

# 上水道管理システムの将来展望

## View of Water Management System

情報化、国際化が進み市民ニーズが多様化している現在、都市生活の基盤である上水道事業は業務の効率化、経営の健全化はもちろん、質的サービスの向上や地域環境との調和など多くの問題への対応が求められている。

快適で魅力にあふれるこれからの都市づくりのためには、市民や職員の視点に立って上水道機能を見直すとともに、施設の総合管理や水運用の効率化、さらには経営情報の的確な把握を図るシステムの高度化が不可欠である。

このためには、広域運用、施設管理、事務管理など既存のシステムを最新の情報制御技術を適用してグレードアップするとともに、これらをネットワークで有機的に結合し、より高度な事業経営を支援する経営管理機能を創出することを提案する。

福原雅之\* *Masayuki Fukuhara*

舘 仁平\*\* *Nihei Tachi*

青木 林\*\*\* *Hayashi Aoki*

大場雅博\*\*\*\* *Masahiro Ōba*

### 1 はじめに

わが国の近代水道は、100年の歴史を経て整備が進み、今や国民生活や社会的・経済的諸活動を支える基幹事業となっている。そして、上水道分野での計算機利用は、1970年代から計装設備の省力化や事務処理の迅速化など個別業務の効率化のため本格導入が始まり、各部門で独立に機能拡充が図られ発展してきた。

しかし、近年の上水道を取り巻く環境は、高普及率・維持管理時代の到来とともに大きく変化している。需要家の価値観は多様化し、質的サービスの向上や地域環境との調和が求められ、また、内部では高齢化・高学歴化に伴う労働環境の改善やOAの普及に伴う行政事務効率化の要望が高まっている。一方、技術面では情報処理技術および通信技術の発展は著しく、コンピュータ ネットワーク システムが多くの分野で構築されている。

このようにニーズの多様化、技術の高度化が進む情報化社会で、今後、上水道の健全な運営を確保しながら需要家サービスの向上を図るためには、変化に即した施設の整備とともに、上水道管理システムの高度化が不可欠である。

### 2 今後の上水道管理システムのあり方

#### 2.1 21世紀に向けての上水道事業

わが国の上水道の普及率は、平成元年度末で94.2%に達し、欧米諸国に近いレベルに達しているが、水質問題など、質的

には欧米諸国に立ち遅れている面もある。

さらに、最近では上水道を取り巻く外部環境や内部環境も大きく変化しており、生活環境審議会に「今後の水道の質的向上のための方策について」が諮問され、いつでも、どこでも、安全でおいしい水を供給できることを基本概念に、(1)すべての国民が利用可能な水道、(2)安定性の高い水道、(3)安全な水道、の三つの側面から施策の具体化が必要であると答申されている。厚生省ではこれを受け、平成3年度に「ふれっしゅ水道10か年計画」を策定し、上水道の質的充実を具体的施策として展開している。

このような背景から、今後の上水道は図1に示すように都市生活基盤の充実のために、上水道自身の機能強化はもとより、市民や職員にとって、ゆとりや潤いのある環境を提供するため、アメニティという観点からもその機能を見直し、快適で親しみのある環境づくりに貢献することが求められる。

#### 2.2 これからの上水道を支えるシステム技術

これからの上水道管理システムは、水の安定供給、事務処理の効率化など従来の要求機能に加え、快適な職場環境や健全な事業運営をも実現することが望まれる。監視室や事務室の職場環境の改善に関しては、図2に示すように最新のデザイン技術、マンマシン技術を駆使して操作性、居住性を重視した快適な環境づくりに心がけることが重要である。

一方、情報処理システムに関しては、浄水場や送配水施設

\* 日立製作所 システム事業部 \*\* 日立製作所 大みか工場 \*\*\* 日立製作所 情報システム開発本部 \*\*\*\* 日立製作所 システム開発研究所

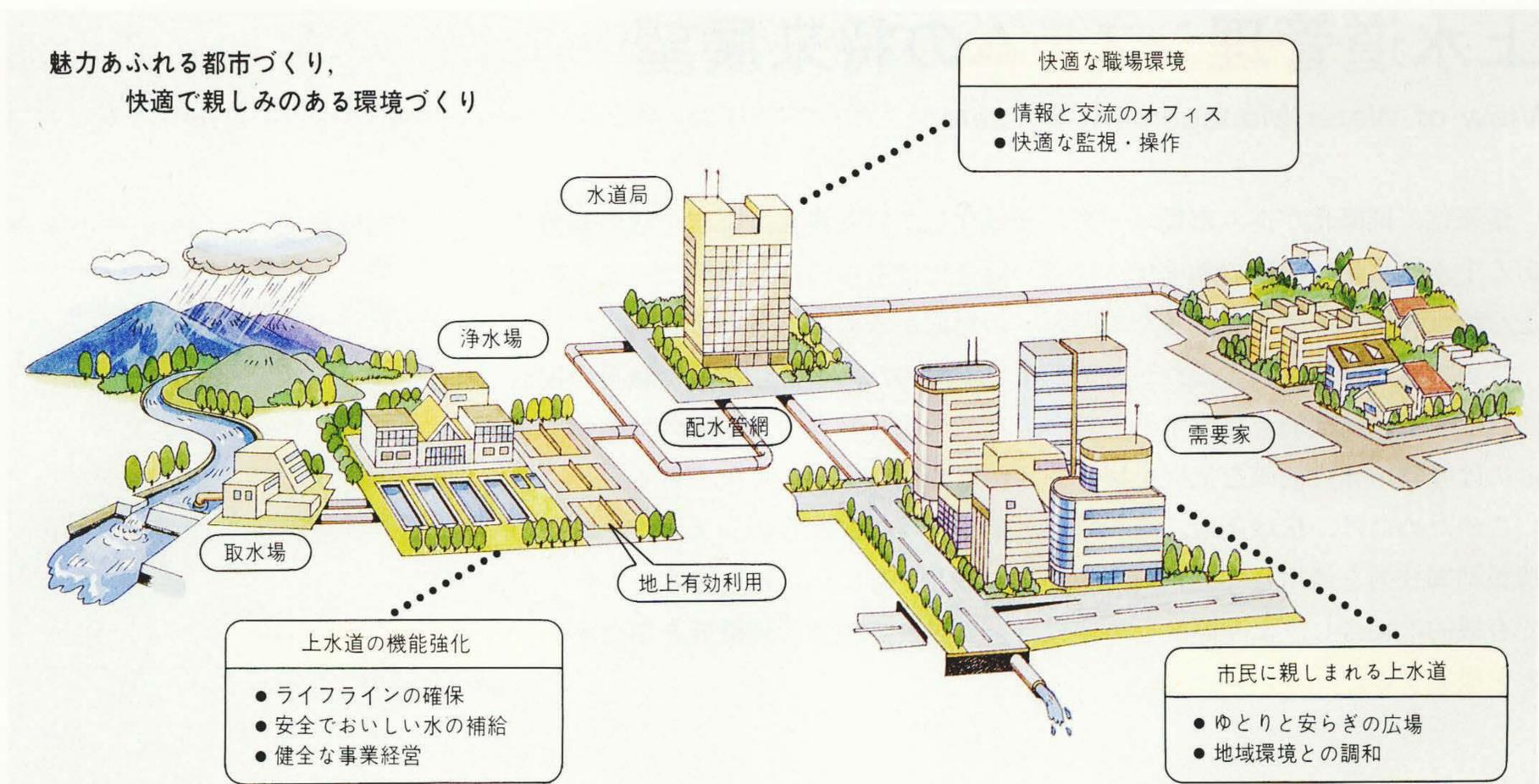


図1 21世紀を目指した上水道のあり方 魅力ある快適で親しみのある都市づくりをテーマに、これからの上水道は市民や職員のアメニティも考慮してシステムを構築する必要がある。

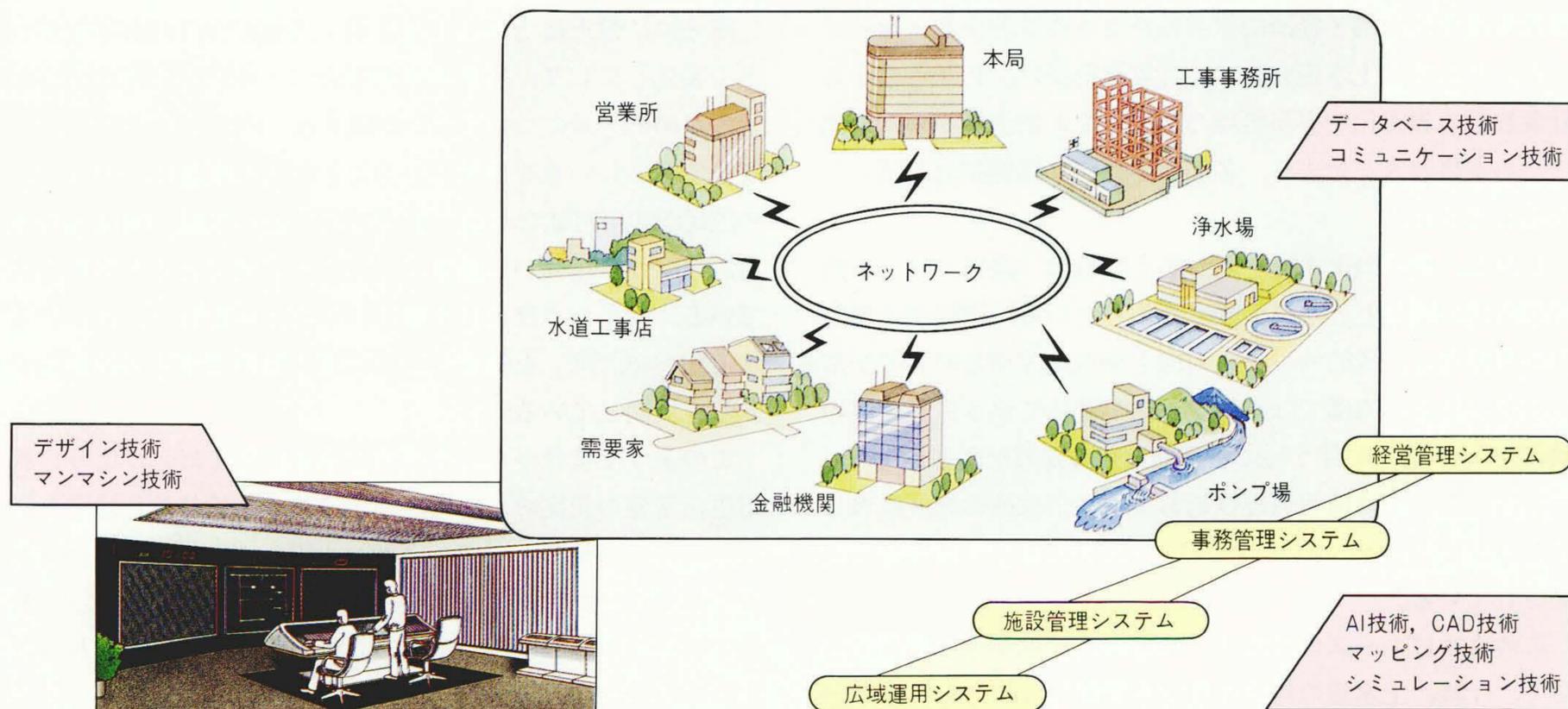


図2 これからの上水道を支える技術 これからの上水道管理システムは各要素技術の適用に加え、コミュニケーション技術やデザイン技術の適用が重要である。

での運用管理、営業部門での事務管理、そして工務部門で最近導入気運の高まっている施設管理などのシステムがあるが、これらは最新のAI技術、シミュレーション技術などの要素技術の適用によって高度化を図る必要がある。

さらに、これらのシステムは、「ライフラインの確保」や「安全でおいしい水の供給」という新たな水道の目標を達成しな

がら、上水道事業の健全な運営を確保するためには各システムの情報を相互に活用し、総合的な分析・判断を行う経営管理機能の強化が不可欠である。

そのため、各部門のシステムをコミュニケーション技術やデータベース技術の適用によってネットワークで結合し、それぞれが持つ水運用情報、施設情報、財務情報などのデータ

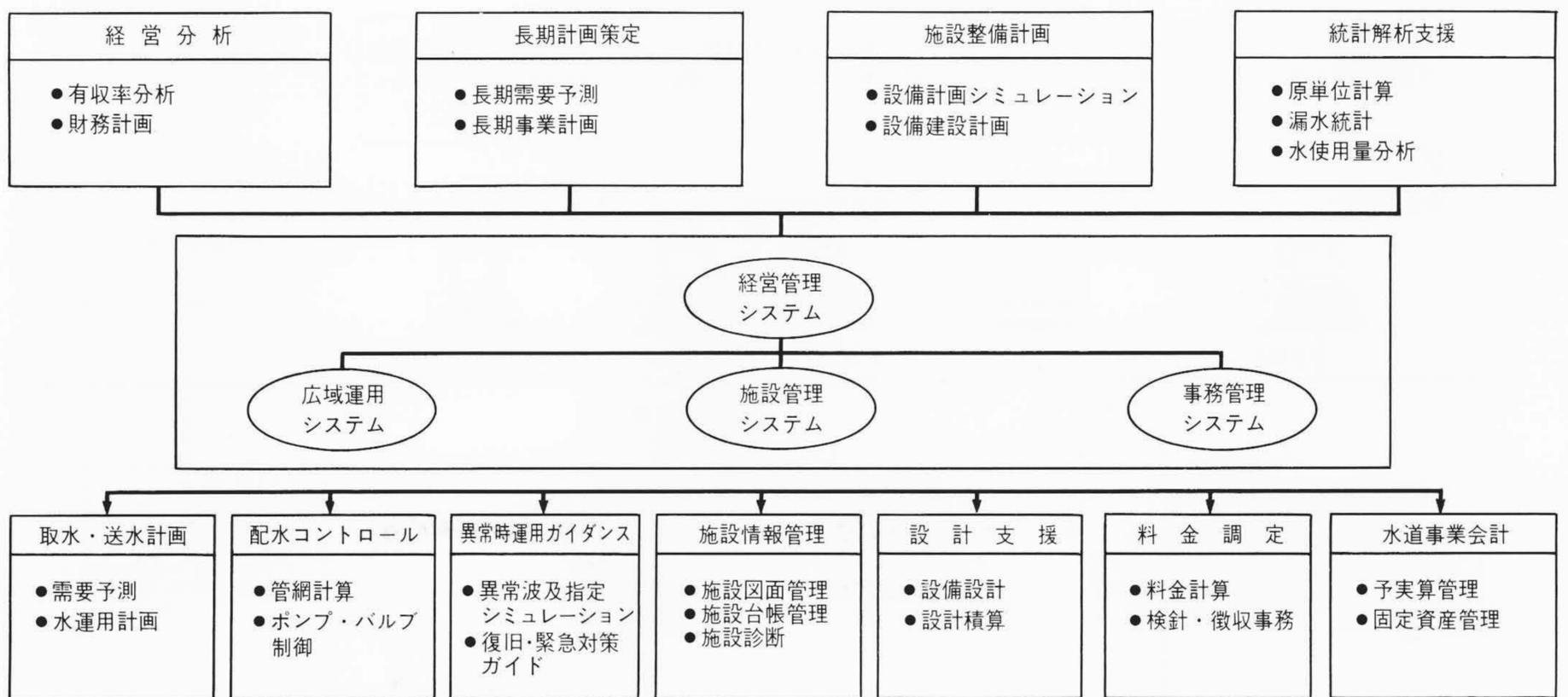


図3 上水道管理システムの概念図 これからの上下水道管理システムは、広域運用、施設管理、事務管理の三つのサブシステムと、これらのデータベースの連結による経営管理システムから構成される。

ベースを、情報の不整合を排除して再構築を図り、システム全体で共有化する。これにより、水道事業の各種情報が有機的に結合し、事業全体の把握ができる経営管理機能を創出することが可能となる。システムの概念図を図3に示す。

このような総合管理システムの構築により、以下のような高度な水道事業経営が可能になる。

(1) ライフライン機能の強化

広域運用システムに施設管理システムの情報を加味して、施設の異常時運用ガイダンスや設備保全管理などの高度情報処理を実現する。

(2) 健全な経営計画の立案

水運用情報と財務会計情報から中・長期の経営分析を実施し、最適な施設の更新計画や正確な予実算管理などを実施する。

(3) 顧客サービスの向上

料金収納事務や給水事故などの需要家データを一元的に管理し、煩雑な窓口業務を迅速・的確に処理する。

(4) 有収率の向上

水運用情報と検針情報などから、各地区ごとの緻(ち)密な水質管理が可能となり、効果的な漏水作業計画が立案できる。

また、総合管理システムを構成する各サブシステムは、自律分散形システムとすることによって、段階的なシステムの構築、既設システムの拡張も容易に行われる。

3 水の安定供給を実現する広域運用システム

3.1 広域運用システムの構成

広域運用システムは、浄水プロセスや送配水システムの運用情

報をデータベースとして一元管理し、広域に散在するこれらの施設の監視・制御や、需要予測に基づく運用計画、配水コントロールなどの水の安定供給に欠くことのできない機能を実現するものである。これにより、既存施設の効率的な運用を行うことができ、水資源の有効活用、漏水量の削減、浄水・送水・配水各費用の低減化が可能となる。

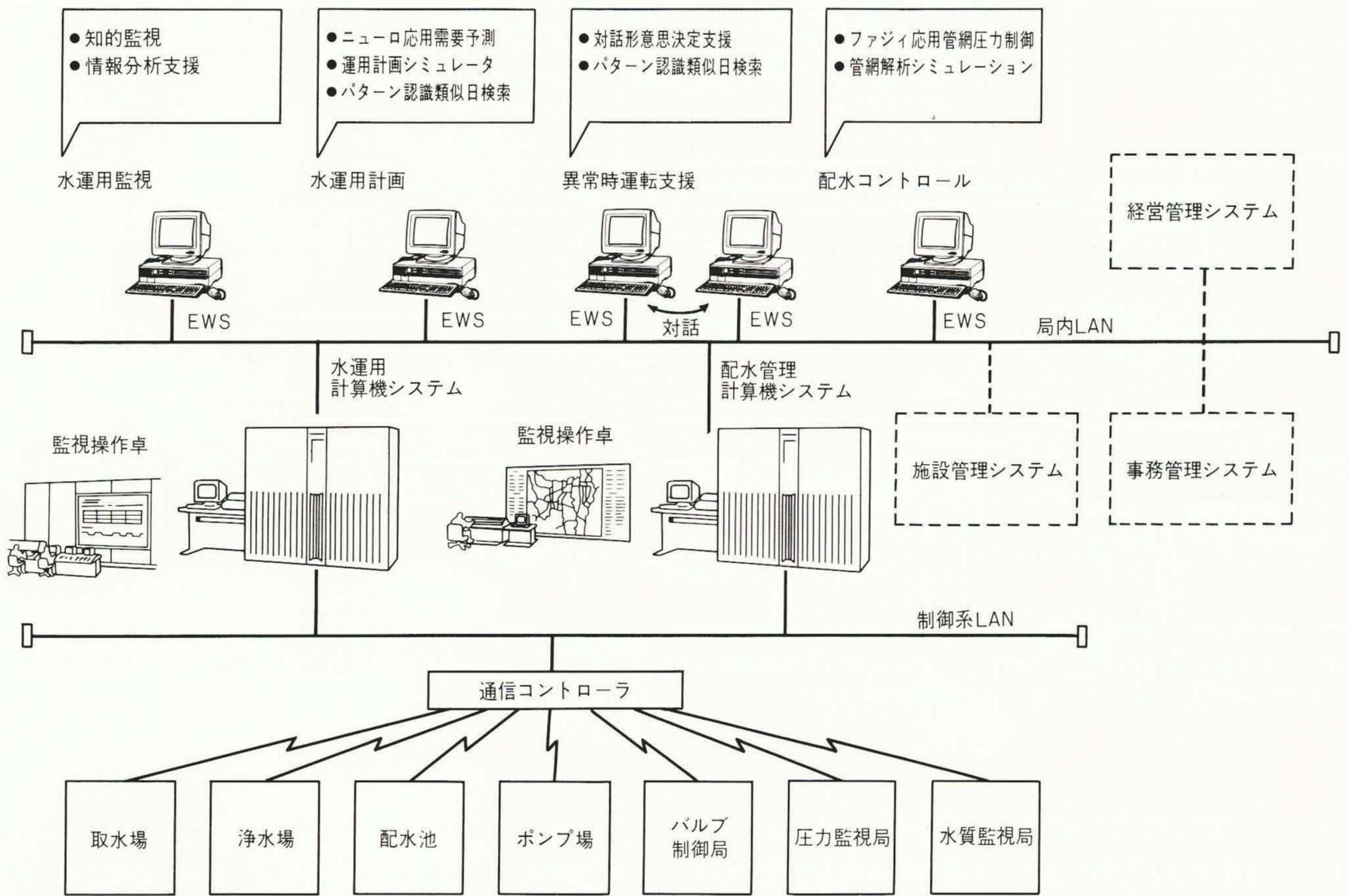
取水・送水系統を対象とした水の生産・配分計画を立案する横浜市水道局調整センターの水運用システム<sup>1)</sup>、配水系統を対象とした高松市水道局の配水コントロールシステム<sup>2)</sup>はその代表的な事例である。

しかし、前述のライフラインの確保、安全でおいしい水の供給など新しいニーズに対応するには、広域運用システムでも、より高度な機能が要求されている。図4は広域運用システムの構成例を示すもので、情報分析・判断支援、需要予測や運用計画シミュレータに加え、異常時対応の運転支援機能やより高度なマンマシンインタフェースが求められている。日立製作所では、これらの要求に対し従来の最適化手法、水理シミュレーションおよび統計手法に加え、知識工学やニューラルネット、ファジィ制御などの新技術の適用を研究し、各種アプリケーションを開発している。

3.2 新技術の適用例

(1) 広域水運用計画手法

水の安定供給のためには、平常時に加え、渇水、事故などの異常時にも浄水場、配水池内の水融通によって公平な配水を行うことが要求される。このためには、対象とする全施設・全時間帯の運転状態の最適化を行う水運用計画手法が必要となるが、大規模な水系への適用には高速なアルゴリズムが必



注：略語説明 EWS (エンジニアリングワークステーション)

図4 広域運用システムの構成例 広域運用システムは、平常時のプラント運用に加え異常時の運転支援機能の拡充が要求され、個々の機能対応にワークステーションが分散配置される。

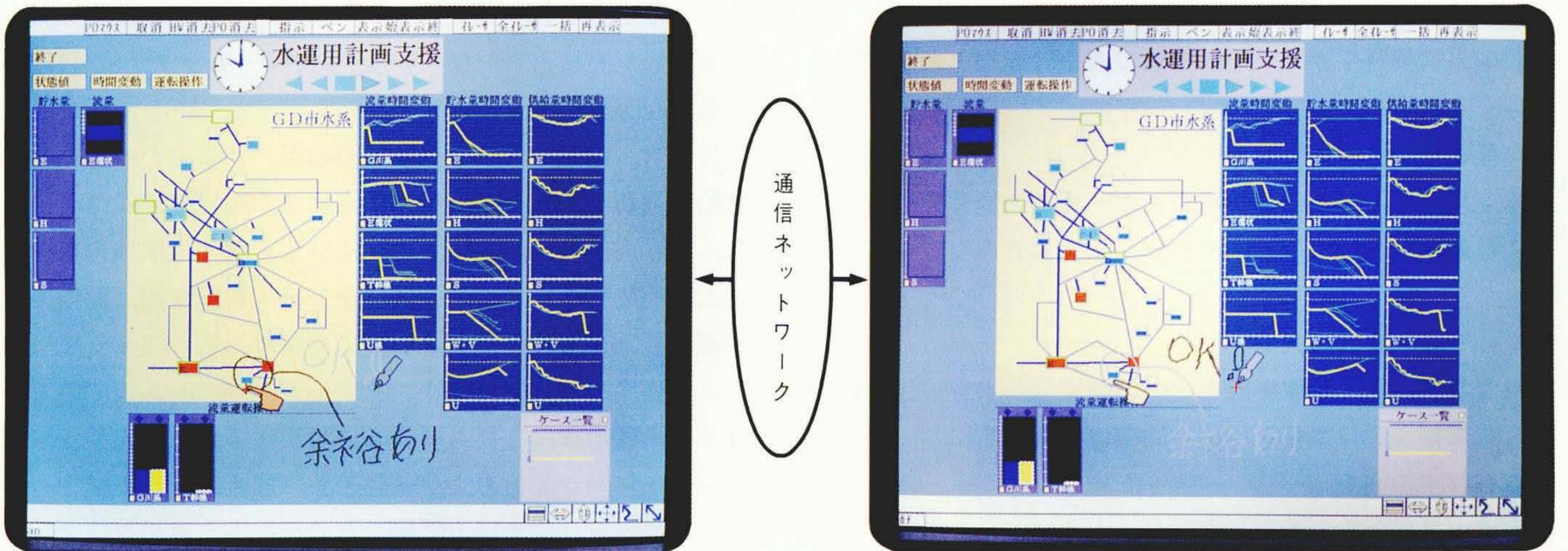


図5 GDSS(対話形意思決定支援システム) GDSSは、ネットワーク技術、マンマシン技術の適用によって、複数の人々がワークステーションを介して対話しながら意思決定することができる。

要となる。そこで、従来手法に比べ約8倍と高速な多段プライマル法を開発し、大規模水系の一括求解(計画立案)を可能とした。また、需要予測に関しても従来の統計手法と比べ、非線形的な因果関係を容易にモデル化できるニューラルネッ

トを適用した予測手法を開発している。

(2) パターン認識応用運転支援

水需要や原水水質などの時系列データに対するパターン認識技術を開発し、従来、人(オペレーター)による監視に依存

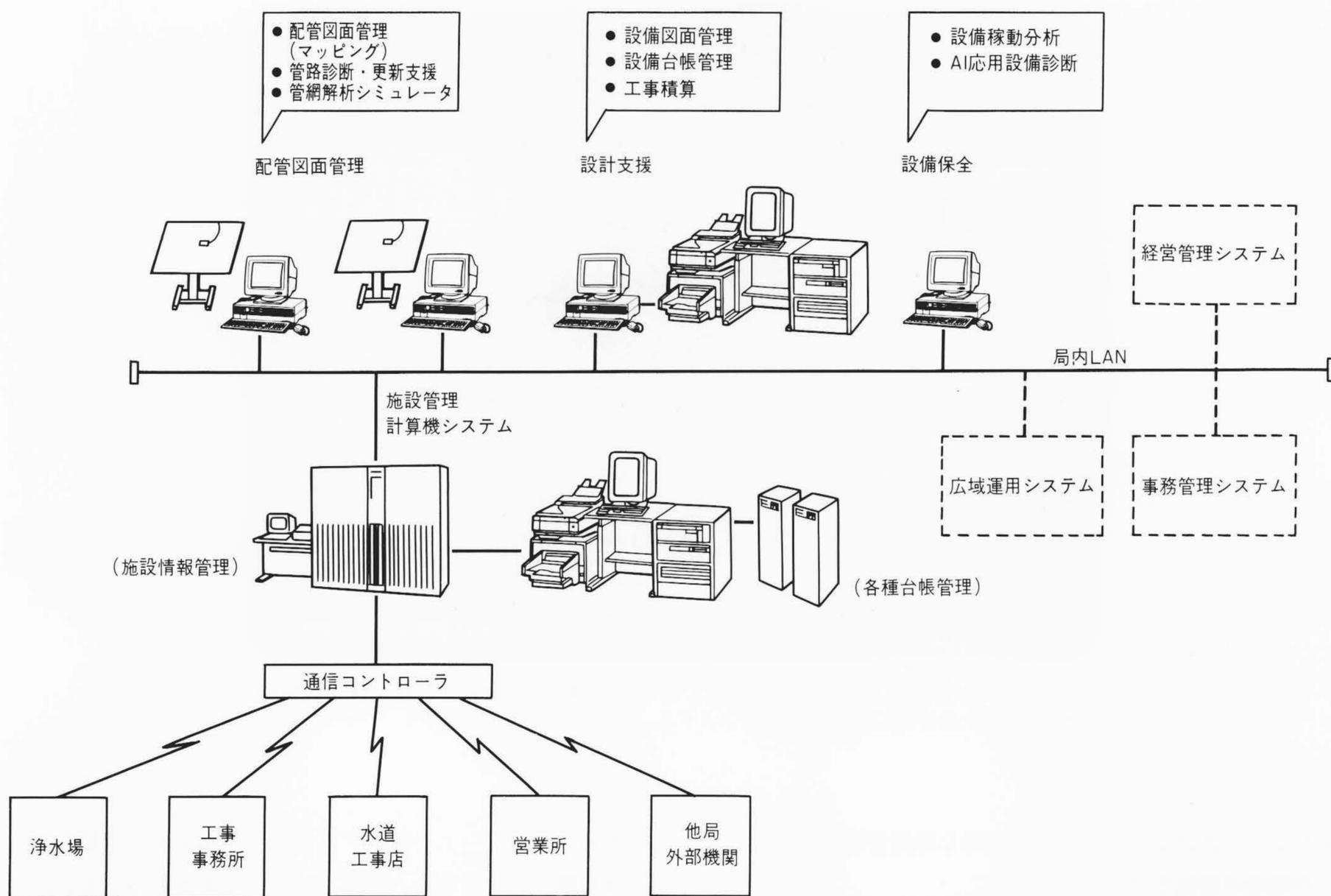


図6 施設管理システムの構成例 施設管理システムは、管路図面や浄水場など、施設の各種設備図面、台帳のデータベースによって運用される。

していたきめ細かい状態検知の自動化が図れるようになった。これにより、プロセスの異常を迅速に検知するとともに、現状に最も類似した過去の運転状況を検索し、過去の運転実績を参考にした運転が可能となる。この手法は、すでに原水水質急変時の薬品注入制御に実用化されており、今後は異常時の水運用計画支援などに適用していく予定である。

(3) 対話形意思決定支援

ネットワーク技術、マンマシン技術などを用い、ワークステーションを介して、複数の人々が対話しながら意思決定ができるシステムを開発した。これにより、離れた所にいる人々があたかも一同に会したような形で、データの分析やシミュレーションが可能で、水運用計画や異常時対策の立案などの意思決定が、スムーズに行える(図5参照)。

4 維持管理機能の強化を図る施設管理システム

4.1 施設管理システムの構成

施設管理システムは、配・給水管の図面情報と属性情報をコンピュータマッピング<sup>3)</sup>の技術を用いて統合管理し、配管にかかわる維持管理業務の効率化を図る配管図面管理システム<sup>4)</sup>を中心に、浄水場など機場の設備図面や台帳情報をも合わせ

てデータベース化し、設備の設計支援や保全管理などの機能を追加して、工務部門全体を対象としたシステムへ拡張したものである(図6参照)。

配管図面管理システムは、現在水道分野で最も関心の高い管網整備の課題に対して、従来システムに管路最適改善技法や管網計算機能を付加し、また、「おいしい水」という水質問題に関しては末端需要家での残留塩素解析技法を付加して機能の拡張を図っている。

また、設備の設計支援や工事積算に関しては、光ディスクファイリングシステムとCADシステムによる設備図面管理システムと、ワークステーションによる対話形設計積算ソフトウェアを準備し、業務の効率化と高精度化を支援している。

さらに設備保全に関しては、AI技術を応用した故障診断が実用化されており、故障予知や保全計画の支援を行うシステムが開発されている。

4.2 新技術の適用例

(1) 管路診断・更新支援

管路図面データベースに蓄積された配管の図面情報、属性情報に管路診断や埋設環境の情報を付加することにより、老朽管路の診断や更新対象管路の選定などの更新計画立案を支

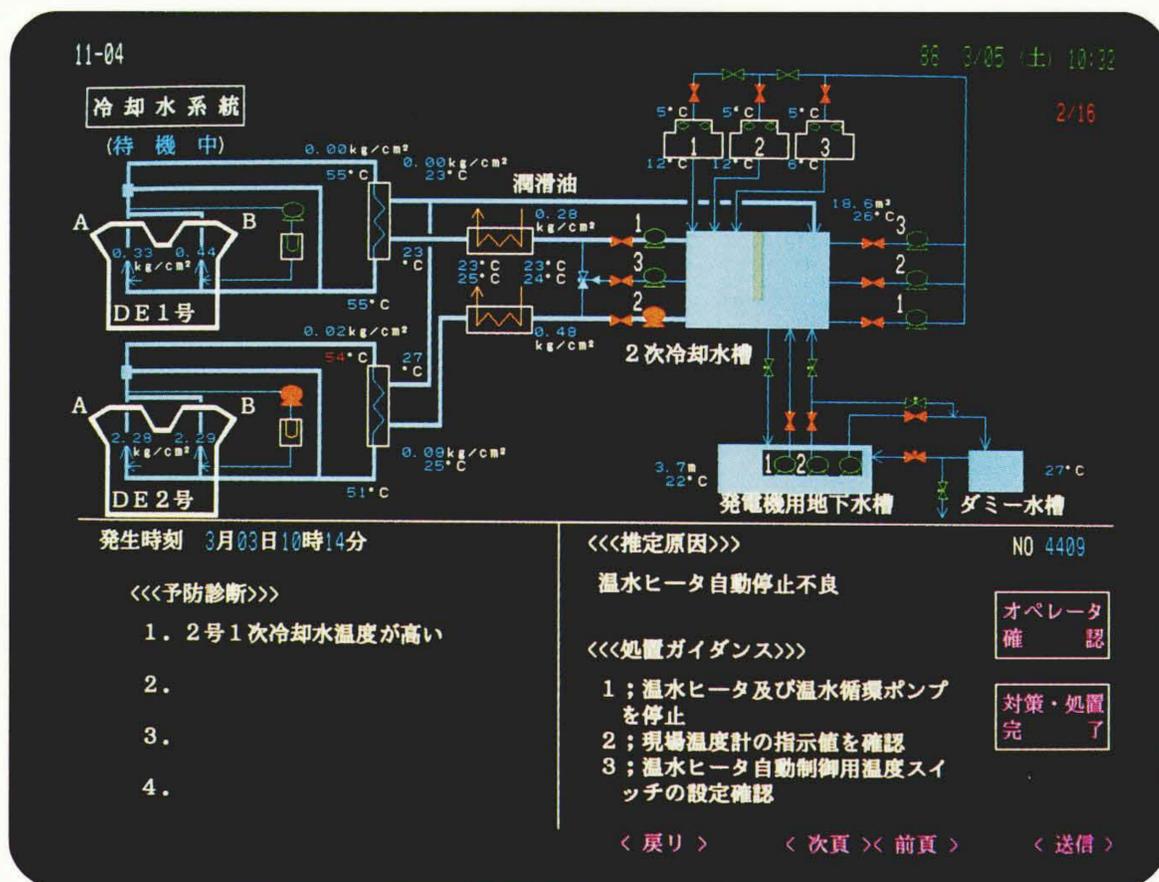


図7 AI応用故障診断 AI技術の適用により、設備の運転情報や保守情報から保全計画の策定支援を行い、異常時には対策をガイダンスする。

援する。これにより、管網の効率的な維持管理とライフラインの確保の実現を図る。

(2) 設備図面管理

浄水場など機場の設備に関する大量の機械、電気、建築図面を効率的に管理し、図面の修正もこれら図面を用いて容易にできるシステムを開発している。これは大量図面の管理には光ディスクファイリングシステムを、図面の修正、新規作成にはCADシステムを適用し、両者をラスタ↔ベクトル変換機構で接続したもので、効率的な設備図面管理を実現する。

(3) AI応用設備診断

AI技術の適用により、ポンプ、受変電設備、自家発電設備などの運転情報や保守情報から、設備の健全度を評価して保守計画の支援を行うとともに、異常発生時には原因の分析、対策などをガイダンスするシステムである。これにより、個々の設備の信頼性が大幅に向上し、水の安定供給を確実なものにする(図7参照)。

5 健全経営を支える事務・経営管理システム

5.1 事務・経営管理システムの構成例

上水道の事務管理システムは、料金計算を主とする営業管理、事業会計のための財務管理を中心に導入が図られている。しかし、近年のOA化を中心とした行政事務の高度化・効率化、さらには需要家サービスの向上というニーズから、需要家に密着したこれらの情報システムは迅速で正確、かつより高度な処理が望まれている。そのためには、事務管理の持つ

需要家データベースや財務データベースなどを一元管理し、料金管理、財務管理などの業務の高度化を図るとともに、広域運用システム、設備管理システムとの情報交換により、多様な情報分析を可能とし、中・長期の経営計画策定が立案できる経営管理システムを構築することが重要である。

事務・経営管理システムの構成例を図8に示すが、今後、水道の事務・経営管理システムは、検針・徴収事務のシステム化、営業所や水道工事店などのシステム化により、局外ともネットワークで結合され、広域システムとなることが予想される。

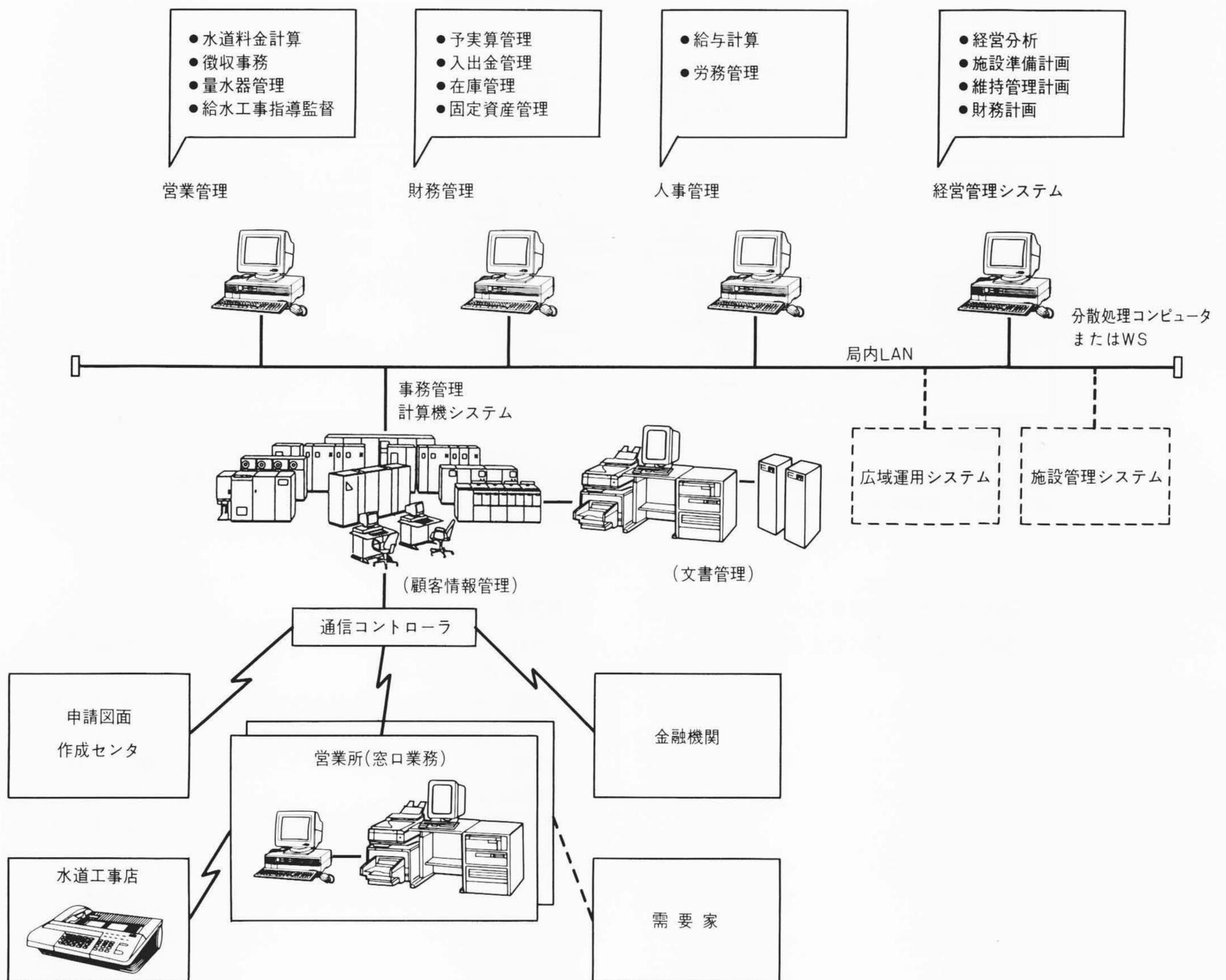
本局では、これらのデータを有効に使った高度な経営分析が要求され、また技術的に実現可能な状況となっている。

経営管理システムでは、従来の事務管理システムだけでは分析できなかった有収率や有効率、施設利用率、負荷率、最大稼働率、復元量、漏水量などの経営指標や運用指標を、水運用データベースや施設情報データベースを参照することによってタイムリーに算出することができる。これにより、事業管理者が中・長期の経営分析を行い、適正な設備更新計画や財務計画を意思決定することができ、健全な経営計画を立案し、ひいては需要家サービスの向上を図ることができる。

浄水場レベルでも施設運用情報をベースに、浄水場の効率的な運営を支援するシステムを実用化しているので次節に述べる。

5.2 浄水場での経営管理システムの構成例

浄水場での業務は、設備の運用データを中心に展開されるが、これらのデータを核に場内の施設管理や事務管理など、より高度な情報処理のニーズが高まっている。そこで、従来



注：略語説明 WS (ワークステーション)

図8 事務管理および経営管理システムの構成例 事務管理システムは、営業管理や財務管理を中心に需要家データベースや財務会計データベースが構築され、これと他のサブシステムとの関係によって経営管理システムが実現される。

の浄水場内監視制御システムの上位に、情報の共通化と一元管理を行う汎(はん)用コンピュータを設置し、業務効率の向上および迅速かつ的確な情報提供による意思決定支援を目的とした浄水場向け高度情報制御システムを納入している。

このシステムは、図9に示すような構成で次のような機能の実現を図っている。

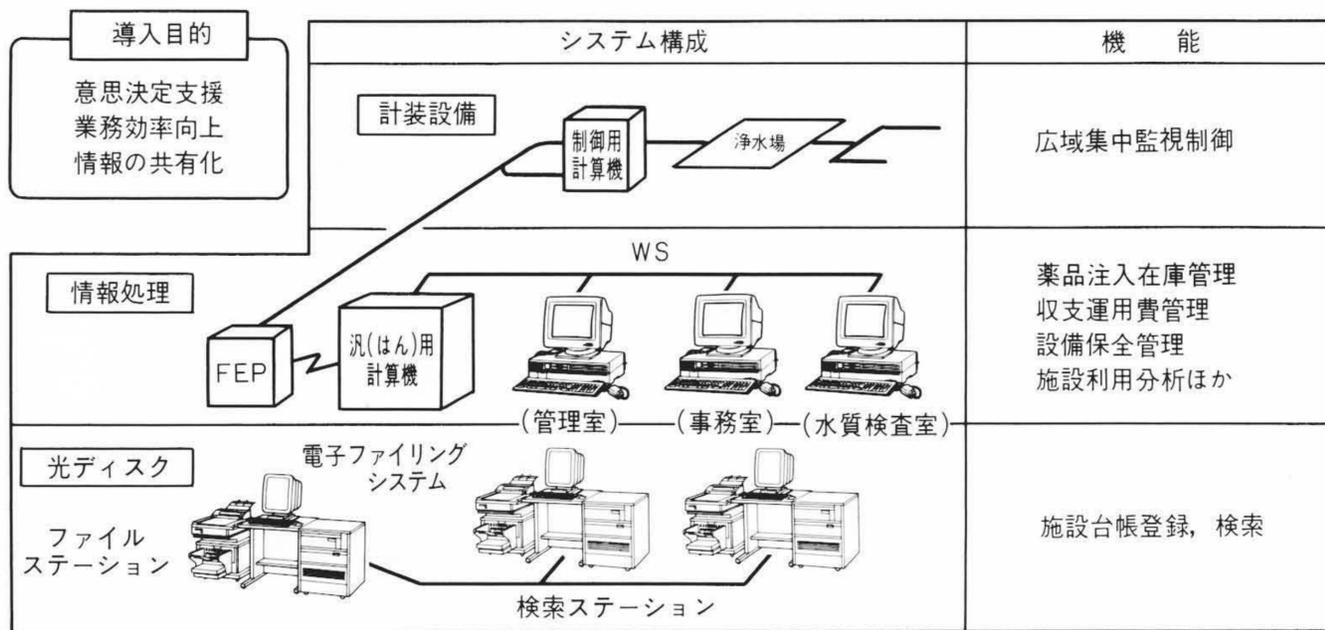
- (1) プラント運用データを、蓄積したデータベースと施設台帳から作成したデータベースを構築し、需要予測、施設利用分析、在庫管理、運用収支管理、設備保全管理など浄水場内の事務・経営にかかわる業務処理をオンライン化し、プラント運用データを中心に展開される浄水場業務のOA化を実現した。
- (2) 電子ファイリングシステムの導入により、各種文書の効率的な管理はもとより、機器の保全、点検経歴簿の入力により、

オンライン処理との連携による日常点検業務の効率化を図った。

## 6 おわりに

上水道を取り巻く環境と技術的動向から、上水道管理システムの今後のあり方について展望を試みた。上水道管理システムを構成する柱として、広域運用、施設管理、事務管理および経営管理の4サブシステムを提示したが、特に今後の安定給水を支えるためには、各システムの結合による経営管理が重要な機能になると考えられる。このようなトータルシステムは、社会的気運と技術の発達により、実現するのに十分な状況に至っている。

今後、高度情報化社会に向かって、ここで提案したような総合管理システムは上水道の管理運営に重要な役割を果たす



注：略語説明 FEP (Front End Processor)

図9 浄水場における高度情報制御システムの構築例 従来の浄水場計装システムに汎(はん)用計算機を増設し、在庫管理や設備保全などプラントデータを利用した高度な情報処理を実現した。

と考えられる。この論文が上水道に対するシステムを検討する上で、なんらかの参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 神林, 外：上水道総合管理システム, 日立評論, 59, 8, 625~630(昭52-8)
- 2) 西岡, 外：高松市水道局向け上水道配水コントロールシステム, 日立評論, 64, 6, 447~452(昭57-6)
- 3) 宮崎, 外：地図情報システム, 日立評論, 69, 5, 485~490(昭62-5)
- 4) 筒井, 外：上下水道管路図面情報管理システム, 日立評論, 68, 9, 749~754(昭61-9)