

安心・安定・持続を実現する上水道ソリューション

Water Service Solution Technologies to Achieve Safety, Stability, and Continuity

環 省二郎 國見 正樹 相馬 孝浩

■ TAMAKI Shojiro ■ KUNIMI Masaki ■ SOMA Takahiro

厚生労働省は、2004年6月に、水道の将来像及び今後の水道の重点的な政策課題に対応するための具体的施策とその方策・工程を示す“水道ビジョン”⁽¹⁾を公表した。

水道ビジョンが示す目標の達成と施策の実現のためには、安心、安定、効率化、省力化を実現する高付加価値技術の提供に加えて、民間部門にも、従来の設備機器の提供やプラント建設業から一歩踏み出した水道プラントソリューション事業への展開、及びDBO (Design, Build, Operate) や包括委託など、官の事業パートナーとしての役割が求められている。東芝は、これからの水道事業に求められるソリューション技術を開発している。

Japan's Ministry of Health, Labour and Welfare announced a new water supply service policy in June 2004. This policy, called the "Water Service Vision," sets out concrete solutions to deal with serious future issues related to water supply services. The goals of the policy are to realize safe, stable, efficient, and continuous water supply services. To achieve these goals, the ministry has strong expectations on private corporations in various areas, including high-value-added technologies, new water filtration plant solutions, and private financial initiative projects.

Toshiba is developing solution technologies required for the future water supply service business.

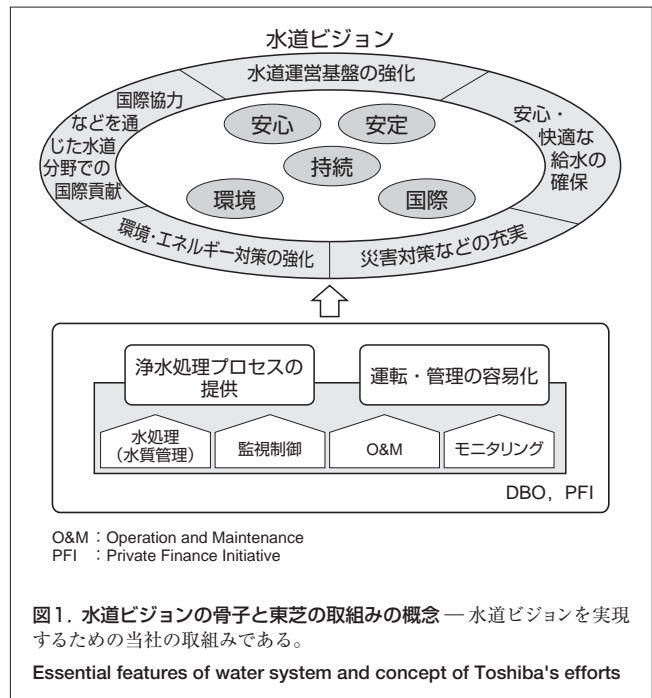
1 まえがき

わが国の水道は、高度経済成長期を契機として、国庫補助を含む豊富な財源を背景に行政主体の効率的な施設の建設がなされ、水質、水量、及び事業経営の安定性において世界最高水準となっている。

一方、水道を取り巻く環境は刻々変化し、厳しさを増してきている。20世紀に整備された水道施設の老朽化が進行し、その更新が課題となっているが、国や地方公共団体の財政難により公共事業投資は年々削減され、産業構造の変化や少子高齢化による人口の減少で水需要は伸び悩み、水道料金による増収は望めない。また、効率的な事業経営や運営が求められるなか、水源水質の悪化による様々な問題への対処、地震や渇水などの災害及びテロへの対策の充実、環境やエネルギー対策など、新たな課題にも対応していかなければならない。

水道ビジョンは、水道関係者が共通の目標を持ち、互いの役割を分担し連携しながら今後の水道に関する重点的な政策課題に対応できるよう、その具体的施策及び方策や工程を示している。水道ビジョンの骨子と東芝の取組みの概念を図1に示す。

水道ビジョンでは、安心、安定、持続、環境、国際という五つの政策目標と、それを実現するための五つの主要施策を提示している。当社はそのソリューションとして、次の目標を



掲げて開発に取り組んでいる。

- (1) 多様化し高度化する水処理プロセスの主要な装置と制御技術の提供
- (2) 技術継承と効率のかつ容易な運転管理を実現するシステム製品及び技術の提供

表1. 水道ビジョンの主要施策と東芝が保有するソリューション技術

Principal measures in "Water Service Vision" and corresponding Toshiba solution technologies

水道ビジョンの主要施策	東芝のソリューション技術
水道運営基盤の強化	<ul style="list-style-type: none"> ・広域水運用システム ・プロセスモデルパラメータの自動最適化技術 ・漏水検出器 ・設備診断技術(環境診断, 汚損度診断, オンラインコロナ診断, 機器・ケーブルの劣化診断, 設備振動診断, OTDR) ・保全管理・機器台帳管理システム ・第三者委託制度への対応(PFI, O&M)
安心・快適な給水の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・オゾン処理システム ・紫外線消毒システム ・オンライン凝集センサ ・膜ろ過処理システム ・凝集剤注入制御システム ・送水残塩予測支援システム ・活性炭注入支援システム ・河川水質予測シミュレータ ・浄水場水質シミュレータ ・水質監視支援装置 ・蛍光分析計 ・バイオセンサ
災害対策などの充実	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時の被害推定技術 ・管路破断位置確定技術 ・取水制限時の水運用計画システム
環境・エネルギー対策の強化	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネ診断技術 ・小水力発電システム ・マイクロガスタービン発電システム ・太陽光発電システム ・高効率変圧器, 高効率モータ ・高/低圧インバータ
国際協力などを通じた国際貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・運転コストシミュレータ

OTDR : Optical Time Domain Reflectometers

これらの詳細を以下に述べる。また、水道ビジョンの主要施策と、当社の保有するソリューション技術を表1に示す。

2 原水水質や運営条件に適する浄水処理技術の提供

水道水では、水源の富栄養化に伴うかび臭の発生、消毒副生成物の生成、塩素注入量の増加による塩素臭の発生、及び微量有害化学物質や病原性微生物による汚染、などの問題を抱えている。水道ビジョンの施策の一つに、安心・快適な給水の確保を掲げ、浄水処理の高度化の必要性が述べられている。また、2004年度に水道法の水質基準が一部改定となり、これに対応した浄水処理の高度化が必要になってきている。

図2は、水質管理から見た要求事項を提示し、それに対する当社のソリューション技術を示したものである。当社はこれまで、オゾン処理システムなど水処理にかかわる当社のソリューション技術と基盤技術を融合させることで、水道施設の高度化や効率的な運用に寄与してきた。

ここでは、オゾン処理システムに加え、浄水処理の高度化に更に貢献するものとして、電力分野で高い信頼を得ている膜ろ過処理システムと下水道分野で実績のある紫外線消毒システムの上水道分野への適用について述べる。

2.1 オゾン処理システム⁽²⁾

河川や湖沼などの水源水質の悪化により、水道水において、異臭味の発生やトリハロメタン生成の問題が顕在化している。



図2. 東芝の水処理技術 — 当社の水処理技術は、水道ビジョンにおける様々な水質管理上の課題を解決する。

Toshiba water treatment technologies

これらの対策として、大都市部の浄水場を中心に、オゾンと活性炭を用いた高度浄水処理の導入が進んでいる。このオゾン処理システムの主な課題として、臭素酸抑制と電力費削減が挙げられる。

オゾンは、水中の臭化物を酸化して発ガン性の疑いがある臭素酸を生成することがあり、臭素酸は溶存オゾンが検出されるとほぼ同時に生成されるため、オゾンが過注入になると、臭素酸濃度が増大する。また、オゾン注入率一定制御では、水質急変時の対応が困難である。

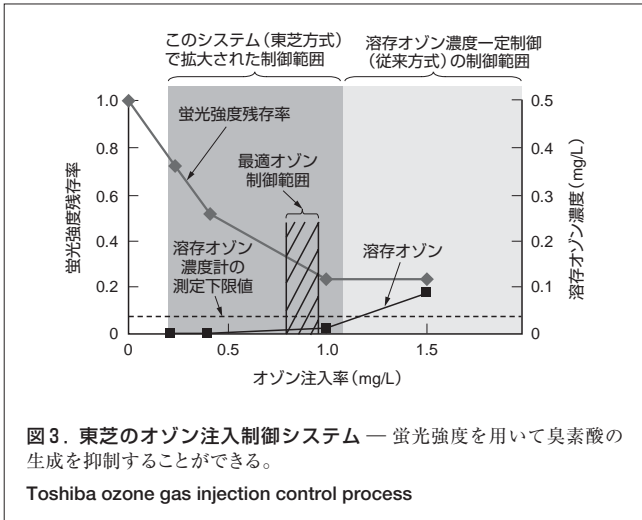


図3. 東芝のオゾン注入制御システム — 蛍光強度を用いて臭素酸の生成を抑制することができる。
Toshiba ozone gas injection control process

表2. 東芝のオゾン注入制御システムによる電力費削減効果の例
Example of electricity cost reduction effect realized by Toshiba ozone gas injection control process

項目	オゾン制御方式	
	溶存オゾン濃度一定制御 (従来方式)	オゾン注入制御 (東芝方式)
溶存オゾン濃度	0.1 mg/L (注1)	0.0 mg/L
オゾン注入率	1.0 mg/L	0.6 mg/L
使用電力比	1	0.75
年間電力費の削減効果 (日量 500,000 m ³)	—	13,140,000円/年 (注2)

(注1) 水質によっては臭素酸の水質基準 (0.01 mg/L) を超える。
(注2) 溶存オゾン濃度一定制御に対する削減金額。

これに対処するために、異臭味やトリハロメタン前駆物質を除去しながら臭素酸の生成を抑える、蛍光分析計を応用したオゾン注入制御システムを開発した(図3)。適量のオゾン注入となるため、表2に示すとおり電力費削減の効果も期待できる。

2.2 膜ろ過処理システム

耐塩素性の病原性微生物であるクリプトスポリジウムやジアルジアなどにより、水系集団感染を引き起こす場合があった。このような病原性微生物の人体への感染を防ぐ技術として、膜ろ過処理や紫外線消毒処理が目目されている。膜ろ過処理システムは、濁質の除去、クリプトスポリジウムなど病原性微生物の除去、及びメンテナンス性の向上を目的として導入が進んでいる。膜ろ過処理では、特に水源が表流水など濁質を多く含む場合、目詰まり(ファウリング)に注意する必要がある、ファウリングは、処理効率の低下による処理費用の増大などを引き起こす。従来、膜ろ過処理における膜ファウリング対策として、適切な頻度で物理洗浄を行い、また、膜面や膜細孔内に付着した汚れを薬品で除去する薬品洗浄を定期的に行っている。しかし、薬品洗浄は、薬品や廃液処理などの維持管理費の増大及び膜の劣化などが課題

となっている。更に、環境負荷低減の面からも、薬品洗浄は頻度を少なくすることが望ましい。

こうした課題に対し、当社は、電力分野で約40か所へ導入した経験をもとに、物理洗浄による汚れの除去特性を向上させた機能膜を開発している。従来の中空糸膜の表面に、所定の温度で可逆的に膨張・収縮する高分子を付加させた。この機能膜は、物理洗浄時に温水を流すことで高分子を収縮させ、膜表面及び膜細孔内に付着した汚れを効果的に除去できる。この作用により、機能膜は薬品洗浄の低減、膜の長寿命化が図れる。

2.3 紫外線消毒システム

既に欧米で実用化されている紫外線を用いた消毒システムは、病原性微生物対策として有効とされている。

日本では、(社)日本水道協会と(財)水道技術研究センターが、塩素消毒を主体とする消毒処理を補完する技術として、紫外線消毒に関するガイドラインを発行している。

こうした背景の下に、当社は、下水道分野での納入経験を生かし、クリプトスポリジウムやジアルジアの消毒を目的として、安全性を強化した紫外線消毒システムを開発している。特長は、万が一紫外線ランプが破損した場合、ガラス片や水銀片が処理水へ混入することを防ぐために、サイクロン型紫外線リアクタとしていることである(図4)。

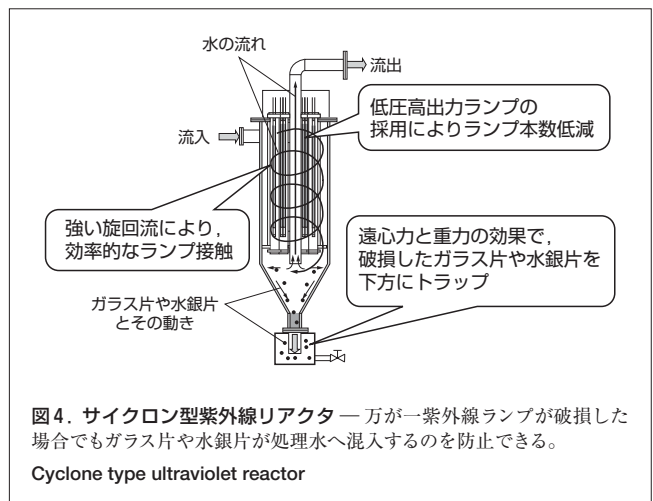


図4. サイクロン型紫外線リアクター — 万が一紫外線ランプが破損した場合でもガラス片や水銀片が処理水へ混入するのを防止できる。
Cyclone type ultraviolet reactor

3 民間委託を視野に入れた効率的運転管理技術の提供

水道施設が計画・構築され、運用が開始されると、その期間中に設備の老朽化や水質の悪化、あるいは事業の形態そのものの改革といった様々な変化が生じる。それに対し水道事業者は、そのつど設備や運転管理体制を見直していかなくてはならず、その場合、その時々々の要求に対して性能・機能的かつ経済的にも最善の方法を適用していく必要があるため、民間の技術力の活用が不可欠であると考えられる。

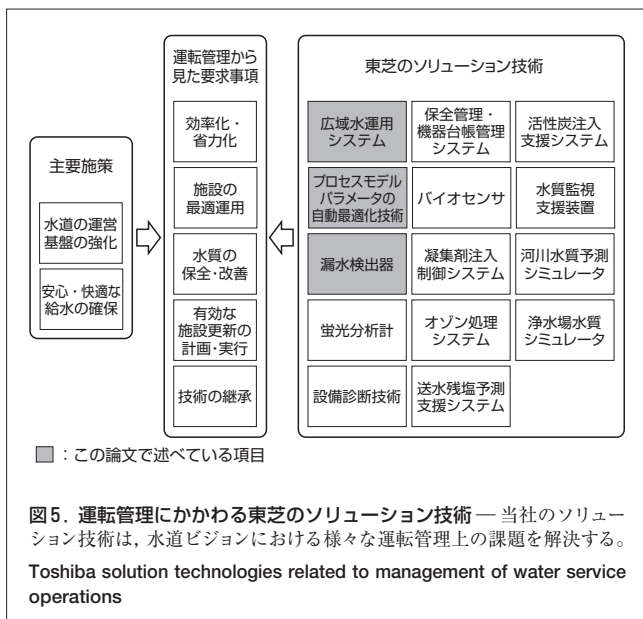


図5は、水道ビジョンの“水道の運営基盤の強化”と“安心・快適な給水の確保”という施策課題に対して、運転管理の視点から見た要求事項を提示し、更に、それに対応して当社が提供するソリューション技術を示したものである。

ここでは、それらの中から特に重要かつ効果的な技術と

して、広域水運用システム、プロセスモデルパラメータの自動最適化技術、及び漏水検出器について述べる。

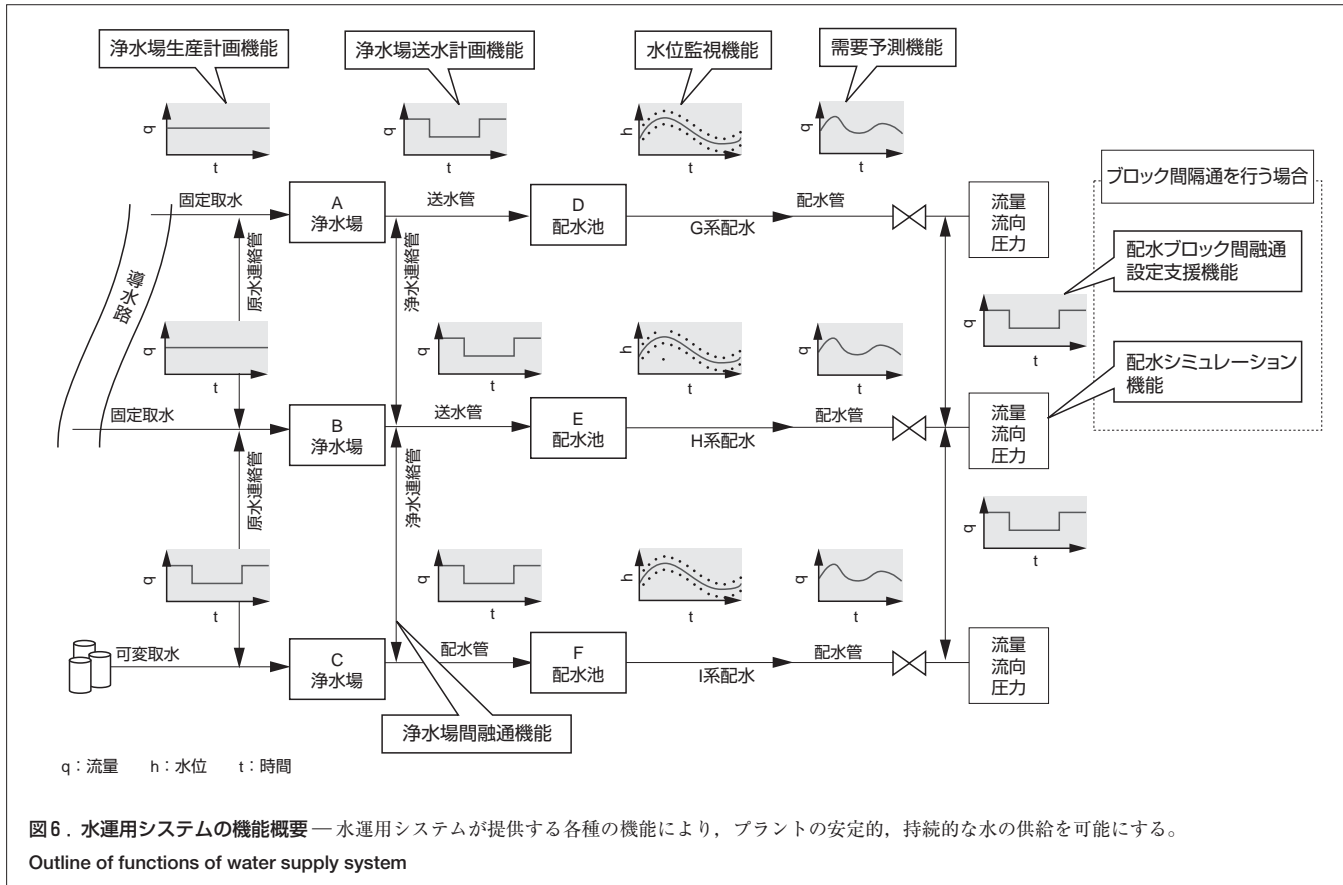
3.1 広域水運用システム

上水道の分野では、限られた水資源を有効利用するための広域運用システムや、運転管理を省力化するためのシステムへの要求が高まっている。それらの実現のためには、変動する水の需要量に対して、様々な形態のプラントを効率的に運用していく必要がある。

当社は従来、変動する水の需要量を予測して、需要家(消費者)への配水量の決定やそれに応じた浄水場から配水池への送水量の計画を行う水運用システムを提供してきたが、更に、複数の取水口や浄水場、配水池がある場合についても開発を行った。

この水運用システムは、水の需要予測や送水量計画のほか、各浄水場間や配水ブロック間での水の融通を支援する機能、更には、メンテナンス時に設備停止した場合の運用をシミュレーションするリスク管理機能などを提供する。このシステムの機能の概要を図6に示す。

これにより、広域水運用を行うプラントでの安定的、持続的な水の供給を可能にするとともに、省力化の実現や将来へ向けた技術の継承にも役だつものと考えている。



3.2 プロセスモデルパラメータの自動最適化技術

上水道プラントの運用には様々な制御やシミュレータが導入されている。これらに使われるモデルや制御パラメータは季節変動や経年変化などの外乱により変化するため、制御やシミュレータの性能も経年劣化するという課題があり、従来は、このパラメータを最適化するために、技術者が実際に現地に赴いて調整していた。当社の提供するプロセスモデルパラメータの自動最適化技術は、オンラインデータや手分析データからモデルパラメータや制御パラメータを自動的に調節し、制御やシミュレータの性能を最適化する技術である。現在、適用できるシミュレータとしては、水量関係では送配水シミュレータ、水質関係では送水系残塩消費シミュレータ及び粉末活性炭注入シミュレータがある。また、適用できる制御機能としては、凝集剤注入制御及び塩素注入制御がある。

時間の経過に応じたこれらのパラメータの自動最適化は、運転員の経験によらない、プラントの安定的で持続的な運用を可能にする。

3.3 漏水検出器

漏水検出器は、配管中の水流による振動音を計測・解析し、漏水を検出するものであり、コンパクトで誤検出が少ないことが特長である。

当社の漏水検出器には可搬型と常設型があり、可搬型は単体での使用のほか、ハンディターミナルや携帯情報端末(PDA)と組み合わせて使用することも可能である。また、給水管の漏水調査を、水道検針業務と同時に行える利点がある。

常設型は、消火栓や仕切り弁など配水管の露出部へ常設し、配水管の漏水有無を自動検出して、データを漏水検出器内部に記録する。また、無線インタフェース装置により定期的にデータを収集することができる。自動で計測とデータ収集が行なえるため、業務の効率化に有効である。

4 あとがき

厚生労働省が公表した水道の将来像“水道ビジョン”に示されている長期目標を達成するためのソリューション技術として、高度浄水処理プロセスや制御システムなどについて述べた。

今後も、水道ビジョンに示されている安心、安定、持続、環境への貢献と、人口減少に伴う水需要減少や水源水質悪化などの事業環境変化への対応を目標とする、新たな水道ソリューション技術の確立と提供に取り組んでいく。

文献

- (1) 厚生労働省健康局水道課. 「水道ビジョン」について.
< <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/vision2/>>,
(参照2006-03-13).
- (2) 有村良一, ほか. 蛍光強度を利用したオゾン注入制御システムの検討.
EICA. 10, 3, p.27-34.



環 省二郎 TAMAKI Shojiro

社会システム社 水・環境システム事業部 公共システム技術第一部グループ長。公共システムのエンジニアリング業務に従事。環境システム計測制御学会会員。
Environmental Systems Div.



國見 正樹 KUNIMI Masaki

社会システム社 水・環境システム事業部 公共システム技術第一部グループ長。公共システムのエンジニアリング業務に従事。
Environmental Systems Div.



相馬 孝浩 SOMA Takahiro

社会システム社 水・環境システム事業部 公共システム技術第一部主務。公共システムのエンジニアリング業務に従事。
Environmental Systems Div.