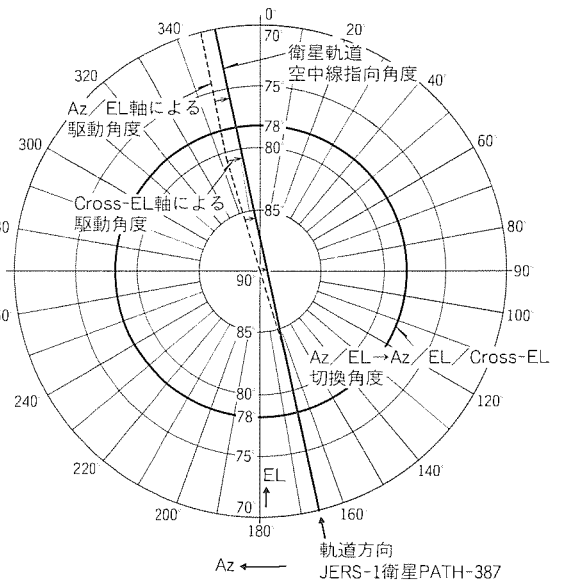


図8. 3軸追尾動作のシミュレーション例

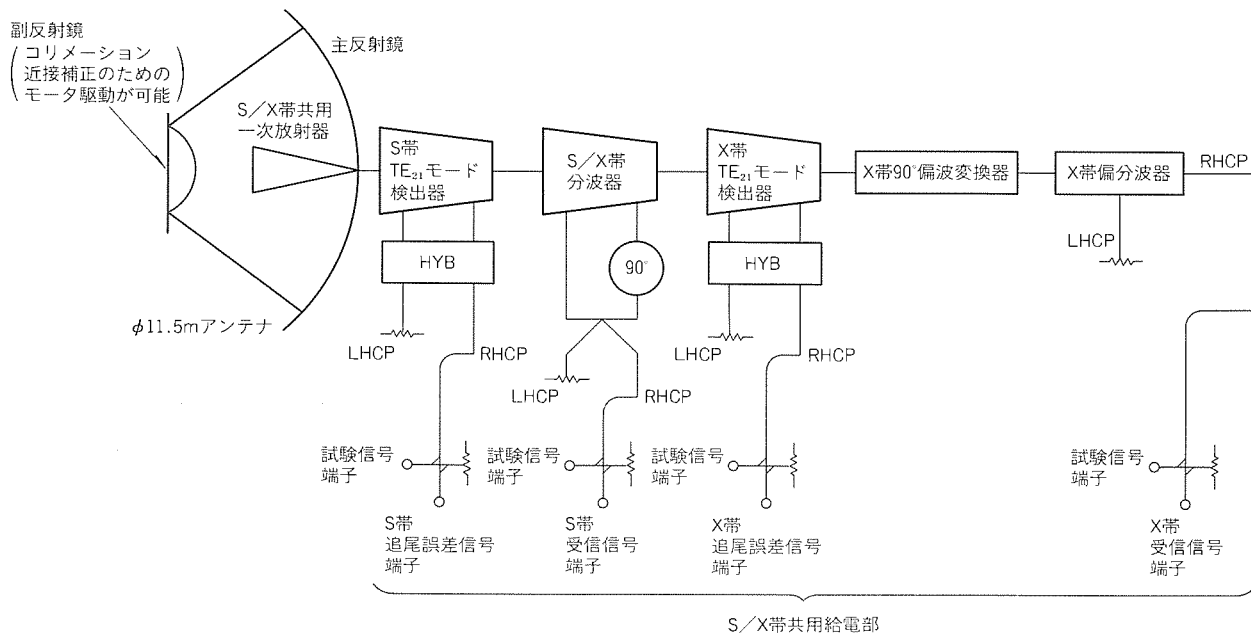


図9. 給電部構成図

は直線で示す軌跡を動いており、曲線で示す軌跡は3軸駆動中のAz/EL2軸分の機械的駆動角度であり、直線と曲線を結ぶベクトルがCross-ELの機械的駆動角度である。衛星方向に対し、空中線ビーム方向がCross-EL軸を付加した3軸駆動により、よく追従していることが分かる。この3軸駆動方式の特長は、以下のとおりである。

- (1) 2軸/3軸モードの移行において、ほかの装置からの外部信号や事前の軌道予測が不要で、移行動作がスムーズである。
- (2) 2軸/3軸モードの切り換えは空中線の実角度によって単に判定するだけであり、3軸モードから2軸モードに戻ったときCross-ELが傾いたままでもAz/EL追尾が可能な方式で、簡単で確実である。
- (3) 3軸であることを意識せず、外部とはAz/EL2軸の信号でインタフェースできる。

給電部の構成を図9に示す。この空中線は8GHz帯と2.2GHz帯の共用空中線であり、2.2GHz帯から順次分波してそれぞれの帯域で信号を抽出している。追尾誤差検出は、任意の偏波で追尾可能なTE₂₁モード検出器を8GHz帯及び2.2GHz帯で採用し、直交する二つのTE₂₁モードを同時に検出して衛星の偏波特性の劣化に対応できるようにしている。空中線の軽量化を図るため、2.2GHz帯の追尾誤差検出用の合成回路は大幅に同軸化した。また、副反射鏡支持柱も本数の少ない3本で構成した。なお、副反射鏡は、コリメーションの近接補正のため、リモート制御によるモータ駆動が可能である。

2.3 RF設備

RF設備に対する要求条件として、汎用性がある。したがって、RF受信周波数と受信帯域幅の選定を以下のように設

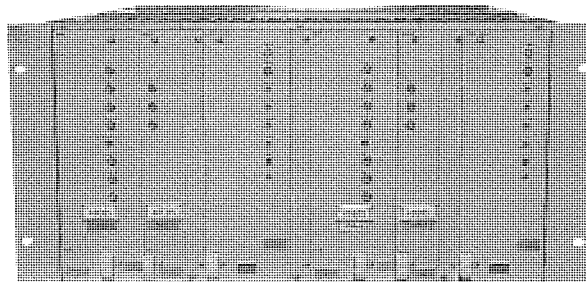


図10. 8GHz帯用データ復調器(復号器, 電源を含む。)

定した。日本の地球観測衛星のRF周波数は8,150/8,250/8,350MHz, 2,220MHzに統一されているが、海外の地球観測衛星の受信等を考慮して周波数シンセサイザ付きの周波数変換装置とし、地球観測衛星への割当て帯域である8,040~8,400MHz全帯域への対応を容易とした。

8GHz帯RF設備の受信帯域幅については、LANDSATを含めて最大受信帯域幅を検討し、約90MHzの周波数変換装置帯域幅とした。

空中線基礎部と運用室との間のIF信号の伝送には、耐雷対策・干渉対策などを考慮して光ファイバによる伝送を行った。

2.4 IF設備

IF設備は、追尾受信機とデータ復調装置から構成される。8GHz帯の追尾受信機は、衛星の各種RF周波数及びビットレートに対応できるよう、IFフィルタの切り換え及び計算機制御可能なデジタル位相器を採用した。

8GHz帯用データ復調器の外観を図10に、ブロック図を図11に示す。このデータ復調器は、ADEOSの60Mbps及び6MbpsのQPSK変調・差動符号方式のミッションデータ

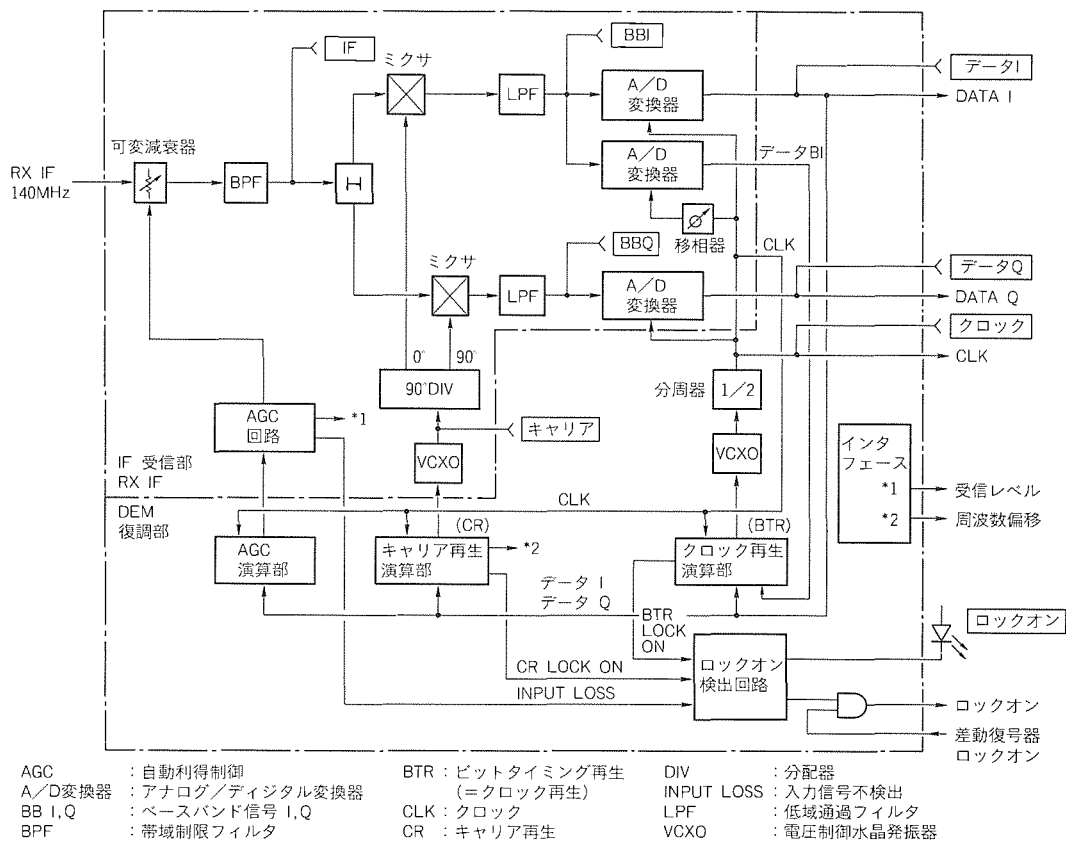


図11. 8GHz帯用データ復調器のブロック図

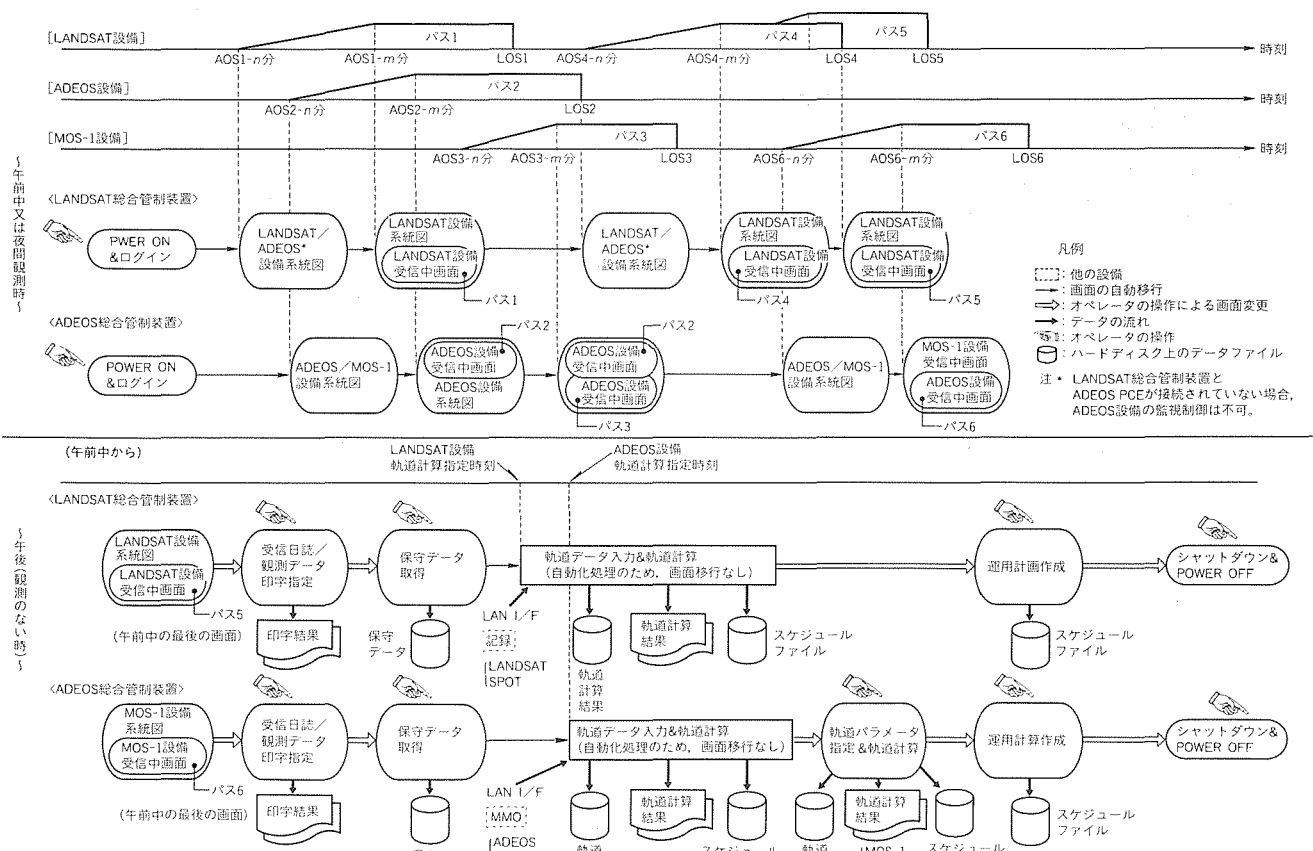


図12. 1日の運用の流れとオペレータの操作

を同期検波方式で復調・差動復号するものである。回路は、**図 11**に示す部分の回路からなり、自動利得制御回路 (AGC)、キャリア再生回路 (CR)、ビットタイミング再生回路 (BTR) 等には大幅にデジタル処理方式を採用し、安定かつ低 C/N での動作が可能なものとした。キャリア再生回路は、外部からの軌道計算によるドップラ補償信号なしで、高速捕捉受信が可能となっており、システムの簡素化、装置の独立性を高めている。

2.5 総合管制設備

図 12には受信設備の1日の運用の流れとオペレータの操作を示す。図の上半分は衛星の受信運用であり、下半分は観測結果や保守データの帳票類の作成である。受信設備の運用は、ワークステーションを端末として運用されるが、図の上半分に示すように、電源の投入及びワークステーションのログインのみである。なお、**図 13**に、運用室に設置された総合管制装置・受信装置の外観を示す。

運用者1名で運用可能とするため、従来の運用形態を見直し、以下の作業を自動化した。

- (a) 軌道データの入力及び軌道計算の実行要求
- (b) 運用中のオートプログラム追尾から自動追尾への追尾



図13. 総合管制装置, 受信装置の外観

モード切換え操作

- (c) 自動追尾からプログラム追尾への追尾モード移行時の空中線オフセット角度自動設定
- (d) 従来は白板に手書きしていた運用計画 (衛星名, PATH番号, 予報AOS及びLOS時刻, 衛星の8GHz帯送信開始及び終了時刻, 追尾空中線, 追尾周波数など)の表示の60インチ大型画面への自動作成表示
- (e) AOS時のオフセット角度の自動重置

総合管制装置はワークステーションで構成されており、**図 14**に示すような空中線切換えが行われる二つの設備の受信状態をウィンドウ形式で同時に表示できる。**図 15**のように、ADEOS用受信設備とMOS用受信設備の相互の動作状態、空中線切換え状況を上下の画面に表示することも可能である。**図 16**は衛星の飛行中位置を世界地図上に表示する機能 (60インチ大型画面用)の例であり、ADEOS衛星だけでなくEOCで受信している衛星すべての時々刻々の衛星の飛行位置と衛星の可視範囲が示され、衛星の運用時間が近いことも判断できる。

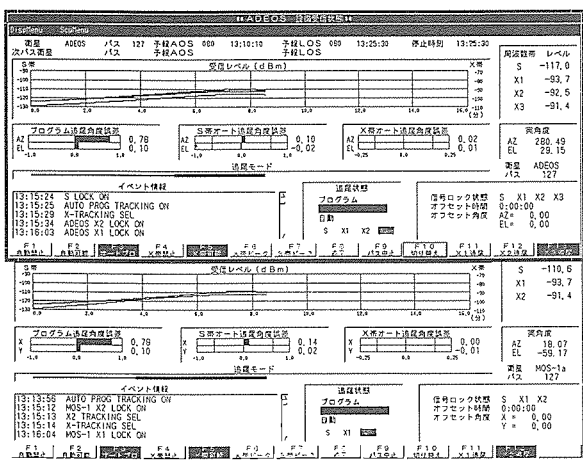


図14. ADEOS設備受信状態画面

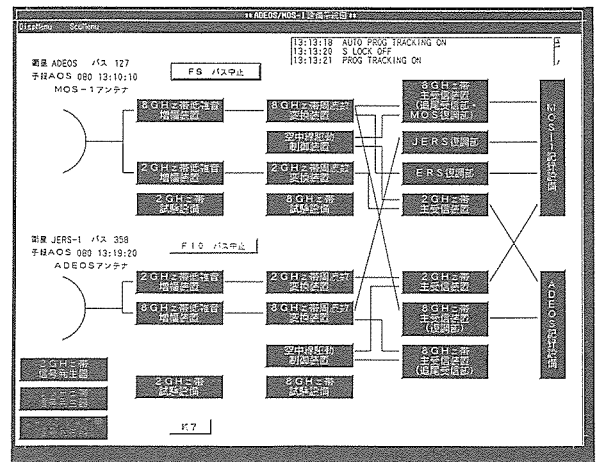


図15. ADEOS/MOS両設備系統の表示画面

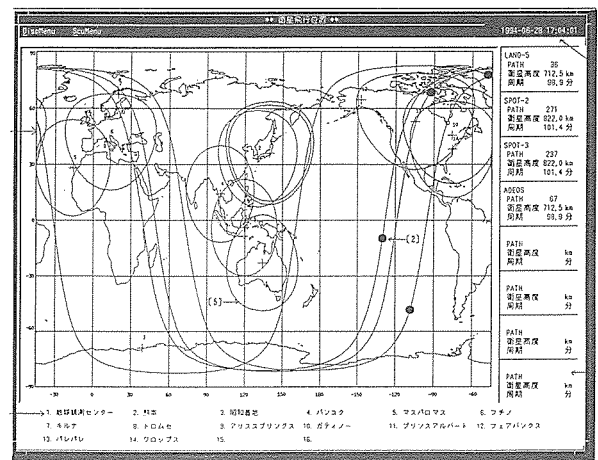


図16. 衛星飛行中位置表示画面

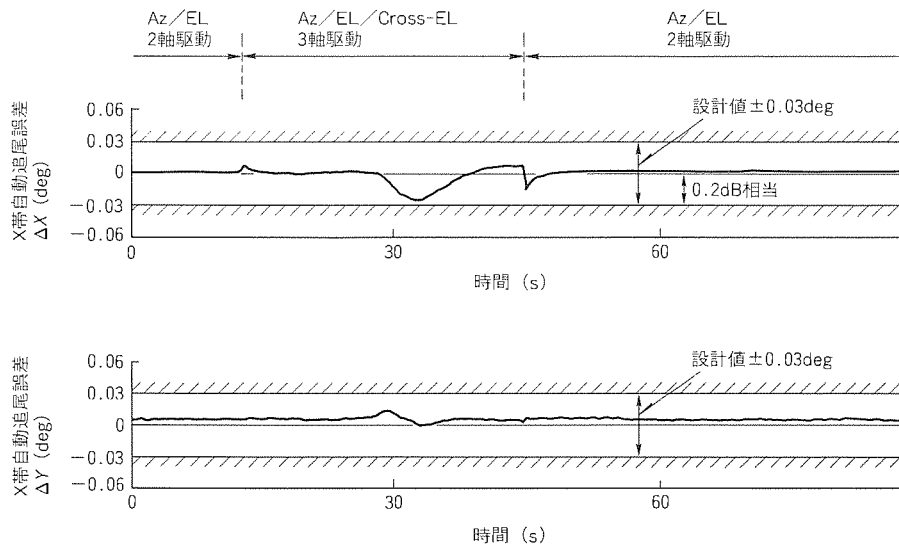


図17. JERS-1のPATH387の天頂付近実追尾データ

3. 性能確認結果

この設備は、EOC (埼玉県鳩山) に設置され、設備内の現地総合試験を行い、初期の設計値を満足することを確認した。特に、捕捉追尾試験では高度の低い JERS-1 の試験受信を行い、さらに、LANDSAT-5/MOS-1等の試験受信を行った。いずれも、空中線の切換え機能を有効に使用してデータ復調機能、3軸駆動試験を行い、良好に動作することを確認した。

空中線の追尾性能として、高度 568 km の JERS-1 の EOC 上空近傍を通過する PATH-387 の試験受信データを図 17 に示す。3軸駆動中の追尾誤差による受信信号レベル低下は 0.2 dB 以下となり、良好な 3軸追尾が行われている。

4. むすび

この設備は、環境保全のためのデータ取得に貢献すること

が期待されている。

終わりに、設計・製作・据付け・調整に当たり、御指導いただいた関係者各位に深く感謝の意を表す。

参考文献

- (1) 宇宙開発事業団：ADEOS用アンテナの建設，NAS DA NEWS, No.161, 9～10 (1995)
- (2) 坂田俊文：小特集 ADEOS，『ADEOS』衛星情報の時代他，日本リモートセンシング学会誌，13, No.4, 349～397 (1993)
- (3) 荒木一則，西本博信，石戸喜夫，尾形良征，岡野弘志，藤原知博：地球観測衛星(ランドサット4号) UQPSK 波用受信装置概要，No.2105, 昭和58年度電子通信学会総合全国大会，8-55 (1983)
- (4) 表野正樹，井村信義，江角 清，笠波孝幸：地球観測衛星，三菱電機技報，68, No.7, 598～603 (1994)

グラフィックオペレーションターミナル “GOT800”シリーズ

赤塚成啓*

1. ま え が き

FA分野において、操作パネルの代替としてのHI (Human Interface) 機器である表示器の用途が拡大しており、中央監視のグラフィックパネルの簡素化や低価格化の手段として、表示器への期待が急速に高まっている。また最近では、中央監視や各種セキュリティシステムのほか、立体駐車場、交通システム、アミューズメント施設などの案内板及び発券機など、FA以外の分野にもプログラマブルコントローラ(以下“PC”という。)が使われ始めたことにより、表示器もその適用分野を広げ始めている。

このような市場環境の急速な変化の中、GOT (Graphic Operation Terminal) 800シリーズの第1弾として、A 870 GOTを1995年10月に発売した。本稿では、GOT 800シリーズの概要、ハードウェア (H/W) とソフトウェア (S/W) の構成及び機能について述べる。

2. GOT800シリーズの概要

2.1 製品コンセプト

表示器は、PCで制御される入力/出力の状態及びデータを数値・図形・グラフなどで表示したり、画面上のタッチスイッチによって出力及びデータを変更するための機器である。当社ではGOTシリーズとしてA 77 GOTとA 64 GOT

を製品化しているが、今回、市場のニーズ及びGOTに寄せられた様々な要望事項を分析し、以下に示すGOT 800シリーズのコンセプトを作った。

- (1) 設計から画面デバッグ及び保守までを含めたトータルコストパフォーマンスの高い製品とする。
- (2) 電子操作盤として、機能・性能・使いやすさ・経済性を追求した製品とする。
- (3) グローバル化に対応した製品とする。

2.2 シリーズ構成

GOT 800シリーズは、大型のA 870 GOTと中型のA 850 GOTで構成している。

A 870 GOTは、640×400ドット表示のELモノクロタイプと640×480ドット表示のSTNカラータイプの2機種があり、640×480ドット表示のTFTカラータイプも開発中である。A 850 GOTは、モノクロ液晶とSTNカラーの2機種を現在開発中であり、画面サイズは共に320×240ドットである。

3. H / W

3.1 高性能メインプロセッサ搭載

図1に、A 870 GOTのH/W概略ブロック図を示す。なお、A 850 GOTは図からメモリカセットI/FとメモリカードI/Fを除いたブロック図となる。高機能・高性能を実

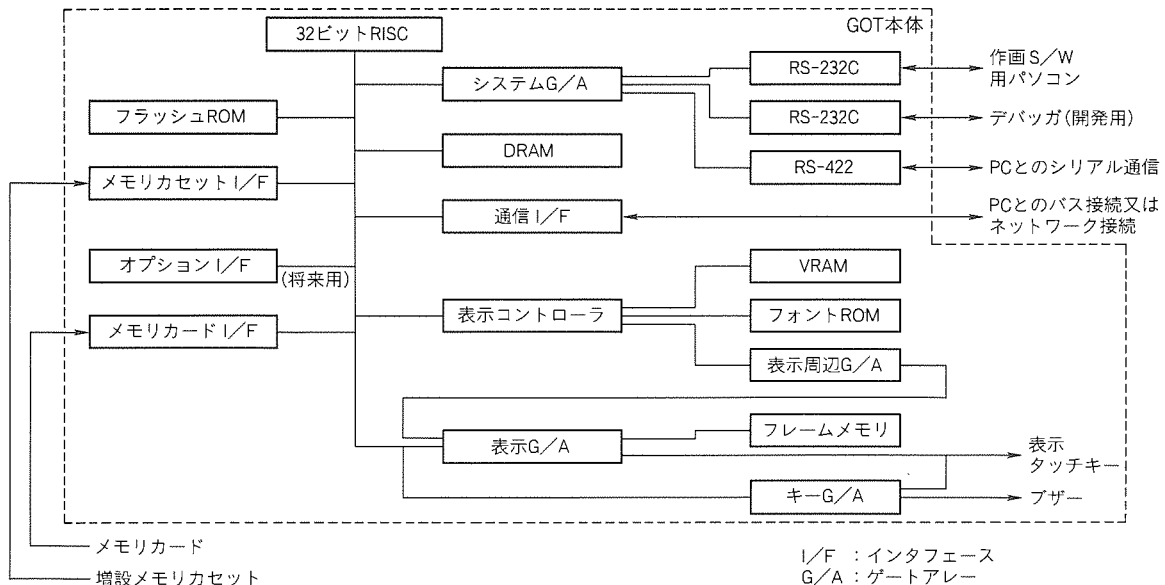


図1. A870GOTのハードウェア概略ブロック図

現するために、メインプロセッサとして32ビットRISCチップ(20MHz)を採用し、メインプロセッサからシステムゲートアレー、フラッシュROM、DRAMへの内部バスを32ビット化することにより、高速アクセスを実現した。

従来機種で使用していたフラッシュROMでは、読出し時5V、書込み時12Vの電源を供給する必要があったが、今回採用したフラッシュROMは5V単一電源方式であるため、読出し/書込み時の電源として5Vのみを供給すればよく、電源コストを削減することができた。また、従来機種では、基本システムをEPROM(1Mバイト、書換え不可能)に格納し、ユーザ画面データをフラッシュROM(1Mバイト、書換え可能)に格納しているため、基本システムのバージョンアップ時にはGOT H/Wの交換を行う必要があった。

しかし、GOT 800シリーズでは、フラッシュROMを2Mバイト搭載し、基本システムもフラッシュROMに格納する方式としたため、基本システムの書換えが可能となり、バージョンアップ時にGOT H/Wの交換が不要となった。

なお、基本システムのカーネルには、表示・通信・入出力などをリアルタイムに処理するために、リアルタイムマルチタスクOSを採用した。

3.2 フリーロケーションタッチキー

タッチキーの最小単位は日本語文字1文字分に相当する16×16ドット(約5mm四方)で、抵抗膜式タッチキーを使用した。従来機種のA77GOTはタッチキーが128個であり、すべてのキーをスキャンして入力検出をしていた。

しかしながら、A870 GOTは縦30個×横40個の合計1,200個のタッチキーを備えており、すべてのキーをスキャンする方式では約9倍の処理時間が必要となり、性能面で問題を引き起こすことが予測された。そのため、今回、必要最小限のスキャンでキー入力の検出ができるゲートアレーを開発した。まず横方向40個のタッチキーの変化を検出する信号をスキャン(30回)し、次に変化のあった信号の横方向40個をスキャンしてタッチキー入力を検出する方式としたため、スキャン回数が70回となり、タッチキーの数が約9倍になったにもかかわらず

ならず性能を改善することができた。なお、同時に複数のタッチキー入力があった場合には、スキャンで、検出した複数のタッチキー入力をすべて処理している。

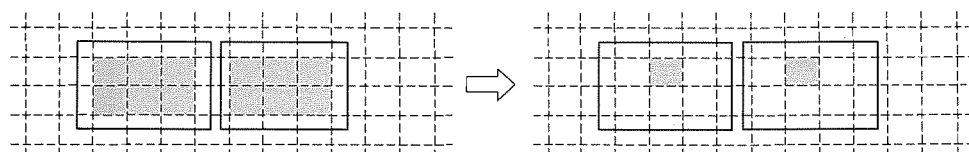
また、図2に示すように、複数キーを一つのタッチキーとして使用することも可能である。タッチキーの範囲は、GOT画面データ作成用S/W(作画S/W)を使用して1ドット単位で自由な大きさに指定(図の実線部)でき、指定された範囲内に存在するタッチキーは、自動的に同一のタッチキーとして定義(図(a)の網掛け部)される。さらに、図のようにタッチキーを隣接して指定した場合、隣のタッチキーとの誤入力を防止するため、図の網掛け部範囲を小さくする編集機能(図(b)の網掛け部)を作画S/Wに持たせている。

3.3 シーケンサとの多彩な接続

GOTのタッチキーを利用してPCの入力/出力を制御するには、高速応答が必要不可欠である。接続方法としてバス接続・シリアル接続・ネットワーク接続の三つの方式がある。

(1) バス接続

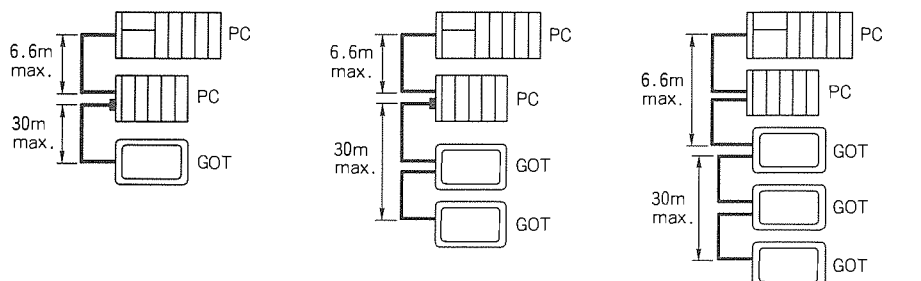
バス接続は、通信処理を用いない接続方式のため、最も高速な応答を実現できる。しかし、PC“MELSEC-A”とのバス接続に当たっては、バスの応答性などの制約から総延長6.6mの制限があるため、制御盤組込み形の操作盤用途でなければ使用できないとの問題点が指摘されていた。今回、バス信号の増幅回路基板をケーブルコネクタ内に備えた長距離バスケーブルを開発し、図3(a)に示すような30mの接続を可能とした。また、従来はPC1台にGOTが1台しか接続できなかったが、上記バス増幅回路をGOT内に備えること



点線：タッチキーの最小単位
実線：ユーザの指定したタッチキーの範囲
■：同一キーとして定義されたタッチキー

(a) 自動的に定義されたタッチキー (b) キー定義を編集

図2. タッチキー有効エリアの編集



□：バス信号の増幅回路入りコネクタ

バスの制限により、1台目は6.6m以内に設置する必要があります。

(a) 1台接続時 (b) 2台接続時 (c) 3台接続時

図3. PCとのバス接続

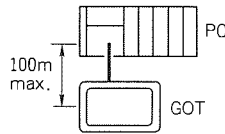
により、図(b)及び(c)に示すように、最大3台まで(総延長30 m)のバス接続が可能となった。ただし3台接続の場合には、PCのバスの制約により、図(c)に示すように、1台目のGOTを従来の制限距離である6.6 m以内に接続する必要がある。

(2) シリアル通信接続 (RS-422)

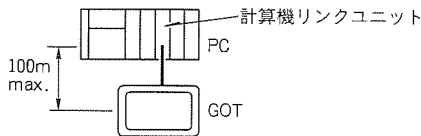
シリアル通信接続は、PCのCPUユニットの外部接続コネクタとの直接接続(図4(a))、又は計算機リンクユニットを介して接続(図(b))する方式である。9,600 bpsによるシリアル通信接続のため、バス接続のような高速応答はできないが、PCとGOT間の1:1接続では100 m程度と、バス接続よりも距離を延ばすことができる。直接接続では1台、計算機リンクユニット接続ではユニットを6枚使用することによって最大6台までのGOTを接続することができる。

(3) ネットワーク接続

ネットワーク接続は、図5に示すように、PC間ネットワークである MELSECNET 上に GOT を接続する方式であ

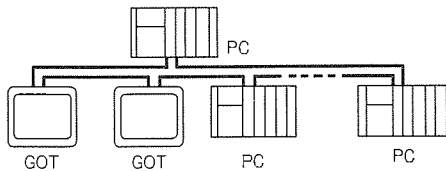


(a) 外部接続コネクタとの直接接続



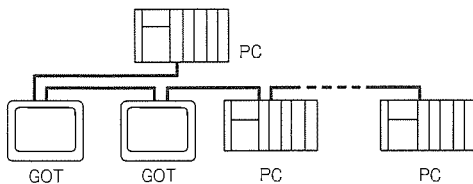
(b) 計算機リンクユニットを介しての接続

図4. PCとのシリアル通信接続



総延長: 30km

(a) ループ形接続



局間(光) : 1km
(同軸) : 0.5m

(b) バス形接続

図5. PCとのMELSECNET/10接続

り、MELSECNET上の複数のPCの情報表示や入力/出力制御を行うことができる。MELSECNET上の各局間距離はMELSECNET/10の場合には光ケーブルで1 km、同軸ケーブルで500 m、総延長距離は30 kmまで延ばすことができるため、バス接続及びシリアル通信接続と比べて長距離接続が可能となる。さらに、PCを含めて最大64台まで接続可能である。

3.4 環境・保守

GOT 800シリーズでは、設置環境や保守面から様々な対策を実施している。

(1) 水やほこり(埃)に対する特別な対策を行う必要がないよう、保護構造としてIP 65を採用している。

(2) 図6に示すように、本体/電源/通信部を独立分離構造にしているため、各部分ごとでメンテナンスができ、保守面で扱いやすい構造になっている。

(3) バックライトの交換は、図7に示すように、本体の表面部のみを取り外すだけで行うことができるため、交換時間を短縮できる。

(4) 電源は標準のAC電源(100/200 V)のほか、今後DC 24 VやEN規格対応AC電源なども開発予定であり、設置場所に応じて選択できる。

3.5 マルチ言語方式

GOT 800シリーズは世界中で標準的に使えるグローバルな製品であることも、一つの重要な目的として開発した。世

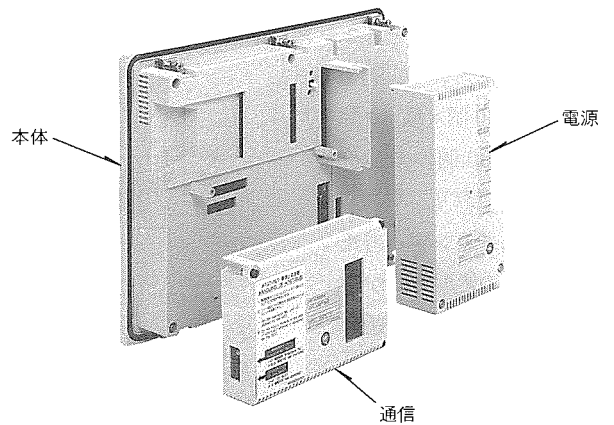


図6. A870GOTの分離構造

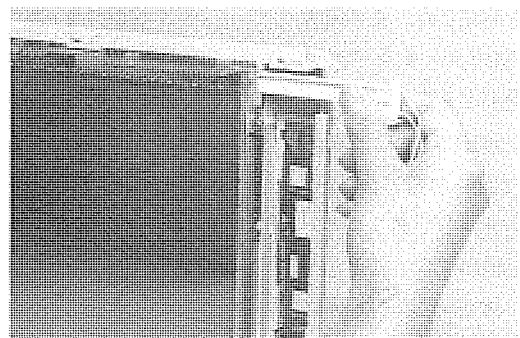


図7. A870GOTのバックライト交換

界の言語を一つのコード体系にまとめたユニコード方式を採用することにより、日本語・英語のほか、韓国語・中国語・欧州各国語など約26,000文字を標準サポートしている。日本語・韓国語・中国語などについては、FEP（フロントエンドプロセッサ）を使用して部首や発音（ローマ字）で入力することにより、これらの国語の画面も簡単に作成することができる。

4. S / W

4.1 シーケンスプログラムフリー機能

表示器を使用する場合、表示器用シーケンスプログラムは全シーケンスプログラムの30～50%が必要であると言われており、GOT 800シリーズでは、表示器用シーケンスプログラムを限りなくゼロに近づける（プログラムフリー）ための様々な機能をサポートしている。

(1) 表示条件（トリガ）

PCの情報をGOTで表示する場合の表示条件には、データを常に表示する常時トリガ、指定条件（デバイス）の立上り又は立下り時に表示するエッジトリガ、指定条件（デバイス）がON中又はOFF中に常時表示するレベルトリガ、及び指定時間周期で表示する周期トリガの4種類がある。

(2) 表示切換え

PCの情報をGOTで表示する場合、最大8ケースの表示切換えを設定できる。従来は、通常時・上限時・下限時の3ケースの設定のみ可能であったが、今回は、図8に示すように、不等式の記述による範囲設定を可能としたために表示切換えの自由度が高まり、表示色・表示図形・ブリンクなどをきめ細かく変更することができる。

(3) 書き込み条件

GOTからPCへデータを書き込む場合の書き込み条件として、データを常に書き込める常時書き込み、インタロック条件として指定条件（デバイス）がON中又はOFF中のみ書き込めるトリガ書き込みを設定できる。また、GOTからPCへ

数値表示機能で各ケースごとに表示の切換えを設定した場合の例（\$\$は式においてモニタデバイスを示す）

ケース1：\$\$<0 の場合 赤/ブリンクあり
 ケース2：0<=1=\$\$<100の場合 黄/ブリンクなし
 ケース3：\$\$<=10000 の場合 赤/ブリンクあり
 通常時： 白/ブリンクなし（上記いずれのケースにも該当しない場合）

図8. 表示方法の範囲指定例

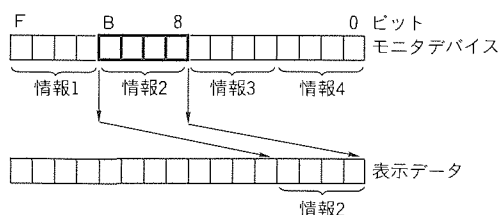


図9. データ演算(ビット)

の書き込みデータ値の範囲については、最大7ケースの不等式で設定できる。

(4) データ演算（ビット）

PCから読み出したモニタデバイスのデバイス値に対してビット演算を施した後、表示・書き込みをすることができる。すなわち、任意のビットパターンでのAND・OR・XORいずれかのマスク処理や左右へのシフト処理である。PCではデバイスの節約のため、図9に示すように、1デバイスに複数の情報を格納している場合が多い。図に示すような16ビットのモニタデバイスの場合には、0F00 (HEX) のビットパターンとAND処理を行ってビット8～Bを取り出し、右に8ビットシフトすることによって情報2をデータとして扱うことができる。

(5) データ演算（ワード）

表示するモニタデバイスの重み換算式として、モニタデバイスと定数（整数・実数）で構成される最大5項の四則演算式を記述することにより、%表示や単位に合わせた表示などへの換算が簡単にできる。現在は演算項に定数のみが可能であるが、より自由度を増すため、モニタデバイス以外のデバイスを演算項に指定できる機能を開発中である。

4.2 デバッグ機能

GOTはPCと接続することによって初めてデータ・コメント・図形部品などの表示を行うことができる。逆に言うと、従来のGOTは、PCと接続しなければ作成した画面の表示チェック（デバッグ）ができなかった。画面作成を行う設計室にPCがない場合や、PCを設置できない場合の解決策として、GOT 800シリーズでは、作画S/Wの動作しているパソコンをPCに見立てて、GOTとパソコン間で通信を行うことですべての画面表示をチェックできる。図10に示すように、作画S/Wからデバイス値を変更するとGOTの画面表示が変化し、GOTのタッチキーを入力すると信号のON/OFF状態や入力したデータの値を作画S/Wの画面上で確認することができる。

現在は、パソコン上にPCのデバイスメモリに相当するエリアを設けてデバイスメモリをエミュレートしているのみであるが、今後は、設定条件又は周期的なデータ及び信号の変化パターンの設定などを可能とする機能を盛り込み、より高度なデバッグ機能をサポートする予定である。

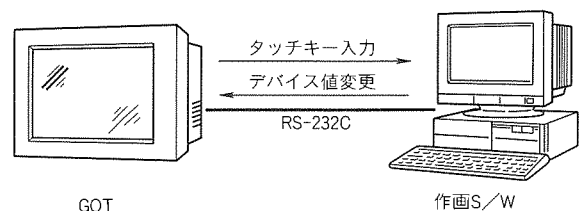


図10. デバッグ機能

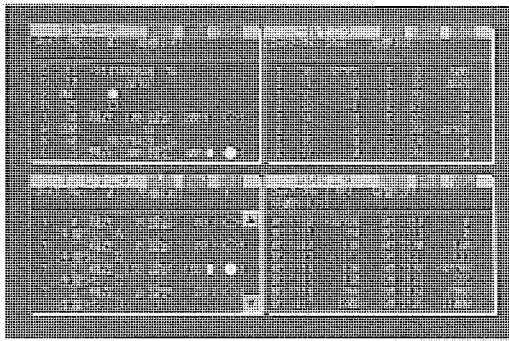


図11. システムモニタ機能の表示画面例

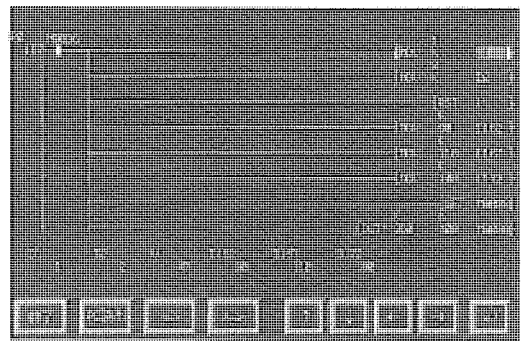
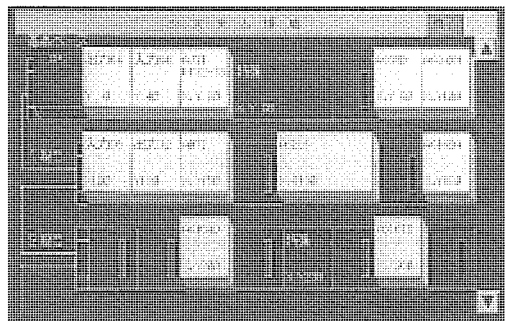


図13. 回路モニタ機能の表示画面例



(a) システム構成



(b) AD71 パラメーター一覧

図12. 特殊ユニットモニタ機能の表示画面例

5. 作画S/W

GOTの作画S/Wは、Windows 3.1^(注1)上で動作する。アイコン化ボタンによるメニュー選択、複数の編集対象画面を同時に表示しての編集(カット & ペースト)機能のほか、Windowsならではの様々な優れた操作性を実現することで、画面作成時間を大幅に削減できる。

- (1) 図形やモニタ設定をあらかじめ設定されたパネルキットデータと組み合わせることにより、操作盤画面を短時間で簡単に作成することができる。
- (2) 画面のハードコピー・モニタ設定一覧・画面タイトル・説明文などの必要な情報を印刷して、完成図書を簡単に作成できる。

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

- (3) 印刷情報をファイルに出力(テキストファイルとBMPファイル)する機能を備えているため、日ごろ使用しているワープロソフトに取り込んで自由な形式で完成図書を作成することもできる。

6. PCのメンテナンス機能

GOTには、3種類のPCメンテナンス機能がある。

(1) システムモニタ機能

PC専用の周辺装置がなくても、図11に示すように、四つのウィンドウを開けて、PCのデバイスの状態をモニタしたり、書込みを行うことができる。

(2) 特殊ユニットモニタ機能

図12に示すような約200のシステム画面を使用することにより、PC専用の周辺装置がなくてもPCのアナログや位置決め制御などの特殊ユニットの内容をモニタしたり書込みをすることができ、システム立上げやトラブル発生時に活用できる。

(3) 回路モニタ機能

シーケンスプログラムをGOTで確認できるため、トラブル発生時のプログラムの動作確認や要因の追及を現場で即座に行うことができ、機械の停止時間短縮のための大きな武器となる。画面や機能は、PCユーザがすぐ使用できるように、図13に示すように、PC専用の周辺装置と同一としている。

7. むすび

以上簡単にGOT 800シリーズのA 870 GOTの仕様や機能を紹介してきた。

PCのHI機器は、第一次導入期を過ぎ、生産状態や設備稼働状況を監視・制御する用途に本格的に使われつつある。今回紹介したGOT 800シリーズを使用することにより、グラフィカルで使いやすい制御操作盤を実現でき、基本コンセプトである“ユーザのトータルコストパフォーマンス”の追求のための一助となれば幸いである。

ビジョンセンサ “AS50VS”

舟久保一夫* 世木逸雄* 中田雅文* 鷺見和彦** 宇野真彦***

1. ま え が き

昨今、ビジョンセンサは、製品の組立て、検査ラインの省力化、歩留まり、品質の向上の目的で、また、人間を単純繰返し作業や危険作業から解放する目的で導入されている。

具体的例では、外部機器と接続した位置決め、製品番号・形名・製造年月日等の文字認識や印字の品質検査等がある。

上記位置検出の実現手段の代表例で、濃淡テンプレートマッチングと呼ばれている方法は、照明変動に強く、しかも位置検出精度が従来の2値画像処理方式に比べて数倍に向上するが、膨大なデータ演算のために処理速度が遅いという問題点がある。しかし、従来方式よりも機能面で有利であるため、

この方式の採用に伴い、処理速度の問題を解決するために新規アルゴリズムの開発、高速CPUの採用、専用LSIの開発を実施した。また、ニューラルネットワークは文字認識に最適であるとの考えから、当社独自の学習方式を検討して採用した。

本稿では、濃淡テンプレートマッチング機能とニューラルネットワーク文字認識機能を搭載したビジョンセンサ“AS50VS”を開発し、製品化したので、機能を中心に述べる。

なお、AS50VSは、当社シーケンサ“MELSEC-A”シリーズのバスにスロットインするものである。

2. 機 能

AS50VSの外観を図1に、仕様を表1に示す。

2.1 濃淡テンプレートマッチング機能

我々は、2値画像処理では検出困難な金属ワークの位置

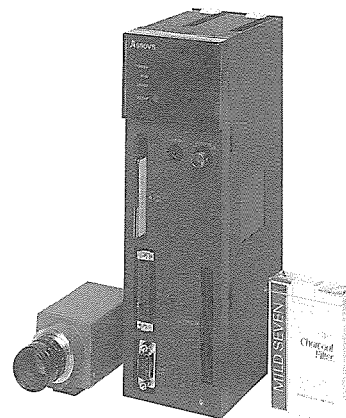


図1. AS50VSの外観

表1. AS50VSの仕様

項 目		仕 様	
操作設定方式		日本語メニュー選択	
カメラ接続台数		1台 (AS50CEによって4台まで増設可能)	
搭載画像処理機能 アプリケーション		濃淡テンプレートマッチング機能 ニューラルネットワーク文字認識機能	
分 解 能 (カメラ1台当たり)		ノーマルカメラ：512×480画素 シャッターカメラ：512×240画素	
カメラ入力		1V _{p-p} コンポジットビデオ 1ch	
モニタ出力		1V _{p-p} コンポジットビデオ 1ch	
インタフェース		メモリカード	1ch JEIDA Ver4.0準拠 設定データ保存用
		RS-422	1ch パソコン/ロボットコントローラとの通信用
		トラックボール	1ch ポインティングデバイス接続用
		カメラ	1ch カメラ接続用(シャッターカメラ対応)
		モニタ	1ch モニタ接続用
		拡張バス	1ch オプションユニット接続用
モニタ 表示	キャラクタ 画面	表示文字	JIS第1水準
	グラフィック 画面	表示図形	直線, 円, だ円, 円弧, 点とこれらの組合せ
メモリ容量		画像メモリ	768Kバイト (256K×3)
		バッファメモリ	512バイト
画像処理方式		濃淡テンプレートマッチング : 濃淡画像入力→濃淡画像処理 濃淡画像入力→2値画像処理 ニューラルネットワーク文字認識: 濃淡画像入力→2値画像処理	
画 像 入 力		A/D入力(8ビット)	
画 像 出 力		D/A出力(8ビット)	
同期信号出力		1チャンネルHD・VD同期信号 TTL負極性	
入出力占有点数		48点 2スロット占有 (前半アキ16点, 後半特殊機能ユニット32点)	
内部消費電流(DC5V) (A)		3.3	
外形寸法 (mm)		(H)250×(W)75.5×(D)111	
質 量 (kg)		1.0	

(x, y), 傾きθの検出を目標にその実現機能を検討し, 濃淡テンプレートマッチング機能を AS 50 VS に採用した。

濃淡テンプレートマッチングは, いわゆるパターン照合方式である。検出したい画像(ワーク)をあらかじめ登録(マスタテンプレート作成)し, 検出対象画像から最も類似しているパターンを抽出するものである。

2.1.1 濃淡テンプレートマッチングの考え方

濃淡テンプレートマッチングでは, 次式で示す演算式で類似の尺度である正規化相互相関係数(相関値) $M_{x,y}$ を求める方法が一般的である。

$$M_{x,y} = \frac{\sum_{i,j} F_{x+i,y+j} G_{i,j} - n\bar{F}\bar{G}}{\sqrt{\sum_{i,j} F_{x+i,y+j}^2 - n\bar{F}^2} \sqrt{\sum_{i,j} G_{i,j}^2 - n\bar{G}^2}} \dots\dots\dots (1)$$

演算方法を図 2 に示す。検出対象画像の (0, 0) から開始されるマスタテンプレートと同じ大きさの局所領域 $S_{x,y}$ をサーチエリア内で順にずらしながらマスタテンプレート画像 $G_{i,j}$ と検出対象画像 $F_{i,j}$ の相関値 $M_{x,y}$ を計算し, 相関値が最も高い位置 (x, y) を検出対象画像が発見された位置としてその座標を出力する。これをサーチと呼ぶ。ただし, \bar{F} は局所領域内の画素平均濃度値, \bar{G} はマスタテンプレート内の平均濃度値, n は局所領域 $S_{x,y}$ に含まれる画素の個数である。

上記演算を実際に行うと膨大な時間を要し, 製品の組立て, 検査ラインでは実用的ではないため, 高速化のアルゴリズムの検討が必要になる。

2.1.2 アルゴリズムの高速化手法

採用した二つの高速化手法を以下に挙げる。

- (1) サーチエリア内の画像(サーチ画像)とマスタテンプレート画像圧縮手法の採用
- (2) 3段階サーチ手法(粗, 中, 精サーチ)の採用

3段階サーチを採用した理由をは次のとおりである。

- 粗サーチでは精度を犠牲にして演算量を減らし, 高速に複数候補点の抽出ができる。

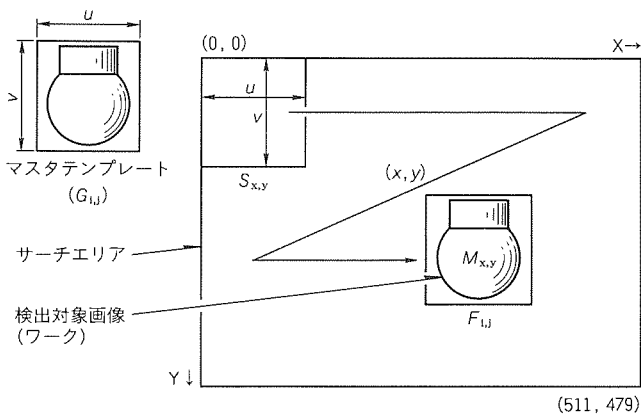


図 2. 濃淡テンプレートマッチングの演算方法

- 中・精サーチでは精度を上げ, 粗サーチで抽出された候補点を限定したサーチエリア内で演算することで, 高速化が可能である。

3段階サーチは順に粗サーチ, 中サーチ, 精サーチを実施し, 具体的には, 粗サーチでは圧縮したサーチ画像とマスタテンプレート画像から候補を抽出し, 中サーチでは得られた候補から確からしい画像を絞り込む。最終の精サーチではサーチ画像, マスタテンプレートとも圧縮画像を用いずに検出対象画像の位置と傾きを検出する。傾きθの検出では, マスタテンプレートを粗, 中, 精サーチで回転角を変化させながら相関値演算を実施している。

最終段階の精サーチの位置検出には補間演算を実施しているため, 位置検出精度が1画素以下の単位になる。補間演算は, 図 3 に示すように, 相関値が最大となった位置座標 x_0 に対し, 前後2画素ずつずらして各々相関値を求め, これら相関値を用いて位置座標を1/10画素単位で推定する。

さらに AS 50 VS では, 高速化の外部入力パラメータとして, 背景とのコントラストの有無設定, 画像の複雑度の10段階入力を準備している。

図 4 は, 濃淡テンプレートマッチングを用いた認識結果の一例で, 黄銅の鋳物の位置と傾きを167msで検出している(AS 50 VS + AS 50 PM (後述)で実施)。図から分かるように, 従来2値画像処理では困難であった金属ワークの位置

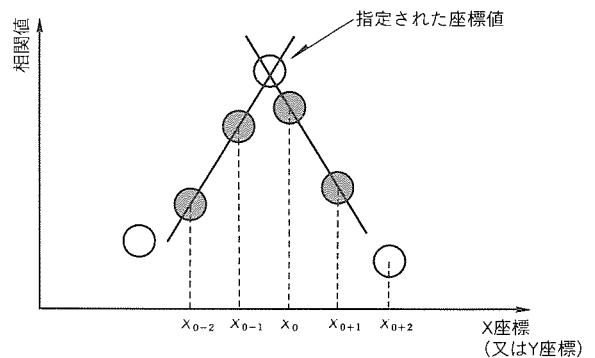


図 3. 位置の推定

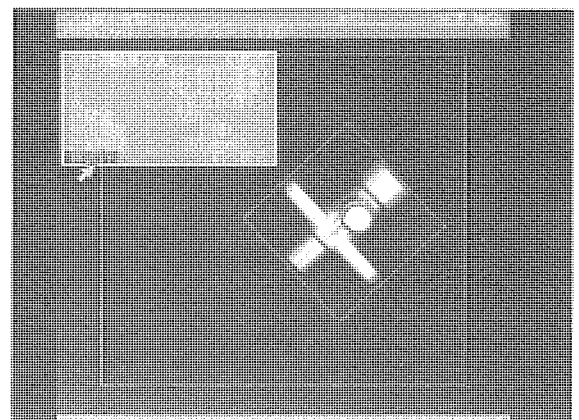


図 4. 濃淡テンプレートマッチング認識例

と傾き検出を容易に実現できる。

2.2 文字認識機能

AS50 VSの文字認識には、ニューラルネットワーク機能を採用した。ニューラルネットワークを採用した理由は下記の4項目である。

- (1) 頑強な文字の認識が可能
- (2) 文字の検査が可能
- (3) 文字フォントの違いによる少ない認識率変動
- (4) 認識判定の基準値設定が容易

2.2.1 頑強な文字の認識

従来の2値特徴量では、面積、周囲長、穴の数などの特徴量から場合分けで判断しているが、必ずしも場合分けが可能であるとは限らない。また、濃淡テンプレートマッチング機能を用いてパターン照合を実施した場合、例えば“8”と“B”などの区別は相関値だけでは区別しにくい。

ニューラルネットワークの最大の特長は学習機能であり、“8”と“B”との区別をつけるために、“8”という文字と“B”という文字を数回学習させる。学習によって8とBの文字の区別がつくように内部で認識用パラメータを自動的に最適化する。したがって、容易に8とBの区別がつく頑強な認識が可能になる。

2.2.2 文字検査

文字検査とは、文字の品質検査であり、文字のかすれ、大きさ、欠け、傷、にじみ等を検査することである。これらの文字検査に対して、ニューラルネットワークの学習機能を用いれば、良品・不良品どちらの判定結果でも出力させることが可能である。

2.2.3 文字フォントの違いによる認識率変動

文字フォントが違う場合でも、学習機能を用いて、同一文字として認識させることが可能になる。ただし、極端に違う場合は認識率は下がる場合がある。

ニューラルネットワークでは、認識結果の出力文字を一つのカテゴリとしてデータを形成しているが、このカテゴリが大きくなると他のカテゴリに接近する。この場合、文字認識の精度が落ちる場合がある。

これらカテゴリ分けは、学習することで実現される。学習

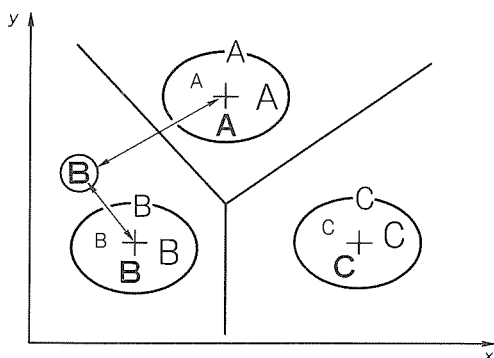


図5. カテゴリ分けと認識判定基準値

に失敗すると、カテゴリ分けは実現できずに発散する場合が生じる。しかし、AS50 VSに搭載されている学習アルゴリズムは、いかなる場合も発散せずに、最適なカテゴリ分けが実行可能な学習アルゴリズムを搭載している。

2.2.4 判定基準値の設定

認識判定基準値の設定は、ニューラルネットワーク内部でカテゴリ分けを実施するため、細かい設定は一切ない。認識判定基準値としては、認識対象文字が認識処理によって一つのカテゴリに最も近いと判定されるわけだが、そのカテゴリにどれだけ近いのか、また、第2番目に近いカテゴリとどれだけ離れているのか、という二つのパラメータを設定する。

図5は、“A”“B”“C”3文字を学習させてカテゴリ分けした例である。この条件で、“B”という文字を認識させたところ、“B”のカテゴリに1番近く、2番目に“A”のカテゴリに近い結果であった。すなわち、認識させたBという文字から、Bのカテゴリまでの距離と、Aのカテゴリまでの距離を認識判定基準値としている。

図6に、文字認識の例を示す。

3. その他の機能

濃淡テンプレートマッチングを用いたアプリケーションで、テンプレート設定時に下記に示す機能がある。

- (1) マスク設定
- (2) サブテンプレート設定
- (3) 入出力設定

3.1 マスク設定

マスク設定はマスタテンプレート設定時にサーチに不要な背景の削除を行うもので、マスク指定された画像は相関値演算を実施しない。

3.2 サブテンプレート設定

マスタテンプレート1枚の設定でワークの正確な位置や傾きが求まらない場合又は正確なワーク判別が行えない場合に、マスタテンプレート以外に最大2枚までのサブテンプレートを設定して認識させる機能である。

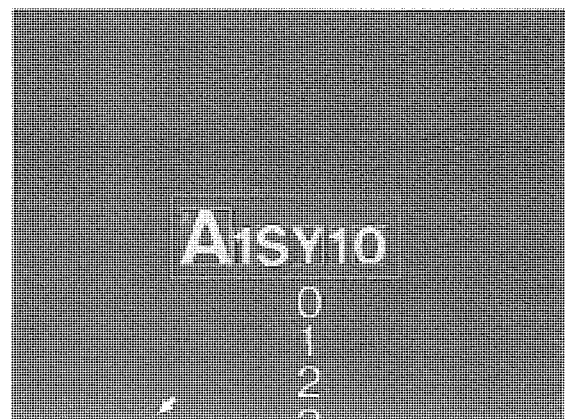


図6. 文字認識の例

具体例を、図7を用いて説明する。図は片側のみに穴があるシャフトである。この穴部分を見付け、方向をそろえる場合、一枚のマスタテンプレートでシャフト全体に設定しただけでは全体の相関値に対する穴部分の寄与率が小さいため、方向が定まらない。そこで、マスタテンプレートをシャフト全体に、サブテンプレートを穴部分に設定し、まず、マスタテンプレートでシャフトの位置と傾きを計測する。その後、サブテンプレートで穴の有無を相関値で判断し、方向の検出が可能になる。

3.3 入出力の設定

認識結果は、MELSEC-AのCPUのバッファメモリ又は汎用I/Oへ出力させるか、若しくはRS-422を経由して出力させることが可能である。また、ロボットリンク機能を持っているため、当社製ロボットとのリンクが容易に実現可能である。

4. システム構成

4.1 全体構成

図8に、システム構成図を示す。AS50 VSの標準カメラ接続台数は1台であるが、複数のカメラが必要な場合は、カメラ増設ユニット“AS50 CE”を増設することで最大4台のカメラが使用可能になる。

シャッタ機能内蔵カメラの接続が可能のため、移動中のワークの位置検出、文字認識等が可能になる。また、近接センサ等の外部トリガ信号はカメラ電源に直接取り込まれるが、

1台の近接センサで4台同時に画像を取り込んで処理させることも可能になる。4台のカメラで個別に外部トリガ信号を取り込むことも可能である。

高速位置姿勢検出ユニット“AS50 PM”を増設すると、濃淡テンプレートマッチングの処理速度が5～10倍程度に高速化される。

AS50 VSは相関値演算、画像圧縮等がソフトウェア処理であるが、AS50 PMでは新たに開発した専用LSIを搭載し、演算処理の大部分が高速化された(図4)。

トラックボールは、AS50 VSのメニュー操作に用いる。プログラミングは一切不要である。

メモリカードは、画像データとパラメータデータを保存するものである。

4.2 ハードウェア構成

ハードウェア構成を図9に示す。CPUには32ビットRISCチップを採用し、画像処理専用LSIを4種類(IMC, LFP, XBR, FMC)開発した。

IMCは画像メモリの制御、LFPは各種画像処理の高速化、XBRはパイプライン経路の制御、FMCはフレームメモリの制御を担当している。

5. アプリケーション事例

5.1 プリント基板の位置決めマーク穴の認識

図10に、プリント基板のマークの穴認識の例を示す。穴位置検出を約66msで実現している(AS50 VSで実施)。

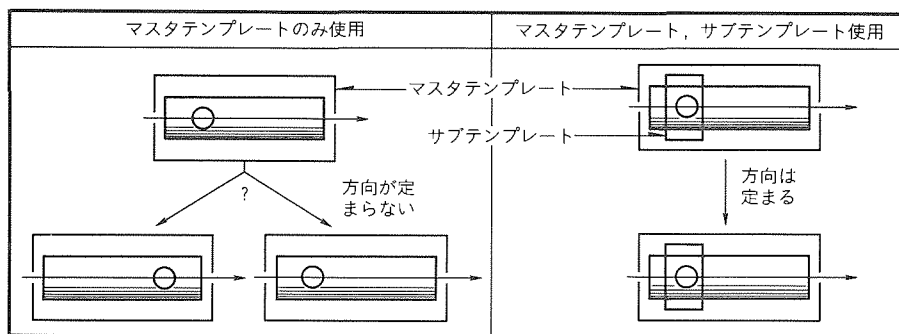


図7. サブテンプレート使用例

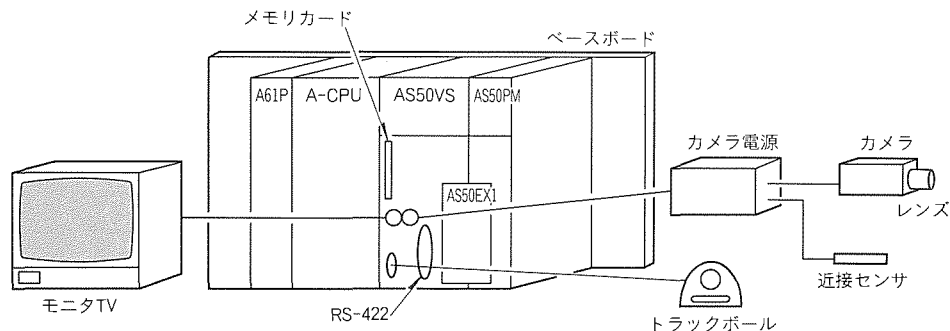


図8. システム構成図

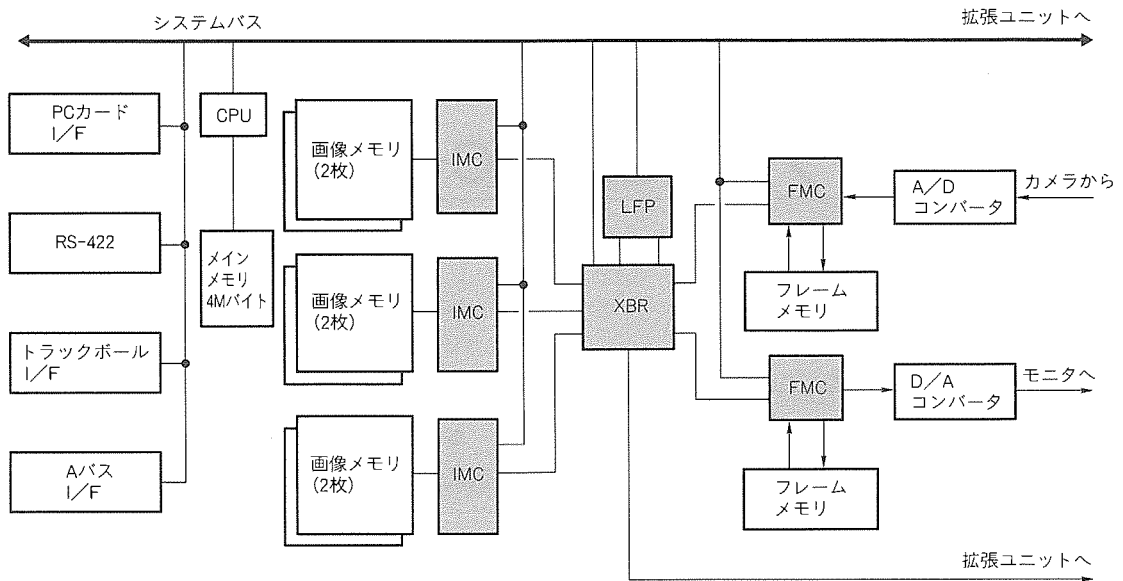


図9. ハードウェア構成図

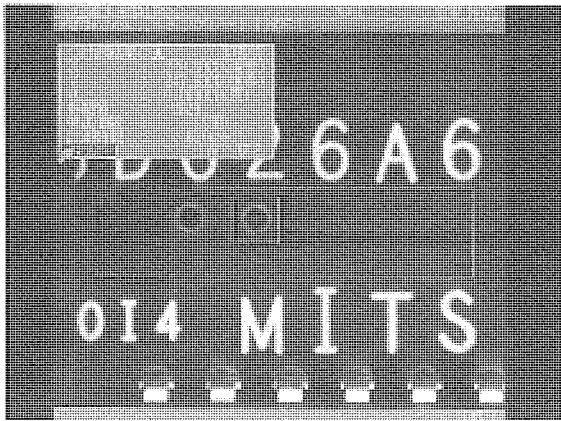


図10. 位置決めマーク穴の認識例

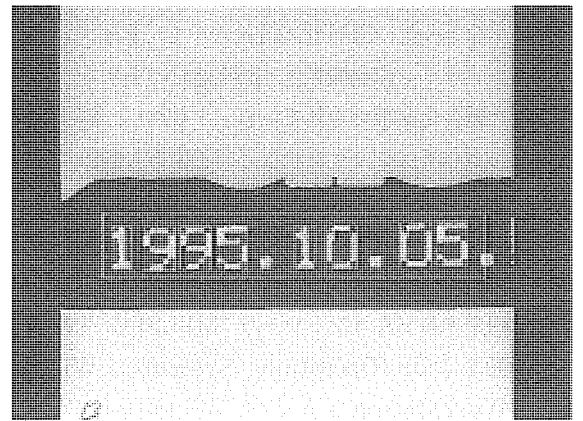


図11. 食品製造年月日の認識例

5.2 食品の製造年月日の認識

食品の製造年月日の認識例を図11に示す。8文字の認識を66msで実現している。

6. むすび

以上、ビジョンセンサ“AS50VS”を紹介した。今後、更に機能を追加して処理の高速化を行い、製品に反映していく所存である。AS50VSは製造における組立てや検査ラインで威力を発揮するのに最適である。

最後にAS50VSを開発するに当たり、ご尽力いただいた関係者各位に深謝する。

参考文献

- (1) 世木逸雄：低価格化の画像処理，映像情報，26，No. 23，41～45（1994）
- (2) 鷺見和彦，橋本 学，広岡美和子，奥田晴久：階層化分散テンプレートマッチング手法，電子情報通信学会総合大会，D-603，329（1995-3）
- (3) 鷺見和彦，橋本 学，広岡美和子，奥田晴久：自己相関最適化に基づく分散テンプレート選択手法，電子情報通信学会総合大会，D-604，330（1995-3）

FAコントローラ “MELSEC-LM” シリーズ

大西作幸* 小林 毅*

1. ま え が き

各種産業分野の生産工場では、生産性向上・短納期対策・人手不足対策・原価低減・品質向上などを目的として、FA (Factory Automation) 化・CIM (Computer Integrated Manufacturing) 化が進展している。このFA化・CIM化は、従来から進められている加工・組立ラインの自動化に加え、生産ラインへの材料の供給、検査、こん(梱)包、出荷などの自動化を含み、工場全体を情報化し、多品種少量生産又は多品種混流生産の実現へと進んでいる。

このようなFA化・CIM化の流れの中で、FAコントローラにはセル/ラインの高機能化・高性能化の実現とシステム全体を見た統合化が求められている。すなわち、個々のセル/ラインにおいてはシーケンサなどの下位FA機器の監視・制御・診断を自律的に処理し、その一方で、各セル/ラインを有機的につなぎ、情報の共有化を図り、システム全体の目的を達成する能力が必要とされている。

本稿で紹介するFAコントローラ“MELSEC-LM”シリーズは、新たにOS (Operating System) にWindows NT^(注1) Workstation 3.5 (以下“Windows NT”という。)を搭載し、GUI (Graphical User Interface) によるヒューマンインタフェース機能や、Ethernet^(注2)接続によるネットワーク機能を強化した。また、アプリケーション開発を支援する、①モニタリングツール、②Excel^(注1)通信サ

(注1) “Windows NT”“Excel”“Visual Basic”“Windows”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

(注2) “Ethernet”は、米国Xerox Corp.の商標である。



図1. LM7600の外観

ポートツール、③ゲートウェイツールを新たに開発し、ネットワーク環境に対応した拡張性のあるFAシステムの構築を可能とした。

本稿では、このMELSEC-LMシリーズWindows NT版について述べる。

2. システムの概要

MELSEC-LMシリーズWindows NT版は、デスクトップタイプのLM7600、ビルディングブロックタイプのLM610の二つのタイプから用途に合わせて選択することができる。図1にLM7600の外観、図2にLM610の外観を示す。また、表1に、LM7600、LM610の概略仕様を示す。表に示すように、MELSEC-LMシリーズでは、HD (Hard Disk) にカートリッジ式を採用するとともに、ミラーリングにも対応し、HDの信頼性を向上させている。また、RAS機能 (Reliability: 信頼性, Availability: 可用性, Serviceability: 保守性) を標準で装備し、ハードウェア異常時のトラブルシューティングを容易にしている。

図3に、MELSEC-LMシリーズを使用したシステム構成の例を示す。

上位ネットワークを必要としない小規模システムにおいては、MELSEC-LMシリーズは、シーケンサなどの下位FA機器とMELSECNET (II), MELSECNET /10, Aバスインタフェースによって接続され、監視・制御・診断などを実行するスタンドアロンシステムを構築する。

一方、複数の製造ラインで構成される大規模システムでは、Ethernet上にデータベースサーバを設け、MELSEC-LMシリーズをクライアントとして複数台配置するクライアント・サーバシステムを構築する。このようなシステムにおいては、各MELSEC-LMシリーズと下位FA機器とからな

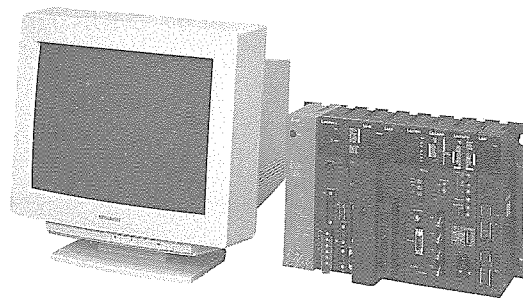


図2. LM610の外観

るサブシステムで監視・制御・診断などスタンドアロンシステム時と同様の処理を実行するが、データはサーバ上でデータベース化してサブシステム間で共有する。こうしたデータの一元化により、サブシステム間の情報タイムラグをなくし、システム全体を円滑に機能させることが可能となる。

3. アプリケーション開発サポートツールの機能と構成

MELSEC-LMシリーズ Windows NT版では、システム開発の生産性向上とビジュアルで簡単な操作環境を実現するために、各種アプリケーション開発サポートツールを提供している。この章では、アプリケーション開発サポートツールの機能と構成について述べる。

3.1 モニタリングツール

表1. LM7600, LM610の概略仕様

項 目		仕 様	
品 名		LM7600 (デスクトップタイプ)	LM610 (ビルディングブロックタイプ)
形 名		L76LMS-D2	L61CPUH2
電源電圧変動範囲		AC 85~132V 50/60±3Hz	AC 85~132V/AC 170~264V 50/60±5Hz
C P U		i486DX2 (66MHz) *	
キャッシュメモリ	内蔵	8Kバイト	
	外付け	256Kバイト (オプション)	
主メモリ	標準	なし(オプション)	なし(オプション)
	拡張	~64バイト	~32バイト
フロッピーディスク		3.5インチFDD 1基	
ハードディスク		2.5インチカートリッジ式HD 1基 500Mバイト(オプションでミラーリングに対応)	
表示解像度, 表示色		1,024×768ドット, 256色	
外部インタフェース		●アナログVGA(1ch) ●キーボード(1ch) ●マウス(1ch) ●セントロニクス(1ch) ●RS-232C(2ch)	
RAS入出力		入力2点, 出力2点	入力1点, 出力2点
RAS機能		●電源ON時自己診断 ●電源ON時起動エラー検出 ●主メモリパリティエラー検出 ●冷却ファンエラー検出 ●温度上昇エラー検出 ●ソフトウェアエラー検出 ●バッテリーエラー検出 ●AC電源断エラー検出 ●12V電源エラー検出 ●-12V電源エラー検出 ●-5V電源エラー検出	●電源ON時自己診断 ●電源ON時起動エラー検出 ●主メモリパリティエラー検出 ●冷却ファンエラー検出 ●温度上昇エラー検出 ●ソフトウェアエラー検出 ●バッテリーエラー検出 ●AC電源断エラー検出 ●オプションユニットエラー検出
オプションボード/ オプションユニット		●MELSECNET(II) インタフェース ●MELSECNET/10 インタフェース ●RS-232Cインタフェース ●BSCインタフェース ●プロセス入出力インタフェース ●Ethernetインタフェース (市販品) ●SCSIインタフェース (市販品)	●MELSECNET(II) インタフェース ●MELSECNET/10 インタフェース ●Aバスインタフェースユニット ●RS-232Cインタフェース ●BSCインタフェース ●プロセス入出力インタフェース ●Ethernetインタフェース

注* "i486" は、米国Intel Corp. の商標である。

モニタリングツールは、Visual Basic^(註1)のカスタムコントロールとして、シーケンサ通信やトレンドグラフ表示などモニタ用アプリケーションの作成に欠かせない機能を提供するものである。

3.1.1 モニタリングツールの機能

(1) モニタリング機能

表2に示すモニタ用カスタムコントロールを提供し、Visual Basicでの画面設計とプロパティ設定によるモニタリングを可能とし、モニタアプリケーション作成時のコーディングステップ数の削減を支援する。

(2) イベント機能

シーケンサデータの変化に応じてVisual Basicのイベントを発生することにより、ポーリングによるデバイスデータの監視ステップを削減し、イベント駆動型のプログラミングスタイルを可能とする。

(3) 描画補助機能

円弧描画及び扇形描画カスタムコントロールを提供するとともに、市販グラフィックツールで作成したデータを使用可能とすることにより、モニタアプリケーションの画面開発時間の削減を支援する。

3.1.2 シーケンサ通信の効率化

シーケンサとの通信は、シーケンサの種類、アクセスするデバイスの種類、接続インタフェースなどによってその仕様・性能が異なる。シーケンサのデバイスデータを読み出す場合の読出しサイズと読出し時間との関係を図4に示す。例えば、MELSEC-LMシリーズと“AnU”シーケンサをMELSECNET/10で接続した場合、 n_1 , n_2 は576バイト, 960バイトとなり、 T_1 , T_2 は2ms, 60ms程度となる。また図に示すように、一括読出しはランダム読出しに比べて高速であるが、一種類の連続したデバイスしか取り扱えない。一方、ランダム読出しは複数のデバイスを混在できるが、一回の通信で読み出すことのできるデータサイズ(n_1)が小さい。

モニタリングツールでは、これらの読出し処理を使い分けることにより、シーケンサ通信の効率化を図っている。まず、リンクデバイスは、読出し要求のある最大デバイス番号から最小デバイス番号までを一括読出しで読み出す。

一般デバイスについては、読出し要求のある最大デバイス番号と最小デバイス番号の差が n_1 より大きい場合は、一括読出しで読み出す。それ以外の場合は、個々の読出し要求のあ

るデバイスを統合して、ランダム読出しで読み出す。

この方法では、読出し要求のある最大デバイス番号と最小デバイス番号の間にあるデバイス番号は、モニタリングされている可能性が高いと仮定している。ある一般デバイスについて、一括読出しによって読み出したサイズを n バイトとした場合、 $n_1 \times n / n_2$ バイト以上がモニタリングされていれば、この方法によるシーケンサ通信は最適となる。

3.1.3 モニタリングツールの構成

モニタリングツールのソフトウェア構成を図5に示す。モニタリングツールは、カスタムコントロール、通信マネージャ、通信管理コントロールの三つの部分から構成される。

カスタムコントロールは、Visual Basicで設定されたプロパティから通信デバイス設定と監視間隔設定を取り出し、通信マネージャに登録する。また、通信マネージャからのアクセス完了通知を受けて、読出しデータを加工・演算して画面に表示し、読出しデータの変化に応じて、数値変化やビット監視などのイベントをアプリケーションに通知する。

通信マネージャは、各カスタムコントロールから通信デバイス設定を監視間隔別にグループ化し、通信管理コントロールからの基本タイム通知ごとに、どのグループのデバイスをアクセスするかを決定し、前項に述べた方法でシーケンサ通信DLL (Dynamic-Link Library) をコールしてシーケンサデータにアクセスする。アクセス完了後は、アクセス完了通知をカスタムコントロールに送る。

通信管理コントロールは、通信マネージャのスケジューリングのトリガとなる基本タイム通知を通信マネージャに送るほか、エラー発生時のエラーロギング、通信チャンネルの設定を実行する。

3.2 Excel 通信サポートツール

Excel通信サポートツールは、Windows^(®1)の代表的な表計算ソフトウェアであるExcelの画面からシーケンサとの通信を可能とするExcel用のアドインソフトである。

3.2.1 Excel 通信サポートツールの機能

(1) シーケンサ通信機能

Excelのメニューに表3に示す項目を追加し、メニュー操作によるシーケンサ通信を実現する。また、Excelの表計算機能とグラ

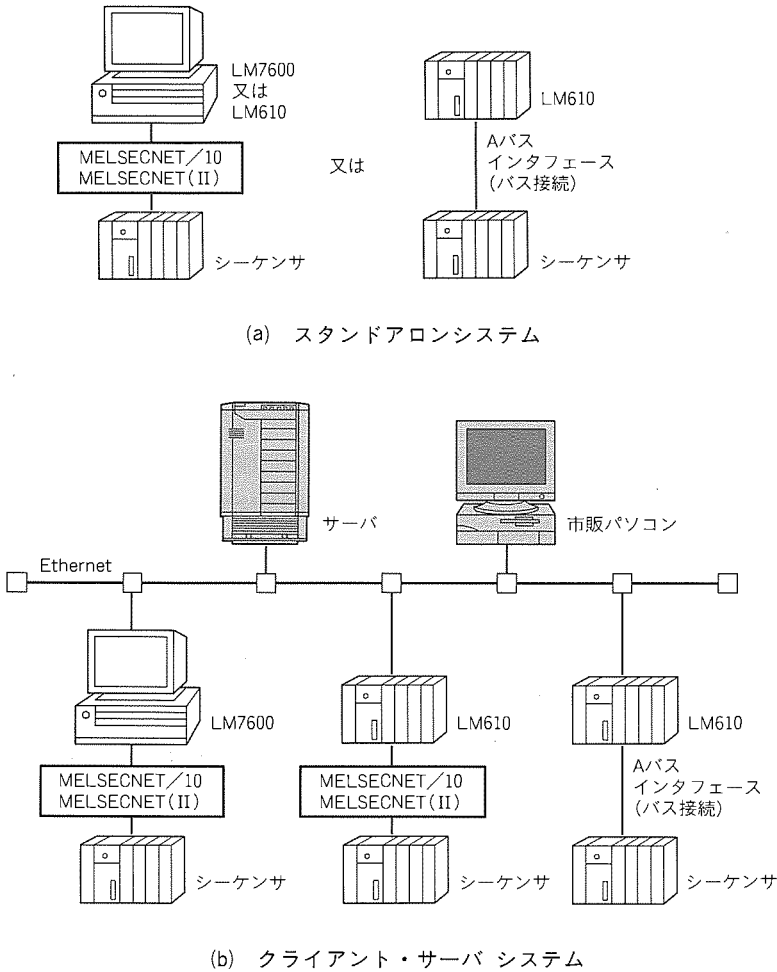


図3. MELSEC-LMシリーズのシステム構成例

表2. モニタリングツールのカスタムコントロールとその機能

カスタムコントロール名	概略機能
通信管理	通信チャンネルの設定、通信エラーロギングの実施
図形表示	デバイス値により、モニタ画面に図形を表示
コメント表示	デバイス値により、モニタ画面にコメントを表示
数値データ表示/入力	デバイス値を数値として表示 デバイスへの数値データの書込み
文字列データ表示/入力	デバイス値を文字列として表示 デバイスへの文字列データの書込み
レベル表示	デバイス値に応じた(矩)形領域の塗りつぶし
トレンドグラフ表示	デバイス値をトレンドグラフとして表示
折れ線グラフ表示	一連のデバイス値を折れ線グラフとして表示
数値ブロックデータ表示	一連のデバイス値を数値として縦一列に並べて表示
文字列ブロックデータ表示	一連のデバイス値を文字列として縦一列に並べて表示
ビットデバイス操作	ビットデバイスのON/OFF切換え
ブリンク表示	ビットデバイスがONの間、図形を点滅
スナップショット	ビットデバイスがONになったとき、画面のハードコピーをファイル又はプリンタに出力
ビット監視	ビットデバイスがONになったとき、イベントを発生
円弧描画	円弧を作成
扇形描画	扇形を作成

フ機能とを組み合わせることでシーケンサのデータを集計し、結果をグラフや帳票にすることも可能である。

(2) マクロ機能

Excelのマクロ機能から呼出し可能な通信関数を提供することにより、Excel上で簡易データロギングを実行するなどの高度な処理を実現できる。

3.2.2 Excel 通信サポートツールの構成

Excel通信サポートツールのソフトウェア構成を図6に示す。Excel通信サポートツールは大きく分けて、設定モジュール、編集モジュール、実行モジュールの三つの部分から構成される。

設定モジュールは、一括設定/修正又はランダム設定/修

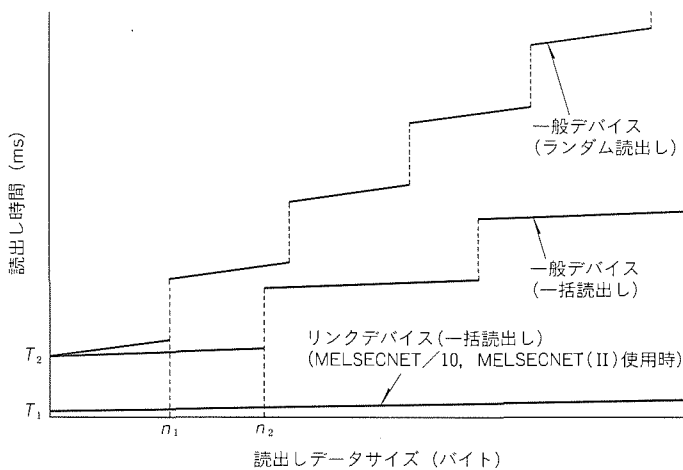


図4. デバイスデータの読出しサイズと読出し時間の関係

正メニューが実行された場合に、Excel上の選択されたセルに割り付けるデバイスの設定を行い、その設定に一意なタグ名を付けてタグ設定テーブルに登録する。

編集モジュールは、クリップボードを介したタグ設定のコピーや張付け、デバイス名又はタグ名をキーとした登録データの検索を実行するほか、複数のタグ設定をグループ化し、グループタグとしてテーブルに登録する。通常のタグとグループタグの区別は、タグ設定テーブルを階層化することによって実現している。

実行モジュールは、実行メニューが実行された場合に、タグ設定テーブルから実行タグを選択し、そのタグによって管理されるセルとデバイスとの対応付けに基づいてシーケンサ通信DLLをコールする。また、実行モジュールとセルとの間のデータの受渡し、通信エラーを検出した場合のエラー情報表示を実行する。

3.3 ゲートウェイツール

ゲートウェイツールは、Ethernet接続された市販パソコン又はMELSEC-LMシリーズ(以下“ゲートウェイクライアント”という。)から、シーケンサに接続されているMELSEC-LMシリーズ(以下“ゲートウェイサーバ”という。)を経由して、シーケンサのデバイスデータの読出しを可能とするツールである。

3.3.1 ゲートウェイツールの機能

(1) ゲートウェイクライアント機能

シーケンサへのアクセス要求をゲートウェイサーバへの要求に置き換えるDLLを実装することにより、ゲー

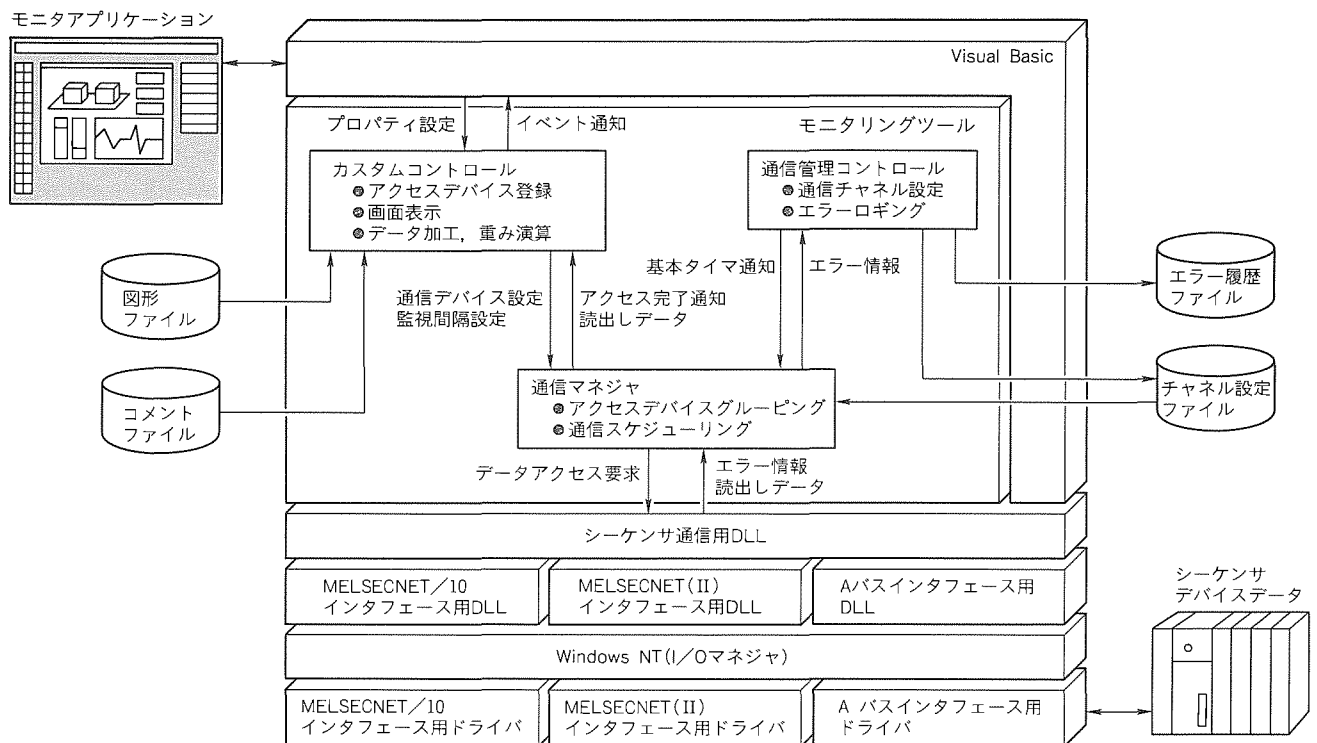


図5. モニタリングツールのソフトウェア構成

表 3. Excel 通信サポートツールのメニュー項目とその機能

メニュー項目名	概略機能	
一括設定/修正	指定セルとデバイスの対応付け(デバイス番号連続)	
ランダム設定/修正	指定セルとデバイスの対応付け(デバイス番号不連続)	
実行	読出し	指定セルにデバイス値を読み出す。
	書込み	指定セルのデータをデバイスに書き込む。
編集	グループ化	複数の設定をグループ化
	グループ解除	グループ化を解除
	切取り	指定セルの設定をクリップボードに切り取る。
	コピー	指定セルの設定をクリップボードにコピーする。
	張付け	クリップボード上の設定を指定セルに張り付ける。
	検索	デバイス名, タグ名を条件として設定を検索

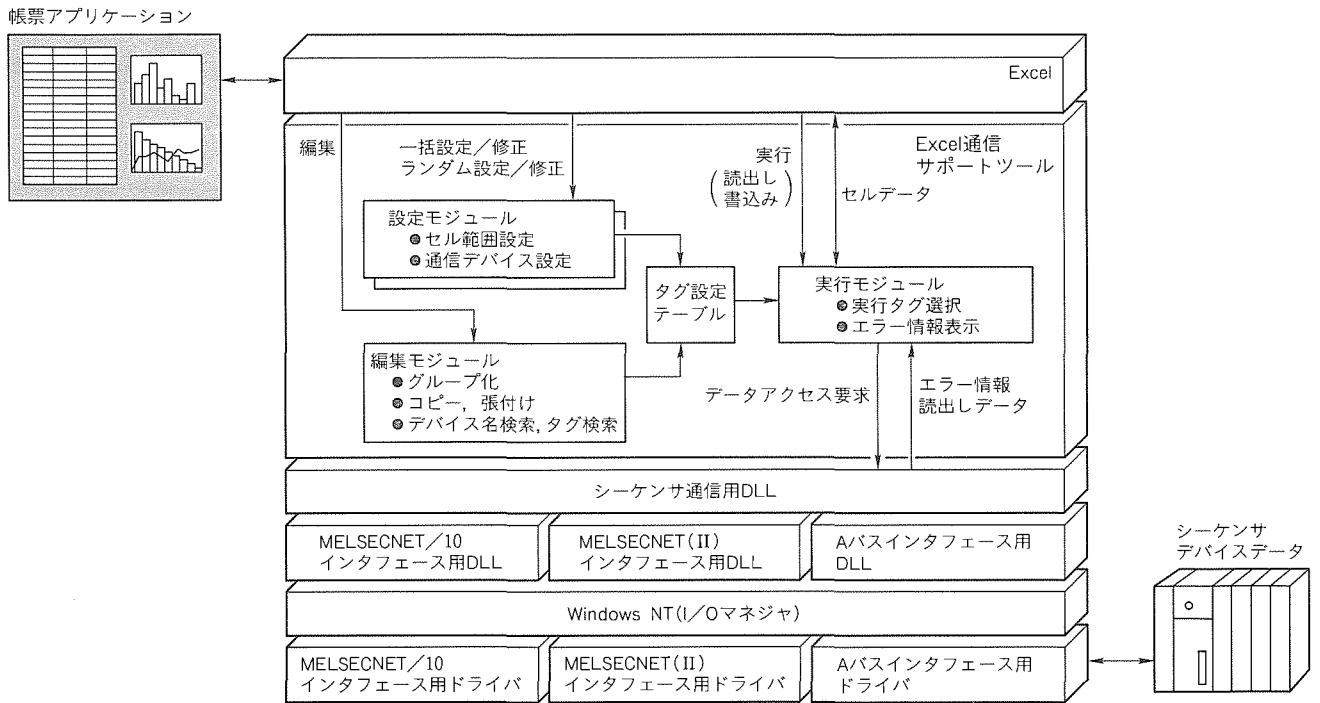


図 6. Excel 通信サポートツールのソフトウェア構成

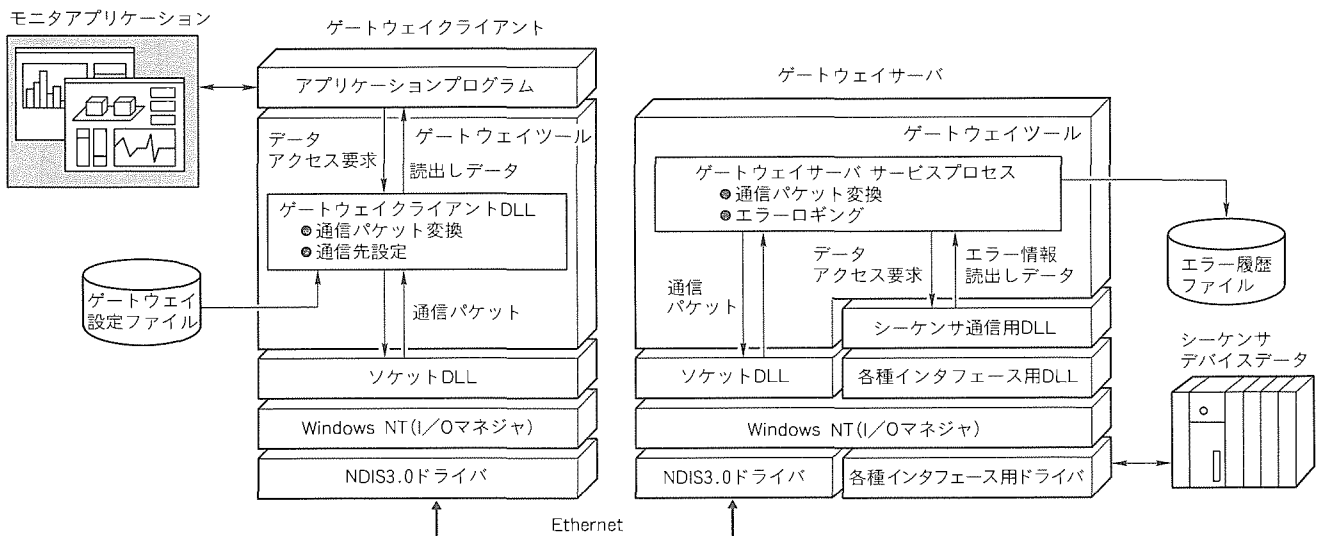


図 7. ゲートウェイツールのソフトウェア構成

トウェイサーバ経由のシーケンサ通信を実現可能とするとともに、シーケンサに接続されている場合と同じユーザインタフェースを提供する。

(2) マルチサーバ機能

Ethernet上に複数のゲートウェイサーバを設置することにより、1台のゲートウェイクライアントから複数に分散化されたシーケンサへのアクセスが可能となる。

3.3.2 ゲートウェイツールの構成

ゲートウェイツールのソフトウェア構成を図7に示す。ゲートウェイツールは、ゲートウェイクライアント側のゲートウェイクライアントDLLと、ゲートウェイサーバ側のゲートウェイサーバサービスプロセスで構成される。

ゲートウェイクライアントDLLは、アプリケーションプログラムからデータアクセス要求を受けた場合に、このアクセス要求を組み込んだ通信パケットを作成し、また、ゲートウェイ設定ファイルを参照して通信先ゲートウェイサーバを決定し、通信パケットを送信する。

ゲートウェイサーバサービスプロセスは、ゲートウェイクライアントからの通信パケットを受け取り、通信パケットからデータアクセス要求を取り出してシーケンサ通信DLLをコールする。アクセス完了後は、読出しデータを組み込んだ通信パケットを作成し、要求元へ返送する。エラー

発生時は、エラー情報をロギングするとともに、ゲートウェイクライアントにエラーを通知する。

4. む す び

以上、FAコントローラMELSEC-LMシリーズWindows NT版のシステムの概要と機能及び構成について紹介した。

MELSEC-LMシリーズは、モニタリングツール、Excel通信サポートツール、ゲートウェイツールの三つのアプリケーション開発ツールを提供することにより、システム開発における生産性の向上を実現している。

今後、一層の生産性向上を目指し、品質管理、稼働監視、データロギングなどのソフトウェアパッケージを充実していく予定である。また、CPUのアップグレードなどのハードウェアの高速化にも対応していきたい。

将来、FAコントローラは、ネットワーク化・マルチメディアなど高機能化が進むものと、リアルタイム化・ディスクレス化など制御指向が進むものとの二つに別れて発展していくと考えられる。MELSEC-LMシリーズにおいても、更なる高性能化・高機能化を進める一方で、耐環境性・信頼性の強化、リアルタイムOSの搭載などの開発を進め、シリーズとしての完成度を高めていく所存である。

スポットライト

三菱音声認識応答装置 “MELAVIS”

三菱音声認識応答装置 “MELAVIS”(メラビス) は、業界で初めて電話入力・不特定話者・大語彙(彙)認識の三つの機能を同時に可能とした製品で、このたび日刊工業新聞社95年十大新製品賞を受賞しました。

MELAVISは人間に代わり、定型的な電話対応を行う音声認識応答装置で、電話情報サービスや受注業務などの自動化を行うことができます。また、LANを介してパソコンやワークステーションをクライアントとする音声認識サーバとして動作しますので、音声の認識応答機能を持つ多様なシステムの構築はもとより、既存のシステムへの組込みも容易に実現できます。



三菱音声認識応答装置 “MELAVIS”

特長

(1) 電話入力・不特定話者・大語彙認識

音声認識方式として当社独自の“音素片モデル”を用い、これまで他の音声認識応答装置が成し得なかった、電話入力・不特定話者・大語彙認識の三つの機能を同時に実現しました。

●電話入力

電話回線を通して入力した音声を認識し、応答することができるので、いつでも、いろいろな場所から利用することができます。

●不特定話者

不特定話者を対象としていますので、利用者はあらかじめ自分の声を登録・学習させる必要がなく、いつでも、だれでも利用することができます。

●大語彙認識

認識できる語彙数は10万(同時1,000)単語で、どんな単語でも自由に使用できますので、利用者が語彙の制限を感じることなく、自然な音声の入力が可能です。また、無意識に発声す

る「あの一」「えーと」「です」などの付帯語を含めた単語の認識が可能です。認識させる単語は、仮名文字で入力し登録することができます。

(2) 柔軟なシステム構成

LANを標準サポートしていますので、ネットワークを介して様々なクライアントと接続可能で、既存システムへの組込みも容易に行えます。また、1台の装置で必要に応じて電話回線を最大6チャンネルまで増設することができます。

1台のMELAVISに複数のクライアントを接続し、各回線をそれぞれ別の目的に使用したり、1台のクライアントで複数のMELAVISにアクセスすることもできますので、電話回線1回線の最小構成から数百回線以上の大規模なシステムまで、柔軟なシステム構成が可能です。

(3) システム構築サポートツールの充実

MELAVISを使用したシステムのアプリケーション構築を容易にするためのサポートツールが充実しています。

●認識単語辞書作成ツール

認識する単語を仮名文字で入力し、認識単語辞書を生成するツールを用意しています。一連の操作はGUI環境で簡単に行うことができます。

●応答音声エディタ

応答音声データを作成するため、マイクから入力した音声を録音し、GUI環境で波形を見ながら、音の大きさ・長さ・高さの調節や編集を行います。

●音声認識応答ライブラリ

ワークステーション、パソコンからMELAVISの機能を呼び出すことのできるライブラリを提供しています。プログラマはネットワークを意識することなく、効率的に音声認識アプリケーションの開発を行うことができます。

応用システム

電話を利用した無人対応システムとして、次のような幅広い分野で適用できます。

- 製造・卸売業：商品受発注、自動製品案内
- 情報サービス業：チケット予約、興行案内
- 運輸・旅行会社：座席予約、旅行相談
- 金融：口座振込確認、残高紹介、株価紹介、投資相談
- 公共機関：施設案内、各種相談
- 電力・ガス等：保守・点検システム

概略仕様

形名	B07V5-304 音声認識応答装置基本部 B07V9 音声認識応答装置増設チャンネル
音声認識機能	認識単語数 10万単語(同時1,000単語)
	応答時間 0.5秒(発声終了後、音声応答までの時間)
	話者 不特定話者
音声応答機能	発声形式 離散発声、連続発声(数字、金額など) 最大10秒
	音声データ形式 μlaw符号化方式 合成方法 編集合成方式
電話 その他の機能	回線 ダイヤル回線(10/20pps)、プッシュホン回線 極性反転検出機能
	着信 自動着信検出
	認識 PB認識機能(音声と同時認識可能)
	発信 自動発信機能
インタフェース	録音 通話音声の録音機能
	電話回線 基本部のみで1回線、最大6回線まで増設可能 (増設チャンネル1枚ごとに1回線追加)
	LAN 1ポート IEEE802.3/Ethernet 10Base5
	RS-232C 1ポート コンソール接続用
	SCSI 1ポート 外部カセット磁気テープ装置、 増設用ハードディスク接続用
基本部外形寸法	(W)185×(D)500×(H)570(mm)(ただし脚部を除く。)
質量	35kg
電源	AC100V±10%、単相
消費電力	500VA(最大構成：基本部+増設チャンネル5枚のとき)



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

レーザー出力制御装置 (特許 第1836228号, 特公平4-56479)

発明者 金原好秀

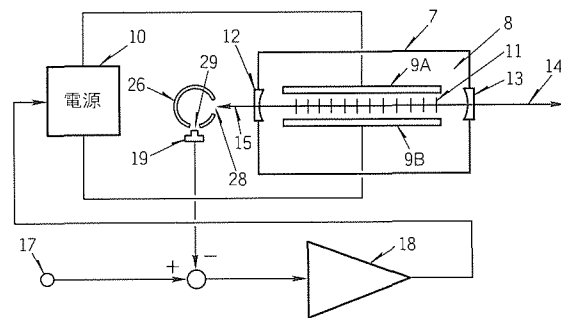
この発明は、レーザー光を高速応答で制御するレーザー出力制御装置に関するものである。

従来のレーザー光検出器は、放熱器とレーザー光吸収板との間に熱電対が密着されており、レーザー光をレーザー光吸収板に当て、熱電対によってレーザー出力を測定するものであった。このため、レーザー光を受けてレーザー光吸収板の温度が上昇するのに時間を要するため、その応答速度が遅かった。

この発明はこの欠点を改善するためになされたもので、図に示すように、内面が凹凸形状に形成され、入射されたレーザー光を乱反射して均一に減光する積分球(26)と、レーザー光吸収体、熱電対、及び放熱器からなるレーザー光検出器(19)で構成される。レーザー光の一部(15)が積分球(26)に入射されると、多数の反射を繰り返して均一に減光され、その一部がレーザー光検出器(19)に入力される。レーザー光が均一に減光されているので、微小な熱電対を使用でき、熱平衡時定数が小さいため応答が速い上に、レーザー光検出器(19)を焼損することがない。また、ビーム径、ビームモード、入射角度、偏光方向に

無関係となるため、レーザー光検出器(19)への光軸合せは不要となる。

この発明によれば、レーザー光の出力を高速で応答制御できるレーザー出力制御装置を提供できる。



9A, 9B: 電極 11: 放電 12: 全反射鏡
13: 部分透過鏡 15: 検出レーザー光 17: 出力指令値
18: 増幅器, 19: レーザ光検出器 26: 積分球

電磁誘導機器の防音装置 (実用新案登録 第2005879号, 実公平5-19939号)

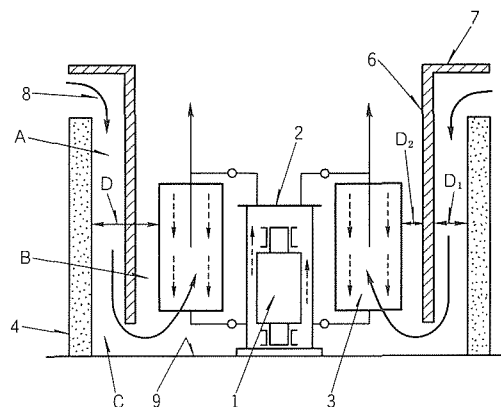
考案者 武永 伸

この考案は、電磁誘導機器の防音装置に関するものである。従来のこの種の防音装置は、放熱効果と遮音効果を考慮すると、所要面積が増加する問題点があった。

この考案は上記の問題点を解決するために成されたもので、図に実施例の縦断面図を示す。断熱効果を持つ材料で作られた囲板(6)は、上部にフランジ状の折返し部を持っている。空気は空気通路(8)を通して遮音囲壁(4)と囲板(6)との間の空間Aを流下し、下部空間Cを通して放熱器(3)に流れ、ここで放熱器(3)の発する熱を奪って、図示矢印で示すように空間B内を上昇する。空間Aは囲板(6)によって放熱器(3)と遮へい(蔽)されているので、空間Aに流入した空気は、温度上昇することなく放熱器(3)の下部に流れるので、円滑な自然対流が行われる。また、遮音囲壁(4)と電磁誘導機器間の距離Dが小さくなることにより、音の回折が低減する上、囲板(6)の介在によって防音効果が大きくなる。

この発明は以上説明したとおり、遮音壁と電磁誘導機器との間に断熱効果を持つ囲板を介在させることにより、遮音壁

と電磁誘導機器間の所要距離を小さくすることができるので、所要敷地面積を低減することができる上に、防音効果を高めることができる。



3: 放熱器 8: 空間通路口
4: 遮音囲壁 A~C: 空間
6: 囲板



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

陰極線管 (実用新案登録 第1997179号, 実公平5-9807)

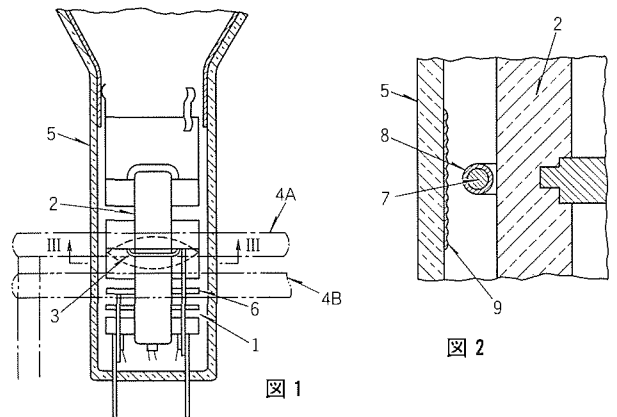
考案者 今西 渉

この考案は、帯電圧特性を改善した陰極線管に関するものである。

図1は従来の陰極線管のネック部を破断した電子銃(1)を示す。管内放電を減少させる目的で、ビードガラス(2)を取り巻いて環状に導電性リード(3)を配し、この導電性リード(3)を、高周波加熱コイル(4A)を用いて加熱し、ネックガラス(5)内面及びビードガラス(2)表面に蒸着膜(9)を形成していた。導電性リード(3)は蒸発温度が高いステンレス鋼製のため、高周波加熱コイル(4A)を一点鎖線に示す最も加熱効率の良い位置に設置されている。このため、排気工程に用いる高周波コイル(4B)が、第2格子電極(6)がコイル中心となるように設置されている(二点鎖線で示す。)にもかかわらず、共用することができなかつた。

この考案は、これらの点にかんがみてなされたもので、図2に示すように、ステンレス鋼心線(7)に銅のような低い蒸発温度を持った金属層(8)をコーティングした環状の導電性リード(3)を用いたもので、導電性リード(3)が加熱コ

イル(4B)から少し離れた位置にあっても蒸着膜(9)を形成するのに必要な温度に加熱できるので、電極加熱と蒸着膜形成のコイルを兼用することができる。



1: 電子銃 2: ビードガラス 3: 導電性リード 4A: 蒸着用高周波コイル
4B: 電極加熱用高周波コイル 5: ネックガラス 6: 第2格子電極
7: ステンレス鋼心線 8: 銅コーティング膜 9: 蒸着膜

〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.70 No.5 “直流送電技術”

特集論文

- 直流送電の動向と技術開発
- 交直変換所のシステム設計
- 500kV高電圧大容量サイリスタバルブの開発
- 光直接点弧サイリスタの開発
- ±500kV直流GISの開発
- 直流送電用変圧器・リアクトルの開発
- 直流送電システムの制御・保護方式の開発
- 直流送電用機器・装置の開発検証試験

● 磁気駆動シミュレーションとその直流遮断器への応用

普通論文

- 日本原子力研究所向け高性能トカマク開発試験装置
JFT-2Mトロイダル電源フライホイール付き直流発電機
- SNAネットワークとインターネット環境の統合
- 超解像技術の開発
- ATMネットワーク対応高画質MPEG2コーデックの実用化

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 黒田紀典</p> <p>委員 永田謙蔵 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 中井良雄 鳥取浩</p> <p>幹事 小林保雄</p> <p>4月号特集担当 栗原洋一 伊藤満夫</p>	<p>三菱電機技報70巻4号</p> <p>(無断転載を禁ず)</p> <p>1996年4月22日 印刷 1996年4月25日 発行</p> <p>編集兼発行人 小林保雄</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>定価 1部721円(本体700円) 送料別</p>
--	--

エレベーターはビルの縦移動に欠かせない乗物として利用されるだけでなく、建築インテリアのポイントの一つとして、また、利用する人の心を一層なごませるデザイン空間としての役割も担うようになってきています。

そのため、オフィスビル、ホテル、ショッピング、集合住宅などの乗場の戸やかご室の戸及び壁などの鋼板パネル面には、オリジナルな多色模様塗装ができる新塗装仕上げが望まれていました。

これまでの鋼板パネル面への多色模様塗装の方法は、シルクスクリーン印刷によっていました。しかし、このシルクスクリーン印刷の方法では、色数ごとの大型製版が必要であり経済的に色数が制約され、かつ、工期が長くなるなどの問題を抱えていました。

今回、これらの問題を改善し、26万色のフルカラー表現が無製版で行え、さらに経済性や工期の上でも大幅な改善が可能なエレベーター用フルカラー新塗装仕上げを開発し、実用化しました。この新塗装仕上げを“MEL ART”(メルアート)の商品名で、1995年12月から発売しました。

MEL ARTの主な特長

(1) コストパフォーマンスの高い塗装仕上げです。

コストは無製版の塗装としたので色数、柄の複雑さなどに関係なく一定で、かつ、工期短縮ができます。

(2) 高画質、高精細な表現ができます。

コンピュータグラフィックス (CG) を活用しているので、26万色の表現ができ、画像解像度も400dpiの高画質、高精細で写真のような原画でもそのまま塗装できます。また、長さが2mを越す塗装面において、シルクスクリーン印刷では色ズレが生じますが、MEL ARTでは一回転写によって行いますので色ズレが生じません。

(3) 原画の選択が自由で、多彩にアレンジできます。

塗装図柄は、スキャナでの読み込みができるので、原画を自由に選択できます。また、CGによって作画が可能なので繰返しパターンや色調等の変換など、原画を多彩に編集・アレンジできます。

(4) 新しい質感が表現できます。

光沢のあるクリア仕上げ塗料層の中に透光性の昇華性カラーインクを着色することで、“透明感”と“色柄の深み”が出せ、今までにない質感が表現できます。特に、下地塗装に金、銀などのメタリック塗装をしておきますと、これまでになく魅力的な表現の仕上げが得られます。

(5) 昇華インクの耐光性を向上できました。

耐光性は染色基材用塗料の開発によって従来の昇華形インクに対し、3倍以上の耐光性向上を図ることができました。

(6) 連続した2面への模様塗装が可能です。

エレベーターの戸は、正面部とこれから連続した側面が意匠面となります。従来のシルクスクリーン印刷ではこのような連



乗場の事例



かご室の事例

主な開発仕様

項目	仕様
原画の種類	CGによるデジタルデータ・写真 手描き画
原画のサイズ	カラー：A3 白黒：横750×縦2,600 (mm)
塗装方式	静電記録紙による熱転写方式
塗装面大きさ	幅750×長さ3,000 (mm)以下
ベース塗装	ウレタン系
インク	昇華性染料系
解像度	400dpi
発色数	26万色

続した2面への印刷は困難でした。

“MEL ART”では、一枚の転写紙を表面から側端面にかけて密着させ昇華転写することにより、2面塗装を可能としました。