

「特集：水道事業における脱炭素化への取組」

株式会社日立製作所における脱炭素化へのデジタル技術の貢献

日本水道工業団体連合会会員
株式会社日立製作所

1. はじめに

(1) 脱炭素への取り組み動向

2021年に英国で開催された国連気候変動枠組条約第26回締約国会議 (COP26) では、2030年までの気温上昇を産業革命以前との比較で+1.5℃に抑制する合意文書が採択され、2050年までのカーボンニュートラル達成に向けた各国の取り組みが進んでいる。

日本においても2021年に策定された第6次エネルギー基本計画において、2030年に2013年比46%の温室効果ガス削減、2050年にカーボンニュートラルの実現をめざして取り組みが進んでいる。

(2) カーボンニュートラル実現への課題と方策

カーボンニュートラルとは、温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させることである。その実現には、エネルギーの使用量をそのものを削減する「省エネ」、エネルギーを貯蔵することで需給バランスをとり効率化を図る「蓄エネ」、カーボンフリーのエネルギー (再生可能エネルギーなど) を創り出す「創エネ」、カーボンフリーのエネルギーを推進する仕組みの「再エネ調達」、「オフセット」などを適切に組み合わせて取り組みを進める必要

がある (図-1)。

それらのうち、「省エネ」「蓄エネ」「創エネ」の代表技術・製品と取り組みやすさ (必要な費用) を概念的に整理したものが図-2である¹⁾。

カーボンニュートラル実現にあたっては、まず温室効果ガスそのものの排出削減に直接寄与する「省エネ」への取り組みが大切と考えられる。水道事業では、既に省エネへの取り組みは進んでいる。例えば1970年代に実用化されたインバーターは、1976年には浄水施設に導入され、その後も継続して導入が進められている。

また高効率ポンプの導入も、2000年以降に急速に進んでいる¹⁾。東日本大震災以降の電力逼迫や、国際的なエネルギー調達の不安定さなどによる電力単価の上昇もあり、省エネへの取り組みとそれを実現するソリューションは昨今、非常に重要度を増してきている。

図-2に引用した技術整理は数年前に行われたものであり、その後現在までにさまざまな技術の高度化や、導入費用低減の努力も行われている。特に、取り組みの成果が広域に及ぶ省エネ技術・製品 (例えば省電力水運用システムなど) に関しては、さらなる普及への取り組みも必要と考えられる。

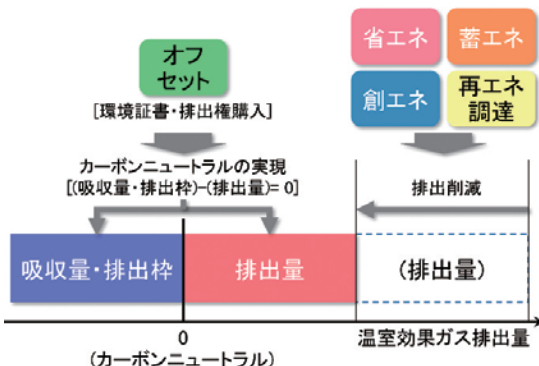


図-1 カーボンニュートラルの実現手段

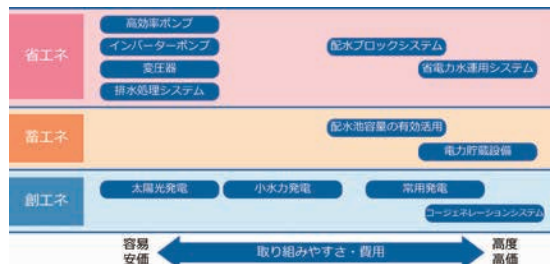


図-2 省エネ・蓄エネ・創エネ技術と取り組みやすさ¹⁾

(3) 日立製作所の脱炭素への取り組み

日立製作所と関連企業（以下、「日立」という。）は、「優れた自主技術・製品の開発を通じて社会に貢献する」ことを基本理念とし、重要な社会課題である環境問題に対しても、解決のためのさまざまな技術やソリューション（解決策）を提供することで貢献している。

そのような中、2022年4月に新たな「2024中期経営計画」を発表し、地球を守り社会を維持するとともに、一人ひとりが快適で活躍できる社会を支えていく考えを表明した。環境問題に関しては、2030年度までに事業所（ファクトリー、オフィス）におけるカーボンニュートラルを達成し、バリューチェーン全体では2050年度までにカーボンニュートラルを達成するという目標を掲げている。また、2024年度においてお客さまのカーボンフットプリント削減に貢献すべく、CO₂削減貢献量の具体的な数値目標を設定した²⁾。

海外においても、前述の COP26 に日本企業として初めて「プリンシパル・パートナー」として参加し、各国パビリオンでの幹部の講演などを通じて、環境事業や研究開発への取り組みを訴求している³⁾。

(4) 水道事業への貢献

日立は水道・工業用水事業をはじめとする、水環境のさまざまな分野で課題解決に長年取り組んできた。単独の製品やサービスのみならず、それらを連携させた提案により、総合的な課題解決や全体最適化に貢献していく考えである。

近年では水道事業においてもデジタル技術の活用が進みつつあるが、日立では情報制御技術の水道事業分野での活用と適用拡大を、長年にわたり進めてきた。例えばシミュレーション技術による計画・経営の支援や、水処理施設・管路の維持管理・監視制御システムなどを提供し続けている。最近では先進的なデジタル技術を活用して、水道事業体をはじめとするお客さまのデータから価値を創出していき、技術、サービス、ソリューションに注力している。

それらの中で、水道事業の脱炭素に貢献するさまざまな技術や製品、ソリューションにも取り組んでいる。本稿では特に、デジタル技術を活用し、

取り組みが広域におよび効果も大きな省エネ技術として、送配水系ソリューションの概要や事例を以下に紹介する。

2. 水運用計画システム⁴⁾

(1) 概要

水道事業においては、環境負荷の低減を最大化しつつ安定供給を保つため、水運用計画全体の最適化が求められる。取水や受水の契約、浄水や配水施設の運転制約、需要量に応じた水供給などの基本要件を満たした上で、その時々 の原水状況や変動する水需要、取水・送水ポンプの消費エネルギーや電力事情などを踏まえて、「省エネ」と「安定供給」を考慮した運用が求められる。

水運用計画システムは、「省エネ」と「安定供給」だけでなく、さまざまなトレードオフの関係にある複数の指標を可視化し、水運用計画全体の最適化を支援する。具体的には気温・天候・曜日などから水需要の予測を行い、日々の取水、送水の運用計画を立案するシステムである（図-3）。

(2) 導入にあたり工夫した点など

水運用に関わるさまざまな収集データは分析、可視化して、目的に応じた精度の高い水運用計画を立案する必要がある。

本システムでは水需要予測と貯水量をもとに、多目的最適化手法を活用して最適な流量計画をシミュレーションする。流量計画に応じてポンプの出力を調整・効率化することで、最適な水運用を支援する。

トレードオフの関係にある環境負荷と安定供給のバランスを分析・可視化し、水運用者が指定する目標値に近い最適値を計算し、ポンプの出力量などを調整可能としている。

(3) 導入による効果

取水から浄水、配水までの施設全体を省エネ化し、脱炭素にも貢献することができる。

取水・送水全体の電力ピークカット・シフトを実現する運用計画の立案を支援することもでき、電力使用の効率化や水供給の安定化に貢献することが可能となる。

また、配水池の水位バッファを活用しながら、契約電力やネガワット取引契約の条件を達成する、取水・送水ポンプの運用計画を立案すること

も可能である。

3. 配水コントロールシステム⁴⁾

(1) 概要

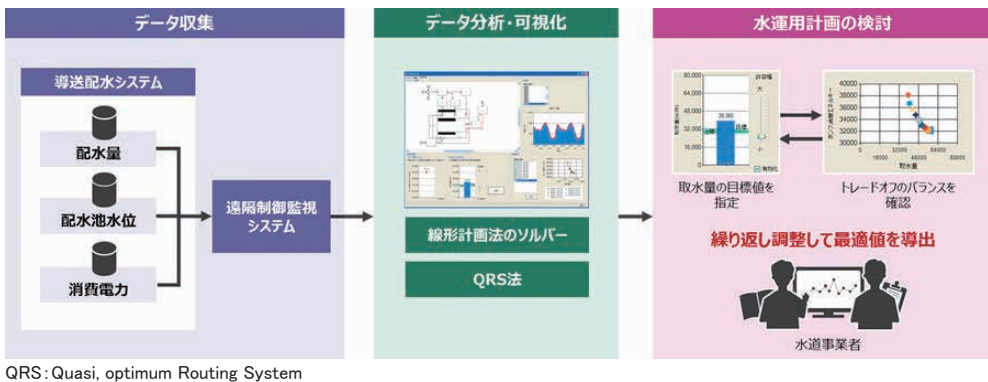
配水コントロールシステムは、需要家に安定した水供給を行うため、ポンプの運転調整やバルブ操作により配水管網の水圧分布を適正值に制御する技術である。配水管網の末端に圧力計と通信装置を設置し、リアルタイムで計測した水圧データを元に管網解析を行って、配水ポンプの最適吐出圧や制御弁の最適開度を算出。その結果を監視制御システムと連動させて、ポンプや制御弁を制御するシステムである (図-4)。

需要量の変化に追従した制御で過剰な圧力を抑制することで、漏水量の低減に貢献するとともに、配水ポンプの省エネ、脱炭素にも貢献する。

(2) 導入にあたり工夫した点など

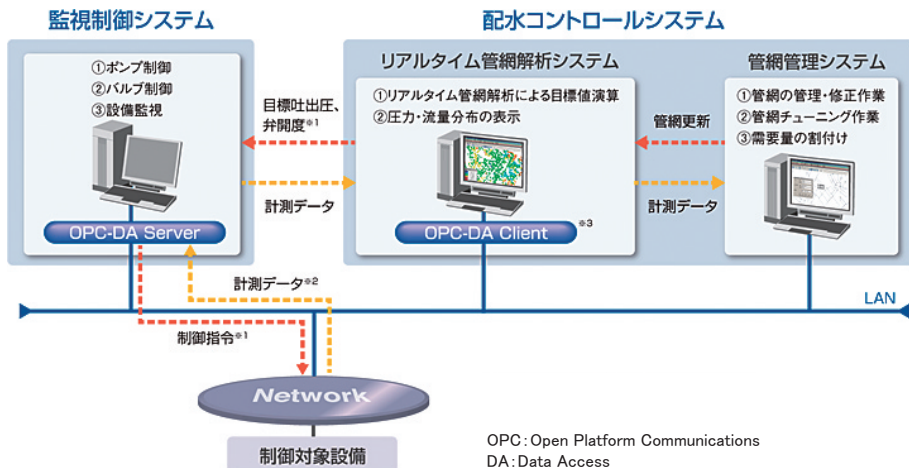
システムの導入に際し、ポンプの動力や漏水の低減効果は管網の構成、配水設備、地形などにより大きく変化する。そのため事前評価が必要となるが、導入評価結果をキャッシュフロー換算して定量化できるツールを開発している⁶⁾。導入に際しては管網シミュレーションによる事前検討や、圧力計測点設置場所の選定や現地調査などを十分に行った上で、システムの導入や調整を行う。

またシステムの導入後も、工事等で配水管網が変更されれば、そのデータの編集・更新が必要となる。そのため管網管理システム上で管網データの管理・編集を行えるようにし、将来の工事予定を組み込んでシミュレーションすることも可能とし、計画の検討にも使用できるようにしている。



QRS: Quasi, optimum Routing System

図-3 水運用計画システムの概要⁵⁾



OPC: Open Platform Communications
DA: Data Access

図-4 配水コントロールシステムの概要⁷⁾

(3) 導入による効果

需要量変化に追従した制御で配水ポンプの省エネに役立ち、過剰な圧力を抑制することで漏水量の低減にも貢献する。

導入評価ツールを用いた配水管網モデルでの検討例では、全ポンプの消費エネルギー削減率20%、導入後の投資回収期間約10年との結果が得られている⁶⁾。しかし、それぞれの配水地域の管網の構成、配水設備、地形などにより結果は大きく変化するため、それぞれの状況に応じた事前評価が重要である。

4. 最近の研究開発と今後の方向性

東日本大震災以降、恒常的な電力不足の課題が継続している。節電だけでなく電力ピークカットも求められているが、電力使用の効率化による脱炭素への寄与も期待される。

日立では、水需要のシフトと水運用の連携による電力平滑化の検討を行なっている⁸⁾。また電力会社等が電力需要家に需要抑制を要請し、その対価としてインセンティブを与えるデマンドレスポンス (DR) に対応した技術検討も行った。配水池の貯水量が下限値を下回らないためのリスク管理を行うとともに、DR 時の電力消費削減に貢献するため、数理計画法を適用した複数のポンプ運転計画を策定した⁹⁾。また大阪広域水道企業団のご協力を得て、調査事業も実施している^{10,11)}。

水道事業広域化への対応技術としては、送水系と配水系の両方を連携させた水運用の最適化と省エネ効果の検討や¹²⁾、水道施設の規模適正化を目的とした統廃合支援技術およびダウンサイジング技術の検討を行っている¹³⁾。

5. おわりに

本稿では水道事業の脱炭素への貢献として、デジタル技術を活用した送配水系の省エネ技術・製品を中心に紹介した。しかし日立ではそれ以外にも、エネルギー効率の高い常用発電設備 (コージェネレーションシステム) を、2005年から東京都水道局の朝霞浄水場、三園浄水場において PFI (Private Finance Initiative) 事業で運用し、省エネと災害時の事業継続に貢献している¹⁴⁾。

また、無線一体型漏水検知センサー端末を水道管路の制水弁に設置することで、漏水の疑いを容

易に遠隔監視できる漏水検知サービスの提案活動を進めている¹⁵⁾。約5年間電池駆動できる超高感度振動センサーを活用して微小な漏水を検知することにより、敷設年数と熟練者の経験に基づく時間規準保全 (TBC) から状態規準保全 (CBM) への転換を図るとともに、漏水低減や業務効率化、ひいては脱炭素化への貢献が期待される。

今後も先進的なデジタル技術を活用し、水道事業体をはじめとするお客さまのデータから価値を創出する技術や製品の開発を通じて、水道事業の脱炭素化に貢献していく考えである。

(執筆：水・環境ビジネスユニット

水事業部 舘 隆広)

参考文献

- 1) (公財) 水道技術研究センター、水道における省電力ハンドブック (2015年8月)
- 2) 日立製作所、サステナビリティ、<https://www.hitachi.co.jp/sustainability/index.html> (2023年3月現在)
- 3) 日立製作所ニュースリリース、日立が「プリンシパル・パートナー」としてCOP26に参加、<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/10/1029.html> (2021年10月29日)
- 4) 高橋信補ら、環境負荷低減に貢献する送配水系ソリューション (日立評論第93巻第9号 p.30~34、2011年9月)
- 5) 日立製作所、水運用計画システム、https://www.hitachi.co.jp/products/infrastructure/product_site/water_environment/usecase04/index.html (2023年3月現在)
- 6) 小熊基朗ら、配水コントロールシステム導入評価ツールの開発 (学会誌「EICA」第17巻第2-3合併号 P.27~30、2012年)
- 7) 日立製作所、配水コントロールシステム、https://www.hitachi.co.jp/products/infrastructure/product_site/water_environment/water_distribution/index.html、(2023年3月現在)
- 8) 藤井健司ら、水需要平滑化と水運用による水道送配水システムの電力平滑化に関する一考察 (平成25年度水道研究発表会講演集 p410)
- 9) 高橋信補ら、電力デマンドレスポンス対応水運用技術 (平成27年度水道研究発表会講演集 p386)
- 10) 鯉淵裕史ら、送水ポンプ設備を活用したデマンドレスポンスの検討 - FS (Feasibility Study) 事業成果報告 - (平成29年度水道研究発表会講演集 p548)
- 11) H. Tadokoro, H. Koibuchi et al., Water supply control system for smarter electricity power usage adopting demand-response scheme, Water Supply, 20(1), 140-147 (2020)

-
- 12) 足立進吾ら、ポンプ省エネ化のための送水・配水運用計画の連携立案 (平成26年度水道研究発表会講演集 p380)
- 13) 小泉賢司ら、水道の広域連携・全体最適に貢献する送配水系ソリューション (日立評論第99巻第4号 p.41~45、2017年7月)
- 14) 西上義之ら、水道事業の官民連携ソリューション (日立評論第95巻第8号 p.44~47、2013年8月)
- 15) 川本高司ら、持続可能な都市インフラを支える漏水検知サービス (日立評論第104巻第2号 p.103~108、2022年3月)