

Overview

水環境ソリューションの概要と協創事例

舘 隆広 | Tachi Takahiro

吉川 慎一 | Yoshikawa Shinichi

安富 弘泰 | Yasutomi Hiroyoshi

武本 剛 | Takemoto Takeshi

圓佛 伊智朗 | Embutsu Ichiro

1. はじめに

エネルギーや交通、情報、教育や医療などのさまざまな社会インフラの中で、「水」は生命の維持に不可欠であるという点で最も重要な基盤の一つである。しかしグローバルには水資源の偏在やそれに伴う渇水、あるいは都市への人口集中に伴う水不足や水質汚染など、国や地域ごとに異なるさまざまな課題がある。また日本国内でも上下水道の施設、管路の経年化や、それらを維持管理する自治体や事業体の財政逼迫（ひっ）迫、さらには近年激甚化している災害への対応などの課題がある。

国際連合ではSDGs(Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標)¹⁾の17の目標の一つに「目標6:すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」を掲げ、それ以外にも水に関わるさまざまな目標を設定し、2030年までの達成を目標に活動を進めている。

そのような中、日立グループは新たな「2021中期経営計画」において、顧客の「社会価値」、「環境価値」、「経済価値」を同時に高めることで、社会課題の解決と人々のQoL (Quality of Life) 向上の両立をめざす、「社会イノベーション事業」を加速する方針を示した。インフラの運用・制御技術であるOT (Operational Technology) やプロダクト・システムだけでなく、Lumada^{※)}を活用したITを組み合わせて課題の解決に貢献していく。

社会イノベーション事業の一翼を担う水環境事業（水

およびその周辺環境の事業)においても、約1世紀にわたるOTとプロダクト・システムの実績を基盤に、課題解決に貢献する「水環境ソリューション」事業を進めている²⁾。特に近年急速に進展しているITやデジタル技術も積極的に活用し、上下水道事業体や関係機関など、顧客との「協創」による新たな取り組みも加速している。

本稿では水環境ソリューションと、それを支える製品・システムやサービスを紹介するとともに、さまざまな協創により課題解決に貢献する、最新の事例を紹介する。

2. 国内外の水環境と市場の動向

2.1

水環境の現状

人々が飲み水や日常生活に利用できる淡水は、地球上の水のわずか0.01%と考えられている。しかも地球上に偏在しているため、低緯度地域を中心に経済的、物理的な渇水地域が存在する。

また洪水や干ばつなどが世界各地で起きており、気候変動がその一因と考えられている。IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル)の第5次評価報告書では、将来予測として氷河の縮小や海面上昇、降水量の地域差拡大などを挙げており、地球規模での水資源循環への影響が懸念されている³⁾。

日本でも近年、局所的な豪雨や浸水などが頻発し、想定を超えた雨量への対応が必要となっている。また長期的には気候変動による水量、水質の変化を考慮する必要がある。

さまざまな社会インフラの中でも、水環境は気候や自然条件により大きく変化し、解決すべき課題も多様であ

※) Lumada: 顧客のデータから価値を創出し、デジタルイノベーションを加速するための、日立の先進的なデジタル技術を活用したソリューション/サービス/テクノロジーの総称。

る。自然の水循環に人々の生活や経済活動での水利用も加え、持続的な水循環、健全な水環境を維持する努力が求められる。

2.2

水環境市場の動向

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構) では、世界の水需要は工業用水、発電、生活用水を中心に、2000年から2050年の間に55%増加すると予測されている⁴⁾。特にアフリカの北部と南部、南アジア、中央アジアを中心に、深刻な水不足に見舞われる河川流域人口が増加すると予想される。

また経済産業省では水環境事業のグローバル市場規模が、2025年に2007年の1.4倍の、86.5兆円まで拡大すると予想している。海水淡水化や工業、水の再利用などの成長市場での、日本企業が得意とする膜処理や効率化技

術などによる貢献が期待されている⁵⁾。

日本国内では2017年度末に水道普及率は98.0%、汚水処理(下水道、農業集落排水施設、浄化槽など)の人口普及率は90.9%に達し^{6, 7)}、上下水道施設の市場は新設から更新へと移行している。しかし自治体予算の逼迫や熟練職員の減少、生活様式の変化や人口減少に伴う水需要の減少など、多くの課題がある。健全な上下水道資産を次世代に引き継ぐためには、さまざまな施策が必要となってきた。

この現状に対し、厚生労働省は2013年に「新水道ビジョン」、国土交通省は2014年に「新下水道ビジョン」で上下水道の長期的な理想像や、課題解決の方向性、関係者の役割分担などを示した。また2018年には水道事業の基盤強化を目的とした改正水道法が成立し、2019年10月に施行される。都道府県が市町村や水道事業者と共に広域連携を推進することや、適切な資産管理、官民連携の推進などが盛り込まれている⁸⁾。

図1 | 水環境ソリューションを支える主な技術・製品・システム・サービス

水環境の課題を解決する方法は一律ではないため、水源保全・治水・利水、水道・工業用水、下水道・産業排水、水再生・造水などの課題に対し、さまざまな技術やシステム、サービスを連携させることで、解決に貢献していく。

		水環境			
		水源保全・治水・利水	水道・工業用水	下水道・産業排水	水再生・造水
日立の水環境ソリューション	事業運営	官民連携事業運営(上下水道O&M、PFI事業など)			
	計画・経営支援システム	事業計画策定エンジニアリング(広域連携、施設統廃合計画支援など)			
		事業計画支援 (中長期水需要予測、地震被害推定、水安全計画管理)	災害対策支援		再生水運用支援
		水質シミュレーション (河川汚濁物質流下、水質汚濁動向予測)	下水シミュレーション (洪水・氾濫、雨水流入予測、下水水質)		
	維持管理支援システム	水道水質シミュレーション (取水・浄水水質、残留塩素など)			
		異常予知 [AI, ART (適応共鳴理論) などの活用]			
		管理支援 [設備点検・監視・保全、危機管理、アセットマネジメント (EAM), 設備台帳 (携帯端末、データベース) など]			
	監視制御システム	技術継承支援			
		監視・管理 (画像処理応用水位計測、河川情報)	水道管路管理 (管路図面管理、漏水推定・検知など)	下水管路管理 (光ファイバーマルチセンシング、雨天時浸水対策など)	
			故障診断	下水処理制御 (環境負荷低減、省エネルギー化、雨天時越流対策など)	
水処理プロセス		配水監視・制御 (水運用計画、配水コントロール、配水水質モニタリング、配水池運用制御など)			
		膜型浄水システム	海水淡水化・下水再利用統合システム「Remix Water」	RO (逆浸透) 膜システム	
設備・機器	膜分離活性汚泥処理システム (MBR)				
	電気設備 (監視制御、受変電、自家発電、運転操作、計装)				
	下廃水高度処理 (包括固定化窒素除去プロセス「ベガス*」、アナモックス菌利用窒素除去システムなど)				
		機械設備 [高機能水処理、各種ポンプ (導・送・配水、雨水・排水)、送風機]			
		機械設備 (沈砂池、沈殿池、仮設水処理など)			

注：略語説明ほか

O&M (Operation and Maintenance), PFI (Private Finance Initiative), AI (Artificial Intelligence), ART (Adaptive Resonance Theory), EAM (Enterprise Asset Management), MBR (Membrane Bioreactor), RO (Reverse Osmosis)

※ ベガスは、地方共同法人日本下水道事業団および日立製作所の日本における登録商標である。

3. 水環境ソリューションの概要とめざす方向

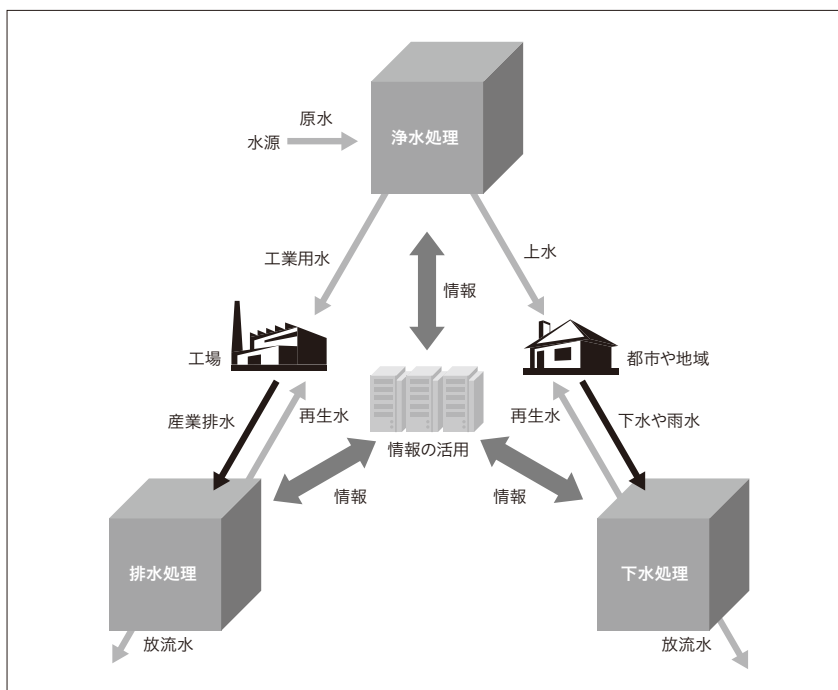
日立グループは水源保全・治水・利水、水道・工業用水、下水道・産業排水処理、水再生・造水など、水環境のさまざまな分野で課題解決に取り組んでいる。単独の製品やサービスのみならず、それらを連携させた「水環境ソリューション」の提案活動により、総合的な課題解決や全体の最適化に貢献していく考えである。図1にはソリューション提案を支える主な技術や製品・システム、サービスを分野別に示した。

OTやプロダクト・システムとともに、ITやデジタル技術の活用も積極的に進めている。例えば「計画・経営・支援システム」や「維持管理支援システム」では、デジタルソリューションLumadaをはじめとするIoT (Internet of Things) やAI (Artificial Intelligence: 人工知能) などの活用を進めている。具体的には水需要の予測や水質シミュレーション、設備や管路の管理支援、熟練職員の技術継承支援などの取り組みを加速している。

また水と情報の両方の流れをまとめてとらえ、都市や流域などでの水循環の全体最適化をめざす、「インテリジェントウォーターシステム」構想を2010年に提案している (図2参照)。センサーや通信技術の急速な進歩により、水関連施設のみならず、それらをつなぐ管路や、各世帯の水道メーターの情報をオンラインで収集することも可能となってきた。また水道事業のIoT化の効果検証

図2| インテリジェントウォーターシステム構想

水と情報の流れをまとめてとらえ、機械・電気設備を含む水処理システムと情報制御システムの広域的な連携による、都市や流域などでの水循環の全体最適化をめざす。



事業も行われており⁹⁾、水と情報の両方の流れを広く管理し、活用する取り組みはますます加速しつつある。

政府は第5期科学技術基本計画において、ICT (Information and Communication Technology) を最大限に活用して人間中心の豊かな社会である「超スマート社会」をめざす、Society 5.0を掲げている¹⁰⁾。ここではデジタル化された大量のデータを選別・加工し、得られた情報を有用な知識として活用する社会の実現が期待される¹¹⁾。さらにSDGsを達成する社会システムの実現をめざす「Society 5.0 for SDGs」の取り組みが、政府や経済産業省、一般社団法人日本経済団体連合会などの官民で進められている¹²⁾。水環境分野において日立グループは、「水環境ソリューション」を通じて健全な水環境、QoLの向上や社会課題の解決に貢献し、Society 5.0さらにはSDGsの達成をめざす考えである (図3参照)。

4. イノベーション創生に向けた協創事例

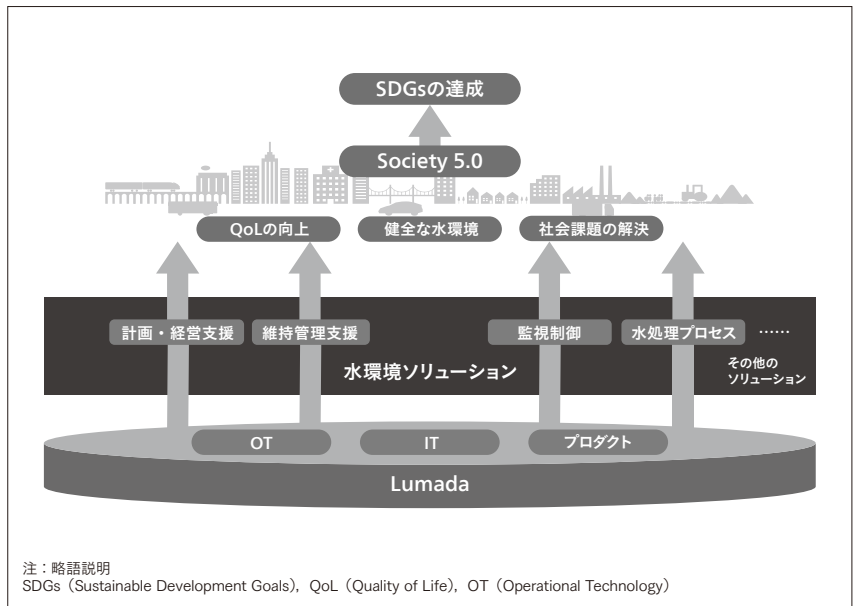
ここでは水環境分野のイノベーション創生に向けた、顧客やパートナーとの協創による取り組み事例を紹介する。

4.1 共同研究開発や実証事業での協創

2019年4月、日立製作所は新たなイノベーション創生のための研究開発拠点「協創の森」を開設した。顧客や

図3 | 水環境ソリューションのめざす方向

日立グループは、OT、IT、プロダクトを連携させた「水環境ソリューション」を通して、健全な水環境、人々のQoLの向上や社会課題の解決に貢献し、Society 5.0の実現さらにはSDGsの達成をめざす。



パートナーに一層寄り添い、オープンな議論の中から社会課題の解決やQoLの向上につながるイノベーションを創生していく考えである¹³⁾。

水環境分野では新技術の創生や社会実装などを目的とする、産官学の共同研究や実証事業に積極的に参画することで、これまでにさまざまな協創を進めてきた。以下に最近の主な事例を紹介する。

(1) JST (国立研究開発法人科学技術振興機構) 戦略的創造研究推進事業 (CREST)

「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」研究領域の、研究課題「地域水資源利用システムを構築するためのIntegrated Intelligent Satellite System (IISS) の適用 (2009～2015年)」において、学校法人工学院大学、国立大学法人東京大学、中華人民共和国四川大学などと共に生物や膜を用いた水処理や水再生などの研究に参画した。

また研究課題「モデルベースによる水循環系スマート水質モニタリング網構築技術の開発 (2010～2016年)」においては、東京大学と共同でオーダーメイドの小型水質計システムの開発に参画した。これは水道水中の残留塩素濃度などをリアルタイムで多点観測することを目的とした、オンサイト多項目水質計である。

(2) 文部科学省 革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM)

国立大学法人信州大学を拠点とする、「世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点 (2013～2022年)」に参画し、革新的な造水・水循環システムの実現を目的に、ナノカーボン材料を用いたRO (Reverse Osmosis: 逆浸透) 膜のシステ

ム化を推進中である。

(3) 内閣府 最先端研究開発支援 (FIRST) プログラム

「Mega-ton Water System (2009～2014年)」において省エネルギー、低環境負荷、低コストのRO膜を用いた大型海水淡水化システムの開発に貢献した。その成果を踏まえ、現在は実証事業に参画している。

(4) NEDO (国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) 省水型・環境調和型水循環プロジェクト

省エネルギーかつ環境負荷低減に貢献する水処理技術として、膜分離、有用金属や有害物質の分離回収、難分解性物質の分解などの技術開発に参画した (2009～2013年)。また水資源管理技術の実施可能性調査として、中華人民共和国浙江省で水道管網の最適化や配水制御技術の導入検討を実施した (2009～2010年)。

(5) 国土交通省 下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)

「ICTを活用した効率的な硝化運転制御の実用化に関する技術実証研究 (2014～2016年)」において、安定した処理水質と消費電力低減を両立する下水硝化制御システムを開発し、茨城県での実証に参画した。

これら以外にもさまざまな活動を進めており、今後も水環境分野の課題解決のため、積極的に顧客やパートナー、関係機関との協創を進めていく考えである。

4.2

上下水道事業運営での官民連携による協創

1999年のPFI (Private Finance Initiative) 法制定や、2001年の水道法一部改正により水道事業の第三者への委託が可能となり、日立グループでは上下水道施設の官

民連携による維持管理業務に取り組んでいる。そこでは部分委託から包括委託、DBO (Design Build Operate)、PFIなどのさまざまな事業形態により、水道事業者のベストパートナーとしてソリューションを提供していく考えである。

例えばPFI事業については東京都水道局の朝霞浄水場と三園浄水場で、2005年から20年間の予定で常用発電施設による電力供給事業などを進めており、また北海道夕張市においては2012年から20年間の予定で、浄水場の設計・建設と運転管理業務などで貢献している。

官民連携による維持管理業務では、製品・システムの提供やアフターサービス、技術開発で培った実績をもとに、さまざまな創意工夫やイノベーションを提案し、事業者の課題解決に継続して貢献していく考えである。

4.3

上下水道事業運営へのデジタル技術による貢献

日立製作所は2018年10月より、上下水道事業者などに対する「O&M支援デジタルソリューション」サービスを日本国内に提供している。これは上下水道の事業運営に関わるさまざまなデータを、IoTを活用してクラウド上に収集し、デジタル技術を活用して運用や保全管理の可視化・省力化・効率化やノウハウ継承に貢献するものである¹⁴⁾。

まず設備保全支援、プラント監視、設備台帳の機能を提供しており、順次新たな機能を追加していく。本サービスをはじめとする先進技術・サービスは、特別目的会社 株式会社箱館アクアソリューションや函館市と協議・連携しながら、函館市の浄水場プラント設備の運転・管理保全業務に対して提案を行っていく予定である¹⁵⁾。

また中長期の水道事業運営改善を支援する取り組みとして、大阪市水道局と日立製作所が中長期の水需要予測に関する調査研究を、2019年3月から1年間の予定で進めている。水の需要量とその変動要因の因果関係の解析に最新のデータ解析技術を採用し、人口動態や社会動向などを複数のシナリオにまとめ、シナリオごとに中長期予測を実施する予定である¹⁶⁾。

4.4

上下水道管路管理へのデジタル技術による貢献

近年、日本国内では局所的な豪雨が頻発しており、浸水対策のため下水道管路内の水位計測の必要性が高まっている。また熟練職員が減少する中で、経年化した上下水道管路の維持管理が課題となっている。

下水道の管路内には、大都市を中心に光ファイバー通信網が敷設されており、その総延長は日本全国で2,210 kmを超える(2018年3月末時点)。日立製作所では、この既存の通信網にさまざまなセンサーを接続して遠隔監視ができるようにするユニット(マルチセンシングボックス)を、東京都の関係団体と共に開発した¹⁷⁾。通信波長の光エネルギーだけでセンサーが駆動するように省電力化したことで、外部電源が不要となり、1か所に任意の複数のセンサーを取り付けて、さまざまな計測を同時に行うことが可能となる。これにより、管路内の水位のみならず、水質や硫化水素ガス濃度の計測が可能である。さらには静止画撮影による遠隔監視もできるよう開発・実証を進めており、浸水対策や下水道管路の管理などの課題解決が期待される(図4参照)。

また水道の管路については、経年化に伴う漏水調査の効率化が課題となっており、高感度・低消費電力の振動センサーにより、日々の漏水検知業務を効率化するデジタルプラットフォームを開発した¹⁸⁾。2020年度から水道事業者向けのサービスを提供する予定である。

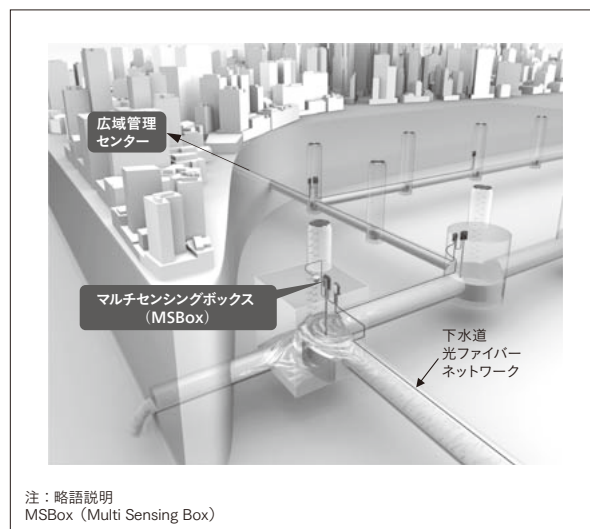
4.5

海外の上下水道事業運営での協創

日立製作所では2010年からモルディブ共和国のMWSC(Male' Water and Sewerage Company Pvt. Ltd: マレ上下水道株式会社)の経営に参画し、その水事業の発展に貢献してきた。MWSCでは日立アクアテック社(Hitachi Aqua-Tech Engineering Pte. Ltd)が納入した、RO膜を活用した海水淡水化ROシステムが稼働してお

図4| 下水道光ファイバーセンシングシステムの概念図

下水道管路内の光ファイバーネットワークに設置したMSBoxにセンサーを接続することにより、外部電源なしで水位や水質などの測定を可能にする。これによって遠隔広域管理が可能となり、浸水対策や下水道管路管理に貢献する。



り、海水から塩分を除去して生成した淡水が、水道水として人口約14万人（2017年時点）のマレ島全域に供給されている。そこでは徹底した水質管理が行われるとともに、淡水はボトル水としても販売され、人々の生活に貢献している。また、隣接する人工島であるフルマーレ島においても、同社のROシステムは既に稼働している。このたびフルマーレ島の第二期造成開発に伴い、2020年6月までに新たな海水淡水化ROシステムや配水管などの設備・機器一式の導入が、同社により予定されている¹⁹⁾。

日立グループでは引き続き、MWSCとともにモルディブの水環境に関わる課題解決に貢献していく。

5. おわりに

本稿では水環境に関わる動向と、水環境ソリューションの概要および最近の協創事例を紹介した。それぞれの事例の詳細については、本号に掲載の他の論文や参考文献を参照されたい。

日立グループは長年にわたり培ってきた技術・製品・システム・サービスなどに、最新のデジタル技術を加え、顧客のさまざまな課題解決を支援していく。国内外の健全な水環境、さらにはSociety 5.0の実現やSDGsの達成に向けて、引き続き貢献していく考えである。

参考文献など

- 1) United Nations, Sustainable Development Goals, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- 2) 館隆広, 外: 水環境ソリューションの概要と今後の展望, 日立評論, 99, 4, 377~384 (2017.7)
- 3) IPCC, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- 4) OECD, Environmental Outlook to 2050: The consequences of Inaction, Key Findings on Water, <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49844953.pdf>
- 5) 経済産業省, 水ビジネス国際展開研究会:水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的方策 (2010.4)
- 6) 厚生労働省, 水道の基本統計, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/database/kihon/index.html>
- 7) 国土交通省プレスリリース, 下水道を利用できる人口が初めて1億人を突破しました! (2018.8), <http://www.mlit.go.jp/common/001248921.pdf>
- 8) 厚生労働省, 水道法の改正について, https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/suishitsu/index_00001.html
- 9) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構ニュースリリース, IoTを活用した社会システムの改革を促す事業に着手 (2017.7), http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100800.html
- 10) 内閣府, Society 5.0, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

- 11) 日立東大ラボ:Society 5.0 人間中心の超スマート社会, 日本経済新聞出版社 (2018.10)
- 12) 日本経済団体連合会, Society 5.0 ーともに創造する未来ー (2018.11), <http://www.keidanren.or.jp/policy/2018/095.html>
- 13) 日立ニュースリリース, お客さまやパートナーとのオープンな協創により、イノベーションの創出を加速する研究開発拠点「協創の森」を開設 (2019.4), <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2019/04/0411.html>
- 14) 日立ニュースリリース, IoTを活用した上下水道事業のクラウドサービス「O&M支援デジタルソリューション」を提供開始 (2018.9), <https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2018/09/0910a.html>
- 15) 日立ニュースリリース, 函館市の浄水場プラント設備の更新と20年間の運転・保全管理業務を一括受託 (2019.4), <https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2019/04/0401a.html>
- 16) 日立ニュースリリース, 大阪市水道局と日立が、水需要予測におけるビッグデータの活用技術に関する調査研究を開始 (2019.4), <https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2019/04/0410.html>
- 17) 川上博行, 外: 下水道光ファイバーと各種センサの接続技術の開発, 公益社団法人日本下水道協会, 第53回下水道研究発表会講演集, p.1136~1138 (2016.7)
- 18) 日立ニュースリリース, 社会インフラの効率的な保守管理を実現するデジタルプラットフォームを構築 (2019.4), <https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2019/04/0425.html>
- 19) 日立ニュースリリース, 日立と日立キャピタルが、モルディブの水道インフラ整備事業向けに資金融資枠付き海水淡水化ROシステムを受注 (2019.2), <https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2019/02/0221.html>

執筆者紹介



館 隆広

日立製作所 水・環境ビジネスユニット 水事業部 所属
ISO/TC224 (上下水道サービス国際標準化専門委員会) 第7作業部会委員
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
規格開発エキスパート (SE00346),
環境システム計測制御学会会員, 触媒学会会員



吉川 慎一

日立製作所 水・環境ビジネスユニット 水事業部
技術開発部 所属
現在, 上下水道, 造水分野の技術開発の統括業務に従事
環境システム計測制御学会会員



安富 弘泰

日立製作所 水・環境ビジネスユニット 水事業部
デジタルソリューション推進室 所属
現在, 上下水道のデジタルソリューション事業統括業務に従事
計測自動制御学会会員



武本 剛

日立製作所 サービス&プラットフォームビジネスユニット
制御プラットフォーム統括本部 社会・インダストリー制御システム本部
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, 電気学会会員



園佛 伊智朗

日立製作所 研究開発グループ 制御イノベーションセンタ
産業システム制御研究部 所属
現在, 上下水道・水環境システムの研究開発に従事
博士 (工学)
環境システム計測制御学会会員, 電気学会会員,
日本水環境学会会員