

社会インフラの持続的発展に貢献する 水環境ソリューション

Water Environment Solutions for Sustainable Development of Social Infrastructure

舘 隆広 田所 秀之 栗栖 宏充
Tachi Takahiro Tadokoro Hideyuki Kurisu Hiromitsu
高橋 信補 横井 浩人
Takahashi Shinsuke Yokoi Hiroto

人々が飲み水や生活に利用できる淡水は、地球上に偏在しているうえに、全体の0.01%に過ぎないと言われている。世界では人口の増加や集中による水不足が深刻化しており、国内では上下水道施設の老朽化や技術者の減少への対策が喫緊の課題となっている。

日立グループは、国内外の水環境の課題解決を目的に、水処理や送配水施設と情報制御システムを融合することで、都市や地域単位での水循環の最適化をめざす「インテリジェントウォーターシステム」構想を進めている。その構成要素として事業運営、水運用、治水、水処理制御、水処理設備の各分野で、製品群の連携を図っている。

1. はじめに

現代社会は、電力、通信、交通、教育、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。その中でも生命に不可欠な「水」は、とりわけ重要である。21世紀は「水の世紀」と呼ばれており、健全な水循環を維持し、誰もが安全・安心な水を利用できることが求められている。

日立グループは1世紀近くにわたり水源保全、治水、水道、下水道、排水処理、水再生など、水環境のさまざまな分野に製品・システムやサービスで貢献し続けている。

ここでは、国内外の水環境動向と、日立グループが提唱する「インテリジェントウォーターシステム」構想への情報制御技術を中心とした取り組みについて述べる。

2. 国内外の水環境動向

2.1 海外の水環境動向と課題

海外には水不足の問題を抱える地域が少なくない。地球上で、人々が飲み水や日常生活に利用できる淡水は、偏在しているうえに、全体の0.01%に過ぎないと言われている。地球上の低緯度地域を中心に、降水量が少なく渇水の問題を抱える物理的渇水地域や、経済上安全な水にアクセスできない経済的渇水地域が存在する。

WHO (World Health Organization：世界保健機関) の推計によると、上水道や井戸などの安全な水を利用できない人口は2010年に世界全体で約8億人に上る。また約25億人が下水道などの基本的な衛生施設を利用できない状況にある¹⁾。これらの改善と、人口増加、都市化と人口集中、生活水準の向上などによる水需要の増加への対応が課題である。2025年の取水量は2000年比で30%増加するとの予測もある²⁾。

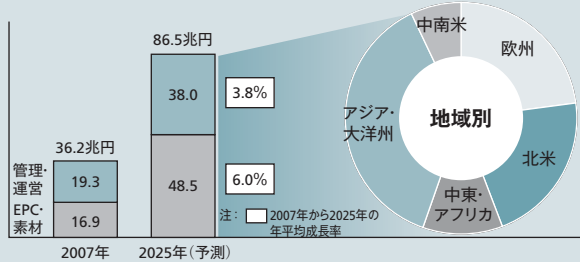
このような背景の下、世界の水環境事業の市場は、2007年の36.2兆円から2025年には86.5兆円まで増大し、アジア・中東の比率が高まると予想されている[図1(a)参照]。これらの市場を、規模の大きいボリュームゾーンと伸び率の大きい成長ゾーンに大別した場合、前者ではすでに「水メジャー」と呼ばれる欧州企業が総合水事業を展開し、また現地企業の参入もあり、競争が激化している。一方、後者では日本企業が得意とする水処理や効率化技術による事業展開が期待でき、日立グループも水環境ソリューションの展開を進めている。

2.2 国内の水環境動向と課題

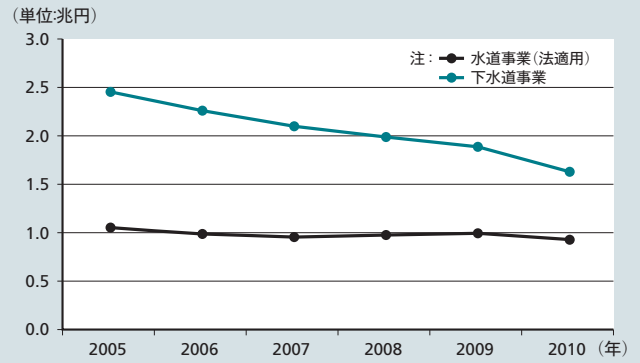
日本は水資源に恵まれ、水道普及率は97.5% (2010年度末)³⁾、下水道普及率は75.8% (2011年度末)^{4) ※)}に達している。

安全・安心で効率的な水インフラを実現した一方で、施設の老朽化対策や、技術の継承が喫緊の課題である。戦後の高度成長期に大量に建設された水道管網や水処理施設などは次々と耐用年数を超過しつつあり、更新が必要である。しかし、自治体が主体の上下水道事業は、大都市圏を除いて経営基盤は弱い。しかも少子高齢化や生活様式の変

※) 2011年度末は、岩手県、福島県の2県において、東日本大震災の影響により調査不能のため公表対象外としている。



(a) 世界の水環境事業の市場動向



(b) 日本の上下水道建設投資額

注：略語説明 EPC (Engineering, Procurement and Construction：設計，調達，建設)

図1 | 世界と日本の水環境市場

世界の市場は新興国を中心に拡大が見込まれている。一方、国内市場は建設投資額が減少傾向であるが、更新を必要とする老朽施設は増加しつつある。

化などで水需要は減少し、収益の確保も容易ではない。近年の上下水道事業の建設投資額も減少傾向である[図1(b)参照]。さらに、2011年3月の東日本大震災では数多くの上下水道施設が被災し、一部で今なお復興の努力が続いている。

これらの課題への対応として、事業の統合や広域化、施設の計画的更新、官民連携などが進められている。日立グループは国内において、数多くの上下水道設備の導入や保守、維持管理などを行ってきた。健全な水環境の維持と水インフラの持続的発展のため、引き続き貢献していく。

3. 日立グループの水環境ソリューション

3.1 インテリジェントウォーターシステム構想

日立グループは水環境分野において、機械、電気、情報、制御などの製品・システムや、上下水道事業運営の一部を担うサービス事業などにより、課題解決に貢献する「水環境ソリューション」を推進している。その基本的な考え方として、「インテリジェントウォーターシステム」構想を提案している。

これは、限りある水資源を、個々の施設や処理場単位ではなく都市や流域単位で有効に活用し、全体を最適化しようとするものである。具体的には、情報と制御のシステムを融合するとともに、水処理や送配水などの施設とも広く連携させ、水資源の効率的な管理や省エネルギー、環境保全などへの貢献をめざしている(図2参照)。

水環境事業は水源が自然環境に大きく依存し、また事業者や需要家のニーズもさまざまである。対象とする国や地域の文化や法律、経済性、公衆衛生、エネルギー事情などを考慮して、適切なシステムやサービスで貢献する必要がある。そのためインテリジェントウォーターシステムの構

成要素として、多様な問題解決手段が必要と考える。

3.2 インテリジェントウォーターシステムの構成要素

日立グループは、保有するさまざまな技術やシステム、サービスを、インテリジェントウォーターシステムの構成要素として連携させる取り組みを進めている。構成要素の例を表1に示す。(1) 水環境事業の計画策定や経営を支援する「事業運営」、(2) 取水、浄水、配水、下水処理、水再生などの運用計画支援や送配水管理を行う「水運用」、(3) 洪水予測や雨水排水などの「治水」、(4) 浄水場や下水処理場に適用する電気設備や情報制御の「水処理制御」、および、(5) 水処理を行う機械設備やプラントなどの「水処理

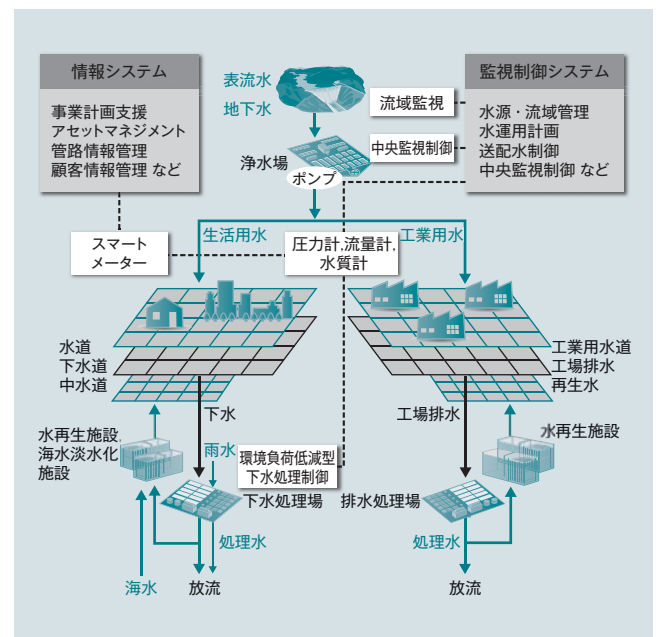


図2 | インテリジェントウォーターシステムの例

水処理システムと情報・制御システムの連携により、地域の水循環を最適化する。

表1 | インテリジェントウォーターシステムの構成要素

さまざまな技術やシステム、サービスを連携させて、インテリジェントウォーター構想実現への取り組みを進めていく。

分野	システムやサービスの例	導入効果の例
事業運営	<ul style="list-style-type: none"> システム計画エンジニアリング 事業計画支援システム アセットマネジメント (EAM) 管路図面管理 顧客情報管理 料金管理 	<ul style="list-style-type: none"> 経営効率化 投資平準化 サービス向上
水運用	<ul style="list-style-type: none"> 流域シミュレーション 水運用 (計画) 配水コントロール 	<ul style="list-style-type: none"> 水の安定供給 環境負荷低減
治水	<ul style="list-style-type: none"> 洪水シミュレーション 雨水排水 	<ul style="list-style-type: none"> 安全な水環境
水処理制御	<ul style="list-style-type: none"> 監視制御 水安全管理 運転委託サービス 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼性と効率の向上
水処理設備	<ul style="list-style-type: none"> 浄水設備 下水処理設備 排水処理設備 膜処理設備 海水淡水化設備 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼性と効率の向上

注：略語説明 EAM (Enterprise Asset Management)

設備」の5分野で、それぞれに必要な機能や開発要素を検討している。

これらを連携させて計画から設計、施工、運用までを網羅するメニューを用意し、対象地域の要求に応じた提案で、課題解決に貢献していく。

4. インテリジェントウォーターシステムを支える技術

インテリジェントウォーターシステムの構成要素のうち、中核となる水運用と水処理制御の事例を以下に述べる。

(1) 水運用計画・配水コントロールシステム

水の安定供給や運転経費の削減、環境負荷低減などに貢献する送配水系ソリューションとして、水運用 (計画) システムと配水コントロールシステムを製品化している。

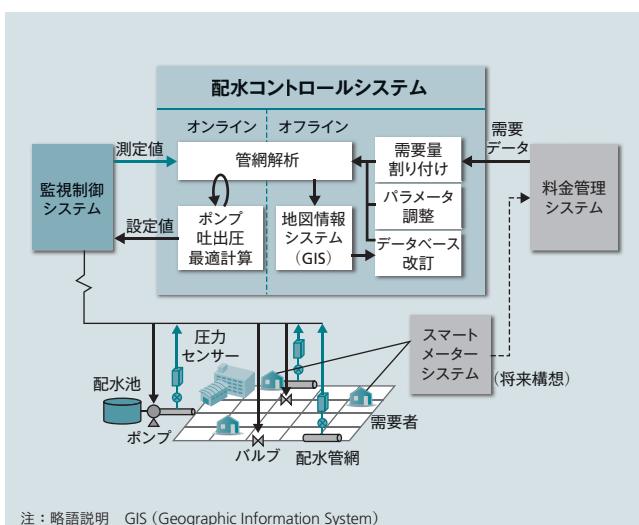


図3 | 配水コントロールシステムの概要

配水管網上のセンサーで水圧を常時監視し、全体の水圧分布をシミュレーションする。計算結果に基づいて、ほぼリアルタイムでポンプの運転を自動制御する。

水運用 (計画) システムは天候や原水の濁度、設備状況、水需要などの情報を基に、日々の浄水量や送配水量などの決定を支援する。特に、安定性と環境負荷低減などの相反する要求に対して総合的に優れた計画を立案できる、多目的最適化手法を採用したことに特徴がある。

配水コントロールシステムは、区域内の基幹管路に設置した水圧センサーの情報に基づいて、オンラインかつリアルタイムで管網全体の流量・水圧の解析を行い、配水池のポンプ吐出圧やバルブの開度を制御する。区域全体の水圧分布を即座に把握できるだけでなく、その結果を迅速に制御に反映させることで、需要変動に対して水圧分布の精緻な制御が可能になる。これにより、水圧を適正值 (必要最小限の値) に保持し、漏水低減やポンプ消費電力削減を実現する (図3参照)。国内への導入事例では、1割前後の削減効果が得られている。

これらのシステムはすでに国内の水道事業体に導入され、業務の効率化や省エネルギーなどに貢献している。

(2) 流域シミュレーション

水源や河川、地下水などの状態を評価・予測する技術は、流域の危機管理やさまざまな計画策定支援、施設の運転支援などに有効である。

日立グループは、河川上流域での水源水質事故に対して、汚染物質の下流への到達濃度や時刻を推定し、取水停止などの対策措置の要否判断を支援する、河川流下シミュレーションを実用化している。このシステムは即時予測と詳細予測の2つのシミュレータを用いるとともに、事故履歴をデータベース化し、同種事故への迅速対応を支援するものである。

また、流域全体の中長期的な水質汚濁動向を予測して、

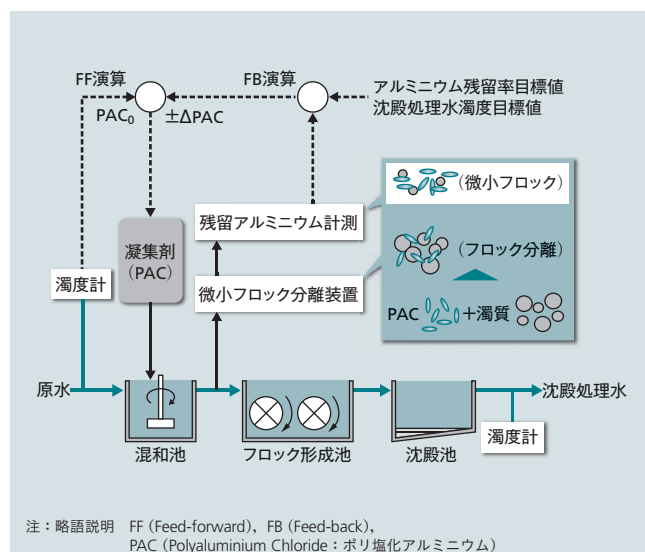


図4 | 高濁度対応浄水薬品注入制御システム

原水濁度と混和水アルミニウム濃度を指標として、濁度が急変したときにも適正な凝集剤注入率を算出する。

施設整備計画を支援する水質汚濁動向予測システムや、地下水・表流水一体計算モデルにより、地下水の流動経路や水資源分布の予測に貢献する水循環シミュレーションなども開発している。

(3) 水処理制御技術

水処理施設と情報制御システムを連携させて都市や地域単位でのさまざまなソリューション提案を行うためには、水処理設備の運転制御技術も信頼性と効率を高める努力が必要である。

河川表流水を水源とする浄水場では、降雨に伴う原水濁度の急変に対し、凝集剤注入の強化や取水制限などの処置を手動で介入して行っている場合がある。日立グループでは急激な濁度の変化に対し、凝集剤注入率を適正化できる新しい制御技術を開発・実証した(図4参照)。凝集剤の適正注入で環境負荷を低減するとともに、制御領域を高濁度側に拡大することにより、熟練運転員の減少や浄水場運営の第三者委託状況下においても、安全・安心な水道水の供給に貢献することができる。

また、下水処理においても、水処理過程のポンプ、ブロワ動力に由来する温室効果ガス生成を抑制するとともに、N₂O(一酸化二窒素)排出量低減をも考慮した、環境負荷低減型下水処理制御技術を開発している。処理場の大規模な改修を行うことなく、運転制御技術で環境負荷を低減できる。

5. おわりに

ここでは、国内外の水環境動向と、日立グループが提唱するインテリジェントウォーターシステム構想への情報制御技術を中心とした取り組みについて述べた。

インテリジェントウォーターシステム構想は、都市や流域単位での水・情報・エネルギーの流れを、水に着目して全体最適化しようとする取り組みである。日立グループが「人と地球のちょうどいい関係」をめざし、構築に取り組んでいるスマートシティにも連動するものである。

需要をさらにきめ細かく把握するためのスマートメーターの適用や、情報系と制御系のシステム融合、スマート都市の国際標準化など、都市インフラとしての共通課題に

は連携した取り組みを進める。

日立グループは、国内外の健全な水環境の維持と水インフラの持続的発展のため、今後も新たな提案で貢献していく考えである。

参考文献など

- 1) WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation (上下水道共同モニタリングプロジェクト), <http://www.wssinfo.org/>
- 2) WORLD WATER RESOURCES AND THEIR USE a joint SHI/UNESCO product (世界の水資源とその利用共同プロジェクト), <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/>
- 3) 厚生労働省「平成22年度 給水人口と水道普及率」
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/database/kihon/fukyu.html>
- 4) 国土交通省「平成23年度末の下水道整備状況について」
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000169.html

執筆者紹介



館 隆広

1984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 所属
現在、国内外の水環境事業および研究開発統括業務に従事
環境システム計測制御学会会員、触媒学会会員



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(情報工学)、総合技術監理、上下水道)
電気学会会員、計測自動制御学会会員



栗栖 宏充

1988年日立製作所入社、インフラシステム社 水環境ソリューション事業統括本部 所属
現在、上下水道システムの事業推進に従事
博士(情報工学)
電気学会会員、環境システム計測制御学会会員



高橋 信補

1985年日立製作所入社、横浜研究所 情報サービス研究センタ 社会インフラシステム研究部 所属
現在、上水道の制御・計画技術の研究開発に従事
博士(工学)
電気学会会員、計測自動制御学会会員



横井 浩人

1995年日立製作所入社、日立研究所 材料研究センタ エネルギー材料研究部 所属
現在、水道向け監視制御・情報システムの研究開発に従事
技術士(上下水道)
環境システム計測制御学会会員