

スマートシティを実現する インテリジェントウォーターシステム

Intelligent Water System for Smart Cities

水木 文夫
Mizuki Fumio

美川 一洋
Mikawa Kazuhiro

栗栖 宏充
Kurisu Hiromitsu

日本には豊富な水資源があり、水不足を実感することは少ない。一方、世界に目を向けると、物理的に渇水である地域のみならず、経済的に渇水状態となっている地域が存在し、今後の人口増加や都市への人口集中化により、さらに水不足が進むことが予想されている。そのような都市の水循環には海水淡水化技術による造水手段や、再生水の利用が有効であり、都市の水循環全体を効率よく運営する必要がある。日立グループは、スマートシティを構成する水環境システムとして、水処理システムと情報制御システムを融合し、再生水を効率よく活用する「インテリジェントウォーターシステム構想」を進めている。

1. はじめに

世界では深刻な水不足の問題を抱える地域・国々が多数存在する。物理的に降水量が少ないのは中央アジアやインド、中東、北アフリカ、北アメリカであり、水資源は豊富にあるが経済上安全な水へのアクセスができないのが東南アジアや南米、アフリカなどである（図1参照）。

今後は、人口増加や特に都市への集中などから、全世界の取水量は2025年には2000年比で約30%増加すると予想されており、さらなる水不足が予想される。

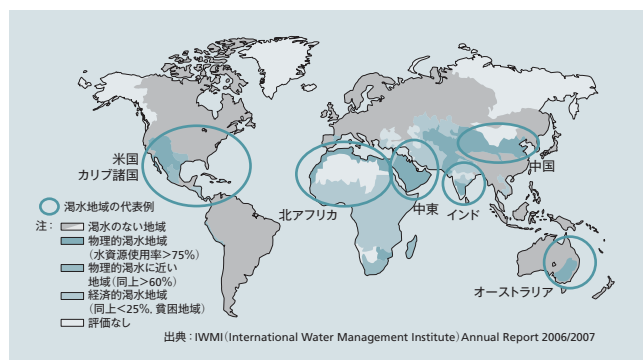


図1 | 世界の渇水地域

物理的渇水地域と経済的渇水地域が存在する。

日立グループは、創業以来約100年、国内を中心に約550の浄水場、約2,800の下水処理場などさまざまな水事業に関わり、海外でも約40か国で250近いプロジェクトに携わってきた。

日立グループは、顧客とともに培った技術や経験、長年にわたるモノづくりや技術開発、製品の信頼性確保への取り組みなどを基に、水資源を有効に活用し、効率的な水環境を提供することでスマートシティを実現していく。

ここでは、スマートシティを構成するインテリジェントウォーターシステムの考え方と、それを実現する日立グループの水環境ソリューションについて述べる。

2. インテリジェントウォーターシステム

2.1 水資源の循環

一般的に飲み水である水資源は、雨水や雪どけ水をダムや湖にためて、そこから流れる河川から取水して上水処理される。さまざまな用途で使用された水は、下水・排水として集積し、下水処理され、再び河川に戻され最終的には海水となる。そこから蒸発した水が雲となり、また雨となって地表に戻ることで水資源循環が構成される（図2参照）。

一方、世界の水資源不足の地域・国々では上記の水資源循環が成立していない。また、現在からうじて上記の水資源循環が成立している地域でも、今後の都市化、人口の集中化により、さらなる水不足が予想されることから、上記サイクルだけでは不十分であり、新たな造水手段・技術が必要と考えられる。

その一つとして考えられるのは、海水から淡水を造成する海水淡水化技術であり、もう一つは下水・排水処理した水を再度有効に活用する再生水技術である。

このように水循環パスを増やし、水資源を有効に活用す

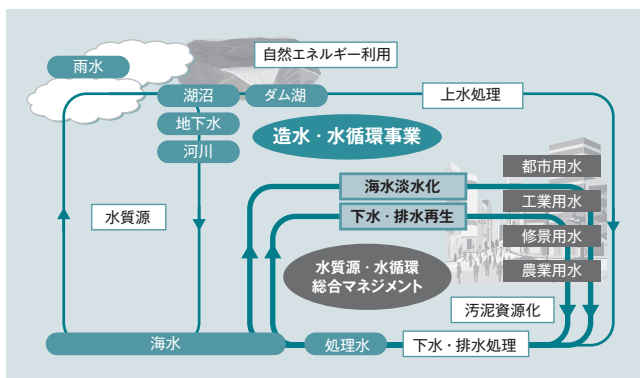


図2 水資源循環のイメージ

日本ではいちばん外側のサイクルで十分に水が賄えるが、世界ではそれでは不十分であったり、そもそもサイクルが成立しない地域が多数存在する。

る技術やシステム、いわゆる「インテリジェントウォーターシステム」がスマートシティを実現するうえで不可欠であると言える。

2.2 インテリジェントウォーターシステム

日立グループが提案するインテリジェントウォーターシステムの概念を図3に示す。

これは、ある特定地域の水循環を表しているが、これまで河川に戻していた排水処理水を再生水として積極的に居住区や工場に戻して活用することと、それぞれの処理施設の運転データや配水の使用状況を1か所に集めて一元管理することで、各施設を効率よく運用し、その地域全体の経営効率を改善するものである。それがまさにスマートシティのめざす姿であると考えられる。

このインテリジェントウォーターシステムを実現する技

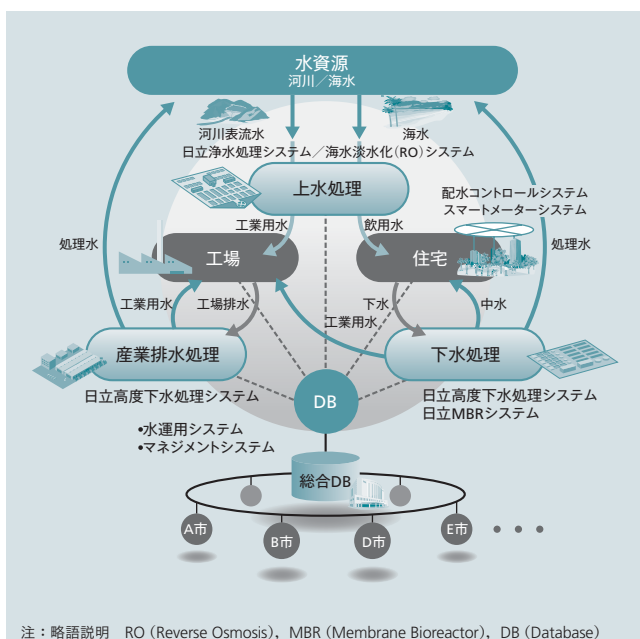


図3 インテリジェントウォーターシステム

高い品質の再生水を供給する技術とITを組み合わせることでスマートシティを実現する水資源循環を提供する。

術としては、従来の上下水道処理技術、工業排水処理技術や監視制御技術に加え、RO (Reverse Osmosis：逆浸透) 膜技術を使った海水淡水化技術、配水コントロールシステムによって漏水率を低減し飲料水を安定して提供する技術、スマートメーターシステムによる顧客情報管理技術、およびMBR (Membrane Bioreactor：膜分離活性汚泥法) システムなどによる高度下水処理技術などがある。配水の使用状況やそれぞれの水処理施設の運転データを1か所のデータベースに集積し、一元管理、相互利用することで、特定の地域全体の水循環に関する経営効率を改善することができると考える。

3. 日立グループの水環境ソリューション

(1) 上水処理システム

日立グループは、上水道施設として取水から導水・浄水・配水・給水設備、各種薬品注入設備や滅菌設備あるいは電気設備、計装システムおよび監視制御システムまで幅広いソリューションを提供している。また、UF (Ultra Filtration) 膜システムやRO膜システムなどの膜型浄水システムによって濁度、細菌類、塩分などを除去し、高度な水道水を提供することも可能である。

(2) 下水高度処理システム：包括固定化窒素除去プロセス「ペガサス」

下水処理場における水処理プロセスには、最初沈殿池に至るまでに行う物理的な固形物などを分離・除去する「一次処理」と、最終沈殿池に至るまでに行う、微生物などを利用し有機物を除去する「二次処理」がある。

処理水は消毒して公共用水域に放流されるが、処理水を有効に再利用したり、公共用水域の富栄養化対策が必要な場合は、上記二つの処理では除去されない窒素・リン・有機物などを除去する「高度処理」を行う必要がある。

「ペガサス」は既設下水処理設備に高度処理を導入する設備として、株式会社日立プラントテクノロジーが地方共同法人日本下水道事業団と共同研究で開発した包括固定化担体「バイオエヌキューブ」を用いた硝化・脱窒処理法である。従来の生物反応槽を無酸素槽と好気槽に分け、好気槽に増殖速度の遅い硝化菌を固定化したバイオエヌキューブを投入することで対応可能である。これによって処理時間を半減することが可能となる（図4参照）。

(3) MBRシステム：生物処理と膜

MBRは膜 (Membrane) と生物反応槽 (Biological Reactor) を組み合わせた技術であり、膜分離活性汚泥法と呼ばれている。

MBRの特徴は、生物反応で増殖する活性汚泥と呼ばれる浮遊固形物を膜で完全に除去することにある。また、

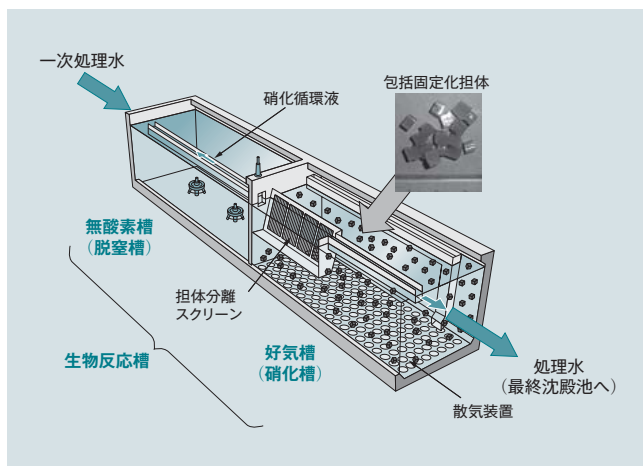


図4 | 包括固定化担体による硝化脱窒システム「ベガス」
硝化菌を埋め込んだ包括固定化担体「バイオエヌキューブ」によって処理時間を半減することが可能である。

膜の孔が細菌よりも小さいため細菌およびそれ以上のサイズの微生物の除去も可能であり、良質な処理水が得られる。日立グループのMBRは平膜の膜モジュールで構成されており、生物反応槽に浸漬させることで、従来法である活性汚泥法の沈殿池を省略できる。したがって従来法に比べ、省スペースでかつ簡単な維持管理で済み、灌漑（かんがい）用水などに再利用できる良質な処理水が得られることから、インテリジェントウォーターシステムを構成する重要な水処理システムと言える（**図5**参照）。

(4) 監視制御システム

日立グループの上下水道監視制御システムは、監視制御プラットフォームの上に、水処理プロセス、水運用システム、配水コントロールシステム、水質管理システムなど、長年培ってきた情報制御ノウハウをソリューションとして提供しており、これまで国内で約900のシステムを納入している。システムは使い勝手のよいヒューマンマシンインタフェースを有することはもちろん、段階的増設が可能な分散サーバ構成とクライアント／サーバ構成であり、広域

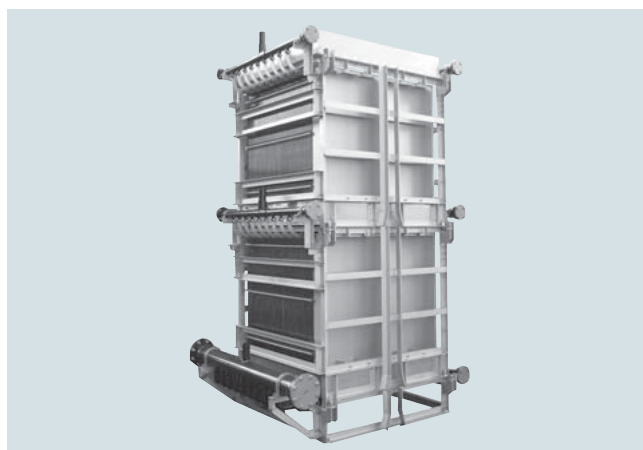


図5 | 日立平膜型MBRユニット
省スペースで維持管理が容易である。

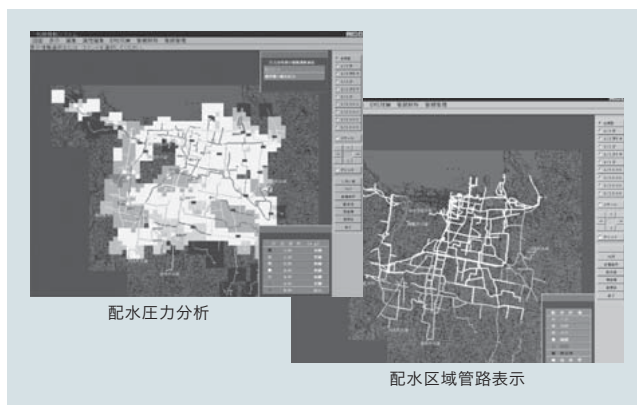


図6 | 配水コントロールシステムの画面例
配水地域の管網を管理し、圧力分布を予測する。

システムとのシームレスな接続が可能な構成となっている。

(5) 配水コントロールシステム

浄水場で作られた飲料水を配るためには、所定の区域ごとに配水池や配水施設などが必要となる。配水施設は基本的にポンプによる圧送によるものであり、大きな電力を必要としている。

配水コントロールシステムは、電力負荷低減と各配水区域の圧力分布の適正化を図るシステムで、漏水を低減し、安定した給水を実現する（**図6**参照）。

4. 日立グループがめざす水環境事業

日立グループは、インテリジェントウォーターシステムを実現するためには、積極的に水事業運営領域に参画していく必要があると考えている。より地域に密着し、よりよいソリューションを提供することで地域の水環境の改善に役立ちたいと考えている。以下に、再生水事業と水道事業に参画した例、および今後の大型海水淡水化事業への取り組みについて述べる。

4.1 UAEドバイ酋長国における再生水事業

日立プラントテクノロジーは2008年8月、UAE（アラブ酋長国連邦）ドバイ酋長国において、生活排水を収集して

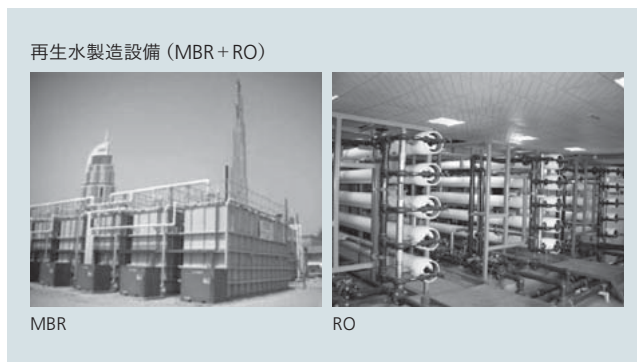


図7 | ドバイ酋長国の再生水事業における再生システム
MBRとROシステムで良質な再生水を供給している。

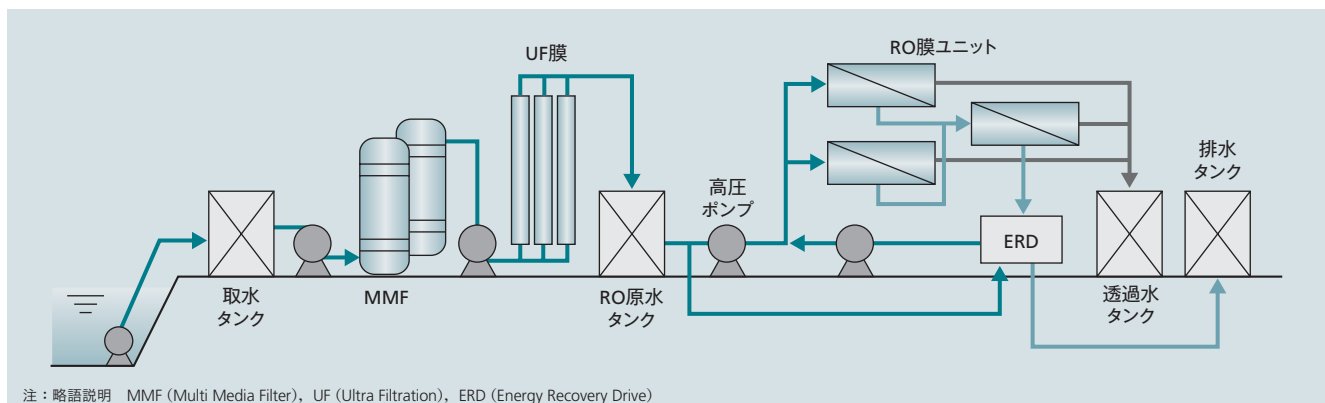


図8 | 海水淡水化処理フローの例

「Mega-ton Water System」プログラムでは、システム技術および大型プラント建設技術の開発に参画している。

処理し、処理水を再生水として販売する合弁会社「Hi-Star Water Solutions LLC.」を地元の有力財閥であるアルグレアグループとともに設立した。

ドバイの都市開発ラッシュに伴う労働者の急増によって発生した生活排水処理の問題に、日立のMBR技術を基にした再生水事業を構築した。すなわち、労働者の生活排水を収集して処理費を徴収し、生活排水の排出源に近い場所に処理設備を設け、近くの工場に工業用水として水道水よりも安く販売するビジネスモデルである。

処理設備はMBRとROを組み合わせたシステムである。第一期プラントは、セメント工場内に処理施設を設置して近隣の生活排水を処理し、再生水はセメント工場内の工業用水に利用している（図7参照）。

4.2 モルディブ共和国における上下水道事業

日立プラントテクノロジーは2010年1月、モルディブ共和国政府から、同国の上下水道運営会社であるMale' Water and Sewerage Company Pvt. Ltd.（以下、MWSCと記す。）の株式の20%を取得した。

MWSCは、同国首都のマレに1995年に設立され、現在マレ島をはじめとした七つの島で上下水道運営事業を行っており、モルディブ総人口の約40%をカバーしている。またさらに六つの島でも上下水道運営ライセンスを取得している。モルディブではすでにグループ会社である日立アクアテックエンジニアリング社が、RO型海水淡水化装置を約200基納入している。日立グループは、MWSCの経営に参画し、インテリジェントウォーターシステムを適用することで、安定した上下水道サービスの提供と経営効率の向上を図り、同国の生活改善に貢献していく。

4.3 大型海水淡水化プラント

水不足を補うために世界的に大型海水淡水化プラントの需要が高まっている。日立グループではCAPEX（Capital

Expenditure）、OPEX（Operational Expenditure）を大幅に低減した100万m³/日クラスの大型海水淡水化プラントの開発を目標とする、内閣府の最先端研究開発支援プログラム「Mega-ton Water System」に参画すると同時に、社内においても研究開発を加速している（図8参照）。

5. おわりに

ここでは、スマートシティを実現するインテリジェントウォーターシステムについて述べた。

インテリジェントウォーターシステムの特徴は、さまざまな水処理システムとITを融合し、再生水を有効に活用して地域の水資源効率を上げることである。

世界的な水不足を補い、将来の理想的なスマートシティの構築にはインテリジェントウォーターシステムが必須である。日立グループは、これまでの経験を生かし、今後も地域の水循環の改善に貢献していく。

執筆者紹介



水木 文夫
1984年日立製作所入社、水環境ソリューション事業統括本部 企画部 所属
現在、日立グループのグローバル水事業の企画・戦略立案に従事



美川 一洋
1994年日立プラント建設株式会社（現株式会社日立プラントテクノロジー）入社、日立製作所 水環境ソリューション事業統括本部 企画部 所属
現在、日立グループのグローバル水事業の企画・戦略立案に従事
工学博士、技術士（上下水道部門、総合技術監理部門）



栗栖 宏充
1988年日立製作所入社、社会・産業システム社 海外水プロジェクト推進本部 所属
現在、上下水道システムの事業推進に従事
博士（情報科学）
電気学会会員、計測自動制御学会会員、環境システム計測制御学会会員