

# 上下水道情報制御ソリューション

## 安心・安全・快適な水環境と運営基盤強化に向けて

Information and Control System Solutions for Water and Sewage Works

田所 秀之 Hideyuki Tadokoro  
福島 学 Manabu Fukushima

松尾 茂 Shigeru Matsuo  
陰山 晃治 Koji Kageyama

福本 恭 Takashi Fukumoto  
池田 祐二 Yuji Ikeda

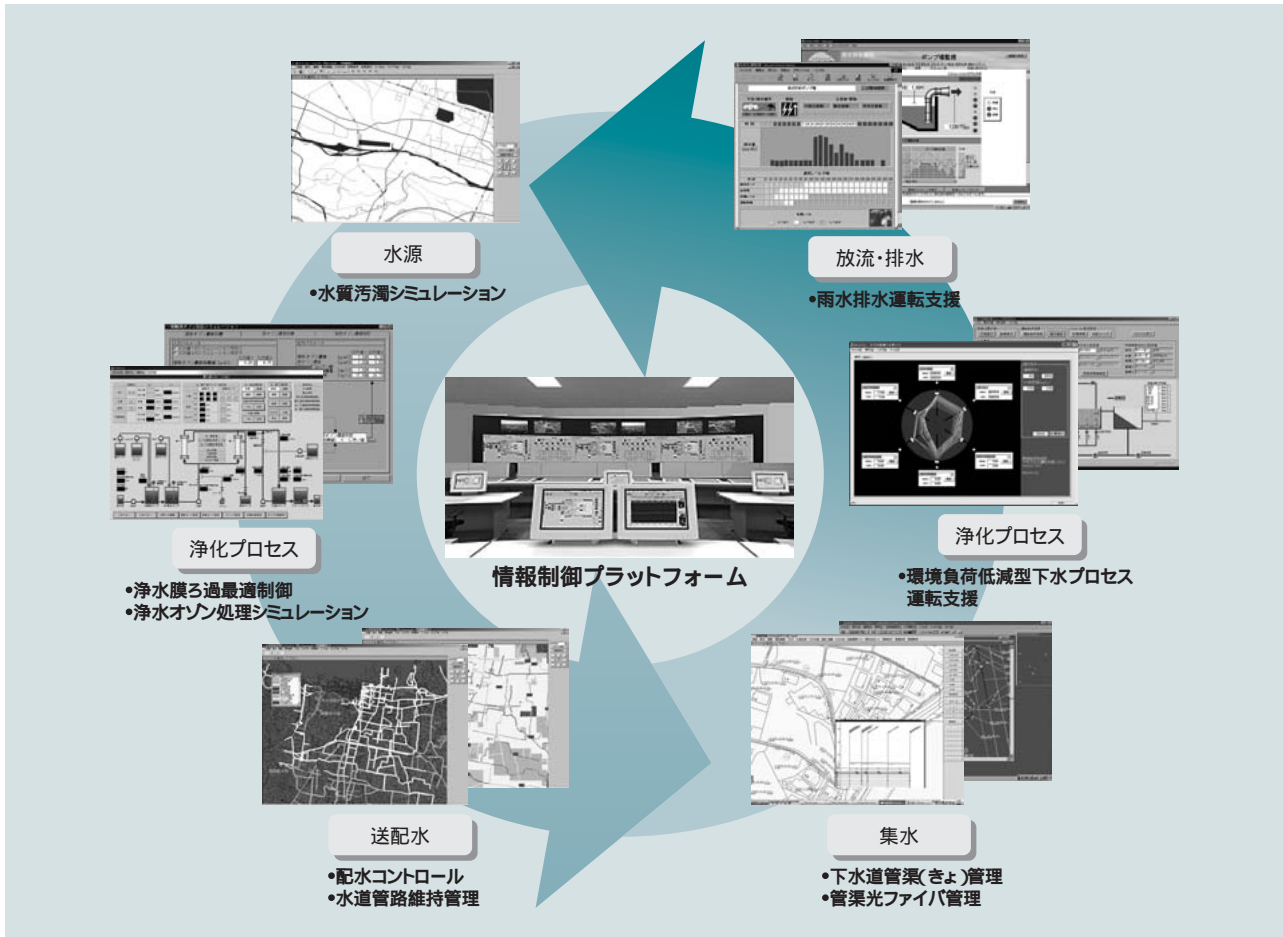


図1 情報制御システムと上下水道情報制御ソリューション

上水、下水から成る、安心・安全・快適な水循環と事業運営基盤を強化するため、情報制御システムのプラットフォーム上に各種ソリューションをラインアップしている。

上下水道は、社会インフラとして、「水道ビジョン（厚生労働省）」、「下水道ビジョン2100（国土交通省）」で提唱されているように、量的な整備だけでなく、安心・安全・快適といった質的な面での充実、さらには資源消費型となっている現状から、環境負荷への配慮が求められている。

一方、設備も建設から維持管理の時代に移行し、人材面では少子高齢化に伴う技術継承の課題などが顕在化する中で、持続性を支えるための事業運営基盤の強化が必要である。

日立製作所は、水環境をめぐるこれらのニーズに対応し、情報処理と制御技術ノウハウで、水源、浄水処理、送配水、浄化、放流・排水の各局面において課題を解決するソリューションとプラットフォームを提供している。

### 1.はじめに

厚生労働省による「水道ビジョン」、国土交通省による「下水道ビジョン2100」の下で推進されている施策を具現化するために、日立製作所の上下水道情報制御システムは、地域、設備、人員面での連携・統合化を図り、これらを最適配分、運用する空間的なシームレスソリューションと、事業の持続的・段階的な成長に応える、いわば時間軸方向でのシームレス化を実現するシステムの提供を通じて貢献するものである。

ここでは、上下水道分野における情報制御プラットフォームと、環境負荷低減などのソリューションにおける最近の成果について述べる（図1参照）。

## 2. 安心・安全・快適な水環境と情報制御技術

上下水道分野では、量から質への転換、地球環境への配慮といった社会的要請を、財政難や少子高齢化時代を迎える中で持続的に実現していかなければならない。

このため、水道ビジョンでは「世界のトップランナーをめざしてチャレンジ」するべく、安心、安定、持続、環境、国際を施策の柱として提唱している。また、下水道ビジョン2100では下水道を「循環のみち」ととらえ、「水のみち」、「資源のみち」、「施設再生」を基本方針としている。

日立製作所は、情報制御システムのプラットフォームとして、監視制御システム「AQUAMAX-AZ/SP」、上下水道向けGIS（Geographic Information System: 地理情報システム）「AQUAMAP」、設備管理システムを提供しており、その上に水道、下水道から成る水循環の各段階における課題を解決するソリューションを構築し、提供している（図2参照）。

## 3. 情報制御プラットフォーム

### 3.1 監視制御システム「AQUAMAX-AZ/SP」

上下水道向け監視制御システムAQUAMAX-AZ/SPは、維持管理の時代に対応したTCO（Total Cost of Ownership）の重視、技術継承といった上下水共通の課題とともに、水道では広域化と運営形態の多様化、下水道では地域情報ネットワーク構築といったニーズに応えるために、Sustainable（持続的）、かつProgressive（累進的）なシステムとして、以下の特徴を備えている。

#### （1）分散型クライアント・サーバ構成

中央監視操作機能を、サーバ、クライアントに機能分担し、両者間のインタフェースを統一することによって、機能単位の長期にわたる段階的増設更新を容易とした。

#### （2）ギガビットIP（Internet Protocol）ベース情報制御LAN

（Local Area Network）

監視制御システム間や広域ネットワークとの接続、情報システムとの連携を容易にするとともに、リアルタイム性が要求される操作、制御系データ通信の伝送帯域と信頼性を確保するQoS（Quality of Service）機能を具備したネットワークを幹線LANとした。

#### （3）HMI（Human-machine Interface）操作性向上

操作性はマルチウインドウなど、PCで一般的となったHMIを採用するとともに、オンラインヘルプ機能をユーザーが追加編集できるヘルプや掲示板機能などを充実させ、運用ノウハウの形式知化、継承を容易にした（図3参照）。

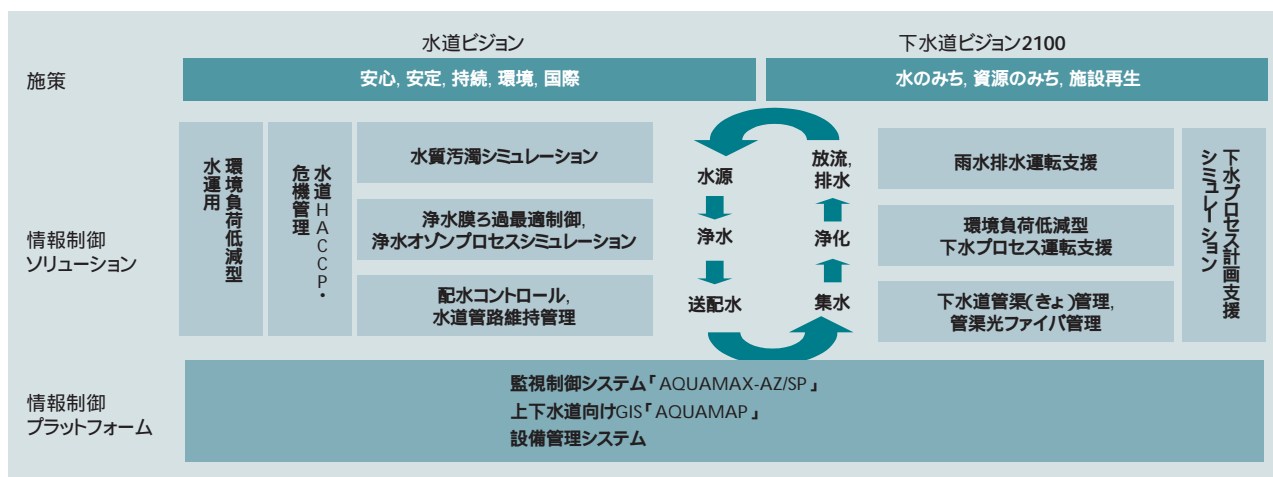
### 3.2 上下水道向けGIS「AQUAMAP」

AQUAMAPシステムは、GIS技術を活用し、上下水道施設の大半を占める管路網の維持管理計画、整備計画、緊急災害対応を支援するものである。例えば上水道分野では、管路図面などの管路情報を地図情報や需要家情報とともにデータベース化し、需要家管理や工事申請などの日常の窓口業務を支援する。また、管網解析機能、断水区域表示などの機能により、維持管理、拡張・整備計画、緊急災害対応などにも展開することができる（図4参照）。

管網解析機能は、監視制御システムのオンラインデータと連動して、給水区域全体の圧力、流量、流向をリアルタイムに解析し、配水場での水配分計画や配水コントロールに活用できる。

### 3.3 設備管理システム

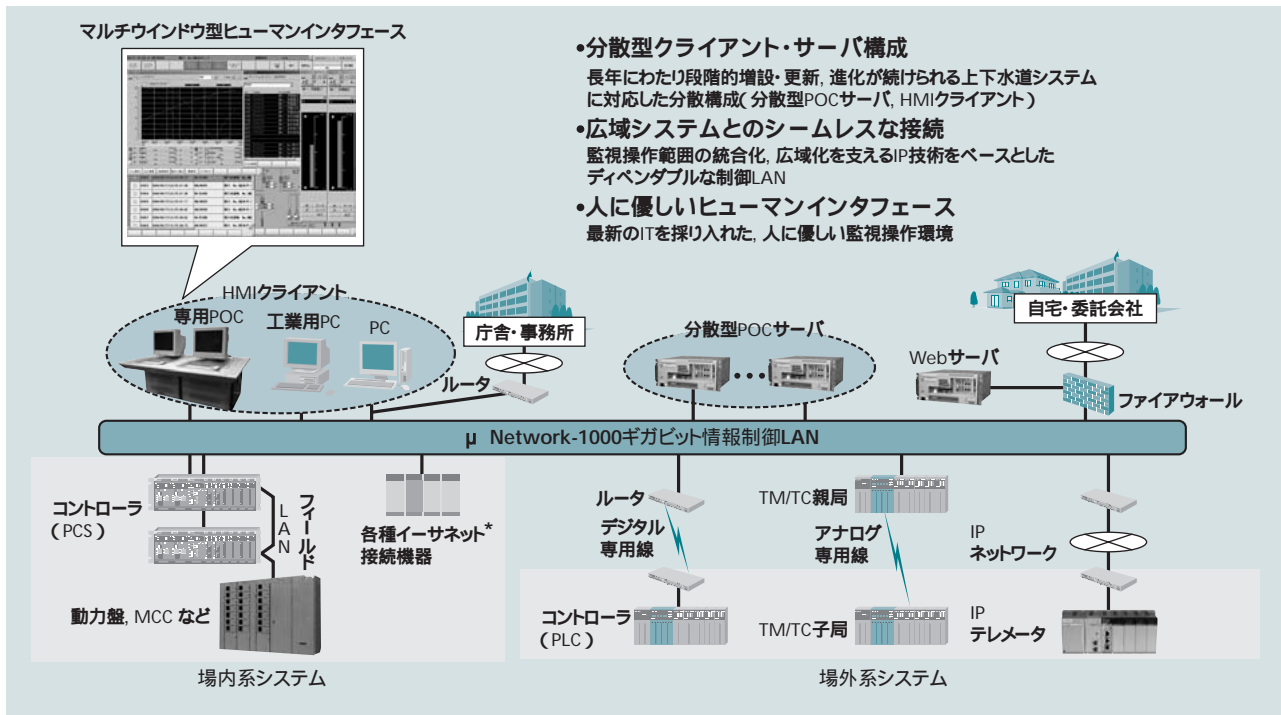
設備管理システムは、日常点検から更新計画まで、各種点検や工事・保全の計画と実績を管理し、設備のライフサイクルプランを総合的にサポートする予防保全型維持管理機能を備えている。



注:略語説明 HACCR (Hazard Analysis and Critical Control Point)、GIS (Geographic Information System)

図2 上下水道情報制御ソリューション

情報制御プラットフォーム(監視制御システム、設備管理システム、GIS)上に、水循環を支える上下水道事業を支援する各種ソリューションをラインアップしている。



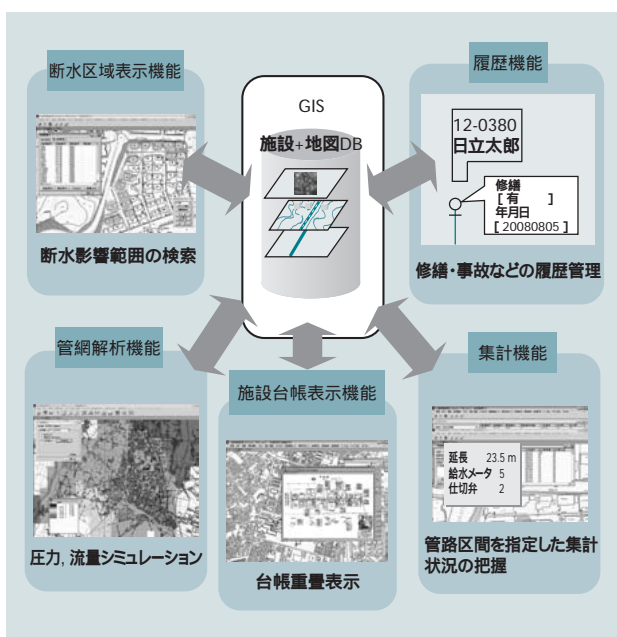
注:略語説明は HMI( Human-machine Interface ), POC( Process Operation Console ), IP( Internet Protocol ), PC( Process Control Station ), LAN( Local Area Network ), MCC( Motor Control Center ), PLC( Programmable Logic Controller ), TM/TC( Telemeter/Telecontrol )  
\* イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

図3 AQUAMAX-AZ/SP

維持管理の時代、広域化、運営形態の多様化、技術継承といった上下水道事業のニーズに応える監視制御システムプラットフォームである。

特に、作業の効率化、データの信頼性向上、運転管理に関するノウハウ蓄積などが求められている点検作業では、PDA( Personal Digital Assistant )端末とRFID( Radio-frequency Identification )タグによる作業支援を図っている。作業者は、PDA端末に提示される順に点検作業を行い、作業終了後にPDA端末を監視制御システムと接続する。熟練者でなくとも

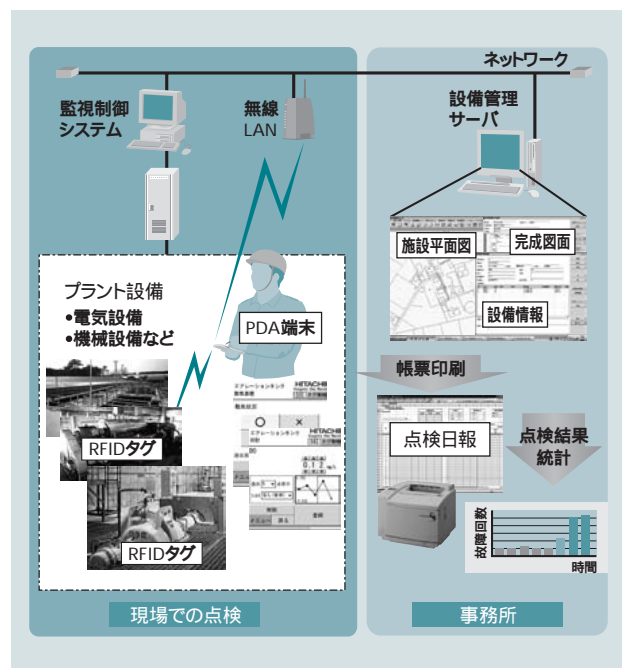
効率的な点検作業が可能となる。また、各設備機器にはり付けたRFIDタグにより、作業項目を的確に表示することによって項目選択ミスや点検漏れ防止、および非正常時の作業効率化が期待できる( 図5参照 )。



注:略語説明 DB( Database )

図4 AQUAMAPシステム

管路網の維持管理計画、整備計画、緊急災害対応に向けた支援を行う。



注:略語説明 PDA( Personal Digital Assistant ), RFID( Radio-frequency Identification )

図5 設備管理システム

作業の効率化、データ信頼性向上、運転管理に関するノウハウ蓄積により、予防保全型維持管理を支援する。

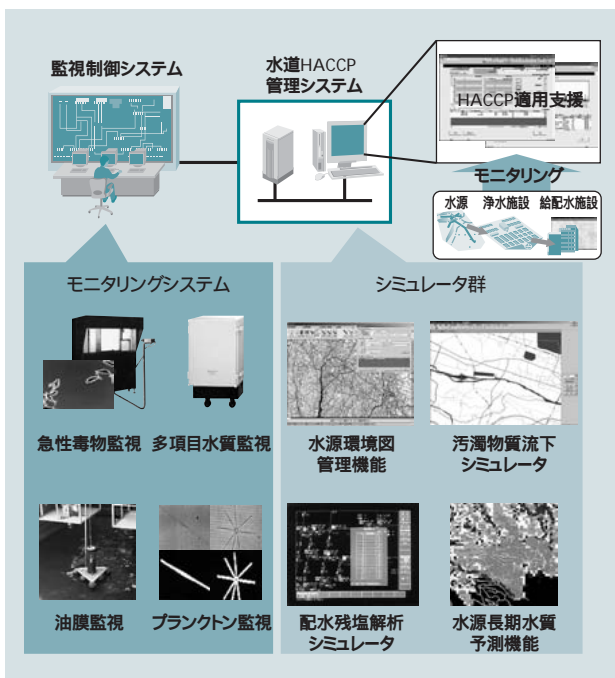


図6 水道水質危機管理システム  
水道HACCP管理システム、監視制御システムを中核にモニタリングシステムやシミュレータ群を活用し、危機管理を支援する。

#### 4. 水環境に貢献する情報制御ソリューション

##### 4.1 水道HACCPを中核とした危機管理

経験、慣例に基づいたこれまでの水質管理から、科学的根拠に基づくHACCP( Hazard Analysis and Critical Control Point )手法に準じたソリューションを提供する。

水道HACCP管理システムは、水安全計画を策定し、これ

を実現するためのシステムで、水源から給水栓までのプロセスに関する危害分析、重要管理点の設定、管理基準の設定、モニタリング方法の設定を支援する。システムの導入により、水安全計画策定、水質管理業務の適正化、需要家に対するアカウントビリティ向上を図る。

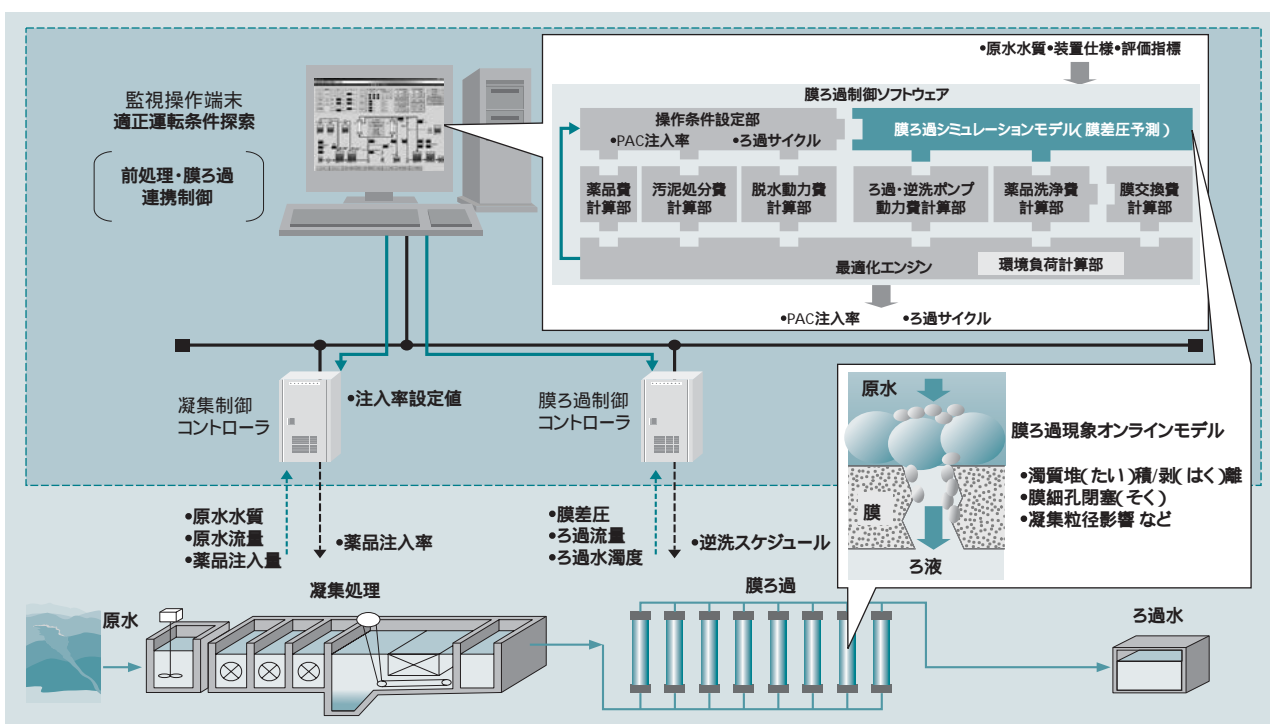
さらに、これまで培ってきた情報制御技術と連携し、総合的な危機管理システムを提供する。危機管理システムは、監視制御システム、水道HACCP管理システムを中核とし、水源から給配水施設に設置するモニタリングシステム、水質や配水管理のためのシミュレータ群、ならびに情報ネットワークで構成される。

例えば、原水水質事故のリスクに対しては、急性毒物監視、油膜監視、汚濁物質流下シミュレータなどを活用して、対応策の早期立案が可能となる。また、需要家への的確な情報提供も支援する(図6参照)。

##### 4.2 浄水膜ろ過プロセスの効率運転

膜ろ過プロセスは、浄水処理で課題となっている耐塩素性の病原性原虫であるクリプトスポリジウム対策で注目されている技術であるが、原水水質変動の大きい河川表流水を原水とする浄水場に適用した際には、膜の目詰まり(ファウリング)が早いなど、運用コスト面で課題がある。

このため、原水水質に応じて前処理(凝集処理)と膜ろ過の運転条件を適性化する連携制御方式を開発し、運転コスト最適化を実現した。この方式は膜ろ過現象のオンラインモ



注:略語説明 PAQ( Polyaluminium Chloride )

図7 浄水膜ろ過プロセスの最適制御

膜ろ過現象のオンラインモデルによって、凝集剤注入と、ろ過洗浄スケジュールを連携させた最適な運転条件を探索し、浄水膜ろ過プロセスの運転コスト低減を図る。

デルで原水水質に応じた膜差圧上昇量を予測し、運転コストを最適にする凝集剤注入率、洗浄時間をリアルタイムで算出し、ローカル制御系への目標値とする制御システムである(図7参照)。

財団法人水道技術研究センターが推進した浄水処理技術研究開発プロジェクト「e-Water」の持ち込み研究実験においては、この制御系によって30%の運転コストを低減できる見通しを得た。

### 4.3 環境負荷低減のためのソリューション

水道事業は全国の電力の約0.8%を、下水道施設は全国の温室効果ガス排出量の約0.5%をそれぞれ占めており、上下水道はエネルギー消費型の部門とされている。京都議定書の発効に伴い、環境負荷低減ニーズが増大しており、良好な水環境を実現しながらも環境負荷を低減することが喫緊の課題である。これに対する情報制御ソリューションについて以下に述べる。

#### (1) 環境負荷低減型水運用システム

水運用は、日々の水需要を予測し、施設能力の制約の下、安全、確実かつ事業者の運用指針に準じた送配水計画を立案・実行する業務である。

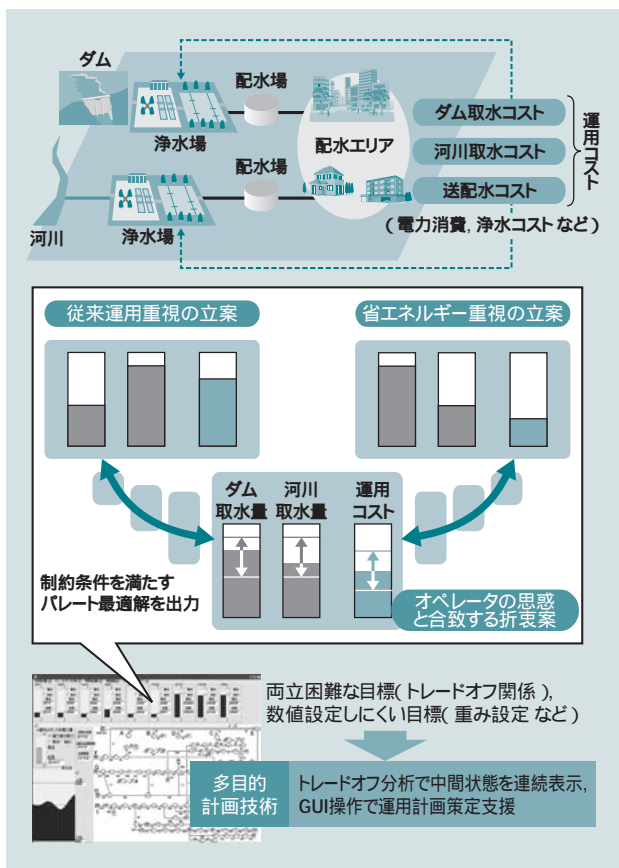
日立製作所は、中規模事業者の水運用に適したコンパクトな計画技術から、水系間の融通を可能とする大規模な送配水ネットワークでの最適水運用計画技術を提供してきた。

これらの水運用技術は、浄水場、配水場などの施設を安定運用することを主眼として、取水量、水量変動幅などの制約の下、計画を立案して実行するものである。

これに加えて、今日の省エネルギー・環境負荷低減という社会要請に応えるために、安定運用とともに電力量削減を両立させた計画を立案する環境負荷低減型水運用システムとして発展させた。例えば、相互融通可能な複数の水系を持つ場合、省エネルギーだけを目的として、浄水コストの低い水系のみに偏った運用計画を立案した場合、取送水のバランスが崩れた計画となる可能性がある。そこで、これらのトレードオフを計画担当者が対話型シミュレーションを繰り返し調整することによって、適切な水運用計画を立案しようとするものである(図8参照)。

#### (2) 環境負荷低減型下水プロセス運転支援システム

下水道事業では、CO<sub>2</sub>排出に起因する環境負荷のみならず、本来の使命である水質総量規制に対応した水質汚濁負荷排出量の削減や、運転コストの低減が重要である。下水処理プロセスの運転条件を適正化することで、CO<sub>2</sub>排出量、



注:略語説明 GUI(Graphical User Interface)

図8 環境負荷低減型水運用システム

従来運用と省エネルギー運用の両立をめざすオペレータに、直感的な運用目標設定を可能とする水運用計画を支援する。

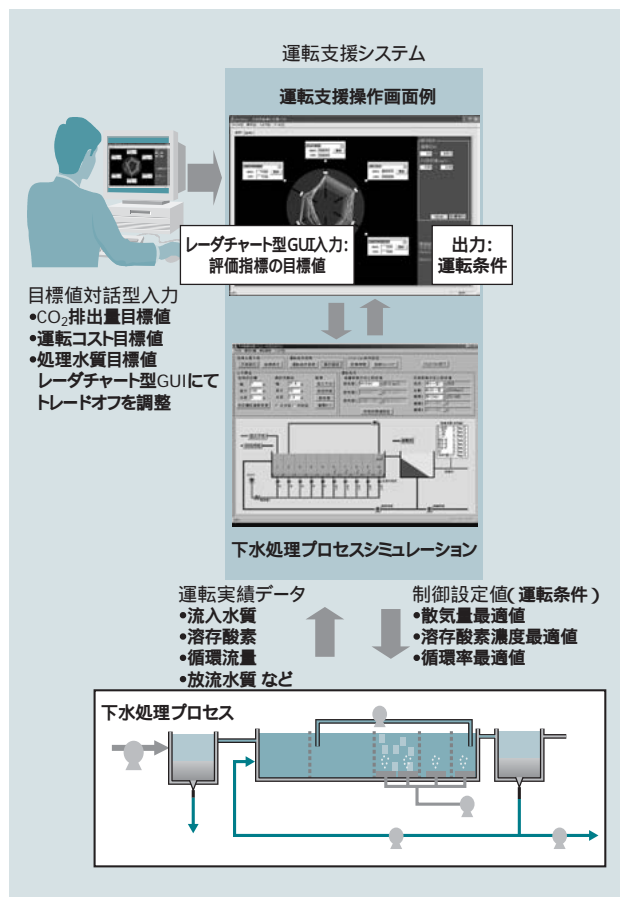


図9 環境負荷低減型下水プロセス運転支援システム

処理水質、運転負荷、運転コストといったトレードオフ関係にある目標値をGUIで対話的に入力、調整し、運転条件を見いだす。

処理水質、運転コストなどの指標は改善が可能であるが、これらの指標はトレードオフの関係にあるため、複数の目標値を同時に満足する運転条件は容易には得られない。

日立製作所は、下水処理プロセスシミュレーションを活用し、最も好ましい運転条件を算出できる環境負荷低減型下水プロセス運転支援システムを開発した(図9参照)。

このシステムでは、評価指標の目標値をGUI(Graphical User Interface)で対話的に入力するだけで、その条件を満足する運転条件が画面表示される。このシステムのバックグラウンドでは活性汚泥モデルに基づいた演算を実施しており、原水水質の変動に対応した適切な運転条件を常に得ることができる。したがって、このシステムを用いることで、環境負荷はもちろん、放流水質や運転コストを同時に考慮した日常運転が可能となる。

## 5. おわりに

ここでは、上下水道分野における情報制御プラットフォームと、環境負荷低減などのソリューションにおける最近の成果について述べた。

わが国の上下水道の技術は世界のトップレベルと言える。

21世紀は「水の時代」とも言われており、水資源の有効活用をグローバルに考えていかなければならない。

日立製作所は、これまで培ってきた上下水道情報制御ソリューション技術で世界に貢献すべく、ソリューション技術の研究開発を絶え間なく継続するとともに、情報制御プラットフォームとしても国際規格、オープンプラットフォームへの適用を検討し、技術移転を容易にするべく努力していく所存である。

### 参考文献など

- 1) 特集「水の世紀」に貢献するトータルソリューション, 日立評論, 89, 8 (2007.8)
- 2) 武本, 外:凝集及び膜ろ過プロセスの連携制御システムの実証, 第59回全国水道研究発表会講演集(2008.5)
- 3) 福島, 外:水道HACCP管理システムの必要性とシステム構築, 第59回全国水道研究発表会講演集(2008.5)
- 4) 堂上, 外:環境負荷を考慮する水運用計画支援システムの提案, 第18回EICA研究発表会講演集(2006.10)
- 5) 水道ビジョン, <http://www.jwwa.or.jp/vision/index.html>
- 6) 下水道ビジョン2100, [http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040902\\_2.pdf](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040902_2.pdf)
- 7) 水道事業における環境対策の手引書, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/jouhou/kankyuu/01.html>
- 8) 下水道における温室効果ガスの排出状況, <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewage/gyosei/sigen4th/02-4.pdf>

### 執筆者紹介



**田所 秀之**  
1982年日立製作所入社, 情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属  
現在, 上下水道監視制御システムの設計・開発に従事  
技術士(情報工学, 総合技術監理)  
計測自動制御学会会員



**陰山 晃治**  
1993年日立製作所入社, 電力グループ エネルギー・環境システム研究所 公共・産業プロジェクト 所属  
現在, 上下水道システムの研究開発に従事  
環境システム計測制御学会会員



**福島 学**  
1988年日立製作所入社, 情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属  
現在, 上下水道向け情報制御システムの設計・開発に従事  
環境システム計測制御学会会員



**福本 恭**  
1994年日立製作所入社, システム開発研究所 uVALUEイノベーション研究部 所属  
現在, 水運用ソリューション技術の開発に従事  
博士(情報科学)  
電気学会会員



**松尾 茂**  
1994年日立製作所入社, 情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属  
現在, 上下水道向け情報制御システムの設計・開発に従事



**池田 祐二**  
1995年日立製作所入社, 電機グループ 社会・産業システム事業部 社会制御システム本部 電機システム統括部 所属  
現在, 上下水道システムの事業推進に従事