

# 情報化社会と下水道管理システム

## Integrated Sewage Management System in the Information-oriented Society

近年わが国では、人々の意識が文化的、精神的な豊かさを重視する方向へ変化し、情報化、高齢化、高学歴化などの環境条件の下で「ゆとりと潤いのある生活空間づくり」が推進されている。

都市基盤の重要な柱の一つである下水道は、日米構造協議に見られるように日本の経済力に見合った生活基盤のいっそうの充実のため、積極的な投資が行われている。

情報化社会である現今、最近の情報処理技術および情報制御技術の著しい発展とその結合によるネットワーク化により、広域下水道運用システム、施設情報管理システム、事務・経営管理システムなどが下水道を取り巻く新たな展開として注目されている。

早稲田邦夫\* *Kunio Waseda*  
宮本 章\*\* *Akira Miyamoto*  
嶋内繁行\*\*\* *Shigeyuki Shimauchi*  
戒田元子\*\*\* *Motoko Kaida*

### 1 はじめに

日本の下水道は平成2年度末で人口普及率44%と低く、普及率の向上によって生活関連基盤の充実を図ろうとしている。すなわち、低普及率の中小市町村は、下水整備の推進という「建設の時代」にある。一方、高普及率の大都市では、「質的向上の時代」にあるとともに、効率化、市民サービスの向上をも含めた下水道の多目的事業が展開されようとしている。そして、現在「建設の時代」にある中小市町村も、きたるべき高普及化時代に、あるいは建設と並行して推進していく必要があるかもしれないが大都市と同様の展開が到来するものと思われる。

高度化、多様化する情報化社会の現在、下水道が持っている課題を、情報化、知的装備化することによって解決する下水道管理システムについて以下に述べる。

### 2 下水道事業の新しい展望とシステム技術

#### 2.1 下水道事業の新施策

21世紀に向けて「豊かさを実感できる国民生活」の実現を目指し、下水道事業は生活環境、文化機能を重視した公共投資基本計画の主要施策の一つとして、重点投資が行われる。建設省は第7次5か年計画を推進しているが、中小市町村では、普及率の向上を第一としている。一方、大都市では、快適な水辺環境の創出、浸水安全度の向上などの質的向上とともに、施設数の増大、大規模化、広域分散化が進む中で施設維

持管理の効率化が求められる。また、図1に示すように下水道管渠(きょ)利用光ファイバネットワークシステムの構築をはじめとし数々の下水道の多目的利用の推進が掲げられているなど、新たな下水道事業の役割が出現してきている。大都市での事例として、東京都の21世紀の下水道を考える懇談会報告によると、これからの下水道の持つべき機能として、(1)地域と一体となった下水道、(2)わかりやすい下水道、(3)環境を大切に作る下水道、(4)都民に還元できる下水道、などが掲げられ、地域住民と一体となった事業推進を提案している。

これからの下水道は従来の下水道が持つ機能の基盤強化とともに、下水道の持つ施設、資源の多目的利用を通して、都市機能としての重要な役割を担う新たな下水道事業への飛躍期へきていると考える。

#### 2.2 これからの下水道を支えるシステム技術

都市は、単なる就業機会の場であるだけでなく、そこで働く人々、生活する人々が「豊かさを実感できる」都市空間づくりを推進しなければならない。下水道は都市環境整備の大きな柱であるとともに、高度化、多様化する都市機能を支える重要基盤となりつつある。

図2に示すように、近年の社会環境の変化、国民意識の変化、下水道内部環境の変化に対応し、下水道事業は新施策を打ち出すことによって快適で潤いのある街づくりに貢献していこうとしている。

\* 日立製作所 機電事業部 技術士(電気・電子部門) \*\* 日立製作所 大みか工場 \*\*\* 日立製作所 システム事業部

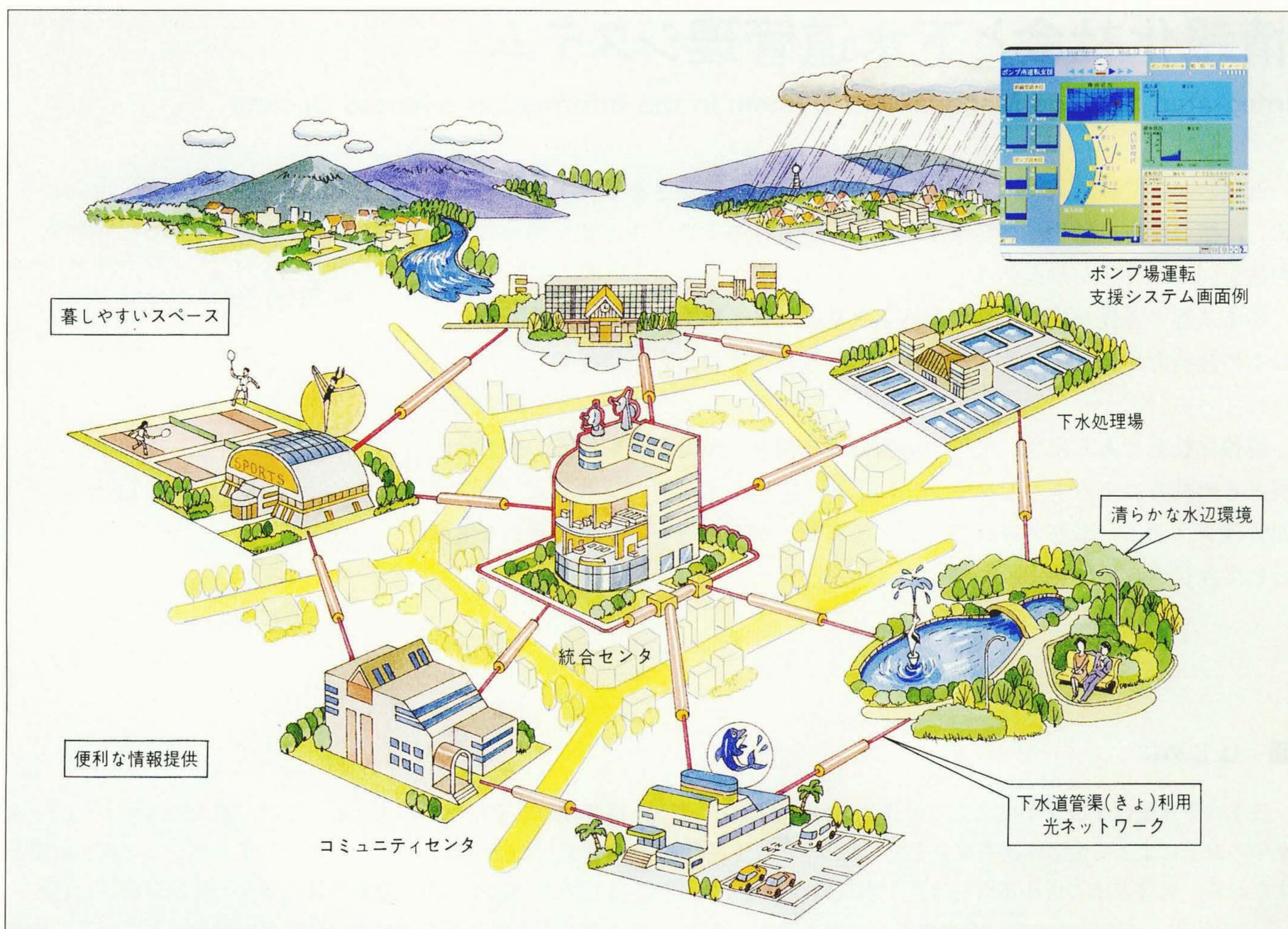


図1 これからの下水道 下水道は地域住民の憩いの場であるとともに、情報、文化の交流の場ともなる。

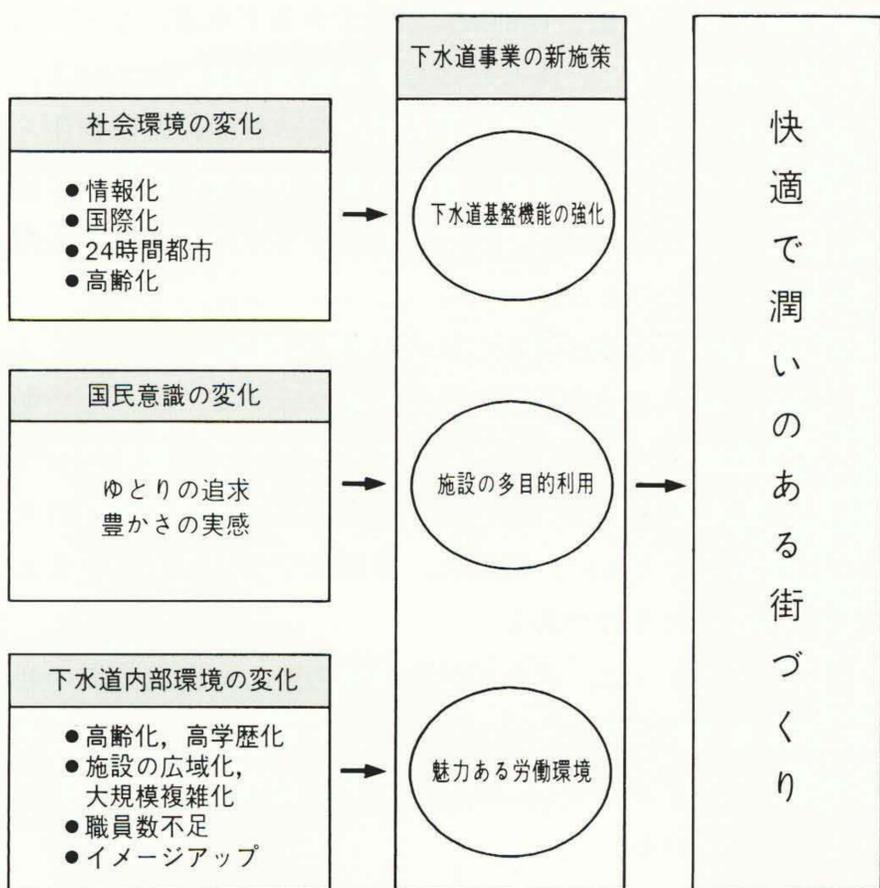


図2 快適で潤いのある街づくりに貢献する下水道 下水道は社会環境、国民意識の変化に対応して新施策を掲げ、街づくりに貢献している。

都市機能を支える下水道で、これら下水道に要求される新しい機能概念を実現させるためには、土木・建築・機械設備・電気設備などを見渡し、総合的・有機的に検討して事業を推進する必要がある。さらに、進展する情報化社会の中で、近年の技術革新の成果を最大限に活用して快適で潤いのある街づくりに貢献しなければならない。

これらの下水道機能を実現させるための課題とその対応技術を図3に示す。対応技術の中で広域化や複雑化が進み、効率的運用を実現するための下水道管渠内敷設光ネットワークを利用した広域下水道運用システム、維持管理の高度化・効率化のための施設情報管理システム、および事務・経営管理システムについて以下に述べる。

### 3 最新技術による広域下水道運用システム

#### 3.1 広域下水道運用システムニーズと対応技術

システムニーズとその対応技術を図4に示す。システムニーズを分類すると下記のようなになる。

##### 3.1.1 平常時の的確な運転支援

(1) 処理場間の負荷分配および流入予測

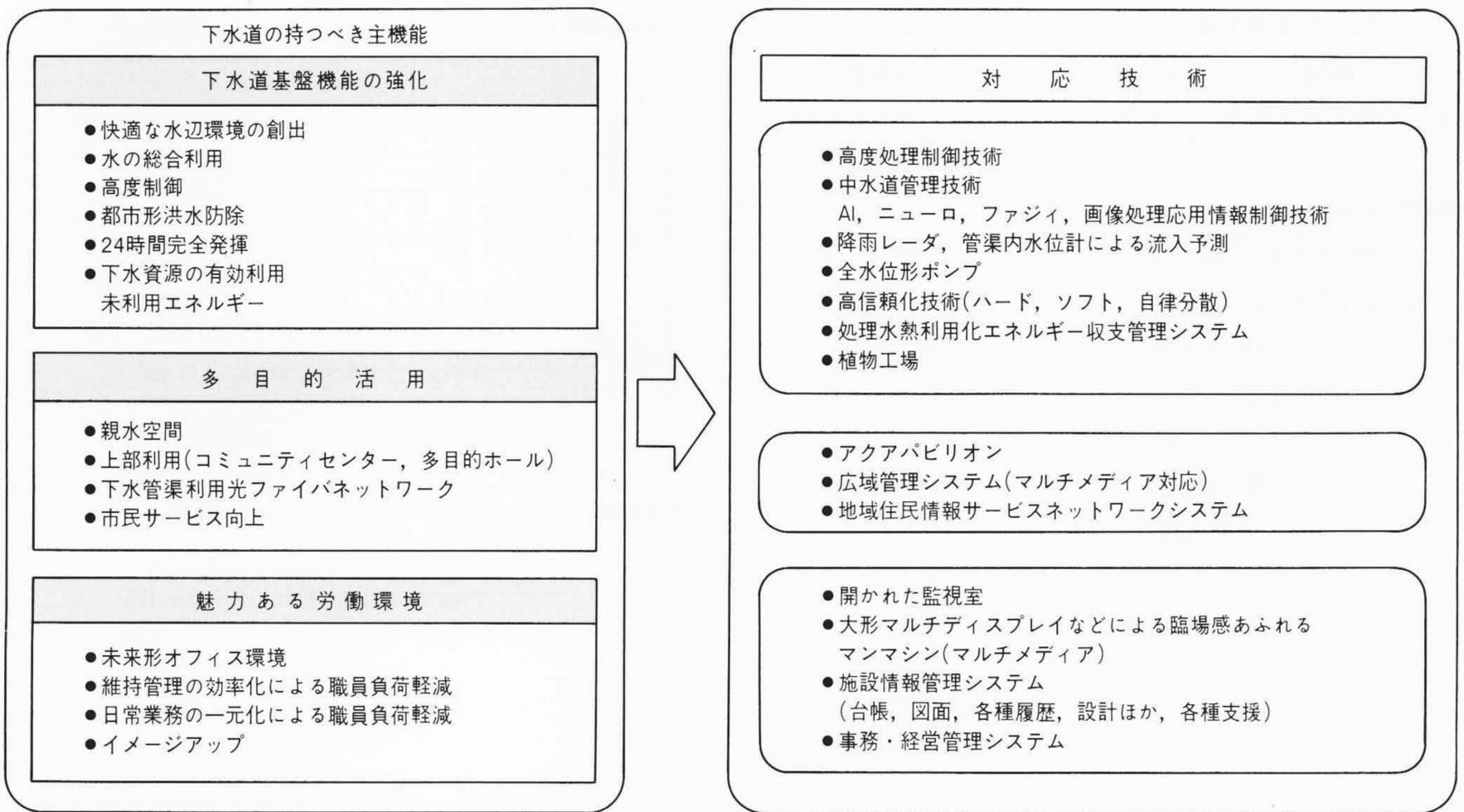


図3 これからの下水道の持つべき機能と対応技術 AI, ニューロ, ファジィ応用技術, マルチメディアなど最新技術を導入することによって具現化することができる。

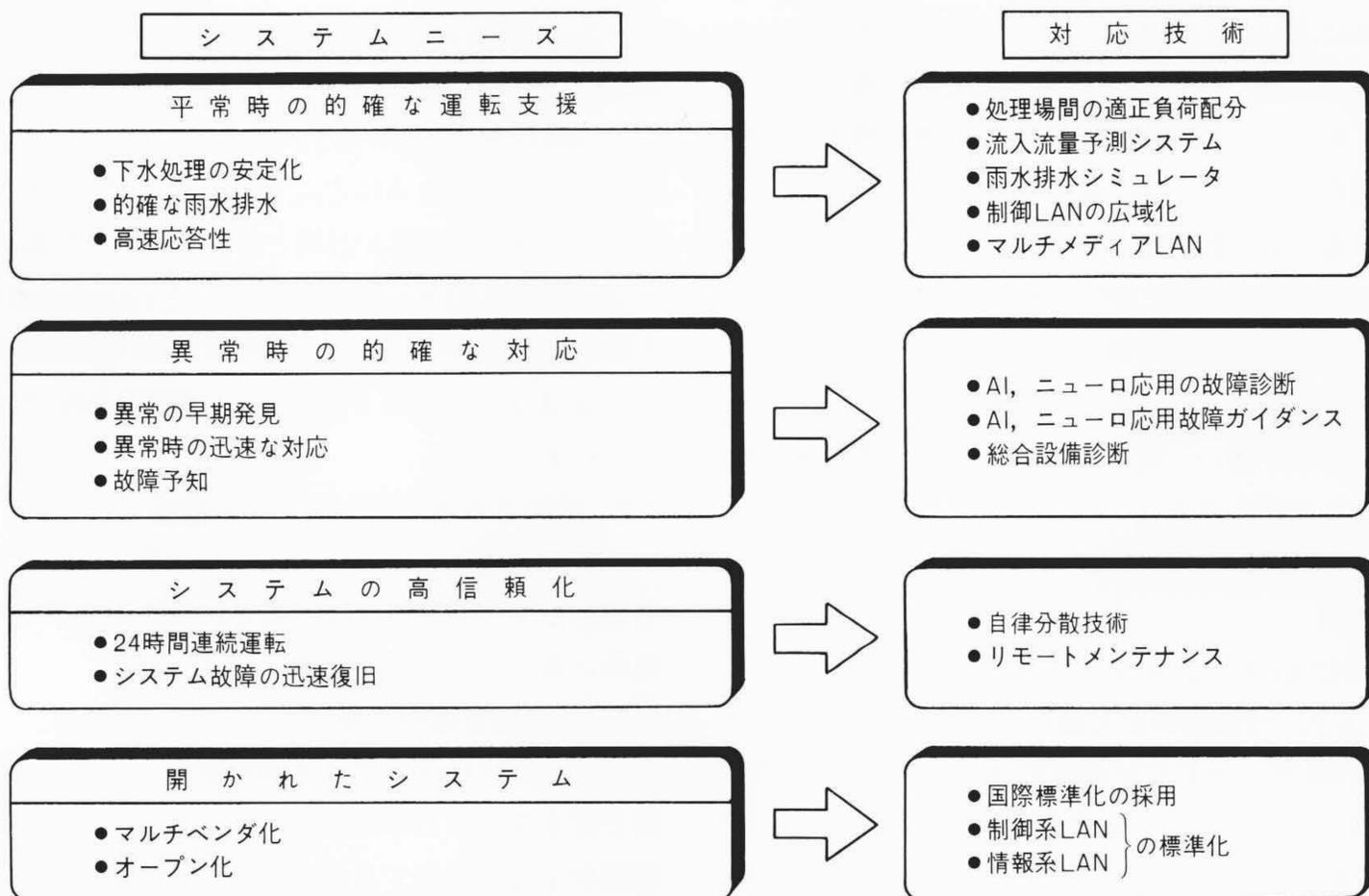


図4 広域下水道運用システムニーズと対応策 AI, ニューロ応用などの最新技術導入により広域管理運用を実現できる。

広域に分布した下水処理場間の負荷分担の最適化を行うための運転ガイダンス, および都市形洪水対策に必須な雨水流入流量予測ならびに流入予測による運転シミュレータが必要

な技術となる。最近の流入予測は, 管渠内に密閉形の水位計を上流に設置し, 動水こう配によって流入予測する方法が確実な予測方法として採用されている。さらに上流の予測とし

ては、東京都下水道局小松川ポンプ所流入量調査などに見られるように、雨量レーダ、降水量、降雨強度、流出系数などを連携したモデルを構築し、流入予測を実現しようとしている。

## (2) 制御LANの広域化

一般に制御LANは、ステーション間1～4 kmが最大であるが、広域制御LANは、ポンプ場など被制御所と、広域管理センタ間を接続しなければならず、10～20 kmは必要である。広域制御LANの仕様を表1に示す。下水管渠内に光ファイバを布線する場合はファイバの保守のため、スプライシングボックスが300～500 m間隔で必要になる。TRUNKNET-32Eは、500 m間隔でステーション間無中継20 kmを保証している。また、伝送方式にサイクリックメモリ転写機能を持っているため、操作応答1～2秒、全計測信号2秒とCRT表示更新を実現している。無人ポンプ場の緊急対応時でも、臨場感をもつて的確な操作監視するためには、音声、動画などのメディア伝送が必須である。1本の光ファイバにデータ、音声、動画を入れるのは、コストパフォーマンス上好ましくないため、画像だけは別のファイバに収納し、実現している。

### 3.1.2 異常時の的確な運転支援

#### (1) AI応用故障診断、ガイダンス

従来の計算機システムの故障メッセージは、発生した故障をそのまま外部に出力しているが、これは緊急時オペレーターに過大な負荷を与えている。AI技術を適用し、真の故障メッセージだけを出力し、以降復旧操作を計算機と対話形で行っていく、故障ガイダンスシステムが必要である。

故障を予知するという技術は予防保全で代表されるが、特に主機および主機周りの補機に対して不可欠である。例えば、東京都下水道局のポンプ総合診断システムでは、ポンプの波動波形解析などによってポンプの劣化診断を行っている。今後、設備全体の診断を行い、建屋まで含めた総合的設備診断技術が要求されると思われる。

### 3.1.3 システムの高信頼化技術

#### (1) 自律分散技術

最近DCS(Digital Control System: デジタル計装システム)の普及により、分散制御が常識になっているが、マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)の高性能化により、エリア分散設置、集中制御で二重化構成という形態も増えてきているが、究極の分散は、設備機器ごとにマイコンを分散設置することである。設備は必ず予備機を持つことによって、1台のマイコン故障がシステム全体に波及することはない。設備機器ごとに制御機能が完結するような自律分散形態を採用することによって信頼性を大幅に向上できる。

#### (2) リモートメンテナンス

計算機システムを導入したとき、ユーザーにとっていちばん不可解な故障は、システム自身の故障である。この対応に

表1 広域制御LAN仕様(TRUNKNET-32E) 構内制御LAN仕様と異なり、ステーション間無中継20 kmを保証した広域制御LAN仕様となっている。

No.	項目	仕様
1	伝送路構成	ループ状(ループ二重化)
2	伝送路	光ファイバ(石英系SM形)
3	発光・受光素子	長波長LD/PIN
4	伝送速度	32 Mビット/s
5	通信機能	あり
	パケット通信	あり
	機能コード通信	あり(ブロードキャスト方式)
	サイクリック通信	メモリ転写機能(1～512 ms)
6	ステーション間距離	無中継20 km(500 mごとスプライシング)
7	R A S 機能	マスタレス(対等n重化)
		ループバック機能

注: 略語説明 RAS(Reliability, Availability, Serviceability)  
SM形(Single Mode形光ファイバ)  
LD/PIN(Laser Diode: 半導体レーザ,  
Photodiode: PIN形フォトダイオード)

は広域に分散した各メーカーの計算機とISDN(Integrated Services Digital Network)を経由し、各メーカーの計算機サービスセンタを接続することにより、メーカーで直接故障メッセージを受信でき、迅速に故障原因が判定できる。ソフトトラブル時には、各センタから直接ソフト保守が可能であり、システム故障の迅速復旧が可能となる。

### 3.1.4 開かれたシステム

#### (1) 国際標準化LAN

広域になればなるほど、メーカー1社で完結することはなく、マルチベンダ化が必須となる。制御、情報LANともにオープン化されたOSI(Open System Interconnection)に適合したLANが必要となる。例えば制御LANでは、MAP(Manufacturing Automation Protocol)、情報LANではEthernet<sup>※1)</sup>などがあげられる。

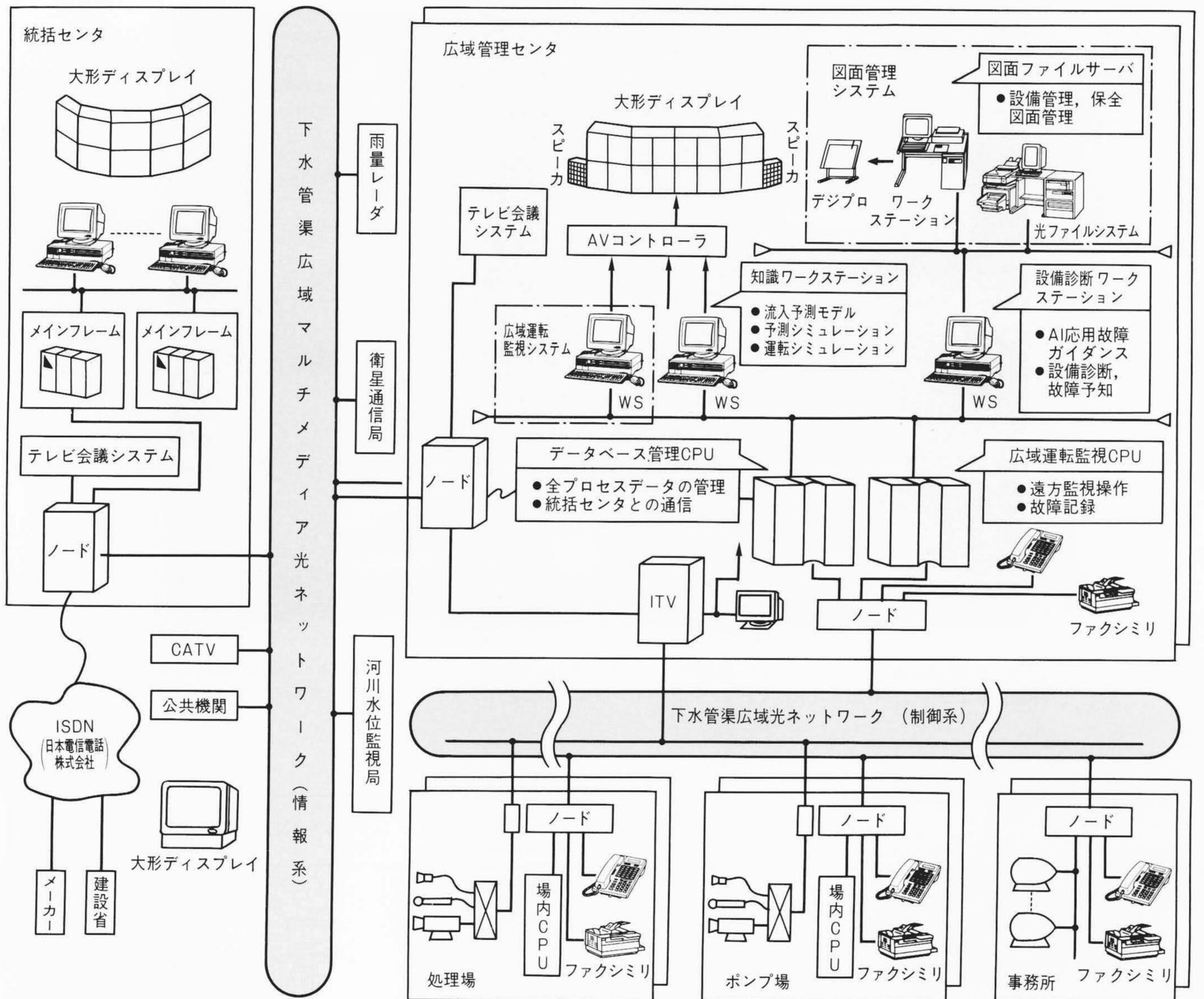
### 3.2 広域下水道運用システムの構成

システム構成を図5に示す。システムは、広域管理センタを中心とする制御系システムと、統括センタを中心とする情報系システムに分離される。

#### 3.2.1 広域管理センタ

このセンタには、フィールド制御を基本とした運転管理業務と保全業務などがある。システム内には、ポンプ場など被制御所を遠隔操作するマンマシン性の良い操作監視システムと、所轄範囲の全プラントデータ、設備維持管理データを一元管理しているデータベース管理システムから構成される。設備維持管理システムには図面管理システムをも含まれており、予防保全データ、診断データによって故障予知された結

※1) Ethernet: 米国XEROX社の登録商標である。



注：略語説明 WS (ワークステーション), ITV (工業用テレビジョン), ISDN (Integrated Services Digital Network), CATV (ケーブルテレビジョン)

図5 広域下水道運用システム構成 広域管理センター中心の制御系LANと統括センター中心の情報系LANが、階層化構成をとっている。

果の機械、電気図面をオンラインで大形ディスプレイに表示することもできる。広域管渠地図と水位分布図、および流入予測、ポンプ運転ガイダンスを同時に表示した。

広域運転支援システムのCRT画像例を図6に示す。

### 3.2.2 統括センター

統括センターは、経営、事務管理、施設管理および広域運用統括管理が主業務となる。高度情報制御の観点からみると、広域光ネットワークの付加価値をいかにして生かすかが、このセンターの役目であろう。このネットワークには、雨量レーダ、気象情報、河川情報が取り込まれ、長時間にわたる流入予測データとして、広域管理センターに伝送される。多目的用途としては、市民サービス用CATV (Cable Television)、大形ディスプレイによる市政情報サービスなどに使用され、本来の広域マルチメディアLANとして機能する。

## 4 図面情報を活用する施設情報管理システム

大都市下水道では、下水道施設の円滑な運営のためには、維持管理業務の効率化、高度化がますます重要になってきている。

このような背景から、維持管理業務の重要な要素である図面管理業務の効率化を目的としたシステムの導入機運が高まっている。図面管理システムのうち、イメージ情報による光ディスクファイリングシステムは、入力容易なため検索主体の図面や文書の管理に適しており、ベクトル情報によるCADシステムやマッピングシステムは、新規に図面作成を行う場合や図面の修正が必要な場合に適している。図7に示すようにイメージ情報をベクトル情報に変換するオートデジタイザの技術を用いて、両方式の特長を兼ね備えた図面管理シ

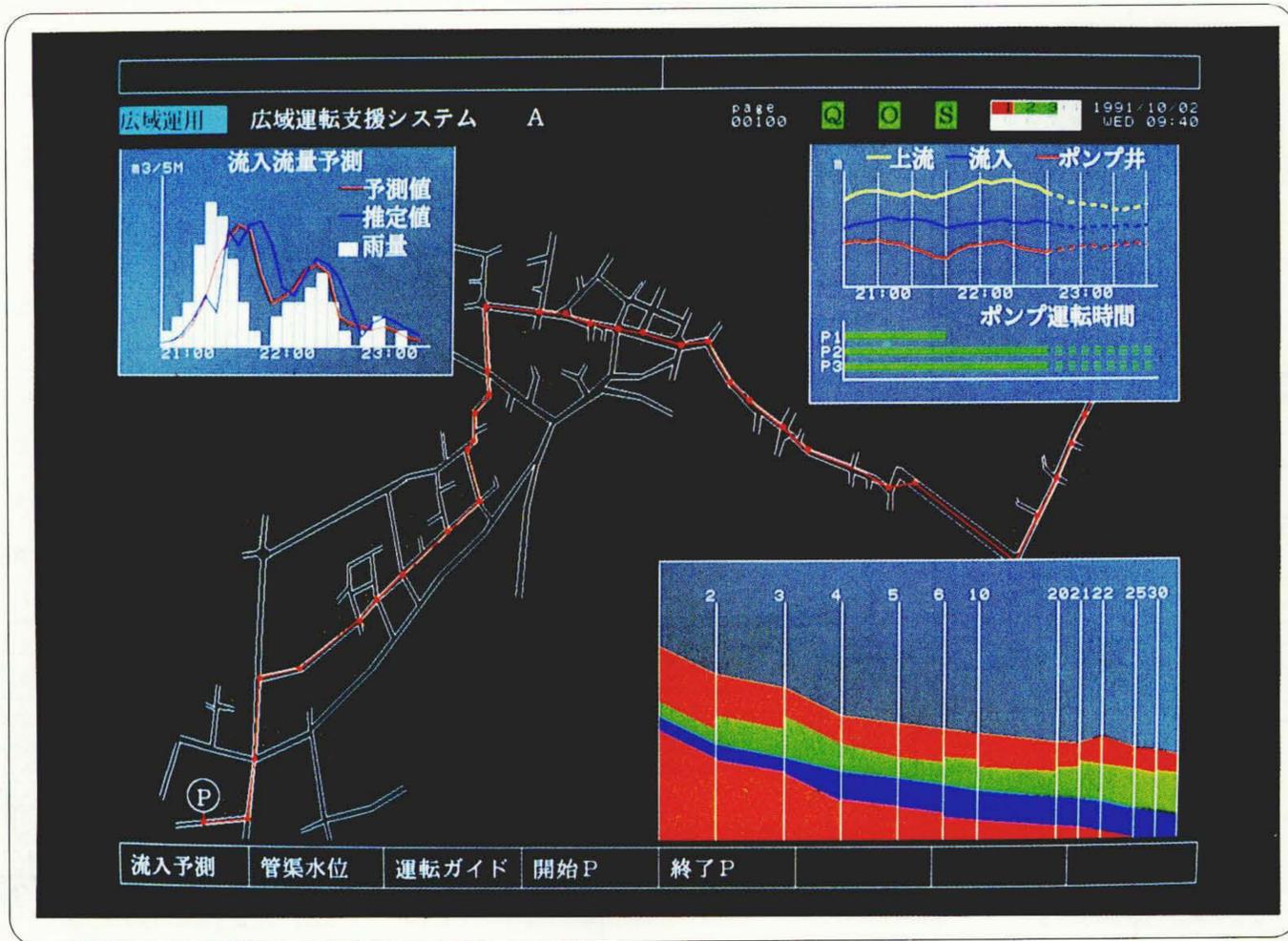


図6 広域運転支援システムのCRT画面例 管渠の地図上の画面に、ポイントからポイントまでの管渠の断面図および水位分布図を表示しており、オンライン情報と図面管理システムが統合されている。

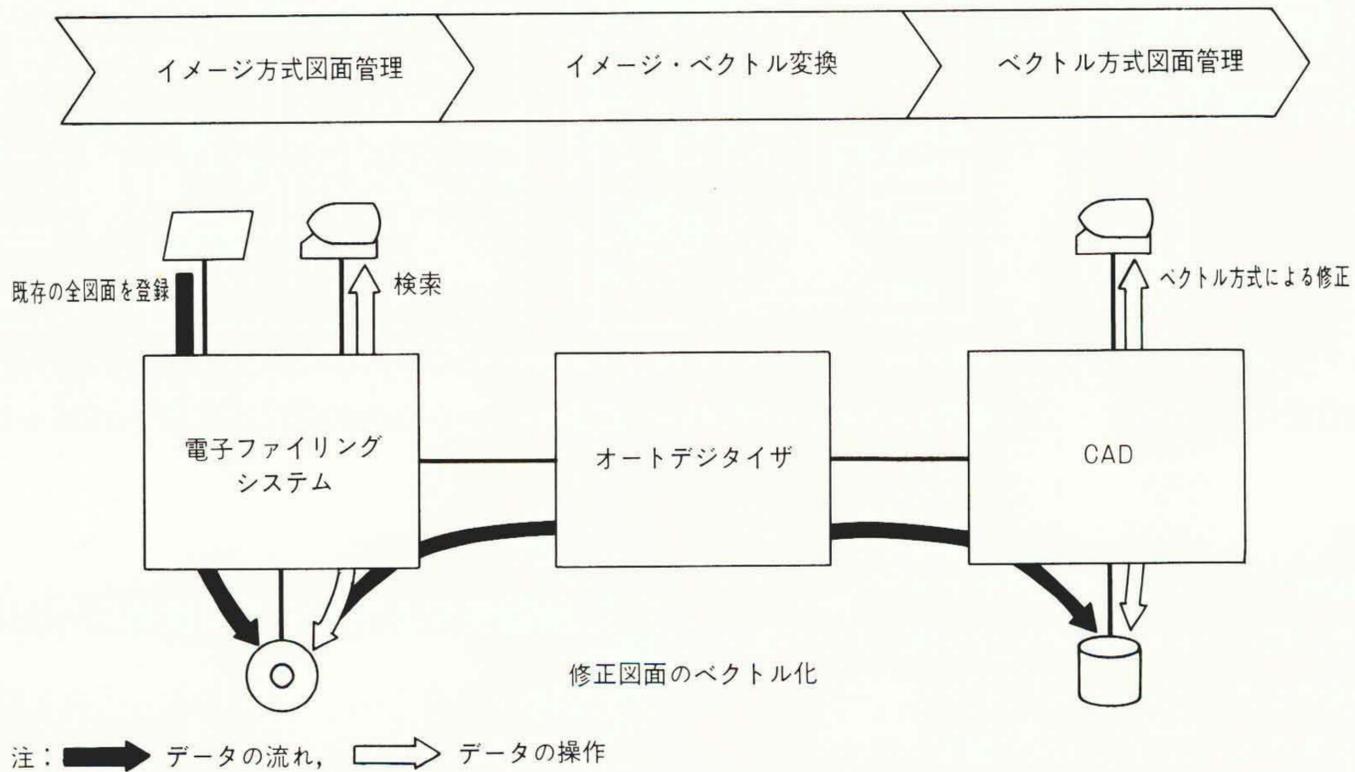


図7 図面管理システムの概要 イメージ・ベクトル変換技術により、図面情報の高度活用が可能となった。

システムを開発した。これにより、既存の図面はまず光ディスク ファイリング システムに登録して検索に用いるとともに、必要な図面はベクトル化することによって図面情報の高度活用が可能となった。

このようにして蓄積された図面情報に、図面記載された管渠、機器に関する仕様、故障履歴などの属性情報を合わせて

データベース化し、シミュレーションや設計支援、設備診断などの機能を付加することにより、施設整備計画、設備保全計画などのさらに高度な処理もできる。図8に示す維持管理業務の効率化、高精度化を達成する施設管理システムの例を示す。

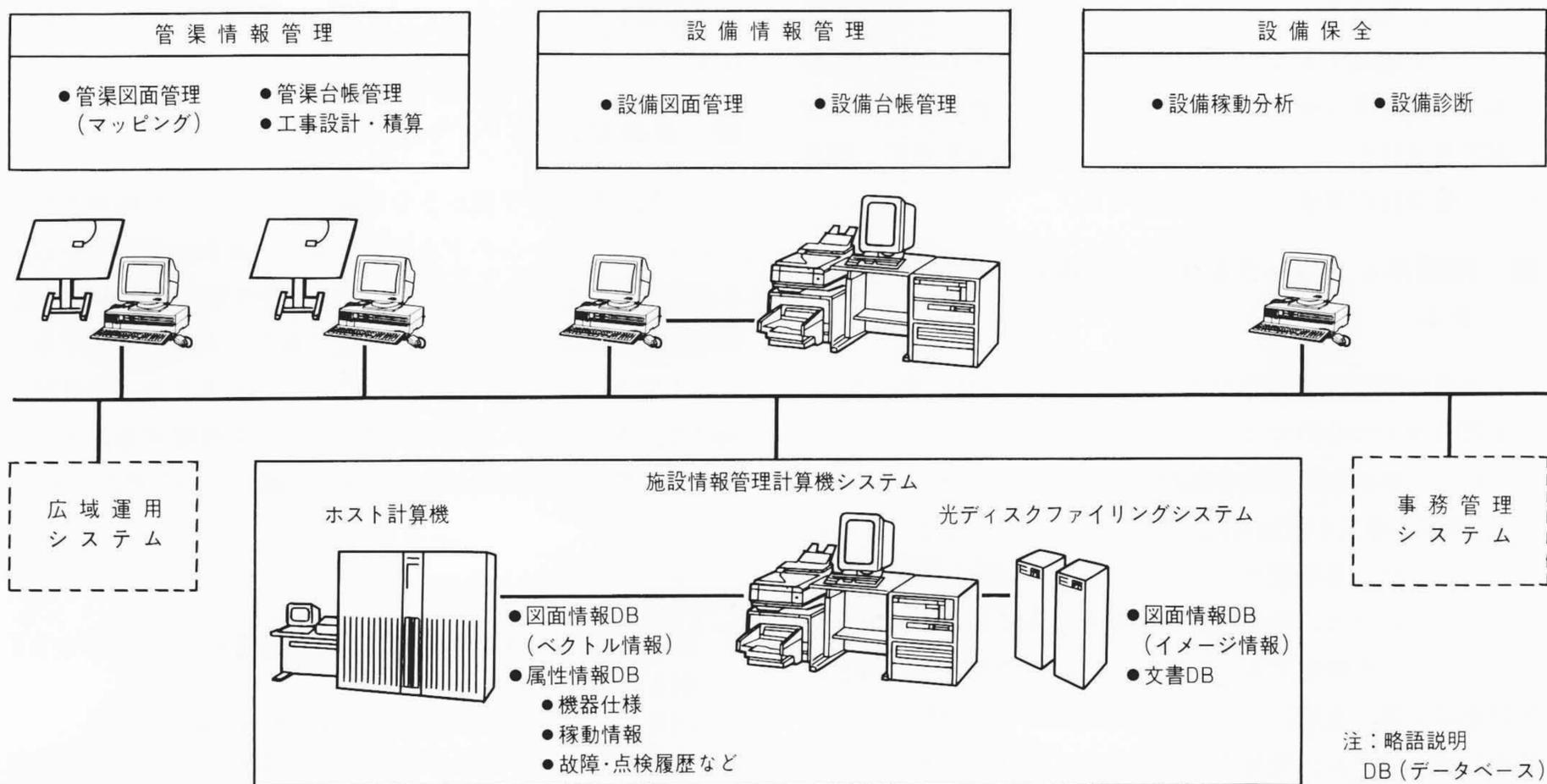


図8 施設情報管理システムの概要 データベース化された図面情報・属性情報を活用することにより、維持管理業務の効率化・高精度化が達成される。

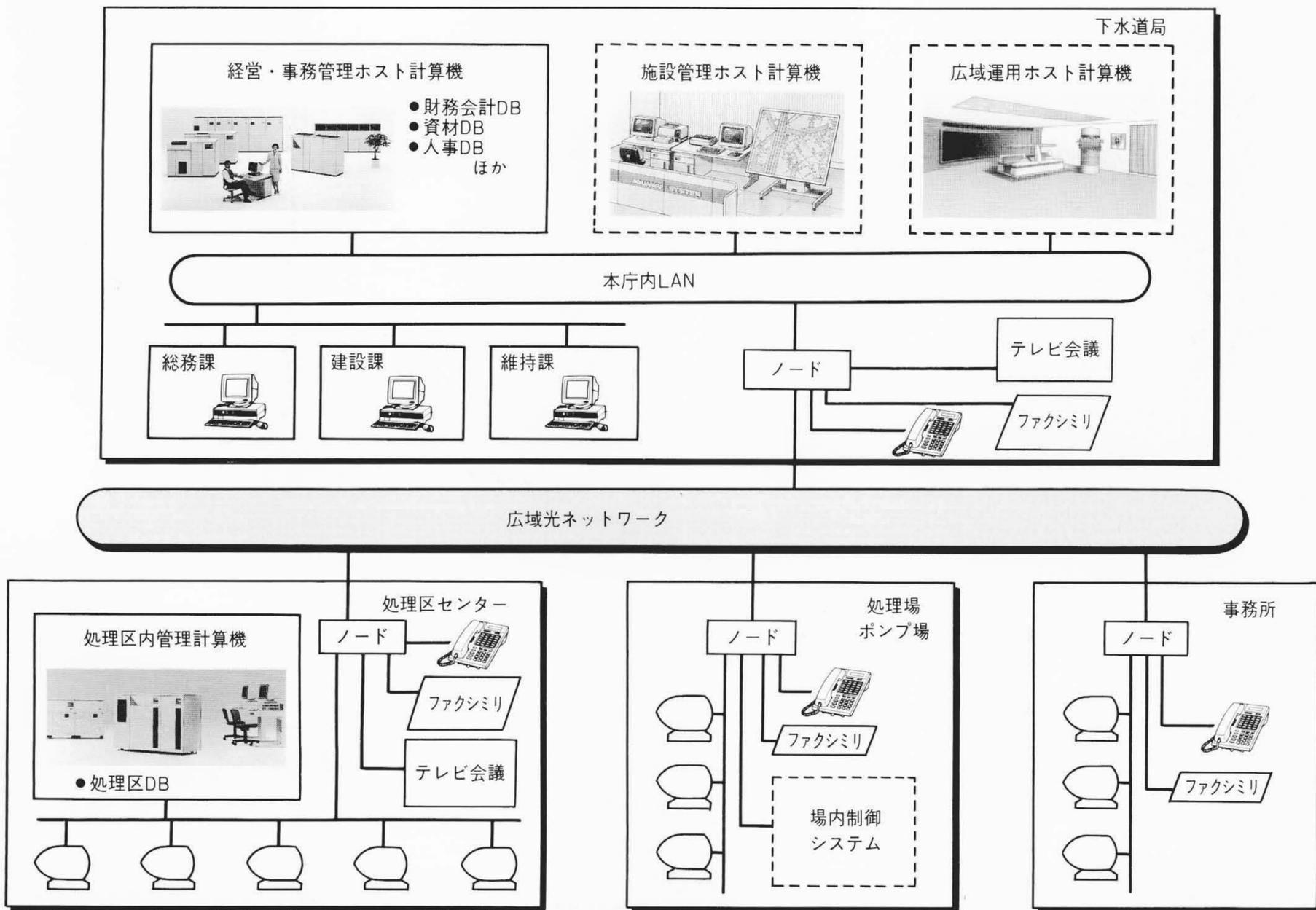


図9 経営・事務管理システムの構成 本庁のホストコンピュータと各処理区の分散コンピュータが、下水管渠を利用した光ファイバネットワークによって接続され、事務処理の効率化と高度な意思決定を支援する。

さらに、施設管理システムと広域運用システム、事務管理システムを接続することによって、リアルタイムの故障情報に基づく故障原因推定、対策ガイダンスや、在庫管理、設備計画の適正化などが可能となり、異常時の迅速な対応、事業経営の健全化が達成されると確信する。

## 5 情報ネットワークを生かした事務・経営管理システム

下水道の事務管理分野では、これまで財務会計、資材管理、人事管理などの分野でコンピュータ化が進められてきた。また、最近の事務処理の効率化のニーズの高まりから、各部門でOA機器の導入が進められ、活用されてきた。しかし、行政事務の高度化、需要家サービスの向上などの新たなニーズに対応するためには、各部門間で情報を共有できるように情報ネットワークを整備するとともに、これらの情報を活用し経営計画の立案、長期計画の策定など高度の情報分析、判断支援を行うシステムへ発展させていくことが必要である。

このような考え方から、事務・経営管理システムの構成をまとめると、図9に示すように本庁に全体のデータベースを管理するホストコンピュータが、各処理区には処理区内の管理を行う分散コンピュータが設けられ、これらのコンピュータが下

水道管渠を利用した光ファイバネットワークによって接続される。

## 6 おわりに

文化的、精神的な豊かさを重視した街づくりが推進されている中で、これからの下水道事業動向と最新技術動向から下水道管理システムについて述べたが、すべては地球環境保護、環境調和、人間尊重の理念が根底にあり、人間を支援するシステムであり、技術でなくてはならないと考える。21世紀に向けて、人に優しい下水道管理システムを構築することにより、ゆとりと潤いのある街づくりに貢献していく考えである。

## 参考文献

- 1) 21世紀の下水道を考える懇談会：「下水道—21世紀都市東京を創る」(平2-10)
- 2) 内田：下水道の計装とその評価論，水道公論(1991-3)
- 3) 中山，外：ポンプ総合診断システムの開発，第28回下水道研究(1991-6)
- 4) 山鹿，外：高速基幹LAN“Super LAN  $\Sigma$ -600”日立評論，73，9，455～464(平3-5)
- 5) 浜田，外：産業用高速光ループネットワーク「トランクネットワーク」，日立評論，69，11，1011～1017(昭62-11)