

水道事業に寄与する水運用・水道施設管理システムによるソリューション事例

秦 康則
Hata Yasunori

細谷 和弘
Hosotani Kazuhiro

丸山 直樹
Maruyama Naoki

渡辺 忠雄
Watanabe Tadao

小泉 賢司
Koizumi Kenji

2013年3月に厚生労働省が発表した「新水道ビジョン」は、「安全」、「強靱」、「持続」の3つの観点から関係者が取り組むべき事項、方策の提示を行っている。

国内の水道事業は、人口減少に伴う施設効率性の低下、施設の老朽化、技術系職員の減少など多くの課題を抱え

ている。日立グループは、これまで培ったモノづくりの経験に基づく信頼性の高い製品・システム・技術による、さまざまなソリューションを提供している。本稿では、送配水系の課題解決に寄与するシステム導入事例を紹介する。

1. はじめに

厚生労働省の「新水道ビジョン」では、水道水の安全の確保を「安全」、確実な給水の確保を「強靱（じん）」、供給体制の持続性の確保を「持続」と表現し、これら3つの観点から水道の理想像を具体的に示し、関係者間で共有することをうたっている。

また実現方策としては、「関係者の内部方策」、「関係者間の連携方策」、「新たな発想で取り組むべき方策」が示されている。

新水道ビジョンにおける3つの観点と実現方策に対する

日立グループの取り組みおよび関連技術について図1に示す。

これまで日立はIT（Information Technology）の活用と運用データの解析により、水道施設を効率よく制御し、エネルギー利用の効率向上を図るとともに、シミュレーションによるノウハウの継承、人材育成、組織力強化のためのシステムを提供してきた。

ここでは、水道施設のレベルアップ・発展的広域化・維持管理の効率化に寄与している、送配水系システムの導入事例について述べる。

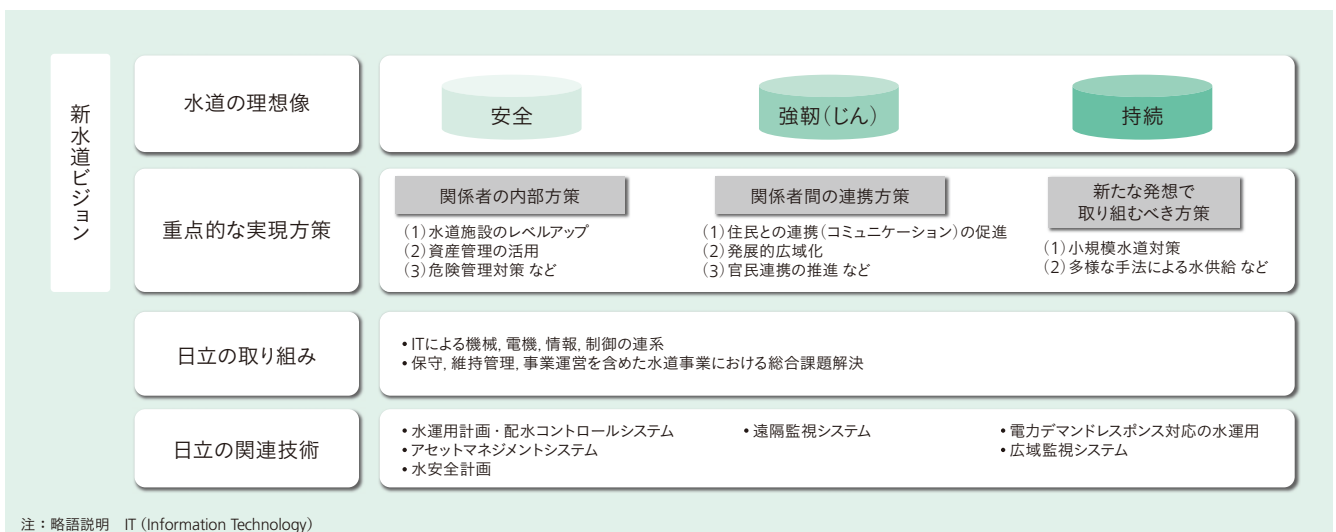


図1 | 重点的な実現方策と日立の取り組み

日立は、新水道ビジョンにある水道の理想像を実現するためITを活用したソリューションを提供する。

2. 大阪市水道局納め総合水運用システム

2.1 大阪市水道事業の概要

大阪市の水道は、1895年に日本で4番目の近代水道として発足し、以来120年の歴史を築いてきた。この間、水づくりを行っている浄水場では、浄水技術の高度化を図り、2000年には市内全域に高度浄水処理水を通水するなど、水道水の安心と安全を確保してきた。また、2014年には、課題であった水道施設のさらなる効率的な運用や危機管理体制の充実、水道施設の広域化と省エネルギーを目的とした「総合水運用システム」の導入を行った。日立はこれまで、大阪市の水道向けにハードウェアとしての監視制御システム、ソフトウェアとしての制御・シミュレーション技術を使ったシステムを納めてきたが、ここでは、これら情報・制御の統合化技術を生かした「総合水運用システム」の紹介を行う。

2.2 大阪市水道施設の特徴

大阪市の水道は、現在3か所の浄水場（柴島、庭窪、豊野）、9か所の配水場、および2か所の加圧ポンプ場がある。送配水管は総延長5,000 kmに及び浄水場間の相互融通が可能な配管の整備が進められている。

総合水運用システムを導入する以前は、3か所の浄水場にてそれぞれで水運用計画を実施しており、各浄水場に需要予測機能・送水計画立案機能を備えていた。

このため浄水場間の相互融通を行うためには運転員間で情報を共有する必要があった。

2.3 総合水運用システム

総合水運用システムは、柴島浄水場に設置され、大阪市全体の需要予測と実績把握の一元化を図ることで、取水から配水に至るトータルシステムの一体運用のほか、浄水場間での情報共有ができる効率的な運転管理が可能となった。

総合水運用システムの主な機能は次のとおりである。

(1) 需要予測機能

3か所の浄水場の円滑な水運用をおこなうため、統計解析手法により、天候、曜日、最高気温などの変動要因から排水量の需要予測を行う。また、配水管網の変更なども考慮した「配水区域における配分比」も変動要因として加えている。予測期間は、翌日と翌々日であり、予測値は30分単位である。この予測結果を各浄水場の既存の監視制御システムへ日々提供している。

(2) 市内配水量の一元管理機能

市内配水量の一元管理を行い、配水場などの配水能力低下などを想定した、異常時における相互融通も行える機能。

(3) 浄水場帳票機能

3か所の浄水場の管理設備より水量や水質などの主要なデータを受信し、各浄水場の統括帳票を作成する機能。

これらの機能を構築するために総合水運用システムは、既存の浄水管理システム、配水管理システム、各配水場の監視システムをITにより接続し、各浄水場の浄水総合監視端末と、水運用の需要予測などを行う総合水運用端末およびサーバで構成されている（図2参照）。

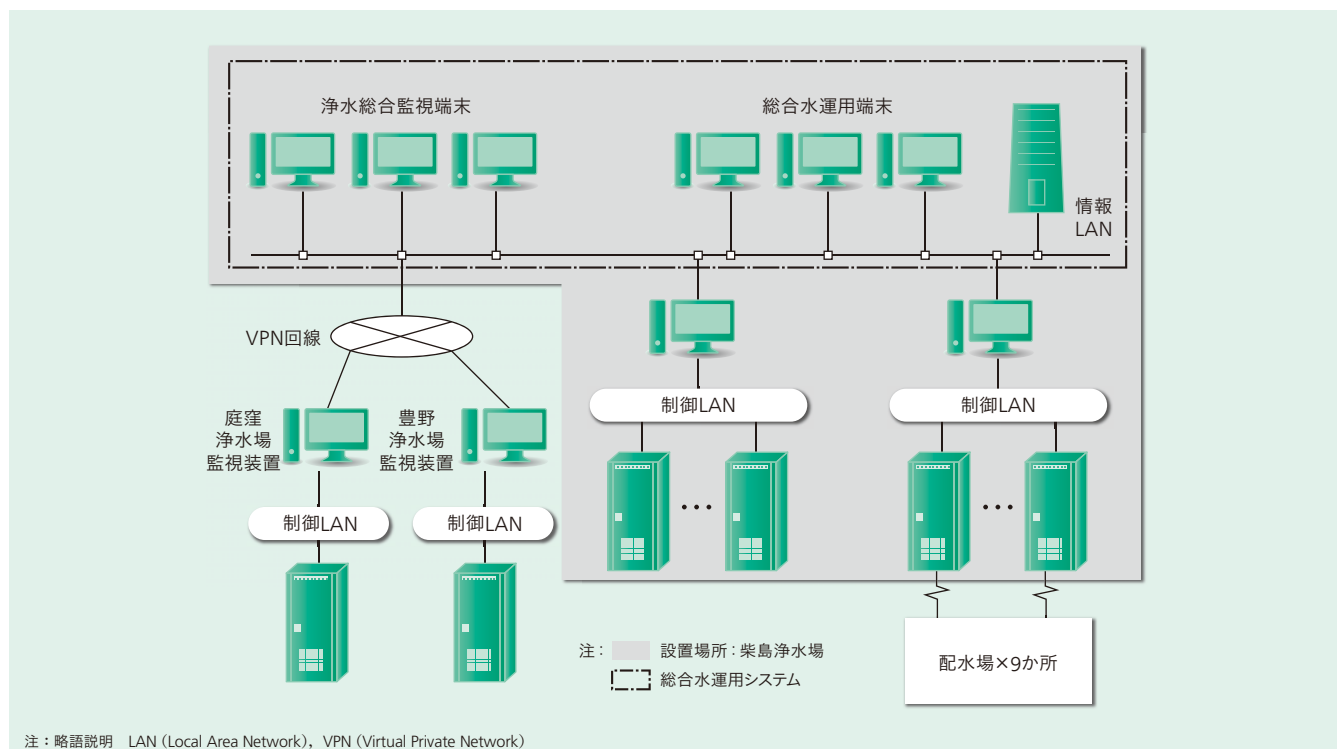


図2 総合水運用システムの構成

総合水運用システムは、大阪市全体の需要予測を一手に担っており、通信ネットワークで予測結果を既存のシステムへ日々提供している。

2.4 需要予測の技術手法

総合水運用システムで採用している需要予測の技術手法の概要を述べる（図3参照）。

本手法では統計解析手法を基本として、以下の3ステップで需要を予測している。

- (1) 全市の日単位需要予測
- (2) 配水区域ごとの日単位需要予測
- (3) 各配水区の時間帯別（30分ごと）需要予測

以下、各ステップの処理概要を説明する。

まず、(1) 全市の日単位需要予測では、統計解析で求めた「平日晴天時の需要量」を基本として、変動要因として考慮すべき「天候」、「最高気温」、「特異日」、「曜日」による補正を行う。天候、最高気温は天気予報の情報に基づいて入力する。また、特異日は、年末年始などの通常と異なる需要パターンとなる日である。補正に際しては、これも需要実績を統計解析することで導出した補正係数を用いる。

次に、(2) 配水区域ごとの日単位需要予測のステップでは、(1) の予測結果を配水区域単位に配分する。配分に際しては、実績データの統計処理より求めた配分比率を用いる。そして、(2) の結果を用いて、配水区ごとの需要の時間変動を考慮して、(3) 各配水区の時間帯別（30分ごと）の需要予測を求める。ここで、需要量の時間変動は、実績データより学習したものを適用する。

「天候」、「最高気温」、「特異日」、「曜日」の補正係数は、蓄積した実績データに基づいて経年変化に追従すべく、定

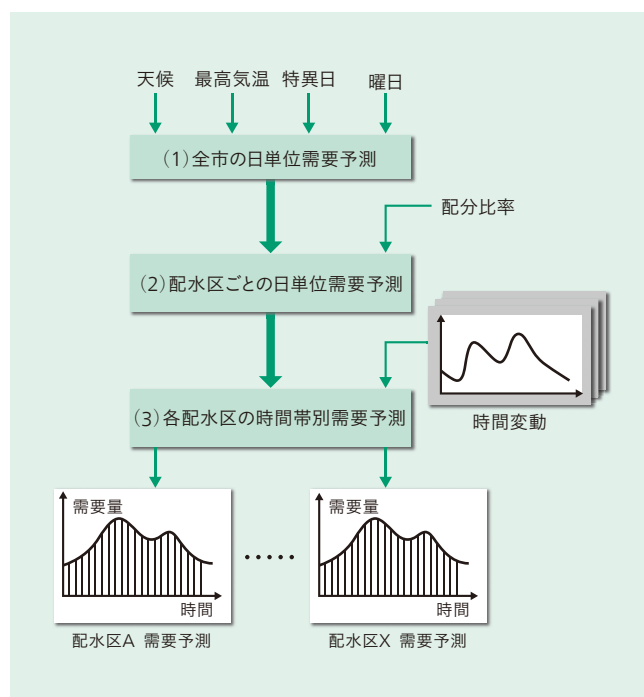


図3 | 需要予測算出方法

3ステップで、配水区ごとの時間帯別需要を予測する。天候、最高気温、特異日、曜日による補正、ならびに配水区ごとの配分比率は、定期的に、自動で見直しを実施し、経年変化に追従可能としている。

期的に見直している。見直しは、「天候」、「最高気温」、「特異日」は1年ごとに、「曜日」に関しては週単位で実施している。さらに、配水区ごとの配分比率は、配水区域の変更を反映できるように毎日修正を加えている。

これらの予測処理ならびに、補正係数・配分比率の見直しはすべて自動にて行い、運転員の負担軽減に寄与している。

2.5 需要予測機能のフィールド評価

現地フィールドでのデータ実証を行い、チューニングした結果、大阪市内全域の日量での需要予測の誤差率は、上水道においては平均2%未満、工業用水道においては平均3%未満（ただし、データ実証期間内）に収束することができ、運用を開始している。

3. 新居浜市水道局納め水道施設監視システム

3.1 新居浜市水道事業の概要

新居浜市の水道は、1954年に上水道事業として発足し、以来61年の歴史を築いてきた。この間、第1次～第6次の拡張事業を行い、給水人口と給水区域を拡張しながら、水道水の安心と安全を確保してきた（現在の計画給水人口120,000人、計画1日最大給水量56,300 m³）。

新居浜市の水道水源は、すべて地下水の井戸水源である。市内各所に点在しており、1か所で大規模な水づくりを行う必要がない反面、最終配水池まですべてポンプによる送水となっている。

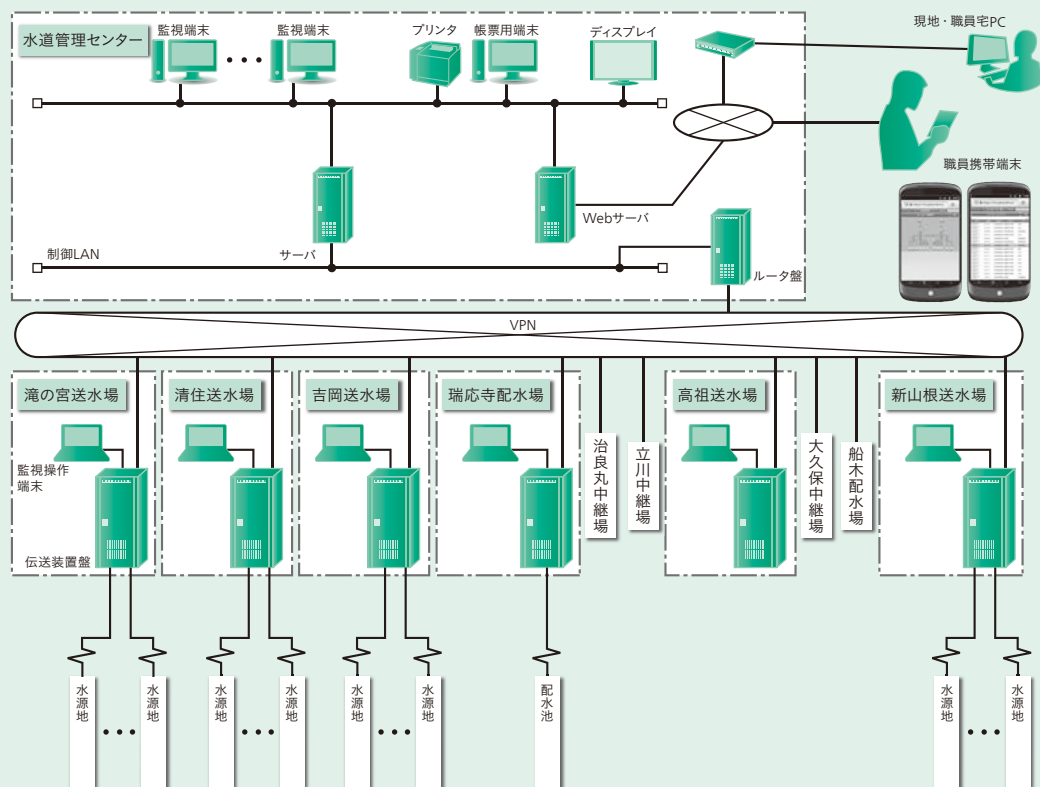
1996年度には、上記水道施設全般の管理を可能とした水道管理センターが完成し、集中管理を行ってきた。

その後、施設管理者の体制は縮小傾向にあり、2014年4月には、課題であったさらなる安定的・効率的な施設運用と施設管理業務の効率化を目的とした「水道施設監視システム」の導入を行った。

3.2 新居浜市水道施設の特徴

新居浜市の水道は、市内広域に点在する水源地22か所、送水場・中継場10か所、配水池9か所および給水末端に設置している水質・流量監視局21か所におよぶ水道施設（全無人施設）から構成されている。水源地から送水場・中継場を経由して配水池へ配水されるため送水ポンプ・中継ポンプの電力消費が大きいのが特徴である。

また水道施設監視システムを導入する以前は、施設の異常時に当直者が施設管理者へ電話連絡し、これを受けた施設管理者は、施設全体の状況を把握するために水道管理センターにいったん出向く必要があった。



注：略語説明 PC (Personal Computer)

図4 水道施設監視システムの構成

広域に点在する水源の水を市内へ供給するため、インターネットをはじめとするITを活用した広域監視システムとなっている。

3.3 水道施設監視システム

水道施設監視システムは、水道局本局に設置され、インターネット回線とスマートフォンやタブレット端末を活用して、水道管理センター外にしながら水道施設を監視できるシステムである（図4参照）。

また、現場にある送水ポンプの制御設定値をその都度変更することがないように、制御設定値となる運転水位は、

日中用と夜間用の複数のパターンを持つことができる。この機能によって日中の電力消費を電気代の安い夜間にシフトさせることが期待できる。

さらに日中用と夜間用のパターン設定を検証するために事前に運転水位を確認できるシミュレーション機能の充実を図った（図5参照）。

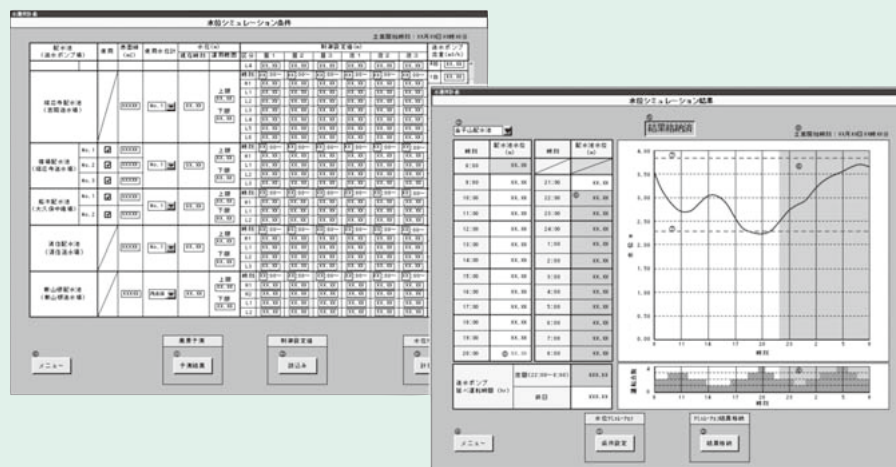


図5 水位シミュレーション画面例

日中・夜間の運転水位設定を行い、水位変動を事前に模擬確認できる。



図6 AQUAMAX-Web画面イメージ

水道管理センターの監視端末と同じグラフィック画面と警報メッセージを表示する。端末特有のピンチアウトやスワイプなど親しみある操作ができる。

3.4 タブレットによるWeb監視機能

水道施設監視システムで採用しているWeb監視システムの概要を述べる。Web監視機能は、日立グループの情報制御システム「AQUAMAXシリーズ」のAQUAMAX-Webを採用しており、水道管理センターの監視端末と同じグラフィック画面や警報メッセージをインターネット回線を利用してスマートフォンやタブレットに表示できる。画面サイズは5～8インチ程度と小さいが、端末特有のピンチアウト操作などに対応しているため画面を拡大表示することができる。

またAQUAMAX-Webでは、施設の警報信号を検知してその内容を電子メールで複数の施設管理者に通知することができる。施設管理者は電子メールを受信すると、警報メッセージの内容と施設の状態を確認することで、初期対応の判断や意思決定を行うことができる（図6参照）。

4. おわりに

ここでは新水道ビジョンの重点的な実現方策のうち、水道施設のレベルアップや発展的広域化に貢献する送配水系システムについて、導入事例を具体的に紹介した。

送配水系システムの将来への展望としては、まず、浄水場からの送水と配水池からの配水の計画立案を連携させ、全体で最適化することで省エネルギー性能を一層向上する水運用機能が考えられる。

また、電力自由化以降に導入が予想される電力デマンドレスポンス制度に対応して、電力のピークカットやコスト削減に貢献する水運用機能などの、電力インフラとの連携によるエネルギー最適化の必要性も高まると考えている。

日立グループは、社会や顧客が抱える課題や変化に真摯（し）に向き合い、これまで培った技術に基づき、きめ細かなソリューションの提供と技術開発を実施していくことで、水道事業の安全・強靱・持続への貢献を一層進めていく。

参考文献など

- 1) 厚生労働省健康局：新水道ビジョン（2013.3）
- 2) 横井，外：上水道の安全・安心に貢献する監視制御・情報処理システム，日立評論，95，8，534～537（2013.8）
- 3) 大阪市水道局：大阪市水道・グランドデザイン，
<http://www.city.osaka.lg.jp/suido/page/0000022943.html>
- 4) 新居浜市：新居浜市水道ビジョン（平成22年度～平成32年度），
<https://www.city.niihama.lg.jp/uploaded/attachment/9225.pdf>

執筆者紹介



秦 康則

日立製作所 電力・インフラシステムグループ インフラシステム社
水・環境ソリューション事業部 社会システム本部
西部システム技術第1部 所属
現在、関西地区の上下水道電気設備ソリューション業務に従事



細谷 和弘

日立製作所 電力・インフラシステムグループ インフラシステム社
水・環境ソリューション事業部 社会システム本部
西部システム技術第1部 所属
現在、関西地区の上下水道電気設備取りまとめ業務に従事



丸山 直樹

日立製作所 電力・インフラシステムグループ インフラシステム社
水・環境ソリューション事業部 社会システム本部
西部システム技術第1部 所属
現在、四国地区の上下水道電気設備取りまとめ業務に従事



渡辺 忠雄

日立製作所 電力・インフラシステムグループ インフラシステム社
水・環境ソリューション事業部 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



小泉 賢司

日立製作所 研究開発グループ システムイノベーションセンタ
インフラシステム研究部 所属
現在、上水道の計画技術の研究開発に従事
博士（工学）
日本オペレーションズ・リサーチ学会会員