上下水道事業の官民連携の取り組みとソリューション

Solutions for Water Supply and Sewerage Businesses Adapted to Various Public-Private Partnerships

宮尾　圭一 MIYAO Keiichi　　竹田　智 TAKEDA Satoshi　　小峰　英明 KOMINE Hideaki

近年，我が国の上下水道事業は人材（ヒト）の不足や，施設（モノ）の老朽化，財務（カネ）の悪化など，事業基盤に関わる諸問題に直面している。解決手段としての官民連携の形態も多様化し，官民出資会社の設立や，上下水道一体の包括維持管理業務の委託，コンセッション(注1)方式など，従来にはない形態が出現している。

東芝グループは，O&M（Operation and Maintenance）を起点に，包括委託や水道の第三者委託へと業務範囲を広げながら，官民連携の多様化に対応していくための技術及びソリューションの開発を進めている。従来の業務形態では実現できなかった価値の提供と，強靱（きょうじん）で持続可能な上下水道事業の実現に貢献することを目指している。

In order to solve issues faced by water supply and sewerage businesses, including the shortage of human resources, aging facilities, and deteriorating financial conditions, the diversification of public-private partnerships (PPPs) has been progressing in Japan in recent years. This has resulted in many changes in business configurations, such as the establishment of public-private investment companies, the outsourcing of comprehensive maintenance and management operations encompassing both water supply and sewerage systems, and the introduction of concession contracts.

With these circumstances as a background, the Toshiba Group has been engaged in the development of technologies and solutions for the optimal operation of water supply and sewerage systems through expansion of the framework of PPPs from operation and maintenance (O&M) services to comprehensive outsourcing services and delegation of water services to third parties. Our objective is to provide higher value compared with the conventional forms of operation and to contribute to the realization of strong and sustainable water supply and sewerage businesses.

1. まえがき

我が国の上下水道事業は，近年，人口の減少を背景に，料金収入の減少に伴う財政の悪化や事業体職員の減少などが複合的に作用し，ヒト，モノ，カネに関わる諸問題に直面している。その有効な解決策として，官民連携の発注形態の多様化が挙げられ，この分野の最近のトレンドとなっている。従来は，公共事業体（以下，事業体と略記）が業務・工事単位で計画・設計し，民間企業がそれを実施・遂行する形態が主流であり，官民の分担や業務の境界が明確であったが，近年はこの分担や境界が柔軟に変化している（**図1**）。

群馬県では官民出資会社による「水道事業運営及び拡張工事等包括事業」が2017年4月から始まった。浜松市では下水道のコンセッション事業が2018年4月から開始され，注目を集めている。直近では，宮城県が上水，工水，下水を一体としてコンセッション事業を行う検討を進めている。こうした官民連携の多様化の流れは，今後も進展することが予想される。

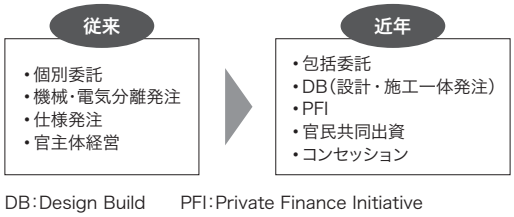

図1. 上下水道事業の官民連携の多様化

ヒト，モノ，カネの各要素に，民間リソースの活用と有効な官民のリスク分担が期待されている。

Diversification of PPPs in water supply and sewerage field

民間活用の長所は，長期的視点に立った人材確保と技術継承が可能なこと，事業内容に適合した人員と資産で事業経営できること，及び民間ならではの発想で新規事業・

（注1）公共施設などを地方公共団体が所有し，地方公共団体と民間事業者が運営権契約を締結することで，民間事業者が公共施設などの維持管理・運営を行い，利用者からの利用料金を直接収入として事業を経営する手法。

任意事業へ積極展開できること，などが挙げられる。一方で，民間活用は万能ではなく，事業経営・事業計画や，市民対応，近隣の事業者との連携，危機管理など多くの面で事業体が分担すべき業務がある。

発注者側，受託者側とも，徐々にかつ着実に新たな発注形態での経験を積み重ね，その利点や留意点の把握を進めており，今後，より高度な官民連携形態への深化が想定される。

ここでは，上下水道事業における官民連携に対する東芝グループの取り組みの概要と，これに向けて開発を進めている技術・ソリューションの事例について述べる。

2. 東芝グループの官民連携の取り組みとその効果

東芝グループでは，2017年7月に社会インフラシステム部門が分社するとともに，O&M及び保守事業を担う東芝電機サービス(株)と合併して，東芝インフラシステムズ(株)が設立された。これにより，従来はグループ内で連携して対応していた顧客の要望に，総合サービス会社としてワンストップで対応できるようになった。

東芝グループでは官民連携として，PFI（Private Finance Initiative），DB（Design Build），DBO（Design Build Operate）の各方式のほか，水道第三者委託を含むO&Mも多数実績があり，施設建設・再構築と同様にO&Mも重視している。従来は事業体の業務であった運転・維持管理業務を自らが担うことによって，事業体の課題を内から知ることが可能となり，災害時協力などで苦労をともにすることで，事業体との信頼関係を今まで以上に強めることができた。また，O&Mの経験を通して初めて施設運用を熟知することができ，運用に合った実用的で効率的な設備更新提案ができるようになった。これらは，O&Mの経験から得られた大きな財産である。

3. 官民連携事業に向けた独自技術・ソリューション

DBなどの発注の多くは公募型プロポーザルを採用しており，O&Mの大型案件などでも採用するケースがある。従来の一般競争入札では競争性を保つための仕様の制約があるが，公募型プロポーザルでは創意工夫による差異化が求められる。機械・電気の一体発注も多くなり，独自技術や他社との機械・電気連携技術などの導入機会が得やすくなる。

東芝グループでも，開発した技術・ソリューションを公募型プロポーザルで提案し，採用され評価を得てきた。いずれも独自技術を活用して機器及びプロセスの状態変化を予測するという共通点があり，監視データに基づく予測や制御の精度向上，及び専門性の高いノウハウの具体化が特徴となっている。その幾つかの例を以下に述べる。

3.1 ポンプ効率診断ソリューション

O&M業務においては，設備ライフサイクルコストの縮減と機器故障に係る危機管理を両立させる目的で，保全計画を，運用時間を基準に実施する従来の方式（時間基準保全）から，実際の機器状態を基に実施の要否判断をする方式（状態基準保全）へ移行することが求められている。

東芝グループが開発したポンプ効率診断ソリューションでは，監視制御システムに集積される水量，水圧，電流などのデータから，現在のポンプ性能を表す曲線を推定する。これを設備導入当時の性能曲線と比較することで，ポンプ状態の変化を可視化でき（**図2**），この情報を状態基準保全計画の一指標として提示できる。また，常時監視のデータを用いるため，定期点検を待たずに不適合発生前に機器状態の悪化の兆候を捉える効果も期待できる。

3.2 雨水流入予測ソリューション

雨水ポンプ施設は，集中豪雨のときに，施設の水没や，排水区の溢水（いっすい）・浸水を防ぐために，雨水を河

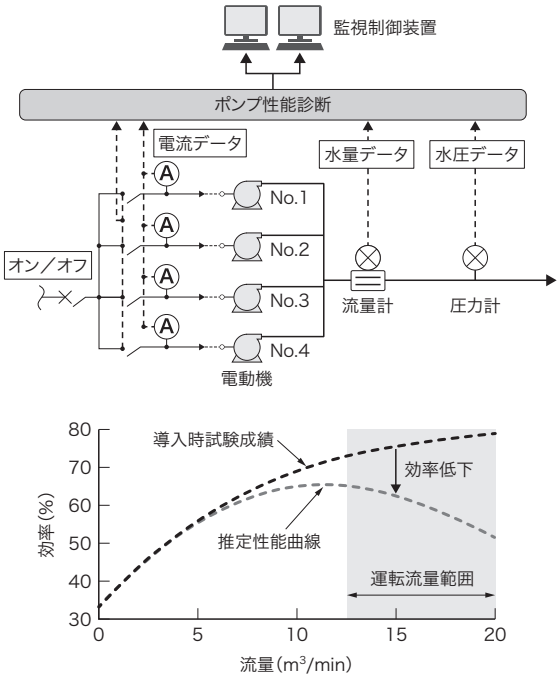

図2. ポンプ効率診断の概要

水量や，水圧，電動機の電流などのデータを基にポンプ性能を推定し，導入時からの変化を可視化する。

Outline of pump efficiency diagnosis

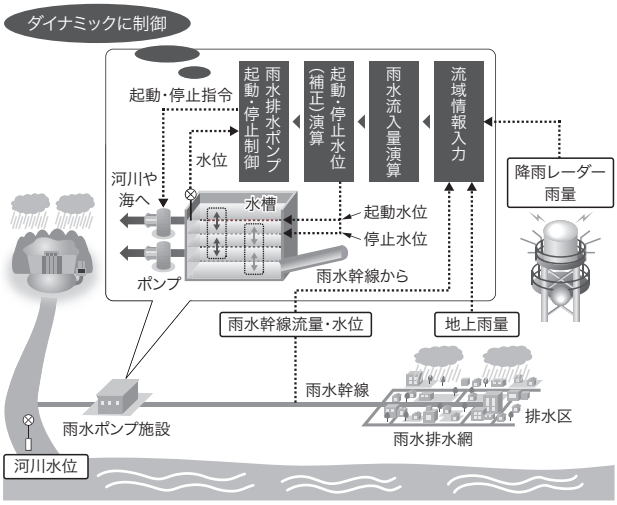

図3. 雨水流入予測ソリューション

雨水流入量を推定しポンプの運転及び停止水位を柔軟に変更することで，急激な雨水流入時にも確実にポンプ能力を発揮させ，浸水リスクを軽減する。

Solution to predict rainwater inflow

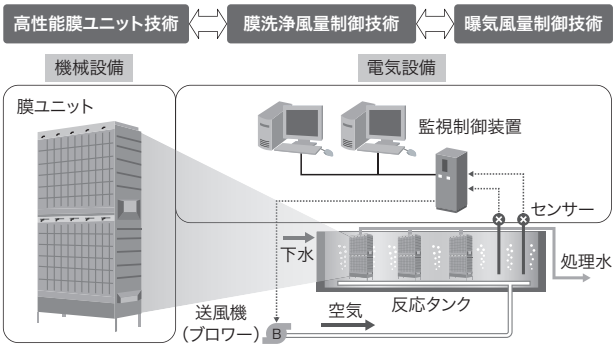

図4. 省エネ型スマートMBRの概要

処理性能と省スペース性に優れるMBRの課題である消費電力削減を，膜洗浄風量・曝気風量の適正制御により実現する。

Outline of energy-saving membrane bioreactor (MBR) system

川などに流す役割を担う。非常用設備としての費用対効果の側面から，大容量で少ない台数のポンプで構成されることが多い。降雨強度や，範囲，継続時間は，降雨ごとにまちまちであり，施設能力の関係上，断続運転となることが頻繁にある。少雨を想定して小容量のポンプも用意されるが，その能力を超えた場合に使用される大容量ポンプは，頻繁な起動・停止に不向きな点が運用上のリスクとなっている。すなわち，槽内排水完了による停止後の再運転に時間が掛かるため，その間に急激に雨水が流入すると，十分なポンプ能力があっても，有効に使えないリスクがある。

この対策として開発した雨水流入予測ソリューションでは，雨水幹線の水位や，地上雨量計のデータ，レーダー情報などから雨水流入量を予測し，必要な排水能力を継続的に発揮できるように，ポンプ起動水位と停止水位を随時変化させる（**図3**）。流入量の変動に応じた制御で浸水リスクを軽減するとともに，予測を雨天時の人員派遣判断に活用することで，運転管理業務の効率化にも貢献できる。

3.3 スマートMBR SCRUM™による省エネソリューション

処理性能に優れるMBR（Membrane Bioreactor：膜分離活性汚泥法）の課題である省エネ性の向上を追求し，より有用な水処理システムを実現するため，東芝グループは2015年7月に（株）クボタとの共同研究を開始し，MBR用曝気（ばっき）風量制御技術を開発した。

MBRの消費電力の大半を占める曝気について，ろ過膜の目詰まり進行を各種プロセスデータから予測して，ろ過膜洗浄風量を適正量に制御するとともに，生物処理用の曝気風量を汚水中のアンモニアを硝化するために必要十分な風量へ抑制することで，省エネを実現する。（株）クボタの高性能膜ユニットとこの技術を組み合わせた省エネ型スマートMBR SCRUM™（**図4**）は，従来型MBRでの消費電力の実績値（注2）に対して50％の削減を目指しており，DB方式での下水高度処理施設の再構築などを通じ，今後の導入を進めていく。

4. 多様化するニーズに応じた新たな取り組み

発注形態の多様化の流れは，O&Mの業務委託では包括化として現れている。運転管理業務に加え，点検業務，修繕業務，清掃業務，電力・薬品・燃料調達業務と，一体で発注される業務の幅は年々拡大傾向にある。また，福井県坂井市，神奈川県箱根地区，及び横須賀市における事例などのように，営業系業務である窓口業務や，検針業務，収納業務などを，施設の運転管理業務と一体にした包括委託も見られるようになってきた。

東芝グループは，このような業種の垣根を越えた包括化の流れに対応して更なる付加価値を提供するため，これまで保有していた漏水検出技術と合わせて検針機能を搭載した検針機能付きTSリークチェッカーを開発した。従来は，検針員が2か月ごとに戸別訪問して行う検針業務とは別に，聴感判別の技能を持つ調査員が必要に応じて対象を限定し，音聴棒と呼ばれる微小な音を拾う器具を用いて漏水固

（注2） 2009年の国土交通省下水道部A-JUMPプロジェクトで実証された値。

有の特徴を聞き分けることで漏水調査業務を行っていた。この製品はこれらの業務を効率的に融合させる。この製品の開発にあたり，水道管の維持管理と漏水調査のノウハウを持つ，東京水道サービス（株）と（株）日本ウォーターソリューションの協力を得た。

この製品は，検針対象の水道メーターの上に置いて使用され，携帯端末からのボタン操作一つで，水道メーターに伝わる音の録音と，使用水量表示面の画像撮影を行う（**図5**）。録音した音データをクラウドシステムに転送し，漏水時に発生する音の特徴との一致度を自動判定することで，漏水調査対象を簡易的に絞り込むことができる（**図6**）。この情報を基に漏水可能性や漏水量の大きい箇所へ優先的に調査員を振り向けられるようになり，漏水調査の費用対効果が高まる。更に，2か月間隔のデータから時間経過に伴う音の変化を捉えることで，漏水状態の急変に速やかに対応できるといった効果も期待できる。

検針業務では，撮影した画像をOCR（光学的文字認識）処理して携帯端末に転送することで，検針値入力作業の効率化，契約者へ提示可能な検針エビデンスの保存という価値を提供でき，発注者と受託者の双方にメリットのある技術となっている。

図5. 検針機能付きTSリークチェッカー
水道メーターの表示板面に載せて録音，撮影及び指示値のOCRを行う。
Leak checker with meter reading support function

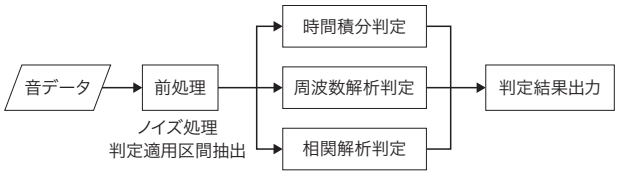

図6. 漏水可能性の判定フロー
漏水聴感判別の技能者による判定を再現するため，三つの判定手法を組み合わせて総合的に漏水の可能性を推定する。
Flow of processes for leakage possibility judgment

漏水調査・対策は，漏水という無効水を減らすことによる有収率向上を通じて水資源の有効活用と事業経営の改善を図り，更には，水道管周辺の地盤軟弱化による路面陥没事故などの予防にもつながる重要な業務である。東芝グループは直接的な業務の高効率化にとどまらず，経営改善や波及事故予防までも含めた高い視点に立ち，持てるICT（情報通信技術）を事業の様々な場面に投入することで，強靱で持続可能な上下水道事業の実現に貢献していく。

5. 今後の展望

発注形態の多様化が進むにつれ，民間への要望も，より広範囲かつ高度になっていく。ここで述べたソリューションはいずれも，既に開発した商品を新たな発注形態に適用した例であるが，今後は業務標準の見直し，ライフサイクルコストの縮減及び経営指標の改善といった総合的で多様な命題・ニーズへのソリューション創出が課題になる。建設やO&Mの現場で培った技術・知見と，事業経営の視点を併せ持ち，顧客要望の具体化と実現を進める。

6. あとがき

上下水道分野における官民連携の発注形態は，今後ますます多様化していくと予想される。その進展に応じて，技術やソリューションは，より使い手の視点に立って改善し，価値を向上させていかなければならない。東芝グループは，そのパイオニアとして事業体や運転管理の現場との対話を継続し，メーカーの立場から，より良い上下水道事業の未来を切り開いていく。

・SCRUMは，（株）クボタの商標。

宮尾　圭一　MIYAO Keiichi
東芝インフラシステムズ（株）水・環境システム事業部
水ソリューション事業開発部　電気学会会員
技術士（電気電子部門，上下水道部門，総合技術監理部門）
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.

竹田　智　TAKEDA Satoshi
東芝インフラシステムズ（株）
水・環境システム事業部 水ソリューション事業開発部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.

小峰　英明　KOMINE Hideaki
東芝インフラシステムズ（株）
水・環境システム事業部 水ソリューション事業開発部
技術士（上下水道部門，機械部門，電気電子部門）
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.