

上下水道向け情報制御システムの進化

Evolution of Information and Control Systems for Water and Sewerage

武本 剛 田所 秀之 渡辺 忠雄
Takemoto Takeshi Tadokoro Hideyuki Watanabe Tadao
山口 浩介 小野里 登 中村 信幸
Yamaguchi Kosuke Onozato Noboru Nakamura Nobuyuki

現代社会は電力、通信、交通、上下水道など、さまざまな社会インフラに支えられている。その中でも「水」は、生命や自然環境の維持に関わる重要なインフラである。日立グループは、これまで上下水道向けに、情報・制御技術をベースとした各種ソリューションを提供してきた。情報制御システムは、それらのソリューションのプラットフォームになるものであり、昨今では安全・安心な水環境の創出、老朽設備の更新や災害に対応できる持続性が求められている。現在、これらの実現に向けた情報制御システムにおける最近の取り組みとして、AQUAMAX-AZシリーズや、水道管路情報管理システムを進化させている。

1. はじめに

上下水道は生命の維持や社会活動に不可欠なインフラである。日本国内の上下水道事業では、人口減少社会の到来、熟練職員の減少、高度成長期に大量に整備した施設の更新時期を迎えてきている状況の中で、持続的で、かつ災害にも強いサービスが必要とされている。水道分野では「新水道ビジョン」(厚生労働省)が策定され、必要な取り組みが「安全」、「強靱(じん)」、「持続」の観点からまとめられた。また、下水道では「下水道ビジョン2100」(国土交通省)が策定され、地域の持続的な発展を支える21世紀型下水道の実現をめざす「循環のみち下水道」が提唱された。その実現に向け、ICT (Information and Communication Technology) の積極的な活用が検討されている。海外に目を転じると、新興国では経済発展に伴って上下水道設備が急速に整備されてきており、拡張性ととも、新技術を取り入れた効率的な運営が求められている。

日立グループは、上下水道分野において、わが国の建設の時代から維持管理、そしてグローバル化の時代である現在にいたるまで、制御技術、情報技術とそれらの融合で時代の要請に応えるシステムを提供してきた。昨今では、上

述の課題やニーズに応えるべく新たな取り組みを継続している^{1), 2), 3)}。

ここでは、上下水道を支える情報制御の基幹システムであるAQUAMAX-AZシリーズにおける最新の取り組みと、情報系を融合したシステムにおける上下水道事業への貢献の例として、管網を含んだ空間的広がりのある上下水道設備の管理に有効なGIS (Geographic Information System) を活用したシステムについて述べる。

2. AQUAMAX-AZシリーズの新展開

日立グループは、上下水道分野の運転管理業務を支える監視制御システムのAQUAMAX-AZシリーズを提供してきた。2007年には、前述の課題に鑑みて、上下水道事業における「広域化」、「持続的成長」、「技術継承」へのニーズに応えるため、「場内/場外シームレス化」、「スケーラブルアーキテクチャ」、「業務支援型HMI (Human Machine Interface)」を基本コンセプトとしてAQUAMAX-AZ/SPをリリースし、現在に至っている。

今回、AQUAMAX-AZ/SPにおいて、「広域化」、「持続的成長」を中小規模システムまで適用可能なように「クライアント/サーバー一体型」をラインアップした。これによって小規模から大規模まで一貫したシステムづくりができるようになった。また、規模によらず一貫したシステム構築ができるように新型コントローラXR1000を開発した。さらに、HMI面では、「広域化」に対応すべくアラーム管理機能の充実を図った。また、Web技術によって運転管理情報を共有するAQUAMAX-webでは、広域化した設備を限られた人員で維持管理する際の業務効率向上を図るため、スマートデバイスの活用を可能とした。

2.1 クライアント／サーバー体型

AQUAMAX-AZ/SPは、上下水道設備の更新工事や広域化に伴う段階的な増設・更新に対応できる拡張性を持ったクライアント／サーバ、ならびに分散サーバ構成を採用している。分散サーバ構成では、複数機場の監視制御システムに対して、IP (Internet Protocol) ネットワークを介して、クライアントHMI (グラフィック画面、トレンドグラフ画面、メッセージ画面など) により、設置場所を意識せずにアクセスすることが可能である。このため、複数の監視制御システムを1システムのように扱うことができる。

中小規模機場向けにクライアント機能とサーバ機能を統合するにあたり、上述の特長を継承させた。このクライアント／サーバー体型を製品化したことで、大規模システムから中小規模システムまで統一したHMIのシステムを提供できるようになった。例えば、設備規模に応じて、大容量のデータベースを持つ中核処理場や中核浄水場には、従来のクライアント／サーバ構成のAQUAMAX-AZ/SPを設置し、小規模のポンプ場、取水場、配水場などにクライアント／サーバー体型を設置する。これらをIPネットワークで接続することで相互に監視制御を行うことが可能とな

り、あたかも1つのシステムとして運用することができる(図1参照)。

2.2 アラーム管理機能の強化

広域化により、運転員が管理しなければならないアラーム点数は増大する傾向にある。このため、アラームマネジメントに対するガイドラインであるEEMUA (Engineering Equipment and Material Users' Association) のPublication No.191に準拠したアラーム解析機能を搭載し、重要なアラームの見逃し防止やアラームの要因分析を支援する機能を構築した(図2参照)。

主な機能は以下のとおりである。

(1) ファーストアラーム機能

設備停止や故障時にはさまざまなアラームが同時に発生する。あらかじめ関連するアラームの因果関係を定義することで、根本要因となるアラーム以外のメッセージの発生を抑止できる機能を構築した。また、一定時間が経過しても復帰しないアラームを再発報する再通知機能により、故障要因の対処忘れを防止することができる。

(2) アラームの論理的処理機能

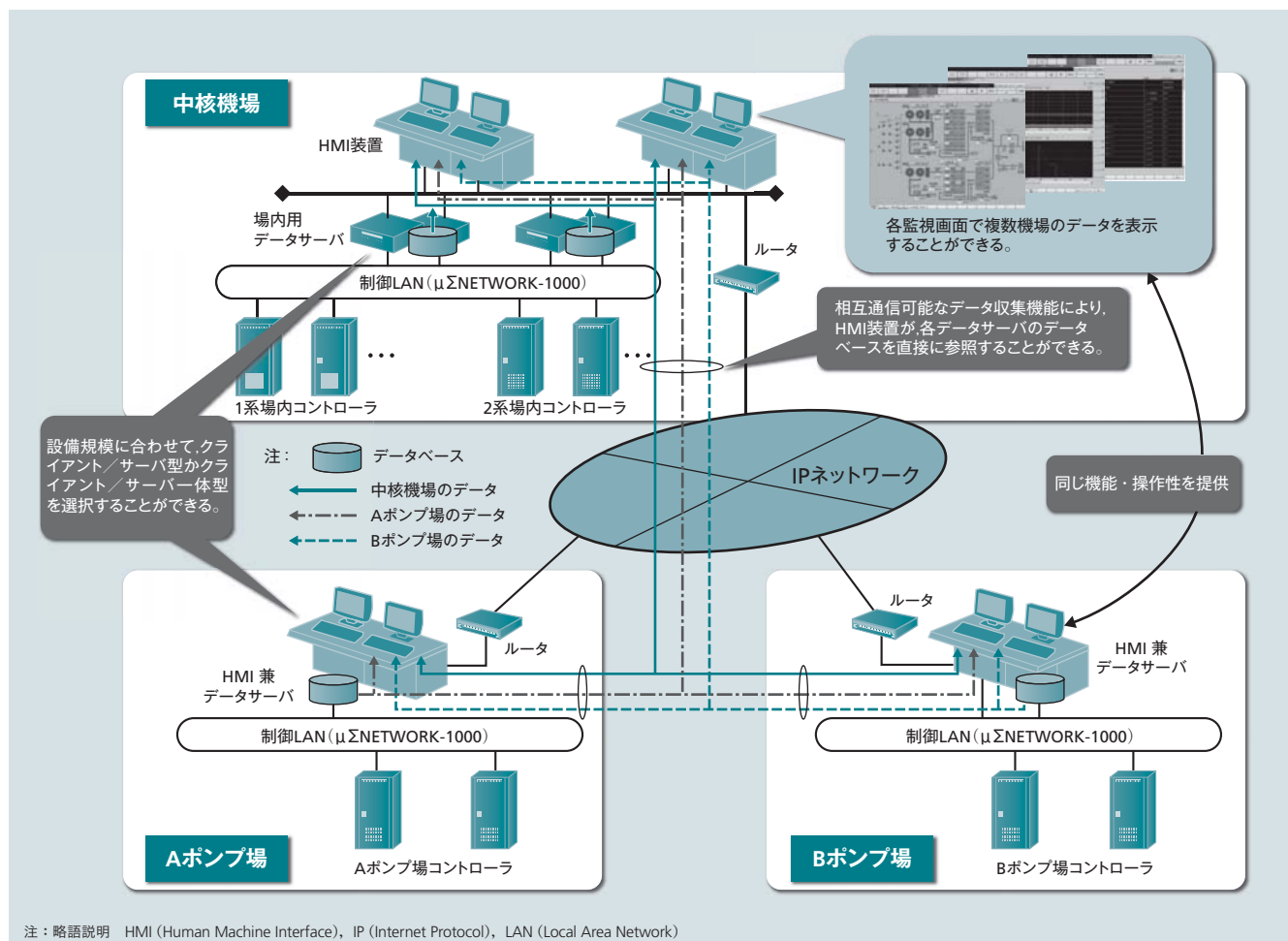


図1 | 分散サーバをIPネットワークで接続した監視システム

中核機場にクライアント／サーバ型、小規模機場にクライアント／サーバー体型を設置して相互監視を行うことができる。

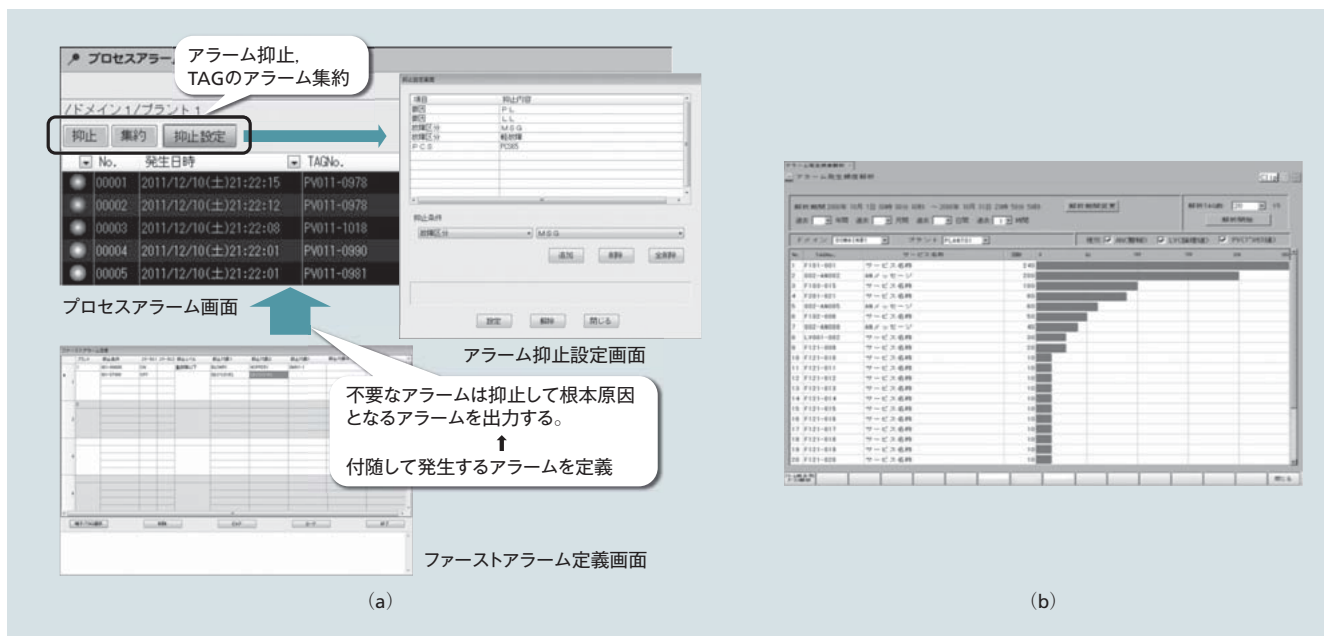


図2 | アラーム管理機能とアラーム発生頻度解析

アラーム管理機能 (a) では、アラーム集約、アラーム抑止 (棚上げ)、ファーストアラームにより、重要なアラームの見逃しや要因復旧のレベル付け判断を支援する。また、アラーム発生頻度解析 (b) では、メッセージを発生頻度の順に表示し、機器のメンテナンス計画を支援する。

同一タグのアラームをアラームレベルが最も高いものに集約表示する「アラーム集約機能」や、一時的に該当アラーム表示を抑止する「棚上げ機能」を具備した。これらの機能により、アラーム要因復旧作業の優先レベル付けを支援できるようになった。

(3) アラーム発生頻度解析

故障履歴から発生頻度の高いアラームを集計し、一覧表示する機能を備えた。これにより、機器の劣化の判断やメンテナンス計画構築を支援する。

2.3 新コントローラXR1000

AQUAMAX-AZ/SPでは、計装ループ制御が主な用途であるPCS (Process Control System) としてHISEC-04/R700を、シーケンス制御が主用途であるSQC (Sequential Control) にS10Vを適用してきた。これらのコントローラを対象設備の制御内容によって使い分けてきた。

今回、計装ループ制御とシーケンス制御の両機能を具備した次世代コントローラとしてXR1000を製品化した。これにより、例えばPCSとSQCの2台で実現していた機能をXR1000の1台に集約するなど、中小規模向けに柔軟なシステム構成が可能になる。なお、XR1000の「XR」は、「eXcellent」(優秀な、卓越した)、「Reliable」(信頼性のある、頼りになる)を表現したものである (図3参照)。

XR1000は、新しいアーキテクチャにより、従来製品のHISEC-04/R700とS10Vが備えている機能を実装し、コンパクト化を実現した。

(1) CPU (Central Processing Unit) モジュール1枚に、中

央計算機と接続するための光インターフェースである制御LAN (Local Area Network) と、二重化専用LANであるイコライズLANを実装した。

(2) デュアルコアプロセッサを実装し、PCSとSQCの機能を実現した。

(3) 1つのコアプロセッサでは、各種通信管理や二重化構成制御などのシステム上重要な管理処理を実行させ、他方で計装ループ制御やアナログ検定処理などの制御機能を実行する。

また、二重化構成時における片系CPU故障後のCPU交換作業を容易にすることで、ダウンタイムを短縮し、稼働率向上を図っている。これは、稼働系CPUから交換後リスタートした待機系への主メモリの内容の高速イコライズ機能で実現した。この機能により、交換後のCPUへ保守用PC (Personal Computer) から制御ソフトウェアをイン



図3 | 新コントローラXR1000

計装ループ制御とシーケンス制御の両機能を実装し、コンパクト化を実現した次世代コントローラである。



図4 | スマートデバイスの実装機能

グラフィック監視をはじめ、運転故障メッセージ履歴検索、計測値トレンド表示を基本機能として備える。障害情報のメール通知サービスを備えることもでき、迅速な緊急時対応を支援する。

ストールしていた従来の作業を省略できる。

HISEC-04/R700は、計装ループ制御のほか、最適制御などの演算機能にも対応していたことから、上位コントローラとして位置づけていた。このためフィールドネットワークのサポートはもっぱら下位コントローラとしての機能を担ってきたS10Vがその役割を果たしていた。

今後、省エネルギー化や安全・安心な水質確保などに向け、さらなる高度化が求められる演算機能に対応するため、XR1000では演算機能の強化とともに、FL-net、DeviceNet^{※1)}、PROFIBUS^{※2)}など多彩なフィールドネットワークとの接続を可能とした。これにより、下位コントローラを設置せずフィールド情報を用いた演算が実行でき、より拡張性と柔軟性を持ったシステム構築ができる。

2.4 スマートデバイス活用(AQUAMAX-web)

今後、危機管理対応力の強化を図りながら、広域化した監視範囲を限られた職員で運転管理する必要性に迫られるものと考えられる。そこで、AQUAMAX-webでは、自治体のイントラネットやインターネットを介して職員宅や事務所、他自治体のPCに監視制御情報を提供することで、広域的かつ迅速な情報共有を実現し、意思決定の効率化に貢献してきた。

さらに、現場での意思決定にも活用したいというニーズを受け、スマートフォンやタブレット端末に代表されるスマートデバイスも使用できる構成とした。これにより、監

視室の情報をいち早く現場にいる職員に伝えることができ、機動力の向上を支援できる。グラフィック監視機能、運転故障メッセージの履歴検索、計測値のトレンド表示の基本機能を備え、設備故障情報を電子メールで通知する機能も構築でき、スピードが重視される緊急時対応にも貢献できる(図4参照)。

3. 事業運営の効率化を支援するアプリケーション

情報技術と制御技術を融合したアプリケーション例として、水道管路情報管理システムを紹介する。このシステムは、日本においては省エネルギー化、海外においてはNRW (Non Revenue Water) 削減ニーズに応えようとするものである。

3.1 水道管路情報管理システム

このシステムは、地理的な広がりがある水道管路や送配水設備などの位置情報をGIS技術によって管理し、さらに機器の寸法や材質などの属性情報を合わせてデータベースで管理する。機器の参照を地図上で行うことができ、広域に点在している機器を効率的に管理できる。また、水道料金システムや監視システムと連携させ、需要家情報(需要家名称、使用水量など)や計測データを地図上の機器と関連づけて表示し、水道業務情報として一元管理することで業務効率の向上が期待できる。

さらに、位置情報に基づく地域ごとのデータ統計機能、工事や事故に伴う断水をシミュレーションして影響範囲を事前確認する断水領域表示機能、水道管路情報から給水区

※1) DeviceNetは、Open DeviceNet Vendor Association, Inc.の商標である。

※2) PROFIBUSは、PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.の登録商標である。

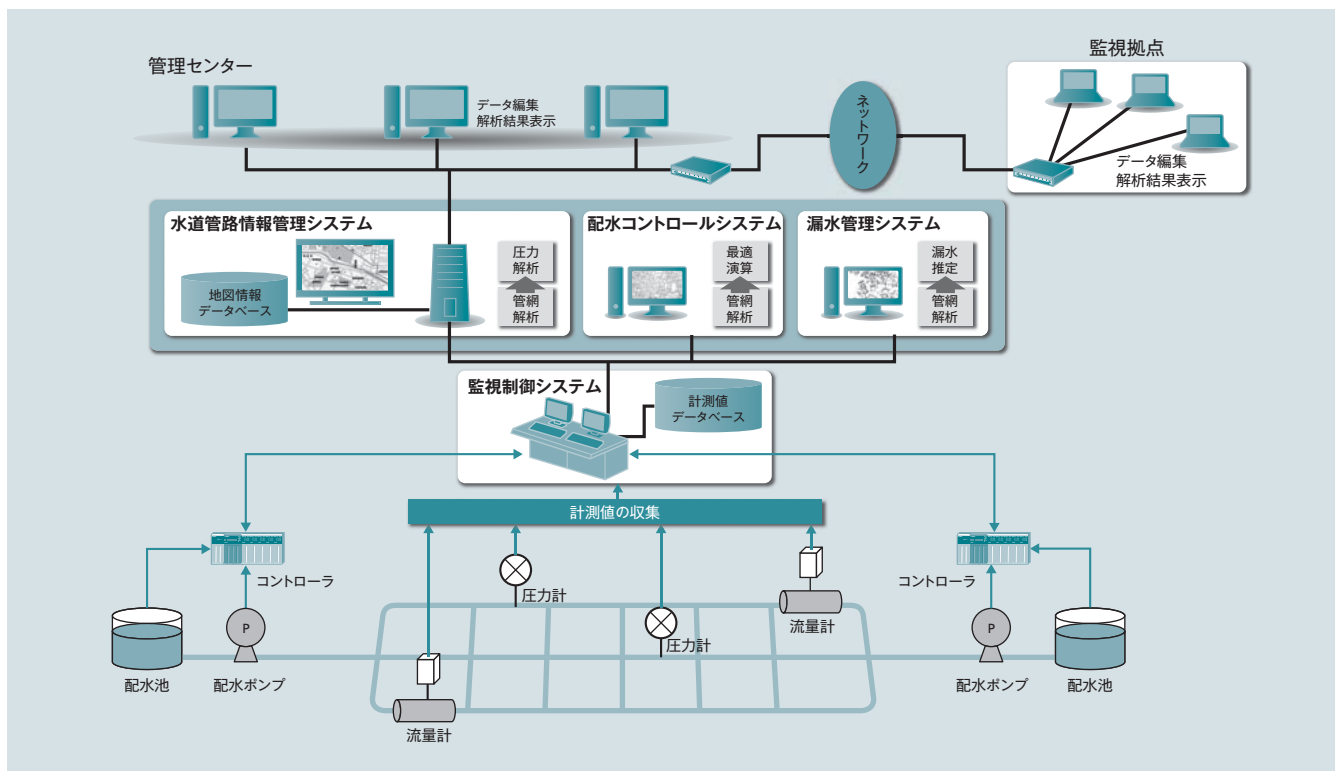


図5 | 各種システムの構成例

水道管路情報管理システム、配水コントロールシステム、漏水管理システムの構成例を示す。監視制御システムのリアルタイムデータを用いた管網解析機能の応用で、省エネルギーや漏水の低減を図る。

域の配水圧力分布・流量・流向などを解析する管網解析機能などの各種アプリケーションを備え、水道業務の効率向上に寄与している。

3.2 監視制御システムとの連携による応用

日立グループは、GIS技術を活用した水道管路情報管理システムを監視制御システムと連携させることで、消費エネルギーや漏水の低減といった維持管理の効率化に貢献している。

配水コントロールシステムは、区域内の管路に設置したセンサー情報に基づいて管網解析を行い、配水ポンプ吐出圧やバルブ開度を制御する。リアルタイムに取得したセンサー情報で管網解析を行い、区域内の需要変動に追従しつつ必要最小限に圧力を制御することで、ポンプの消費電力および漏水量を削減できる。また、管網解析結果は地図上に表示され、給水区域全体の圧力分布、流量状況を面的にリアルタイムで監視することが可能である。

また、管路の属性情報と管網解析を利用した漏水情報管理技術の開発にも取り組んでいる。この技術では、敷設年度、材質、仕様などの管路の属性情報から管路ごとの漏水事故率や漏水量を推定する。さらに、実測した区域内の計測データと管網解析から、地域ごとの漏水リスクを算出して地図上に表示する。この結果を基に、漏水調査の優先順位を付けることで、漏水箇所の特定にかかる期間の短縮に

寄与する（図5参照）。

4. 今後の展望

上下水道は都市インフラの一翼を担うものであることから、日立グループは、スマートシティの実現に向け、電力、鉄道など他の社会インフラと連携させることで都市全体として最適な運用ができるようなソリューションをめざしている。このような全体最適のため、情報制御システムには、社会インフラシステム間の相互連携を容易にする、情報共有のための基盤（情報制御連携基盤）が求められると考えており、それに向けた取り組みを進めている。

一例として、連携基盤を活用し、上下水道の持つ貯留機能を用いて電力インフラとエネルギー需給調整することで、エネルギーに配慮しながら上下水道の使命である安全・安心な水環境を実現する構想を検討中である（図6参照）。

5. おわりに

ここでは、上下水道を支える情報制御の基幹システムであるAQUAMAX-AZシリーズにおける最新の取り組みと、情報系を融合したシステムにおける上下水道事業への貢献の例として、管網を含んだ空間的広がりのある上下水道設備の管理に有効なGISを活用したシステムについて述べた。

日立グループは、社会や顧客が抱える課題を共に見いだ

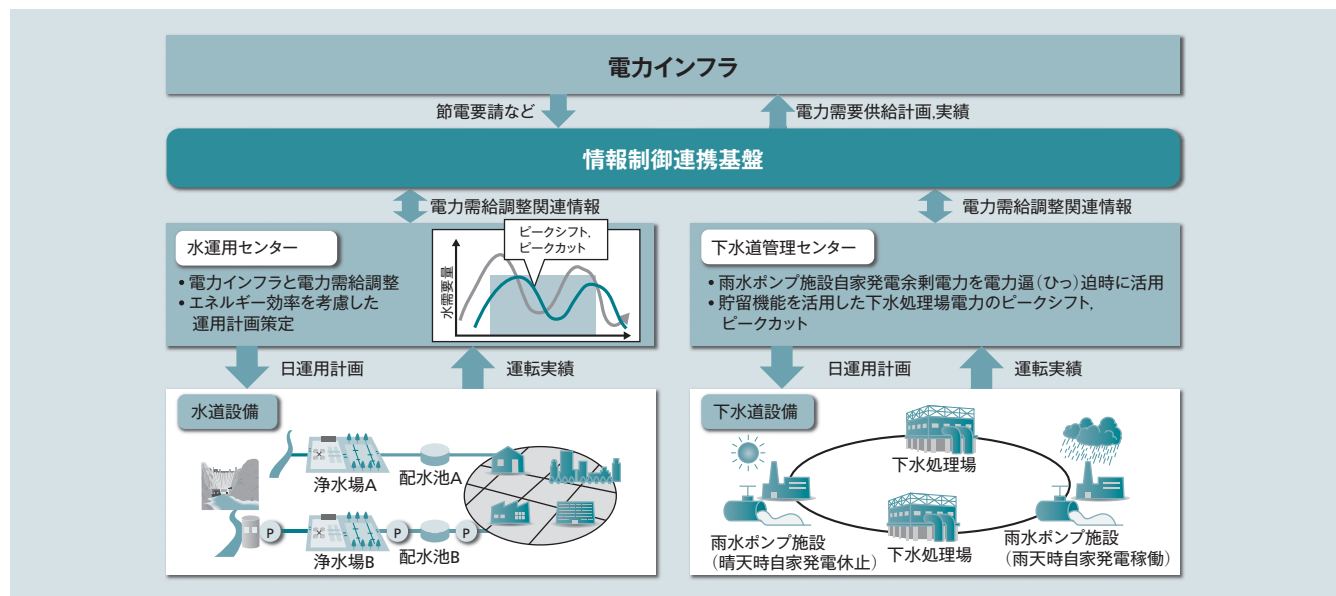


図6 | 上下水道と電力のインフラ間連携構想

水道、下水道、電力の各社会インフラが情報制御連携基盤によって情報連携することで、例えば、水需要、放流水質を確保しながら、電力需要のピークシフト・ピークカットを実現することや、下水道施設が保有する自家発電電力を活用することなど、都市全体としての最適化を図ることが可能となる。

し、幅広いプロダクトやサービスを組み合わせながらICTを活用したソリューションを提供することで、社会にイノベーションを提案・創出していく。

参考文献

- 1) 田所，外：上下水道の持続的成長を支える情報制御システム，日立評論，89，8，604～609（2007.8）
- 2) 田所，外：上下水道の安全・安心を支える情報制御システム，日立評論，91，8，638～643（2009.8）
- 3) 田所，外：上下水道の安全・安心・持続に貢献する情報制御システム，日立評論，93，9，607～612（2011.9）

執筆者紹介



武本 剛

1995年日立製作所入社，インフラシステム社 社会システム本部 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開発・設計に従事
技術士（上下水道）
化学工学会会員，環境システム計測制御学会会員



田所 秀之

1982年日立製作所入社，インフラシステム社 社会システム本部 社会制御システム設計部 所属
現在，上下水道向け監視制御システムの開発・設計に従事
技術士（上下水道，情報工学，総合技術監理）
電気学会会員，計測自動制御学会会員



渡辺 忠雄

1994年日立製作所入社，インフラシステム社 社会システム本部 社会制御システム設計部 所属
現在，上下水道向け監視制御システムの開発・設計に従事



山口 浩介

1989年日立製作所入社，インフラシステム社 社会システム本部 社会制御システム設計部 所属
現在，上下水道向け監視制御システムの開発・設計に従事



小野里 登

1989年日立製作所入社，インフラシステム社 社会システム本部 社会制御システム設計部 所属
現在，上下水道向け監視制御システムの開発・設計に従事



中村 信幸

2006年日立製作所入社，インフラシステム社 社会システム本部 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開発・設計に従事