

# 水系流域管理システム技術の動向

Water System and Drainage Basin Management Technologies

齋藤 隆 Takashi Saitô

依田幹雄 Mikio Yoda

嶋内繁行 Shigeyuki Shimauchi

吉川慶彦 Yoshihiko Yoshikawa



インターネット技術を応用した上下水道監視システムの画面表示例

現場の映像やトレンドグラフ、計測値が、ウェブブラウザ上でリアルタイムに更新、表示される。ウェブ化することにより、ユーザーフレンドリーなインターフェースが提供でき、情報共有化、利便性、拡張性、緊急時対応に優れた効果をもたらす。

河川や湖沼、上下水道などを対象とする公共システムでは、対象の相互関連性の再認識、水循環社会としてのトータル化、プロセス高度化などのニーズにいかに対応するかが重要とされている。

社会・環境面では、効率的事業展開や、危機管理、情報公開が求められ、水環境の改善と環境負荷の低減が叫ばれている。

日立製作所は、従来の監視、制御、計測システムを情報・通信制御技術によって再装備した公共情報システムを開発し、提案してきた。これらは、オープンで便利な、わかりやすく、かつ省コストで実現できるシステムを目指したものであり、情報化とIT(情報技術)を積極的に取り込むことにより、従来システムを進化させ、新しいシステムとして構築したものである。

## 1 はじめに

河川を中核とするわが国の上下水道などで構成する水空間には、水資源の活用、災害、水質汚濁などさまざまな課題がある。また、これらを取り巻く環境でも、情報化や事業構造改革、少子・高齢化などによる大きな転換期に来ている。

特に、情報化とIT(Information Technology)革命は、効率的な事業経営、業務改革、技術革新などの柱となりうる大きなインパクトを与えている。

ここでは、河川と湖沼を核として、それらと密接に関連する上下水道を含めて、広域な水空間社会(水系流域)を対象とする最新の情報システム技術について述べる。

## 2 水系流域の課題

### 2.1 水資源の安定

わが国の年間降水量は約1,700 mmであり、世界平均の約970 mmと比べて多いと言える。しかし、年間を通しての降雨パターンが一定でなく、地形的要因もあり、水資源は十分かつ安定的ではない。特に、1994年の渇水が記憶に新しい。

これらの対策としてダムなどを次々と建設することが困難なことから、現状の維持、改善を主に対策を講じることが重要とされている。すなわち、(1)水循環システムの導入、(2)雨水の再利用、(3)節水型社会の実現などが提案されている。

## 2.2 水質汚濁の改善

全国の河川や湖沼、海域(3,200水域)での水質汚濁指標BOD(生化学的酸素要求量)やCOD(化学的酸素要求量)の達成率は平均78%(1997年度)である。特に、閉鎖水域である湖沼、湾、および内海の状況は深刻であり、リンや窒素による富栄養化が、しばしばアオコや赤潮などの異常発生をもたらしている。これらの発生源は、生活系、産業系、非特定系と多種多様でかつ相互に関連があり、改善には時間を要する。

最近、有害物質では内分泌かく乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)、硝酸性、亜硝酸性窒素、クリプトスפורジウムなどの監視・管理が強化されている。しかし、依然として水質は好ましい状況には改善されていない。

## 2.3 水災害

わが国の降雨は梅雨期と台風時期に集中しており、時として豪雨となって洪水が発生する。1999年には、時間雨量100 mmを超える降雨も観測されている。このため、治水面では河川はらん区域の縮小に膨大な費用と時間をかけている。

さらに、最近では、市街化区域での雨水の急速な流出が都市のヒート現象による集中豪雨と重なり、地下街への流入による事故などの都市水害を増加させている。

このような水災害に対しては、雨水の一時貯水機能施設(ピークカット)や、雨水地下浸透技術などによる対策が有効である。

## 2.4 水質事故

1997年には、全国の水道異臭味被害が年間で約650万人と減少傾向となった。しかし、水道水源への重油やガソリン流出事故が発生し、また、トリクロロエチレンや農薬による地下水の汚染も発生している。このため、市民への情報公開と、危機管理が必要となっている。

## 2.5 水循環型社会

これまでは、河川、湖沼、上水道、下水道などのあり方が個別に論議されてきた。現在は、水の流れに着目し、「水循環」として全体をとらえ、これら個別に議論してきたものを統合し、相互関連を把握することにより、社会・経済活動の一環と認識する「水循環型社会」の考え方が提案されている。

さらに、地理的な制限を開放して、例えば、河川を核に上流から下流全体、関連する県や自治体のすべて、水道、下水道、利水・治水と関係するグループ全体などにわたる、広域的な視点での研究開発が望まれている(図1参照)。

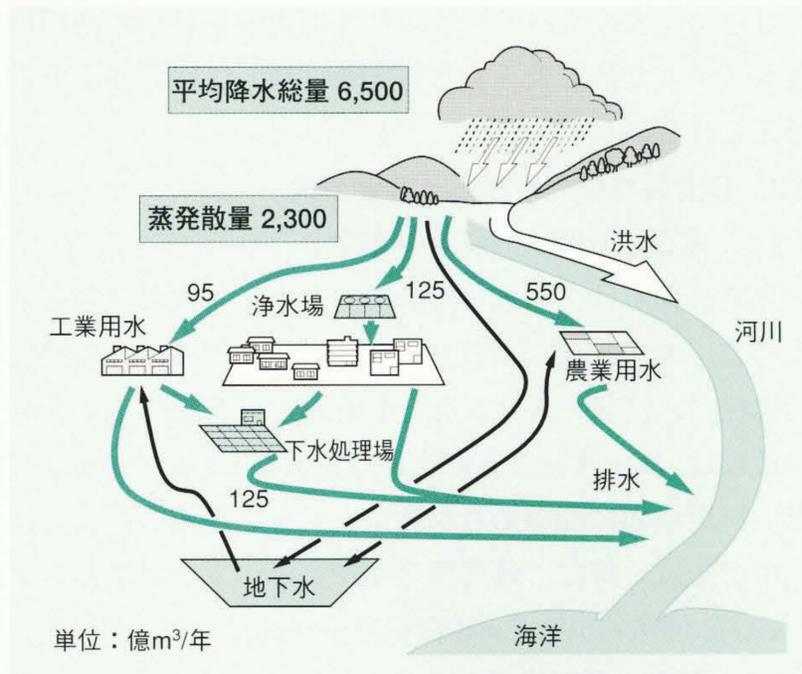


図1 水循環社会の仕組み

水は地球規模で蒸発—降雨—流出—集合などを繰り返し、循環している。人間の生活空間は、河川・湖沼や上下水道などの水循環社会の一部を成している。

## 3 社会動向

### 3.1 行政

新しい枠組みでの省庁再編が進行し、さまざまな期待を持ってスタートしようとしている。大きな流れとして、地方分権推進が着々と実現している。

上水道と下水道では、平成12年度から、これまで大臣認可であった事業の一部が県や自治体に移り、地方への権限委譲が図られている。また、上水と下水を個別に管理してきた自治体が、両者を統合して、上下水道局として運営を開始した名古屋市などの例もある。

一方、景気の影響による税収不足から、地方財政はひっばくしてきており、さまざまな節減策を実施している自治体が多い。

このため、事業効率を高める要求が強くなり、水道事業の民営化が論議されはじめ、水道事業で初めてのPFI(Private Finance Initiative)事業として、東京都水道局の金町浄水場での発電事業が導入された。

### 3.2 社会的ニーズ

上水道では、安全で信頼性の高い、おいしい水の供給と、地震・渇水に強い水道が要求されている。下水道では、普及率の向上(特に5万人未満都市)、処理水の高度化(脱リン、脱窒素など)、災害に強い下水が望まれている。

また、河川を含めて上下水全体では、(1)危機管理、(2)清らかな水環境、環境負荷の低減、(3)省エネルギー、高効率運用、(4)情報公開などが求められている。

さらに、広域性、多様性、相互関連性を持つ水循環社会システム全体を大きくとらえる、新しい視点が重要と考えられる。

### 3.3 日立製作所の取組みと技術動向

#### 3.3.1 水環境ソリューション事業

日立製作所はこれまで、河川、上水、下水の建設と並行して、さまざまな新技術を取り入れた電機品、計装、制御機器、情報システムなどを納入してきた。

最近では、ユーザーの運転管理や運営などの観点から、幅広い、環境面に配慮したソリューション事業の拡大を推進中である。特に、研究開発型や高度エンジニアリング型の、知的集約システムの開発を積極的に推進している。

#### 3.3.2 制御・運転支援システム

これまで提案してきた各種制御方式に加え、間接的プロセス計測、計測データの信頼性評価、基本メカニズムの解明に特に注目し、(1)スーパーコンピュータによる基本メカニズムの解析結果利用、(2)実運転のノウハウ蓄積と活用、(3)オープンなヒューマンインタフェースなどで再装備した制御・運転支援システムを開発し、適用を図っている。

#### 3.3.3 情報システムとの融合

従来の制御・監視・管理システムと情報システムとの融合を研究開発の重点テーマと位置づけ、特に以下の項目に注力している。

- (1) 広域性、汎用性、オープン性、先進性
- (2) 低コスト、高効率
- (3) ヒューマンインタフェース、利便性

最近の急速な情報通信の発展、整備と、家庭への情報化の普及に合わせ、これらをベースとして、インターネットやPHS(Personal Handyphone System)、携帯無線などを活用して、新たな情報システムの構築に取り組んでいる(50ページの図参照)。

表1 日立製作所の河川情報監視システムの納入実績

全国、地方、県など、対象ごとの河川情報監視システムの納入実績を示す。

システム名称	対象(規模)	概要
総合河川情報システム	全国	全国の雨量、水位、水質など約1万5,000地点のデータ収集と監視、管理
河川情報システム	地方	複数県の雨量、水位、水質など約1,100地点のデータ収集と監視、管理
水防情報システム	県	県内全域の水位、雨量、ダム諸量のデータ収集と監視、管理
空間監視システム(CCTV)	地点、地区	ダム、堰(せき)、河川の集中映像監視

注：略語説明 CCTV(Closed Circuit Television)

## 4 監視・管理システム

最近の監視・管理システムは大きく進化している。これは、広域化、リモートセンシング、画像処理技術、新センサ、通信、光ファイバ、GIS(Geographic Information System)などの技術的インパクトによるものである。

日立製作所の監視・管理システムについて以下に述べる。

### 4.1 河川情報監視システム

日立製作所は、全国レベル、地方レベル、県レベルなどで、多くの河川情報監視システムの納入実績がある(表1参照)。

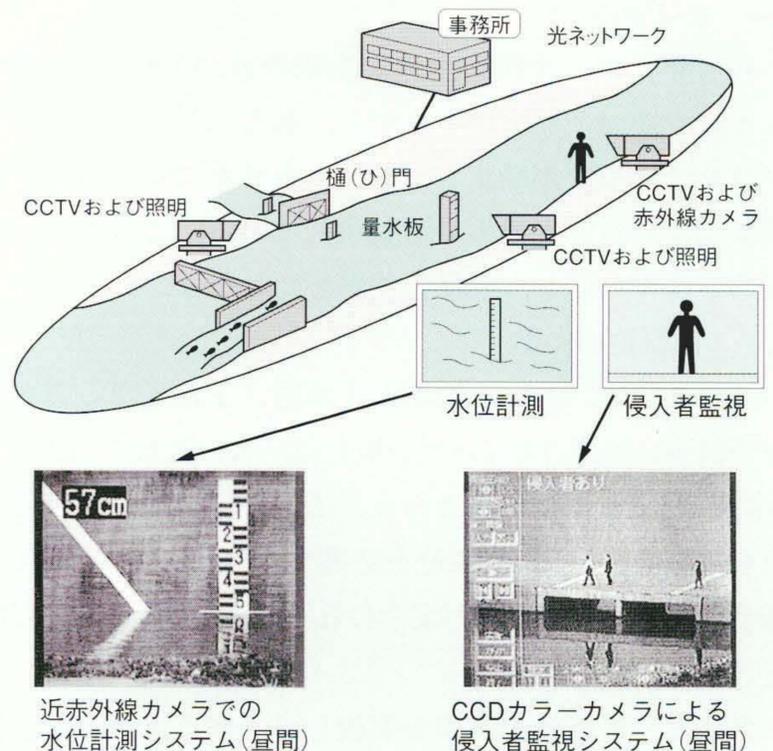
また、画像処理技術を応用した浄水フロック監視や下水微生物監視などのシステムを導入し、河川では、次の適用例がある(表2、図2参照)。

### 4.2 水質監視システム

これまでのさまざまな水質事故に対して、日立製作所

表2 日立製作所の河川画像処理応用システムの納入実績  
先端の画像処理技術を河川監視に適用している。

システム名称	機能
水位計測システム	カメラ映像から河川、ダムなどの水位を画像処理計測
侵入者監視システム	カメラ映像から指定区域(危険地帯、環境保全地帯)の侵入者を検知



注：略語説明 CCD (Charge Coupled Device)

図2 河川画像処理監視システムイメージ

画像処理技術を応用した水位計測と侵入者監視のシステムイメージを示す。

- 評価湖面積：172 km<sup>2</sup> (西浦)
- 計測日：1994年8月28日
- 使用データ：Landsat  
緑, 近赤外波長
- 空間解像度：30 m

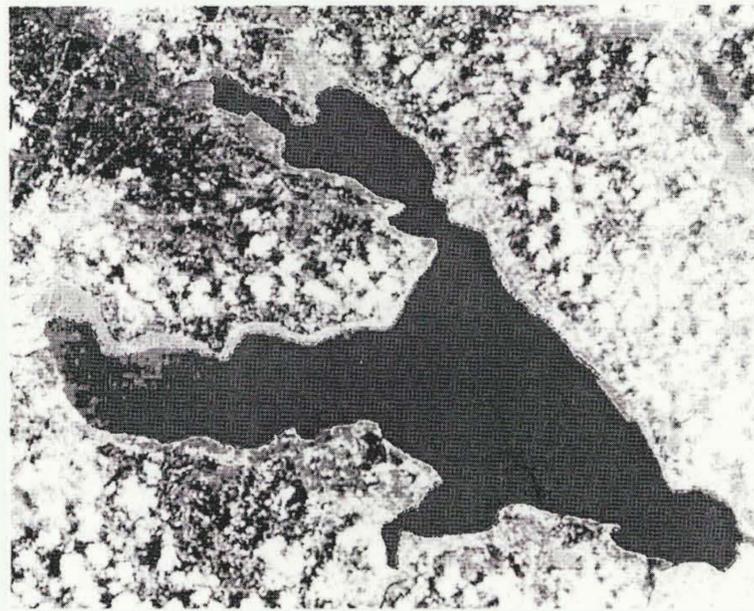


図3 霞ヶ浦での計測例  
商用衛星から供給されるデータを用いて水質予測ができる。

はその総合力を結集し、対策案を提案し、ユーザーと共同で実用性を検証してきた。広島市大田川のシアン事故後、バイオアッセイ(魚)を利用した水質安全監視支援システムを開発、納入したのは代表的な例である。

また、重油流出事故に対して、油面計を開発し、納入した例もある。これは、上水道の取水制限の判断に有用であり、安全な水の確保に貢献している。

水道水の需要家近傍の水質安全性が重要視されており、従来の1日1回の手分析に代わり、オンライン監視が導入されはじめている。これまでの水質計器は形状が大きいため設置場所に制限があった。この課題を解決するために、小型多機能水質計を開発した。

さらに、衛星画像を利用することにより、閉鎖水域の水質を把握、監視する技術を開発した。現在、霞ヶ浦で実証実験を実施中である(図3参照)。これは、リモートセンシングを利用した技術として、今後の本格的な適用が期待されている。

## 5 シミュレーション技術

日立製作所は、これまで、予測、モデル、運用、制御など各種の水関係シミュレーション技術を開発し、提案してきた。水環境に関連した日立製作所の最新のシミュレーション技術について以下に述べる。

### 5.1 河川関連シミュレーション技術

日立製作所は、河川流域全体を対象に、河川挙動を予測するさまざまなシステムを開発している(表3参照)。

これまでは水量が主なテーマであったのに対し、水質をテーマとし、GISの応用により、水道や下水道、河川を統合して対象とした河川水質予測システムを開発した。

表3 日立製作所の主な河川関連シミュレーション技術

河川流域全体を対象に水質の長期予測を行う各シミュレーション技術を示す。

対象	概要
河川汚濁物流下予測	汚濁物の流下、拡散を推定(タンクモデル)
河床変動予測	河床形状の経年変動を予測(ニューラルネットワーク)
河川浸水エリア予測	水位、流量、河川構造などから浸水地区を推定(セルモデル)
ダム流入予測	雨量などから貯水池流入を予測(貯留関数法)

### 5.2 プロセスシミュレーション技術

水質汚濁の急速な改善が困難な状況の下で、浄水場と下水処理場では、高度処理プロセスを導入する動きが始まっている。

浄水の分野では、生物・オゾン・活性炭処理などの組合せで高度浄水施設が構築されており、このプロセスに対する新たな制御・運転指針が求められている。

下水の分野では、生物学的脱リンや脱窒素処理を嫌気と好気のプロセスなどの組合せで行っており、このプロセスに対する技術的解明や、新たな制御方式が求められている。

日立製作所は、これらに対して、高度処理シミュレーション技術を開発し、提案中である。

### 5.3 運用計画シミュレーション技術

上水道の分野では、複数の取水場や浄水場、配水池をネットワークとして結び、このシステム上で、安全運用、経済運用、事故時運用などについての計画を立案するシミュレーション技術を適用してきた。特に、経済運用計画では、浄水場ごとの浄水コストと輸送コストを算出し、全体として最小総コストを立案するシミュレーションが

省エネルギー面で有効である。

さらに、河川に存在する複数排水機場運転計画、複数河川、湖沼間の利水、浄化計画など、広域な水系運用計画シミュレーション技術を開発した。

#### 5.4 管網計算シミュレーション技術

上水の需要家への配管網は、複雑なネットワークを構成している。需要家末端では適正な水圧の確保による安定給水を達成するために、日間需要パターンに応じて送水(増圧、減圧)操作を行う。これらの管網計算では水量と水圧を同時に計算することから、ネットワークの規模に比例して計算量が膨大となる。この課題を解決するために、管網計算シミュレーション技術を開発した。異常渇水想定時の操作や、管網事故時の操作ガイダンスに有効である(図4参照)。

## 6 おわりに

ここでは、河川や湖沼と上下水道などを含む水環境・

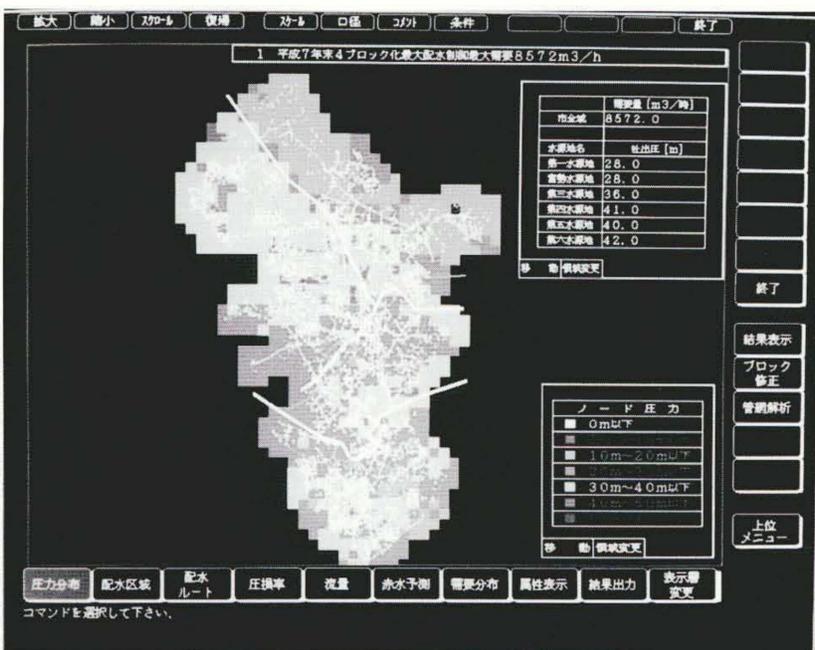


図4 管網計算シミュレーションの結果例

市内全域の配水圧力分布を示しており、圧力範囲を色区分表示している。

表4 日立製作所の主なソリューション事業

これまでの実績を基に「研究開発主導」、「高度エンジニアリング」、「サービス」などのソリューションの提案を進めていく。

タイプ	名称・対象	概要
研究開発主導	GIS応用データベース 活性炭再生装置 水圏浄化システム	四次元GIS マイクロ波加熱炉 超伝導磁気フィルタ応用
高度エンジニアリング	エネルギー 設備診断支援 設備計画支援	機場の診断、解析 モータ、変圧器、ポンプなどの診断 プロセスの解析、改善
サービス	エコアシスト リモート監視	ISO14000取得支援 遠隔監視(24h)

水循環社会のための、最新の監視・管理システムとシミュレーション技術について述べた。

現在、日立製作所は、これまでに培った幅広い知見を結集したソリューション事業を展開中である(表4参照)。今後は、特に、研究開発主導型、高度エンジニアリング型、およびサービス型のソリューションの提案に注力していく考えである。

#### 参考文献

- 1) 水道年鑑2000年版, 水道産業新聞社
- 2) 下水道年鑑2000年版, 水道産業新聞社
- 3) 国土庁長官官房水資源部編: 日本の水資源 平成11年版
- 4) 環境庁: 環境白書 総説, 平成11年版
- 5) オーム社編: 環境年表 2000/2001
- 6) 地球環境学4, 水・物質循環系の変化, 岩波書店(1999.2)
- 7) 地球環境学7, 水循環と流域環境, 岩波書店(1998.9)
- 8) 西尾: エコロジカル・マーケティングの構図, 有斐閣(1999.12)
- 9) 特集 快適な市民生活を支える公共情報システムと複合施設統合管理システム, 日立評論, 82, 3(平12-3)
- 10) 特集 平成八年度の日立技術の展望, 日立評論, 78, 1, 79(平8-1)
- 11) 特集 地球環境保全にこたえる日立グループの技術, 日立評論, 78, 7(平8-7)

#### 執筆者紹介



##### 齋藤 隆

1971年日立製作所入社, 電力・電機グループ 社会システム事業部 公共電機システム部 所属  
現在, 上下水道の電機, 計装, 情報システムの企画・販売に従事  
技術士(水道部門, 電気・電子部門)  
環境システム計測制御学会会員  
E-mail: takashi-b\_saitou@pis.hitachi.co.jp



##### 嶋内 繁行

1972年日立製作所入社, システム事業部 公共システム部 所属  
現在, 上下水道, 河川分野の広域管理システムの企画・開発に従事  
E-mail: shima@siji.hitachi.co.jp



##### 依田 幹雄

1964年日立製作所入社, 電力・電機グループ 情報制御システム事業部 所属  
現在, 水環境システムの研究開発取りまとめに従事  
技術士(水道部門)  
電気学会会員, 環境システム計測制御学会会員, 日本機械学会会員  
E-mail: mikio\_yoda@pis.hitachi.co.jp



##### 吉川 慶彦

1975年日立製作所入社, 電力・電機グループ 社会システム事業部 公共施設システム部 所属  
現在, 公共向けポンプ, ファン, ブロワなどのビジネスに従事  
E-mail: yoshihiko\_yoshikawa@pis.hitachi.co.jp