

# MITSUBISHI

## 三菱電機技報 Vol.69 No.12

特集 “上下水道システム”

'95 **12**



## 特集 “上下水道システム”

### 目次

#### 特集論文

リニューアル期を迎えた上下水システム .....	1
藤田正恵	
上下水道システムの現状と展望 .....	2
竹野宏平・寺沢昭夫・田中久雄	
上下水道総合情報システム .....	7
長田俊二・後藤隆久・今西岳彦・石崎 貴・中島弘善	
上下水道知的制御システム .....	12
前田和男・田中久雄・早坂 浩・進藤静一・築山 誠	
上下水道大規模監視制御システム .....	17
西尾弘道・福岡秀樹・小本孝則・安藤 隆・濱口能任	
上下水道中小規模監視制御システム .....	22
嶋岡正浩・成原弘修・川北 誠	
上下水道における設備情報管理システム .....	28
石崎 貴・中崎勝一・綾 信吾	
上水道防災情報システム .....	33
吉原秀樹・中原弘善・内藤茂之・前永敏郎	
福岡市水道局水管理センター納め配水調整システム .....	38
斎藤素直・川北 誠・前田和男・後藤隆久・野々山めぐみ	
上下水道オゾン高度処理システム .....	44
本多敏一・江崎徳光・廣辻淳二・河相好孝・久川義隆	
上下水道システムにおける未利用エネルギーの活用 .....	50
高倉敏一	

#### 普通論文

京阪電気鉄道(株)納め列車ダイヤ作成支援システム “ASK” .....	55
浅井俊雄・柳谷秀美・山口文敏・北川英裕美・棟田恭弘	
RX7000シリーズのTCP/IP広域接続機能拡張 —— 標準プロトコルPPPの実装 —— .....	60
澤 達志・山本丈博・桂嶋由彦・窪田公一・岡崎仁則	
RX7000, PSERV ソリューションパッケージシリーズ .....	65
高原照明	
接着・リベット併用による配電盤・制御盤の組立技術 .....	70
眼龍裕司・原賀康介・八木直樹・駒澤吉郎・中島義信	

#### 特許と新案

「回路しゃ断器」「電子管用陰極」 .....	75
「軸流ファン」 .....	76

#### スポットライト

三菱新形電力用コンデンサバンク .....	82
コンティニアス タイムラプスビデオ HV-5440 .....	83
24時間風呂 “一番風呂” .....	84
三菱薄形電気温水器 “ダイヤホット40” .....	85
新形天吊り埋込み形 “ロスナイ” .....	86
大規模プラント用監視制御システム MACTUS770R, 750R .....	(表3)
三菱電機技報69巻総目次 .....	77

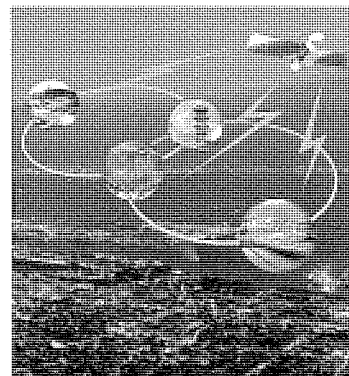
#### 表紙

##### 上下水道広域ネットワークシステム

高度情報化社会の進展，地球環境問題の高まり，水質規制の強化，水不足の恒久化，耐地震対策の見直しなどライフラインとしての上下水道事業を取り巻く環境は大きく変化している。

最近，本庁と浄水場，下水処理場，ポンプ場などを光ファイバ等の情報ネットワークによって結合し，従来のプラントデータや図面・台帳に加えて，画像・音声などの情報も組み合わせた監視制御と設備維持管理を有機的に連携させて業務を行う統合化が進展しつつある。

写真は，本庁と浄水場，下水処理場，レーダサイトなどを通信衛星，光ファイバ等で結んだ上下水道広域ネットワークシステムをイメージしたものである。



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



# アブストラクト

## 上下水道システムの現状と展望

竹野宏平・寺沢昭夫・田中久雄

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.2～6 (1995)

上下水道は、重要な生活環境基盤施設であり、安全で快適な生活環境の確保、水環境保全に向けて整備が進められている。上水道は高水準な水道の実現を、下水道では中小市町村への普及拡大と大都市における維持管理の向上などの質的な向上が目指されている。

システム技術は、計算機、ネットワーク技術、情報処理技術の進歩に伴い、高度・高性能な広域管理、総合情報管理システムの構築を可能としている。ここでは、上下水道の課題とシステム技術を展望する。

## 上下水道における設備情報管理システム

石崎 貴・中崎勝一・綾 信吾

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.28～32 (1995)

近年、上水道・下水道の施設の整備に伴って、プラント運用・監視制御システムの高度化(情報化・広域化を含む。)の展開、都市のライフラインとしての上下水道施設管理への情報通信技術の導入が進展している。最近では、プラント及び広域の監視制御システムと施設管理システムの融合が進められ、それら二つの流れのシステムを統合化した新しい設備情報管理システムとして発展してきている。本稿では、その技術基盤とシステムの考え方、及びその応用システムについて紹介する。

## 上下水道総合情報システム

長田俊二・後藤隆久・今西岳彦・石崎 貴・中島弘善

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.7～11 (1995)

上下水道事業体の各組織の中で日々発生している多種多様な情報を一元化・共有化することにより、上下水道事業の高水準化、業務の効率化、市民サービスの向上に寄与することができる。

本稿では、情報の一元管理等をベースとした上下水道総合情報システムのコンセプト、特長、PA(Process Automation)、EA(Engineering Automation)、OA(Office Automation)の各サブシステム及び具体的展開例について紹介する。

## 上水道防災情報システム

吉原秀樹・中島弘善・内藤茂之・前永敏郎

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.33～37 (1995)

阪神大震災を契機に、都市防災、特にライフラインの維持復旧に対する関心が高まった。今回のような広域にわたる大災害発生時には多種多様な対応業務が発生し、従来の延長線上では、迅速かつ的確な対応には限界があった。そこで、阪神大震災での被害状況を踏まえた上で、今後の上水道における防災情報システムとして、備えるべき機能を述べ、当社で構築した上水道防災情報システムをその解決策の一つとして紹介する。

## 上下水道知的制御システム

前田和男・田中久雄・早坂 浩・進藤静一・築山 誠

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.12～16 (1995)

地球環境問題の激化、水不足の恒久化、ゲリラ降雨の多発化、耐地震対策の見直しなど、上下水道事業を取り巻く環境は大きく変化している。これらの課題の解決法として、従来の制御技術に知的な情報処理を付加した知的制御、すなわち、エキスパートシステムを始めニューラルネット、遺伝的アルゴリズムなどのAI応用技術、及びその操作性を高めるヒューマンインタフェース技術が注目を集めている。

本稿では、知的制御技術の上下水道分野への最近の適用例を紹介する。

## 福岡市水道局水管理センター納め配水調整システム

斎藤素直・川北 誠・前田和男・後藤隆久・野々山めぐみ

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.38～43 (1995)

福岡市水道局配水調整システムは昭和56年に導入されて以来、年々拡張しており、このたび、中央監視制御設備の更新工事を受注して無事納入した。システム更新に際しては、処理能力の向上のほか、危険分散処理構成の採用、主要機器やLANの二重化による信頼性の向上、より高度な水運用を行うための支援機能の充実、システム拡張への対応を柔軟にするメンテナンス機能の充実、など配水管理機能の高度化を図った。

本稿では、このシステムの概要とその技術的特長について述べる。

## 上下水道大規模監視制御システム

西尾弘道・福岡秀樹・小本孝則・安藤 隆・濱口能任

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.17～21 (1995)

上下水道大規模監視制御システムに求められているマルチメディア化・広域化・オープン化の実現に向けて、監視制御系・情報処理系・パソコン系の融合を図り、システム構築した“三菱上下水道大規模監視制御システム”を紹介する。

また、最新の下水道監視制御システムの構成及び機能事例を紹介する。

## 上下水道オゾン高度処理システム

本多敏一・江崎徳光・廣辻淳二・河相好孝・久川義隆

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.44～49 (1995)

上水分野では“安全でおいしい水”作り、下水分野では、再生利用や公共水域の水環境浄化など、新たな環境改善対策が最重要視されている。オゾン高度処理システムについて、①浄水処理では、2～4mg/ℓのオゾン注入によってカビ臭はほぼ完全に除去され、トリハロメタンは70～90%が減少し、オゾン注入率一定制御方式が有効であること、②下水オゾン脱色処理では、従来法よりも経済的であり、再生処理法として過酸化水素添加オゾン処理法が有効であること、が分かった。

## 上下水道中小規模監視制御システム

嶋岡正浩・成原弘修・川北 誠

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.22～27 (1995)

上下水道事業の掲げる長期的課題には多くのものがあるが、中小規模の上下水道としてとらえた場合には、上水における“未普及地域解消に向けた小・極小水道の整備と配水管理システムの導入”と、下水道における“中小市町村に対する下水道普及率の向上”といったところが大きな課題である。本稿では、これら課題に対応するために開発した中小規模配水管理システム“システムW32”と、小規模下水道監視制御システム“MACTUS300シリーズ”についてその概要を紹介する。

## 上下水道システムにおける未利用エネルギーの活用

高倉敏一

三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.50～54 (1995)

化石エネルギー需要が年々増加するとともに、これの消費による環境問題も増加してきた。そのため、今まで見逃されてきたクリーンなエネルギー(未利用エネルギー)の有効利用が必要になってきた。

現在、上下水道施設において存在する下水熱や消化ガス等の未利用エネルギーが、地域冷暖房や燃料電池発電に活用されつつある。また、施設内の空間の有効利用として、太陽光発電が注目されてきている。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 28-32 (1995)

## Facility Information Management Systems for Water-Supply and Sewage-Treatment Facilities

by Takashi Ishizaki, Katsuichi Nakazaki & Shingo Aya

New information and telecommunication technologies are being rapidly introduced as water-supply and sewage-treatment facilities upgrade their plant monitoring and control equipment. The newest systems integrate local and wide-area monitoring and control functions with facility management. The article introduces the basic technologies, system concepts and applications of these new systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 2-6 (1995)

## Water-Supply and Sewage-Treatment Technologies at Present and in the Future

by Kouhei Takeno, Akio Terasawa & Hisao Tanaka

Water-supply and sewage-treatment facilities help preserve water quality and maintain safe and pleasant urban environments. Small and medium-size cities are introducing new sewage-treatment facilities, while larger cities are upgrading equipment for simpler operation and lower maintenance. Developments in computer, networking and information-processing technologies have made it practical to centrally manage facilities distributed over wide geographic areas. The article surveys system technologies for water supply and sewage treatment and key issues in their deployment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 33-37 (1995)

## Water-Supply Information Systems for Disaster Prevention

by Hideki Yoshihara, Hiroyoshi Nakajima, Shigeyuki Naito & Toshiro Maenaga

Central and local governments have been investigating technologies for maintaining key services under emergency conditions since the Great Hanshin Earthquake in January caused massive destruction in the Kobe area. Conventional information systems are simply unable to cope with the multiplicity of urgent and diverse requirements generated in the wake of such a disaster. The article describes the functions required to maintain water-supply services under disaster conditions, and introduces an information system that Mitsubishi Electric has developed for the task.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 7-11 (1995)

## A Central Information System for Water Supply and Sewage Treatment

by Shunji Osada, Takahisa Goto, Takehiko Imanishi, Takashi Ishizaki & Hiroyoshi Nakajima

Centralized management of the various data generated at water-supply and sewage-treatment facilities makes it possible to increase the efficiency and quality of services. The article describes the system concept and features, reports on subsystems for process automation, engineering automation and office automation, and gives examples of systems in use.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 38-43 (1995)

## The Water-Supply Control System for the Water Control Center of Distribution the Water Works Bureau of Fukuoka City

by Sunao Saito, Makoto Kawakita, Kazuo Maeda, Takahisa Goto & Megumi Nonoyama

The water-supply control system delivered by Mitsubishi Electric to the Water Distribution Control Center of the Water Works Bureau of Fukuoka City in 1981 has been upgraded on an annual basis, most recently with improved central monitoring and control facilities. Improvements include faster data processing, a distributed-risk processing scheme with redundant computers and LANs for enhanced reliability, new operator support functions that provide high-level control of the water supply, and maintenance functions that simplify system expansion. The article describes the system configuration and key technical features.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 12-16 (1995)

## An Intelligent Control System for Water-Supply and Sewage-Treatment Facilities

by Kazuo Maeda, Hisao Tanaka, Hiroshi Hayasaka, Seiichi Shindo & Makoto Tsukiyama

Japanese water-supply and sewage-treatment facilities are faced with numerous issues, including water shortages, frequent torrential rainfall and new earthquake safety requirements, as well as growing concerns for the global environment. The most promising solutions involve application of expert systems and advanced user-interface technologies to the control of these facilities, as well as newer AI technologies including neural networks and genetic algorithms. The article describes applications of intelligent technologies to the control of water-supply and sewage-treatment facilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 44-49 (1995)

## Ozone Systems for Water-Supply and Sewage-Treatment Applications

by Toshikazu Honda, Norimitsu Esaki, Junji Hirotsuji, Yoshitaka Kawai & Yoshitaka Kugawa

Recently, municipalities have placed a high priority on maintaining safe, odor-free water supplies and the recycling or harmless discharge of treated sewage. Mitsubishi Electric has proven that ozone treatment of 2-4mg per liter of drinking water is sufficient to eliminate mildew odors, while reducing the concentration of trihalomethane by 70-90%. The article mentions that ozone treatment is more cost efficient than conventional methods for decolorizing treated sewage, and that a combination of ozone and hydrogen peroxide is effective for the reclamation of water intended for reuse.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 17-21 (1995)

## A Monitoring and Control System for Large-Scale Water-Supply and Sewage-Treatment Facilities

by Hiromichi Nishio, Hideki Fukushima, Takanori Komoto, Takashi Ando & Yoshitaka Hamaguchi

The article introduces a large-scale water-supply and sewage-treatment monitoring and control system developed by Mitsubishi Electric. Multimedia technologies, wide-area networking technologies and open-systems architecture are integrated in a system that incorporates subsystems for monitoring, control and information processing and networked personal computers. The article also introduces the configuration and functions of recently delivered monitoring and control systems for sewage-treatment facilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 50-54 (1995)

## Recovery of Wasted Energy in Sewage-Treatment Systems

by Toshikazu Takakura

The author describes technologies for extracting heat and methane from decomposing sewage for applications in residential heating, fuel-cell power generation, etc. Use of this energy has the potential to reduce our dependence on fossil-fuel energy resources. Open space on utility lands may also be used for photovoltaic power generation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 22-27 (1995)

## A Monitoring and Control System for Small- and Medium-Scale Water-Supply and Sewage-Treatment Systems

by Masahiro Shimaoka, Hironobu Narihara & Makoto Kawakita

For the past decade, Japan's water-supply and sewage-treatment industry has endeavored to provide small-scale water-supply facilities and management services to unserved areas and increase the availability of sewage services in small- and medium-size cities. The article introduces System W32, a newly developed small- to medium-scale water distribution and management system, and the MACTUS 300 Series monitoring and control system for small-scale sewage-treatment facilities.

## アブストラクト

<p>京阪電気鉄道㈱納め列車ダイヤ作成支援システム“ASK” 浅井俊雄・柳谷秀美・山口文敏・北川英裕美・棟田恭弘 三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.55～59 (1995)</p> <p>平成7年6月、京阪電気鉄道㈱納め列車ダイヤ作成支援システム“ASK”が完成した。運転曲線・時隔曲線・列車ダイヤ・ADECダイヤ(運行管理システム用の列車ダイヤ)を策定することができる。現行路線での輸送計画策定業務を支援する機能だけでなく、駅構内配線変更や新車両導入等の将来計画のシミュレーション機能も搭載した。また、複々線対応のためにAI応用技術を適用し、システム全般にわたって可能な限り自動化を図った。</p>	<p>RX7000, PSERV ソリューションパッケージシリーズ 高原照明 三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.65～69 (1995)</p> <p>ソリューションサーバRX7000, パッケージサーバPSERV向けに、GUI操作環境を実現したソリューションパッケージプログラム“販売情報システム”“会計情報システム”“保険薬局システム”“工程管理システム”を製品化した。</p> <p>パッケージプログラムの開発に当たって使用したクライアント／サーバ型プログラムの処理方式とその開発方法を紹介し、パッケージ化するに当たっての留意点について述べる。</p>
<p>RX7000シリーズのTCP/IP広域接続機能拡張 —— 標準プロトコルPPPの実装 —— 澤 達志・山本丈博・桂嶋由彦・窪田公一・岡崎仁則 三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.60～64 (1995)</p> <p>TCP/IP広域接続の標準プロトコルとして普及してきているPPP(Point-to-Point Protocol)を、当社ソリューションサーバRX7000シリーズに実装した。これにより、ISDNや高速デジタル専用線、電話網など、様々な通信メディアを利用した他機種とのTCP/IP広域接続が容易に実現できる。本稿では、RX7000シリーズへのPPP接続機能の実装に関して、製品概要、実現可能なシステム構成等について述べる。</p>	<p>接着・リベット併用による配電盤・制御盤の組立技術 眼龍裕司・原賀康介・八木直樹・駒沢吉郎・中島義信 三菱電機技報 Vol.69・No.12・p.70～74 (1995)</p> <p>配電盤や制御盤のきょう(筐)体組立作業の熟練技能からの脱皮と作業環境の改善を目的に、溶接に代わる組立方式として、接着剤とリベットを併用する組立方式を開発し、強度や剛性、意匠性、耐久性等を損なうことなく実用可能であることを確認した。この組立方式によって次のような効果が得られる。①熟練技能が不要で、品質の安定・向上が図れる。②組立て及び塗装工程で省工程化が図れる。③省エネルギー化が図れる。④クリーンで静かな環境での作業が可能となる。</p>

# Abstracts

**Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 65~69 (1995)**

## Software Solution Packages for the Mitsubishi RX7000 and PSERV

by Teruaki Takahara

Mitsubishi Electric has developed several GUI-based software solution packages for the Mitsubishi RX7000 Solution Server and PSERV (a package server). The article introduces four packages: a sales information system, an accounting information system, a pharmacy information system with health-insurance payment support and a process management system. The design and development of the client-server model common to all the packages is discussed, as well as considerations related to marketing the software as commercial packages.

**Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 55~59 (1995)**

## ASK, a Railway Scheduling Support System for the Keihan Electric Railway Co., Ltd.

by Toshitaka Asai, Hidemi Yanagitani, Fumitoshi Yamaguchi, Ayumi Kitagawa & Yasuhiro Muneda

Mitsubishi Electric delivered ASK, a railway scheduling support system, to the Keihan Electric Railway Co., Ltd. in June 1995. The system is capable of generating train-operating curves, time-spacing curves, scheduling diagrams and ADEC diagrams for railway management. The system serves not only to schedule existing lines but also to simulate the effects of new engines and rolling stock and of station wiring and timing changes on transport efficiency. AI technology for the system has been enhanced to support multiple railway lines and provide maximum automation of the scheduling process.

**Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 70~74 (1995)**

## Power Distribution and Control Board Assembly Technologies Suitable for Both Riveting and Adhesives

by Yuji Ganryu, Kosuke Haraga, Naoki Yagi, Yoshiro Komazawa & Yoshinobu Nakashima

Mitsubishi Electric has developed a chassis assembly technology for power-distribution and control boards. With this technology, the welding operations previously used can be replaced by either riveting or adhesive processes. The technology offers greater strength and rigidity, as well as better appearance and durability than welded chassis. Additionally, the assembly processes are not only simpler and safer, they also yield consistently high quality and reduce skilled labor requirements. The assembly processes are also cleaner, quieter and consume less energy.

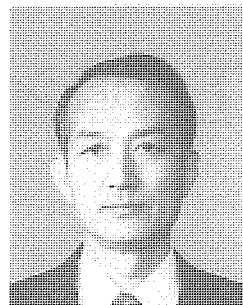
**Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 12, pp. 60~64 (1995)**

## PPP Support on RX7000 Series Computers over TCP/IP Wide-Area Networks

by Tatsushi Sawa, Takehiro Yamamoto, Yoshihiko Katsurashima, Koichi Kubota & Masanori Okazaki

Mitsubishi Electric has developed point-to-point protocol (PPP) support that allows the corporation's RX7000 Solution Servers to establish data links over TCP/IP wide-area networks. PPP support will make it possible to use the server in wide-area multivendor TCP/IP networks linked by ISDN, other high-speed digital lines, and the public-switched telephone network. The article describes basic PPP implementation concepts, and presents a variety of possible system configurations.

## リニューアル期を迎えた上下水システム



大阪大学工学部 環境工学科

教授 藤田 正憲

都市の基盤施設として整備が進められてきた上下水システムのなかには、リニューアル期を迎えたものがあり、新たな施設が建設されようとしている。ところが、当時とは産業構造や生活の質が異なり、BOD、SSだけでなく窒素・リンさらには各種の塩素系有機溶媒、農薬などの微量汚染物質が河川などの水環境から多数検出され、従来の上下水システムでは対応できないところにきている。その結果、上水ではオゾン・活性炭法が採用され、下水や尿尿・合併浄化槽では膜法、オゾン・紫外線、嫌気・好気など、新しい技術が次々と開発あるいは実用化されている。ただ、これらの技術もいったん採用されると、基盤施設の宿命で、今後長い年月にわたって利用しなければならない。しかし、環境や技術の将来を予測することは難しいので、上下水システムの設計には、最低限、次の4条件を守るべきであると考えている。

### (1) 地球環境への負荷の低減

二酸化炭素削減には省エネルギー、省資源が大切であるが、そのほかにも汚泥や処理水の資源化などの技術開発が必要

### (2) パブリックアクセプタンスの重視

情報公開、災害(震災・洪水・火災)でも安心かつ信頼される施設、快適性の創造など

### (3) 運転管理が容易

シンプルで理解しやすい処理原理、運転操作が楽しく誇りが持てる施設、余裕・余力があるフィードバックによる設計者との情報の共有など

### (4) 経済性

短期的よりも長期的な経済を重視、目標水質に応じた最適運転など

特に、地球環境問題と下水システムを考えた場合、下水道から発生する二酸化炭素やメタンが地球温暖化に及ぼす影響は重要ではない。筆者は、下水道という地下河川を都市の中に張り巡らせることによる、地球(地域)環境への影響の方が重要であると考えている。特に巨大都市では上流

域の水資源を根こそぎ取ってしまって中抜きで下流部に放流する結果、これまで河川がもたらしていた土壌の灌養効果が薄れ、次第に痩せた土地になることである。その一方で、堆肥使用の減少が土壌中の腐食質を減らし、酸性雨を中和できなくなったり、みみずなどの小動物の生息環境が奪われ、団粒構造が失われてくるなど、農業の将来を危うくしている。これには、先に指摘したように物質循環を重視し、汚泥の堆肥化(生ゴミもいい材料である)、処理水による水環境の創出など、資源化の視点からのシステムの再構築ないしはリニューアルが必要である。また、震災と関連し、信頼される水道づくりの一貫として、江戸の町で見られた井戸を飲み水専用の水場として再現する、第2水道の建設を提案したい。これには、汚染のないおいしい水を給水し、さらに災害時にもこれだけは壊れないように設計しておくことで、大きなコストをかけずに二つの目的(おいしい水、信頼される水道)が同時に達成できる。

一方、下水道でも合流式下水道の分流式への転換が、震災に強い街づくりの第一に挙げられる。最近、大都市で地下の放水路を建設しているが、これも防災の視点を重視した分流式下水道へ再生するための一歩といえる。さらに、大きなネットワークのみで下水道を建設するのではなく、一つの街区を単位として、個々に独立した下水道として機能しながら、巨大都市を支えるシステムを構成することも大切である。恐竜型システムから粘菌型システム(粘菌型下水道)への転換である。

情報、物流、エネルギーなど、既に多元化し、また粘菌型システムを採用した先輩を見習い、ライフラインの信頼性を高めることが、次世代への責務である。生活や産業の多様化とともに水システム・水処理技術の多様化が進んでいるが、文化・文明と密着した都市施設であるが故に、現在だけの評価基準で決定するのではなく、常に過去と未来の連続線上に設計思想を位置付け、シンプルで、長く使用され、親しまれる上下水システムの構築を心掛けなければならない。

# 上下水道システムの現状と展望

竹野宏平\*  
寺沢昭夫\*  
田中久雄\*

## 1. ま え が き

上下水道は、安全で快適な生活環境を確保する上で不可欠な生活環境基盤施設である。近年、産業活動の発展と生活様式の高度化・多様化に伴って、多量の水が消費される一方、水源となる河川や湖沼の水質汚濁も進んでおり、水源の確保と水質保全、さらに水環境の回復が重要な課題となっている。21世紀を迎えるに当たって、地球規模での環境保全の高まりの中で、安全でおいしい水、潤いのある水環境への多様なニーズがあり、これらを実現していく上で、上下水道の役割は、ますます重要となっている。

上水道は、高普及時代を迎え、いつでも、どこでも、安全でおいしい水が供給できることを基本的な考えとして、震災や渇水などの災害に強い水道、広域的な水道整備と水運用、高度上水施設の整備や水道事業の総合的な情報化など、水道の質的向上と維持管理の効率化を図った高度な水道システムの実現に重点が置かれている。

下水道は、平成6年度末の処理人口普及率が50%を超える見込みであるが、依然として欧米先進国に比べて低く、整備の遅れている中小市町村への普及拡大が第一課題である。また、浸水対策・水質保全など下水道本来の役割強化と、高普及率となっている大都市を中心に維持管理の充実、魅力ある都市づくりの立場から下水道の多目的利用など、質的な向上が目指されている。

一方、このような上下水道の実現に当たって重要となる上下水道の制御・管理に関するシステム技術は、電気・計装・計算機・情報通信にかかわる要素技術を縦軸に、プラントやシステムとしてまとめあげるシステムエンジニアリング技術を横軸として統合化されたシステム技術である。計算機、情報通信ネットワーク、情報処理・管理技術など、個々の要素技術の進歩は著しく、これらの技術成果を取り込んで、バランス良く融合させ、システム全体としてより信頼性が高く、効率的で使い勝手の良いプラントシステムの構築技術が重要となる。

ここでは、上下水道の最近の市場動向と電気・計装分野でのシステム技術動向を展望する。

## 2. 上下水道の市場動向

### 2.1 上 水 道

今後の上水道整備については、21世紀に向けた長期目標

である“ふれっしゅ水道計画”を基に、広域化、給水サービスの向上など高水準な水道の実現を目指している。

水道は、市民生活を支えるライフラインであり、渇水時や災害時などの非常時における給配水の相互融通、配水運用の広域運用管理の充実が重要である。阪神大震災の教訓から、老朽施設の更新、基幹施設・給配水管の耐震化なども急がれ、また、災害時の情報ラインを確保する防災情報システムに関心が高まっている。

また、平成4年に水質基準が改訂され、さらに平成6年に成立した水道水源保全に関する法律により、トリハロメタン問題や農薬などの微量化学物質の水源への流出などの環境変化への対応がなされ、より安全でおいしい水の供給に対する取組が一段と強化されている。水源の水質汚濁が進行している浄水場では、安全で異臭味のない水の供給を実現するため、オゾン処理などの高度処理設備の導入が進められている。

維持管理の効率化は、従来から積極的に推進されているが、市民ニーズの多様化・高度化と広域化・大規模化していく水道システムに対応して、適正なシステム管理と非常時を含め、状況に応じた的確で迅速な運転管理を行っていくためには、情報の一元管理と各業務間での協調的な利用が重要となっている。

今後は、監視制御・運転支援システムと設備保全、台帳管理などの設備情報管理システム、さらに事務処理・窓口業務のOA化などの事務管理システムとを密に結合し、水道事業に関するすべての情報を一元管理する総合情報システムにより、効率的な事業運営の実現が図られていくであろう。

上水道の主な課題と、対応するシステム技術を図1に示す。

### 2.2 下 水 道

下水道は、21世紀の早い時期に普及率90%に引き上げることを目標に、精力的に整備が進められている。平成6年に発表された下水道技術5か年計画において、今後必要となる下水道技術が明らかにされ、早急な普及や水環境の再生と保全、資源・エネルギーの有効利用などの社会的な要請への実現に向けて積極的な取組を図っている。

中小市町村への普及には、回分式活性汚泥法やオキシデーシオンディッチ法などの建設費が安価で維持管理の容易な処理法を採用し、また、技術者不足への対応として、幾つかの小規模処理場をまとめて集中管理する群管理システムやAI応用の維持管理支援システムの検討が行われている。

浸水対策として、雨水ポンプ場・雨水調整池・管きょ(渠)



などの整備が進んでいるが、特に大都市では、これらの施設を高度に運用するために、レーダ降雨情報システムの利用による流入量予測精度の向上や広域的な雨水排水管理が重要となってくる。

また、上水道と同様に阪神大震災の教訓から、管渠・処理場の耐震化及び管渠の多系統化と災害時における処理場間の下水処理融通、データの複数場所への分散管理と情報通信システムの複合化などによる代替機能の確保など、災害に強い下水道の構築も重要である。

水質保全に関しては、水質汚濁防止法、下水道法による放流水質基準、また水道水源2法などによって排水基準が強化されてきている。水質閉鎖性水域や水道水源となる河川に対する富栄養化の防止が緊急を要し、窒素、リンなどを経済的に除去する生物処理方法など高度処理の導入が積極的に進められている。また、親水空間の創出のための殺菌・脱色手段として、水性生物への影響の少ないオゾン高度処理が注目されている。慢性的な水不足と昨年度のような異常渇水に対応して、下水処理水の再利用が更に進展し、水資源のリサイクル化が図られていくと考えられる。

大都市においては、維持管理の効率化を図るため、運転の自動化、情報管理の高度化、台帳等の維持管理業務のシステム化が推進されている。さらに、本庁と各処理場やポンプ場間を、管渠の中に敷設した光ファイバによる高速・大容量のマルチメディア LAN で結び、広範囲の無人ポンプ場の遠隔監視操作などの運転管理から経営管理まで、下水道業務に関する情報を一元的に管理する広域的な総合情報管理システムの検討も行われている。また快適な社会を形成するために、下水道の資源・エネルギーの有効利用、施設の多目的利用が推進されている。

下水道の主な課題とシステム技術を表1に示す。

### 3. 電気・計装システム技術の動向

#### 3.1 監視制御システム

近年の高齢化、熟練技術者不足、管理の広域化、高度情報化などの環境変化に対応していくために、最近のプラント管理では、単なる監視制御の高度化だけでなく、設備管理や経営管理などの上位の情報管理系との統合化が要望されている。

上下水道分野の大規模な監視制御システムでは、計算機分野でのダウンサイジング、オープン化、ネットワーク化の流れの中で、図2に示すようなシステムに移行しつつある。帳票ロガー、運転支援、設備管理など比較的リアルタイム性の要求されない情報制御系にワークステーションを適用して、汎用 LAN による分散システムとし、オープン化の要求にこたえている。CRT 監視制御、ミニグラフィックパネル・卓制御機能などの監視制御系は、リアルタイムコントローラによる水平分散システムとし、高速な統合制御 LAN により、リアルタイム性を確保している。汎用 LAN と統合制御 LAN とは、リアルタイムサーバを通じてつながり、必要なデータアクセスが双方向に可能であり、プラント全体として、電気制御 (E)、計装制御 (I)、計算機 (C) が密接に統合されたシステムである。なお、ワークステーションは、24時間連続運転するために、電源関係や故障検知機能などを強化した制御用のものを使用している。

小規模システムにおいても、オープン化が要求され、また遠方に分散した施設を小人数で管理するため、広域管理のできるものが必要とされている。監視制御装置に市販の OA ソフトが活用できる環境と汎用ネットワークによってパソコンと接続し、ユーザ側で容易にプラントデータの解析などが

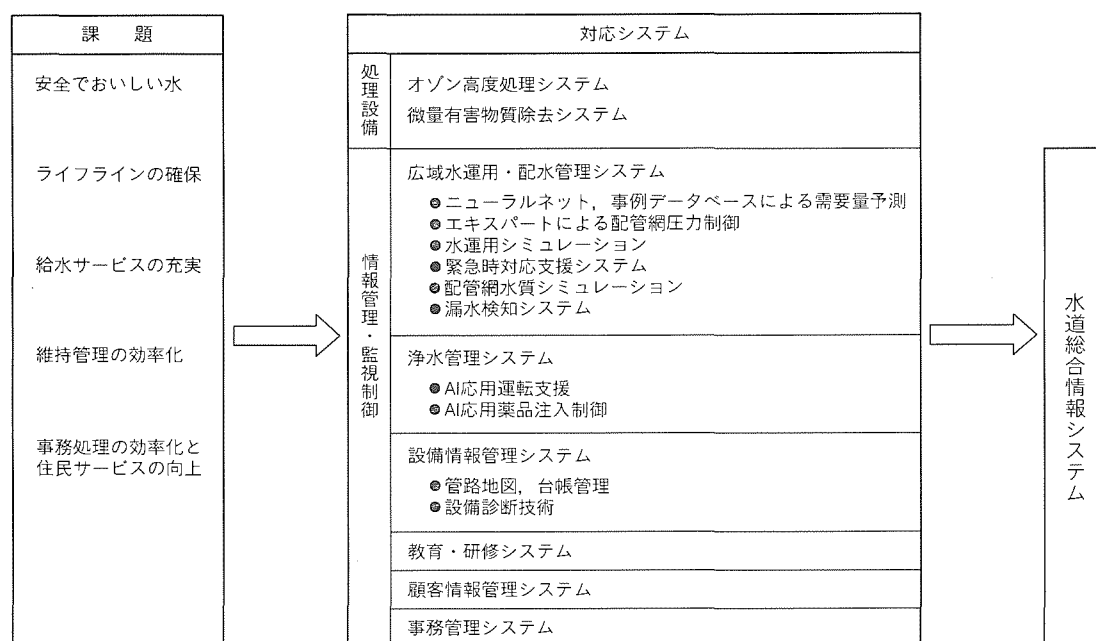


図1. 上水道の主要課題と対応システム

可能なオープンシステムと、NTT回線を利用した簡易遠制システムを備えた高機能でコストパフォーマンスの優れたシステムが実現されてきている。

情報通信ネットワークは、末端の計装機器から上位の管理用計算機まで密に結合したプラント全体のネットワーク化が推進されている。特に、現場と電気室間は、コントロールセンターの電子化や、機械負荷単位の分散制御が可能なユニットシーケンサによる現場盤の電子化、センサのインテリジェント化などによってネットワーク化が進んできている。また、制御用バスは、光通信技術の進歩に伴って長距離で高速伝送可能な信頼性の高い光伝送が使用され、音声・映像などのマルチメディアへの対応が可能となりつつある。また、広域管理に対応して遠制システムとの融合、メーカーの異なる機種との情報通信用に汎用ネットワークへの接続が図られている。

監視操作は、一般的にCRTオペレーションが中心となっ

ており、バックアップとしてミニグラフィックパネルが併用されている。最近では、複数の運転員が同時に情報を共有できることやプラントの全体表示から部分拡大表示が可能なことから、70～100インチの大画面表示が可能な高精細ビデオプロジェクトの導入が図られてきている。CRTのマンマシン技術は、高精細CRTの採用、マウスやタッチスクリーンによる操作、マルチウィンドウによる関連情報の表示など機能向上が図られている。さらに、EIC情報を1台のCRTで集中的に扱えるシングルウィンドウ化、音声や動画などのマルチメディアの取込みも進み、運転操作が効率的に行えるようになっている。

今後のマンマシン技術は、複雑・高度化する監視制御システムの大量な情報を目的対応に整理統合し、人間に分かりやすい形での提示を目指して、AI技術に応用したインテリジェント化が推進されていく。また、三次元コンピュータグラ

表1. 下水道の主要課題と対応システム

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

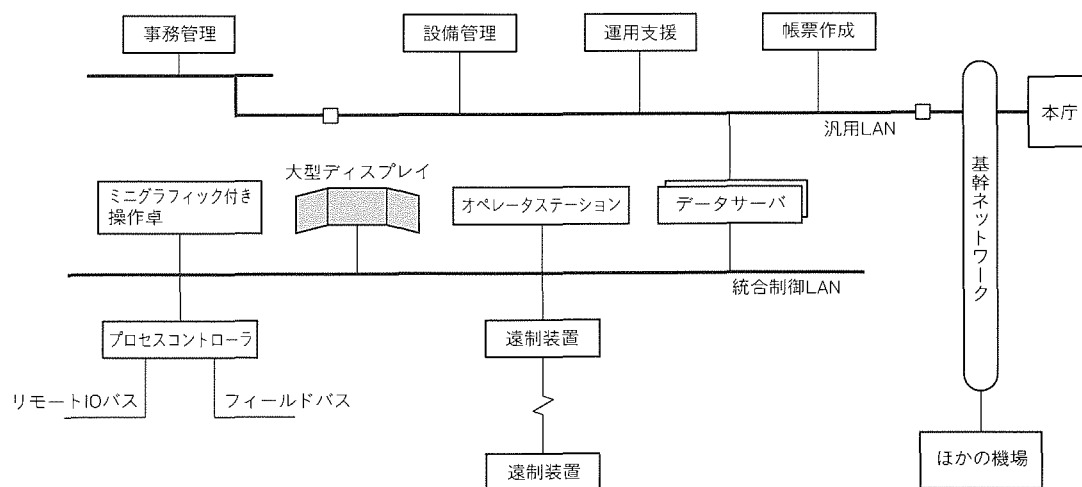


図2. 監視制御システムの構成イメージ

フィック、さらには人工現実感など情報の視覚化技術が導入され、人間の感性に訴える機能の実現も期待されている。

エンジニアリング機能は、プロセスモニタの画面、帳票様式や各種定義を行うためのビルダメンテナンス機能、及び制御プログラム作成機能の充実が図られ、ユーザでの画面修正やプログラム変更が専門知識を要しないで容易にできるユーザオープンな環境の実現が目指されている。特に、上下水分野で要求の強い帳票・報告書のユーザ側での作成については、基本機能の部品化により、これらを組み合わせることである程度自由に作成できるようになってきている。また、プラントデータはパソコンで利用可能であり、ユーザ側で汎用ソフトウェアを使用して、簡単に報告書の作成、データ解析もできるようになっている。

### 3.2 運用制御

上下水分野では、水環境の悪化、社会ニーズの多様化に伴い、状況に応じた、きめ細かい柔軟な運転管理が要求されている。このような要求への対処としては、従来、熟練運転員の長年の経験と広い知識に基づく判断にゆだねられる場合が多かった。これに対して、最近の計算機技術の急速な発展に伴い、エキスパートシステム、ファジー、ニューラルネット、GA (遺伝的アルゴリズム) などの技術を使った知的制御及び大規模な数理解析とシミュレーションの運用制御への適用が可能となり、従来の制御技術と組み合わせて、プロセス診断、運転支援の充実と操作の自動化が推進されてきている。これらの制御技術を、知的制御技術応用のシステム構成イメージとして図3に示す。

上水分野では、ニューラルネットによる需要予測、エキスパートシステムによる大規模な配水管網における圧力制御などが実用化されており、下水分野では、流入量予測とポンプ運転制御、水処理プロセス診断などに知的制御技術が適用されてきている。また、大規模な配水管網解析や下水管渠の流

入・流下特性などの解析にシミュレーションシステムが適用されている。今後とも、知的制御技術、シミュレーション技術や様々な制御技術を組み合わせ、運転管理の自動化の範囲を広げていくとともに、柔軟で的確な制御が実現されていくであろう。

### 3.3 情報管理

上下水道の運営は、様々な組織と多くの人々の協調作業から成り立っている。設備の広域運用や事業計画・策定等の経営管理などを行う上で、組織内の多種多様な情報を一元的に管理し、情報の共有化を図るとともに、情報交換が自由に行える総合情報システムが重要となってくる。ATM (非同期転送モード) 通信による高速・大容量マルチメディア LAN、データベース技術、分散処理技術やマンマシン技術、CSCW (人間の共同作業支援) など実現に必要な技術は急速に進展しており、総合情報システムの具体的な検討が進められている。

総合情報システムのサブシステムを構成する設備情報管理は、維持管理に必要な台帳や地図・図面、設備の映像などのイメージデータ、配管・シンボルなどのベクトルデータ、また、これらの属性データであるコードデータなどのマルチメディアデータを一元管理し、各データの重ね合わせ表示、施設種類に応じた色分け、選別表示やイメージデータとプロセス情報との関連づけ処理、データ検索などの機能向上がなされて、使いやすいシステムとなっている。また、その他のサブシステムとしては、広域運用システム、浄水場 (処理場) 管理システム、事務管理、顧客情報システムなどがある。

### 3.4 オゾン高度処理

上水分野では、かび臭い水や発ガン性が問題となっているトリハロメタンなど有機塩素化合物の低減対策として、水道水源の汚染が進んでいる地域を中心に、オゾンを利用した高度処理の導入が推進されている。また、下水分野では、脱色・

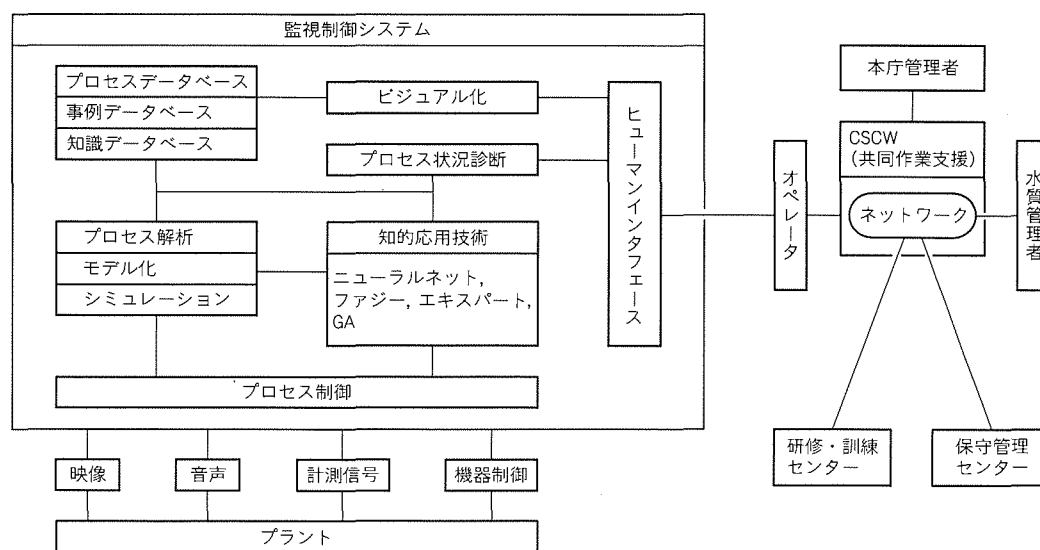


図3. 知的制御技術応用システムの構成イメージ

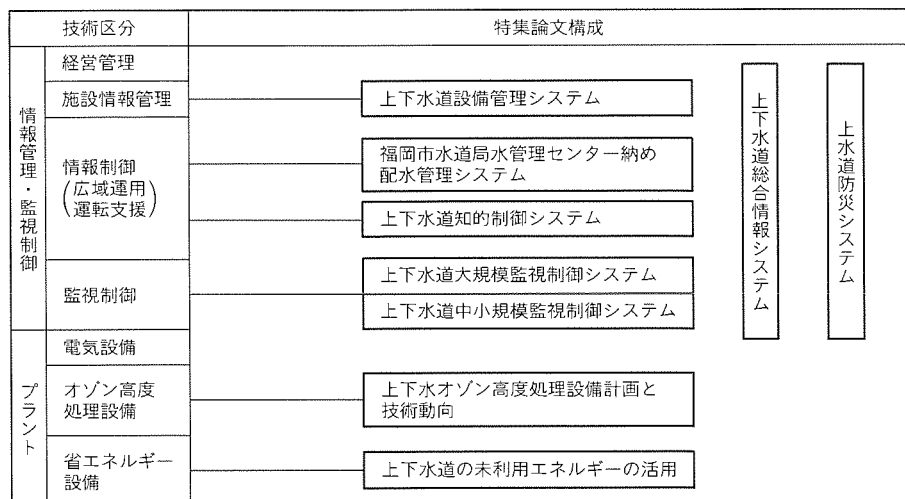


図4. 特集論文構成のイメージマップ

殺菌を主目的に、放流水の一部をオゾン処理して修景用水・親水用水への再利用を図る例が増えている。さらに、慢性的な水不足の解消手段として、下水処理水の工業用水・農業用水などへの高度な再利用を目指して、処理水の残存有機物、難分解性微量汚染物質の除去を行うオゾン処理による高度な水再生技術への取組も行われている。

上下水分野での大規模なオゾン高度処理の導入に伴い、オゾン発生装置の効率向上だけでなく、システム全体として、オゾン処理の安定性、容易な維持管理や設置スペースの制約への対応を考えた設備改善と、効率的な運転方法が重要となる。オゾン発生器の改良、高周波インバータ電源の採用などにより、発生効率やオゾン濃度の向上を図るとともに、オゾン効果を効果的に利用するために、シミュレーション解析による高効率オゾン反応槽の設計、排オゾン濃度や処理水質のフィードバックによるオゾン注入率制御とオゾン発生量制御の効率的な制御方式の開発・実用化が進んでいる。

### 3.5 未利用エネルギーの活用

地球温暖化など地球環境問題との観点から、上下水道においても省エネルギーや未利用エネルギーの有効な回収、クリーンなエネルギーの活用などの検討が必要とされている。現在、下水処理水からのヒートポンプによる熱回収と冷暖房・給湯への利用、汚泥の嫌気消化処理から出る消化ガスを利用したガスエンジンやガスタービンによる消化ガス発電が実用化されている。

下水道の持つ潜在的なエネルギー資源は大きく、下水汚泥の保有するエネルギーの高度な活用、廃熱回収や自然エネルギーの利用などが今後更に進められていくものと考えられる。新技術である太陽光発電や燃料電池は、本格的に普及するには、低コスト化などの問題があるが、クリーンで環境性に優

れており、地球環境問題、エネルギー資源との関係で国家プロジェクトとして開発・普及が進められ、上下水分野でも導入検討が行われつつある。燃料電池は、消化ガスを燃料とすることが可能で、発電効率がよく、また同時に発生する熱を冷暖房などに利用できるコジェネレーションであり、下水分野への導入が期待される。

この特集における各論文構成のイメージマップを図4に示す。

## 4. む す び

21世紀に向けて、国際化・高齢化・高度情報化など下水道を取り巻く社会的背景は変化しており、安全でおいしい水、快適な水環境の創出、地球規模での環境保全の視点や災害に強い豊かで潤いのある都市づくりの一翼を担うことなど、従来の枠組みを超えた多面的な役割が下水道に要求されている。これらの要求を果たしていくためには、計算機、ネットワーク技術、知的制御やデータベース技術など総合的な技術が必要である。

三菱電機(株)では、従来から蓄積してきた電気・計装技術とシステム技術を通して、ニーズにマッチした技術開発に取り組み、信頼性が高く、効率的な、人間に優しい上下水道システムの構築に向けて努力していく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 塩路勝久：下水道技術5箇年計画の概要，下水道協会誌，32，No.380，9～12（1995）
- (2) 平岡正勝：水処理技術の新しい流れ，計測と制御，33，No.8，627～633（1994）

# 上下水道総合情報システム

長田俊二\* 石崎 貴\*  
後藤隆久\* 中島弘善\*  
今西岳彦\*

## 1. ま え が き

21世紀の高度情報化社会を間近に控え、ネットワーク技術・データベース技術・ダウンサイジングに支えられた総合情報システムが、今後のキーテクノロジーとして注目されてきている。

上下水道事業体の各組織内では、多種多様な情報が日々発生している。これらの情報を流通、加工、利用、共有するシステムを構築することによって事業の高水準化・業務の効率化・市民サービスの向上に寄与することができる。

本稿では、情報の一元管理・臨在性・各種支援をベースとした上下水道総合情報システム<sup>(1)</sup>について述べる。

## 2. システムの基本コンセプト

上下水道総合情報システムは、上水道・下水道事業の総合的情報化を目的として、

- 情報の一元的管理と業務相互間での戦略的利用
- 各業務の高度情報化とトータルシステムインテグレーション
- 順次導入、既設品等を含めたフレキシブルコンストラクション
- 意思決定の支援と迅速化

を基本コンセプトとしている。

また、そのねらいは以下のとおりである。

- 地域的に分散した各機場の統括的自動化・無人化の実現
- 各機場・ネットワーク設備の一元的管理による広域運用の高度化
- 施設情報の一元管理による施設管理の統合化
- 調度・財務・人事など事務情報の一元管理による事務管理の統合化
- 経営状況の変化に即刻対応するリアルタイム経営の実現

### 2.1 システムの基本構成

上下水道総合情報システムの基本構成を図1に示し、その概念を上水道総合情報システム<sup>(2)</sup>を例として図2に示す。

### 2.2 システムの特長

#### (1) 事業全体を統合化する情報システム

上下水道事業はそれぞれ、

- 水の製造、配水、給水/下水の処理、汚泥の処理

- 上記施設の計画、設計、施工、維持管理
- 営業(料金計算、徴収、顧客窓口業務)
- 総務(資材、財務、人事、給与)
- 経営、計画

といった業務から成り立っている。このシステムは、これら各業務の高度情報化だけではなく、ネットワークによって事業全体を統合化する情報システムである。

#### (2) 各業務を高度化するサブシステム

各業務ごとにそれぞれのサブシステムを持っており高度化を図っている。

- トータル最適運用を実現する広域運用システム
- 施設の計画・設計から維持管理までの効率化・高度化を実現する施設管理システム
- 顧客サービス強化を第一義とした顧客情報管理システム
- トータルOAを目指した事務管理システム
- 職務レベルに対応したマネージメントをサポートする経営管理システム

#### (3) 既設品を含めたシステム構築、順次導入に容易に対応できるフレキシブルコンストラクション

- 各サブシステム及びサブシステムコンポーネントのビルディングブロック化
- 内部及び外部インタフェースの標準化

#### (4) トータル効率を向上

- (a) 端末の共用化  
各サブシステムごとに端末を設置するのではなく、特殊な用途を除いて端末1台で必要な業務を実行できる。
- (b) エンドユーザコンピューティング

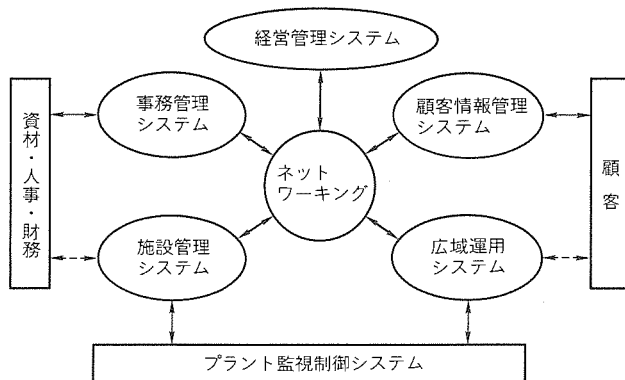


図1. 上下水道総合情報システムの基本構成



一元管理されているデータベースから必要データを端末に転送し、各々処理するエンドユーザコンピューティング方式の採用により、トータル処理スピードの向上を図っている。

上水道総合情報システムを例として、その機器構成を図3に示す。

### 3. サブシステム

#### 3.1 上水道総合情報システムのサブシステム

##### 3.1.1 浄水管理システム

取水・浄水・送水までの広範囲な浄水プロセスにおける監視・制御を行い、かつ、得られた情報を一元管理することによって効率的な浄水場の運転を行うシステムである。主な機能としては、監視、計測、記録、操作、設定、計画、制御、データ管理・利用、維持管理がある。

##### 3.1.2 配水管理システム

浄水場から送水される浄水をいかに効率良く、確実に顧客まで供給できるかが重要な項目の一つであり、どのような経

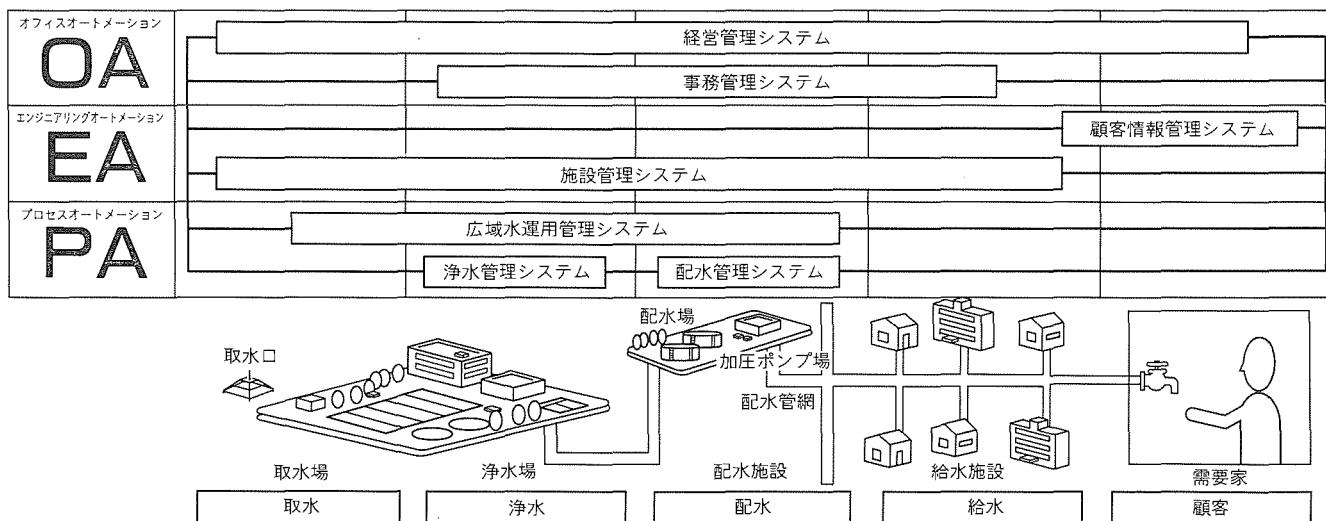


図2. 上水道総合情報システムの概念

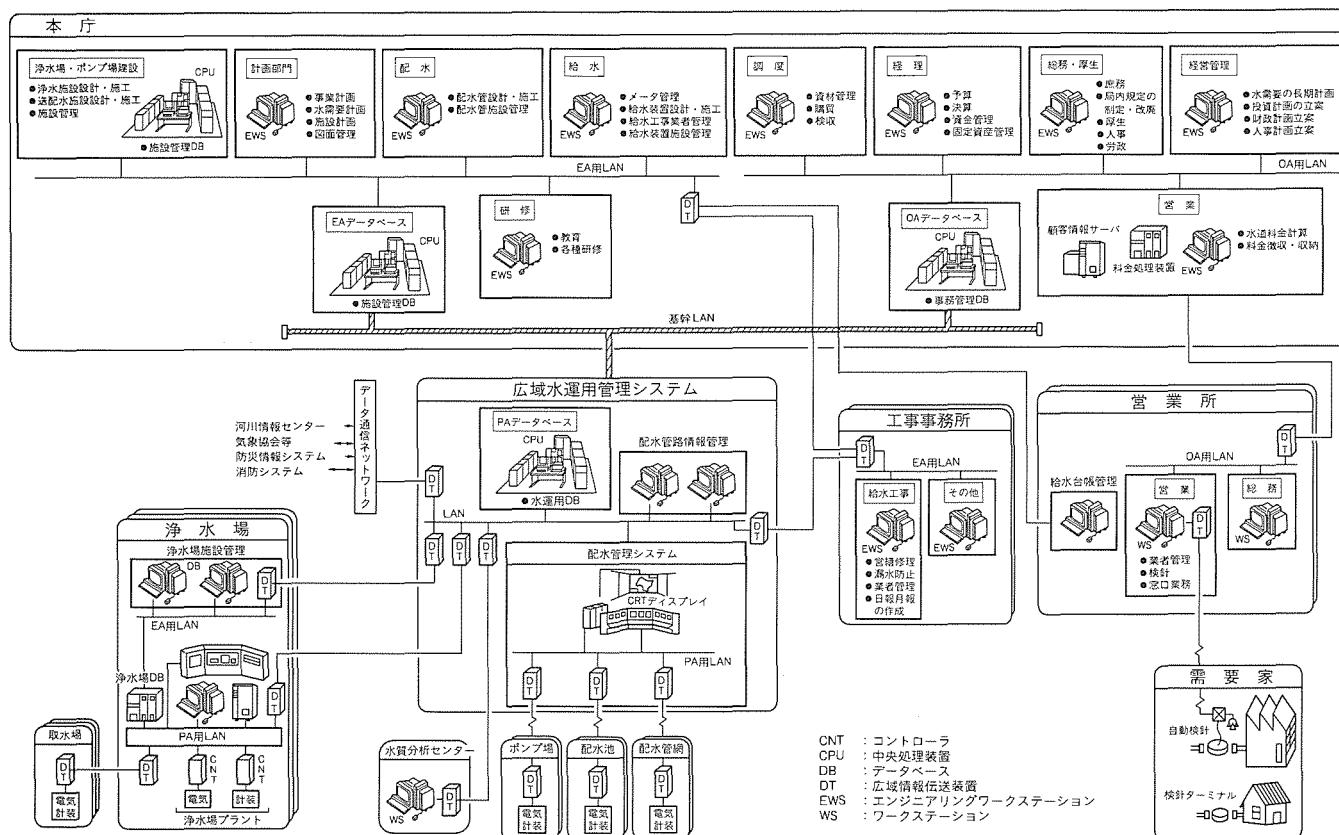


図3. 上水道総合情報システムの機器構成

路で、その水量、水質が供給されているかをリアルタイムで監視するシステムである。主な機能としては、配水系統の各施設・設備の状態監視・計測・記録などのほか、配水系統全体に関する需要予測、圧力調節弁操作支援などの各種支援機能がある。

### 3.1.3 広域水運用管理システム

配水区内に複数存在する上記の浄水管理システムと配水管理システムで得られた情報を一元的に管理することにより、安定的かつ効率的な広域水運用管理を実現するシステムである。また、災害時や事故時などの緊急時において、多量のデータを迅速に分析し、操作員の判断を支援する。主な機能は下記のとおりである。

#### (1) 需要予測機能

運転計画のデータとして短期・長期の需要量予測を行う。

#### (2) 浄水場間最適運用管理機能

取水条件（取水制限、原水水質）、原単位・需要量を考慮して各浄水場ごとの最適取水量及び送水量の決定を行う。

#### (3) 配水池間最適運用管理機能

需要量、管網条件（圧力、流量、水質）から各配水池貯留量の決定を行う。

#### (4) 浄水場間水融通機能

ある浄水場で問題が発生したとき、他の浄水場からの水融通を行うためのガイダンスを行う。

#### (5) 配水池間水融通機能

ある配水池、配水ブロックで問題が発生したとき、他の配水池、配水ブロックからの水融通を行うためのガイダンスを行う。

#### (6) 緊急時対応支援機能

管路の破損や火災発生時に操作員が的確に対応できるようにガイダンスを行う。

## 3.2 下水道総合情報システムのサブシステム

### 3.2.1 下水処理場管理システム

汚水処理・汚泥処理の下水処理プロセスにおける監視・制御を行い、かつ、得られた情報を一元管理することによって効率的な下水処理場の運転を行うシステムである。主な機能としては、監視、計測、記録、操作、設定、計画、制御、データ管理・利用、維持管理がある。

### 3.2.2 ポンプ場管理システム

道路の整備などによって雨水の流出係数が大きくなり、集中豪雨などが発生すると雨水が大量にそして急速にポンプ施設に流れ込み、いわゆる都市型水害が発生することがある。このために、各ポンプ場では常に雨に伴う流入量を予測し、最適なタイミングでポンプを運転しなければならない。その際に操作員が的確に対応できるようにガイダンスを行うシステムである。主な機能は下記のとおりである。

#### (1) 流入量予測支援機能

降雨情報を基に、下水管きょ（渠）に流入する雨水量を推

定して、処理場に流入する雨水流入量の予測を的確に行う。

#### (2) ポンプ井水位予測機能

予測流入量と現在の流入渠水位、ポンプ運転状態などから、ポンプ井水位変化予測を行う。

#### (3) ポンプ運転操作支援機能

ポンプ井水位を基に、操作員が最適なポンプ運転を行うことができるように支援を行う。

### 3.2.3 広域下水運用管理システム

現在、点在する下水処理場及びその処理場の保有する情報を情報ネットワークで結合することにより、より効率的で的確な下水処理・汚泥処理の運用・管理を行うシステムである。主な機能は下記のとおりである。

#### (1) 降雨情報システム機能

レーダ雨量計を用い、自局のレーダ降雨データとほかの都市のデータを合成処理して観測域の拡張と精度の向上を図るとともに、現場からの河川水位、管渠水位、地上雨量計データを合成し、レーダ降雨情報を作成する。さらに、この情報を情報ネットワークで下水処理場、ポンプ場、他部局へ伝送することにより、雨水排除（ポンプ運転支援ほか）、河川管理、道路管理、的確な警防体制の確立を行う。

#### (2) 汚泥広域処理支援システム機能

点在する下水処理場の汚泥を圧送又はトラックなどによる運搬により、汚泥を集中処理する際の運転支援機能を行う。また、各処理場の汚泥の量・質などの情報をオンラインで一元管理することにより、効率的な汚泥処理設備の運用支援を行う。

## 3.3 その他のサブシステム

### 3.3.1 施設管理システム

場内に設置されている機器の機器台帳や設置場所の管理を始めとし、保守点検情報・履歴などの管理、計画設計・積算、工事スケジュール管理の各業務で扱われる図面・台帳の電子化によって、業務効率の向上と関連業務間の情報伝達を支援するシステムである。機能としては、設置場所を示す設備平面図を利用して、ビジュアル感覚で機器台帳の検索表示が行え、文字情報、音声情報、写真・動画などの図面情報を合成管理することにより、理想的な機器台帳を作成するための支援を行う機器台帳管理機能、維持管理機能などがある。機器台帳・維持管理機能の事例を図4に示す。

ここでは故障が発生すると、広域運用管理（浄水管理）システムのデータベースからデータを受けて、あらかじめ設定している図面（ここでは対応する機器のある電気室配置図）を自動的に出力するシステムを示している。維持管理のために更に詳しい情報を知りたい場合はこの画面上から機器台帳や施設平面図を呼び出すことができ、維持管理（施設管理）の業務の効率化を図ることができる。また、これらのことは故障時や異常時の対応が迅速かつ的確になるため、広域運用管理（浄水管理）システムの高度化にも対応できる。

### 3.3.2 顧客情報管理システム

上下水道事業における顧客の立場に立ったサービスの向上は重要項目の一つである。そこで、工事状況把握、料金計算徴収、窓口対応等の対顧客業務の迅速化、効率化、サービス向上といった業務高度化を図るとともに、得られた顧客情報を他のサブシステムで活用し、統合的なサービス向上、ニーズ対応力を実現するシステムである。

### 3.3.3 事務管理システム

財務管理、人事・給与情報管理、調度管理など事務管理の定型業務において、ネットワークを構成することにより、情報の一元管理やペーパーレス化による業務の効率化を行う。また、グループウェアの活用などにより、非定型業務についての支援を行うシステムである。

### 3.3.4 経営管理システム

上下水道業務を事業としてとらえ、それに関する経営状況を経営トップ向けに適宜提供することを目的とする。このシ

ステムはすべてのサブシステムの頂点に位置し、他のサブシステムで作成・蓄積された情報を基に総括し、マネジメント業務の効率化の支援を行うシステムである。

## 4. 具体的展開例

上水分野を例として広域水運用共同意思決定支援システムを、上・下水両分野の例としてリモート監視・リモートメンテナンスシステムを紹介する。

### 4.1 広域運用共同意思決定支援システム

大都市では、複数の配水区域があり、水源も自己水源や買水など多系統化されているので、浄水場や配水池間での水の融通ができ、安定かつ経済的な水の供給が可能となっている。しかし、対象となる系統は大規模となるので、膨大で分散したデータを扱って、さらに系統の複雑化に対応する運用計画を支援する機能が不可欠となっている。

このシステムでは、例えば浄水部門と配水部門のオペレータ間での意見交換を通じて配水計画を決定するように、計算機ネットワークを通じて遠隔者同士で意思決定を支援する枠組みを提供できる。このシステムにより、シミュレータなどのアプリケーションを共同で使用したり、過去の浄水・配水履歴や運転履歴を参照・整形することにより、柔軟できめ細かな浄水計画や水融通計画を会話的に立案することができる。

図5に、このシステムの概要を示す。

### 4.2 リモート監視・リモートメンテナンスシステム

現場のプロセスや機器の状態を、計測信号(ON/OFF信号、数値データ)、映像、音、においなどのマルチメディアで計測し、基幹ネットワークを通じて管理センターで集約的に遠隔監視することで、広域的施設の一元的監視・維持管理を可能にし、省力化と運用・保守知識の共有化を実現する。また、プロセス・機器だけでなく、現場の状況を移動ロボットに搭載したITVカメラやマイクで監視することで、無人化・防犯監視を可能にする。

特長としては、下記が挙げられる。

- (1) マルチメディア情報をフルに利用することにより、遠隔地の管理センターに居ながらあたかも現場を見て回るような監視が可能となり、運用管理の効率化が図れる。
- (2) 複数施設の運用管理・保守情報が管理センターに集まることにより、知識の共用化が可能となる。さらに、管理の標準化も推進される。
- (3) 必要な保守部品の管理などが統合的に行え、重複保持の無駄も省ける。

図6に、このシステムの概念を示す。

## 5. むすび

上下水道事業における統合的情報化を目的とした総合情報システムについて述べてきた。このシステムを採用することにより、人に優しく的確な広域リアルタイム制御・管理を実

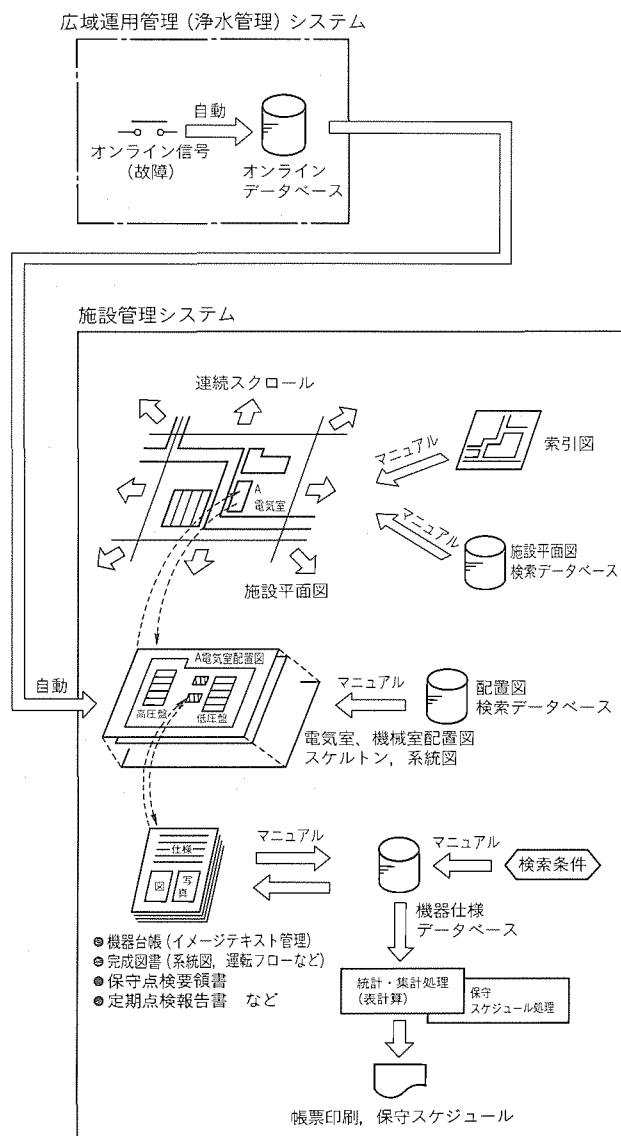


図4. 機器台帳管理・維持管理機能の例

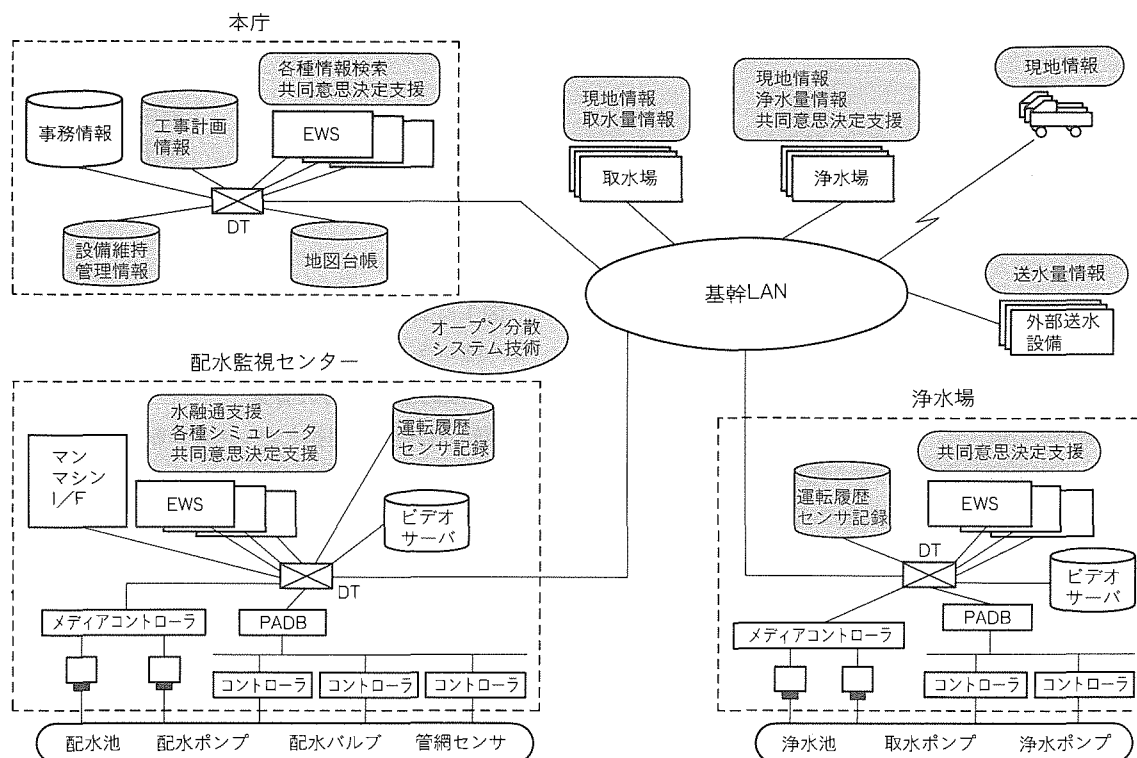


図5. 広域水運用共同意思決定支援システム

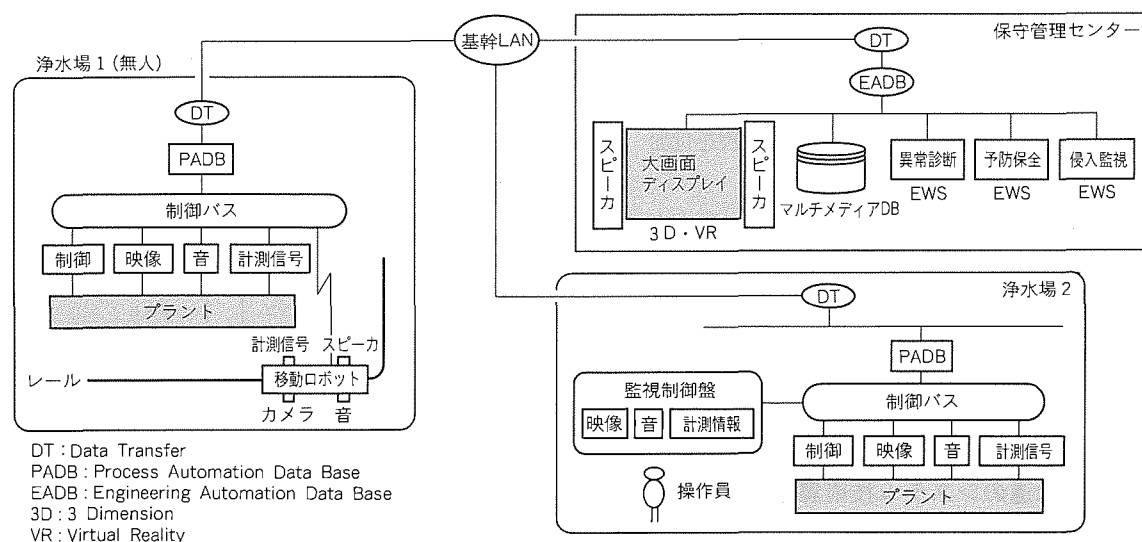


図6. リモート監視・リモートメンテナンスシステム

現することができ、さらに、広域リアルタイムコミュニケーションを通じて各部門間に有機的なつながりが生まれて、組織の障壁を越えた経営体質、顧客サービスの質を飛躍的に高めることが期待できる。

ネットワークの高速化・大容量化、マルチメディア対応の製品化、知的制御を活用した自動化・無人化の進展、意思決定支援ツールの発展などが実現されつつある中、我々は、それぞれの技術を取り入れ、更に進化した総合情報システムを構築していく所存である。

## 参考文献

- (1) 長田俊二，後藤隆久，前田和男，日方俊幸，築山 誠，森 研一：上水道総合情報システム，三菱電機公共システム研究会（1994）
- (2) 進藤静一，築山 誠，長田俊二，前田和男：上下水道システムの総合情報化に向けて，第5回環境システム自動計測制御国内ワークショップ論文集（1994）

# 上下水道知的制御システム

前田和男\* 進藤静一\*\*  
田中久雄\* 築山 誠\*\*\*  
早坂 浩\*

## 1. ま え が き

地球環境問題の高まり、高度情報化社会の進展、水質規制の強化、近年の水不足の恒久化、洪水対策の強化、耐地震対策の見直しなど、上下水道事業を取り巻く環境は大きく変化している。上下水道システムの監視制御の分野でも、①安全でおいしい水、触れることのできる処理水など水質の更なる向上、②維持管理の充実と高度化、③運転の自動化と保守作業のロボット化、④事務処理の効率化、⑤住民サービスの向上など新しい課題が揚げられている<sup>(1)(2)</sup>。

これらの課題の解決策として、最適化を目指した従来のシステム技術に加えて、情報化やヒューマンファクタを十分考慮した新技術、すなわち、エキスパートシステムを始めファジー制御、ニューラルネット、遺伝的アルゴリズム (GA) などの AI (Artificial Intelligence: 人工知能) 応用技術、及びマルチメディア応用やビジュアル化技術などのヒューマンインタフェース技術が注目を集めている。

これらの技術は、従来の制御技術に知的な情報処理を付加するものであるため、知的制御技術と呼ばれる。

これからの上下水道システムにおいては、高度な技術を応用したものでありながら、それを操作する人に負担を掛けず、必要なときに必要な情報がすぐ得られ、最適な操作ができるシステムが求められている。

ここでは、上下水道分野の人とシステムとを有機的に橋渡しする新しい知的制御技術の動向と、その適用例を述べる。

## 2. 上下水道のシステム技術課題とインテリジェント化

### 2.1 上下水道におけるシステム技術課題<sup>(3)</sup>

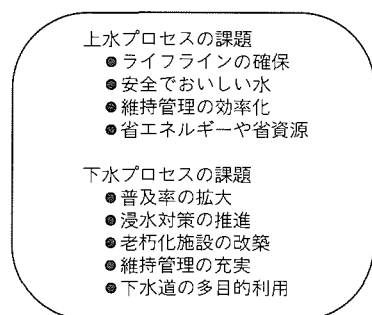


図1. 上下水道のシステム技術課題

図1に上下水道のシステム技術課題を示す。特に、地震にも強いライフラインの確保などが注目されている。

### 2.2 知的制御技術の背景

運転の自動化を目指したシステム制御技術は、システムを運転操作する側の視点に立った、より人間的で使いやすいシステムを構築するための技術へと進化してきている。すなわち、図2に示すように、システム制御技術を土台にして知的な情報処理技術を付加することにより、制御の最適化と操作のしやすさを両立させることが可能になろうとしている。従来、高度な技術は使いこなすのに時間がかかったが、知的制御技術は逆に優しく使いこなすための技術といえる。

表1に、上下水道における計画・運用・管理・研修の知的制御技術の応用例を示す。

### 3. 知的制御技術のシステム適用例

#### 3.1 マルチメディア型故障診断エキスパートシステム<sup>(4)</sup>

##### 3.1.1 システム開発の背景

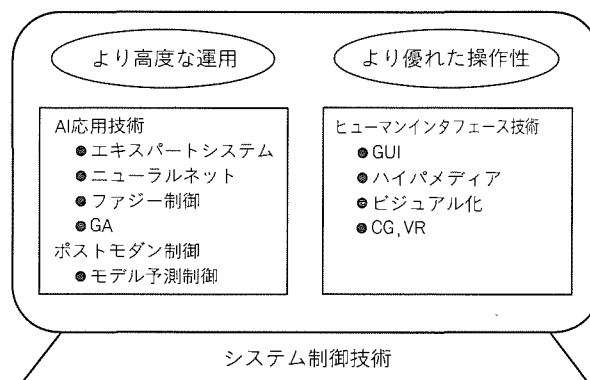


図2. 知的制御技術システムの構成

表1. 上下水道における知的制御技術の応用例

業務内容	上水道	下水道
計 画	需要予測 (NN) 送配水運用計画支援 (ES) (GA)	送泥スケジュール (ES) 揚水ポンプ計画 (ES)
運 用	圧力制御支援 (ES) 管網解析支援 (ES) 薬注プロセス制御 (ES)	雨水ポンプ制御 (ES) 水処理制御 (ES) 活性汚泥プロセス診断 (ES)
管 理	設備診断支援 (ES) GIS予防保全 (NN)	事例ベースによる設備診断 (ES) 受変電予防保全支援 (ES)
教育・訓練	訓練センター (ES)	研修システム (ES)

注 NN : Neural Net  
ES : Expert System

GA : Genetic Algorithm  
GIS : Gas Insulated Switchgear



受変電・発電・ポンプ設備の主要機器に異常が生じたとき、その発生から復旧処置までにかかりの時間がかかることがある。そこで、運転管理に当たる職員の判断を支援できるように、映像や音声など、マルチメディア情報も活用しながら診断手順を指示する故障診断システムを構築した。

### 3.1.2 故障診断システムの特長

次のような特長を持っている。

- 緊急時の適切な判断と迅速な対応
- ユーザの経験則の反映
- プラント動作の透明化
- 運転ノウハウや知識の伝承と共有化
- ソフトウェア改修の容易化

### 3.1.3 システム構成と診断手順

システム構成は、AIワークステーションと、伝送バスを經由して接続される下位コントローラからなる。異常が出た場合、まず緊急対応、次に原因推定、復旧処置の順に進む。

ここでは起動渋滞の例を述べる。CRT画面上に、故障発生内容、故障原因追求のための判断手順が、図3のように順次示される。さらに、設置箇所の位置や、その後の復旧の手順も示される。また、詳細説明を求めると、同図に示すようなフロー図や展開接続図、補助リレーの設置場所、交換方法などが表示される。このように、主ポンプ・受変電・発電機の故障時などの緊急時の判断や、対応の迅速化に役立っている。

## 3.2 下水道研修システム<sup>(5)(6)</sup>

### 3.2.1 システム開発の背景

本格的な維持管理時代を迎え、長年維持管理に携わってきた熟練職員の技術・知識・経験の共有化と次世代への継承が大きな問題となっている。

ここでは、プラント維持管理技術の向上とその共有化を目的とし、新人から熟練者までの職員を対象に、監視・運転・操作・点検・試験など各種の維持管理業務の基本から応用まで、実践的に研修できるシステムを紹介する。

### 3.2.2 新しい研修システムの必要性

#### (1) 下水道プラント維持管理知識の向上

①プラントの操作の根拠がいま一つ分からない、②プラントは複雑すぎて、どこから手を付けたらよいのか分からない、③コンピュータは難しい、などの現場の生の声に対応する新しい研修システムが求められている。

このシステムでは、プラントやコンピュータに対する基本的な知識から運転制御や緊急対応などの応用的な知識までを体系的に把握して、納得のいくプラントの維持管理知識を身に付けることをねらっている。

#### (2) 下水道プラント維持管理知識の共有化と継承

①熟練者のノウハウを学びたい、②必要な技術資料がどこにあるか分からない、③故障報告書など報告書を読んでも分かりにくい、などの問題があるように、維持管理知識は散在し、個人の知識や情報になっており、オープンになっていない場合が多い。

このシステムでは、長年維持管理に携わってきた熟練職員の技術、知識と経験を研修教材の形で体系的に整理し、その共有化と継承の容易化を図るものである。

#### (3) 楽しく能動的な研修

従来の研修では、①話が一方的で、聞き流してしまう、②自分の今の仕事との関係がはっきり把握できない、③面白くない、など様々の問題点が指摘されていた。

このシステムでは、豊富なコースの中から研修者のレベルに応じた選択ができ、絵や音を用い、コンピュータと対話的

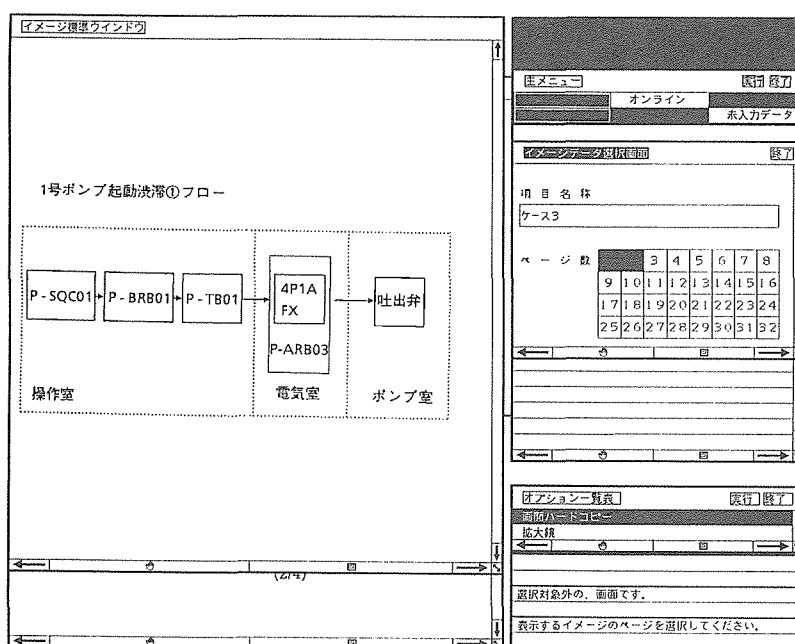


図3. 故障原因の判断結果を示すCRT画面例

に研修を進めることができる。また、シミュレーションや実機による実戦的な研修も実現できる。

以上、研修システムの必要性をまとめて図4に示す。

### 3.2.3 研修システムの特長

次の特長がある。

- マルチメディアによる多彩な研修が可能
- 教材のハイパertext化
- 豊富な生きた教材の品ぞろえ
- 教材の容易な追加・変更
- プラントコントローラのプログラム学習が可能

### 3.2.4 システム構成

#### (1) CAIシステム

CAIシステムの構成を図5に示す。このシステムは、教材サーバと研修者端末からなるクライアント／サーバ方式を

採っている。この方式によれば、研修者の増加に伴う研修端末の増設が容易である。

#### (2) 研修システムにおける情報の流れ

教材研修や実機研修からなるこの研修システムの情報の流れを、まとめて図6に示す。

### 3.2.5 研修コースの具体例

研修コースの概要を表2に示す、受変電の基礎から水処理制御、ポンプ故障、緊急対応まで幅広く学ぶことができる。

### 3.3 配水バルブ操作支援エキスパートシステム

#### 3.3.1 システム開発の背景

配水系統の幹線の各流量調整弁やブロック化された圧力調整弁の操作は、過去の経験に基づいて運用される場合が多い。

①オペレータの違いによる運転のアンバランスを防止し、運転の均一化を図りたい、②運用知識の共有化と継承を図

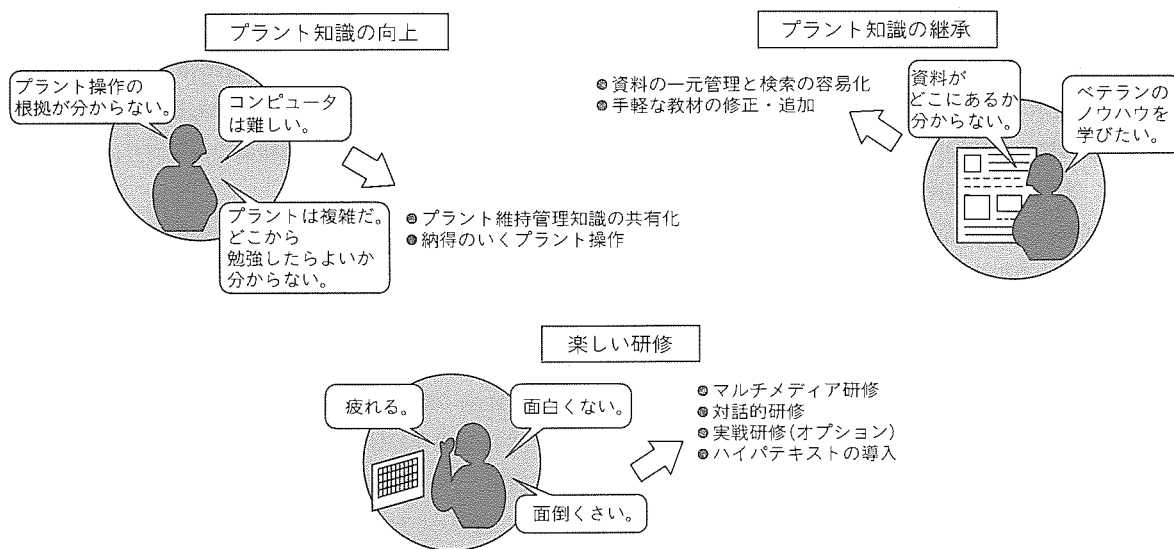


図4. 研修システムの必要性

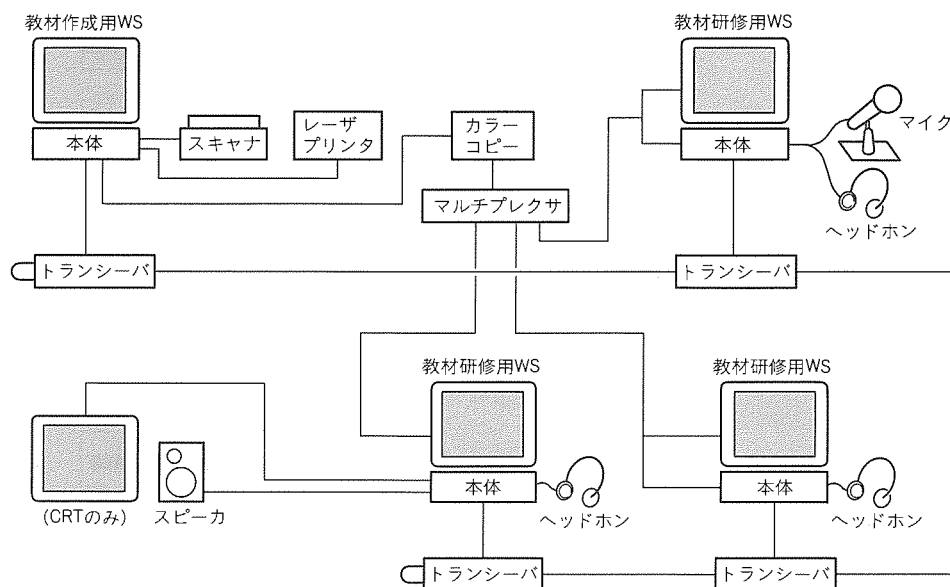


図5. CAIシステムの構成

りたい、などの要請が強まっている。ここでは、オペレータの運用知識に基づくエキスパートシステムを紹介する。

### 3.3.2 流量調整支援

表2. 研修コースの概要

コース	概 要
1	受変電・自家発電機、電動機、センサ、水処理設備・ポンプ制御方法など
2	シーケンスの読み書き、PID制御、CTRの仕組み・操作方法など
3	設計書の作成方法、代表的な工事の設計事例
4	水処理設備の制御方法、調整操作の事例研究
5	ポンプ・自家発・受変電設備の代表的な故障、緊急対応方法など
6	主ポンプ設備、内燃機関の仕組み、水処理設備の制御方法など

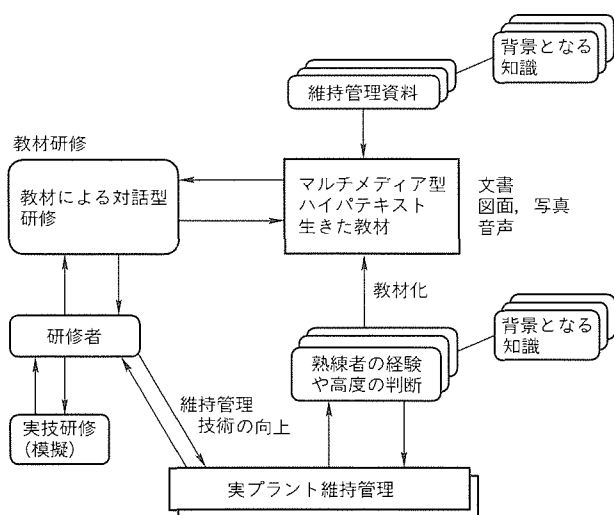


図6. 研修システムの情報の流れ

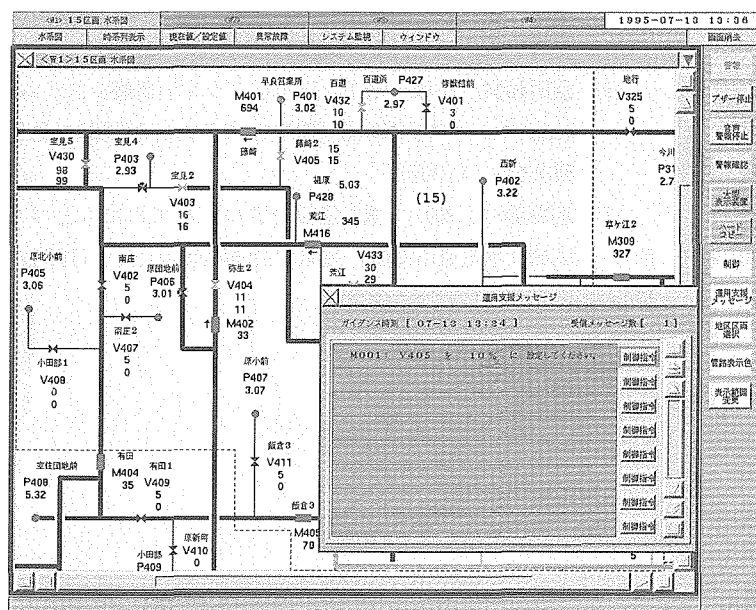


図7. 運用知識ベースによる圧力制御支援例

### (1) 基本機能

主要配水幹線の各調整弁の朝や夜間の圧力調整時の操作に  
対し、過去の経験に基づく運用知識をルール化して、運用知  
識ベースとして計算機内に格納し、必要なときに迅速に取り  
出し、バルブ操作支援を行う。

## (2) 流量調整の具体例

あらかじめ定められている各浄水場や配水池からの配水量に応じて、主要な流量調整弁が調整される。すなわち、現行の主要な流量調整弁の開度、対象とする配水エリア内の主要な圧力状況に応じて、次の時点での流量調整弁の開度が決定される。

### 3.3.3 压力調整支援

### (1) 基本機能

主要配水幹線から各区画への注入点の各圧力調整弁操作に関し、水圧変化に応じて、過去の経験に基づく運用知識をルール化して、運用知識ベースとし、計算機内に格納する。そして、必要なときに迅速に取り出して、バルブ操作支援を行う。

## (2) 圧力調整の具体例

注入点の位置によって、区画全体又は東西南北の局所的箇所など、その影響を受ける範囲は異なる。朝の開方向の操作では、まず区画全体の圧力を上げていき、ついで局所的な圧力を安定化させていくようにバルブが調節される。すなわち、主要注入点及び局所的注入点の圧力制御弁の現行開度、対象とする配水区画内の圧力状況に応じて、次の時点での圧力調整弁の開度が決定される。運用知識ベースによる支援例を図7に示す。

### 3.4 GA による水融通支援<sup>(7)</sup>

### 3.4.1 システム開発の背景

水融通の現状は、操作員の経験に基づく操作が中心である。この点からすれば、エキスパートシステムによる運転支援が有効である。しかし、大口径の配水管破損事故や災害などの、熟練職員でも余り経験したことがないような非常時に関する知識は、不足している場合が多い。

また、配水系統はますます大規模かつ複雑化の傾向にあり、それに伴う知識ベースの追加・更新の手間もかなりのものと予想される。ここでは、水融通を最適化問題としてとらえ、GAを適用し、その解決を図った。

### 3.4.2 GA の適用

まず、本管の指定流量や指定圧力などの制約の違反度を反映した関数を設定し、この関数の最適化問題を解くことによってバルブ開度などの操作量を求める。最適化手法として GA を採用することにより、従来の最適化手法では比較的困難であった以下の点を克服できる。

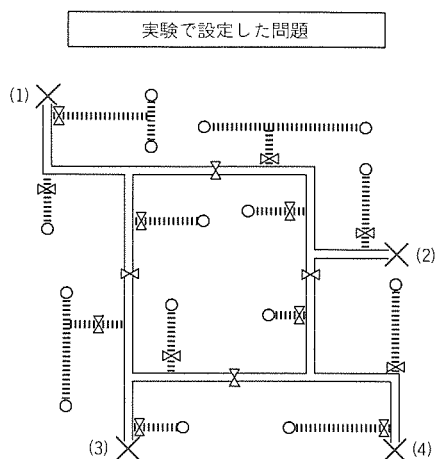


図8. 配水管網の系統図

- いろいろな種類の制約（流量、水圧、バルブ開度の変化幅など）をまとめて満足する解を得ることができる。
- 局部解への収束や求解過程の振動を避けることができる。

### 3.4.3 適用例

図8に示す系統を対象に、流入量と流出量を与えられたものとして、圧力点の水圧を指定値になるべく近付けるようなバルブ開度を、16個のバルブのすべてに対して求める。バルブ開度は5°刻みの離散値のみを採る。目的関数は圧力目標値との誤差を最小化することとした。結果を図9に示す。横軸が計測点、縦軸が水圧、破線が目標値、実線が結果を表す。ずれは最大で20%であり、許容範囲にある解が得られている。なお、1世代の遺伝子数は200とし、2点交差方式を用いた。

ここでは、水融通問題へのGAの適用方式を中心に述べた。今後の課題として、①バルブやポンプの操作の時系列を求めるように方式を拡張すること、②実問題でGAの有効性を確認することが挙げられる。

## 4. むすび

上下水道システムにおける知的制御技術について、その現状と将来動向を述べた。マルチメディア革命の進展の中、知的制御技術は、そのインテリジェンスをますます高め、人間

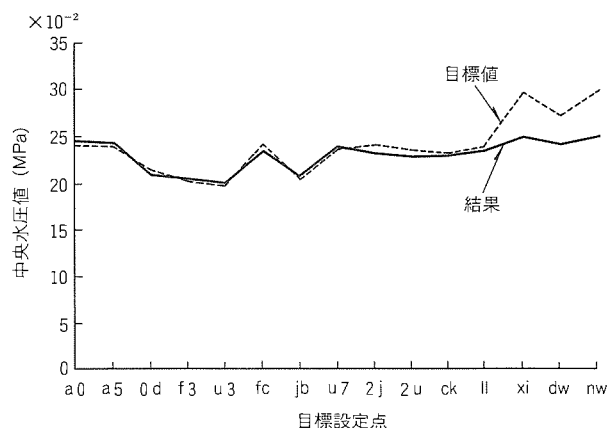


図9. GAによる計算結果(全水頭)

対プラント、コンピュータの交流をより深めるものとなろう。

今後は、より柔軟な生物的情報処理機構を取り入れ、ユーザの要求や意思に臨機応変に対応する高度なシステムへ発展させたいと考える。

## 参考文献

- (1) 前田和男：上下水プロセス制御の新しい試み、SICE講習会 水処理技術とバイオプロセス、計測制御 (1995)
- (2) 前川隆昭、前田和男：上下水道システム技術のインテリジェント化と最近の傾向、三菱電機公共システム研究会 (1994)
- (3) 築山 誠、泉井良夫、中村泰明、前田和男、野々山めぐみ：上下水道システムへのAI応用、三菱電機技報、66, No.8, 814～818 (1992)
- (4) 渡辺 充、渡辺昭男：運転管理における知的支援システムの運用について、下水道研究発表会講演集 (1989)
- (5) 渡辺 充、渡辺昭男：下水道電機・機械設備の技術研修システム、第31回下水道研究発表会 (1994)
- (6) 前田和男、早坂 浩：上下水道プラント研修システム、eica ニュース、No.8 (環境システム計測制御自動化研究会) (1995)
- (7) 進藤静一、築山 誠：遺伝的アルゴリズムにもとづく広域上水道運用支援、電気学会関西支部大会 (1994)

# 上下水道大規模監視制御システム

西尾弘道\* 安藤 隆\*  
 福岡秀樹\* 濱口能任\*  
 小本孝則\*

## 1. ま え が き

我が国の上水道普及率及び都市圏における下水道普及率は95%を超えており、建設の時代を終えて質的向上を中心とした再構築（老朽施設の更新，高度処理の導入，雨水対策・維持管理の充実，施設・資源の多目的利用等）が主体となってきた。

このような状況の中で，上下水道における監視制御システムが果たすべき役割はますます大きくなってきており，高速化・高信頼化・高機能化・広域ネットワーク化・オープン化・マルチメディア化，ヒューマンフレンドリ性の向上など高度でかつ多くの課題を実現していく必要がある。

ここでは，このような上下水道施設の高度な要求にこたえるために開発された“三菱上下水道大規模監視制御システム”の基本構想と，今後の展望について述べるとともに，下水道監視制御システムの最新の事例を紹介する。

## 2. 上下水道大規模監視制御システムの基本構想

### 2.1 システムのコンセプト

高度情報化社会における今日，情報処理技術の急速な発展に伴い，監視制御システムにおいてもその影響を大きく受けている。

これからの監視制御システムには，従来の監視制御の高度化に加えて維持管理支援システムが強く求められていくであろう。こうした要求にこたえるため，監視制御系・情報処理系・パソコン系の融合を図ることにより，下記を実現している。

#### (1) 高速化

- (a) CPU処理能力の向上（64ビット RISC マイクロプロセッサ使用）
- (b) 情報制御バスの高速化（100 Mbps）
- (c) ネットワーク化と機能分散化（汎用プロトコル TCP / IP の装備）

#### (2) 高信頼化

- (a) コントローラ，情報制御バスなど，各機器・装置の二重化
- (b) 共通部がなく各ステーションごとに自立した情報制御バスの適用

#### (3) 高機能化

- (a) 処理能力の向上（大量のデータ処理（約 40,000 点），

画面（400 枚），帳票（200 枚））

- (b) タッチパネル及びマウスによる容易なオペレーションの実現
  - (c) テレンドグラフや各種ウィンドウ表示などの標準装備機能の充実，及び帳票と各種グラフ表示の融合
  - (d) データの長期保存及びデータ統計処理機能の充実
  - (e) 情報制御バスの長距離化（ステーション間 2 km，リピータ接続で 20 km まで延長可能）
  - (f) プロセスコントローラのマルチ CPU 化
- (4) ヒューマンフレンドリ性の向上
- (a) 情報処理系（リアルタイム UNIX<sup>(注1)</sup>の適用）の優れたマンマシン機能の導入
  - (b) 容易な画面作成，帳票作成ビルダ（S/W（ソフトウェア）部品及びデータの Drag & Drop による画面・帳票の作成）の提供
  - (c) 各種データのパソコンネットワーク接続による汎用 S/W（Windows<sup>(注2)</sup>，Excel<sup>(注2)</sup>等）の利用
- (5) オープン化
- (a) 基本 S/W（OS）にリアルタイム UNIX，Windows 等のオープンアーキテクチャを採用
  - (b) ネットワークに汎用プロトコル（TCP / IP 等）を採用
- (6) マルチメディア化
- (a) 音声・映像データの監視制御システムへの取込み
  - (b) 大型表示装置による協調作業の支援

### 2.2 システムの基本構成

図 1 にシステムの基本構成を示す。このシステムの特長は次のとおりである。

#### (1) 増設・改造工事対応

機能単位・設備単位に分散設置することにより，設備の停止が部分的に行えるように考慮した水平分散システムである。

#### (2) プロセスコントローラ“MACTUS 730”

その重要度により，①CPU，ステーション，プロセス I/O のすべてをシングル構成とする，②CPU とステーションを二重化構成とする，③プロセス I/O を含めてすべて二重化構成とする，の三つの中から選択が可能である。

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



### (3) 情報制御バス“MH 100 R”

プラントデータは、高速情報制御バス MH 100 R (FDDI 準拠, 100 Mbps) によって各コントローラへ高速に伝送される。

高速情報制御バス MH 100 R は各々のステーションが自立しており、1ステーションの故障停止が他のステーションに波及することはない。また、ループは二重化されており、バイパス、ループ切換え、ラップ等の RAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能を持っている。また、広域化に対応し、ステーション間 2 km、総延長 64 km (リ

ピータによってステーション間 20 km、総延長 128 km まで延長可能) の長距離伝送を可能としている。

### (4) CRT 監視制御装置“MACTUS 770 R”

容易なオペレーション (タッチパネル及びマウスによる操作、1 操作ウィンドウでの機器操作と設定操作の同時操作の実現、操作禁止札掛け機能及び操作項目ごとの操作有効性判定条件に基づく操作可能を示す表示と操作ロック、複数 CRT のグループ定義による警報停止等の共通操作項目の相互連動など) とともに、メッセージ表示・イベント履歴・トレンドグラフなど豊富な標準機能を装備している。表 1 にそ

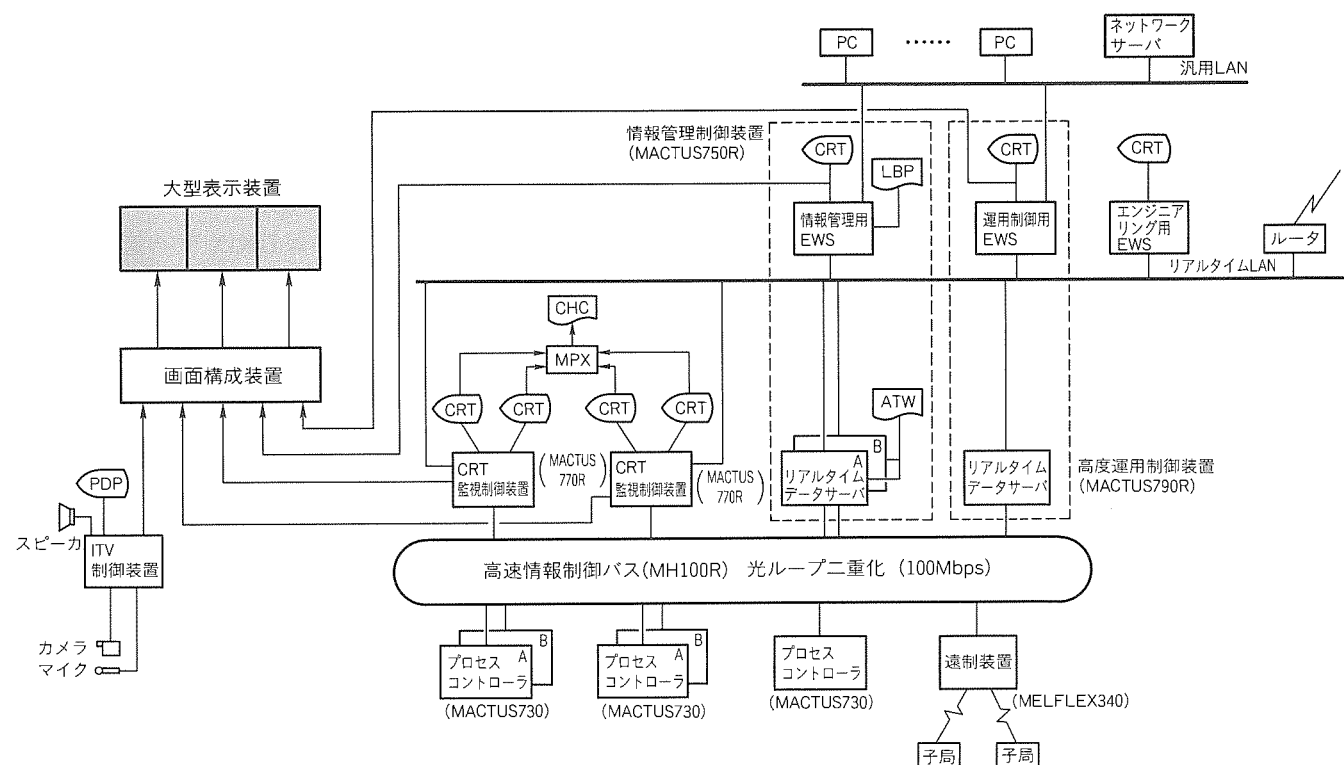


図 1. 上下水道大規模監視制御システムの基本構成

表 1. CRT監視制御装置 MACTUS770Rの機能概要

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

の機能概要を示す。

(5) 情報管理制御装置“MACTUS 750 R”

オンラインデータの高速収集のためのリアルタイムサーバ(二重化構成)と操作性・オープン性に優れたEWSで構成され、各種帳票及びグラフの表示、印字、長期保存、再生印字、メッセージの検索・編集、容易な帳票作成ビルダ、汎用LANへのデータ提供を可能としている。表2にその機能概要を示す。

(6) 高度運用制御装置“MACTUS 790 R”

情報管理装置と同様に、リアルタイムサーバとEWSで構成され、予測制御・モデル制御・故障診断等の高度運用制御又は運転支援システムを実現するとともに、その制御デー

タを汎用LANへ提供することを可能としている。

(7) エンジニアリング用EWS

リアルタイムLANでCRT監視制御装置・情報管理制御装置・高度運用制御装置と接続することにより、CRT画面・帳票の作成、及び各種データ定義を可能としている。

(8) リアルタイムLAN上の各制御装置

ルータを介して、リモート制御装置として、遠隔地へ設置が可能である。

(9) 汎用LAN上のパソコン

各制御装置(EWS)から提供されたデータを、汎用S/W(Windows, Excel等)で使用するものである。

(10) 大型表示装置

プラント全体を概略的に把握し、複数の操作員による協調作業を支援するものである。

ここでは、各制御装置(CRT、情報管理、高度運用制御)の画面及びITV画面を編集し、表示している。

### 3. 上下水道大規模監視制御システムの今後の展望

マルチメディア時代の本格的到来により、プラント監視制御システムも大きく様相が変わろうとしている。

図2にそのシステムの基本構成を示すとともに、求められる機能の概要及び実現に向けての展開を以下に示す。

#### 3.1 次世代監視制御システムに求められる機能

- (1) 監視制御データ・画面、映像・音声・図面・文章データの融合(マルチメディア化)
- (2) 大型表示装置とCRT監視制御装置による協調作業の支

表2. 情報管理制御装置 MACTUS750Rの機能概要

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

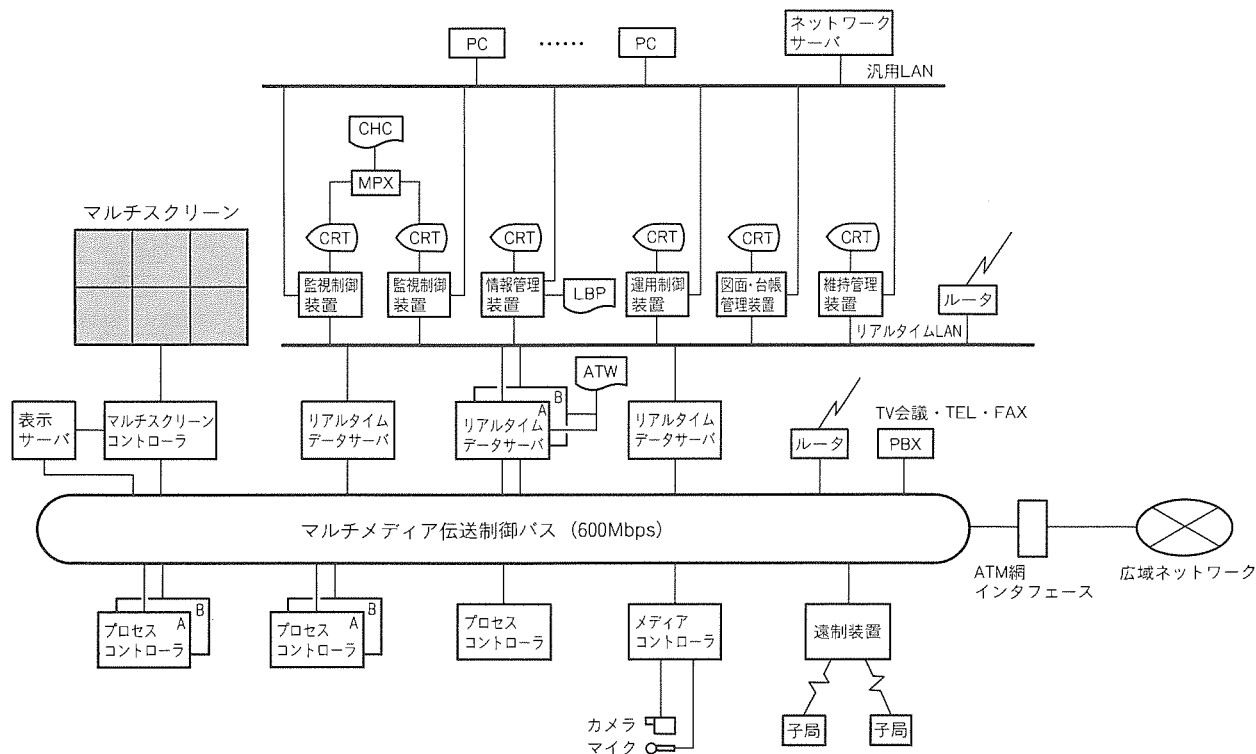


図2. 次世代上下水道大規模監視制御システムの基本構成

援

(3) プラント監視制御と設備維持管理の統合

### 3.2 実現に向けての展開

- (1) マルチメディア伝送制御バス及び各コントローラの開発
- (2) 大型表示装置のマルチスクリーン化 (デジタル信号による編集表示)
- (3) ITV 画像データのマルチメディア表示の実現
- (4) 大型表示装置・CRT 監視制御装置における双方向画面制御機能の実用化
- (5) ハイパメディア機能 (監視データ, 画像データ, 図面な

どの関連情報のリンク)の開発

## 4. 最新の下水道監視制御システムの事例

### 4.1 監視制御の特長

本処理場の運転管理は、近傍の処理場から行うことを基本としている。このため、このシステムでは、高信頼化を図るとともに、遠隔からの各種操作・設定、システムメンテナンス及び画像・音声による遠隔での場内状況の把握等が行えるようにしている。

### 4.2 システム構成とその概要

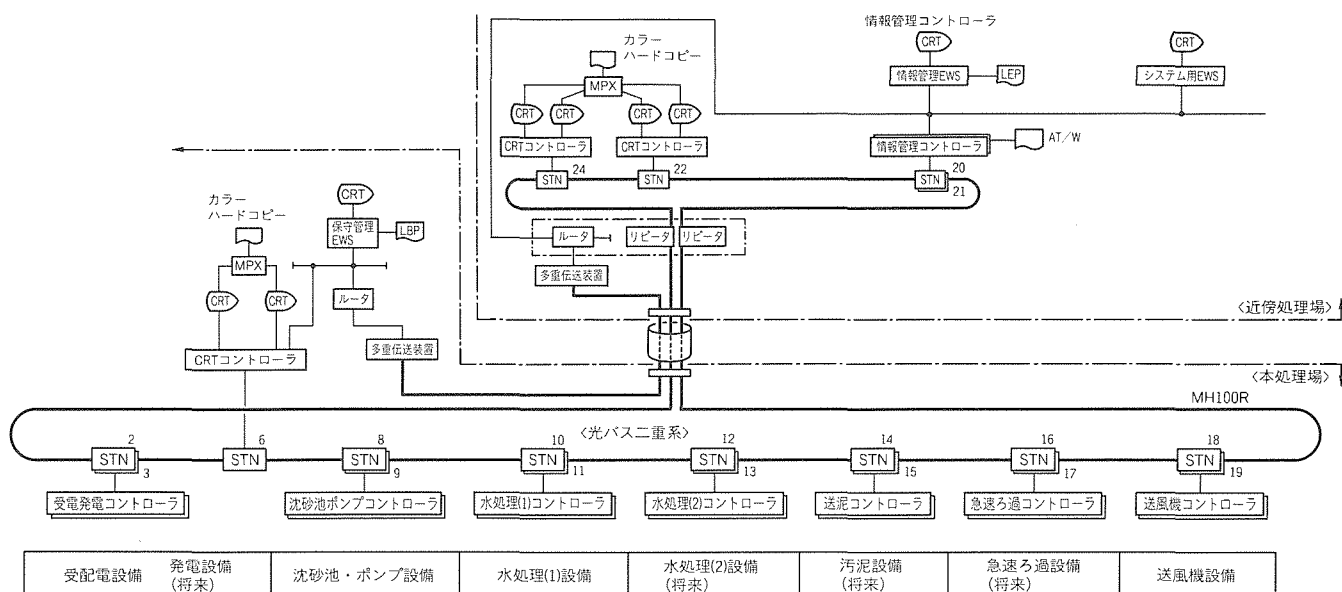


図3. 最新の下水道監視制御システム構成事例 (1)

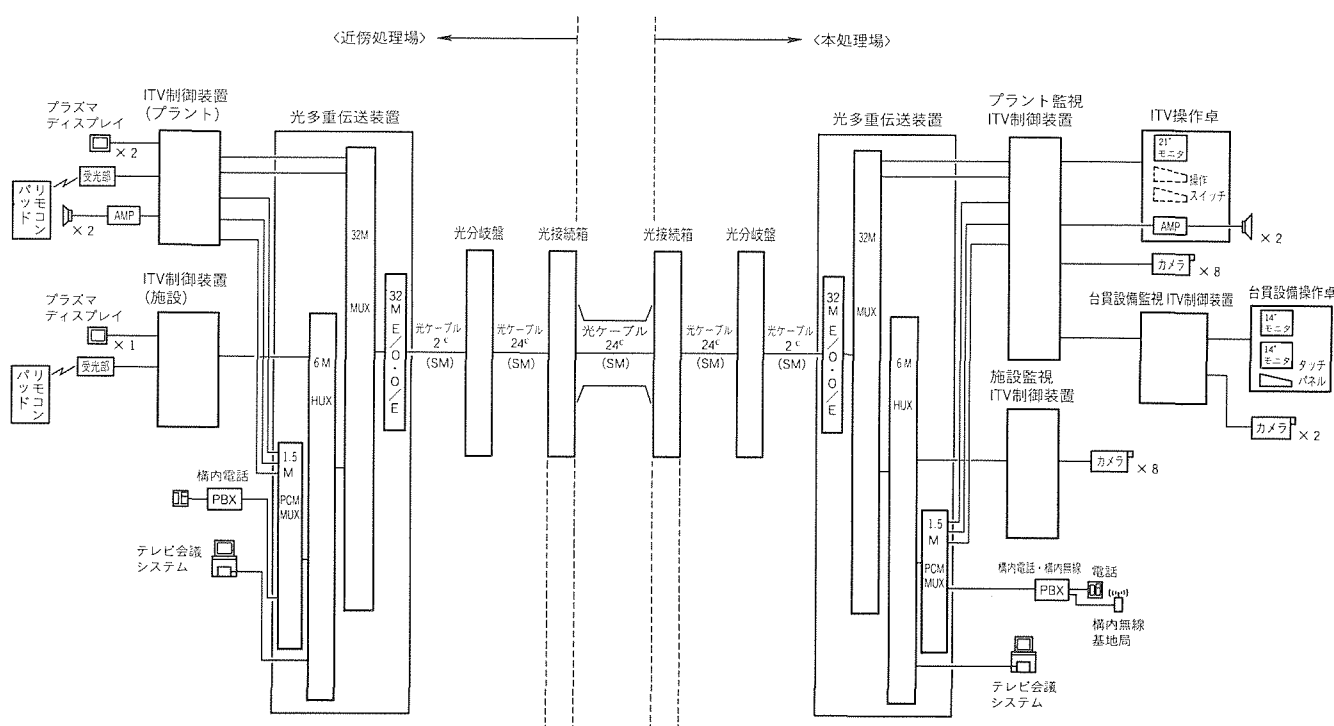


図4. 最新の下水道監視制御システム構成事例 (2)

本処理場のシステム構成を図3、図4に示すとともに、その概要を紹介する。

(1) プロセスコントローラ MACTUS 730

設備分散を図るとともに、全台完全二重化を行っている。

(2) 情報制御バス MH 100 R

ループの二重化、CRT コントローラ用ステーションを除くすべてのステーションの二重化を行っている。また、本処理場と近傍処理場間を光ケーブルでリピータを介して接続している。

(3) CRT コントローラ MACTUS 770 R

2 CRT / 1 CPU とし、本処理場に1セット、近傍処理場に2セット設置し、それぞれから同じ監視・操作が行えるようになっている(操作は、操作場所切換えによって選択されている方からのみ可能)。

(4) 情報管理コントローラ MACTUS 750 R

二重化構成とし、近傍処理場に設置している。本処理場には保守管理 EWS を設置し、ルータと光多重伝送装置を介して近傍処理場の MACTUS 750 R と接続することにより、帳票印字・表示、各種データの表示など近傍処理場設置の情報管理 EWS と同じ機能を実現している。

(5) システムメンテナンス EWS

近傍処理場設置の CRT コントローラ MACTUS 770 R 及び情報管理コントローラ MACTUS 750 R のシステムメンテナンスを行うとともに、ルータと光多重伝送装置を介して本処理場設置の CRT コントローラのシステムメンテナンスを行うことを可能としている。

(6) 光多重伝送装置

本処理場・近傍処理場間に布設された光ケーブルにより、プラント監視 ITV 画像・音声データ、施設監視 ITV 画像データ、構内電話・構内無線データ、テレビ会議システムデータ、情報管理コントローラデータを伝送するものである。

(7) ITV 監視制御システム

プラント監視用・施設監視用・台貫設備監視用からなり、プラント監視用は、本処理場の沈砂池・ポンプ室等の監視、及び汚水ポンプ・送風機の異常音の確認を行っている。施設監視用は、本処理場の玄関2か所、監視室、制御装置室、場周4か所を外灯の明かりで監視可能な電子増感カメラを用いて監視している。玄関及び監視室にはビデオセンサを装備し、侵入者の検知を自動的に行うようにしている。

本処理場での ITV 画像監視、音声確認はもとより、画像・音声データも光多重伝送装置によって近傍処理場に伝送され、中央監視室に設置のフルカラープラズマディスプレイに表示するとともに、音声の通知を可能としている。プラズマディスプレイに表示する画像は、リモコンパッドによって離れた所での操作が可能である。

(8) 構内電話システム

本処理場・近傍処理場に設置した各電話機を光多重伝送装置を介して接続するもので、本処理場内各所に設置した無線電話との接続も行っており、近傍処理場と本処理場の至る所とのコンタクトを可能としている。

(9) テレビ会議システム

本処理場・近傍処理場の2地点間での会議、打合せを可能としている。

## 5. む す び

マルチメディア時代の今日、上下水道監視制御システムが果たすべき役割はますます重要になってきている。

ここで述べた上下水道大規模監視制御システムにおいては、人に優しく、効率的でかつ安心して運転管理できる、より良いシステム作りに主眼を置き、今後も、より一層の技術革新を行っていく所存である。

# 上下水道中小規模監視制御システム

嶋岡正浩\*  
成原弘修\*  
川北 誠\*

## 1. ま え が き

上水は、人間が生きていく上で欠かすことのできないもの、いわゆるライフラインの中でも特に重要なものの一つである。この上水を供給する水道整備事業に関しては、21世紀に向けた長期目標“りふれっしゅ水道計画”の達成に国を挙げた推進が図られており、“未普及地域の解消へ向けての小・極小水道の整備と配水管理システムの導入”などが事業のポイントとなっている。

一方、下水道においては、西暦2000年に下水道普及率を70%とする目標に向かって、下水道の建設は急ピッチで進められている。特に、人口5万人未満の中小市町村については、その目標達成に向かって小規模下水道の建設に着手する所が急激に増えてきている。

本稿では、これら上下水のニーズにこたえて“広域化と高機能化”をシステムの基調として取り組んでいる“中小規模上水道配水管理システム”と“小規模下水道監視制御システム”の概要を述べる。

## 2. 中小規模上水道配水管理システム

### 2.1 次世代Wシリーズ

中小規模上下水道施設における配水管理システムの高度化は、既に開発・納入済みの“Wシリーズ”として“システム

W 30”及び“システム W 20”を実現してきたが、上水道における今後の需要を網羅し、更に高度化する市場ニーズにこたえるため、次世代“WシリーズII”として新たに“システム W 32”を開発した。“Wシリーズ”と“WシリーズII”の位置付けは図1に示すとおりである。

まず、“WシリーズII”を開発するに当たってのねらいを次に示す。

- (1) 水運用ソフトウェアの搭載  
ニューラルネット応用需要予測、スケジュール制御など
- (2) 汎用 LAN インタフェースの採用とオープン化  
他システムとの結合の強化
- (3) DLL 機能・遠隔診断などによるメンテナンス性向上
- (4) ビルダ機能の充実
- (5) マルチメディア（音声・映像）への対応

### 2.2 W32のシステム構成と特長

システム W 32 のシステム構成を図2に示す。

システムの中核となるデータ処理装置には“ME/R 7000 シリーズ”を採用し、子局や場内のデータを収集する通信制御装置には新規開発の32ビット広域監視制御装置“MEL FLEX 340”を採用した。また、装置間は汎用 LAN (Ethernet<sup>(注)</sup>) で接続し、通信路の汎用拡張化を実現している。さ

(注) “Ethernet”は、米国Xerox Corp.の商標である。

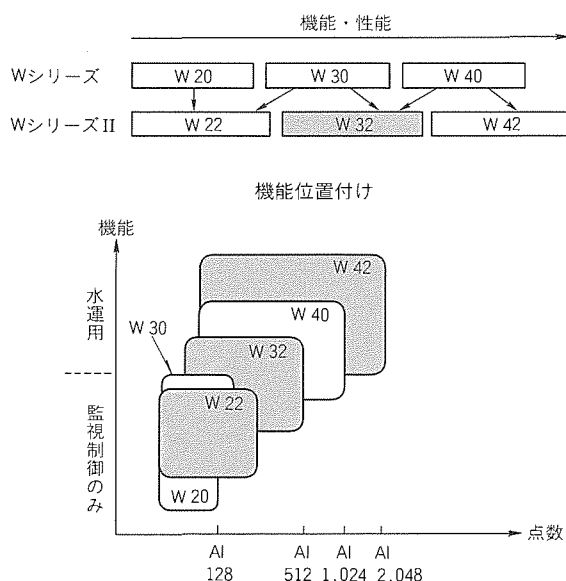


図1. WシリーズとWシリーズIIの位置付け

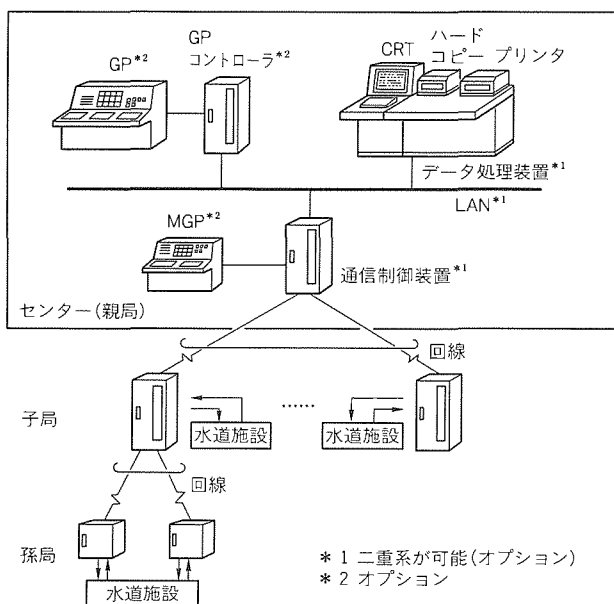


図2. W32のシステム構成



らに、オプションとして簡易監視操作卓 (MGP) や、大型監視盤 (GP) の接続を可能としている。

次に、システムの主な特長について述べる。

#### (1) 処理容量・処理速度の向上

処理容量の向上により、処理項目点数とデータ保存期間をアップした。また、処理速度の向上によってクイックレスポンスを実現している。

#### (2) 操作の容易なシステムメンテナンス

マルチウィンドウ機能により、局や項目の定義情報設定を容易に行うことができる。また、プラント画面や帳票も画面／帳票ビルダ (作成ツール) の搭載によって自由に作成することが可能である。

#### (3) プラント画面の動的表示

ポンプや流量計などの機器シンボルをダイナミックに表現し、視覚的なプラント監視制御を行うことができる。

#### (4) 豊富な操作デバイス

マウス、タッチパネル、専用キーボードの中から、オペレーションに適した操作デバイスを選択することが可能である。

#### (5) 現場映像の表示

CRT 画面に現場映像を表示し、現場の状況を確認しながらプラントの監視制御を行うことが可能である。

#### (6) 水運用処理機能の搭載

ニューラルネットワーク応用の需要予測などの水運用処理機能の搭載により、高度な運用制御が可能である。

#### (7) 自動制御による操作軽減

スケジュール制御、シーケンス制御機能による自動制御出力により、オペレータの負荷を軽減することができる。

#### (8) リモートメンテナンス

遠隔診断機能搭載により、迅速・的確な保守・サービスを提供できる。

ただし、(4)～(8)はオプション機能である。

### 2.3 W32の仕様

システム 32 の外観を図 3 に示す。CRT は 21 インチを採用し、マルチウィンドウ機能を多用することにより、見やすく、操作の容易な画面を提供している。その画面表示例を図 4 に示す。また、装置の主な仕様を表 1 に示す。

## 3. 小規模下水道監視制御システム

### 3.1 MACTUSシリーズ

“MACTUS シリーズ” 全般におけるプラント規模と適用機種との関係を表 2 に示す。小規模監視制御装置 MACTUS 300 シリーズは、適用の目安として、機器の動作状態・故障状態などを示す表示点数として 500 点程度以下を対象としている。今回、ハードウェア及びソフトウェアを一新したことにより、よりフレキシブルで高度な機能を実現している。

## 3.2 MACTUS300シリーズのシステム構成と特長

表 1. W32の主な機器仕様

データ処理装置	
C P U	PA-RISC
主 メ モ リ	96 Mバイト
内蔵ディスク	2 Gバイト
光磁気ディスク	1.3 Gバイト
CRT表示装置	
形 態	21インチカラー
分 解 能	1,280×1,024ドット
操作デバイス	マウス、キーボード (標準), タッチパネル, 専用キーボード (オプション)
ハードコピー装置	
印 画 色	フルカラー (基本7色)
給 紙 方 式	カセットタイプ
プリンタ装置	
印 字 方 式	レーザ方式
用紙サイズ	A3
給 紙 方 式	カセットタイプ
通信制御装置	
対 向 方 式	$(1:1) \times N (N \leq 32)$ , $2:N (N \leq 64)$
伝 送 路	NTT専用回線, 自営線, 光, NTT加入回線
伝 送 速 度	50~9,600 bps
伝送フォーマット	電気学会, 隣接位相反転, HDLC方式
項 目 数	
計 測	512量
積 算	256量
表 示	2,048点 (500ワード)
ON/OFF制御	512項目
設定値制御	256量
局 数	
子 局 数	64局
孫 局 数	32局/子局
総 孫 局	192-子局数
データ保存期間	
30秒データ	48時間
1時間データ	367日
日報データ	367日
月報データ	13か月
年報データ	2年

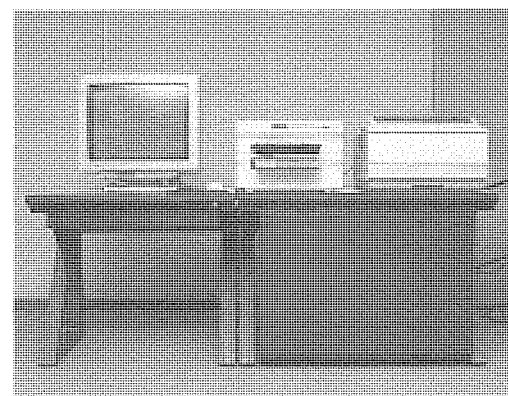
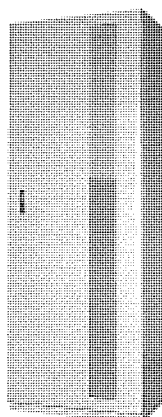


図 3. W32の外観

MACTUS 300 シリーズのシステム構成を図 5 に示す。

制御用システムバス“MELSEC-NET (II)”を介して、監視装置 MACTUS 350 A/360 A/370 A とシーケンス制御装置 MACTUS 330/320 及び計装制御用 1 ループコントローラ MACTUS 210/211 を主要構成機器として接続使用する。

また、監視装置は、汎用ネットワークを介して情報処理装置 (パソコン) と接続し、プラントデータを転送することによって管理業務に活用することができる。

次にシステムの主な特長を示す。

(1) 経済的なシステムの実現

- シーケンサと現場機器を通信で接続し、フレキシブルな構成を実現
- 1 ループコントローラによる、システム規模にマッチした計装機能の実現

(2) 使いやすい監視・操作環境

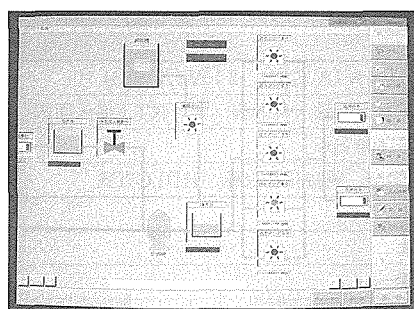
- タッチパネル、マルチウィンドウオペレーションによる直感的で使いやすい監視・操作環境の実現
- オープンインタフェースを実現し、パソコン/ワークステーション (PC/WS) による運用管理・設備管理との連携が可能
- PC の汎用 OS 環境を搭載し、各種 OA ソフトの活用が可能

(3) 遠隔監視のフレキシブル化

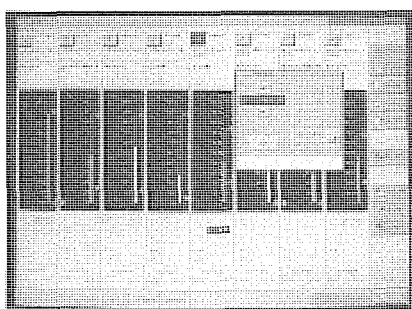
- 遠隔システムによる少ない配置人員での巡回監視や無人化への対応
- 用途に応じて専用回線/公衆回線の選択が可能

(4) 段階的拡張

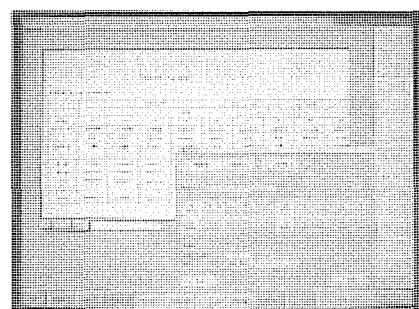
- プラントの初期対策としての導入、プラントの拡張に合わせた段階的導入が可能



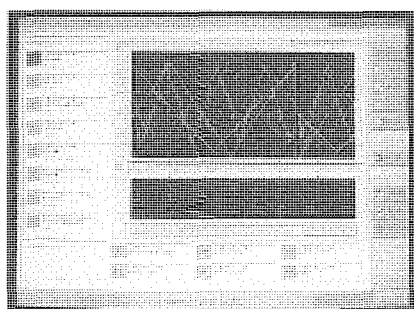
(a) プラント監視画面



(b) 計器表示画面



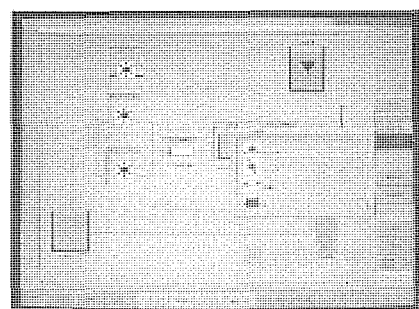
(c) 帳票登録画面 (帳票ビルダ)



(d) トレンドグラフ



(e) 映像画面



(f) システムメンテナンス画面 (画面ビルダ)

図 4. CRT画面表示例

表 2. MACTUSシリーズの製品系列

機 能 \ 用 途	大規模監視制御システム	中規模監視制御システム	小規模監視制御システム
アドバンスコントローラ	MACTUS790	MACTUS590	—
CRT監視	MACTUS770	MACTUS570A/B	MACTUS370A
ロガー監視	MACTUS750	MACTUS560A/B	MACTUS360A
		MACTUS550A/B	MACTUS350A
プロセスコントローラ			—
グループシーケンサ	MACTUS730	MACTUS530	MACTUS330A
1ユニットシーケンサ		MACTUS320	
1ループコントローラ		MACTUS211/210	
ループインタフェース		MACTUS130	

- 充実した標準機能・ビルダ機能による安定した品質の確保と、計画から据付けまでの工期短縮化

### 3.3 最近の小規模監視制御システムの動向

#### (1) 小規模監視制御システムの課題

小規模監視制御システムに対する取組として、図6に示すように、従来の監視制御機能に、PCとの容易なインタフェース機能と遠方に分散した施設を効率的に監視する広域管理機能を付加しており、各々オープン化と広域化を指向するものである。これらの実現により、効率的な運用と快適な操作環境、さらに、省力化・無人化（夜間無人化）や巡回点検等に対応することができる。

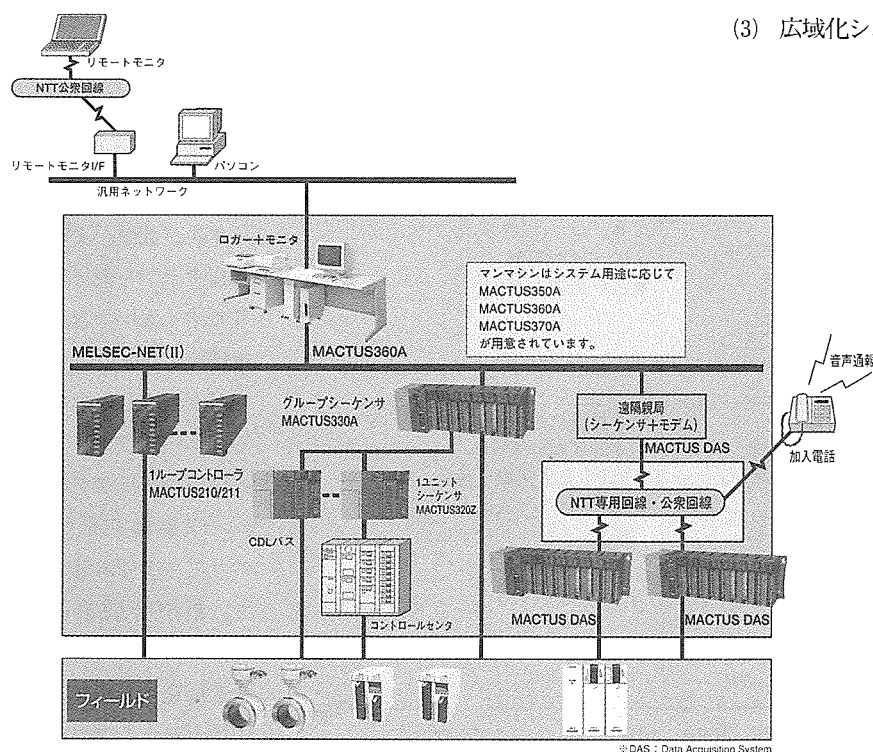


図5. MACTUS300シリーズのシステム構成

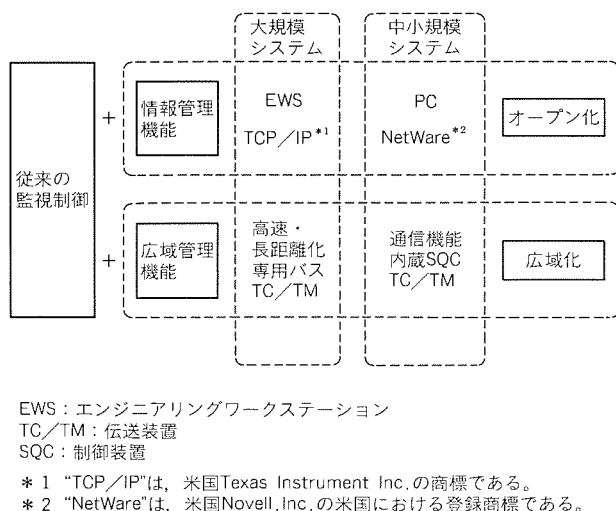


図6. 小規模監視制御システムの動向

#### (2) オープン化システム

MACTUS 350 A/360 A/370 A で実現するオープン化の概念を図7に示す。

オープン化の方法としては、汎用ネットワークによるオープンインタフェースのサポートと、マンマシン装置への市販パッケージソフトウェア搭載環境のサポートを行っている。オープンインタフェースとしては、業界標準のネットワークソフトウェアを利用し、帳票データやイベント履歴データなどマンマシン装置の保存データを、汎用ネットワーク経由でPC/WSなどで実現するプラント運用管理や施設維持管理システムに渡し、ユーザサイドでの容易なデータ活用を可能としている。

#### (3) 広域化システム

広域化に対しては、表3に示す3種類のレパートリを提供している。いずれも伝送路はNTTの専用回線又は公衆回線を利用することができる。システム規模や利用形態及び信頼性・コストなどを考慮して幅広く選択することが可能である。公衆回線を利用すれば、非常音声通報装置を設置することによって運転管理者への音声通報が可能となり、夜間無人化の維持管理体制にも対応できる。

また、小規模遠隔システムでは、シーケンス制御装置に本来のプラント制御機能に加えてモデム機能と音声出力機能を付加することが可能であり、より一層コストパフォーマンスを向上させている。

### 3.4 MACTUS300シリーズの仕様

MACTUS 300 シリーズにおける

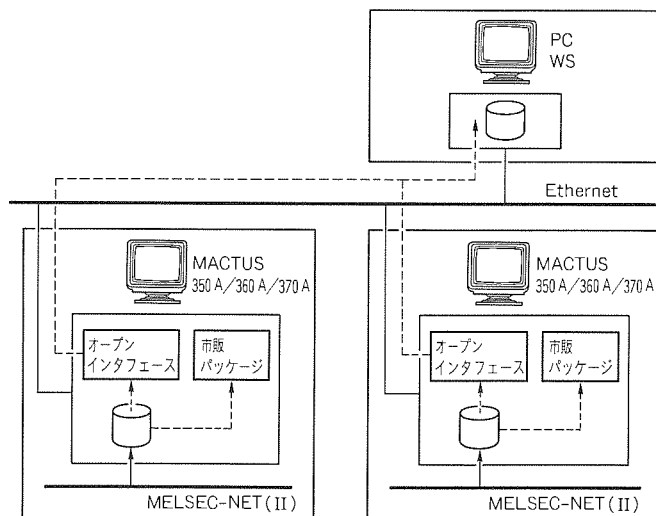


図7. MACTUS300シリーズにおけるオープン化の概念

主要機器の仕様を次に示す。

(1) マンマシン機能 (MACTUS 350 A/360 A/370 A)

小規模向け CRT 監視制御装置であり、そのハードウェア

仕様を表 4 に示す。プラント規模などの用途に応じて最適な選択ができるようにシリーズ化を行っている。

高機能かつ多機能なオペレーションに加えて、各種ビルダ

機能によってソフトウェアの追加・変更をフレキシブルに行うことができる。

次に主要な機能について述べる。

- (a) アラーム発生時などの緊急時においても、タッチ操作やキー操作によって、スピーディでスムーズな画面呼出しやウィンドウ呼出しが可能である。画面展開機能を図 8 に示す。

- (b) プロセスの状態をシンボル、数値、文字、多様なグラフを使って分かりやすく表現でき、タッチ機能・ウィンドウ機能などと組み合わせることで、ユーザフレンドリーな操作環境を提供できる。

- (c) 収集周期最短 1 秒のリアルタイムトレンドと、蓄積時間最長 120 日のヒストリカルトレンドを用意している。また、蓄積データをフロッピーディスクに保管できるなど保守機能も充実している。さらに、トレンドグラフの ON/OFF、データ軸と時間軸の拡大/縮小、収集対象の割付け選択もタッチ操作で容易に行うことができる。トレンドウィンドウを図 9 に示す。

- (d) 機器の故障や状態発生時には、ブザーやチャイムが鳴動し、画面上部にメッセージが表示される。また、発生・復帰情報はプリンタに印字され、ハードディスクに履歴情

表 3. 遠制システムのレパートリ

レパートリ	システム構成	適用基準
テレメータシステム		テレメータを使用したシステム ●NTT専用回線に対応 ●伝送路上の高い信頼性を確保 と他社テレメータとの接続が 要求される場合
小規模遠制システム		小規模に適したシステム ●NTT専用回線と公衆回線の 両方に対応 ●子局は、制御機能も一体にで き、コンパクトにシステム アップが可能 ●音声通報も可能
極小規模遠制システム		極小規模に最適な最もコンパクトで 安価なシステム ●NTT公衆回線に対応 ●1局当たりの入出力点数は8点 程度

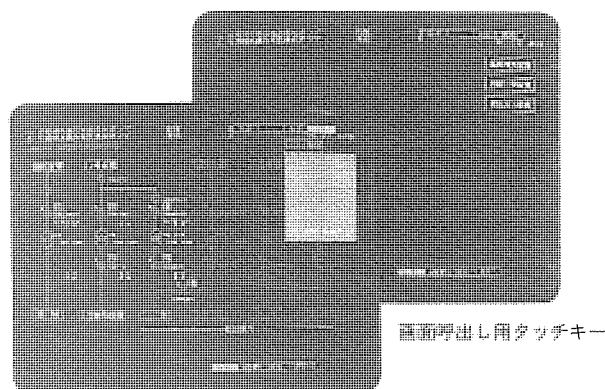
OPS: 監視装置, CNT/SQC: 制御装置, TC/TM: 伝送装置 PNA: 周辺ネットワークアダプタ

表 4. MACTUS350A/360A/370Aの主要機器の仕様

項 目		仕 様		
		MACTUS350A	MACTUS360A	MACTUS370A
C P U		32ビットマイクロプロセッサ		
主記憶装置		16Mバイト		
補助記憶容量	固定ディスク	210Mバイト		
	フロッピーディスク	1.44Mバイト (3.5インチ)		
C R T	装置	20インチカラーモニタ		
	表示色	30色		
	分解能	736×576ドット		
	表示文字	JIS第1, 2水準		
	表示文字数	英数カナ文字 3,312文字 漢字 1,656文字		
入力装置	オペレーション用	タッチパネル, オペレーションキーボード, マウス (オプション)		
	エンジニアリング用	エンジニアリングキーボード		
出力装置	アラーム出力用	シリアルプリンタ		
	帳票出力用	ページプリンタ		
	ハードコピー	カラー (オプション)		
通 信 機 能		Ethernet (オプション)		

タッチパネル(又はマウス)を使用

- メニューウィンドウによる呼出し
- グラフィック画面上のタッチキーによる呼出し

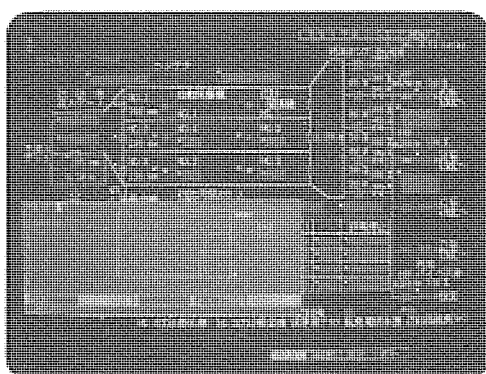


メニューウィンドウ

オペレーションキーボードを使用

- ユーザファンクションキー(PFキー)によるワンタッチ呼出し
- 表示画面のトレースバック、トレースフォア(表示履歴16枚)
- 同種画面のページめくり

図 8. 画面展開機能



画面上に1グループ分のトレンドをウィンドウとして表示することができます。

図 9. トレンドウィンドウ

表 5. システムバス仕様

接 続 機 器		
	接 続 機 器	台 数
監視システム	MACTUS350A/360A/370A	最大4台
制御システム	MACTUS330 MACTUS210/211	合計最大32台 (M210/211は最大16台)
MELSEC-NET(II)データリンク		
項 目	仕 様	
媒 体	光リンク	同軸リンク
通 信 速 度	1.25Mbps	
通 信 方 式	半二重ビットシリアル	
同 期 方 式	フレーム同期	
伝送路形式	二重ループ形式、ポーリング方式	
最大伝送ケーブル長	局間 1km	局間 500m
接続ステーション数	最大32台(親局:1台, 子局:31台)	
使用ケーブル	SI-200/250相当品(2心)	3C2V 5C2V相当品

報として蓄積される。履歴情報としては、オペレータの操作履歴も含めて、約1万件が保存できる。

(e) 計装用には、コントロールパネル画面から1ループコントローラのモード変更や、設定値(SV)と操作量(MV)の変更などが行える。

## (2) 電気制御機能(MACTUS 330/320)

### (a) MACTUS 330

グループ単位のシーケンスコントローラで、豊富なインタフェースを用意している。グラフィックパネルコントローラとしても適用可能である。

### (b) MACTUS 320

機械1負荷単位の制御を行い、電気室配電盤のリレーレス化と電気室-現場間のケーブルレス化を実現する。専用伝送バスによって現場の小点数リモートIO及びコントロールセンターとも有機的に接続することができる。

## (3) 計装制御機能(MACTUS 210シリーズ)

高性能で小型軽量な1ループコントローラで、汎用形MACTUS 210と高機能形MACTUS 211をシリーズ化している。

## (4) システムバス(MELSEC-NET(II))

MELSEC-NET(II)は、電気制御を行うMACTUS 330と計装制御を行うMACTUS 210シリーズを、マンマシン装置MACTUS 350A/360A/370Aと有機的にリンクさせるものである。その仕様を表5に示す。

## 4. む す び

本稿では、上下水道中小規模監視制御システムに求められる広域化・高機能化を基調として開発された中小規模上水道配水管理システム“システム32”及び小規模下水道監視制御システム“MACTUS 300シリーズ”の構成と特長、並びにその仕様について紹介した。

上下水道事業が掲げる長期目標の達成には、こういったシステム技術は大きな役割を担っており、その高度化への期待はますます高まっていくものと考えられる。

当社では、これらの期待にこたえるため、より高度で使いやすい製品を提供し、上下水道事業に貢献したいと考えている。

# 上下水道における設備情報管理システム

石崎 貴\*  
中崎勝一\*  
綾 信吾\*

## 1. ま え が き

近年、上水道及び下水道の施設の整備に伴って、監視制御システムの高度化(情報化・広域化を含む。)の展開、都市のライフラインとしての上下水道施設管理への情報通信技術の導入が進展している。また、プラント及び広域の監視制御システムと施設管理システムの融合が進められ、それら二つの流れのシステムを統合化したシステムが、“情報化”と“ネットワーク化”をキーワードにする各種の技術進展により、新しく総合情報システムとして展開されていくと考えられる。

このような中、イメージ処理を中核にした当社の設備情報管理システムを、パソコン化の進展、ネットワーク化の流れの中で、プラントとのつながりの強化、EAの世界への更なる踏み込みの方向へと発展させていくことが期待されている。

本稿では、このような動向を踏まえ、設備及び施設の維持・運用管理を目的とした当社の設備情報管理システムの展開について述べる。

## 2. 設備情報管理システムの発展

ここでは、当社の設備情報管理システムの流れを整理し、設備情報管理システムのシステムイメージについて述べる。

### 2.1 設備情報管理システムの流れ

当社の設備情報管理システムの中で、上水道の管路や下水道の管きょ(渠)などの広域に分布した施設の管理を扱うために、必要な“地図”(施設を地図上に書き入れた施設管理図を含む。)をどのようにハンドリングするかが当初の課題であった。

当初、地図を扱うマッピングシステムに関する世の中の流れは、ベクトルマッピング方式が主流であった。しかしながら、そのシステムが高価なこと、データ作成費用がかかること、システムの立上げに時間がかかることから、大都市及び中小都市での全庁化システムの形の利用にとどまっていた。

当社はこの点に着目し、費用が安価でシステムの立上げが迅速にできるように、実際に管理に使用している管理図(ラスト地図)をそのまま利用した光ディスクファイリングシステムによる簡易マッピング=イメージマッピングを提案し、他社に先駆けて開発・製品化を進めてきた。特に、市販の住宅地図や国土基本図などの縮尺の違う既存地図を利用することにより、管理図の情報を補足できる。近年、イメージマッピングシステムが普及してきており、当社が提案したこのよ

うなシステムの作り方のメリットが認められてきたと考えている。

また、浄水場、下水処理場等の機場の設備管理においても、台帳・図面等のファイリングにイメージデータをうまく利用し、入力コストを削減し、システムの立上げを早くする方向でシステムを構築してきた。

このように、当社の設備情報管理システムは、イメージデータの取扱いの簡便さを利用し、イメージ処理技術を駆使したシステムとして開発を進めてきた。

### 2.2 設備情報管理システムのイメージ<sup>(1)</sup>

当社の考える設備情報管理システムを機能的に分類すると、図1に示すシステムイメージの形になる。図には、設備の維持管理業務の各業務分野に対応して必要な機能を列挙するとともに、それらの機能を実現するための構成要素(技術)を示した。

## 3. システムに要求される機能

ここでは、今後設備情報管理システムに要求される機能を述べる(図2)。機能の中では特に、広域に分散されつつある設備の効率的な管理を実現するための協調作業を支援する機能や、個々に蓄積されていくデータベース(DB)を統合的に扱うための仕組み作りや、また、各業務の流れの中でシステム化できる部分をユーザサイドに立った観点から実現するための仕組みの提供が重要である。

### 3.1 広域に分散された設備の効率的な管理

設備の広域分散化は今後ますます増大の傾向にあり、それらの設備の維持管理を効率的に行うための支援システムの重要性が増している。現在シーズ側では、TV会議システムをベースとした協調作業の実現が期待されている。また、広域ネットワークインフラの整備もISDN、ATMといった技術が商用化されており、通常運用はもとより、トラブル発生時や災害発生時の迅速な復旧作業を支援するためのマルチメディア情報(画像、音声、図面、文書など)を活用できるシステムの実現が待たれている。

### 3.2 DBを統合的に扱うための仕組み作り

従来のシステムでは、個別に蓄積したDBの統合については十分に対応しきれておらず、システムの構築方法も全体構築を主眼に考えられてきたが、最近のRDBMS(Relational Data Base Management System)の発達により、ローカルな業務の流れに合ったシステム構築を目指し、それ

らで蓄積されたデータを共通的に利用するといったボトムアップ的なシステム構築が指向されつつある。システム的には、分散されたデータの統合に業務の流れを合わせるフレームワークの実現を支援する機能の提供が重要となる。

### 3.3 ユーザサイドに立ったシステム作り

現在、汎用ソフトウェア(S/W)の充実が目覚ましいものがあり、今後の業務系S/Wの製作においても、汎用S/Wとの連携強化が重要となっている。また、業務をシステム化するに当たっては、業務系S/W、システムの高信頼化が重要である。広域に分散される情報の一元化された

アクセス手段の提供と、重要なデータの危険分散の実現と、システムの障害による業務の停滞を防止するための二重化・三重化されたシステムを安価に提供することが大切である。これらの実現においても、広域ネットワークインフラの活用と汎用S/Wの活用をベースに機能を付加していく姿勢がより重要となっている。また、これらの機能を利用する観点からは、広域の管理図をベースとしたビジブルな検索環境の構築と統一的な操作性の確保が必要である。

### 3.4 OA, EA系とプラント系との連携強化

今後一層進歩を続けるOA, EA系のシステムとプラント

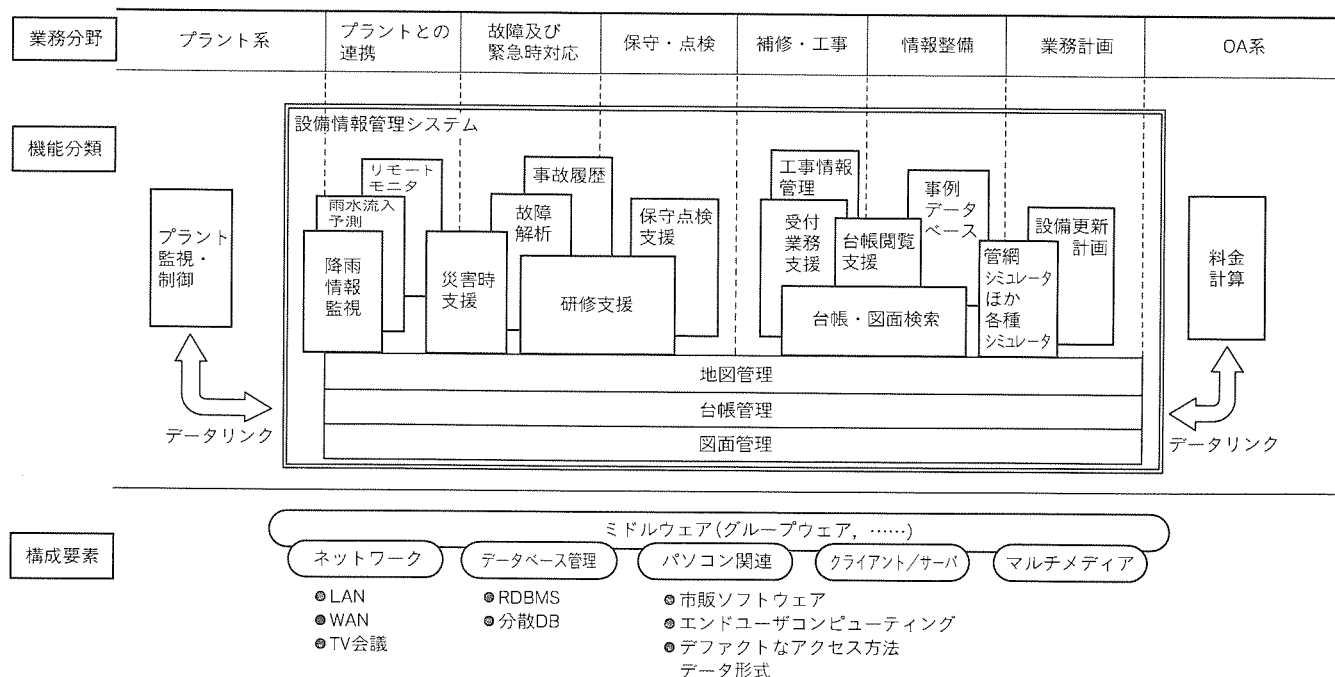


図1. 設備情報管理システムのイメージ

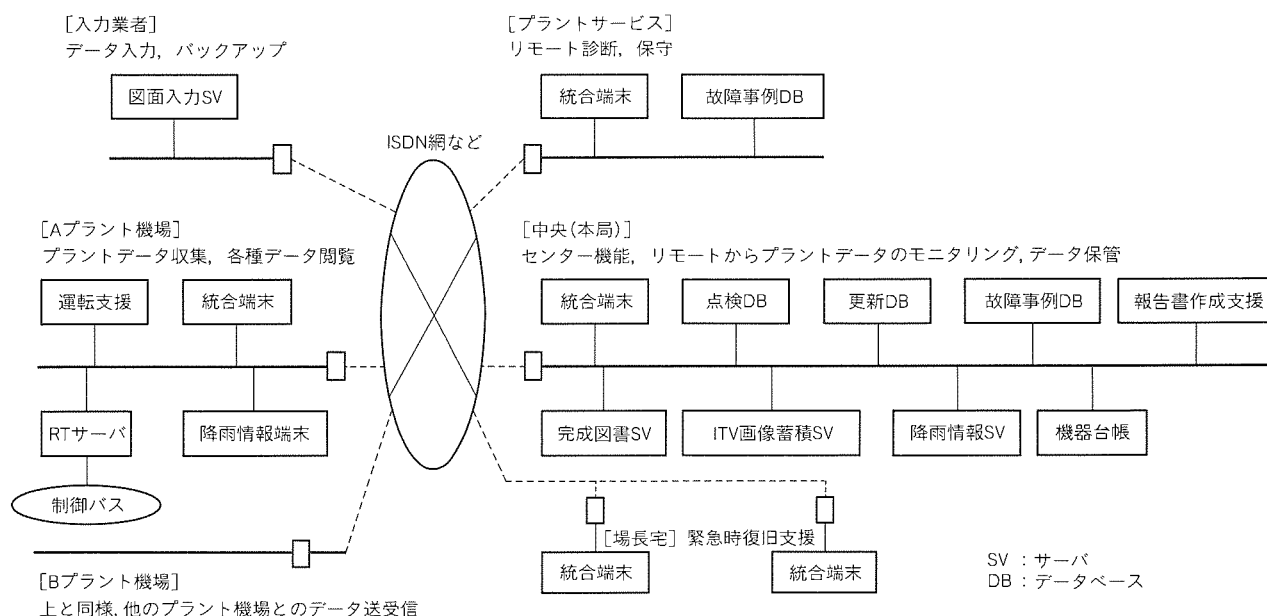


図2. 広域網を使った設備情報管理システムの例



系の情報をリンクさせ、より使いやすいシステムを構築するための仕組み作りとしては、オンライン系のネットワークと情報系のネットワークを接続し、それらの運転情報や故障情報とリンクさせた設備の維持管理・運転支援システムの提供が急務である。

### 3.5 クライアント／サーバシステムの実現

以上述べたようなシステムの実現に当たっては、クライアント／サーバシステムをベースとした統合端末機能の実現が望まれている。すなわち、サーバは各情報管理に最適な形で実現し、クライアントは多様なリクエストに対応できるシステムで構築することにより、単独の業務から協調作業までを同一端末上から行えるといったシステムが切望されている。ハードウェア (H/W) 的には、サーバ、クライアントともその時点で最適なものを選択して実現する方向でのシステム構築が指向されている。

## 4. システムコンポーネントとその発展

設備情報管理システムを構築する上でキーになるコンポーネントを示す。

### 4.1 G X

イメージ処理を強化したエンジニアリングワークステーション GX シリーズは、1991 年以降 CPU を RISC 化し、イメージ処理の更なる高速化を図った (図 3)。GX は単独でスタンドアロンシステムを構成できるが、特にエンジニアリングワークステーションの特長としてネットワークへの親和性が大変良く、パソコン、ワークステーション、ホスト系マシン等と TCP/IP を利用してネットワークシステムを構成することができる。今後、ネットワークシステムの一つのコンポーネントとしての利用が増えるため、データレベルでの親和性の強化を進めている。

### 4.2 パソコン

低価格化・高性能化を背景に、パソコンの利用が加速度的

に推し進められている。パソコン利用の拡大は、システムの構成方法にも変革をもたらしている。従来は、目的ごとにシステムを構築し、利用者はシステムの端末に向かって必要な情報を入手していた。すなわち、人がシステムに従属する形でシステムが考えられてきた。しかし、一人にパソコン 1 台の環境になると、わざわざ端末まで出向く必要がなくなり、自分の机の上で様々なシステムの情報を簡単に入手できるようになる。すなわち、これからのシステムは、システムが人 (+パソコン) に従属する形で構築される必要がある。

このためには、システム構築時にパソコンとコミュニケーションをとれる環境を提供する必要がある。また、パソコンでは、これらの情報のアクセスメソッドとして、システム用に製作された S/W を利用したり、市販の S/W を利用する。特に、今後エンドユーザコンピューティングが進むにつれ、市販の S/W を利用する機会が増大すると考えられる。市販の S/W とコミュニケーションをとるためには、デファクトなアクセス方法、データ形式をシステムとしてサポートしておく必要がある (例えば、ODBC, TIFF, MPEG 等)。

すなわち、パソコンの利用拡大は、システムをオープン化へと導く。

### 4.3 マルチメディア<sup>(2)(3)</sup>

設備情報には、文字、図形、写真、映像、音、において、温度など様々な情報がある。これら設備情報をディジタル化して管理・利用する技術がマルチメディアである。ディジタル化された情報は、運転、点検、故障対応、補修、維持、更新計画、教育など様々な業務で利用される。マルチメディアを有効に利用するためには、①情報の入力の手軽さ、②情報の整理、③情報の迅速な伝達が必要である。

設備情報は膨大であるため、情報の入力に膨大な時間と費用が必要である。また、入力の方法で時間と費用が大幅に変わる。例えば、機器の図面をイメージデータとして入力するか、ベクトルデータで入力するかで、時間も費用も 10 倍以上異なる。すなわち、入力したデータをどのような業務で利用するか、費用対効果を十分検討して入力方法を決める必要がある。

情報の整理は、各情報を単に DB を利用して保管するだけでなく、インターネットに代表されるようにネットワーク上に分散された情報を関連付けて、情報検索を容易にする必要がある。このために、HTML<sup>(注1)</sup>、オブジェクト指向 DB 等があるが、問題はこの関連付け情報をだれがどのタイミングで入力・修正・削除するかである。情報の入力・修正・削除は、それぞれの業務の局面で行われるため、情報の変化に合わせて関連付けを変更することは大変手間であるし、どのような関連付けが行われていたか、どう関連付けるべきか不



図 3. GX510 本体

(注 1) “HTML” は、Hyper Text Markup Language の略で、インターネット上で使用されている言語である。

明な場合も多々ある。すなわち、限られた世界の情報の関連付けは、ある程度規則性を持たせておく(例えば、機器台帳と外観写真は機器名称で関連付ける。)ことにより、情報の入力・修正・削除に合わせて関連付けを行わなくてよくなる。

#### 4.4 ネットワーク

ネットワーク上に分散された情報を迅速に伝達するためには、ネットワーク自体の高速化がまず必要であるが、将来的にはATM、B-ISDNとなり、100 Mbps以上の帯域が個人で利用できるようになる。しかし、媒体が速くなったからといって応答性が良くなるとは限らない。すなわち、ネットワークシステムとして媒体の高速性を有効に活用できるシステム作りが必要となる。このためには、情報をいかに分散化させ、分散化させた情報をいかに管理するかである。分散型DBを利用するが、情報の分散方法、トランザクションの分散方法等はシステムごとに十分検討しておく必要がある。

#### 4.5 その他

最近注目されているのがグループウェアである。グループウェアは、インフォメーション(電子メール、電子掲示板、ビデオ会議など)、DB(マルチメディアデータ管理、文書管理、図面管理など)、フレームワーク(スケジュール管理、協調作業、情報の流れのコントロール、検認など)を3大要素とし、今まで単独で存在していた技術を、グループ内での作業環境に提供するものである。当然、上下水道の業務も一つのグループと考えられるので、このグループウェアの技術を利用することができる。

もちろん、これら三つの要素を組み合わせることで実現することもできるが、市販のグループウェアのS/Wを利用することにより、より簡易に作業環境を実現することができる。

### 5. システムの応用例

設備情報管理システム“MELFIS”の幾つかのサブシステムを紹介する。

#### 5.1 設備台帳管理システム

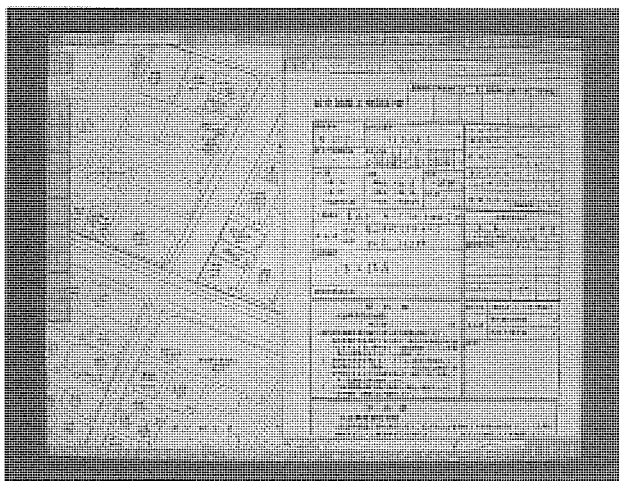


図4. 設備台帳管理システムの画面例

上下水道の管路・管渠の管理に必要な情報を、地図情報を基に管理するシステムである。地図情報として地形、道路、建物はイメージデータとして保管し、管路・管渠、弁、マンホール等の上下水道の設備はベクトルデータとして保管し、両者を位置的に管理する。これにより、地図情報の入力作業が大幅に削減できる。

また、設備に関する情報(台帳、図面など)は、地図情報と関連付けて管理し、地図上から検索したり、設備情報から地図情報を検索することができる(図4)。設備の管理はもとより、上水道では管路情報を管網のシミュレーションに利用したり、水道料金計算システムと連携することも可能である。

#### 5.2 設備維持管理システム<sup>(4)</sup>

浄水場、ポンプ場、下水処理場、汚泥処理場等の機場の設備の維持の効率化をねらったシステムである。設備の維持に必要な情報を、基本的にはDB(コードデータ)で管理し、図面・平面図・写真等をイメージデータで管理する。DB化するデータとしては、機器台帳、点検台帳、故障台帳等の台帳類のデータである。これらの情報は相互に関連付けられ、必要に応じて関連情報を簡単に検索できるようになっている(図5)。保管した情報はパソコンでの利用を前提としており、市販S/Wとの連携が行いやすい構造になっている。また、設備の運転(PA系)と固定資産管理、設備更新計画等のOA系にも利用できる。

#### 5.3 点検システム

設備の維持管理業務の一つである点検業務の効率化のために、携帯端末と点検サーバとで構成される。点検の計画、点検作業、点検報告書作成、結果解析をサポートし、前述の設備維持管理システムと連携することにより、きめの細かい計画、点検マニュアルの利用、点検結果の詳細な解析が可能となる。

#### 5.4 レーダ降雨情報システム<sup>(5)</sup>

都市部での雨水排除を目的とした雨水ポンプ運用支援のた

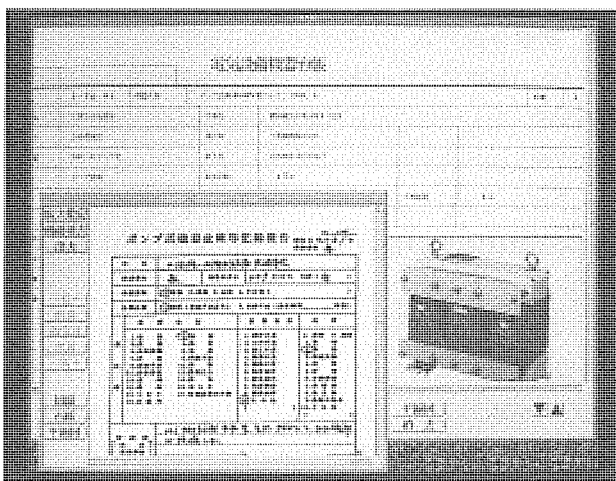


図5. 設備維持管理システムの画面例

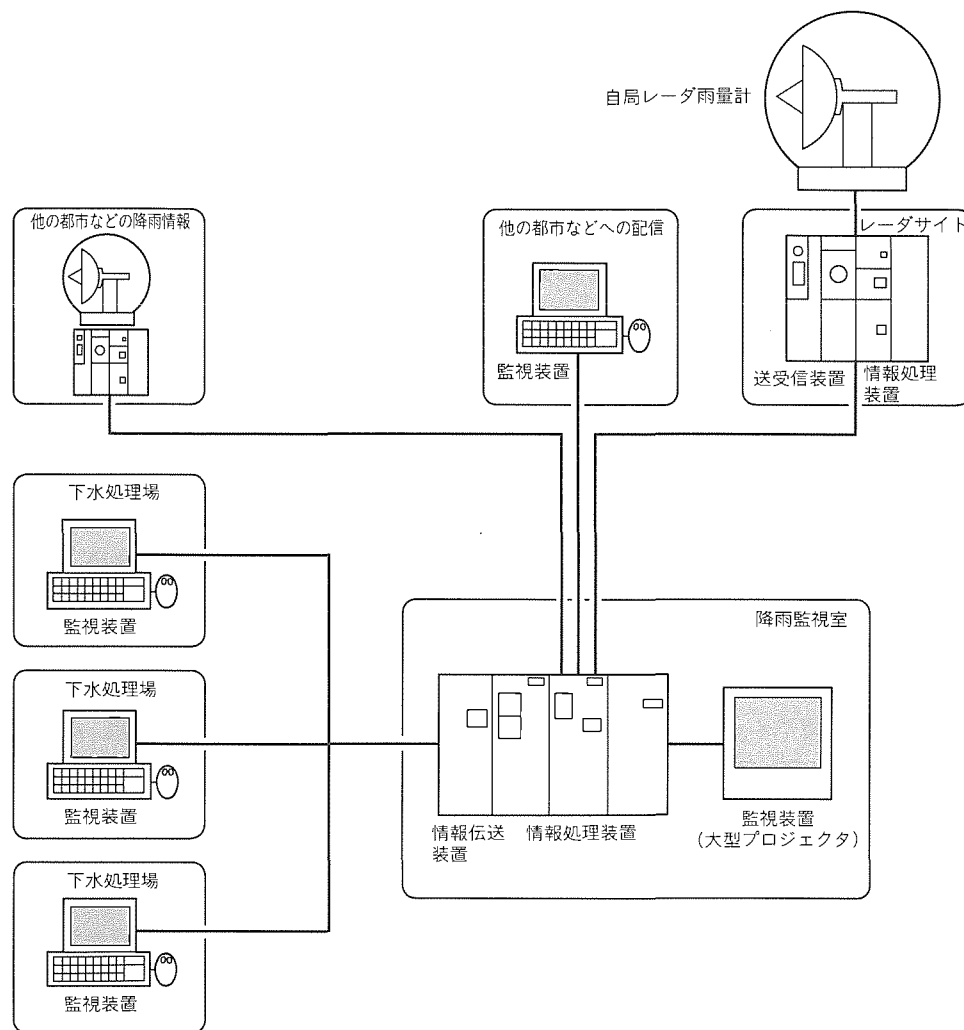


図6. レーダ降雨情報システムの構成例

めに、きめ細かい降雨観測を可能にする細密雨量レーダとビジュアルな降雨監視端末から構成される（図6）。最小250m×250m観測メッシュごとの降雨データと背景地図を重ね合わせることで、対象地域の雨域と降雨強度が一目で把握できる。地図上に下水管渠も合わせて表示できるので、降雨と雨水流入の関連把握が容易となる。

### 5.5 研修システム

新人から熟練者までの職員を対象に、機器の構造原理から運転制御・緊急時対応などの保守管理技術を実践的に研修し、維持管理技術の向上を目的としたシステムである。マルチメディアによる多彩な教材（写真、音声、図、文書）とハイパertext教材による対話的研修がこのシステムの特長である。

## 6. む す び

設備情報管理システムにおける“情報化”と“ネットワーク化”の展開について、システムの応用例も含めて紹介した。

今後、更に上下水道分野の維持管理業務のニーズにマッチし、実用性の高い設備情報管理システムの開発・製品化に取

り組んでいく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 若月秀樹，石崎 貴，森 研一，米本孝二：上下水道における設備情報管理システム，三菱電機技報，66，No.8，819～822（1992）
- (2) 森 研一，綾 信吾：マルチメディアによる機器台帳管理，電気学会公共施設研究会資料，PPE-94-11（1994）
- (3) 宗像浩一，高田秀志，前川隆昭，綾 信吾：設備情報管理用ハイパメディアシステム“OmniLinker”，三菱電機技報，69，No.7，640～644（1995）
- (4) 綾 信吾：下水道設備維持管理システム，第31回下水道研究発表会講演集，25～27（1994）
- (5) 井上省三，浜津享助，今井靖泰：レーダ降雨情報システム，三菱電機技報，66，No.8，809～813（1992）

## 上水道防災情報システム

吉原秀樹\* 前永敏郎\*  
中島弘善\*  
内藤茂之\*

## 1. ま え が き

平成7年1月17日午前5時46分に発生した阪神大震災は未曾有の被害をもたらした。これを契機に、都市防災、特にライフライン施設の維持復旧に対する関心は一層高まってきたと言える。ここでのライフライン施設とは、電力・ガス・上下水道・通信・交通などの市民生活に欠くことのできない施設のことを言い、これらは、今回の地震によって甚大な被害を受けたため、全国的に耐震対策への関心が高まっている。

そこで、本稿では、阪神大震災での被害状況を踏まえた上で、今後の上水道における防災情報システムとして、備えるべき機能、及び当社で構築したシステム例を紹介する。

## 2. 上水道防災情報システムの必要性

## 2.1 災害と対策

## (1) 阪神大震災

今回の地震による被害は、近年に日本で起きた主な地震規模に比べて非常に大きかったが、それは今回の地震が、直下型であり、かつ震源が浅かったためと言われている。ビル・高架・架橋等の鉄筋コンクリートの構造物は、予想をはるかに超える揺れによって壊滅的な被害を受け、これにより、ライフラインも各所で寸断された。特に通信網・交通網の被害は、状況把握や救助活動等を大きく阻害した。

阪神大震災の規模を表1に示す。

## (2) 災害と対策

地震発生による自然現象は、あらゆる構造物に物理的变化を与え、破壊を起こす。これにより、火災、水害、死傷、生活物資の不足などの二次災害がもたらされる。ライフラインの代表である上水道の場合、送水管が破壊されると最悪の場合は断水を引き起こし、その結果、生活用水は枯渇し生活に支障を来す。また、消火用水の不足によって火災の延焼阻止が困難になるなど被害が拡大する。

今回の被害の大きさや火災などの二次災害の発生事例から、水道施設についても、地震発生前からの耐震強化・高信頼化、発生後に対しての初期対応・二次災害防止・復旧対策等が今後強化すべき課題と考えられる。

地震発生後の時間経過と対策の関係を図1に示す。

## 2.2 上水道防災情報システムの必要性

上水道施設用集中管理システムは、全国の水道事業体で早

くから導入され、日常の効率運用に活用されている。しかし、災害が発生した場合の直後には、現場状況の確認、職員の安否確認、職員への指示連絡、早期復旧のための処置、応急給水の指示連絡など日常経験しない多様な業務が発生する。今回の阪神大震災においても例外ではなく、従来の延長線上では迅速かつ的確な対応は不可能であった。

これまでの人の経験と勘だけでは限界があり、今後の対応策として、情報収集、集計、分析処理等を支援するシステム、すなわち上水道防災情報システムの構築が必要である。

## (1) 水道施設運転現場での要求事項

阪神大震災直後から現場の声を聞き、要求事項としてまとめた結果を表2に示す。この要求事項は、災害時に必要な支援機能としてみることができる。

## (2) 阪神大震災直後、市民が必要とした情報

市民が必要とした情報としての調査報告事例を表3に示す。

必要とした情報の具体的内容は、以下のとおりである。

- (a) 被害状況：震度、震源地、被害地、会社の被害状況など
- (b) 安否情報：家族、親類、友人・知人、同僚などの安否
- (c) 交通情報：道路の状況、鉄道の状況など
- (d) 生活情報：水・食料の配給場所、風呂に入れる場所など
- (e) 避難情報：安全な避難場所、どう行動すればよいのか
- (f) ライフライン情報：水、ガス、電気などの復旧状況
- (g) 行政情報：各種申請手続きなど
- (h) 医療情報：治療が受けられる病院など
- (i) ボランティア情報：どこにボランティアに行けばよいのか、救援物資として何が必要か
- (j) 余震情報：余震はいつ起きるのか

これらの内容から、一般市民は地震直後から“生活情報”“ライフライン情報”等の上水道にかかわる情報を必要としていたことが分かる。

表1. 阪神大震災の規模

日 時	平成7年1月17日 午前5時46分
震 源 地	淡路島北端 (北緯34° 36', 東経135° 03')
地 震 規 模	マグニチュード 7.2
震 度	7
揺れの大きさ	最大 8.33m/s <sup>2</sup> {833Gal}

### 3. 上水道防災情報システムの概要

#### 3.1 基本思想

このシステムの基本思想は、以下のとおりである。

##### (1) システムの高信頼化

災害時、もしシステムの一部が被害にあっても、運転を維持できるように考慮しておくこと。

##### (2) 災害時対策機能の充実

災害時における初動、復旧対策時の支援機能を充実させること。

##### (3) 緊急時操作への配慮

災害発生等の緊急時においての運転操作、及び災害発生後の支援システム運転操作が円滑に行えること。

#### 3.2 システムの全体構成

このシステムは通常、集中管理システムとして、管理センターはマイクロ波帯無線回線で各浄水場と接続されている。また各浄水場は、各水道施設に置かれた子局情報伝送装置(以下“子局”という。)と無線又は有線回線で接続されている。各施設の計測・監視データは各子局から浄水場及び管理センターに回線を経由して伝送される。また制御データは、

浄水場又は管理センターから回線を経由して子局に伝送され、各施設の設備に対して出力される。

前述の基本思想は、以下のように具体的に実現する。

##### (1) システムの高信頼化

(a) 回線については、幹線ルートに十分なチャネルの確保ができかつ災害時にも強い、ループ化マイクロ波多重回線とする。浄水場から子局間は単一无線とし、有線回線でのバックアップ構成とする。

(b) 通信制御機能として、緊急時通信・画像伝送機能を持つものとする。

(c) センターがもし倒壊などの被害に遭ってもシステム全体の停止に至らないよう、サブセンターを設置するものとする。

(d) 電源は、二重化又は非常用電源を設置するものとする。

##### (2) 災害時対策機能の充実

初期対応、状況把握、二次災害防止対策、復旧対策に対応した支援機能を持つものとする。また、平常時から地震観測及び気象データ等の収集機能を持ち、地震発生時の緊急遮断機能に活用するものとする。

##### (3) 緊急時操作への配慮

平常時は、センター(親局)を中心とした水道施設運用管理業務運転を行い、災害時には、状況に応じて災害対策本部との連携をとりながらの応急対策や復旧業務運転を行う必要がある。これらが迅速・的確に行えるように、情報の収集や集計分析処理等の操作方法を考慮しておくものとする。

#### 3.3 システムの特長

表2. 阪神大震災直後の現場での要求事項

要求事項	必要機能
① 現場状況が知りたい	① 現場状況把握支援
② 初動体制はどうする	② 初動体制支援
③ 職員を召集したい	③ 職員召集
④ 指示連絡を迅速にしたい	④ 指示連絡
⑤ 周囲状況を知りたい	⑤ 周囲状況把握支援
⑥ 対策本部と連絡をとりたい	⑥ 対策本部指示連絡
⑦ 安否連絡をとりたい	⑦ 安否連絡支援
⑧ データを自動で送りたい	⑧ 情報配信
⑨ 仮復旧箇所情報を迅速に入手したい	⑨ 仮復旧支援
⑩ 応援給水車を効率的に配車したい	⑩ 応援給水支援
⑪ 応急復旧の適正処置方法を知りたい	⑪ 応急復旧支援

表3. 阪神大震災直後の一般市民の必要情報

(兵庫ニューメディア推進協議会会員アンケートによる)

月 日	1 番 目	2 番 目	3 番 目	4 番 目	5 番 目
1/17	被害状況	安否情報	交通情報	生活情報	避難誘導
1/18	被害状況	安否情報	交通情報	生活情報	医療情報
1/19~31	ライフライン情報	交通情報	生活情報	安否情報	行政情報
2~3月	ライフライン情報	交通情報	行政情報	ボランティア情報	余震情報

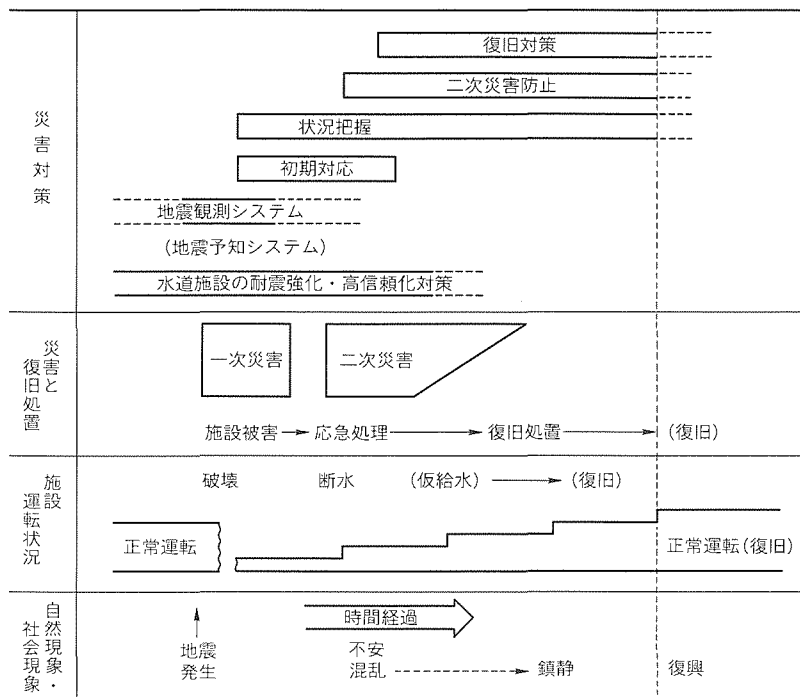


図1. 地震災害と対策

以上の構成により、このシステムは以下の特長を備えている。

- (a) 災害に強いネットワーク構成である。
- (b) 災害時のサブセンターを持っている。
- (c) 映像・画像情報伝送機能を持っている（マルチメディア TM/TC（テレメータ・テレコントロール））。
- (d) 各種業務に対応した災害支援機能を持っている（施設情報と防災情報の一元管理）。
- (e) 自動データ配信機能を持っている。
- (f) 既存システムと防災システムの融合を実現している。

上水道防災情報システムの概念を図 2 に示す。

#### 4. 上水道防災情報システムの構成と機能

##### 4.1 システムの構成

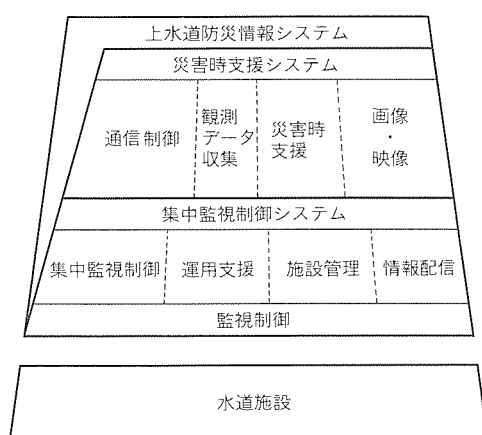


図 2. 上水道防災情報システムの概念

このシステムは、水道施設の規模に応じた最適なシステムの構成ができるように、LAN 上にデータサーバを中心として各 EWS や TM/TC などをクライアント/サーバ方式で接続し、かつ拡張性のある構成とした。

##### 4.2 システムの機能

このシステムは、災害時の支援機能を持つ災害時支援システム、及び通常の施設の運転管理機能を持つ集中監視制御システム、

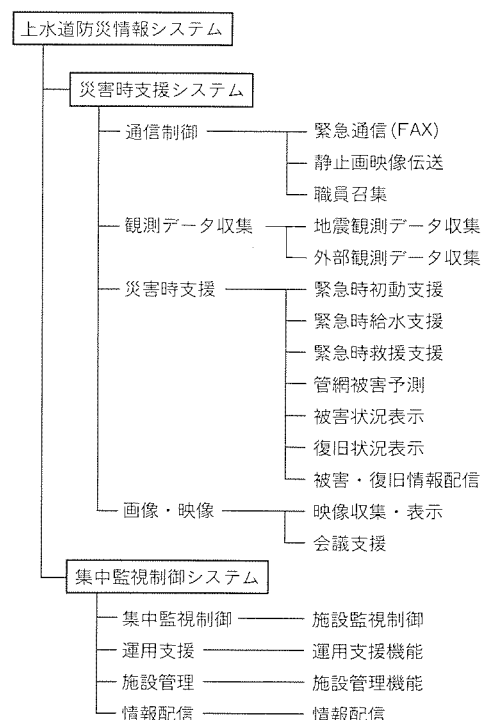


図 3. 上水道防災情報システムの機能構成

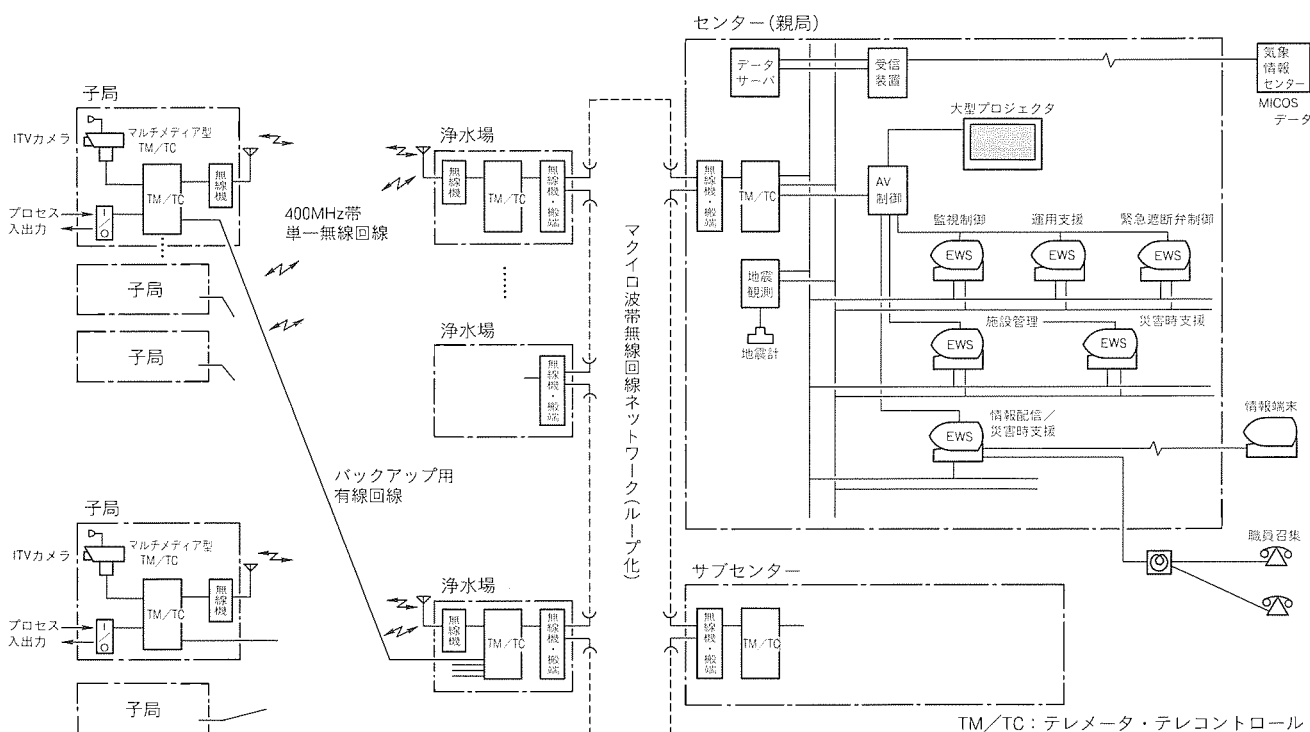


図 4. 上水道防災情報システムの全体構成

システムで構成しており、それぞれの機能構成は以下のとおりである。

災害時支援システムは、通信制御、観測データ収集、災害

時支援、画像・映像機能で構成され、これらは表2の必要機能を満足するものである。また、集中監視制御システムは、集中監視制御、運用支援、施設管理、情報配信機能から構成

表4. 上水道防災情報システムの機能詳細

災害時支援システム

機 能	内 容
(1)通信制御	(a)緊急通信 平常時は、水道施設運用管理業務に活用し、災害時は、防災活動における情報収集、指示、連絡、職員召集に活用する。また、従来の音声通信に加えて、ファクシミリ、データ、映像なども取り扱える通信系とする。
	(b)静止画映像伝送 各施設に設置されたITVカメラからの映像情報を静止画像として、マルチメディアTM/TC等を経由して、管理センターへ伝送する。
	(c)職員召集 災害発生時又は緊急時に、あらかじめ登録されている職員に対して、自動で緊急連絡先に電話をかけ、召集に応じられるか否か、及び自己の安否をプッシュホンで連絡回答する。
(2)観測データ収集	(a)地震観測データ 気象庁仕様の地震計による観測データを常時計測しておくことにより、災害時に効率的な初動体制を整えることができる。また、その計測値に対して、設定条件に応じて緊急遮断弁等の自動閉制御を、監視制御システムを経由して実行するものとする。
	(b)外部観測データ 気象庁観測網データ、気象庁発表データをオンラインで受信し、その情報を蓄積・加工し、必要に応じて表示・出力する。
(3)災害時支援	(a)緊急時初動支援 災害や緊急事態発生時、そのときの状況(データ)、及び発生事象に対する初動事項、連絡先に応じてあらかじめインプットしておいた内容(初動、指示)をメッセージ、表形式で表示する。また、必要に応じて音声で出力する。
	(b)緊急時給水支援 被災地における緊急時給水の状況(給水車の配車、給水状況)を集中管理しておき、リクエストに応じてその状況を自動で回答する。
	(c)緊急時救援支援 被災地に対して緊急時の外部からの救援(人員、物資等)の状況を集中管理しておき、受入れ対応、その他を円滑に進めるための支援を行う。
	(d)管網被害予測 災害発生時、地震計震度、外部観測データから管網の被害状況を一次予測する。また、各被災現場からのデータを入力することにより、その時点での管網の被害状況を再予測する。
	(e)被害状況表示 各被災現場からの被害データを集計・編集し、必要に応じて表示する。また、リクエストに対して、被害状況を情報配信システムを経由し照会できる。
	(f)復旧状況表示 各被災現場の復旧データを集計・編集し、必要に応じて表示する。また、リクエストに対して、復旧状況を情報配信システムを経由し照会できる。
(4)情報配信	(a)災害情報サービス 災害時支援システムにおける管網被害予測のほか、被害状況・復旧状況・緊急時給水状況を配信する。また、被災地における給水場所、その状況を配信する。
	(b)安否情報サービス 関係者にかかわる安否情報を集計し、リクエストに応じて配信する。
(5)画像・映像	(a)画像・映像 災害現地状況として静止画で収集した映像を、監視制御用CRT及び災害対策検討用のAVシステムに映し出す。
	(b)会議支援 災害対策会議用に、出先事務所とのテレビ会議機能を持つ。

集中監視制御システム

機 能	内 容
(1)集中監視制御	(a)施設監視制御(管理センター) 管理センターにおいては、CRTや監視卓に収集した設備の状態や計測値を表示するとともに、ポンプ・バルブ等の手動制御を行う。CRTでは、水系図やスケルトンのほか、計測値のトレンド表示、バググラフ指示計表示等を行う。また、必要に応じ、大型ビデオプロジェクタにはCRTの表示画面と同じ画面を表示することができる。異常・故障発生時はブザー、チャイム又は音声警報等による警報出力を行う。また、主要浄水場においては、CRTによって管理下にある孫局に対して管理センターと同様の監視制御を行う。
	(b)計測、表示データ収集・制御 管理センターから全子局(孫局分も含む。)に対する計測、表示データ収集・制御出力を行う。また、主要浄水場において当該浄水場管理下にある孫局に対するデータ収集・制御出力を行う。
	(c)情報処理 水道施設運用管理にかかわる各種データ加工、保存処理を行う。
	(d)帳票作成 管理センターにおいて、収集したデータから各種帳票(日・月・年報等)を自動作成する。また、運転記録及び状態変化異常・故障の発生復旧の記録(イベント記録)を保存し、要求に応じて期間・局・項目等によって検索して、CRT表示又は印字出力を行う。
(2)運用支援	(a)知識支援 運転員に対して、数値解析や知識データベースによるデータ提供・支援ガイダンスを行う。短期需要予測処理、流量調整(水配分)計画支援、ポンプ運転計画支援、圧力制御支援、事故時対応支援、管網状態推定等がある。
	(b)運転代行 運転員の操作を一部代行する。自動制御、スケジュール制御等がある。
(3)施設管理	(a)施設管理 排水管路情報管理として、管路情報管理処理、台帳管理処理、地図管理処理、整備・補修のためのデータ管理処理を行う。
(4)情報配信	(a)情報配信 集中監視制御システムで収集したオンラインデータ、トレンド、帳票データ又は運転支援システムで作成した各種データを配信する。



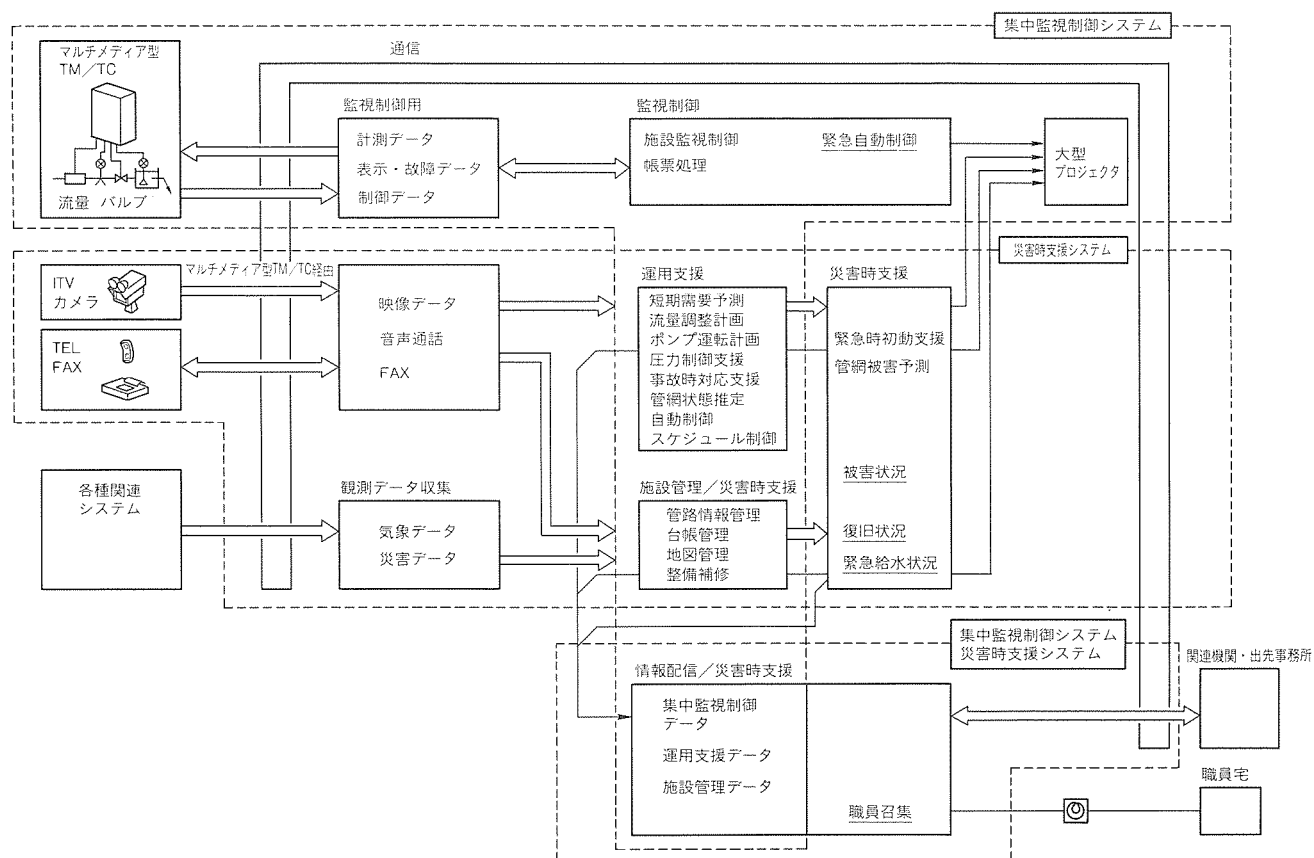


図5. 上水道防災情報システムの機能フロー

される。それらの構成を図3に、その詳細を表4に示す。また、上水道防災情報システムの全体構成を図4に、上水道防災情報システムの機能フローを図5に示す。

## 5. その他の留意事項

### (1) 機器の据付け

機器の据付けは耐震アングルなどで固定すること、卓上設置機器は耐震固定することが必要で、また配線は、震動による断線やコネクタ破損等を防ぐため、余裕を持った施工が肝要である。

### (2) 電源の確保

非常時用自家発電機やバッテリー、及び冷却装置の日常の点検・整備は重要で、さらに、最低限の運転時間を確保できる燃料の貯蔵も忘れてはならない事項である。

### (3) 運用

緊急時に定常の操作員が確保できない場合でも、必要な運転が行えるように運転の簡略化・自動化を考慮しておくことが重要で、かつ、日常の運転・運用、及び非常時用の訓練も必要不可欠である。

## 6. むすび

本稿では、上水道防災情報システムについて、阪神大震災

の経験を基に検討し、震災に強い水道づくりの一助となる防災情報システムのあるべき姿の一つの例を紹介した。

今後とも、更に強い水道づくりを目指して最適なシステムの提案に努力していく所存である。

## 参考文献

- (1) 兵庫県ニューメディア推進協議会：災害時における情報通信のあり方に関する研究（1995）
- (2) 自営無線ユーザ協会事務局：特報 阪神・淡路大震災（1995）
- (3) 吉原秀樹，中島弘善，前永敏郎：上下水道における情報伝送システム，三菱電機技報，66，No.8，802～805（1992）
- (4) 若月秀樹，米本孝二，石崎 貴，森 研一：上下水道における設備情報管理システム，三菱電機技報，66，No.8，819～821（1992）
- (5) 今井直治，金子訓士，岸田和之，森田俊二，今飯田哲：東京都防災情報システム，三菱電機技報，66，No.5，581～588（1992）
- (6) 北村英久，日方俊幸：三菱防災情報システム，三菱電機技報，63，No.9，738～743（1989）

# 福岡市水道局水管理センター納め 配水調整システム

斎藤素直\* 後藤隆久\*  
川北 誠\* 野々山めぐみ\*  
前田和男\*

## 1. ま え が き

長期間の給水制限を教訓として昭和 56 年に導入された福岡市水道局の配水調整システムは、その後も、管路拡張及び配水管理の強化に伴い、年々配水調整機器が新設され、給水能力の増強に貢献してきた。送配水設備の強化がますます必要となるが、従来のシステムでは容量と能力の限界に近づいてきたため、より一層のデータ処理能力の向上、信頼性の向上、よりきめ細かな水運用を行うための支援機能の充実などを目的として、水管理センターに設置された中央監視制御設備の更新を行った。

このシステム設計に際しては、危険分散処理構成の採用、主要機器及び LAN の二重化による信頼性の向上、種々の水運用支援機能搭載、システム拡張への対応を柔軟にするシステムメンテナンス機能の充実など、配水管理機能の高度化を図った。

本稿では、このシステムの概要とその技術的特長について述べる。

## 2. システムの概要

福岡市水道局においては、浄配水場及び市内各所にテレメータ・テレコン子局を設置し、水管理センターにおいて市内全域の配水調整を行っている(図 1)。水管理センターでは、市内を 21 の配水区分画に分割し、12 か所の浄配水場の水位・流量データのほか、市内 110 か所の水圧及び 63 か所の流量を監視し、148 か所の電動バルブを制御することにより、配水管網内の流量・圧力調整を行っており、1 日の電動バルブの制御は全体で 4 千回に及んでいる。市内の区分画分割と主要施設の配置を図 2 に示す。

このシステムは、市内への安定給水に重要な役割を果たしており、高い信頼性とオペレータの使いやすさが求められている。また、管網の変更やテレメータ子局追加への対応が容易にできる柔軟性が必要である。

このシステムの特長を以下に示す。

### (1) 信頼性の向上

各装置に処理機能を分散することによって装置異常によるシステムダウンの危険分散を図り、各処理装置間を結ぶ LAN を二重化している。また、システムとして基本的な処理を行う信号変換装置とデータ処理装置を二重系として、信頼性向上を図った。さらに、万一に備え、通常の処理系とは

別に独立したバックアップ系を設けた。

### (2) オペレータの負担軽減

管網の複雑化に伴い、電動バルブ操作を行うオペレータに要求されるノウハウは非常に高度なものとなっている。今後一層増大することが予想されるオペレータの負担を軽減するため、運転の支援を行う水運用支援機能を設けた。

### (3) 管網変更への柔軟な対応

管網は年々変化し、センサや電動バルブの追加に伴うデータ追加やテレメータ・テレコン子局追加も毎年行われている。こうした変化に柔軟に対応するため、システムメンテナンス機能を設けた。これにより、データの変更、水系図や帳票の変更が CRT からの操作によって容易に行える。

また、従来全市のデータ表示に使用していた監視盤の代わりに、3 面マルチ構成の大型ビデオプロジェクタを全市データ表示装置として採用することにより、全市データ表示もシステムメンテナンスによる変更を可能とした。

## 3. システムの構成

このシステムの構成を図 3 に示す。

### (1) ハードウェアの特長

- (a) テレメータ・テレコン (TM/TC) 親局と接続する信号変換装置は 32 ビット CPU 搭載の MELFLEX 340 であり、最大 25 系統の同時制御 (手動制御とスケジュール制御の合計) が可能である。
- (b) LAN 及び主要な装置を二重化しており、システム信頼性が高い。

### (2) ソフトウェアの特長

- (a) データは、クライアント/サーバ方式による一元管理

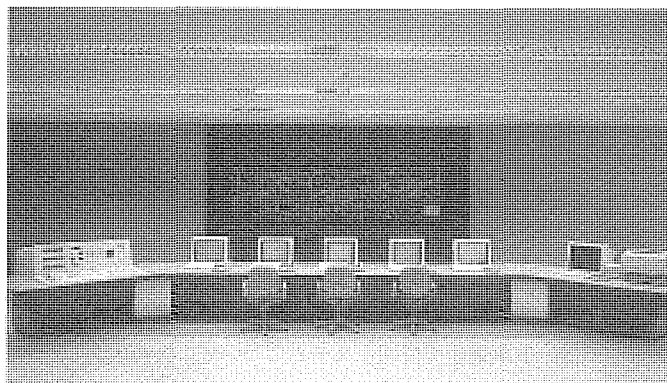


図 1. 中央コントロール室全景

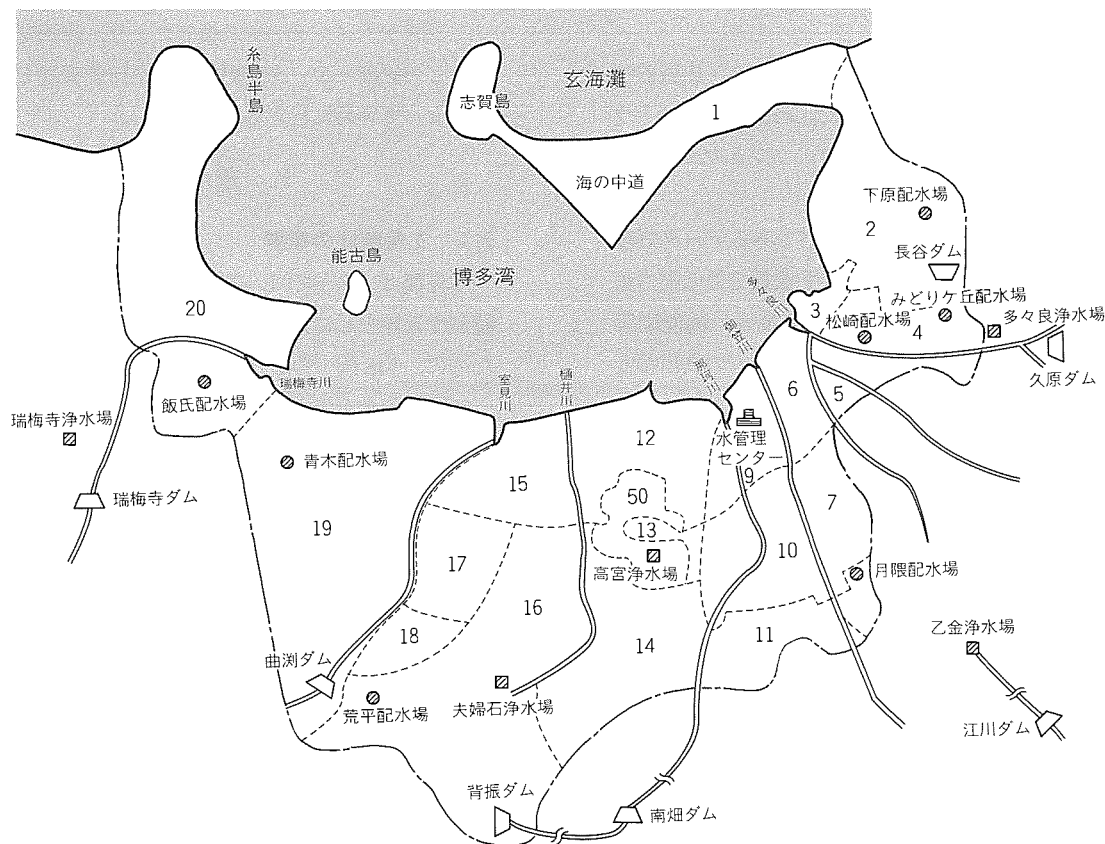


図 2. 市内区画分割及び主要施設配置

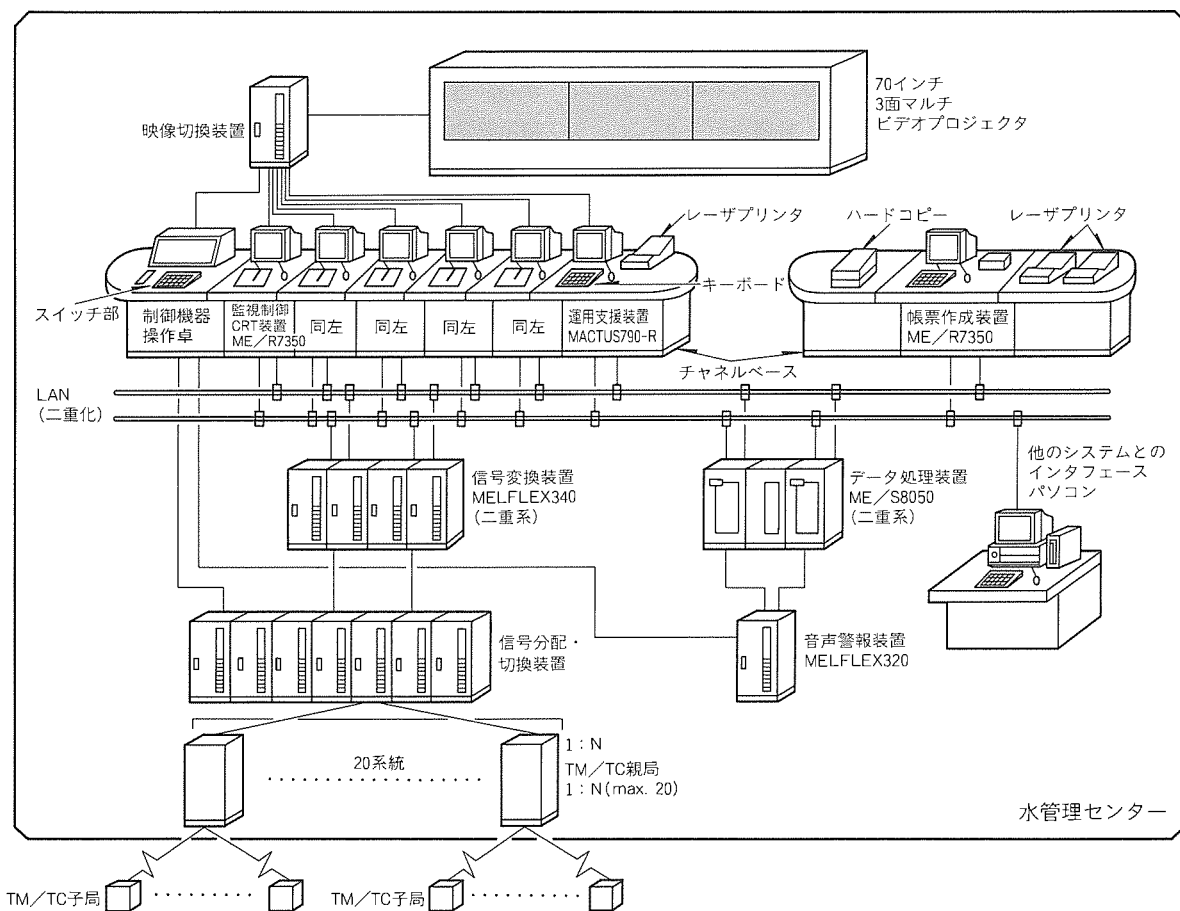


図 3. システム構成

を行っている。

(b) LAN 通信や運転管理等の基本的な機能を、広域監視制御用ミドルウェアによって実現した。各装置のソフトウェアが共通基盤の上に構築されており、ソフトウェアのメンテナンスが容易である。

(c) 処理分散及び縮退運転機能（サーバであるデータ処理装置の両系ダウン時も、監視制御 CRT 装置で最低限の監視制御が可能。）、5 台の監視制御 CRT 装置の機能同等化（相互にバックアップ可能。）によるシステムの高信頼度を図っている。

(d) リレーショナルデータベース採用により、高速のデータ検索が可能である。

(e) システム定義情報（監視制御対象項目、演算、表示処理内容など）のデータベース化により、ユーザオープン機能（システムメンテナンス機能）での操作性向上を図っている。

#### 4. 監視制御機能

監視制御機能の一覧を表 1 に示す。また、このシステムにおける監視制御機能の特長を以下に示す。

(1) マルチウィンドウ構成により、1 台の監視制御 CRT 装置で同時に最大 4 枚の画面が表示可能であり、制御をする際に時系列グラフを参照するなど、各画面の情報を関連付けて、より有効に活用できる。

(2) アナウンスメントの蓄積・検索機能により、必要な情報のみを選択して表示・印字できる。これにより、すべてのアナウンスメントを印字することの無駄を省き、必要なデータの取り出しが容易となる。

(3) システムメンテナンス機能により、管網変更や子局新設時などの画面・データ変更が、帳票作成装置 CRT からの操作によって容易に行える。

#### 5. 運用支援機能

##### 5.1 支援機能の概要

水管理センターでは、各浄水場の取水計画に基づき、かつ時刻や天候などによって時々刻々変化する需要を満足させるために、148 個（平成 7 年 6 月現在）に及ぶ電動バルブによって福岡市全市の水量・水圧調整を行っている。

今回、大規模かつ複雑化する配水系統における給水の安定性、配水圧力の均等化、及び維持管理の容易化を目指した運用支援機能により、これらの操作への支援を可能にし、オペレータの負担軽減を図った。

主な機能は、需要予測支援、配水計画支援、水運用支援（管網解析機能）、バルブ操作支援（運用知識ベース）、事故時対応支援及びスケジュール制御である。

図 4 に運用支援機能の全体フロー概要を示す。

##### 5.2 需要予測支援

午前 9 時の時点で、当日の全市の日配水量及び時間配水量を、天候・曜日・最高気温等の要因に基づいて、パターンマッチングによって予測する。天候については、当日のみならず、雨が 1～2 日続いた後の晴れの日なども考慮できるようにした。

この予測のとき、同一の要因を持つ過去の実績データの中から、当日の 6 時から 9 時までの累積需要量に最も近い累積需要量を持つ過去のデータを照合・検索して求める。

この機能では、任意の正時で、上記と同様の手順によって

表 1. 監視制御機能一覧

機 能	概 要
水系図表示	全市配水状況図、区画別水系図、地区別幹線水系図、3 分割全市水系図（大型表示装置表示用）上へのデータ、火災発生位置（手動設定）表示。管路の管径別、系統別色分け表示
制 御	設定値制御（弁開度）、On/Off 制御（自動/手動、開/停/閉）
時系列表示	1 分データ、正時データによるトレンドグラフ表示、リスト表示
現在値/設定値表示	圧力・流量リスト、浄配水場リスト、全浄配水場累計リスト、弁開度/状態リスト上への圧力・流量・弁開度現在値、上下限設定値（圧力・流量）、開度設定値のリスト表示・棒グラフ表示及び上下限設定値・開度設定値変更
異常故障一覧	発生中異常・故障一覧表示
システム監視	中央設備・テレメータ設備の状態表示
警 報 出 力	ブザー、チャイム、音声警報
日・月・年報	日・月・年報表示・印字、データ修正（日報）
アナウンスメント記録	警報記録・状態記録・操作記録の表示・印字（期間・項目種別等によって検索したデータを表示・印字。発生時の自動印字は行わない）
データ保存	1 分データ（当日＋過去 10 日）、正時データ（当月＋過去 1 年）、日報データ（当年＋過去 5 年）、月報データ（当年＋過去 5 年）、年報データ（当年＋過去 5 年）、アナウンスメント記録データ（当年＋過去 5 年）を固定ディスク内に保存。1 分データ、正時データは外部媒体（光磁気ディスク）に保存可能
異常・故障統計	期間別、機器別異常・故障発生回数・弁操作回数統計のリスト表示・棒グラフ表示及び印字
システムメンテナンス	テレメータ・テレコン子局の新設・廃止、項目の追加・削除等に伴う設定変更、水系図変更、帳票変更等を CRT 画面からの操作で実行可能
バックアップ監視制御	制御機器操作卓から弁 1 台ずつの監視制御を実行可能（処理系ダウン時のバックアップ）
通 話	テレメータ・テレコン子局との通話（監視制御と切換え）

条件の類似した過去のデータを検索し、それを当日のデータに基づいて修正を行うことができる。

また、このほかにも、重回帰分析によって当日の全市の日配水量を予測することもできる。

### 5.3 配水計画支援

前述の全市配水量の分配では、各浄水場の取水計画と、先の全市の日配水量で選択された日の各浄水場別の時間配水量実績値に基づいて、浄水場ごとの時間配水量を求める。固定された日計画値を持つ浄水場についてまず展開し、残りの日計画値が固定されていない浄水場については、全市の日配水量の残りを日計画値に応じて比例配分する。これらの値は、各浄水場の日計画値どおりに時間配水するための流量調整の指標となる。

なお、前述の全市配水量が修正された場合、同様にして浄水場ごとの配水量も修正される。

次に、先に予測された全市配水量に応じてあらかじめ定められている各浄水場の日計画値の配水をするために、各浄水場間の水の相互融通を図る。このとき、関連する主要な配水主管に設置された流量調整バルブの開度計画について、これまでの経験に基づく運用知識ベースを用いてガイダンスを行

う。

求められたガイダンスは、後述の水運用支援管網シミュレーション機能で目安としての確認をすることができる。

### 5.4 水運用支援

流入流量と圧力を設定することにより、各節点の需要量を定められた需要分布比率によって決定し、配水管網内のすべての管の流量と圧力を求めることができる管網シミュレーション(図5)がある。

管網モデルとして、基本的には、市内の配水管網の中の直径400mm以上の管と、電動バルブ、流量計、圧力計についてモデル化した。規模は節点数にして約1,000個程度である。

管網シミュレーションの計算結果は、グラフィックとして表示された管網図上で確認することができる。また、管の追加・変更などの管網モデルの変更についても、CRTに表示される管網図上で行うことができる。図6に全体管網図の表示を、図7に計算結果の表示を、また、図8に管特性変更時の表示を示す。

なお、計算結果は光磁気ディスクで保管・再生が可能である。

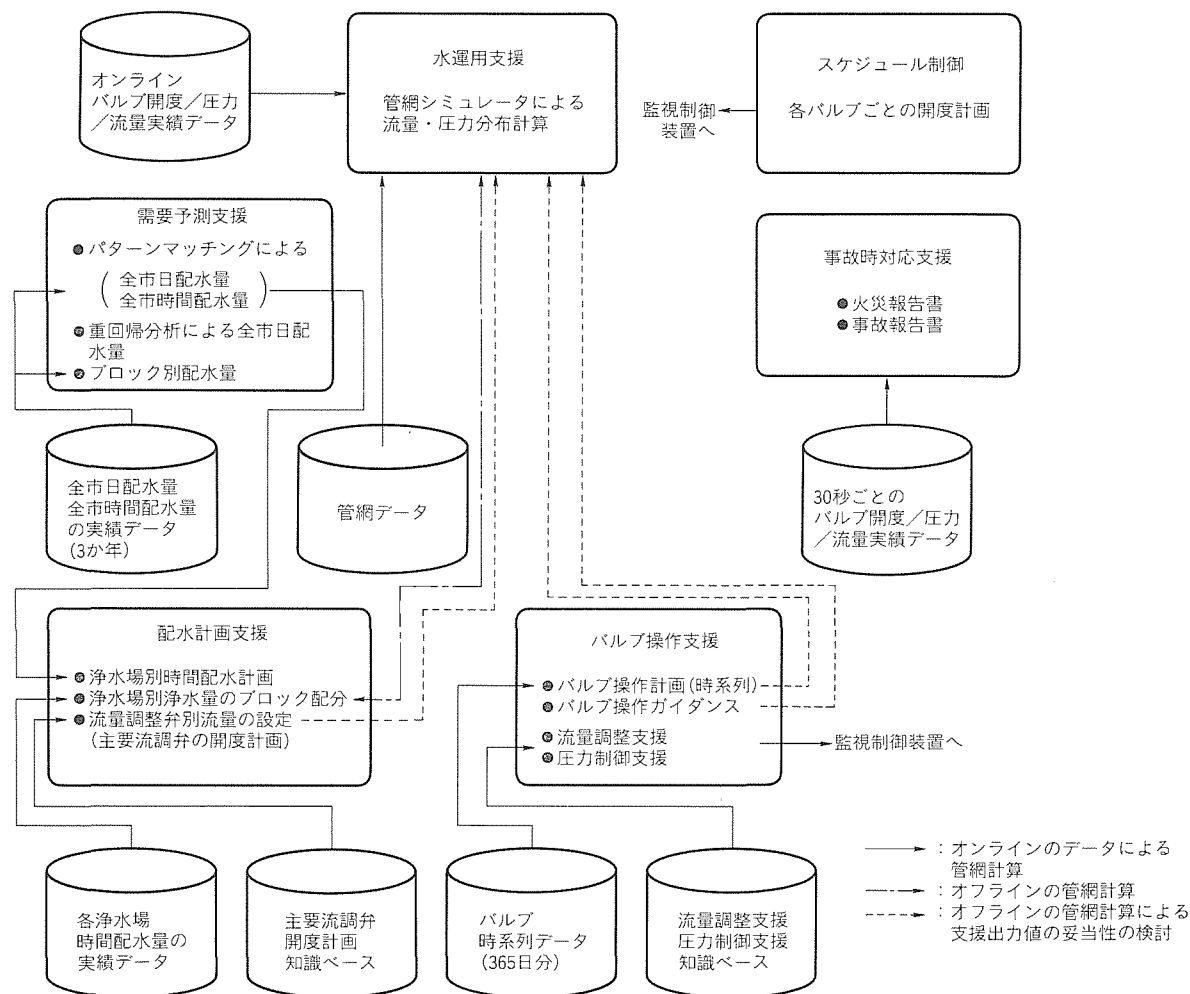


図4. 運用支援機能全体フロー概要

## 5.5 バルブ操作支援

浄水場や配水池から単一又は複数の区画へ配水する配水主管に設置された流量調整バルブや、注入管に設置された圧力調節バルブについて、バルブ操作計画の支援とバルブ操作ガイダンスを行う。

バルブ操作計画は、天候・最高気温等の要因に基づいて過去のデータを検索し、さらに当日の各浄水場の取水計画に最も近い日配水量を持つデータを表示し、主として水融通を行う流量調整バルブについて、当日のバルブ操作計画の支援を行うものである。

バルブ操作ガイダンスは、各バルブの操作に関する過去の経験に基づく運用知識をルール化して運用知識ベースとして計算機内に格納し、必要なときに迅速に取り出してガイダンスを行うものである。ガイダンスは毎分更新される。

運用知識ベースは流量調整支援と圧力制御支援に分かれており、全市だけでなく、浄水場の系統別・配水区画別にそれ

ぞれ実行できるようになっている。

図9に、運用知識ベースの構成について示す。

流量調整支援の運用知識ベースは、当日の需要予測及び配水計画で求められた各浄水場の配水計画に基づいて浄水場間で水融通を行うものである。この水融通に応じて、流量調整バルブの開度が過去の経験に基づいて決定される。

圧力制御支援の運用知識ベースは、各配水区画別に指標となる圧力計があり、この圧力を適正に保つものである。圧力調節バルブの配水区画に対する位置によって、区画全体又は東西南北など、局所的箇所などその影響を及ぼす範囲が異なる。圧力の状況に応じて区画全体の圧力を調整する、又は、局所的な圧力を調整するなど、過去の経験に基づいて圧力調節バルブの開度が決定される。

バルブ操作支援結果については、前述の水運用支援管網シミュレーション機能により、目安として確認することができる。

## 5.6 事故時対応支援

本管レベルの管路破損事故や火災発生時に、過去の類似事故事例を検索して表示できる。

管路破損や火災事故に際し、事故の原因、事故処理経過(断水、洗管、復旧や昇圧操作)、及び関連するキーワード

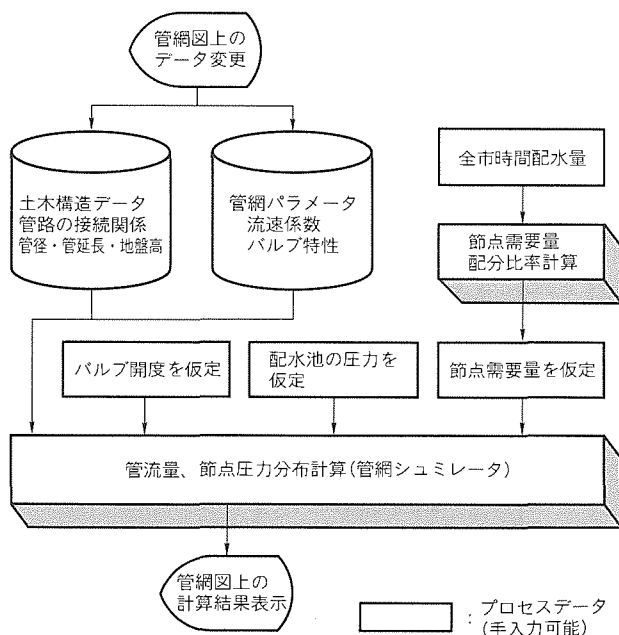


図5. 管網シミュレーションの構成

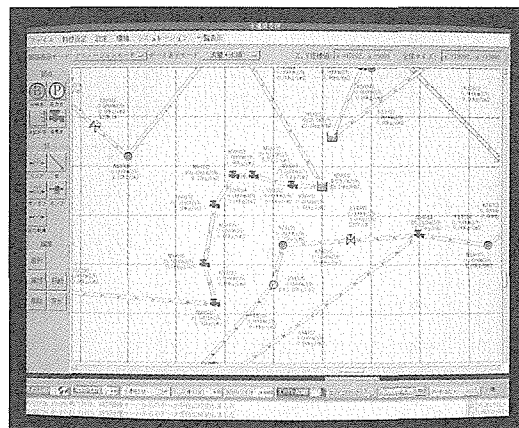


図7. 計算結果の表示例

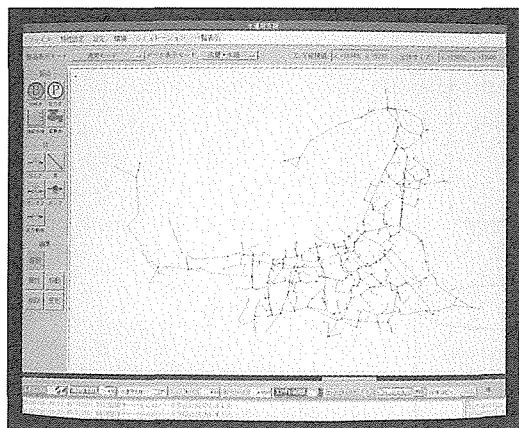


図6. 全体管網図の表示例

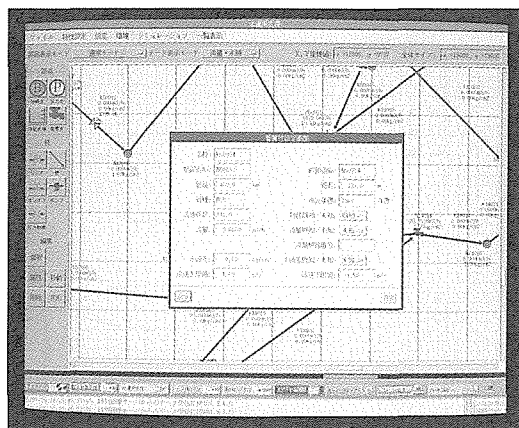


図8. 管特性変更時の表示例

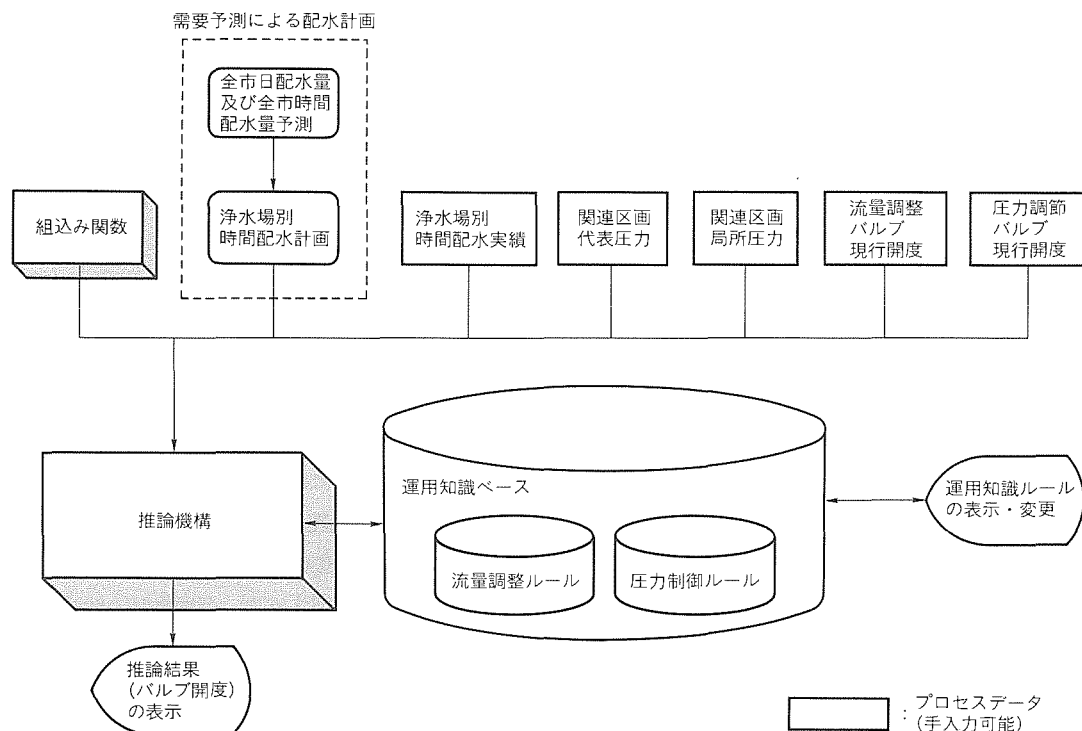


図9. 運用知識ベースの構成

などをデータベースに保存する。

また、保存されている事故事例を必要に応じて迅速に検索・表示し、事故発生時の迅速な対応への支援を行う。事故事例は光磁気ディスクに保存し、過去のデータの保存・再生も可能である。

### 5.7 スケジュール制御

スケジュール制御とは、電動バルブの開度の変更を数段階に分けて行う際に、最初に条件を設定することで操作が必要になった時刻に設定開度制御を自動的に実行し、オペレータの負担を軽減するものである。

電動バルブは、通常、朝の需要を賄うため、ピーク時の前に配水池に近い上流側の流量調整バルブから順に開け、配水主管を昇圧しておく。次に、圧力調節バルブについて配水区画全体に影響を及ぼすものから局所的影響力を持つものへと順に開けていき、各区画全体を昇圧して、朝の急激な需要の立上りに対応している。夕方のピーク時にも同様の操作を行う。

逆に需要が落ち着く昼間や需要のほとんどない深夜につい

ては、電動バルブを開けていくのとは逆に順に閉め、漏水を最小限にとどめるようにしている。

福岡市には電動バルブが148個あり、これらバルブの開閉手順を手際よく短時間で実行する必要がある。ある時間帯について動作が比較的固定しているバルブについては、この機能によって自動的に設定開度制御を行って、オペレータの負担を軽減している。

## 6. む す び

福岡市の配水管網は今後も拡張され、複雑化していくことが予想される。その中であって、市内全域に常に安定した水供給を行うために、配水調整システムの果たす役割はますます重要なものとなる。限りある水資源の有効活用と、円滑かつ安定した配水の維持を支援するため、今後とも配水調整システムの充実に、より一層努力していく所存である。

なお、このシステムの設計・施工・調整に当たり、多大な御指導及び御協力をいただいた福岡市水道局の関係各位に、深い敬意と謝意を表する。

# 上下水道オゾン高度処理システム

本多敏一\* 河相好孝\*\*\*  
江崎徳光\* 久川義隆+  
廣辻淳二\*\*

## 1. ま え が き

当社がオゾン発生装置とオゾンによる水の高度処理技術の開発に着手して 1/4 世紀を経た今日、環境改善対策への取組が最重要視されている。その中でオゾンによる処理技術は、その強力な酸化力や殺菌力による水浄化能力と環境に対する安全性（最終的には分解して酸素に戻る。）から、高度処理技術として最も大きな注目を集めるようになった。

例えば、上水分野では、都市部を中心に全国で 2,000 万人以上がカビ臭による異臭味に悩まされ、さらに、塩素消毒によって生成されるトリハロメタン、農薬、有機塩素系洗浄剤などによる健康上への懸念などの問題が生じている。

行政サイドでは昭和 32 年に制定した水質基準を 35 年ぶりに改訂し、新たに異臭味、有機物、消毒副生成物、農薬など、健康や快適性に関連する物質の規制を強化するとともに、昭和 63 年から補助金制度を創設し、オゾンを含めた高度処理設備の普及促進を図ってきている。

現在、30 か所の事業体で設備が導入されているが、全国で対象とされる事業体数に対する導入比率はまだ低く、今後一層の導入促進が期待されている。

一方、下水分野では、富栄養化や生分解性の低い農薬や有機塩素系洗浄剤、また放流水の塩素消毒によって生成する塩素化合物などで水圏の環境問題が深刻化しつつあると同時に、慢性化しつつある水不足の解消に向けた再利用や、河川・公園の親水用水や修景用水、また冷暖房の熱源としての利用など数多くの利用が検討されている。行政サイドでも快適で潤いのある生活環境及び清らかな公共水域の創出へ向けた下水道整備の推進を目的として、下水道整備 5 か年計画の目標が設定されている。

当社では、公害処理や環境改善にオゾンが有効であると考え、社会的使命として今日までオゾン技術の一層の開発、普及に努力し続けてきている。

この論文では、上下水分野におけるオゾンを用いた高度処理システム技術を紹介するとともに、最新の水再生技術の開

発実用化に関する検討結果の一端を報告する。

## 2. 上水分野のオゾン高度処理システム

### 2.1 水道事業における高度浄水処理設備の現状<sup>(1)</sup>

我が国の水道におけるオゾン高度浄水処理設備の実施例を表 1 に示す。処理目的としては、カビ臭除去のほか、色度、鉄・マンガン除去に採用されている。最近では、トリハロメタンなどの消毒副生成物、有機物質の低減などを目的に導入する浄水場が増えている。

オゾン注入率については、カビ臭、トリハロメタン前駆物質や有機物などの除去を目的とする浄水場で、2～4 (mg/ℓ) の範囲で計画されている。また、オゾン反応槽での反応時間は、10 分程度の接触時間を必要とする浄水場が多い。

高度浄水処理フローは、処理対象水質の種類、濃度、浄水場の敷地、既設の凝集沈殿地、砂ろ過池などの配置によって異なるが、オゾンの注入地点を凝集沈殿処理後とすれば、オゾン注入率は低減され、水質改善効果は大きくなる。一般的な処理フローを図 1 に示す。

### 2.2 オゾン処理設備事例における水質改善効果の概要

オゾンを中心とした高度浄水処理設備を導入し、実運用を行っている各事業体から発表された報告などから、代表的な水質の改善効果の概要を以下に示す。

#### (1) カビ臭の除去

東京都金町浄水場と香川県飯山町楠見池浄水場の報告事例を図 2、図 3 に示す<sup>(2)(3)</sup>。

各処理工程での低減率は、金町浄水場では、凝集沈殿池で 24.7%，オゾン処理で 65.7% であり、生物活性炭 (BAC) 処理ではカビ臭をほとんど感知しないレベルとなっている。また、楠見池浄水場での累積除去率は、急速ろ過で 31.9%，オゾン処理で 91.9%，生物活性炭処理で 98.9% であり、異臭味は完全に除去されている。全国的には、オゾン単独処理でもカビ臭は 80～90% の除去率が得られている。カビ臭除去を目的とした場合、オゾン注入率は 0.7～1.5 mg/ℓ で運転され、オゾン処理設備の電力費は 0.7～1.3 円/

- |   |
|---|
| ①原水 → 凝集沈殿 → 砂ろ過 → オゾン処理 → 活性炭処理 → 後塩素処理        |
| ②原水 → 凝集沈殿 → オゾン処理 → 活性炭処理 → 砂ろ過 → 後塩素処理        |
| ③原水 → 生物酸化 → 凝集沈殿 → 砂ろ過 → オゾン処理 → 活性炭処理 → 後塩素処理 |

図 1. 高度浄水処理フロー



m<sup>3</sup>程度となっている。

## (2) トリハロメタンの低減

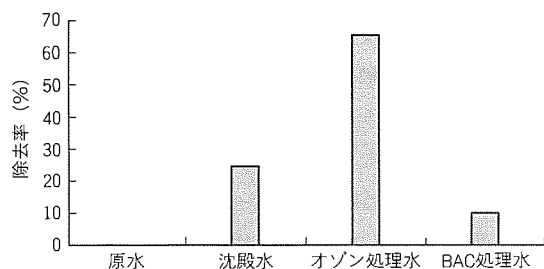
楠見池浄水場及び沖縄県企業局北谷浄水場の事例を図4、図5に示す<sup>(3)(4)</sup>。

楠見池浄水場の運転結果では、高度浄水処理によって原水と比較して約90%低減しており、北谷浄水場での累積除去率では、急速ろ過で31%、オゾン処理で60%、生物活性

炭処理後は75%まで低減している。

図6は阪神水道企業団猪名川浄水場における処理状況であるが<sup>(5)</sup>、トリハロメタン生成能は処理システム全体で71%が除去されている。

## (3) 有機物の低減



2-MIB: 2-メチルイソボネルネオール

図2. 東京都金町浄水場処理工程別2-MIB除去率

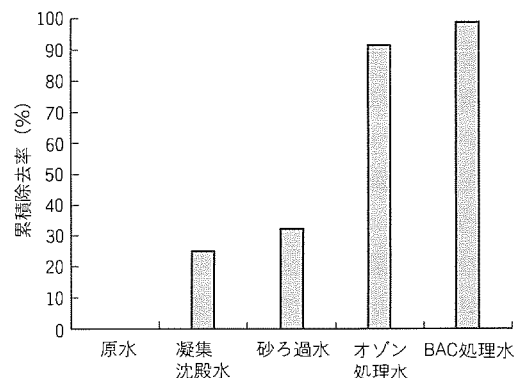


図3. 香川県飯山町楠見池浄水場処理工程別2-MIB累積除去率

表1. 水道事業体におけるオゾン処理設備の概要

水道事業体	浄水場	水源の種類	処理対象物質	一日最大処理水量 (m <sup>3</sup> )	オゾン最大注入率 (mg/ℓ)	オゾン反応時間 (min)	運転開始年月
尼崎市	神崎	河川水	カビ臭	86,000	2.5	3.2	1973.5
倉敷市	片島	河川水	カビ臭	25,000	2.9	3.3	1974.10
兵庫県社町	広沢	ダム水	カビ臭	3,000	2.0	20.0	1975.6
千葉県	柏井	湖沼水	カビ臭	409,000	2.0	10.0	1976.4
茨城県利根町	利根町	地下水	色度	6,000	5.0	20.0	1977.4
奈良県	桜井	ダム水	カビ臭	127,200	2.0	3.3	1977.9
札幌市清掃工場	篠路	地下水	色度・有機物	1,000	60.0	33.6	1979.4
福岡県福岡市	東部	ダム水	カビ臭	13,500	3.0	15.0	1983.4
千葉県成田市	豊住	地下水	色度	2,000	2.5	5.0	1985.12
千葉県成田市	豊住(増設)	地下水	色度	2,000	2.5	5.0	1990.10
千葉県長南町	工場団地	地下水	色度	1,600	5.0	20.0	1987.4
日光市	丸山	湖沼水	カビ臭	1,680	2.4	12.0	1987.7
日光市	二荒	湖沼水	カビ臭	750	2.4	12.5	1987.7
稚内市	大規模草地	河川水	色度	10	14.4	18.2	1990.12
香川県飯山町	楠見池	ダム水	カビ臭	2,250	3.0	11.5	1991.4
沖縄県企業局	北谷	ダム水・ほか	トリハロメタン・ほか	194,000	4.0	10.0	1992.6
東京都	金町	河川水	カビ臭・トリハロメタン	260,000	3.0	18.0	1992.6
和歌山県高野町	高野山	河川水	色度	3,700	3.2	10.0	1992.8
千葉県	福増	ダム水	カビ臭・トリハロメタン	90,000	4.0	10.0	1993.4
阪神水道企業団	猪名川	河川水	カビ臭・トリハロメタン	320,000	3.0	8.3	1993.5
香川県白鳥町	入野山	ダム水	カビ臭	3,000	2.9	11.5	1993.5
千葉県長門川水道企業団	前新田	河川水	カビ臭	8,640	3.0	10.0	1994.4
大阪府	村野階層	河川水	カビ臭・トリハロメタン	550,000	2.2	10.0	1994.7
千葉市原市	新井	ダム水	カビ臭・トリハロメタン	10,000	4.0	12.0	1995.2
千葉県我孫子市	湖北台	地下水	色度	19,600	3.0	15.0	1995.3
福島県郡山市	荒井	ダム水	カビ臭	27,250	3.0	15.0	オゾン設備完了
岡山県川上町	麦の草	ダム水	カビ臭・トリハロメタン	950	5.1	14.5	建設中
京都府企業局	宇治	ダム水	カビ臭	103,680	1.0	15.0	建設中
大阪府吹田市	泉	河川・井戸水	カビ臭・トリハロメタン	49,000	3.0	11.4	建設中
大阪府枚方市	中宮	河川水	カビ臭・トリハロメタン	130,000	2.0	10.0	建設中

水質汚濁が進んでいる河川や湖沼では、有機物濃度が増大する傾向にある。最近では、トリハロメタン生成能との相関が分かっており、改正された水質基準では従来と同じく過マンガン酸カリウム消費量値で  $10 \text{ mg/l}$  以下とされているが、より高い品質の水道水を供給する目的で設定された快適水質項目では  $3 \text{ mg/l}$  以下と重要視されている。

図7に北谷浄水場での過マンガン酸カリウム消費量の累積除去率を示すが<sup>(4)</sup>、原水と比較してオゾン処理で約66%、オゾン処理と活性炭処理の併用では80%も減少する結果を得ている。

以上、主要な水質項目についての改善効果の状況を示したが、“より安全で、おいしい水”を供給できることが確認され、多くの水道事業者でオゾンを中心とした高度浄水処理の採用が急がれるようになってきている。

### 2.3 オゾン注入制御法のシミュレーション検討

#### (1) 検討した制御方式

オゾン高度処理プロセスでは、オゾン接触反応槽における高い吸収効率と反応効率の維持が大切で、流入負荷変動に応じた適切な運用制御法について、横流式オゾン接触反応槽のシミュレータを用いて動的な計算を行い、オゾン注入制御方式についての比較検討を行った。

検討した制御方式は、①オゾン注入率一定制御（流入水量

のフィードフォワード制御）、②排オゾン濃度一定制御（排オゾン濃度のフィードバック制御）、③溶存オゾン濃度一定制御（流出水溶存オゾン濃度のフィードバック制御）、また、比較のため④無制御（オゾン発生量一定）方式の4制御方式とした。

オゾン発生量は、オゾンガス流量一定で、注入オゾン濃度の制御とし、接触反応槽の各段への均等通気とした。なお、いずれの制御方式の場合も、注入率の制御目標値は  $1 \text{ mg/l}$  に設定した。接触反応槽は上下う（迂）流3段接触式で各段同一形状とし、接触部、反応部の容積比率は6:1、水深は6m、接触反応槽上部ガス高さは1mを想定した。流入条件は実際より大きな負荷変動とし、流入水量は $\pm 20\%$ 、流入水質は実測結果に基づいて擬一次反応速度定数値が  $5 \pm 1 \text{ l/h}$ 、変動周期が2時間の正弦関数の変動とした。なお、この条件での平均的な気液比、滞留時間はそれぞれ0.1、12分である。

#### (2) 検討結果

吸収、反応効率に影響を及ぼす流出水溶存オゾン濃度について検討した結果を図8に示す。

無制御の場合、流入負荷変動に対応して  $0.46 \sim 0.72 \text{ mg/l}$  で周期的に変動しているが、オゾン注入率一定制御では  $0.58 \text{ mg/l}$  程度でかなり安定しており、処理の安定

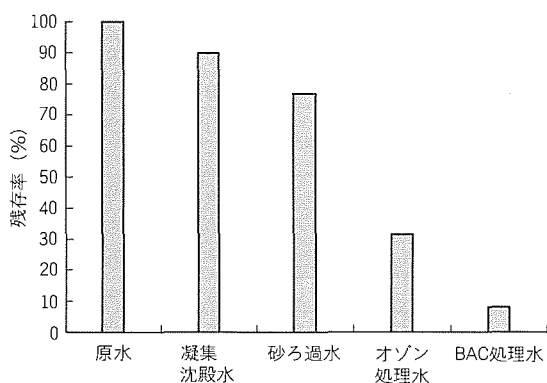


図4. 香川県飯山町楠見池浄水場処理工程別トリハロメタン前駆物質残存率

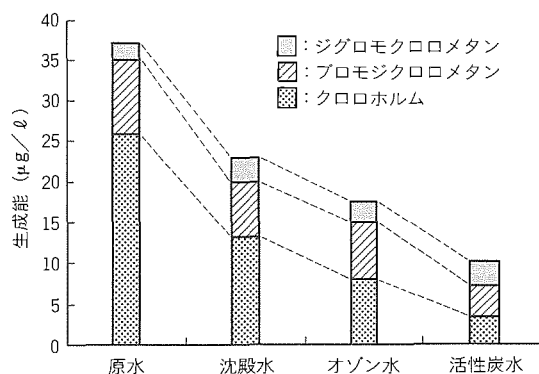


図6. 阪神水道企業団猪名川浄水場処理工程別トリハロメタン前駆物質の処理状況

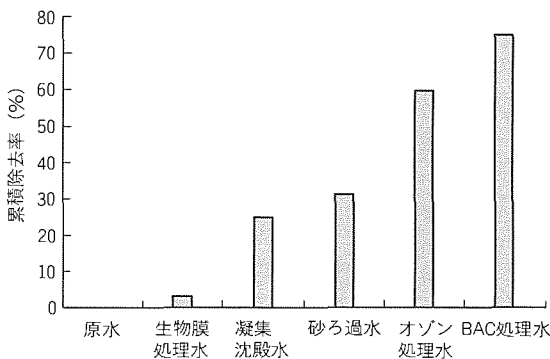


図5. 沖縄県企業局北谷浄水場処理工程別トリハロメタン前駆物質累積除去率

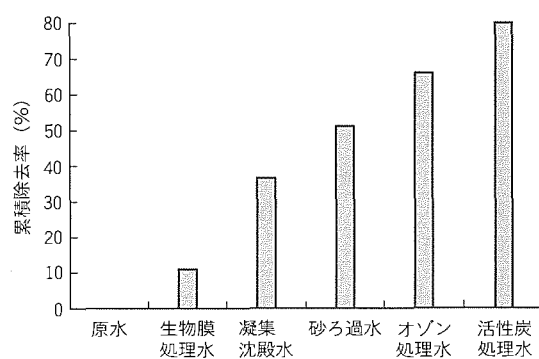


図7. 沖縄県企業局北谷浄水場処理工程別KMnO<sub>4</sub>消費量の累積除去率

化への効果が認められる。また、この制御には無駄時間がなく、流量計などの信頼性は高いので、現実的な制御と言える。排オゾン一定制御は、オゾン注入率一定制御に比べて若干変動幅は大きい。今回の条件では20分強の時間遅れがあり制御性が悪化しやすい傾向にあったが、負荷変動の大きい場合でも、流入水量をフィードフォワード項とすることにより、安定な制御が期待できる。

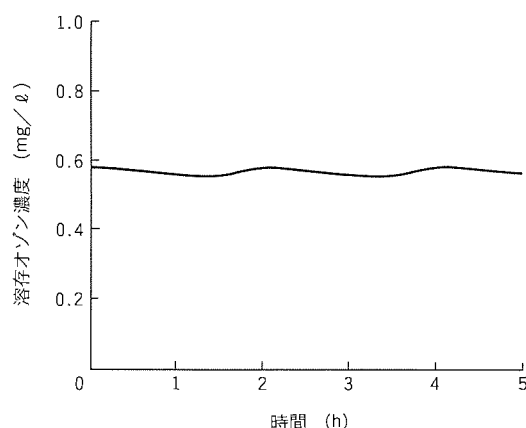
今回の検討では、溶存オゾン一定制御は変動幅が最も小さく、水質の安定化に最も効果があることが示唆された。溶存オゾン濃度の時間遅れは10分程度であり、上記同様、流入水量をフィードフォワード項として付加すれば、制御性はより安定なものとなる。しかし、溶存オゾン濃度計には汚れによる信頼性低下の問題があり、汚れに強い計測器の開発が待たれる。

### 3. 下水分野のオゾン高度処理システム

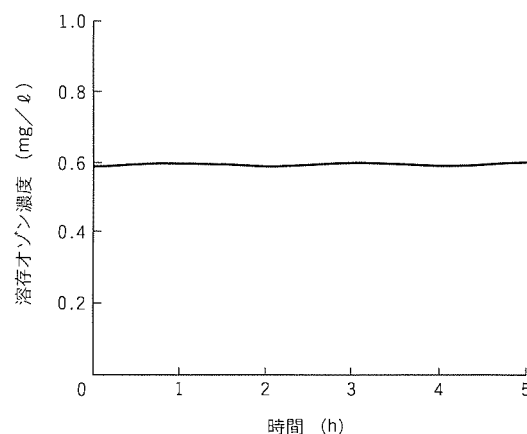
#### 3.1 下水高度処理の概要

経済発展や生活レベルの向上によって、水の消費量は今後ますます増大する傾向にある。国土庁の試算では、平成12年での生活用水量は210億 $\text{m}^3$ /年、工業用水需要は220億 $\text{m}^3$ /年、農業用水は630億 $\text{m}^3$ /年と予想している<sup>(6)</sup>。需要の地域的な集中や季節変動、淡水としての貯留の困難性を考えれば、取水可能な淡水量はほぼ限界にきている。ある程度まとまった水量があり再利用できる可能性を持つものとして下水処理水がある。平成5年度の全国下水処理水量は約110億 $\text{m}^3$ /年で、そのうち再利用されているのはわずか0.7%にすぎない。下水処理水を安定かつ有効な水資源とし、再利用するための高度処理技術が、至急の課題となっている。

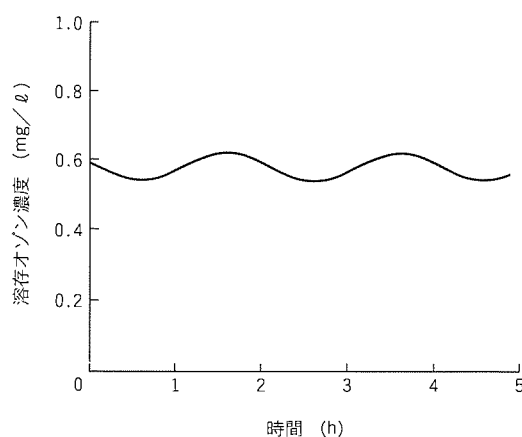
オゾンは殺菌、脱色、脱臭、有機物の酸化分解などの複合



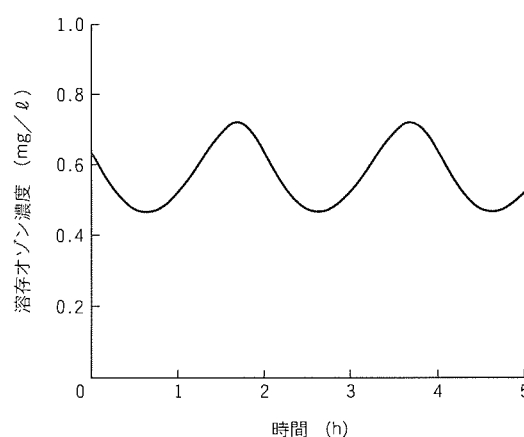
(a) オゾン注入率一定制御



(c) 溶存オゾン濃度一定制御



(b) 排オゾン濃度一定制御



(d) 無制御

図8. オゾン注入制御によるシミュレーション結果

- ①二次処理水(終沈水) → 砂ろ過 → オゾン処理 → 塩素消毒 → 中水道
- ②二次処理水(終沈水) → オゾン処理 → 放流
- ③二次処理水(終沈水) → 砂ろ過 → オゾン処理 → 修景・せせらぎ用水

図9. 下水オゾン高度処理フロー

表2. 維持管理費の比較

項目	次亜塩素酸ソーダ	オゾン
1 $\text{m}^3$ 当たりの脱色 処理単価(円/ $\text{m}^3$ )	44.8	8.6

的な水浄化機能を持つと同時に、塩素処理に比べてトリハロメタンのような有機塩素化合物の副生成物が生じない特長を持っており、今後の主要な水処理技術として期待されている。

現在、オゾンを用いた下水高度処理として実用化されているものは、殺菌、脱色、せせらぎ用水、親水・修景用水、中水道、熱源利用などで、その処理フローの概略を図9に示す。

表2に南大阪湾岸流域中部処理場のオゾンによる脱色を目的とした高度処理設備の維持管理費の実績を示すが<sup>(7)</sup>、オゾン脱色処理では次亜塩素酸ソーダによる処理に比べて約1/5の費用で処理されており、オゾン処理によって従来よりも経済的な脱色処理が行われている。

### 3.2 シミュレーションによるオゾン反応槽計画技術

下水処理水をオゾン処理する場合、一般的に上水に比べて反応速度が速く、多量のオゾンが必要で、亜硝酸やSS(浮遊物質)など反応を妨害する共存物質も多いため、処理効率を高めるにはオゾンとの反応速度を明らかにして、効率の良い反応槽の検討が重要である。

当社では、高効率なオゾン処理を目指し、反応速度や共存

物質の影響などについて検討してきた。ここでは、色度の非常に高い下水処理水の脱色実験によって反応速度を解析し、反応シミュレータを開発するとともに、これを用いて注入オゾン濃度、反応槽について検討した結果を述べる。なお、設定条件は、原水色度100度及び25度、処理目標色度10度とした。

#### (1) 反応槽の検討

完全混合流れ、押し出し流れ及び2～5個の完全混合槽列流れの場合の処理特性を図10に示す。完全混合流れでは押し出し流れよりも色度除去特性が悪く、混合特性を押し出し流れに近づける方が効率的に処理できる。これは完全混合流れの場合、流入した着色成分の一部が未処理のまま処理水に混入するためである。実設備では完全な押し出し流れを実現することは困難で、隔壁で仕切って完全混合槽を直列に配置することになるが、同図の特性から3個程度に仕切るのが適切と言える。

#### (2) 注入オゾン濃度

注入オゾン濃度と処理時間、排オゾン濃度の関係を図11～13に示す。注入オゾン濃度を高くすることにより、短絡

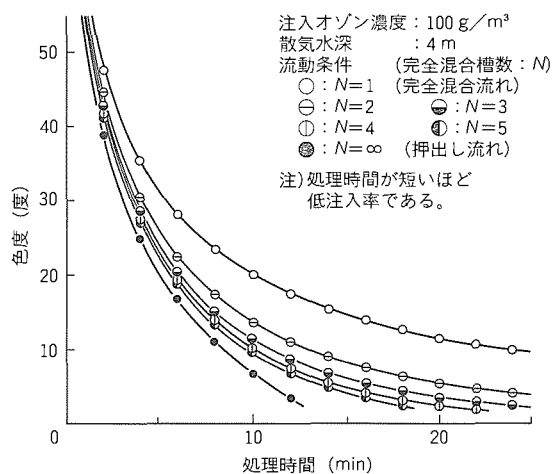


図10. 反応槽の混合条件による脱色特性の比較

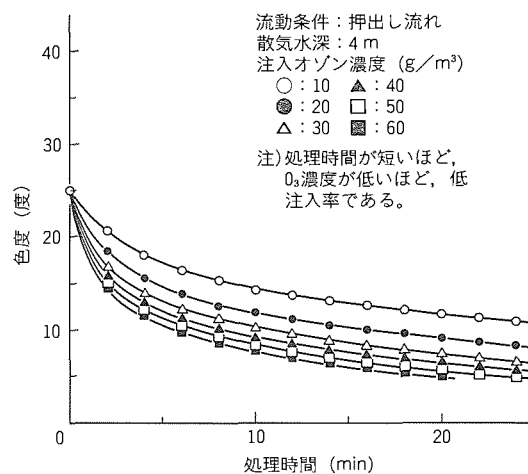


図12. 注入オゾン濃度による脱色特性 (低色度水の場合)

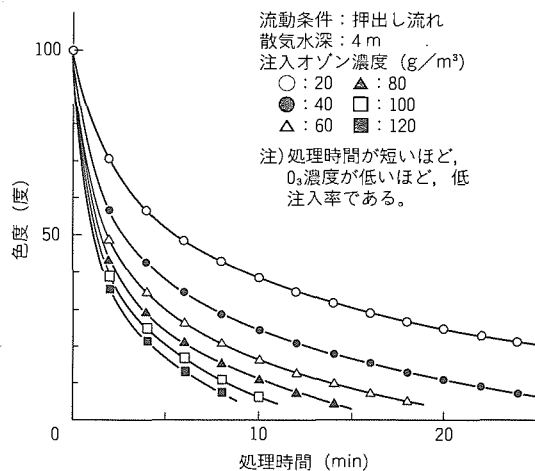


図11. 注入オゾン濃度による脱色特性 (高色度水の場合)

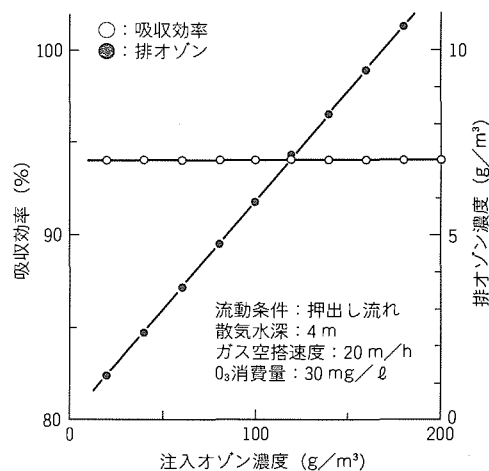


図13. 注入オゾン濃度と吸収効率、排オゾン濃度の関係

流が生じない範囲で処理時間を短くすることができる反面、排オゾン濃度は注入オゾン濃度とともに上昇し、注入オゾン濃度が  $100 \text{ g/Nm}^3$  を超えると  $5 \text{ g/Nm}^3$  以上となっている。

実設備での一般的な滞留時間は 10 分程度であるので、この場合には高色度水 (色度 100 度) で  $80 \sim 100 \text{ g/Nm}^3$ 、通常の下水処理水を処理する場合を想定した低色度水 (色度 25 度) では  $30 \sim 40 \text{ g/Nm}^3$  程度でよい。このことは、被処理水の反応性によって適切な注入オゾン濃度などの特性が異なることを示している。

今後、処理目標水質が異なる場合についても検討することが必要であると考えられる。

### 3.3 水再生への新しいオゾン処理技術

下水処理水は、年間約  $110 \text{ 億 m}^3$  というまとまった量があるため、実用的な高度処理・再生利用システムが実現できれば、今後の環境保全問題、水資源問題を同時に解決できることになる。オゾンは脱色、脱臭、殺菌には優れた効果を発揮するが、有機物の完全な酸化分解には限界があった。当社では、この限界を打破する方法として、これまで過酸化水素添加オゾン処理法の適用について研究を重ねてきている<sup>(6)</sup>。この種の研究は欧米ではかなり活発に行われており、既に浄水処理の一部で農薬や有機塩素系化合物など難分解性物質の分解除去に実用化されているが、まだ、我が国では十分な知見があるとは言い難い。

これまでの下水二次処理水を対象とした研究成果として、

- (1) オゾン単独処理の限界を超えて TOC (全有機性炭素) が除去できる。
- (2) 過酸化水素添加オゾン処理の高効率処理システムを構築する上で前処理操作は重要で、PAC (ポリ塩化アルミニウム) 凝集ろ過処理 (PAC 添加量  $5 \text{ mg/l}$ ) が有効である。
- (3) オゾン吸収効率が大幅に改善され、散気水深  $3 \text{ m}$  程度でも 90 % 程度の良好なオゾン吸収効率が得られる。などが確認されている。

この処理システムを用いた運用コストの試算では、下水二次処理水 (原水 TOC 濃度  $8 \text{ mg/l}$ ) を処理水質 TOC 濃度  $3 \text{ mg/l}$  に低減させる場合、電力量  $2 \text{ kWh/m}^3$ 、PAC  $5 \text{ g/m}^3$ 、過酸化水素  $20 \text{ g/m}^3$  が必要で、費用は約  $39 \text{ 円/m}^3$  となった。同様の処理を活性炭で行う場合の処理

費用は  $40 \sim 60 \text{ 円/m}^3$  程度と試算され、運転費としては実用性が見通しがあると判断される。今後、パイロットプラントによる処理性能、処理水質、処理水の安全性などの評価を進め、一層経済性の高いシステムを構築していく。

なお、この研究は (財) エンジニアリング振興協会の社会システム等策定事業の一環として実施しているものである。

## 4. む す び

上下水分野におけるオゾンを用いた高度処理システム技術として、実施例や水質改善効果及びシステムの効率改善に関する技術開発内容について紹介した。

昨年の異常渇水では、水不足が慢性化しつつあることがはっきりし、水資源の開発はますます重要な課題となっている。

当社は、上水では“安全でおいしい水”，下水では“清らかな水環境の回復”“水の再生利用”を目指し、新しい高度処理技術や水再生技術の研究開発・実用化開発に向けて積極的に取り組み、今日的課題に貢献したいと考えている。

## 参 考 文 献

- (1) 出口富雄：オゾンを中心にした高度浄水処理技術，三ユウ書房 (1990-7)
- (2) 谷口 元，村上修一：東京都金町浄水場の高度浄水処理における生物活性炭処理，水道協会雑誌，62，No.1，10～13 (1993)
- (3) 熊澤 諭：小規模浄水場における高度浄水処理設備の計画と建設・運転，第 44 回全国水道研究発表会講演集，204～206 (1993)
- (4) 大城康信，川満 尚，久川義隆：沖縄県北谷浄水場におけるオゾン高度浄水処理，工業用水，431，40～47 (1994-8)
- (5) 長塩大司：猪名川浄水場オゾン処理の運転状況，日本オゾン協会セミナー講演集，155～158 (1995)
- (6) (財) エンジニアリング振興協会：平成 6 年度排水の再生利用のための高度水処理技術の開発，調査研究報告書 (1995)
- (7) 木村淳弘：オゾンによる脱色処理について，月刊下水道，18，No.6，49～52 (1995)

# 上下水道システムにおける 未利用エネルギーの活用

高倉敏一\*

## 1. ま え が き

我が国におけるエネルギーの消費量は、1960年代中ごろから1970年代初めの高度成長期において、年々増加の傾向をたどってきた。その後1973年と1977年の二度の石油ショックにおいては、化石エネルギー、特に石油に依存していたため、日本のみならず全世界に深刻な問題を投げ掛けた。その結果、省エネルギーが徹底し、エネルギー消費の度合いは低迷した。しかし、再び1980年代から現在にかけて、より快適な生活環境の追求による冷暖房の需要増加、ホワイトカラー生産性向上のためのOA機器の増加による電力需要増加などにより、エネルギーの需要はより一層加速する傾向をたどりつつある。また、1986年に石油価格が下落したことも、石油エネルギー使用増加の要因の一つとなっている。

これらエネルギーの消費量増加は、環境問題を引き起こす原因となっている。例えば、化石エネルギー消費による環境問題としては、排出される炭酸ガスの増加に伴う地球の温暖化、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )・硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )による酸性雨が挙げられる。一方、冷房機の冷媒や半導体の洗浄液として使用されるフロンによるオゾン層破壊、土地の無計画な開発や酸性雨による熱帯雨林の減少、砂漠化などである。また、エネルギー資源の80%(石油エネルギーにおいては約100%)の大半を輸入に依存する我が国としては、世界的な化石エネルギーの減少は、経済活動に対して大きな問題を投げ掛けている。

したがって、環境破壊の原因となりにくく、化石エネルギーの代替となるクリーンなエネルギーを模索すると同時に、いかにエネルギー消費を最小限に抑え、効率的にエネルギーの運用をするかが我々の今後の課題である。

また、今年1月に発生した阪神大震災においては、ライフラインが寸断され、生活に必要なエネルギーが長期にわたって供給されない事態が発生した。今後エネルギーの供給方法は、このような不測の事態を考慮し、大規模一極集中型から小規模分散型へと形態を変えていく必要がある。

以上のような理由のため、クリーン・高効率・分散供給可能という条件を満たすエネルギーとして“未利用エネルギー”が脚光を浴びるようになってきた。

本稿では、多岐にわたる未利用エネルギーの中でも、上下水道分野における未利用エネルギーについて、その種類、特徴、活用方法及び利用に当たってのシステム構成について概

説するとともに、今後の展望を述べる。

## 2. 未利用エネルギーの種類と分類

### 2.1 エネルギー媒体による分類

未利用エネルギーは、図1に示すようにエネルギー媒体から見ると大別して、自然界に広く存在する自然エネルギーと、我々の経済活動の廃棄物(副産物)として排出される人工エネルギーに分類される。

#### (1) 自然エネルギー

自然からのエネルギーとしては、太陽光や海水、河川水、湖沼水、地下水、地熱等から得られるエネルギーがある。エネルギー種類としては、これらの媒体自身に存在する熱エネルギーと、この媒体の移動という観点から見た運動エネルギーがある。これらは、自然の影響を受けやすく、常に安定して得ることができないが、半永久的に利用できるエネルギーといえる。

#### (2) 人工エネルギー

人工のエネルギーとしては、化石エネルギーの消費によって得られる工場排熱や、地下街・地下鉄からの地下排熱、清掃工場における生活ゴミの焼却による排熱、下水処理水や下水汚泥焼却による排熱等がある。これらの排熱は、清掃工場・一般工場の数百℃を除けば、ほとんどが50℃以下の低温である。また、上下水の水の移動に保有される運動エネルギーも存在する。これらは、我々の生活活動がある限り必ず排出されるものであるため、比較的安定して利用できるエネルギーといえる。

### 2.2 エネルギー利用面からの分類

一方、未利用エネルギーは、利用する側で分類すると図2

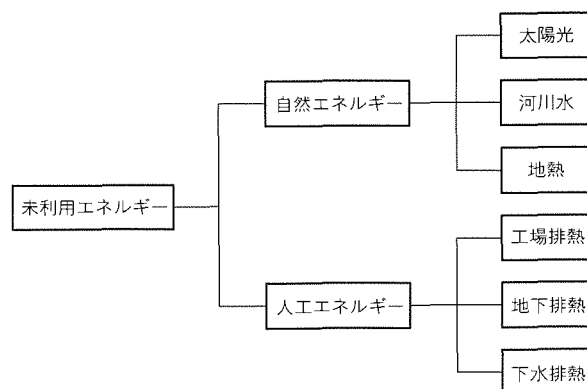


図1. 未利用エネルギーの分類(エネルギー媒体による分類)

に示すように、電力変換型エネルギーと熱変換型エネルギーに二分することができる。

### (1) 電力変換型エネルギー

エネルギーを電気の形へ変化させているため、その用途は多彩である。自然エネルギーでは、太陽電池による太陽光発電や、エネルギー媒体の運動エネルギー変換による風力・水力・波動・地熱発電が考えられる。

### (2) 熱変換型エネルギー

数百℃の高温の工場排熱・清掃工場排熱から数十℃の低温の下水処理水など種々の温度にわたる排熱を、直接又はヒートポンプによって回収することができるエネルギーである。これらは、地域冷暖房や温水プールの熱源として、また寒冷地では、融雪用熱源として利用されている。

## 3. 上下水道における未利用エネルギーの種類と分類

前章に述べた未利用エネルギーのうち、上下水道システムに存在する未利用エネルギーは、“水”と“汚泥”という媒体に存在するといえる。

### 3.1 上水道分野の未利用エネルギー

上水分野における未利用エネルギーとしては、水の移動という運動エネルギーと水自身が保有する熱エネルギーが考えられる。水の移動という運動エネルギーは、水の自然流下(位置エネルギーの減少)によって得ることができる。

ある浄水場では、取水から浄水場までの水の自然流下の運動エネルギーを利用して、小規模の水力発電システムを運用している。この水力発電により、総発電量の約60%を浄水場内で利用し、残りの40%の余剰電力を電力会社へ売電することで、経費節減及びエネルギーの有効利用を行っている。

一方、浄水場へ取水した河川水等に蓄えられている熱エネルギーを利用する方法も考えられる。河川水は、季節において水温の変化があるが、5～25℃の温度があるため、熱交換器で熱源の回収をすることにより、地域冷暖房などに利用できると考えられる。ただし、渇水期には熱源が得られない、水利権との兼ね合いなど問題があるため、実際の運用例は少ない。

### 3.2 下水道分野の未利用エネルギー

下水処理水に保有される熱エネルギーは、50℃以下の低温とはいえ、我々の生活から発生するものである。そのため、年間を通じて安定して得ることができ、利用しやすいエネルギー源といえる。

また、下水処理に伴って排出される汚泥に関しては、その形態から、汚泥中の有機物そのものの持つエネルギーと、汚泥処理過程で発生するエネルギーに区別される。いずれも、熱エネルギーとして利用することができる。

以下に、具体的な下水処理施設に存在するエネルギーの例を述べる。

#### 3.2.1 下水熱エネルギー

下水の水温は、図3に示されるように、夏期において約25℃前後、冬期において約12～17℃であり、年間平均は20℃前後、最高と最低の変動差は9～13℃である。

冬期における大気的气温は約5～8℃であり、河川の水温は6～10℃であることから考えると、下水は年間を通じて水温の変動が小さいことが分かる。また、気象の影響を受けることも少ないので、下水は年間を通じて安定した熱源であることが分かる。

この下水熱の利用方法としては、熱をヒートポンプで回収し、建物の冷暖房、温水プールの熱源としての供給が考えられる。図4、図5にヒートポンプによる熱回収の方法を示す。

ヒートポンプは、冷媒と呼ばれるフロン系のガスを使用し、蒸発器、凝縮器、圧縮機、冷媒減圧装置を冷媒ガスが循環することにより、低い温度の熱を高い温度の熱に移動させるものである。

現在、冷媒として用いられているフロンがオゾン層の破壊をするという環境問題があるが、現在利用されている特定フロンは2000年までに全廃する方向である。今後、これらに替わる代替フロンやフロン以外の冷媒が採用される見通しである。

#### 3.2.2 消化ガスエネルギー

消化ガスは、汚泥中の微生物が有機物を消化することによって発生するエネルギーである。この組成を図6に示す。

また、消化ガスの発熱量は5,100～5,500 kcal/Nm<sup>3</sup>である。

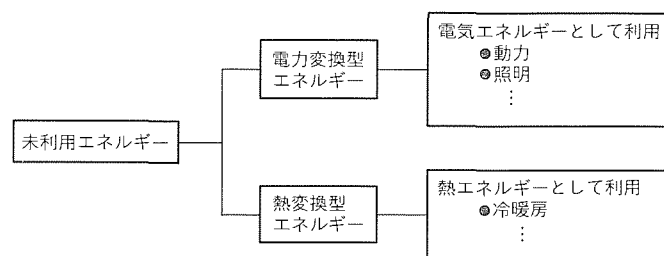


図2. 未利用エネルギーの分類(エネルギー形態による分類)

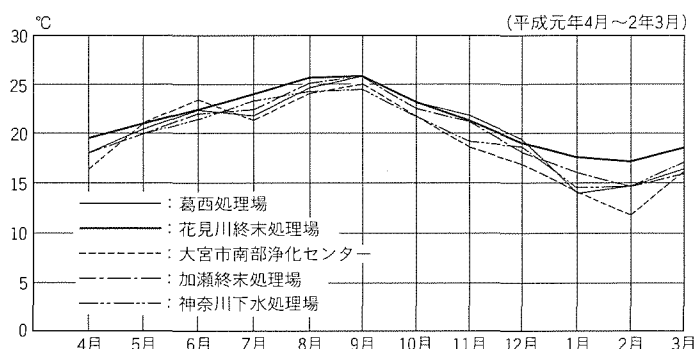


図3. 月別下水処理水水温<sup>(1)</sup>

あり、5,000～10,000 kcal/Nm<sup>3</sup>の発熱量を持つ都市ガスと比較すると同等のエネルギーを保有しているといえる。そのため、消化ガスは都市ガスの代替とすることができ、利用方法としては、次のものが一部実施されている。

#### (1) 消化ガス発電

消化ガス発電は、消化ガスを利用してガスエンジンを駆動させ、発電を行うものである。図7にガス発電のシステム構成を示す。

消化ガス発電のガスエンジンは2種類に分類され、一つは二重燃料式ガスエンジン、もう一つは火花点火式エンジンである。二重燃料式エンジンは、気体燃料である消化ガスが不足しているときに、液体燃料だけで運転を継続できる特長がある。一方、火花点火式ガスエンジンは、点火プラグが消耗品であるが、エンジン構造が自動車用ガソリンエンジンに類似しており、消化ガスのみで運転できる利点がある。これらのため、維持管理の容易な火花点火式ガスエンジンを採用している。

この消化ガス発電を実施している処理場の合計発電量は、54,478 MWh/年に達している。ある下水処理場では、消化ガス発電と商用受電の並列運転を行い、商用受電の補助として用いられている。また、ガス発電による排気ガスの排熱を回収し、余剰熱量の有効活用も実施されている。図8にガス発電とその排熱利用の例を示す。

#### (2) 燃料電池発電

燃料電池の構成を図9に、燃料電池発電の構成を図10に示す。

燃料電池は図9に示すように、燃料極には水素を主体としたガスを、空気極には空気を導入し、電解質内で水素と酸素が結合(燃焼)することによって直流発電を行う。

燃料電池は、この電解質の種類によってりん酸型、熔融炭酸塩型、固体電解質型、アルカリ型、固体高分子型の5種類に分類される。この中で、アルカリ型、固体高分子型は、宇宙船電源や軍事用など特殊用途に用いられ、りん酸型、溶

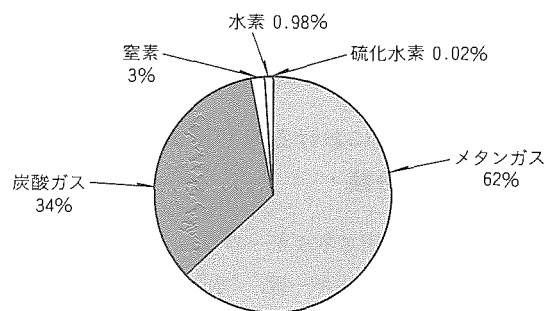


図6. 消化ガスの組成

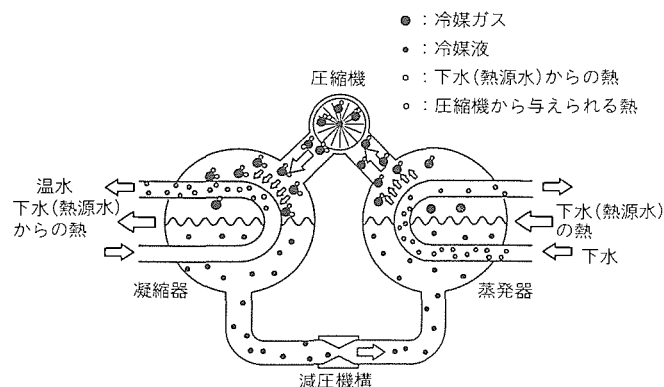


図4. 温水製造サイクル<sup>(1)</sup>

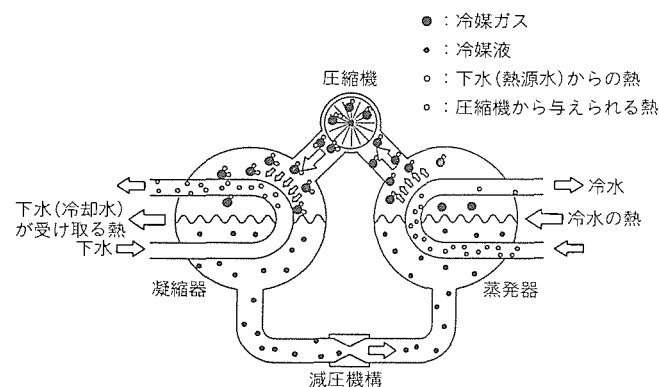


図5. 冷水製造サイクル<sup>(1)</sup>

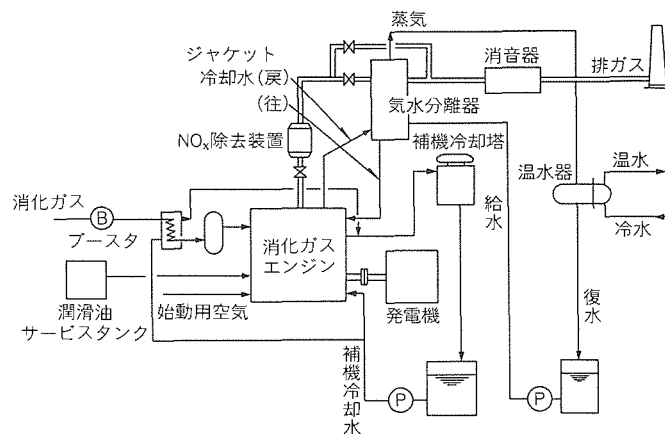


図7. 消化ガス発電設備フロー<sup>(1)</sup>

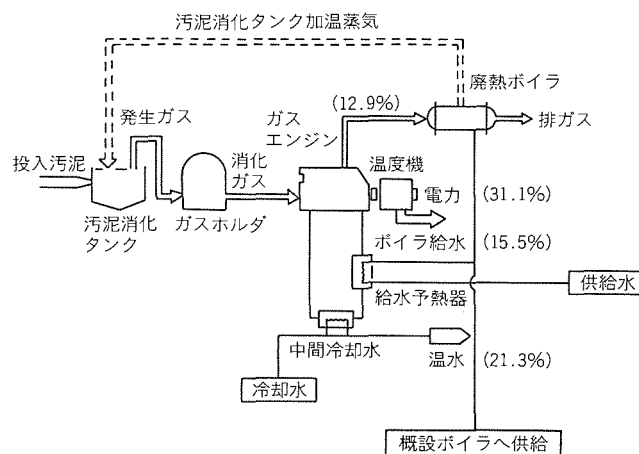


図8. 消化ガス発電と排熱利用の例<sup>(1)</sup>



融炭酸塩型、固体電解質型が一般的な燃料電池である。

一方燃料電池発電システムとしては、図10に示すように、燃料電池本体、水素リッチガス製造のための改質器、インバータ（直流-交流変換器）、燃料電池発電全体を制御する制御装置が必要となる。

通常、燃料電池で使用する水素リッチガスは、天然ガス、メタノール、灯油などを水蒸気改質法によって製造する。下水処理場においては、この水素リッチガスを汚泥処理工程で発生する消化ガスから製造し、燃料電池発電を行うことが考えられている。この消化ガスを燃料電池へ使用する問題点は、天然ガスに比べて硫黄分・窒素分が多いため、電池性能が低下することである。

また、燃料電池発電においては、電気エネルギーを取り出す以外にも、燃料電池内における燃料の燃焼による排熱の発生があるため、この排熱を回収して有効利用することができる。一般的な燃料電池発電においては、ヒートポンプを利用してこの排熱を回収し、冷暖房等へ活用している。図11に燃料電池発電のコジェネレーションシステム（暖房需要）を示す。下水処理場においても同様に、場内における冷暖房や、汚泥処理設備における汚泥乾燥等への排熱活用もできるであろう。

#### 4. 上下水道に関連する未利用エネルギー（太陽光発電）

図12に示すようにp型、n型の2種類のシリコン薄板を重ね合わせた太陽電池に太陽光が当たると、電子とその抜け殻の正孔が発生する。太陽光発電は、この電子がn型に、正孔がp型に移動して電位差が生じることを利用して発電を行うものである。この太陽光発電の特徴は、次のとおりである。

- (1) 太陽光で発電するため、クリーンなエネルギーである。
- (2) 回転機などが無いので、システムが簡単で保守が容易である。
- (3) 発電が天候に左右され、特に、雨天、曇天時には発電能力が低下する。また、夜間は発電できない。
- (4) エネルギー密度が低く、大電力を得るためには

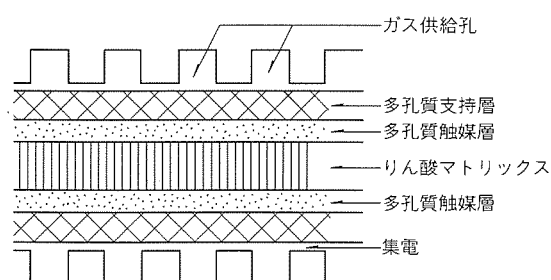


図9. リン酸型燃料電池(単電池)の基本構成<sup>(2)</sup>

大量の太陽電池を設置する必要がある。そのため、広い敷地が必要となる。

- (5) 直流出力のため、交流変換用にインバータが必要である。

上下水道施設は、その処理する工程から、広大な敷地を必要とする。この敷地は、施設用地としての利用以外に、種々有効利用されている。例えば、下水処理場の水処理設備の上部に覆いを設け、公園、テニスコート、集会所などの公共施設として利用されたり、浄水場の周囲に公園などを設ける場合がある。太陽電池は上記(4)の理由のため、実用レベルの

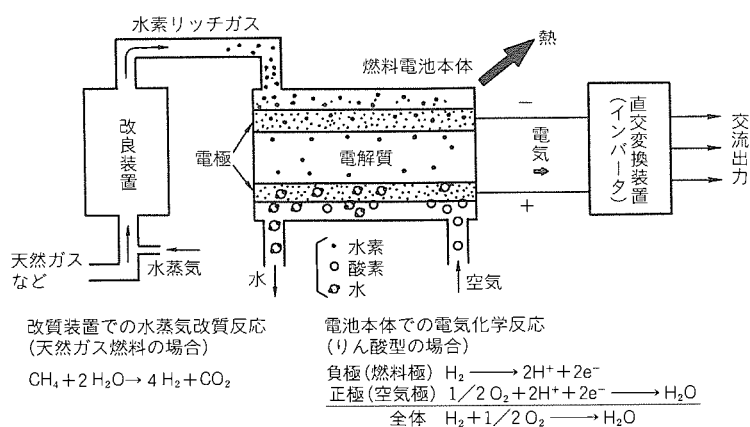


図10. 燃料電池発電システム<sup>(2)</sup>

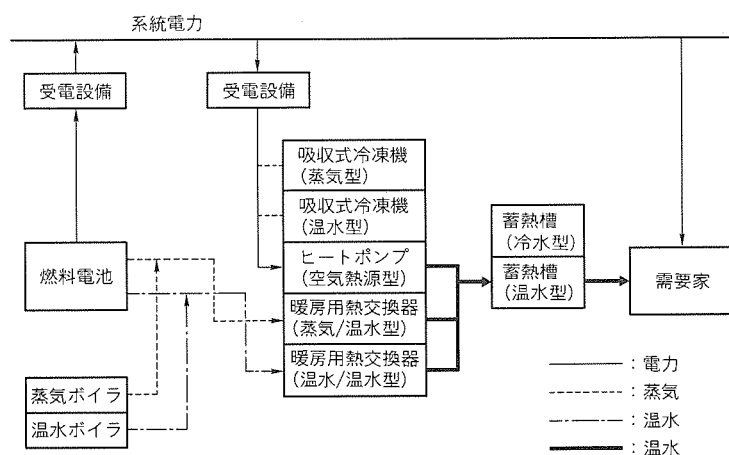


図11. 燃料電池発電コジェネレーションシステム<sup>(2)</sup>

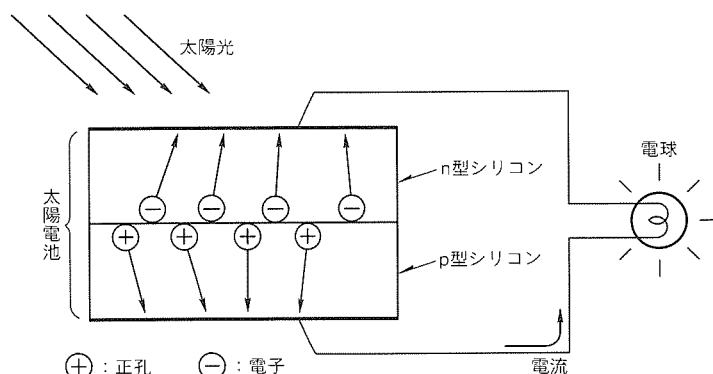


図12. 太陽光発電の原理<sup>(3)</sup>

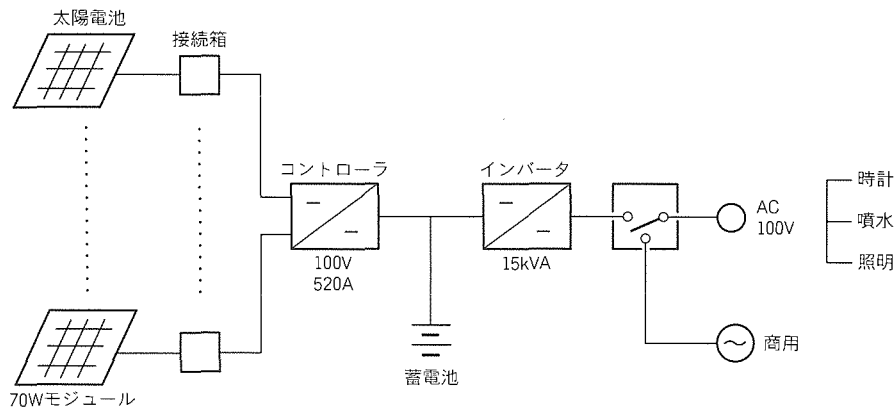


図13. 太陽光発電システム<sup>(3)</sup>

表1. 試算した太陽光発電システムの概略仕様<sup>(3)</sup>

設置面積	1,200m <sup>2</sup> (30m×40m)
太陽電池モジュール	70W×798枚
インバータ容量	15kVA
蓄電池容量	54セル, 1,400Ah
コントローラ容量	520A

太陽光発電を行うには、広い敷地が必要となる。そこで、この広い敷地の有効利用の一つとして、太陽電池を据え付け、太陽光発電に利用することが考えられる。

太陽光発電システムの概要について、図13に示す。太陽電池によって直流電源を得て、これをインバータを用いて交流電源へ変換し、施設内へ供給する。

この発電は、自然エネルギーを利用しているため、天候・季節によって影響を受ける場合が多い。したがって、太陽光発電と商用電源との併用を行い、発電設備異常時や天候不順時等には商用を使用するように、システムを構築する必要がある。

下水処理場管理棟の建屋上部に太陽電池を据え付ける場合を想定し、設置面積 1,200 m<sup>2</sup> (30 m×40 m) として試算した場合の仕様を表1に示す。設置可能な太陽電池容量は約 56 kW であるが、交流に変換するためのインバータの効率、最低の日射量及び汚れによるロスを考慮すると、出力は 13 kVA となる。この容量は、一般家庭の 4 軒分に相当する。なお、雨天、夜間時の使用を考慮し、4 時間分の蓄電池を設けている。

この試算例では、AC 100 V, 13 kVA の出力を得ることができるため建屋動力（送排風機）や噴水、せせらぎなどの修景用水駆動用電源への利用が考えられている。

さらに太陽電池を増やすことにより、施設内のみならず周辺の住宅などへ電力を供給することも可能と考えられ、エネルギーの分散供給を実現することもできる。

## 5. むすび

上下水道における未利用エネルギーについて、その種類と活用方法について述べてきた。当社は、21 世紀へ向けて取り組むべき姿勢を描いた“ビジョン 21 プロジェクト”を策定しており、その中の一つのテーマとして“有限資源の長期的維持”が選定されている。今回述べた“未利用エネルギー”は、このプロジェクトのテーマに一致したものであり、今後、このテーマにベクトルを合わせ、未利用エネルギーに対するビジネスを推進する必要がある。

現在、上下水道システムに存在する未利用エネルギーの活用は実証段階にあるものが多く、今後、未利用エネルギーの事業化に対しては実証結果を十分に踏まえて実施する必要がある。

幸い、これら未利用エネルギーの利用に関する要素技術を当社は十分保有しているため、今後はこれらの保有技術を有機的に結び付けて、未利用エネルギープラントを構築するプラントエンジニアリング力も必要となるであろう。

今後、新しいビジネスでもある“未利用エネルギー”への進出について、各位の御協力を仰ぎ、注力していきたいと考えている。

## 参考文献

- (1) 中本 至 監修, 下水熱利用促進研究会編：最新下水道未利用エネルギー活用の手引き, 山海堂 (1994)
- (2) 燃料電池発電システム編集委員会編：燃料電池発電システム, オーム社 (1993)

# 京阪電気鉄道(株)納め 列車ダイヤ作成支援システム“ASK”

浅井俊雄\* 柳谷秀美\* 山口文敏\*\* 北川英裕美\*\*\* 棟田恭弘\*\*

## 1. ま え が き

京阪電気鉄道(株) (以下“京阪電鉄”という。)の京阪線は、京阪本線を始め交野線・宇治線等の支線で構成されている(図1)。平成元年には鴨東線が開通し、淀屋橋から出町柳までの直通運転が可能となった。大阪方面では大阪ビジネスパーク等の大ビジネス街が軒並み連なり、京都方面では日本を代表する有名な寺院や神社が点在する。特に大阪近郊の輸送力増強は京阪電鉄にとって最大の課題であり、現在も輸送力増強のために多くの工事が計画されている。京阪電鉄は早くから計算機による列車ダイヤ作成システム<sup>(1)</sup>を導入してきたが、数々の工事計画が実施されることを仮定した列車ダイヤの作成(将来線ダイヤのシミュレーション)には対応していなかった。そこで、現行の列車運用ダイヤを迅速に作成するとともに、路線延伸・駅構内配線変更・新車両導入など将来の効果を効率的に把握することを目的として、列車ダイヤ作成支援システム“ASK”(Advanced System of Diagram Simulation for Keihan)を開発することになった。このシステムが平成7年6月に完成したので紹介する。

## 2. 京阪電鉄の路線と列車ダイヤの特色

京阪電鉄では、以下に示す様々な列車運用があり、これらを踏まえた上でシステムの開発を行った。

### 2.1 通勤・通学旅客輸送

平日の朝のラッシュ時のダイヤでは、大阪のビジネス街淀屋橋・京橋への輸送力強化に主眼が置かれている。天満橋～寝屋川信号所間約12kmが方向別高架複々線となっており、1日約23万人(全輸送人員の20%を占める。)を輸送している。複々線区間で、内側はA線、外側はB線と呼ばれる。優等列車はA線を高速で走行し、緩行列車はB線を走行する。現在検討されている工事計画は、この区間の更なる輸送力増強が目的である。

運行計画部門では、工事内容によって運転時分短縮や輸送力増強効果等を検討し、これらの効果を最大にするための工事内容を提案する必要がある。このような検討を迅速に行うため、将来線でのシミュレーション機能を持たせ、運転曲線・時隔曲線・列車ダイヤを策定できるようにした。

### 2.2 観光旅客と競馬旅客の輸送

土曜・休日ダイヤでは、京都の観光地でのイベント開催日や競馬開催日の多客輸送を目的として、多数の臨時特急・臨

時急行が増発されている。これらの列車は運用上、不定期として設定されており、途中駅で定期列車に待避が発生する。待避列車は以後の各駅の着発時刻がふだんと異なる運転になり、この列車を“変時刻列車”と称している。不定期列車が存在するダイヤの精査はかなり骨の折れる作業である。不定期列車がかかわるダイヤの品質を最小限の労力で向上させるため、不定期・変時刻列車を考慮したダイヤの精査が自動的に実行される機能を設けた。

### 2.3 夏期と年末・年始の臨時ダイヤ

夏期に行われる祇園祭・天神祭・宇治川花火等の沿線の催事に対し、開催場所への多客輸送が必要である。この日はある特定時間帯に特定駅を中心とする輸送需要が大幅に拡大するために、催事対応の臨時ダイヤを作成して運行している。現在、夏期の臨時ダイヤは7種類あるが7、8月に集中している。また、年末・年始も初もうで(詣)客の便宜を図るため、京都方面への輸送力が重要になる。大みそか(晦日)には終日運転を行い、正月三が日はふだんの15分間隔を10分間隔に変えて運転している。1月4日は初出勤する乗客も多く、1月5日には競馬場で初競馬が開催される。したがって、6日間にわたり、それぞれの状況に応じた臨時ダイヤで運用している。これらの時期は、短期間のうちに数多くの臨時ダイヤを作成する必要がある。運行計画部門の担当者には大きな負担が掛かる。この問題を解消するため、列車ダイヤの自動作成機能を設け、迅速に列車ダイヤが作成できる環境を構築した。

## 3. ASK の機器構成

ASKは、1台のエンジニアリングワークステーション

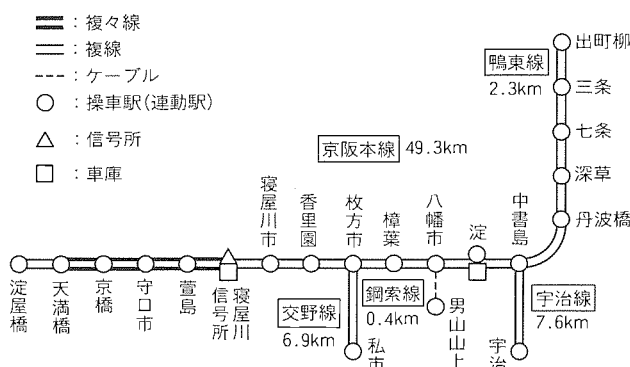


図1. 京阪線の路線図

(EWS)と2台のXターミナルをローカルエリアネットワーク(LAN)で結ぶ機器構成になっている。EWSはサーバとクライアントを兼ねており、3人の作業者が異なる運行計画業務を同時に行うことができる(図2)。

#### 4. ASKの機能

システムの機能と作業の流れを図3に示す。ASKは大別して、路線データ編集・運転曲線編集・時隔曲線編集・列車ダイヤ編集・ADECダイヤ編集(ADEC:京阪運行管理システムの愛称)の五つのサブシステムからなる。

##### 4.1 路線データ編集

路線データ編集では、工事計画や新車両導入後などを仮定した情報を入力し、将来線でのシミュレーションに対応する。表1に路線データ編集で取り扱う主な情報を示す。これら情報は他のサブシステムで共通データとして使用される。計算機への入力は、図4に示すように、それぞれの情報に応じた表形式の画面で行う。将来線でのシミュレーションは様々考えられるが、現在知り得る京阪電鉄での短期・長期計画共に対応している。

##### 4.2 運転曲線編集と時隔曲線編集

運転曲線は、主に駅間の運転時分を算出するために作成される。横軸が距離、縦軸が速度を示す図表上に、1本の列車が走行した場合の運転軌跡を描く。

次に、時隔曲線について説明する。先行列車が信号機を通過すると、その信号機は後続列車に対して停止信号を示す。後続列車は当該信号機が停止信号から他の状態に変わる(先行列車と保安上問題のない距離間隔が保たれる)まで走行できない。時隔とは、先行列車がある信号機を通過してから次の列車が同一信号機を通過できるまでの最小時間間隔をいう。

表1. 路線データ編集で扱う情報

分類	情報の内容
1 駅条件	駅、駅間、番線、単位進路、構内進路、直列番線
2 列車条件	列車種別、運転時分、停車時分、走行パターン、時隔、列車割付け、運番割付け
3 地上条件	BrM換算値、駅キロ程、踏切、トンネル、勾配、曲線、信号機、地上条件制限速度、駅間最高制限速度
4 車両条件	車系、車両編成、車両諸元、ノッチ定義、車両性能
5 表記条件	駅表記、ダイヤ種別、列車スジ線種、停車スジ、時刻記号



図2. 作業状況

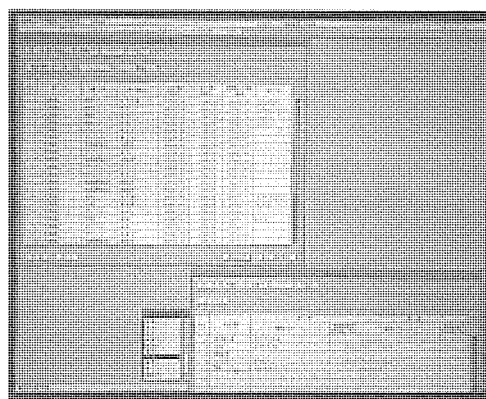


図4. 路線データ編集の入力画面

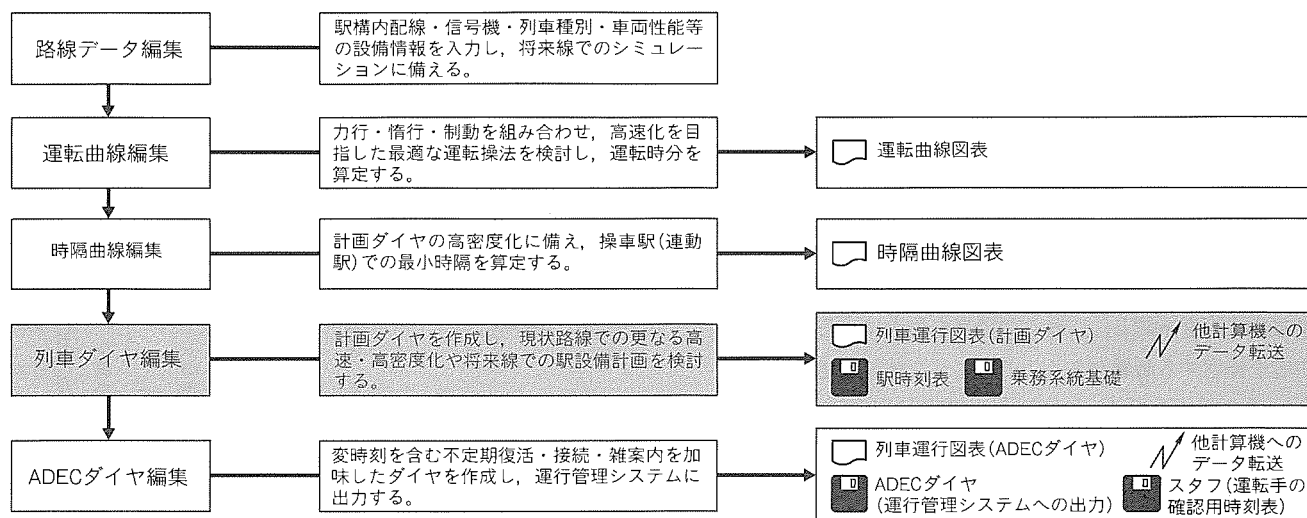


図3. システムの機能と作業の流れ

この時間を算定するのが時隔曲線で、横軸が時間、縦軸が距離を示す図表上に表現される。

#### (1) 運転曲線の自動作成機能と手動作成機能

運転曲線の作成に関して、自動及び手動の両作成機能を設けた。自動作成では、作業者によって指示された列車種別と車系に対応した停車駅・線路(A/B線)・番線(主/副本線)の条件で、最速走行するように運転曲線を作成する。定速運転が可能な車系の自動作成もでき、ある区間は定速運転を行い、ある区間では行わないといったことも可能である。手動作成では、力行・惰行・制動等の開始位置を決めることで、運転曲線の計算<sup>(2)</sup>を自動的に行う。自動作成した運転曲線を基に、乗り心地や省エネルギー運転等を考慮して、手動作成で修正することも可能である。

#### (2) 時隔曲線の自動作成機能

時隔曲線の自動作成では、最終現示時隔と現示速度時隔の2種類を計算することができる。最終現示とは、基本的に進行信号のことであるが、場内信号機等は進行信号が点灯しない場合があるので、このように命名した。現示速度とは、減速・注意・警戒信号(以下、速度が制限される現示を“制限信号”と総称する。)の制限速度のことである。最終現示時隔の自動作成では、運転士が前方に最終現示の信号機を常に見て走行できる最小時隔を算定する。現示速度時隔の自動作成では、前方の信号機が制限信号を示しているにもかかわらずブレーキをか

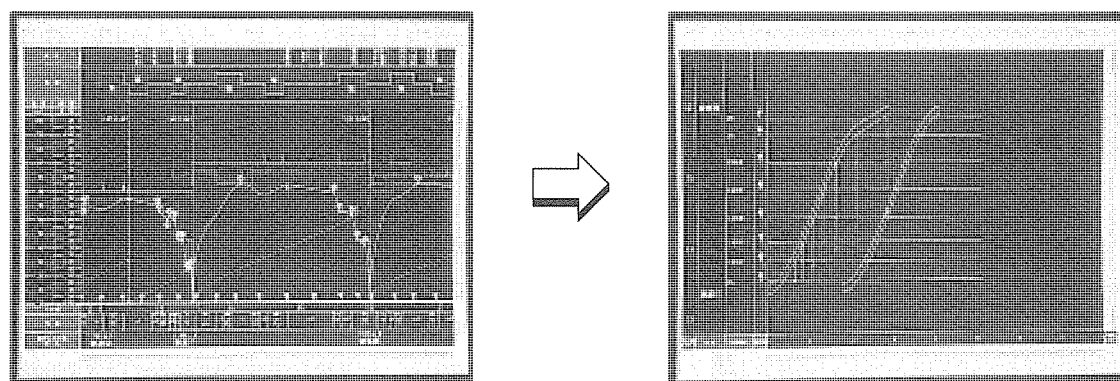
けなくて済む最小時隔を算定する。同方向で走行する2列車の時隔だけでなく、異方向の2列車、すなわち末端駅等での平面交差時隔も算定することができる。

#### (3) 運転曲線編集と時隔曲線編集の連携

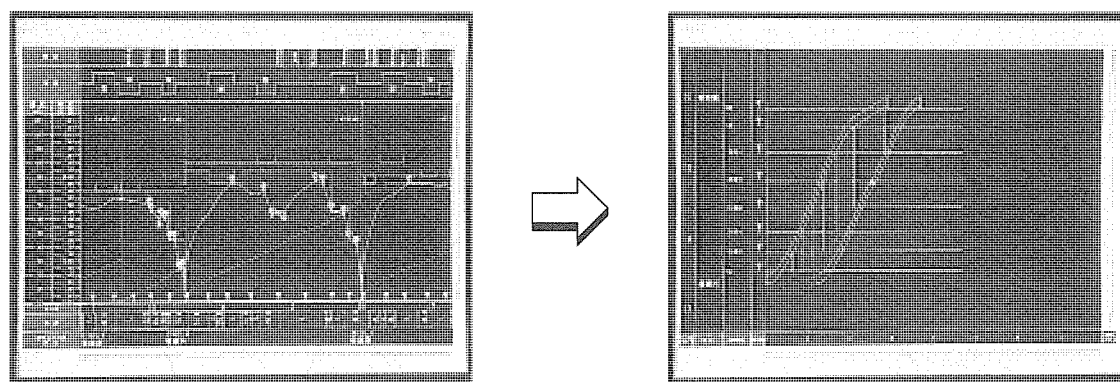
2台の端末を用いて、一方で運転曲線を、もう一方で時隔曲線を作成する操作を実施すると、運転曲線編集と時隔曲線編集の両プロセス間でデータを相互に交換しながら、標準とする進行信号の時隔だけでなく、従来対応できなかった制限信号による徐行運転時の時隔を自動的に算出することができる。その一例を図5に示す。図(a)は進行信号を想定した場合である。前方の信号機で減速信号を示しているときでも、信号機の制限速度を守った上で、後続列車の時隔曲線を内方に進めれば、時隔短縮の可能性が期待できる。そこで、図(b)に示すように、減速信号の制限速度以下になるように運転曲線を作成する。再度、現示速度時隔の自動作成を実行すれば、減速信号で信号機を通過する時隔曲線が作成できる。実際、この例で時隔をより小さくできることが分かる。

#### 4.3 列車ダイヤ編集とADECダイヤ編集

列車ダイヤ編集の画面を図6に示す。列車ダイヤ編集では、各駅での着発時刻を計画しながら、列車運行図表上に“スジ”と呼ばれる直線で表現する。画面上でスジを描くことによって1日分のダイヤを作成し、静電プロッタで列車運行図表を印刷する。ADECダイヤ編集では、列車ダイヤ



(a) 進行信号を想定した場合



(b) 減速信号を想定した場合

図5. 運転曲線編集と時隔曲線編集の連携

編集で作成したダイヤに変時刻スジの入力、不定期列車復活情報・接続情報・雑案内情報等を付加した上で、ADECが列車制御に用いるダイヤ情報を作成して出力する。

#### (1) 列車スジ自動作成機能

列車スジ自動作成機能には2種類ある。一つは各列車の列車種別・始発駅・行先駅等の初期条件を入力することで、自動的にすべてを作成する一括スジ引き機能である。大幅なダイヤ改正でのパターンダイヤの検討等に適用できる。もう一つは、既存ダイヤ中の1本の列車スジを変更することで、その影響を他の列車スジに施す自動調整機能である。

例えば、図7の上図に示す既存ダイヤで、急行列車に徐行運転をさせるので到着時刻を変更する。急行の到着時刻が遅れると、特急と駅間競合するので待避関係を生成して競合を回避する。急行が待避すると準急との発着時隔を満たさなくなるので準急も徐行運転させて競合を回避する。この機能により、短時間の間に様々な試行ができ、ダイヤ作成担当者の負荷を軽減できる。

#### (2) ADEC ダイヤ編集での変時刻スジの入力

ADECダイヤの一例を図8に示す。不定期列車Aは本来運転されない列車であるが、旅客需要に対応するため運転するとS<sub>4</sub>～S<sub>5</sub>駅間で定期列車C<sub>0</sub>を追い越すことになる(駅間競合)。これは物理的にも保安上も不可能なので、A列車を運転する場合にはC<sub>0</sub>列車に対してふだんと異なった時刻

で運転、すなわち変時刻を設定する必要がある。変時刻スジの入力機能でC<sub>0</sub>列車を指定すると、全く同じスジが変時刻列車C<sub>1</sub>として追加される。S<sub>4</sub>駅でC<sub>1</sub>列車の到着時刻・出発時刻・番線を変更し、待避関係を作る。その後、不定期列車と変時刻列車に出庫・入庫・折返し等の運用記号を付加する。変時刻が設定できることで、ADECダイヤで必要となるスジすべてが設定できる。

#### (3) 不定期列車復活時の精査機能

列車ダイヤ編集での精査機能では、定期列車だけを対象としている。図8の例では、AとD列車とがS<sub>1</sub>駅で同時に同じ番線を使用している(番線競合)が、A列車は不定期であるため不整合として検出されない。ADECダイヤ編集では、A列車復活時にB・C<sub>1</sub>列車も同時に運転になることを設定する。このとき、精査機能が自動的に動作し、A・B・C<sub>1</sub>・D・E列車は運転するとみなし、C<sub>0</sub>列車は運休するとみなす。その結果、AとC<sub>0</sub>列車に駅間競合は発生しないが、S<sub>1</sub>駅においてAとD列車で番線競合が発生する。D列車にも変時刻列車を設定してS<sub>1</sub>駅での到着時刻を遅らせる必要があることが分かる。従来、不定期列車がかかわる精査作業は大変神経を使っていたが、この機能によって短時間でダイヤの品質を向上できるようになった。

### 5. 自動作成機能の原理

ASKは様々な自動作成機能を持ち、ダイヤ作成者の労力軽減に大きく貢献している。これらの中で、開発に最も力を注いだ2点を紹介する。

#### 5.1 現示速度時隔の算定

現示速度時隔の算定原理は、前方の信号機が制限信号を示していても制動距離の位置に達するまでに進行信号に変われば制動することなく運転できる、という概念に基づいている。図9にその原理を示す。簡単化するため、すべてR・Y・Gの3現示の信号機を想定している。制動距離は運転曲線から計算する。信号機通過時の列車速度以下で制限速度が最大である現示(図では注意信号)を選び、その位置から制動曲線を逆引きする。信号機位置からこの制動曲線と運転曲線の

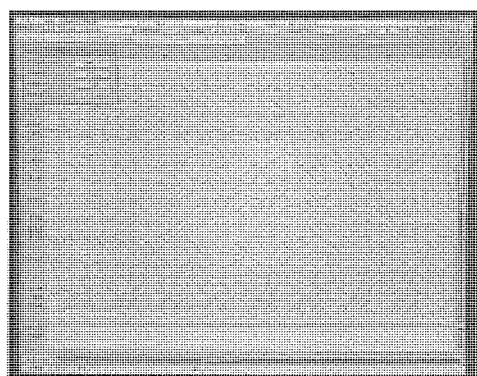


図6. 列車ダイヤ編集の画面

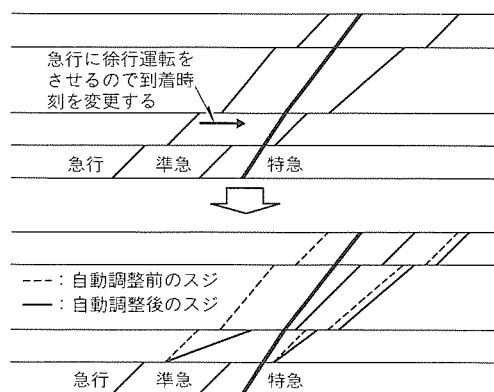


図7. 列車ダイヤの自動調整機能

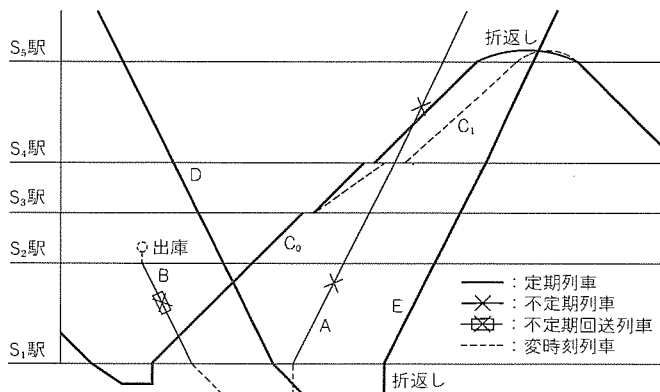


図8. ADECダイヤ

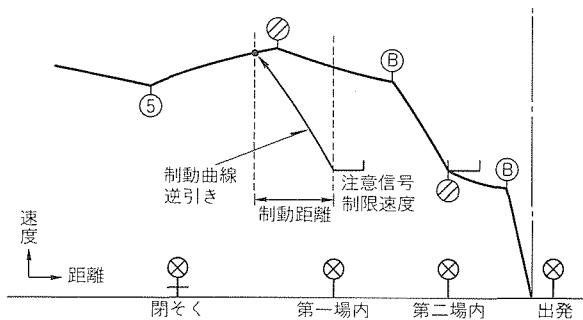


図 9. 現示速度時隔の算定原理

交点までが制動距離となる。時隔曲線では、信号機位置から制動距離分だけ下がった位置を臨界点とする。すべての信号機で臨界点を求める。検討駅において、後続列車先頭がそれぞれの臨界点を通るときの先行列車先頭との時間差が最小になる限界点を見付ける。この最小時間差が現示速度時隔である。図の下図では現示速度時隔の限界点を○で、最終現示時隔を●で示している。最終現示時隔よりも現示速度時隔の方が時隔が小さく、輸送力増強につながる。

## 5.2 列車スジ自動作成機能の複々線への対応

ASK に適用した列車スジ自動作成機能は、従来から研究されている思考整合型モデル<sup>(3)</sup>に基づく列車ダイヤ作成支援システム DIAPLAN<sup>(4)(5)</sup>に対し、複々線を取り扱えるように機能拡張したものである。図 10 に示すように、計画ダイヤの設定/再設定と部分シミュレーションの実施を交互に繰り返しながらダイヤを作成する。部分シミュレーションとは各駅において関連する着発イベントを一括して処理することである。これによって実施駅でのシミュレーション対象列車の着発時刻が確定する。一方、出発時刻が確定した列車は、計画ダイヤの設定によって次駅での着発予定時刻を求め、着発順序を設定する。この順序から部分シミュレーションで処理する着発イベントを決定し、列車の着発時刻と着発順序を確定する。

ところで、複々線区間の駅間で、列車は異なる線路(A/B線)を走行する後続列車に追い抜かれる可能性がある。後

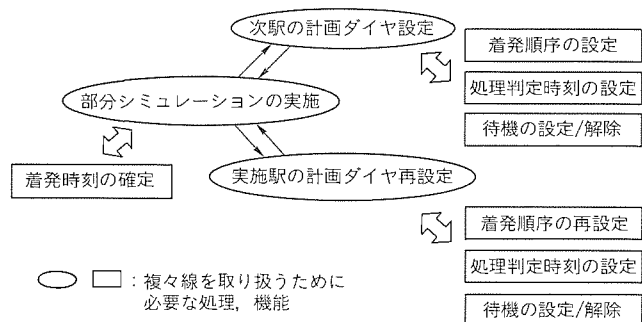


図10. 複々線での列車ダイヤ自動作成に適用したモデル

方駅間での追越しの有無が決まらない列車については部分シミュレーションを実施できないため、待機を設定してシミュレーション対象にしないようにする。待機する必要があるかどうかを判定するために、後発列車の到着予定時刻を用いる。また、複々線区間の駅では、部分シミュレーションを実施した結果のとおり列車が計画ダイヤ上の順序で着発できないこともある。このような場合は計画ダイヤを再設定し、新たな計画ダイヤに基づいて部分シミュレーションを再度実施する。

## 6. む す び

列車ダイヤ作成支援システム“ASK”は、京阪電鉄の運行計画部門が持つ様々な問題点を解決するため開発され、その目的は十分達成したといえる。このシステムで初めて作成された列車ダイヤは平成7年樟葉花火の臨時ダイヤであり、その効果を実証した。今後、多彩な将来線ダイヤのシミュレーションでも威力を発揮するものと確信している。

最後に、このシステム開発に参加・協力いただいた関係各位に感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- (1) 青木洋二, 吉田 望, 住田雄次, 安村三十四: データベースを使ったマン・マシン列車ダイヤ作成システム, 第20回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 115~119 (1983)
- (2) 運転理論研究会: 運転理論, 日本鉄道運転協会 (1992)
- (3) 駒谷喜代俊, 府川達也, 棟田恭弘: 列車運行に対する思考整合型モデルとその応用, 第26回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 243~248 (1990)
- (4) 片岡健司, 駒谷喜代俊: 対話型ダイヤ作成支援システム DIAPLAN, 電学論 D, 122-D, 153~162 (1992)
- (5) 片岡健司, 駒谷喜代俊: 列車ダイヤ作成支援システムの開発, 第27回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 290~294 (1990)

# RX7000シリーズのTCP/IP広域接続機能拡張 ——標準プロトコルPPPの実装——

澤 達志\* 山本丈博\* 桂嶋由彦\* 窪田公一\* 岡崎仁則\*

## 1. ま え が き

近年、企業内ネットワークは、ホストコンピュータ中心の垂直型ネットワークから、LAN (Local Area Network) で接続した各拠点を ISDN (Integrated Service Digital Network) 等の高品質で経済性の高い通信網で結んだ水平分散型ネットワークへの移行が進んでいる。これら水平分散システムは、主に、業界標準として普及している TCP/IP<sup>(注1)</sup> プロトコルで接続され、オープンなマルチベンダ環境を形成している。

このような背景の下、当社ソリューションサーバ RX 7000 シリーズのネットワーク機能では、オープン環境への対応機能の搭載を進めている。その一つとして実現されているのが TCP/IP 広域接続機能と呼ばれるものである。この機能により、TCP/IP のアプリケーションプログラムが、LAN 環境及び広域 (Wide Area Network: WAN) 環境で利用可能となる。

TCP/IP 広域接続のプロトコルには幾つか種類があるが、今回、その標準プロトコルとして普及してきている PPP (Point-to-Point Protocol) を RX 7000 シリーズへ実装した。PPP は、後述する豊富な機能を持ち、インターネット接続の主流となっている。

本稿では、RX 7000 シリーズへの PPP 接続機能の実装に関し、その背景、製品概要、実現可能なシステム構成等について述べる。

## 2. TCP/IP広域接続とそのプロトコル

### 2.1 TCP/IP広域接続機能

TCP/IP 広域接続機能とは、RX 7000 シリーズを図1のように LAN と広域網間を中継するルータの位置に置き、TCP/IP のデータを LAN に流すのと同様にして広域網に流したり、LAN 上の他のマシンのデータを広域網へルーチ

ングする機能である。

RX 7000 シリーズの TCP/IP 広域接続機能の特長は、次のとおりである。

#### (1) 広域接続による TCP/IP アプリケーションプログラムの利用

ファイル転送コマンド (FTP)、ネットワークファイルシステム (NFS)、ap-BIND<sup>(注2)</sup>、電子メール等、RX 7000 シリーズの LAN 環境で提供している TCP/IP アプリケーションプログラムが、広域環境でも利用できる。

#### (2) 豊富な通信メディアのサポート

業務内容に応じて、ISDN、高速デジタル専用線、電話網など様々な通信メディアが利用できる。

#### (3) LAN トラフィックの軽減効果

ルータを利用して広域接続する場合、RX 7000 シリーズとルータは LAN を経由して接続されるため、広域網で転送されるデータも LAN 上に流れる。しかしこの機能によって直接広域網と接続する場合には転送データが LAN 上に流れないため、LAN のトラフィックが軽減される。

#### (4) 設定の容易さ

ルータ等の特別な通信機器を使用せず、RX 7000 シリーズの通信機器 (通信制御処理装置、モデム等) を利用するため、設定/運用が容易である。ルータの設定は、専門的知識を必要とすることが多く、一般的に難しい。

### 2.2 TCP/IP広域接続のプロトコル

ここでは、広域網間を接続する LAN 間接続のプロトコルを、TCP/IP 広域接続のプロトコルと呼んでいる。

現在、TCP/IP 広域接続のプロトコルとしては、広域網

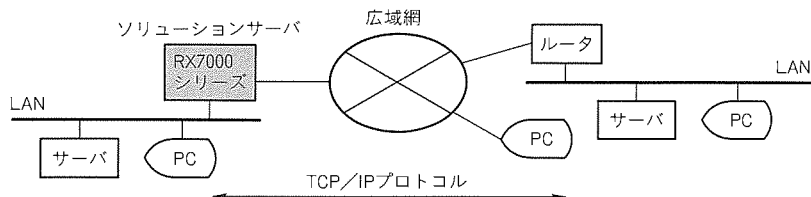


図1. TCP/IP広域接続

(注1) “TCP/IP”は、米国Texas Instruments Inc.の商標である。

(注2) “ap-BIND”は、当社apricotシリーズを用いて、RX7000シリーズとTCP/IPプロトコルで通信する端末エミュレータのことである。



の通信メディアに対応し、PPP、X. 25、SLIP (Serial Line IP) 等がある。

以下、それぞれの概要を示す。

#### (1) PPP

TCP/IP 広域接続のプロトコルとして、RFC<sup>(注3)</sup>で標準化されている。

全二重回線 (専用線、回線交換) 上での、主に、次の三つの機能については、RFC 1661、RFC 1332 等で規定されている。

- PPP フレームフォーマット (図 2) によるプロトコルデータの 캡セル化
- リンク制御プロトコル (Link Control Protocol : LCP)
- 複数のネットワーク制御プロトコル (Network Control Protocol : NCP)

PPP では、回線上に LCP リンクと呼ばれる仮想のリンクを確立し、その LCP リンク上にプロトコルごとの NCP リンクと呼ばれる仮想のリンクを確立してプロトコルデータを通す。IP (Internet Protocol) データを通す場合には、LCP リンク上に IP 対応の NCP リンクである IPCP (Internet Protocol Control Protocol) リンクを確立して IP データを通す。

また、PPP には、次に示すような様々な機能がある。

- 接続相手の認証機能 (Authentication Protocol)
- 回線接続を制御するパラメータのネゴシエーション機能
  - 最大受信データ長 (Maximum Receive Unit : MRU)
  - 非同期制御キャラクタマップ (Asynchronous Control Character Map : ACCM) 等
- IP を含めた IPX、Appletalk 等の複数のプロトコルを同一回線上で多重する機能
- 誤り検出の機能

(注3) “RFC”は、Request For Comments の略で、インターネットに関する標準規格が記述してある一連の技術文献のことである。

F	A	C	PROT	プロトコルデータ	FCS	F
F	(1バイト) : フラグ (0 xFE 固定)					
A	(1バイト) : アドレスフィールド (0 xFF 固定)					
C	(1バイト) : コントロールフィールド (0 x03 固定)					
PROT	(2バイト) : プロトコルフィールド					
	LCP	: 0 xC021				
	PAP	: 0 xC023				
	CHAP	: 0 xC223				
	IPCP	: 0 x8021	IP	: 0 x0021		
	IPXCP	: 0 x802B	IPX	: 0 x002B		
	AppletalkCP	: 0 x8029	Appletalk	: 0 x0029		
	:	:	:	:		
FCS	(2バイト) : フレームチェックシーケンス					

図 2. PPP フレームフォーマット

#### ● ループ発生の検出機能 (Magic Number)

#### (2) X. 25

IP データを X. 25 パケットへ 캡セル化し、専用線、DDX パケット網 (DDX-P)、ISDN パケット網 (INS-P) 等の X. 25 パケット網を通すためのプロトコルが RFC 1356 に規定されている。このとき、X. 25 パケットのコールユーザデータに識別子が入れられる。

#### (3) SLIP

このプロトコルは、SLIP END (0 xc 0) と呼ばれる特別なキャラクタで IP データの終わりを示すとともに、SLIP 拡張キャラクタ (0 xdb) により、IP データ中の SLIP END、又は SLIP 拡張キャラクタと同じキャラクタを加工するといった単純なプロトコルであり、RFC 1055 に規定されている。PPP が標準化されるまでよく使われてきたプロトコルであるが、現在はあまり使われなくなっている。

RX 7000 シリーズでは、既に、X. 25 プロトコルによる TCP/IP 広域接続機能をサポートしている。今回更に PPP プロトコルによる TCP/IP 広域接続機能をサポートした。

### 3. RX7000 シリーズ PPP 接続機能

#### 3.1 実 現 方 式

RX 7000 シリーズの TCP/IP 広域接続機能は、TCP/IP と、広域網を介してデータ通信を行う機能を持つ広域ネットワークシステムの間、TCP/IP 広域ハンドラと呼ぶ制御プロセスを構築し、TCP/IP のデータを広域網に流すという方式で実現している。

また、TCP/IP 広域接続機能の起動/終了のための各種コマンド類、障害情報採取のための各種情報採取ツール等が用意されている。

RX 7000 シリーズ PPP 接続機能は、TCP/IP 広域ハンドラ内に PPP プロトコル制御処理を追加するという形で実現した。実現方式の構成は図 3 に示すとおりである。

広域網で接続する相手は、TCP/IP 広域接続機能の定義ユーティリティで定義され、その相手に送るデータは IP レイヤで TCP/IP 広域ハンドラに振り分けられる。TCP/IP 広域ハンドラでは、PPP 状態管理を行いながら PPP フレームを作成し、広域ネットワークシステム経由で通信制御処理装置 (CCU) へデータを送る。CCU では通信メディアに対応してフレーム、又はキャラクタ単位に PPP フレームを広域網へ出力する。受信したデータは、広域ネットワークシステムから TCP/IP 広域ハンドラ経由で TCP/IP に渡される。

#### 3.2 基 本 仕 様

RX 7000 シリーズで実装した PPP 接続機能の基本仕様 (実装機能範囲) を、表 1 に示す。

RX 7000 シリーズ PPP 接続機能では、IP による広域接

続機能をサポートしている。すなわち、NCPとしてIPCPをサポートしている。また、PPPで規定されている各種LCP構成オプションとNCP(IPCP)構成オプションをサポートしている。

LCP構成オプションの機能として次の(1)～(3)を、NCP(IPCP)構成オプションの機能として次の(4)～(5)を提供している。

#### (1) パスワード交換による接続相手の認証機能

データ転送前に相互にパスワードを交換して、接続してもよいかを認証することができる。認証手順としてはCHAP(Challenge Handshake Authentication Protocol)手順とPAP(Password Authentication Protocol)手順を選

択できる。

#### (2) MRUの整合機能

接続相手とMRU(ここでは最大IPデータ長)が一致していないときは、接続ができないようになっている。

#### (3) ACCM機能

非同期回線による接続時に、ASCII制御文字(0x00～0x1f)を適当なエスケープ文字にマッピングすることができる。

#### (4) TCP/IPヘッダ圧縮有無のネゴシエーション機能

TCP/IP広域接続には標準的なヘッダ圧縮機能があるが、ヘッダ圧縮機能の有無を接続相手とネゴシエーションすることができる。

#### (5) IPアドレス通知機能

接続相手が特定のIPアドレスを持っていないくて、かつPPPプロトコルによるIPアドレス通知オプションをサポートしている場合、接続相手に対して適当なIPアドレスを割り振って通信を行うことができる。

### 3.3 システム構成例

RX 7000シリーズのPPP接続機能で利用できる広域網の通信メディアは、ISDN、高速デジタル専用線、電話網である。

IPデータをカプセル化したPPPフレームは、RX 7000シリーズの通信制御処理装置を介して広域網とやりとりされる。

#### 3.3.1 ISDNを利用したシステム構成

ISDNを利用したシステム構成例は、図4のようになる。

CCUとして、ISDN通信制御処理装置(ISDN Communication Control Processor: ICCP)を使い、直接ISDNに接続する。ICCPでは、ISDN発着呼制御とフレーム単位のREAD/WRITEサービスを実現し、PPPフレームを一括して転送する。

接続可能な機種は、RX 7000シリーズを始め、当社クラ

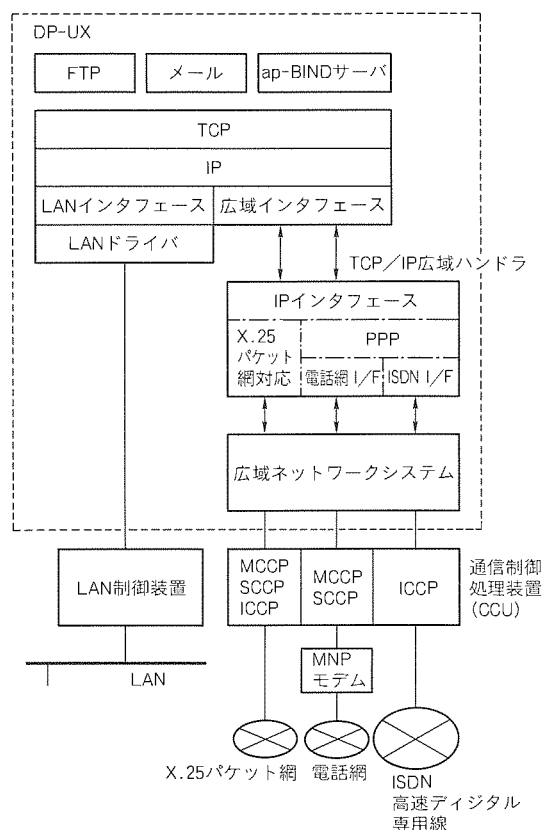


図3. PPP接続機能の実現方式

表1. PPP接続機能の基本仕様

項 目	基 本 仕 様	
準 拠 規 格	RFC1661 (The Point-to-Point Protocol)	
	RFC1332 (The PPP Internet Protocol Control Protocol)	
	RFC1334 (PPP Authentication Protocols)	
	RFC1321 (The MD5 Message-Digest Algorithm)	
	RFC1549 (PPP in HDLC Framing)	
同期/非同期	同期、非同期ともにサポート	
サポートプロトコル	IP (Internet Protocol)	
LCPコンフィギュレーションオプション (RFC1661)	認証プロトコル	…PAP, CHAPをサポート
	最大受信データ長(MRU)	…サポート
	非同期制御キャラクタマップ(ACCM)	…サポート
NCPコンフィギュレーションオプション	IPCP (RFC1332)	TCP/IPヘッダ圧縮 …サポート
		IPアドレス通知 …サポート

(注4) ISDNを利用したPPP接続機能は、apricotシリーズにも実装されている。したがって、apricotシリーズ側もルータは不要であり、直接ISDNに接続できる。

クライアントコンピュータ apricot シリーズ<sup>(注4)</sup>、当社マルチプロトコルルータ“MELNET R 2000”、他社ルータ等がある。

データの機密性が高い場合や専用線のメリットを活用したい場合には、通信メディアとして高速デジタル専用線を利用することもできる。

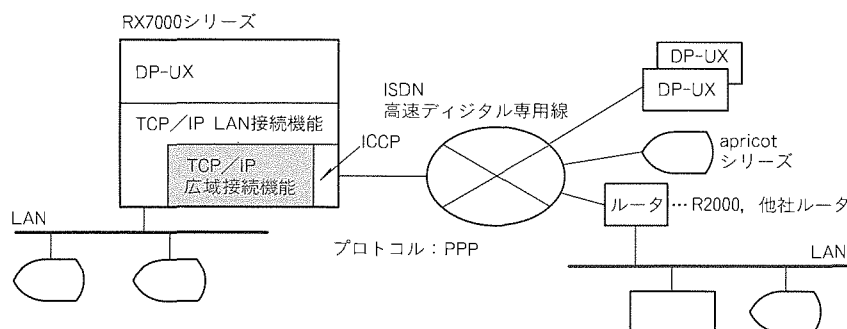


図4. ISDNを利用したシステム構成例

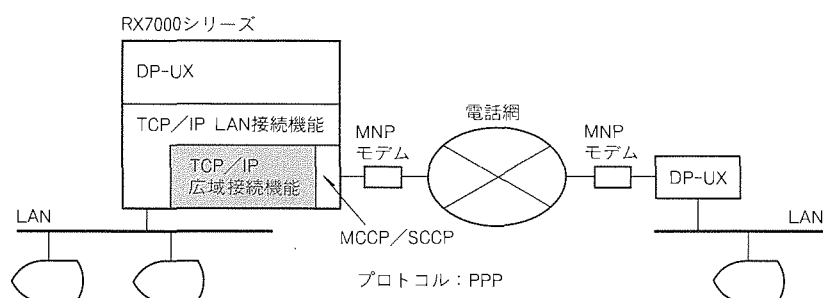


図5. 電話網を利用したシステム構成例

表2. PPP接続機能の製品仕様

項目	内容
適用OS	DP-UX
利用可能なTCP/IPアプリケーション	ファイル転送コマンド (FTP) リモートシェル機能コマンド (RSH) TCP/IP端末接続機能*1 ネットワークファイルシステム (NFS) SNMPエージェント HELLOMAILサーバ*2 TN3270サーバ*3 など
通信手順	PPP
適用回線	ISDN 回線速度：64kbps 高速デジタル専用線 回線速度：64kbps 電話網 回線速度：14.4kbps まで (電話網とはMNPモデム経由で接続する。)
接続可能な機種 (DP-UXシステム同士以外)	クライアント ●当社apricot シーズ XEN-LSII, XEN-PC, DS, NS <適用回線>ISDN ルータ ●当社マルチプロトコルルータMELNET R2000 <適用回線>ISDN 高速デジタル専用線 ●他社ルータ

注 \*1 当社の端末エミュレータ (ap-BIND) をDP-UXシステムに接続するための機能  
\*2 クライアントと連携してTCP/IP電子メール機能を実現する当社メールサーバシステム  
\*3 クライアントと連携してIBMホストの3270端末機能を実現するエミュレータシステム

### 3.3.2 電話網を利用したシステム構成

電話網を利用したシステム構成例は、図5のようになる。

CCUとして、多回線通信制御処理装置 (Multi Communication Control Processor: MCCP)、又は単回線通信制御処理装置 (Single Communication Control Processor: SCCP) を使い、MNP (Microcom Networking

Protocol) モデム経由で電話網に接続する。

MCCP, SCCPでは、非同期式 (調歩同期式) でキャラクタ単位 of データ転送を実現し、PPP フレームをキャラクタ単位に分割して転送する。

利用可能な TCP/IP アプリケーションプログラム、適用回線、接続可能な機種等を表2にまとめて示す。これらの機能は、RX 7000 シリーズのオペレーティングシステムである DP-UX の機能として提供される。

今回の PPP 接続機能サポートによって、RX 7000 シリーズの TCP/IP 広域接続機能の回線レパートリは、表3のとおりとなる。

## 4. 関連する付加機能

より効率的なデータ通信を実現するために、RX 7000 シリーズ PPP 接続機能に関連した付加機能として、次の五つを合わせて提供している。

### (1) 自動的な回線接続/切断機能 (Dial on Demand)

相手マシンとの接続において、通信トラフィックの発生状況に応じて自動的に回線接続/切断を行う。回線の接続/切断をユーザに意識させることなく、通信が始まった時に自動的に回線接続を行い、通信が終了すると無通信時間を監視して自動的に回線を切断する。

ISDN や電話網を利用する場合は、回線費用の低減に効果がある。

表3. TCP/IP広域接続機能の回線レパートリ

通信手順	適用回線
PPP	ISDN 高速デジタル専用線 電話網
X.25	専用線 DDXパケット交換網 ISDNパケット交換網

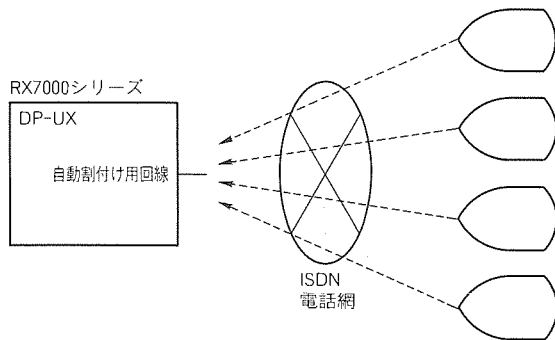


図 6 . 回線自動割付け機能の利用例

## (2) 発信, 着信時の回線自動割付け機能

ISDN や電話網で接続する場合, 接続する相手マシンごと回線を用意せずに自動割付け用の回線の一つ, 又は幾つか用意して, 必要に応じて空いている回線を確保して使い, 回線切断後に解放する運用が可能である (図 6)。実際に接続する接続相手より少ない回線で, TCP/IP 広域接続ができる。

## (3) TCP/IP ヘッダ圧縮機能

TCP/IP による広域接続で標準的なヘッダ圧縮機能<sup>(注5)</sup>をサポートしている。利用できるアプリケーションプログラムのうち, TCP/IP によってセッションを接続してデータ転送を行うものは, TCP/IP の通信制御ヘッダ 40 バイトを 3~5 バイトに圧縮できる。使用する回線の速度が遅い場合に, 転送時間や応答性能を向上させることができる。

## (4) 優先制御機能

TCP/IP 端末処理 (ap-BIND 接続) のように即時性が求められる処理をファイル転送のように回線使用効率の高い

(注5) 標準的なヘッダ圧縮機能は, 一般的に “Van Jacobson の圧縮方法” として知られており, RFC1144 に規定されている。

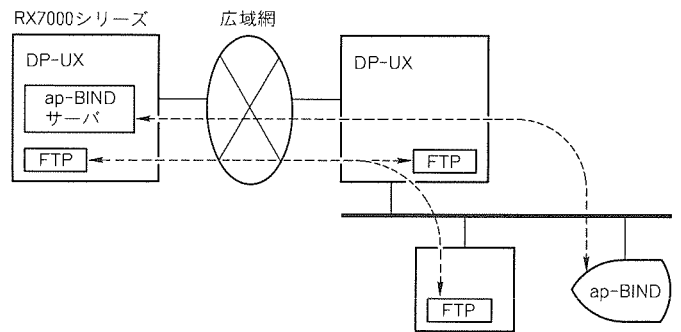


図 7 . 同一回線での TCP/IP 端末接続とファイル転送 (FTP)

処理と同一回線で混在させる場合, 回線使用効率の高い処理を実行している間は, 即時性が求められる処理の応答性能が悪くなる。このとき, 優先制御機能が働くように設定することで, 即時性が求められる処理のデータ転送を優先させて, 応答性能を向上させることができる (図 7)。

## (5) ISDN サブアドレス機能

ISDN で接続する場合, 発信時に接続相手の ISDN サブアドレスを付加したり, 着信時に相手マシンの ISDN サブアドレスを認識したりすることができる。

# 5. む す び

RX 7000 シリーズに TCP/IP 広域接続の標準プロトコルとして普及してきている PPP 接続機能を実装することによって, TCP/IP 広域環境における他機種との相互接続性の向上と, ISDN, 高速デジタル専用線, 電話網などの通信メディアの拡大を実現した。

RX 7000 シリーズのネットワーク機能では, 今後もユーザのシステム構築の幅を更に広げるため, フレームリレー網を利用した TCP/IP 広域接続機能, インタネット接続機能等を提供し, オープン環境への対応を図っていく。

# RX7000, PSERVソリューションパッケージシリーズ

高原照明\*

## 1. ま え が き

当社が1994年秋に発表したソリューションサーバ“RX 7000”, パッケージサーバ“PSERV”は、オフィスサーバ“MELCOM 80”と互換性を保ちながら、GUI (Graphical User Interface) 環境を実現するオープンなプラットフォームである。両機種対応のソリューションパッケージプログラムのラインアップとして“販売情報システム”“会計情報システム”“保険薬局システム”“工程管理システム”を開発した。

ソリューションパッケージプログラム (以下“パッケージ”という。)は、クライアント/サーバ型プログラム (以下“C/Sプログラム”という。)による分散処理を行うことができ、GUI操作を実現する。

本稿では工程管理システムを例にとり、C/Sプログラムの分散処理の方式、GUI操作の実現方法を述べる。

## 2. 機 器 構 成

図1にRX 7000, PSERVの機器構成例を示す。

いずれの機種もクライアントには当社の“apricot パソコンシリーズ”を使用し、サーバ-クライアント間をイーサネット LAN で接続する。

## 3. C/Sプログラム

C/Sプログラムは、クライアントプログラム、サーバプログラムと、両プログラム間の通信を行うトランザクションで構成される。

### 3.1 通 信 方 式

クライアントプログラム、サーバプログラム間の通信は、

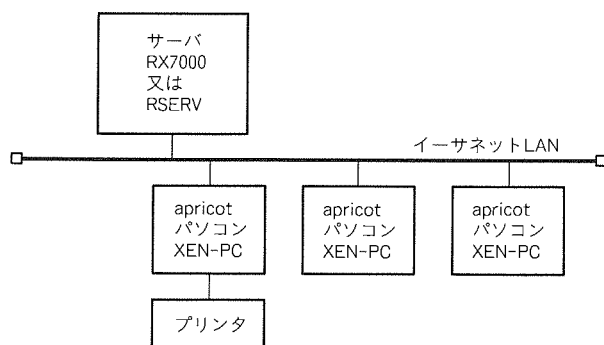


図1. RX7000, PSERV 機器構成例

RPC (Remote Procedure Call) で行うが、実態はストアードプロシージャ方式に近い。

クライアントプログラムが、処理を要求する“上りトランザクション”を発行し、それを受信したサーバプログラムは、要求に対応してあらかじめ用意された処理を実行し、処理結果を“下りトランザクション”で返信する。

### 3.2 トランザクション設計

C/Sプログラムの開発は、まず、トランザクションの設計を行う。トランザクション設計は、当社の CASE ツール“HYPERPRODUCE”を利用する。

始めに、処理要求を行う上りトランザクションと処理結果を返す下りトランザクションの内容の詳細設計を行い、HYPERPRODUCE に入力する。図2は工程管理システムのトランザクション設計書の例である。トランザクションが変更されると最悪の場合プログラムの作り直しになることもあるため、トランザクションの詳細設計は十分な検討が必要である。HYPERPRODUCE で設計したトランザクションは、データベース化され、クライアントプログラム、サーバ

トランザクション名称	TranID	長さ	作成者	作成日	改定日	1
工程情報更新トラン	LTK0T4.TRN	1280	高原	94.12.07		1

BufNo	名 称	項目ID	型	長さ	位置	備 考
0	プログラムID		X	8	9	='PPB010'に固定
1	オーダー番号		X	16	15	
2	更新結果		X	1	1092	'1':正常, '9':その他
3	格納件数		9	3	32	
4	品番	#FILER	X	17	35	
5	工番		X	8	52	
6	工番		X	3	60	
7	部品番		X	8	63	
8	部品番		X	3	71	
9	品番レベル		9	4	74	
10	工番レベル		9	2	78	
11	部品番号		9	4	80	
12	部品番号		9	2	84	
13	工程コード		X	4	86	
14	作業予定日		9	4	90	
15	加工予定日		9	4	94	
16	日数		9	3	98	
17	次工程渡し		X	5	101	
18	実行台数		X	1	106	
19	個当り作日		9	4	107	
20	個当り加日		9	4	111	
21	NCT-7 NO.		X	8	115	
22	備考C		J	16	123	
23	着手日		9	6	139	
24	完了日		9	6	145	
25	作業遅延日		X	4	151	
26	総工程日		X	1	155	
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33	個当り作日		9	4	1043	
34	個当り加日		9	4	1047	
35	NCT-7 NO.		X	8	1051	
36	備考C		J	16	1059	
37	着手日		9	6	1075	
38	完了日		9	6	1081	
39	作業遅延日		X	4	1087	
40	総工程日		X	1	1091	
41		#FILER	X	189	1092	
42						
43						
44						

説明  
指図オーダーの工程情報更新するトランザクション。最大10件格納。  
のほり、くだりの共用。※印は、のほりでセット。

図2. トランザクション設計書作成例

トランザクション概要設計書		システム名称: 工程管理システム	業務名称:部品工程情報入力 画面名(ID); P P B 0 1 0	作成者: 高原 改定者:	作成日: 94/12/01 改定日:
NO	トラン NO	VB 機能概要	トランザクション概要	P 2 機能概要	
1	40110001	●オーダー番号の検索● オーダー番号選択画面で ・オーダー番号の検索条件が入力され E N T E R キーが押下された時	検索要求 (LTORD0, TRN )  検索結果×20件 (LTORD, TRN )	オーダー情報ファイル (PTORD) を読み、 検索条件に合致するオーダーの「オーダー番 号」、「オーダー名」を最大20件返す。 また、条件に合致するオーダーが20件以上あ る場合は、その旨のフラグも返す。	
2	40220001	●オーダー番号の明細取得● オーダー番号選択画面で ・OKボタンが押下された時 ・オーダーリストボックスから一行選択され E N T E R キーが押下された時 ・オーダーリストボックスでダブルクリック された時 ・新規オーダーボタンが押下された時	検索条件 (=オーダー番号) (LTORD2, TRN )  オーダー番号明細 (LTORD2, TRN )	検索条件をキーにして、オーダー情報ファ イル (PTORD) を読み、その内容を返す。ま た、インバリッド時は、その旨のフラグを返 す。	
3	40440001	●オーダー情報の更新● オーダー情報入力画面で ・“登録する”を選んだ場合 ・工程設計ボタンを押下した場合  (但し、入力した内容にエラーがあった場 合はその限りではない)	オーダー情報 (LTORD4, TRN )  更新結果 (ダミー) (LTORD4, TRN )	オーダー情報オーダー情報ファイル (PTORD) 更新する。 ・オーダー番号が存在すれば、REWRITE ・オーダー番号が存在しなければ、WRITE	
4	40110002	●工程マスタの取得● 工程設計画面が1回目に表示された時	取得要求 (ダミー) (LNMKT0, TRN )  工程マスター一覧 (工程コード+名称) (通信機能を使用して 最大500件すべて 返信) (LNMKT0, TRN )	工程マスタ (PMKTM) の工程コードレ コードを順次リードして“工程コード”+ “名称”を最大500件リードする。	

図 3. トランザクションタイミングチャート作成例

プログラムで簡単に利用することができる。

次に、上りトランザクションが送信されるタイミングと、そのトランザクションによってサーバで行う処理の概要を設計し、図 3 に示すトランザクションタイミングチャートを作成する。

### 3.3 クライアントプログラム開発

クライアントプログラムは、Visual Basic<sup>(注1)</sup> (以下“VB”という。) で開発する。

VB は、簡単な操作で素早く GUI 環境を実現することができるプログラム言語である。トランザクションは、HYPERPRODUCE が提供する VB 用カスタムコントロール VBX<sup>(注2)</sup> で簡単にアクセスすることができる。また、会話型デバッガによって、クライアントだけで擬似的にトランザクション通信を行えるため、先にクライアントプログラムだけを開発できる。図 4 は工程管理システムで作成したクライアントプログラムの画面例である。

### 3.4 サーバプログラム開発

サーバプログラムは、当社の事務処理向け簡易言語プログレス II で開発する。トランザクションの項目定義部はトランザクションデータベースによって自動的に生成されるため、

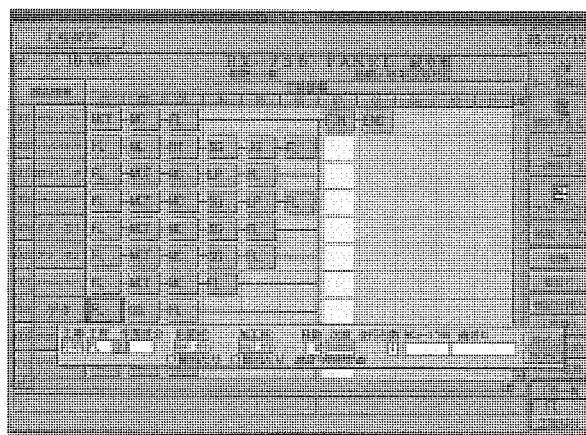


図 4. クライアントプログラム画面例

トランザクションに対する処理手続きを記述するだけでプログラムが作成できる。また、トランザクションのアクセスは、専用ライブラリで簡単に行うことができる。サーバプログラムを作成する時点では、クライアントプログラムが完成しているため、実際に通信を行いながら、比較的簡単にテストすることができる。

## 4. GUI化の問題点

### 4.1 GUIとCUI

GUI 操作では、ビジュアルで直感的な操作を行うことができる反面、次の操作がユーザー任せであるために、プログラム

(注 1) “Visual Basic”は、米国 Microsoft Corp. の商標である。

(注 2) “VBX”は、VB 用のサブルーチン部品で、画面に張り付けるだけで簡単に高度な機能を実現する。

の処理順番が特定できない。したがって、プログラムは“何か操作（イベント）が発生したとき”“その操作（イベント）に対して何を処理するか”の方式で記述する。一般にこの方式を“イベント駆動型プログラミング”という。

一方、文字をベースとしたCUI (Character User Interface) プログラムでは、画面の上から順番に項目入力するなど、操作の順序があらかじめ決められていることが多い。一般にこの方式を“手続き型プログラミング”という。

#### 4.2 GUI操作の特徴

次の操作がユーザに任されているため、ユーザは思いどおりの操作を行うことができる。例えば、データの一覧表が見たければ“一覧”表示ボタンをクリックすればよいし、表示中の画面データを更新したければ“更新”メニューをクリックすればよい(図5)。自由に操作できる反面、伝票入力のような大量のデータを連続して入力する処理には向いていない。マウスを移動しながら、必要に応じて、ボタンやメニューをクリックするのは意外と手間が掛かるからである。

#### 4.3 CUI 操作の特徴

操作の順番が厳密に決まっているため、操作の自由度は低い。例えば、伝票を入力する場合は、必ず先に伝票番号を入

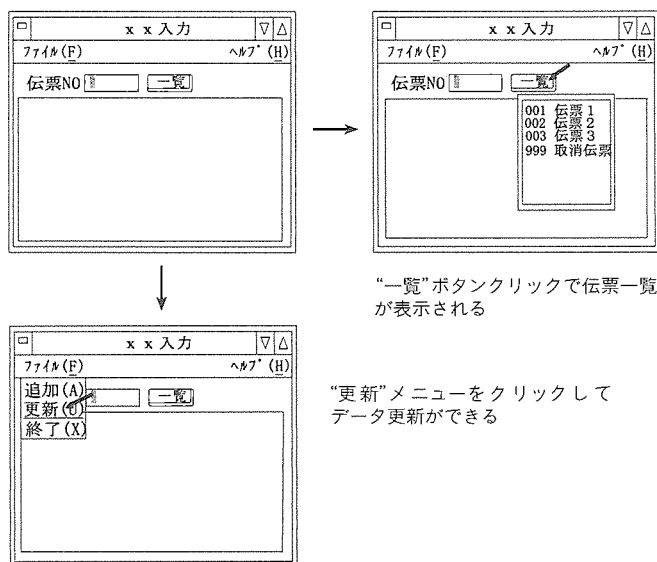


図5. ユーザに任された操作

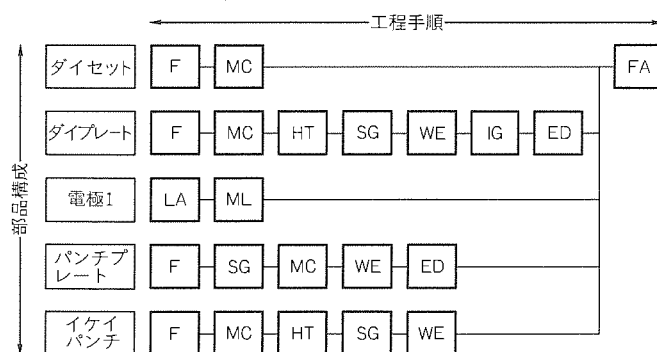


図6. プロセスチャート

力する必要がある。しかしその反面、キーボードだけで入力を行えるため、大量のデータを連続して入力するような処理に威力を発揮する。

#### 4.4 GUI化の範囲

以上のことから分かるように、パッケージのすべての機能を単純にGUI化すればよいというものではない。かえって使いにくくなるものもある。GUI化して効果がでるのは、図形を処理する場合やグラフを表示する場合などである。例えば、工程管理システムは図6に示すようなプロセスチャートと呼ばれるPERT図を扱う。MELCOM 80版の工程管理システムでは、以下の手順でプロセスチャートデータを入力していた。

- (1) 手書きプロセスチャートを作成する(図7)。
- (2) (1)を基に工程情報入力票を記入する(図8)。
- (3) (2)を基に工程情報を入力する(図9)。
- (4) プロセスチャートが表示される(図10)。

これに対してGUI化したプログラムでは、図11のように、画面上で直接プロセスチャートを入力できるようになった。また、工程管理システムの負荷グラフ表示の例では、図12で示すように、能力線の表示やグラフの種類分けなどが

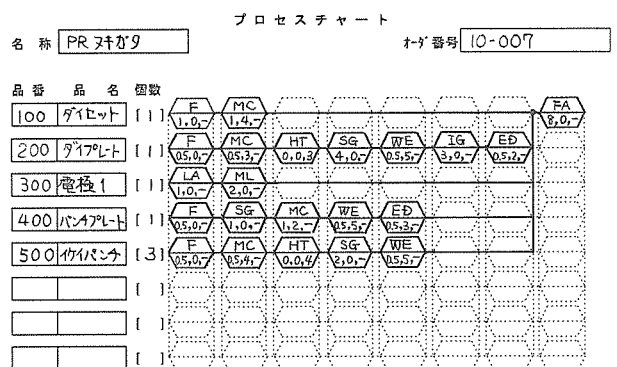


図7. 手書きプロセスチャート

部品／工程計画表入力票

(オーダー番号: 10-007) (2/5)

部品情報

品番	品名	個数	標準予定	外注	備考B (部品備考)	工程バリエーション
200	ダイアプレート	2	45/7/10		新型	

工程情報

工程	工程	作業区分	作業時間	加工時間	日数	次工程	並行	親品番	親工程	NC加工	備考C (工程備考)
010	F		0.5	0	0		1				
020	MC		0.5	3	0		1				
030	HT	外注	0	0	3		1				G&G01
040	SG		4	0	0		1				
050	WE		0.5	5	0		1				
060	IG		3	0	0		1				
070	ED		0.5	2	0		1				
								100 030			組付 (100)

図8. 工程情報入力票

G10-B13 \*\*\* 部品工程情報入力 (工程情報入力) \*\*\* 95年07月12日  
 工程番号 10-007 1950526 950715  
 品番 品名 数量 着手予定 外注 備考 B 工程名  
 002 ダイアレート 1 950526  
 工程 区分 作業H 加工H 日数 次読 並 親品番 工番 NCマ-マ NO 備考 C  
 010 F 0:30 0:00 0 00000 1  
 020 MC 0:30 3:00 0 00000 1  
 030 HT 0:00 0:00 3 1  
 040 SG 4:00 0:00 0 00000 1  
 050 WE 0:30 5:00 0 00000 1  
 060 IG 3:00 0:00 0 00000 1  
 10701 1001 10701  
 G G 0 1  
 終了 中止 戻す 前ページ 次ページ 略語 追加 修正 削除  
 複写 画面選択

図9. 工程情報入力画面(CUI版)

G10-B20 \*\*\* プロセスチャート表示 \*\*\* 95年07月12日  
 工程番号 10-007 製品トピタキタ  
 表示範囲 (品番 001) 工番マ-マ (011) 港移: 01 02 03 04 05 06 07 08  
 品番 01 02 03 04 05 06 07 08  
 ダイア F NC HT SG WE IG  
 ダイ F NC HT SG WE IG  
 003 LA ML  
 004 F SG NC WE ED  
 パン FL  
 イケ  
 終了 戻す 上リット 下リット 前ページ 次ページ 最新の港移

図10. プロセスチャート表示画面(CUI版)

図11. プロセスチャート入力画面(GUI版)

できるようになった。

## 5. 定型業務とGUI化

以上述べたように、図形処理・グラフ表示などではGUI化のメリットは大きい。逆に、受注入力・売上げ入力などの定型業務は、GUI化するメリットが余りないことになる。しかし、プログラムをGUI化することは、画面処理をパソコン化することであり、それによって別の効果が期待できる。

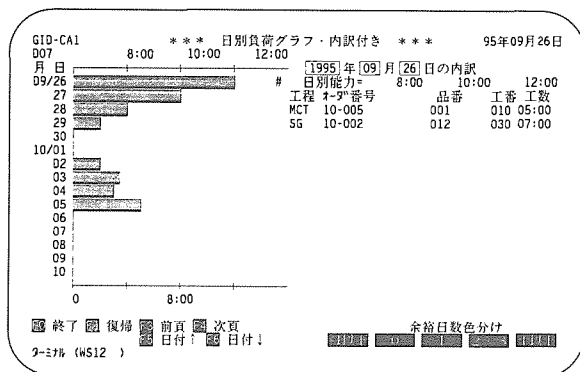
### 5.1 画面の分割

GUIでは、画面を複数のウィンドウに分割して、重ねた

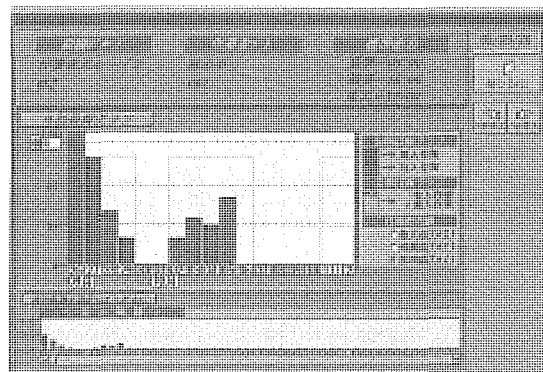
表1. コード表の例

工程コード	工程名称	備考
ED	放電加工	
F	準備・材料取り	
FA	最終組立て	
FL	切出し	
HT	焼入れ	外注加工
IG	ジグボーラ	
LA	粗削り	
MA	MA	
MC	マシニングセンタ	
ML	ミーリング	
NC	NC加工	
SG	面取り	
SGL	鏡面	
SGM	ひずみ取り	
WE	ワイヤ放電	

図13. コード表を画面表示した例



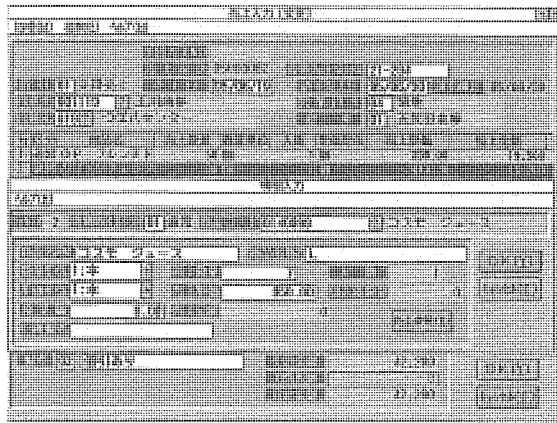
(a) CUI画面



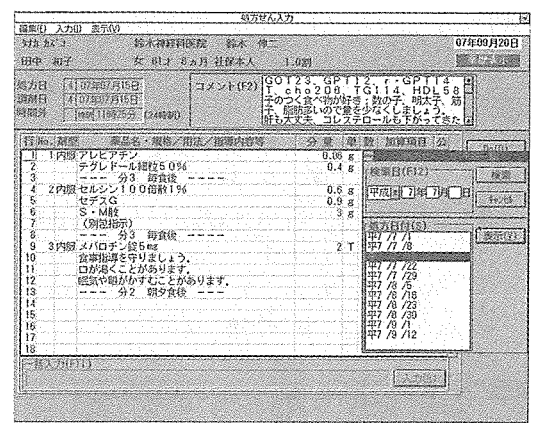
(b) GUI画面

図12. CUI画面とGUI画面の比較

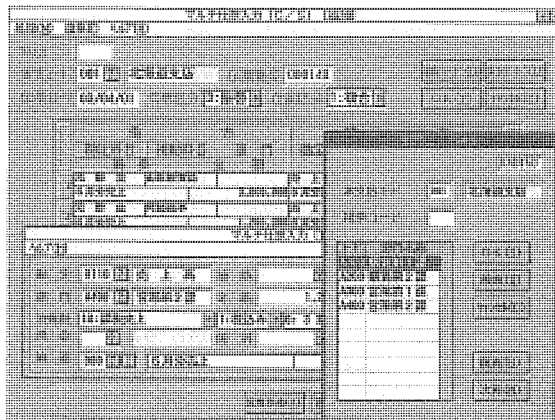




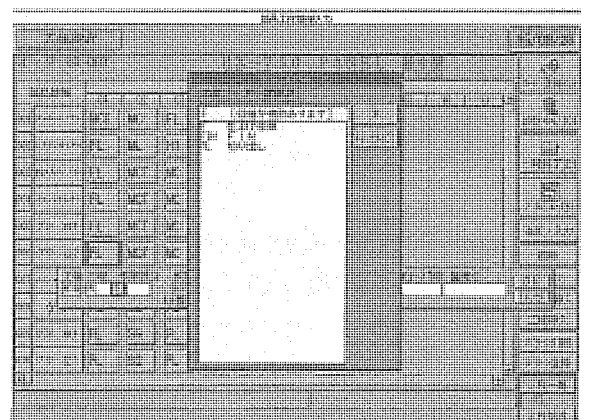
(a) 販売情報システム表示例



(c) 保健薬局システム表示例



(b) 会計情報システム表示例



(d) 工程管理システム表示例

図14. 各パッケージの代表的なGUI画面

り、並べたりすることができる。CUI画面では、画面を切り換えるしかなく、切換え前の画面の内容は見えなくなってしまうし、情報を無理に1画面に収めようとするれば、非常に見にくいものになってしまう。必要な情報を必要な画面で、しかも並べて確認できることがGUI化の効果である。

## 5.2 コード表

CUI画面で作業コード・工程コードなどを入力する場合、普通、表1のようなコード表を用いて入力する。コード表は内容に変更があるたびに作成しなおさなければならない。また、コード表を無理に画面表示しても、画面を見にくくしたり操作を複雑にするだけである。

GUI画面では、図13のように、コード表を専用のウィンドウに表示して、それを参照しながら入力操作を行えるため、コード表を用意する必要がない。

以上のように定型業務をGUI化する場合、以下の点に

留意することが必要である。

- (1) キーボード操作中心のプログラムとする。
- (2) 入力画面を複数ウィンドウに分ける。
- (3) コード表を画面表示する。

## 6. む す び

以上のようなことを踏まえて、MELCOM 80のパッケージである“販売情報システム”“会計情報システム”“保険薬局システム”“工程管理システム”をGUI化した。図14に各パッケージの代表的なGUI画面を示す。これにより、RX 7000, PSERVのパッケージレパートリの充実とともに、従来以上の操作性を実現することができた。

今後は、画面処理だけでなく、事務処理に多く見られる“帳票印字”“バッチ処理”についても、GUI化による効果を分析し、GUI化を進める予定である。

# 接着・リベット併用による配電盤・制御盤の組立技術

眼龍裕司\* 原賀康介\*\* 八木直樹\*\*\* 駒澤吉郎+ 中島義信\*\*

## 1. ま え が き

配電盤や制御盤を構成するきょう(筐)体やユニット等は、品種が多く形状も様々なため、組立作業を人手に頼るところが多い。しかし、近年、板金作業のうち、特に熟練を要するとされる溶接作業等の技能分野の人手不足が深刻化し、技術や技能の伝承が困難な状況にあり、品質の安定と向上、製造工程及び工期短縮への対応が困難になりつつある。一方、溶接及びその関連作業は騒音、じんあい(塵埃)、せん(閃)光を発生し、3 K作業の代表とされ、作業環境の観点からも改善が急務である。

このような背景から、配電盤や制御盤の筐体組立作業の熟練技能からの脱皮と作業環境の改善を目的に、従来の溶接に代わる組立方式として、接着剤とリベットを併用する組立技術を開発し、実用化した。

以下に、その概要を述べる。

## 2. 接着・リベット併用組立法の適用対象筐体

今回、接着・リベット併用組立法の適用対象とした筐体は、従来アーク溶接によって組み立てられていた自立型鋼板製パネル構造のものであり、鋼板の厚さは主として1.6 mm から2.3 mm、高さ最大2.5 m、幅約1 m、奥行き約1 m、質量100 kg から200 kg (機器装着後の質量250 kg から

700 kg) 程度のものである。

既に接着・リベット併用組立法によって実用化したものに、冷熱機器用高圧電動機盤(屋内盤)、ビル管理用リモートステーション盤(屋内盤)、ビル用受配電盤(屋外盤)、工業プラント用制御盤(屋内盤)、発電所向けデジタル制御盤(屋内盤)(以下“DDC 盤”という。)、工業用計算機盤(屋内盤)(図1)などがある。このうちの一例として、DDC 盤の接着・リベット併用組立法による筐体の構造を図2に、底板と側板の連結コーナ部の拡大図を図3に示す。コーナ金具

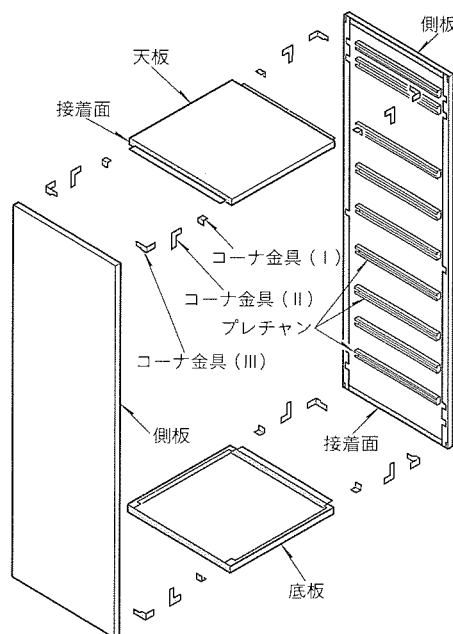


図2. DDC盤の主要部品の概略構成

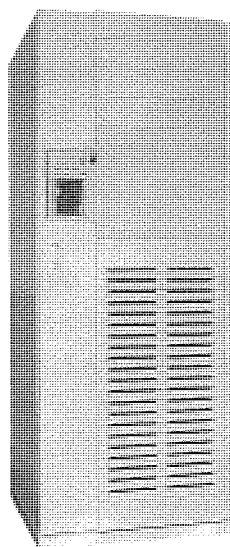


図1. 工業用計算機盤

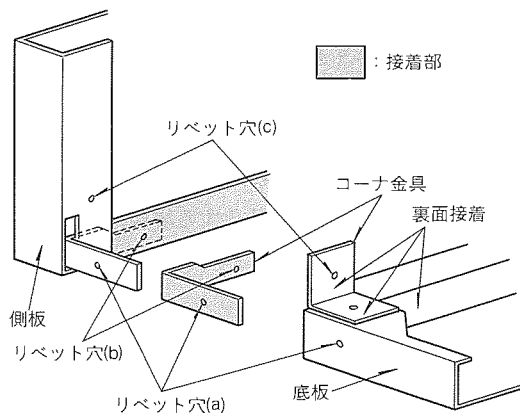


図3. DDC盤の底板と側板の連結コーナ部

は剛性を確保するために用いている。

### 3. 接着・リベット併用組立法の概要

#### 3.1 接着剤及びリベット

接着剤は強度・耐久性・作業性の点から、常温硬化性の2液接触硬化型構造用変性アクリル系接着剤“ハードロックM372-20”(電気化学工業(株)製)を使用した。この接着剤は、昭和53年に三菱電機(株)材料研究所と接着剤メーカーで共同開発し、アルミ製制御盤や屋外用小型筐体の組立てやエレベータ・エスカレータの補強材接合などに既に15年以上用いられており、フィールドにおいてもその高い信頼性が立証されているものである<sup>(1)</sup>。接着剤の性状・物性を表1に示す。特長は次のとおりである。

作業性の面では、

- 油面接着性に優れるため、接着前の脱脂が簡便に行える。
- 2液の接触によるラジカル反応で硬化するため、完全混合の必要がなく、配合比の許容幅が非常に大きい。
- 常温や冬期の低温時にも、短時間で硬化する。
- 接着剤中に膜厚調整用ビーズが混入されており、最適膜厚の管理が容易である。

性能面では、

- せん断、はく離、衝撃のいずれにも高い接着強度を示す。
- 優れた耐環境性がある。
- 焼付け塗装時の高温下でも、熱劣化しない。

一方、リベットは、作業性の点から、片側からの締結ができるマンドレル引抜きタイプを使用している。必要な工具は

ハンドガン式のリベッタのみである。

#### 3.2 接着・リベット併用組立法の特長

接着・リベット併用組立法は、基本的には接合強度を接着接合に期待し、接着接合の弱点をリベット締結で補い、総合的に高い接合信頼性と優れた作業性を両立させるものである。接着・リベット併用組立法の特長を次に示す。

性能面では、

- 接着によって面接合となるため、振動、疲労に強くなる。
- 接合時に高温を要しないため、薄板でもひずみが生じず、寸法精度が向上し、外観も優れる。
- 異なる板厚や異種材料の接合が容易なため、材料の最適化・軽量化が図れる。
- 接着剤は、焼付け塗装時など高温での強度や耐クリープ性に劣るが、金属製のリベットの併用によって解消される。
- 接着剤のみでは、アースや電着塗装のための電気的導通が確保できないが、金属製のリベットの併用によって解消されることも確認している。

作業性の面では、

- 接着剤が未硬化状態でも、すぐに次工程に移行できる。
- リベットによって部材の位置決めや姿勢保持が容易である。
- 接合時にひずみが生じないため、ひずみ修正や塗装工程でのパテ修正などが不要で、製造工程の大幅な合理化ができる。また、ひずみ修正のためのハンマ作業やグラインダかけなどの騒音がなくなり、作業環境の改善ができる。

表1. ハードロックM372-20の性状・物性

種 類	2液接触硬化型構造用変性アクリル系接着剤
主成分(A/B剤とも)	アクリルモノマ、エラストマ(ニトリルゴム)、硬化触媒、接着剤層厚さ調整用ビーズ( $\phi 0.15\text{mm}$ )
外 観	A剤：乳白色粘ちょう液 B剤：三菱電機・盤標準色5Y7/1 粘ちょう液 硬化後の色：5Y7/1
粘 度	$20\text{Pa}\cdot\text{s}$ { $20,000\text{cps}$ } (at $25^\circ\text{C}$ ) (A/B剤とも)
含有溶剤	なし (A/B剤とも)
液 比 重	1.01 (at $20^\circ\text{C}$ ) (A/B剤とも)
硬化物物性	
硬 度	ショアD55~60 (at $25^\circ\text{C}$ , 5秒値)
線膨脹率	$1.10\times 10^{-4}/^\circ\text{C}$
熱伝導率	$0.419\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ { $1.03\times 10^{-3}\text{cal}/\text{cm}\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C}$ }
体積固有抵抗	$1.26\times 10^8\Omega\cdot\text{m}$
比誘電率	60Hz; 6.4, 1kHz; 5.7 (at $20^\circ\text{C}$ )
誘電正接tan $\delta$	60Hz; $3.9\times 10^{-2}$ , 1kHz; $6.6\times 10^{-2}$ (at $20^\circ\text{C}$ )
接着作業条件	
配 合 比	A剤:B剤=2:1 ~ 1:2
可 使 時 間	3分( $35^\circ\text{C}$ )~6分( $5^\circ\text{C}$ )
強度発現時間	10分( $35^\circ\text{C}$ )~30分( $5^\circ\text{C}$ )
最終硬化時間	1日
接 着 強 度	
はく離強度	215~372N {22~38kgf}/25mm (at $25^\circ\text{C}$ )
せん断強度	16.6~24.5MPa {170~250kgf/cm $^2$ }

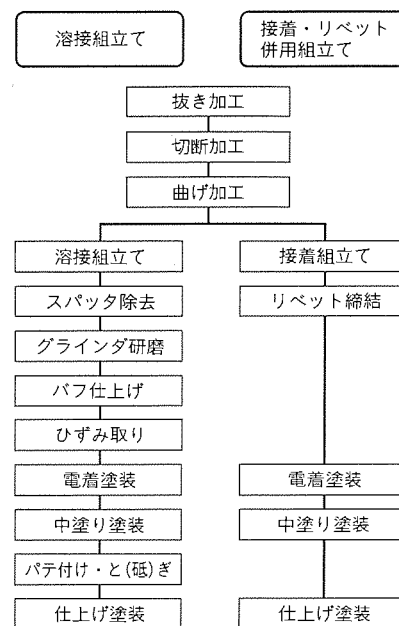


図4. 溶接と、接着・リベット併用組立法の製造プロセスの比較

- 接合と同時にシールができ、シール作業が不要になる。
- 大がかりな設備が不要で、作業場所が制限されない。
- 高度な技能を要せず、熟練技能者の不足に対応できる。

図4に、従来の溶接構造と接着・リベット併用組立法の製造プロセスの比較を示した。

### 3.3 接着・リベット併用組立法の留意点

筐体の組立てに接着・リベット併用組立法を採用する際には、次の点を考慮して設計、施工を行うことが必要である。

- 被接着材料の種類により、接着強度や耐久性が異なる。特に、亜鉛めっき鋼板では種類の選定が重要である。
- 部品の張り合せ時に、塗布した接着剤がこすり落とされたり、かき取られたりしない構造であること。
- 接着剤の可使時間（接着特性を低下させずに部品の張り合せ作業ができる接着剤塗布後の時間）内で接合が完了できる簡易な接合構造であること。
- 接着部に加わる応力がせん断方向になるように設計すること。
- いったん接着すると分解不可能なため、接着前の仮組みが重要である。

## 4. 接着・リベット併用組立筐体の性能

### 4.1 耐震性

#### 4.1.1 筐体の耐震設計

地震に対応するため、配電盤や制御盤の筐体には、十分な耐震性が要求される。地震による破壊は、地震の振動数が筐体の固有振動数と一致して共振し、地震の数倍～30倍程度の力を受けて起きる場合が多く、また、輸送中や据付け時にも大きな外力が加わることがある。輸送中に受ける力は、道路

表2. 代表的な耐震設計規格

規 準 番 号	規 準 名 称	制 定 機 関
JEM-144	配電盤・制御盤の耐震設計指針	日本電機工業会
JEAG-4601	原子力発電所耐震設計技術指針	日本電気協会
JEAG-3605	火力発電所の耐震設計指針	日本電気協会
JEAG-5003	変電所等における電気設備の耐震対策指針	日本電気協会
JEIDA-29	工業用計算機設置環境基準	日本電子工業振興協会
JIS Z 0200	包装貨物の評価試験方法通則	日本工業規格

表3. JEAG-3605の設計レベル2クラスI  
及びJIS Z 0200の振動試験条件

	JEAG-3605 設計レベル2クラスI		JIS Z 0200
	掃引試験 (共振点の調査)	耐震強度試験	運搬耐久性試験
周波数範囲	1Hz以上	共振周波数	5～55Hz
加振方向	左右, 前後, 上下	左右, 前後, 上下	左右, 前後, 上下
加速度振幅	0.25G	0.25, 0.5, 0.75G	0.75G
加振時間	任意	正弦30波	40分

1G=9.8m/s<sup>2</sup>

事情、盤筐体の積替えや積降し状況によって異なるが、配電盤や制御盤の自重の16倍近くの力を受けることがある。したがって、筐体は耐震性を十分に考慮した設計が必要である。

表2に、三菱電機㈱において耐震設計の条件として準拠している代表的な規格を、表3に、JEAG-3605の設計レベル2クラスI及びJIS Z 0200の振動試験条件を示した。

#### 4.1.2 筐体の振動試験

図2に示したDDC盤筐体にダミーウェートを載せ、表3の耐震試験条件で振動試験を行った。なお、1995年1月17日の阪神大震災では、地表面で最大833Gal(0.85G: 8.33m/s<sup>2</sup>)の水平方向の揺れが観測された<sup>(2)</sup>ため、耐震強度試験は規格を上回る0.87～0.89Gで試験を行った。

図5に、掃引試験における左右方向の加振周波数と応答倍率の測定結果を示した。共振点では側面及び前面の上部で約9倍の応答倍率であった。表4に示すように、接着・リベット併用組立筐体の共振周波数は、左右方向が8.8Hz、前後方向が9.5Hz、上下方向が55Hz以上で、溶接構造筐体の共振点を上回っており、溶接構造筐体よりも剛性に優れていることが確認された。また、共振周波数で0.87～0.89Gの加速度を与えて実施した耐震強度試験及び0.75Gでの運搬耐久性試験においても、全く異常は見られなかった。

以上の結果から、接着・リベット併用組立筐体は、高い剛性と優れた耐震強度を持っていることが確認された。

### 4.2 接合強度

図6に、アーク溶接、スポット溶接、リベット、接着、接着・リベット併用の接合強度の比較試験の結果を示した。試験は、厚さ2.3mmの鋼板を用いて、図7に示す形状・寸

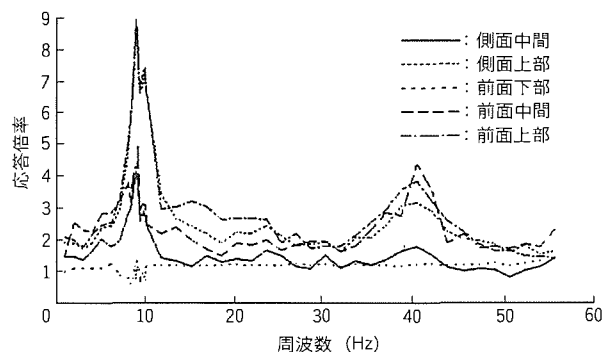


図5. 左右方向の加振周波数と各加速度計の  
応答倍率の測定結果

表4. 接着・リベット併用組立筐体の  
共振周波数と剛性

		接着・リベット併用 筐体	溶接筐体
共振周波数	加振方向		
	左右	8.8Hz	5.0Hz
	前後	9.5Hz	9.3Hz
	上下	55Hz以上	55Hz以上

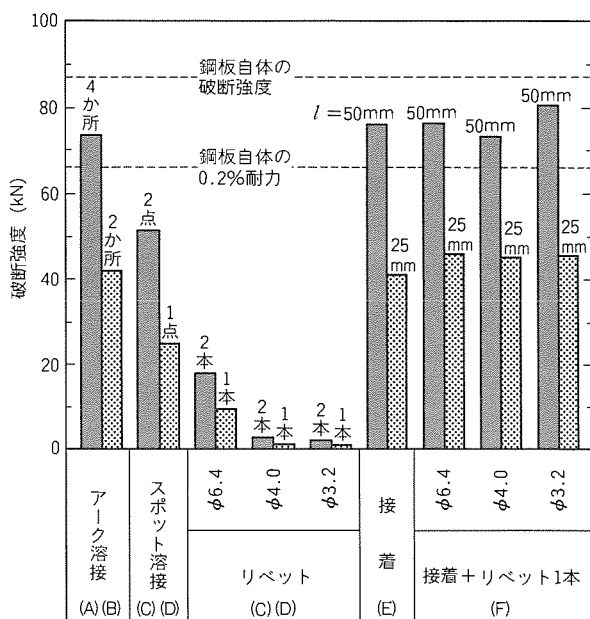


図6. 各種接合方法の接合強度の比較  
(厚さ2.3mmの鋼板と鋼板の組合せ)

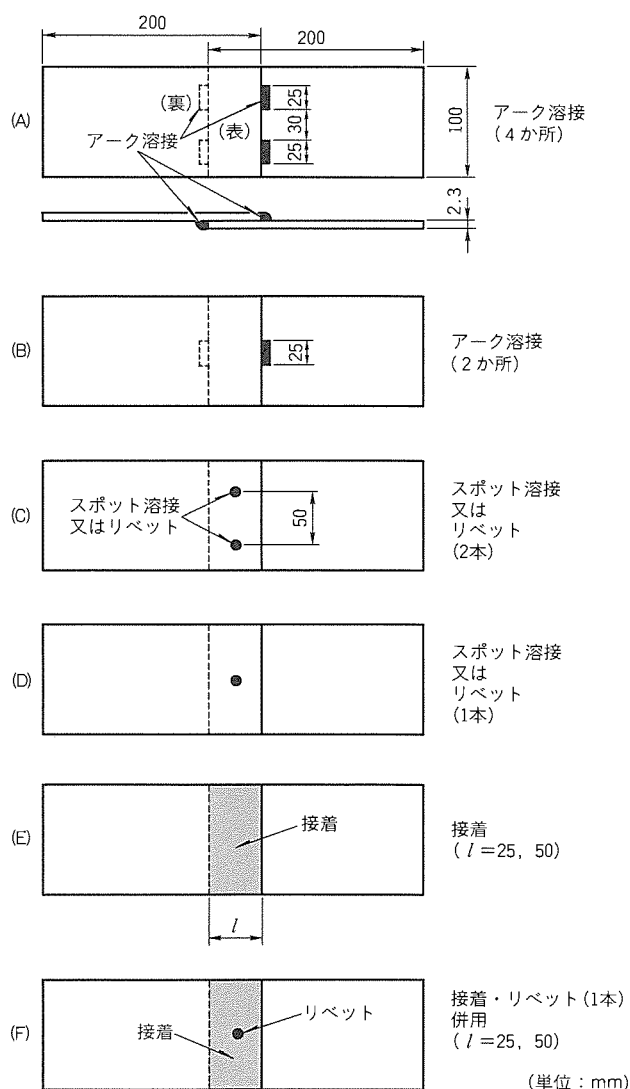


図7. 試験片の形状・寸法 (鋼板と鋼板の組合せ)

法の単純重ね引張りせん断試験片で行った。この結果から、重ね合せ長さ  $l$  を 50 mm で接着した場合は、ビード長さ 25 mm のアーク溶接を 4 か所行った場合と同等の強度が得られ、鋼板自体の 0.2 % 耐力を上回っていることが分かる。また、リベット自体の強度は接着に比べて非常に低く、接着・リベット併用の強度は、接着によるものが支配的であることが分かる。

### 4.3 接着耐久性

この接着剤は、先にも述べたように、既に 15 年以上のフィールド実績があり、高い信頼性が立証されているものである<sup>(1)</sup>。

図8は、この接着剤の開発初期に、屋外暴露における接着強度の長期経年変化を、湿潤状態における強度低下率と乾燥による強度回復率の関係を基に、アレニウス法に従って推定したものである<sup>(3)</sup>。図中には、その後実際に屋外暴露試験を行った結果も示したが、推定値とよく一致しており、30 年の経年変化でも 86% 以上の強度保持率を保有すると推定できる。なお、実際に筐体組立てに用いている接着剤ハードロック M 372 は、図8の実験以後に完成したもので、更に優れた耐久性を持っている。

図9には、ハードロック M 372 で接着した各種の材料の

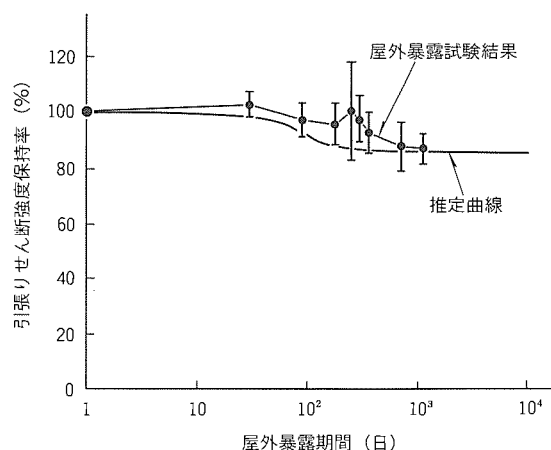


図8. 屋外暴露における接着強度の経時変化の推定曲線と屋外暴露試験結果の比較

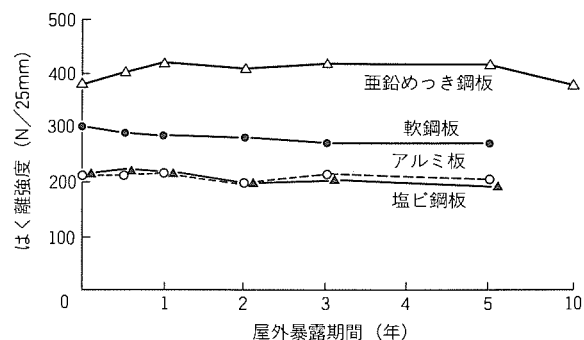


図9. ハードロックM372で接着した各種の材料の屋外暴露試験の結果

屋外暴露試験の結果を示した。試験片には、幅 25 mm、接着部の長さ 150 mm のはく離試験片を用いた。この結果から、長期の屋外暴露においてほとんど強度低下が見られず、耐久性に優れていることが分かる。なお、屋外暴露における劣化の主要因は接着部への水分の浸入によるものであり、接着部内部での吸水率の分布状態は接着部の幅によって変化し、接着部の幅が 2 倍になると耐久性は 4 倍になると考えられている<sup>(4)</sup>。例えば、試験片の幅が 25 mm である図の結果を幅 50 mm の接着部の場合に換算すると、横軸の時間が 4 倍となり、5 年目が 20 年目に相当する。筐体の接着部の寸法は 25 mm よりも大きく設計してあるので、図の屋外暴露試験の結果よりも更に耐久性に優れると考えられる。

## 5. む す び

配電盤や制御盤の筐体組立作業の熟練技能からの脱皮と作業環境の改善を目的に、従来の溶接に代わる組立方式として、接着剤とリベットを併用する組立方式を開発し、従来工法による強度や剛性、意匠性、耐久性等を損なうことなく実用可能であることが確認できた。

接着・リベット併用組立方式による効果をまとめると次のとおりである。

- 熟練技能が不要で、品質の安定・向上が図れる。

- 筐体の組立て及び塗装工程で省工程化が図れる。
- 溶接電力が不要となり、省エネルギー化が図れる。
- 3 K 作業がなくなり、クリーンで静かな環境での作業が可能となる。

なお、この開発は、配電盤や制御盤類を製造する社内の多数の製作所及び関連会社の協力によって全社的に展開したもので、新世代の革新的な組立法として種々の製品への適用が急速に加速されつつある。

三菱電機(株)における実用化を一つの契機として、筐体類の組立作業分野に接着・リベット併用方式が広く普及していくことを期待したい。

## 参 考 文 献

- (1) 原賀康介, 服部勝利, 山田 祥, 伊藤憲治, 高木正巳: 電気機器における構造接着技術の開発と実用化, 日本接着協会誌, 25, No.11, 528 (1989)
- (2) 朝日新聞, 1995 年 1 月 18 日夕刊
- (3) 原賀康介: 接着接合物の環境耐久性評価, 日本接着協会誌, 15, No.12, 568 (1979)
- (4) 宮入祐夫 編: 接着応用技術, 日経技術図書, 515 (1991)



# 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 知的財産渉外部  
総合グループ Tel(03)3218-2137

## 回路しゃ断器 (特許 第1604930号, 特公平2-15977)

発明者 寺地淳一, 山県伸示, 久常文之, 吉安 一

この発明は、限流性能を向上させた回路しゃ断器に関するものである。

従来の回路しゃ断器は、可動導体を高速で開離させたり、アークを磁気力で伸長させたりしていたが、アーク電圧の上昇に一定の限度があった。

この発明は、従来のしゃ断器のアーク電圧の上昇に対する限界を打開するためになされたものである。図1(a), (b)はこの発明によるしゃ断器の圧力反射板の正面図及び平面図、図2(a)はしゃ断器の一部断面平面図、図2(b)は図2(a)のB-B線に沿った断面図である。

接点(3)を取り囲むように導体(2)上に配置された圧力反射板(12a, 12b)を有する接触子(20, 40)に、接点から遠ざかる方向へ伸びかつこの接点よりも幅狭のアーク走行路(13)を設けた。このため、接点間で発生したアークは、大電流時にはアーク足の径が大きいために狭いアーク走行路への侵入が阻止されて、圧力反射体によるアークの絞り作用が十分発揮されることになり、限流効果が向上する。また、消弧板がアーク走行路よりも幅狭のスリット(7a)を設けたことにより、アーク

ク走行路を移行したアークは消弧板との接触面積が増大され、消弧性能が向上する。

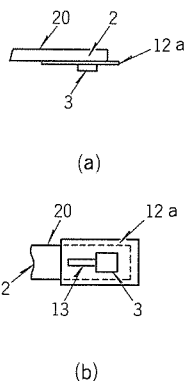


図1.

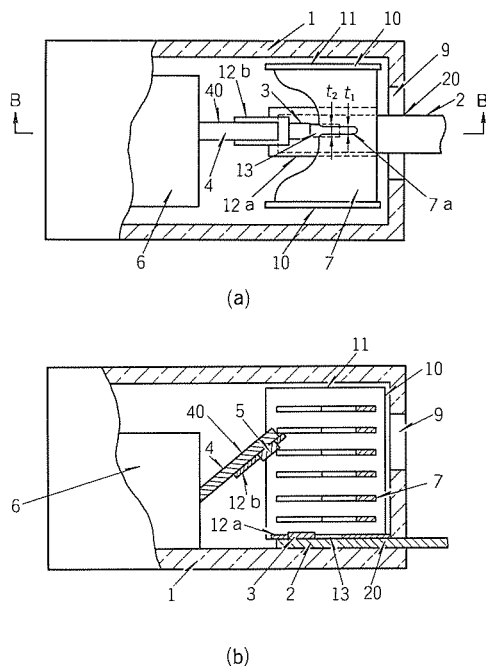


図2.

## 電子管用陰極 (特許 第1667631号, 特公平1-5417号)

発明者 斎藤正人, 福山敬二, 渡部勤二, 佐野金治郎, 鎌田豊一

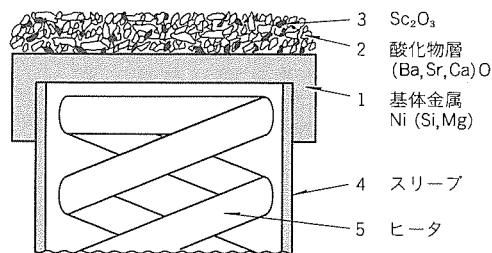
この発明は、ブラウン管や撮像管などの電子管に使用される酸化物陰極に関するものである。

従来の酸化物陰極は、Si, Mgを微量含むNiからなる基体金属上に、三元アルカリ土類金属酸化物((Ba, Sr, Ca)O)からなる酸化物層を塗布した構造である。電子管の動作中、BaOは電子源である遊離Baを生成するが、同時に反応生成物が基体金属と酸化物層の中間に生成蓄積され、遊離Baの生成を抑制する。これが、酸化物陰極の寿命を決定する主要因となる。

この発明は上記の欠点をなくすためになされたもので、図に実施例を示す。従来の基本構造である三元アルカリ土類金属酸化物((Ba, Sr, Ca)O)からなる酸化物層(2)の中に、酸化スカンジウム( $\text{Sc}_2\text{O}_3$ )(3)を分散させたものである。この酸化スカンジウム(3)は陰極の動作中に生成される反応生成

物を分解する作用があるため、電子放射源Baの生成が長時間安定して行われる。これにより、酸化物陰極の長寿命化が達成される。

この発明により、電流密度を従来の4倍の $2\text{ A/cm}^2$ で動作させることが可能となり、高輝度、高解像度化が可能となる。また、CRTの製造工程と陰極の動作温度が従来品と同じなので、極小のコストアップで大きな効果が得られる。





# 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 知的財産渉外部  
総合グループ Tel(03)3218-2137

## 軸流ファン (特許 第1807329号, 特公平5-12559)

発明者 大蔭勝久, 松沢久行, 岩村義己

この発明は、空気調和機等に使用される軸流ファンの低騒音化に関するものである。

従来の軸流ファンは、羽根の前縁部で境界層が発達しやすいため乱流に遷移しやすく、翼端部では流れがはく(剥)離しやすいため、騒音レベルが高く、また、後縁部では静圧の上昇に伴って翼端失速になりやすく、高負荷に耐えることができず、騒音が急激に増大するなどの問題点があった。

この発明は、上記の問題点を解消するためになされたもので、図1はこの発明の軸流ファンの実施例の平面図、図2はその断面図である。羽根(1)は、任意の半径方向の断面形状が吸込み側(9)に凸の形状を有し、かつその断面の極大点(11)を連ねた曲線(12)の始点がボス部(5)にあり、終点が翼端部(4)にある形状をしている。この構造により、騒音が低く、しかも静圧が掛かった状態においても騒音が増加し難いという効果がある。また、羽根断面が吸込み側に凸の形状をしているため、羽根の曲げ強度が増大し、その分だけ羽根厚みを薄くでき、コストを低減できる。

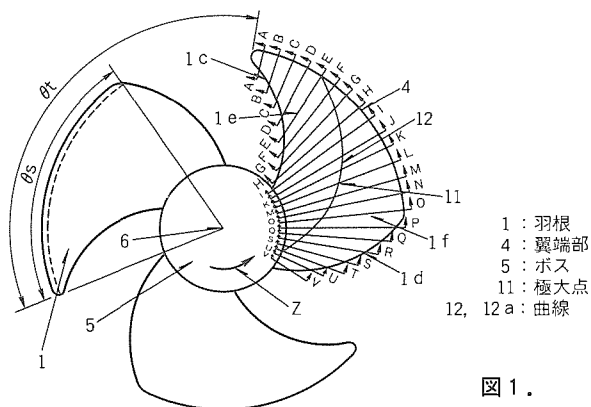


図1.

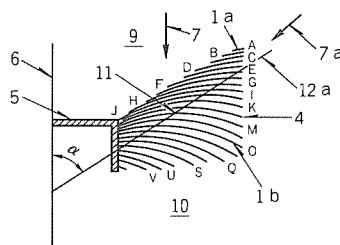


図2.

## <次号予定> 三菱電機技報 Vol.70 No.1 技術の進歩特集

- 研究・開発
- 電力及びエネルギー関連機器・システム
- 産業及びFA関連機器・システム
- ビル／公共関連機器・システム
- 交通

- 半導体と電子デバイス
- 宇宙開発と衛星通信
- 情報と通信
- 映像情報関連機器・システム
- 住環境機器・システム

<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 譲蔵 下村 寛士</p> <p>永田 裕之 河内 浩明</p> <p>上杉 豪 内藤 明彦</p> <p>磯田 悟 山本 延夫</p> <p>畑谷 正雄 才田 敏和</p> <p>中井 良雄 鳥取 浩</p> <p>幹事 小林 保雄</p> <p>12月号特集担当 前田 和男</p>	<p>三菱電機技報69巻12号</p> <p>(無断転載を禁ず)</p> <p>1995年12月22日 印刷</p> <p>1995年12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)</p> <p>三菱電機印刷株式会社</p> <p>発行所 東京都港区新橋六丁目4番地9号</p> <p>北海ビル新橋 (〒105)</p> <p>三菱電機エンジニアリング株式会社内</p> <p>「三菱電機技報社」Tel. (03) 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)</p> <p>株式会社 オーム社</p> <p>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>
--	---



# 三菱電機技報 (1995年 第69巻) 総目次

1号 技術の進歩特集	5号 特集“クライアント・サーバ システム”	9号 特集“原子力電気計装技術”
2号 特集“重粒子線がん治療装置”	6号 特集“環境技術の展開”	10号 特集“1,000kV変電機器及び技術”
3号 特集“先端半導体”	7号 特集“設備情報監理システム”	11号 特集“映像ディスプレイ”
4号 特集“新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器”	8号 特集“ディジタル制御システム”	12号 特集“上下水道システム”

## 技術の進歩特集

号	ページ	号	ページ
1. 研究・開発	1... 25	6. 半導体と電子デバイス	1... 79
2. 電力及びエネルギー関連機器・システム	1... 44	7. 宇宙開発と衛星通信	1...100
3. 産業及びFA関連機器・システム	1... 52	8. 情報と通信	1...107
4. ビル／公共関連機器・システム	1... 61	9. 映像情報関連機器・システム	1...119
5. 交通	1... 71	10. 家電関連機器・システム	1...124

## 特集論文

### 特集“重粒子線がん治療装置”

1. 重粒子線がん治療装置の現状と将来	平尾泰男・速水和大	2...140
2. 科学技術庁放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置(HIMAC)の概要	河内清光・上田孝寿	2...146
3. HIMAC用高エネルギービーム輸送システム(HEBTシステム)	溝田 学・吉田克久・小川博嗣・山田 聡・高田栄一ほか	2...152
4. HIMAC用HEBTシステムの電磁石と電源	溝端正隆・寺本昭好・豊田秀男・三田村政則・小川博嗣・野田耕司	2...156
5. HIMAC用HEBTシステムの真空系とプロファイルモニタ	取越正己・原口正文・別所和典・北村寛樹・小川博嗣・山田 聡・高田栄一	2...161
6. HIMAC用HEBTシステムの制御システム	高仲政雄・桜井正良・松浦 潤・小久保光洋・河野俊之・小川博嗣・山田 聡	2...166
7. HIMAC用治療・照射システム	上田和宏・坂本豪信・正木敏煥・曾我文宣・金井達明・遠藤真広	2...172
8. HIMAC用重粒子線治療・照射機器	坂本豪信・岸本 健・坂元 学・金井達明・遠藤真広・蓑原伸一	2...178
9. HIMAC用重粒子線照射位置決め装置	東 誠一・隈 昭一郎・野村和章・遠藤真広・蓑原伸一	2...183
10. HIMAC用全系制御システム	高仲政雄・内海雅文・山下嘉久・松村 寧・河野俊之・小川博嗣・高田栄一	2...188
11. 表面生成型負水素イオン源	原田 久・山本雄一	2...192
12. RFQライナックのビームシミュレーション	田中博文・中西哲也	2...198
13. イオンシンクロトロンの設計コード	吉田克久・石 禎浩	2...203

### 特集“先端半導体”

1. 半導体の動向とシステムLSI	堀場康孝	3...252
2. 国際標準高効率符号化方式(QM-Coder)LSI	小野文孝・今中良史・樋口良平・井須佳子	3...256
3. MPEG2対応1/2画素精度動き検出LSI	石原和哉・増田真一・西川博文・味岡佳英・網城啓之	3...262
4. アナログ／ディジタル混載用, 10ビット, 20Mサンプル／秒CMOS A/Dコンバータ	伊藤正雄・三木隆博・熊本敏夫・山下征大・岡田圭介	3...267
5. I <sup>2</sup> Cバスコントロール マルチスタンダードTV用LSI	奥野和彦・菊池和行	3...271
6. サブミクロン大規模ASIC用設計システム	加賀谷達次・小野真司・齋藤 健・原田輝昭・高瀬和彦	3...275
7. 新16ビットマイコンM16シリーズ——低電圧・低消費電力シングルチップ版M16/12——	畑 雅之・斉藤 彰・林 義弘	3...280
8. 16ビットマイコン7700ファミリ——40MHz対応7751シリーズ——	伊藤 栄・小松裕史	3...285
9. Phoenixファームウェア搭載の新世代キーボードコントローラM3880X	田代 哲・阿部 稔・鈴木真一・古村 高・森脇昇平	3...290
10. 三次元グラフィックス用フレームバッファメモリ(3D-RAM)	中村 尚・井上一成・河合浩行	3...292
11. 3.3V単一電源16MビットDINOR型フラッシュメモリ	三原雅章・小林真一・杠 幸二郎・九ノ里勇一	3...297
12. 100MHz動作2バンク構成16MビットシンクロナスDRAM	小西康弘・澤田誠二	3...301
13. 第三世代低消費電力1MビットSRAM	小久保信幸・山下正之・南 ふゆみ・有馬 聡・石川英一	3...304

14. 世界最大容量の6kV/6kA GTOサイリスタ	古賀真次・中川 勉・徳能 太・山元正則	3	309
15. トレンチ構造60V耐圧パワーMOSFET	福持泰明・久本好明・小野 隆・檜崎敦司・吉田英二	3	313
16. 単層ハーフトーン位相シフトマスク	吉岡信行・楠瀬治彦・千葉 明・前床和行・今井忠義・宮崎順二	3	317
17. アモルファスシリコンTFT用回路/デバイスシミュレータ	谷沢元昭・石川清志・小谷教彦・坪内夏朗・大縄登史男・菊田 繁	3	322
18. SRリソグラフィによる超微細パターン形成	井上正巳・炭谷博昭・糸賀賢二・尾崎禎彦・熊田輝彦	3	327
<b>特集“新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器”</b>			
1. ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の現状と展望	野村兼八郎・久常文之・山田忠利	4	336
2. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の技術動向	望月義範・大石博寿	4	341
3. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器“PSS”	山県伸示・石井和宏・飯尾 司・藤井 洋・藤井 博	4	347
4. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の新遮断技術“ISTAC”	高橋 貢・三橋孝夫・和田勇一	4	353
5. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の消弧室における三次元磁界解析	三橋孝夫・高橋 貢・和田勇一	4	358
6. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の機構・構造設計におけるCAE技術	今村 剛・丸山晋一郎・美能義照・福本 宏・宇治川康治・河村正広	4	363
7. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器のモールド材料	勝部俊一・上元利和・山崎 悟	4	370
8. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の消弧絶縁材料	山口昌二・西山逸雄・馬場文明・高橋 貢・加藤和晴	4	374
9. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の遮断後の絶縁性能低下抑制材料	加藤和晴・足達廣士・高橋 貢・村上忠禧・西山逸雄・山口昌二	4	378
10. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器のデジタルETR	石井和宏・土本雄二・山崎晴彦・金高修子	4	383
11. 新型ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の生産管理システム	寺沢雅美・梅本 昇・木村幸雄・平川哲真・安藤裕太郎	4	389
<b>特集“クライアント・サーバ システム”</b>			
1. クライアント・サーバ システムの現状と展望	長澤一嘉・堂坂 辰	5	436
2. 三菱クライアント・サーバ コンピュータ“apricot”シリーズ	山口重幸・森村慎一・秋間文和	5	441
3. ワークフロー管理システム構築支援ツール“CoWorker”	大島利浩・中野初美・行徳孝彦	5	447
4. Windows NTにおけるホスト通信機能“SNA Server”	真下敏晴・黒畑幸雄・泉 祐市・井出 剛	5	453
5. クライアント・サーバ システム構築・運用支援ミドルウェア“Dolphine”	井上貞夫・島田恵夫・木谷 徹・坂田賢志・荻原昇治・塩尻浩司	5	459
6. “apricot”FTサーバにおけるビジネスネットワークの構築	鍵和田 篤・三屋誓志郎・二階堂秀治・吉崎正幸	5	464
7. マルチベンダ製品の組合せ検証技術	高山 昭・岩井 亮・小野華子・倉地史朗	5	469
8. クライアント・サーバ システムによる自治体財務会計への“OPENBUILDER”の適用	堀川博史・石川達也・杉岡 健・伊藤由樹・横里純一	5	474
9. クライアント・サーバ型三菱販売情報システム	福原直巳・河辺直樹・内野英明・寺内直久・松本繁治・飛山哲幸	5	480
10. 都市銀行向け企業取引総合情報システム	中村喜昭・立野宏和・二井正雄・佐藤裕介・金森卓郎	5	485
11. 東陶機器㈱統合OAシステム	蒲原敬治・小松貴夫・永寿孝一・中岡秀之・松下哲也	5	490
12. 森永製菓㈱向け広域クライアント・サーバ システムによる営業情報系システム	田中 勝・前田政夫・佐香清二・信太陽介・小野宜子・吉田 稔	5	496
13. 病院向け臨床検査システムパッケージの開発と防衛医科大学校病院への適用	中津佳彦・末光公夫・坂井正治・菅 一郎・長束晴弘	5	501
14. クライアント・サーバ方式による光電子機器生産管理システム	井上和夫・仁平敏雄	5	507
15. ロジスティックス ナビゲーションシステム	清水秀明・伴 紀雄	5	512
16. クライアント・サーバ型商談管理システム	佐川陶子・村山英明・野口圭三	5	518
<b>特集“環境技術の展開”</b>			
1. 地球環境問題への企業の取組	伊藤利朗・地大英毅	6	530
2. オゾン層破壊物質の削減	井戸猛夫・川口尚文	6	535
3. 家電品のリサイクルに向けての一考察	片桐知己・池田泰成・松村恒男	6	541
4. 環境に適した新しい包装技術	飯島康司・前澤英一	6	546
5. 上下水道分野におけるオゾン高度処理システム技術	廣辻淳二・河相好孝・江崎徳光・田村哲也	6	551
6. 広島新交通1号線の排煙・空調制御システム	堀田重信・木山康孝・加山 勉・中村俊文	6	556

7. 衛星によるリモートセンシング .....	岩橋 努・田中宏和・門脇 隆	6 .....561
8. 薄膜分離プロセスを用いた薄膜シリコン太陽電池 .....	森川浩昭・有本 智・石原 隆・隈部久雄	6 .....567
9. 燃料電池開発の現状と今後 .....	田熊良行・松本正昭・佐々木 明・漆畑広明	6 .....572
10. 吸音プラスチックの防音パネルへの応用 .....	大蔭勝久・塚本浩二・谷 周一・鈴木 渉・本多隆一	6 .....577
11. 大気環境モニタリング用高感度NO <sub>x</sub> センサ .....	花里善夫・神谷俊行・宮本 誠・木村さおり・磯田 悟	6 .....582
12. 環境問題から見た配電用ガス絶縁変圧器 .....	酒井 潔・星野 悟・ガーリー ホスマン・南井良文	6 .....587
13. ライフサイクルアセスメントとエントロピーの概念 .....	中山繁樹・池田 彰	6 .....592

#### 特集 “設備情報管理システム”

1. 設備情報管理システムの現状と展望 .....	和泉陽平	7 .....616
2. 三菱業務システム構築環境“ASSISTAS”と設備管理 .....	土田泰治・小峰 淳・松浦 潤・丸井一也	7 .....619
3. 三菱業務システム構築環境“ASSISTAS”の鉄道保線分野への適用 .....	安藤洋治・浪岡孝志・村山 聡	7 .....624
4. 西日本旅客鉄道(株)納め電気設備管理・設計システム“EDMOS” .....	西村哲也・尾和正邦・酒元登志克・田野辺映子	7 .....629
5. 設備図面情報入力システム .....	前原秀明・柴山純一・前田 岳	7 .....634
6. 設備情報管理用ハイパメディアシステム“OmniLinker” .....	宗像浩一・高田秀志・前川隆昭・綾 信吾	7 .....640
7. 高速道路における設備情報管理システム .....	森 研一・金子訓士・綾 信吾	7 .....645
8. 道路管理データベースシステム .....	土屋貴史・新井和美・水野敬信・田中則克	7 .....651
9. ビル総合運営管理システム .....	野沢俊治・上田隆美	7 .....655
10. ビルマネジメントシステム .....	井上清知・久米宏行・鈴木勇人	7 .....660
11. 三菱電機ビルテクノサービス(株)向け技術情報提供システム .....	田中 聡・吉良賢治・久米 聡・川村真人・松川光男・関谷誠三	7 .....666

#### 特集 “デジタル制御システム”

1. プラント制御用デジタル制御システムの現状と展望 .....	流郷忠彦・香取和之・石井哲夫・山中喜美雄・菊池原博夫	8 .....704
2. 大規模プラント用情報制御基本システム .....	菊池原博夫・三上和敬・浅野光雄・松崎 正・山中喜美雄	8 .....710
3. 情報制御基本システム ― 大規模プラント用統合制御バス ― .....	春田正俊・田中康博・廣島郁芳・岡村英省・中野康嗣	8 .....715
4. 情報制御基本システム ― 大規模プラント用マイクロプロセッサ適用コントローラ ― .....	長尾 哲・戸田明男・高橋裕司・角田裕明・小島賢二	8 .....721
5. 情報制御基本システム ― 大規模プラント用監視制御マンマシン ― .....	西元朗雄・清水広之・森 隆三・中道功二・定森三雅	8 .....726
6. 情報制御基本システムのエンジニアリング .....	高橋裕司・杉谷 稔・新谷嘉浩・戸田明男	8 .....732
7. 小規模計装制御システム SRシリーズ .....	松本雄二・松尾慶一・安居院憲彰・中村修一	8 .....738
8. 上下水道分野における情報制御システム .....	末吉尊徳・小本孝則・畑辺 健・安藤 隆・平松伸一	8 .....744
9. 鉄鋼分野における情報制御システム .....	小川 出・平山光憲・干潟寛昭・井関康人	8 .....750
10. 発電分野における情報制御システム .....	海老塚 清・巽 一馬・五味健一・安藤直明・菅 俊博	8 .....756
11. 工業分野における情報制御システム .....	櫛原潤一・清宮忠昭・伊藤信之・巻田幸司	8 .....762

#### 特集 “原子力電気計装技術”

1. 電気計装設備の信頼性向上への取組 .....	松宮正幸	9 .....792
2. 中央計装システムの信頼性向上 .....	湯上邦夫・伊藤 徹・今瀬正博・北村雅司・大井 忠	9 .....796
3. デジタル制御装置の信頼性向上 .....	田中浩一・小倉啓七・北村 久・山脇雅彦・福光裕之	9 .....801
4. 放射線計装設備の信頼性向上 .....	津高良和・片岡秀郎・楳田義一・犬島 浩・早川利文・星 純一	9 .....806
5. 電気設備の信頼性向上 .....	木崎秀介・山川 勝・浦川伸夫・仲嵩義博	9 .....812
6. 原子力プラント運転安全管理システム .....	池田郁夫・山野八郎・津谷定廣	9 .....818
7. プラント保守保全技術 .....	宮原正敏・金沢昌史	9 .....823
8. 高温工学試験研究炉(HTTR)向け電気・計測制御設備 .....	川路 結・川崎幸三・岩田 東・石田隆司・大槻隆一	9 .....827
9. 粒子加速器の制御システム .....	津村嘉彦・松尾慶一・丸山孝幸	9 .....832
10. 位置検出型放射線モニタ .....	岡 徹・池上和律・宇佐美照夫・津高良和・早川利文	9 .....837

#### 特集 “1,000kV変電機器及び技術”

1. 1,000kV送電の展望と技術開発 .....	山形芳文・鈴木 浩	10 .....872
2. 1,000kV避雷器 .....	山形芳文・小林隆幸・山内高雄・望月幹夫・濱 光紀・石辺信治	10 .....877

3. 1,000kV変圧器	山形芳文・中田安彦・玉置栄一・富永雅久・岸 章夫・新海 拓	10.....884
4. 1,000kVガス遮断器	山形芳文・小林隆幸・丸谷朋弘・米沢 毅・杉山 勉・日高幹雄	10.....890
5. 1,000kVガス絶縁開閉装置	山形芳文・小林隆幸・寺澤禎則・高塚桂三・山本 宏・笹森健次	10.....897
6. 1,000kV保護・制御システム	松田高幸・小林 昶・白井正司・中川秀人・東 信一・磯松信夫	10.....905
7. 1,000kV機器監視システム	山形芳文・中田安彦・前川 洋・細川育雄・篠原秀雄・江草克己	10.....911
8. 1,000kV系統用シミュレーション技術	山形芳文・寺澤禎則・下村哲朗・伊庭健二・伊与田 功	10.....918
9. 1,000kV開発試験設備及び試験技術	伊吹恒二・赤木美雅・亀井健次・塩谷全啓	10.....923

#### 特集“映像ディスプレイ”

1. 映像ディスプレイの現状と展望	中野隆生・渡辺尚友	11.....956
2. ノートパソコン用TFTカラー液晶ディスプレイ	中川直紀・谷内 滋・高橋盛毅・菊田 繁・結城正記・長尾繁雄	11.....960
3. 液晶ビデオプロジェクタ——輝度画像・色画像分離方式——	名井康人・西野 功・小島正典・宮本照雄・大重豊実	11.....965
4. 液晶ビデオプロジェクタ——LCPC方式——	石谷善朗・鹿間信介・山田房明・村井博之	11.....970
5. 高精細オートスキャンビデオプロジェクタLVP-1280	井上 広・山辺俊樹・竹内 茂・金子俊秀・藤村 諤	11.....975
6. 展張マスクCRT搭載のディスプレイモニタ	長峯 卓・菅原 喬・菅野昌博	11.....981
7. 37型インテリジェント ディスプレイモニタ	坂東孝浩・中川智洋・久富一也・小島芳之・松永明義	11.....985
8. ワイドクリアビジョンTV“CZ7シリーズ”	山口典之・蔵下拓二・徳永久信・杉本 貢・花井晶章	11.....989
9. カラープラズマディスプレイ	吉川皖造・有本浩延・永野眞一郎・永井孝佳・中西隆仁	11.....995
10. 屋外近距離用オーロラビジョン	原 善一郎・山口洋司・岩崎 好・富松則行・長谷川典久	11... 1000
11. ヘッドマウントディスプレイの高画質化	芦崎能広・関口敬一・酒井美保・江崎光信・岩本秀人・上村公実	11... 1005

#### 特集“上下水道システム”

1. 上下水道システムの現状と展望	竹野宏平・寺沢昭夫・田中久雄	12... 1036
2. 上下水道総合情報システム	長田俊二・後藤隆久・今西岳彦・石崎 貴・中島弘善	12... 1041
3. 上下水道知的制御システム	前田和男・田中久雄・早坂 浩・進藤静一・築山 誠	12... 1046
4. 上下水道大規模監視制御システム	西尾弘道・福岡秀樹・小本孝則・安藤 隆・濱口能任	12... 1051
5. 上下水道中小規模監視制御システム	嶋岡正浩・成原弘修・川北 誠	12... 1056
6. 上下水道における設備情報管理システム	石崎 貴・中崎勝一・綾 信吾	12... 1062
7. 上水道防災情報システム	吉原秀樹・中原弘善・内藤茂之・前永敏郎	12... 1067
8. 福岡市水道局水管理センター納め配水調整システム	斎藤素直・川北 誠・前田和男・後藤隆久・野々山めぐみ	12... 1072
9. 上下水道オゾン高度処理システム	本多敏一・江崎徳光・廣辻淳二・河相好孝・久川義隆	12... 1078
10. 上下水道システムにおける未利用エネルギーの活用	高倉敏一	12... 1084

#### 普通論文

1. 量販系広域営業情報システム“MOLDIS”の革新	平松信之・新好正太郎・守政隆司	2.....207
2. 中国地方建設局浜田工事事務所納め“道の駅”情報ターミナルシステム	大石将之・森本邦明・井上勝雄・深川友賀	2.....212
3. 東北電力㈱納め地中線管理設計システム	滝口祐二・三国俊晴・岩上克義・高橋正一・森田淳士	2.....217
4. Z形コントロールセンタ	石川雅廣・金藤 悟・森 雅克・水口尊敬・樋熊利康	2.....225
5. オブジェクト指向モデリングによるエレベータ天井設計支援システム	市岡洋一・中村守雄・山宮茂樹・田中純治・久木田庄司	2.....231
6. 超低電圧動作4ビットマイコン M34560M6-xxxFP	中島豊勝・大内収一郎・牧野裕太・早岡 洋・吉本輝紀	2.....237
7. 携帯機器制御用16ビットマイコン M37734E8L/M8LxxxHP	本郷勝信・巖名潤一・笹原裕司・沖 達哉・松見治彦	2.....242
8. デジタル制御スイッチギヤ——MA形——	植主雅史・細谷亮造・綾田久和・野間元暢・橋本 正・沼倉 弘	4.....394
9. Cアーム型ラジオサージェリシステム	後藤正治・岸本 健・黒川正明・鈴木保恒・田中常稔・藤田勝三	4.....400
10. 東京電力㈱納め衛星利用ITVシステム	安田和弘・坂戸美朝・億本智子・金正利和	4.....405
11. 地域防災無線システム	南條正則・億本智子・佐々木英文・森本薫雄・白田幸雄	4.....411
12. 高機能型多地点テレビ会議システム	松田茂信・松室昌宏・野田忠義・秋田康貴・三尾武史	4.....416

13. 台所用洗浄機“クッキングウォッシャー”	門間 修・田口秀穂・亀石圭司・小川宏二	4	422
14. 低電圧8ビットLCDマイクロコントローラ M38267M8L	八幡広樹・広瀬進一・三尾雅夫・原田 尚	4	427
15. 分散システム構築ソフトウェア	片山隆男・青木裕司	6	596
16. ハイパページモード(EDO)機能付き第四世代バイト/ワードワイド4MDRAM	坂本 渉・富上健司・下田正喜・豆谷智治・本並 薫	6	601
17. 32Kワード×32ビット シンクロナス パーストSRAM	大林茂樹・小杉龍一・佐藤広利・近藤 徹・千田 稔	6	606
18. 高速大容量可変速発電電動機の実物大モデルによる技術検証	吉田康夫・佐野賢三・中村嘉延・永田靖弘・谷 周一	7	672
19. CRTディスプレイモニターRD17G	飯村和之・村上泰夫	7	677
20. 大面積処理用金型コーティング装置	梶田直幸・高田清志・伊藤弘基・中谷 元	7	682
21. 電子部品情報システム“素子画”	沢辺 学・森 裕彦・西野義典	7	688
22. 自動調整機能内蔵CD用サーボLSI	仲井丈容・岡本和宏・加藤久雄	7	693
23. デジタル型リアルタイム電力系統シミュレータ	小島雪夫・佐藤信之・山崎 彰・伊与田 功・田岡久雄・野口秀夫・竹田善広	8	769
24. BS-3N対応17/14/12GHz帯共用アンテナ設備	岩佐靖典・堀江聡介・永岡正志・稲次逸夫・西野 有・増田剛徳	8	775
25. 省エネルギー20%を達成したミッドフリーザ冷凍冷蔵庫 MR-J41B	吉野泰弘・川平裕人・小西広繁・川口 進	8	781
26. 知識ベース応用 デザインレビューシステム	長江雅史・滝 寛和・芹川一郎・稲田昭子・加藤之敏	9	841
27. 受配電設備の保全支援システム	佐々木文夫・酒井道雄・安部克茂・篠原秀雄・宇野正嘉	9	845
28. 42GHz帯ハイビジョン番組中継装置用MODEM	斉藤和夫・山本好彦・後藤哲雄	9	852
29. ビジネスアプリケーション ソフトウェア開発環境“HYPERPRODUCE”	小山明伸・菅野幹人・藤原聡子・森山令子・杉本直也	9	858
30. 大規模ASICのテスト設計手法とバウンダリスキャンテスト支援システム	橋田光弘・白井健治・山元浩幸・松尾俊彦・山崎秀誉	10	931
31. 第三世代16MビットDRAM	月川靖彦・平山和俊・源城英毅・添田真也	10	936
32. 第二世代4Mビット低消費電力SRAM	広瀬愛彦・芦田 基・浮田 求・前川繁登・塘 一仁	10	941
33. ソリューションサーバ用ディスクアレー	峯村治実・青砥久志・鹿島理華・吉森幹夫・中村俊一郎	10	946
34. 三菱音声認識応答装置“MELAVIS”	青木芳秀・岩崎知弘・大川裕利・村沢 靖・川口隆司	11	1010
35. 経路案内付きカーナビゲーションシステム	速水勝朗・後藤博文・嵯峨征雄・横内一浩・谷 正紀・伊藤久嗣	11	1016
36. カーナビゲーション用経路案内技術	井手野宏昭・梅津正春・水谷芳禎・岡崎勝次・柿谷孝至・前川正一	11	1022
37. VTRのテープ浮上特性解析	則武康行・湯川 純・古石喜郎・坂口貴司	11	1027
38. 京阪電気鉄道(株)め列車ダイヤ作成支援システム“ASK”	浅井俊雄・柳谷秀美・山口文敏・北川英裕美・棟田恭弘	12	1089
39. RX7000シリーズのTCP/IP広域接続機能拡張——標準プロトコルPPPの実装——	澤 達志・山本丈博・桂嶋由彦・窪田公一・岡崎仁則	12	1094
40. RX7000, PSERVソリューションパッケージシリーズ	高原照明	12	1099
41. 接着・リベット併用による配電盤・制御盤の組立技術	眼龍裕司・原賀康介・八木直樹・駒澤吉郎・中島義信	12	1104

## スポットライト コンデンサバンク

一般に、電力用コンデンサバンクは、ユニットコンデンサ、直列リアクトル、及び真空スイッチ開閉装置から構成されています。三菱電機では、1988年からコンデンサ素子をコンデンサ紙からオールフィルムとして、信頼性の向上及びユニットコンデンサの小型化を進めてきましたが、このたび、このユニットコンデンサと直列リアクトル及び真空スイッチ開閉装置を組み合わせ、従来品に対して据付け面積で75%、質量で80%の小型・軽量かつ高機能なコンデンサバンクを開発しました。

### 特 長

#### (1) 全体構成

直列リアクトルの上部に、充電部遮へい(蔽)ダクトを介してユニットコンデンサを配置する構造を採用し、また、真空スイッチ開閉装置の操作箱に直接ケーブル引込み口を設けるなどの合理的配置により、大幅なコンパクト化を実現しました。

#### (2) ユニットコンデンサ

素子のオールフィルム化により信頼性の向上及び小型化を実現し、また、単器容量を従来の300kvarから500kvarに引き上げることで、コンデンサバンクの小型化を図りました。

#### (3) 直列リアクトル

タンク側板を“波リブ方式”にすることで放熱器を不要とし、コンパクト性を実現しました。また、近年話題となっております高調波対策として、温度センサを配置し、過大な高調波電流の流入が検知できます。

#### (4) 真空スイッチ開閉装置

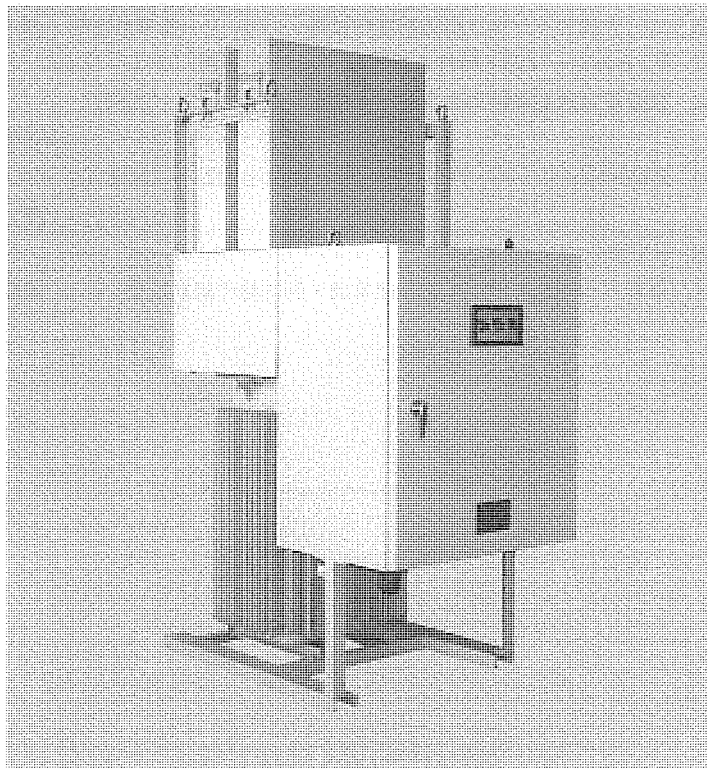
開閉装置の操作箱は二重扉方式を採用し、内側扉はアクリル板となっているため、外側扉を開くだけで内部の目視点検が可能です。また、誤って活線状態で内側扉を開けようとした場合、上位の遮断機が動作するインタロック機能を持っています。

### 標準仕様

- 周波数 50Hz又は60Hz
- 回路電圧 3.3kV又は6.6kV
- 相 数 三相
- 設備容量 100～1,000kvar
- 主要機器 進相コンデンサ(ユニットコンデンサ)  
直列リアクトル(6%)  
放電コイル  
真空スイッチ  
電力ヒューズ
- 構 造 充電部遮蔽構造  
全装可搬形
- 保護及び故障検出機能 電力ヒューズ  
コンデンサ内部故障検出装置  
直列リアクトル温度センサ
- その他 操作箱内扉インタロック機能付き

\*回路電圧は絶縁階級6号A以下で対応可能です。

\*直列リアクトルは標準で6%ですが、8%、13%、15%品も対応可能です。



6.6kV, 1,000kvar 電力用コンデンサバンク



# コンティニアス スポットライト タイムラプスビデオ HV-5440

タイムラプスビデオは、主として金融機関、スーパーマーケットなどの店内セキュリティ、駐車場やホテル、パチンコ店での事故・不正・犯罪防止、文教・研究所の実験観察記録などの多くの用途に活用されています。一方、近年、二次から三次への産業構造の変化の中で、商業・サービス業の営業時間は延長、24時間営業のコンビニエンスストアの増加、キャッシュレス化の24時間運用の流れもあり、大規模から小規模まで各種多様なビデオセキュリティシステムのニーズが高まっています。

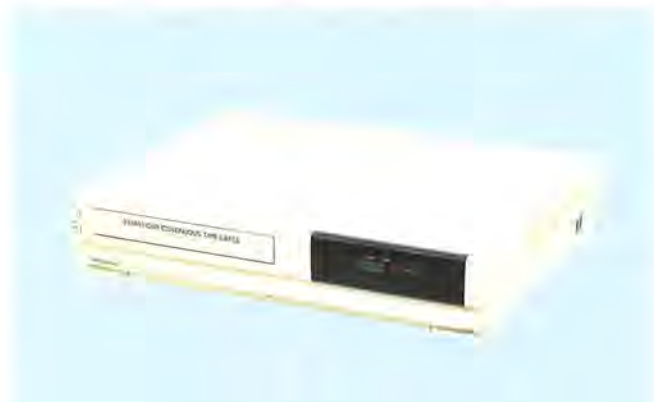
このようなニーズにこたえるため、三菱電機では廉価タイプから高性能タイプまで、各種のタイムラプスビデオを取りそろえてきましたが、このたび、新開発のコンティニアス タイムラプス方式を採用し、撮影対象物の素早い動きも記録でき、再生時には滑らかな動きの映像として再現することのできる、最長40時間の記録再生が可能な“コンティニアス タイムラプスビデオ HV-5440”をラインアップに加えました。

## 特 長

### ●コンティニアス タイムラプス方式

タイムラプスビデオは、1本のテープに長時間の映像を記録するため映像信号のコマ落し記録を行っており、従来のタイムラプスビデオで24時間記録する場合は、1秒間に5コマしか記録していませんでした。このため、記録される映像は間欠的なものになり、撮影対象物の動きが早い場合、大事な瞬間が記録されないおそれがありました。また、従来のタイムラプスビデオでは24時間記録した音声は音質が余り良くなく、聞き取りにくいという欠点がありました。

新製品のHV-5440は、このような従来のタイムラプスビデオの欠点を解決するコンティニアス タイムラプス方式を採用し、24時間記録する場合でも1秒間に20コマもの映像を記録することができますので、撮影対象物の素早い動きも漏れなく記録でき、大事な一瞬を見逃すことがありません。また、再生時には、滑らかで自然な動きの映像として再現することができます。さらに、HV-5440の24時間モードのテープスピードは従来のタイムラプスビデオの24時間モードよりも早い



コンティニアス タイムラプスビデオ HV-5440

ため、音質が良くなり、人の話し声なども聞き取りやすくなります。また、HV-5440は、40時間モードでも1秒間に12コマの映像を記録しますので、従来のタイムラプスビデオの24時間モードよりも1秒間の記録コマ数が多く、大事な瞬間を見逃すことなく長時間の記録が可能となります。

### ●水平解像度310本の高画質

白黒モード310本、カラーモード230本の高画質を達成。高精度な監視システムニーズに鮮明画像でおこたえします。

### ●テープ残量表示 残量警告機能

テープ残量が残リ3分になると、警告信号でお知らせする安心機能を搭載。テープ切れによる記録漏れを防ぎます。

### ●ヘッドクリーニング機能

ビデオテープの出し入れ時や、記録中にテープの終端に達すると、ビデオヘッドをクリーニングします。

### ●リヒート記録 シリーズ記録機能

テープの最後まで記録した後に自動的にテープの始めまで巻き戻して再び記録を開始するリヒート記録機能や、1台目のビデオがテープの最後まで記録すると2台目が自動的に記録を始めるシリーズ記録機能を搭載しています。

### ●タイムデート ジェネレータ内蔵

### ●8プログラムタイマ

### ●アラーム記録 エマージェンシ記録機能

### ●操作ロック機能

## 仕 様

### 総合定格

消費電力	約22W(予熱電力9W)
使用テープ	VHSカセットテープ
記録再生時間	2, 8, 24, 40時間 (T-160使用時)
音声記録・再生	2, 8, 24, 40時間モードで可能
タイマ録画	独立8プログラム
メモリバックアップ	1年間(リチウム電池)
外形寸法	約(W)425×(H)84×(D)339 (mm)
質量	約6.1 kg

### 映像定格

BNC映像入力端子	1.0V <sub>p-p</sub> , 75Ω
BNC映像出力端子	1.0V <sub>p-p</sub> , 75Ω
水平解像度	VHSカラーモード: 230本 VHS白黒モード: 310本

### 音声定格

音声入力	-8dBs, 50kΩ RCAピン(ライン信号)
マイク入力	-67dBs, 600Ω ミニジャック(マイク信号)
音声出力	-6dBs, 1kΩ RCAピン(ライン信号)

24時間風呂の全需は、94年度には155,000台、前年比2けたの伸長となっております。24時間風呂は“浴槽内のお湯を浄化・殺菌／循環／保温することにより、いつでもきれいなお風呂に入れる”という特長を持っており、お風呂の快適性を求める人たちに支持されています。現在、お風呂の快適志向はますます高まっており、24時間風呂はこれからの成長が期待される商品です。

三菱電機の24時間風呂は、“きらめきのあるきれいなお湯の実現”を基本コンセプトとし、徹底した機能アップを図りました。本格浄化・殺菌を可能とした“ダブル浄化方式／オゾン殺菌方式”，浄化材の手洗いを不要とした“自動洗浄機能”，浴槽内24V低電圧化及び各種安全装置などの採用により、従来の24時間風呂の不満を解消しました。

### 仕 様

機 種	24時間風呂
形 名	BJ-101
標準価格	278,000円
外形寸法 (幅×奥行×高さ)	本体：280×218×500(mm) トランス：205×320×186(mm)
製品質量	本体：11kg，トランス：16kg
定格電圧	AC100V(50/60Hz)
消費電力	670W
ヒータ消費電力	530W
浄化殺菌方法	特殊活性炭(物理ろ過＋生物ろ過) ＋オゾン殺菌
温度設定範囲	35～45℃
浄化材の洗浄方法	自動洗浄(1日1回の自動モード)と選択モード
お好み保温	予約入浴時間帯以外35℃に保温
表 示	時刻と湯温・設定湯温の選択表示、予約入浴時間帯
安全装置	絶縁トランス、漏電遮断器、 湯温過昇防止器、転倒検知装置、 過電流防止装置、ヒータ空だき防止装置、 ポンプ空運転防止装置、転倒防止金具

### 新商品の主な特長

(1) いつでもきれいなお湯で手間いらず

24時間風呂の基本性能として最も重要なものは“浄化・殺菌”です。そこで三菱電機の“浄化”には業界初の特種活性炭(物理ろ過＋生物ろ過)による“ダブル浄化方式”，“殺菌”には“オゾン殺菌方式”を採用しました。使い始めたその日から、きれいなお湯で快適なお風呂ライフが楽しめます。また，“水流かくはん逆洗浄”の採用により、浄化材の手洗いが不要となり、手間いらずを実現しました。

(2) お好み保温で省エネルギー

入浴時間帯と入浴しない時間帯を“お好み保温”によって設定できます。入浴しない時間帯は35℃に保温し、電気温水器と併用すると電気代を20%節約できます。入浴時間帯は生活パターンに合わせて3時間ごとの8分割で設定が可能です。

(3) 滝湯、泡風呂で温泉気分

お湯の吹き出しは“滝湯”“泡風呂”“標準”の3パターンから選択が可能です。“滝湯”にすれば、本体下部から滝のようにお湯が出ますので温泉気分を満喫できます。

(4) その他の特長

- 安心してお使いいただける8種類の安全装置
- 浴槽のコーナーに置き、場所をとらないコンパクトボディ



24時間風呂 “一番風呂”



# スポットライト

## 三菱薄形電気温水器

### “ダイヤホット40”

#### 発売のねらい

住宅用給湯の熱源として、電気は“深夜電力のため維持費が安い”“火を使わないので安全性が高い”“静かである”そして“排気ガスがなく清潔”などの点が評価され、普及してきました。一方で、電気温水器は貯湯式なので、設置性に制約を受けやすい面もありました。

そこで今回は、電気温水器をスペースの有効活用及び建物とのマッチングの観点から見直しを図り、“設置性(スペース・自由度)”“建物とエクステリア性”を考えた新しい概念の薄形電気温水器を発売いたしました。

#### 開発の思想

“設置性”“建物とエクステリア性”の改善を目指し、従来は1本のタンクで対応していたものを、小容量のタンク4本をユニット化する方式(連成タンク方式)に発展させ、商品開発を行いました。

これにより、奥行き寸法を薄形40cm、高さを150cmに抑えることができ、薄形かつ低いフォルムでデザイン性も向上し、限られたスペースにすっきり、コンパクトに収めることが可能になりました。また、2タンクを配管内蔵式1ユニットにすることで分割設置が可能となり、設置自由度も広がりました。

#### 特 長

(1) 奥行き40cm、高さ150cmで、すっきり収まります。

限られたスペースや狭い通路にもピッタリで、出窓の下にも置けるので、敷地の有効活用に最適な電気温水器です。

(2) 分割設置で、設置性も広がりました。

4本のタンクを2ユニットにすることで、従来できなかった分割設置が可能です。外壁のコーナ置きや屋内スペースに収めることもでき、設置場所の制約が緩和されました。

(3) エクステリア性を重視した外形フォルムです。

配管類をすべて内蔵し、住宅の外観にマッチします。収まりのよい、薄形かつ低フォルムの目立たないデザインです。

#### 設 置 例 (出窓の下スペース利用)



#### その他の特長

(1) 24時間風呂と組み合わせることにより、毎日の浴槽への給湯が必要なくなり、お湯の使い勝手は460ℓ相当の温水器と同じレベルとなります。

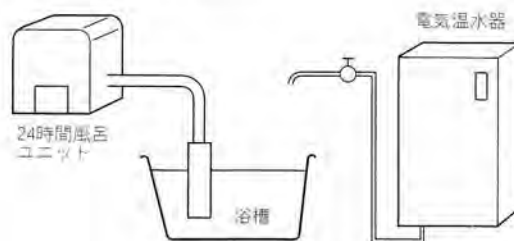
(2) 別売りリモコンをプラスし、時間帯別電灯制度に加入すれば昼間の沸き増しも可能になり、不意の来客等で温湯が多く必要になった場合でも対応できます。



三菱薄形電気温水器 SRG-R3764-BL

#### システム例

24時間風呂ユニットとの組合せ例



#### 仕 様

形 名	SRG-R3764-BL
貯 湯 量	370 ℓ
定 格 電 圧	単相200V
定格消費電力	4.4 kW
質 量	115 kg
設 置 場 所	屋内／屋外兼用
電 力 制 度	8時間通電制御
外 形 寸 法	奥行き40×幅160×高さ150 (cm)
タンク材質	ステンレス鋼板
発 熱 体	銅パイプシーズヒータ
別売りリモコン	接続可能

# スポットライト 新形天吊り埋込み形“ロスナイ”

非居住建物の施工方法は、より良い建物を提供するため、設計・施工の改善が重ねられている状況にあります。

三菱電機では、こうした要望にこたえ、更に理想的な製品を提供させていただくため、天吊り埋込み形業務用“ロスナイ”のモデルチェンジを行いました。

今回のモデルチェンジでは、両吸込ファンの採用と、給気・排気それぞれの風路設計の最適化により、製品の薄形化を実現するとともに、従来品よりも更に低騒音化を図り、設計性・施工性を格段に向上させました。また、制御性の改善や、施工後のこん(梱)包材料の廃材処理についても市場ニーズに検討を加え、製品に反映いたしました。

## 特 長

### (1) 薄形化

製品高さ400mm以下の薄形化により、ビル天井裏への施工がより行いやすくなりました(LGH-15R~100R)(表1)。

### (2) 低騒音化

35dB以下(強ノッチ)の低騒音化を実現しました(LGH-15R~100R)(図1)。

### (3) 軽量化

従来品と比較して10~20%の軽量化により、取付工事時の作業性を大幅に改善することができました。

### (4) ダクトサイズの小径化

LGH-35R/65R/200Rについては、ダクトサイズの小径化によって設計及び施工性を向上させました。

### (5) 制御性の向上(マイコンタイプ)

- 外部信号による連動モードの選択が可能です(表2)。
- 可変遅延スタート機能(外部機器連動時に10分単位で60分までの設定が可能)の追加により、空調機立ち上り時の省エネルギーが図れます(図2)。
- ロスナイの運転状態や、異常を無電圧a接点によって外部へ容易にモニタとして取り出すことが可能です。
- リモコンスイッチの薄形化(17→8mm)を行うとともに、照明スイッチなどの設備機器と併設する場合でもマッチする新デザインを採用しました。

### (6) 梱包材料の廃材処理を簡易化

ラップ梱包の導入により、ダンボールを減らし廃材処理の手間を容易にしました。



LGH-50RM2

表2. 連動モード

		内 容	システム例
従来の連動モード	ON	ON信号が入るとロスナイは必ず運転開始します。	空調機の運転に連動させて、ロスナイを運転したいシステムに有効です。
	OFF	OFF信号が入るとロスナイは必ず停止します。	
追加した新しい連動モード	ON連動	ON信号が入るとロスナイは必ず運転します。その後の運転はロスナイレモコンから自由にON/OFFできます。	ロスナイの入れ忘れ防止になります。
	OFF連動	OFF信号が入るとロスナイは必ず停止します。その後の運転はロスナイレモコンから自由にON/OFFできます。	ロスナイの切り忘れ防止になります。
	パルス入力制御	パルス信号が入力されるごとに、各連動モードに応じてロスナイが運転できます。	ビル管理システムなど、パルス信号で制御したい場合に有効です。

ON・OFF連動、ON連動、OFF連動が選択可能で、すべてリモコンとの後押し操作が可能です。連動モードの設定は、新リモコンのスイッチで容易に設定できます。

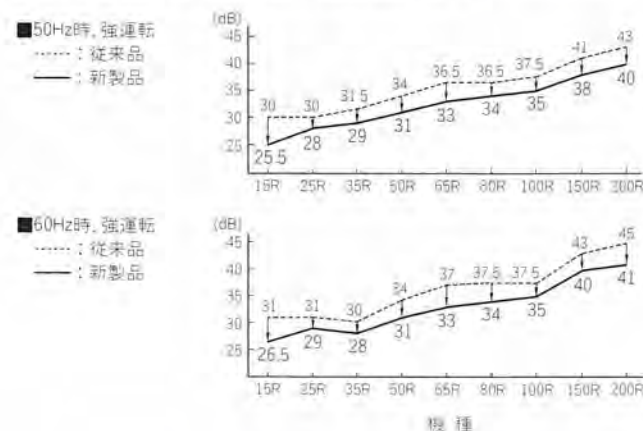


図1. 騒音比較

表1. 製品の薄形化

	製品の高さ (mm)		
	従来品	新製品	薄形化
LGH-15Rタイプ	275	275	—
LGH-25Rタイプ	298	275	(23)
LGH-35Rタイプ	357	317	(40)
LGH-50Rタイプ	357	317	(40)
LGH-65Rタイプ	416	388	(28)
LGH-80Rタイプ	459	398	(61)
LGH-100Rタイプ	459	398	(61)
LGH-150Rタイプ	918	800	(118)
LGH-200Rタイプ	918	800	(118)

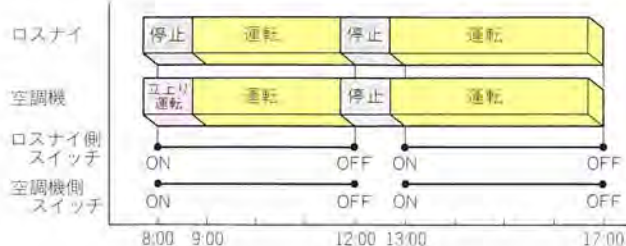


図2. 可変遅延スタート制御



# 大規模プラント用監視制御システム

## スポットライト

## MACTUS770R, 750R

MACTUS770R(CRT監視装置), MACTUS750R(帳票処理装置)は、大規模公共プラント向け監視制御システムで、MACTUSシリーズの最上位機種です。

FDDIに準拠した100Mbpsの高速プロセスLAN(NH100R)で、広範囲に分散したプロセスコントローラと監視制御装置(MACTUS770R, MACTUS750R)を接続し、信頼性・操作性に優れた分散監視システムを実現します。

また、RISCプロセッサ、リアルタイムUNIX、汎用データベースの採用により、リアルタイム性とオープン性の共存を可能にしました。

### 特 長

#### (1) MACTUS770R(CRT監視装置)

グラフィック機能、イベント機能、トレンド機能、計装制御機能など多彩なオペレーション機能により、効率良く、確実な監視制御を実現します。

- 最新メッセージの表示  
全画面で最新のアラームとメッセージが確認できます。
- スピーディな画面展開  
グラフィック、トレンド、計装制御など必要な画面へワンタッチで画面展開できます。
- マルチウィンドウによるオペレーション  
イベント、トレンド、計装制御などの各種ウィンドウを利用した、機能的な監視が可能です。

- 使いやすい監視・操作環境  
操作性を重視した専用の操作ウィンドウを設けました。
- 大画面表示  
横2倍、縦2倍、縦横2倍、横3倍の大画面表示が可能です。

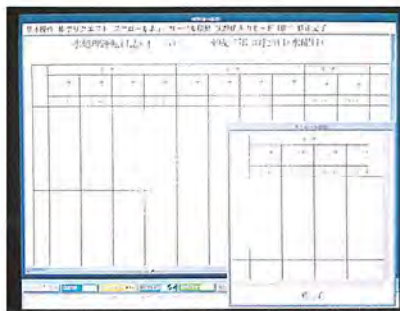
#### (2) MACTUS750R(帳票作成装置)

各種グラフを含む豊富な帳票種類、及び高度で多彩な演算式をサポートし、優れたGUIによる人に優しい操作環境を実現します。さらに、パソコンを接続してオンラインデータの有効利用等、システムの拡張性・オープン性を考慮したシステムとなっています。

- 高信頼システム  
RTサーバ(MH100に接続されたデータ収集サーバ)は二重化構成が可能です。
- 優れたGUI  
マンマシン機能の充実によって操作の簡素化を図りました。また、各種グラフを含む豊富な機種の帳票をサポートしています。
- データベース機能  
帳票、トレンド、メッセージデータのMOディスクへの保存・再生ができます。また、大量メッセージ(300万件)の高速検索・編集ができます。
- 幅広い拡張性  
パソコン接続によって帳票データのユーザ利用が可能です。



MACTUS770R グラフィック画面



MACTUS750R 帳票操作画面



MACTUS750R 帳票ビルダ画面



MACTUS770Rの外観



MACTUS750Rの外観