

feature article

日立グループの水処理分野でのグローバル展開

Approach on Globalization of Hitachi Water Treatment System

中村 裕紀 Hiroki Nakamura

大西 真人 Makoto Onishi

国井 光男 Mitsuo Kunii

日立グループは、地球環境保全に貢献する水処理・水再生技術を開発し、グローバル展開を進めている。水環境汚染対策や水再利用への取り組みを強化している中国の下水・産業排水処理の分野には包括固定化担体による窒素処理システムの適用を、水資源に乏しい中東地域では下水を水資源ととらえ、MBR(膜分離活性汚泥法)システムによる水再生ビジネスをそれぞれ展開中である。さらに、海外の国や地域に密着したトータルソリューション事業拡大を図るため、新しく設立された海外水循環システム協議会と連携し、市場調査、技術開発によるシステムの競争力強化、モデル事業の実証などを通して、水資源から水供給・再利用までの水循環システムを対象に海外展開をめざしていく。

1. はじめに

「水の世紀」と呼ばれる今世紀、人口増加に伴う水不足や水環境汚染など、生活の基盤となる水に関して、量と質にわたる問題が世界中で顕在化している。世界人口約65億人(2006年時点)のうち、約11億の人々が安全な飲料水を入手できない状態であり、約24億の人々が衛生設備(下排水・し尿処理)のない生活を強いられている。2000年の第2回世界水フォーラムで発表された「世界水ビジョン」では、2025年までに世界人口の約半数の40億人が水ストレスに直面すると予測している¹⁾(図1参照)。水不足の進行は近年の地球温暖化の影響によって加速され、水不足地域の拡大が懸念される。また、衛生設備の普及が遅れている地域では深刻な水環境汚染の問題も抱えており、水処理・水再利用技術が水不足解消と地球環境保全に果たす役割はきわめて大きい。

日立グループは、上下水・産業排水を対象に、さまざま

な水処理・水再利用システムのコア技術を有しており、グローバル展開をめざしている(図2参照)。

ここでは、海外における水環境汚染対策や水資源確保の観点から、それらを支える日立グループの水処理・水再利用分野におけるコア技術の活用と、「海外水循環システム協議会」の活動を通じた水循環に関するトータルソリューション事業拡大への展望について述べる。

2. 水処理・水再利用分野の技術とグローバル展開

2.1 グローバル展開するインフラ設備開発技術の概要

日立グループは、ODA(Official Development Assistance: 政府開発援助)案件をはじめ、1975年以来、海外の上下水道や民間の排水処理向けのプラント・施設を多数施工してきた。さらに、海外各国のニーズや地域特性に応じたトータルソリューション提供をめざし、技術開発を積極的に進めている。それらは、上水道の安全で安定した飲料水の確保、下水道による生活環境の維持・向上をはじめ、水資源から水供給・再利用までの水循環システムを対象としている。特に、公共水域の環境保全のための水質規制強化地域での窒素の高度処理、水不足地域での水再生処理・水再利用など、さまざまな顧客ニーズに適した技術開発を推進し、グローバル展開している(表1参照)。

2.2 水質規制強化地域への窒素高度処理システムの適用

(1) 包括固定化担体による窒素高度処理システム

包括固定化担体を用いた窒素処理システム(下水向け「ペガサス」は日本下水道事業団と共同開発)は、国内の下水

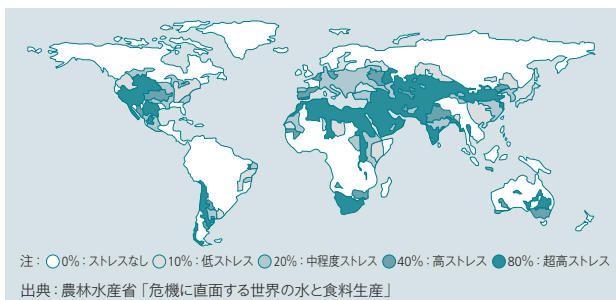


図1 現状維持シナリオにおける2025年の世界の水ストレス

2025年までに40億人の人間が高い水ストレスがある国に住むと予想されている。現状維持シナリオは現在の政策を維持し、水利用などの傾向が将来に向けてそのまま延長した場合のシナリオであり、水ストレスは人間や環境が必要とする水量の不足を表す指標である。

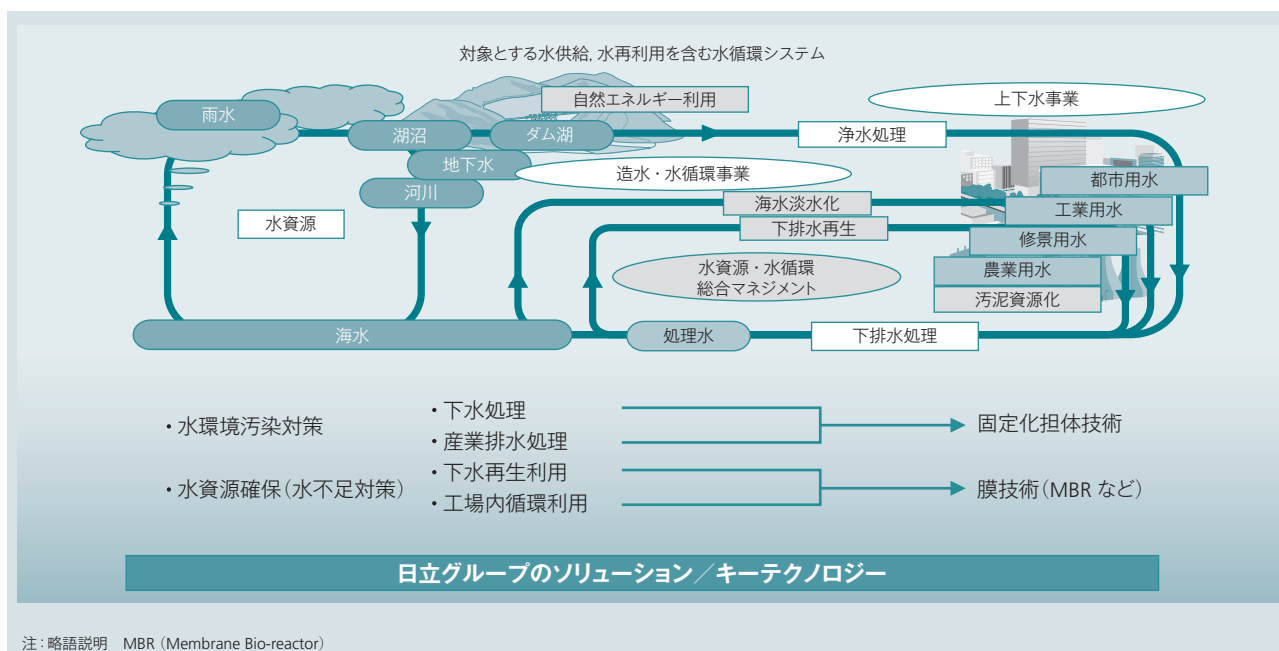


図2 水循環システムと日立グループの水処理・水再利用分野におけるソリューションキーテクノロジー

日立グループは、グループ内の水処理・水再利用分野でのソリューション技術を結集し、水環境汚染対策や水資源確保など、世界各地が抱えているさまざまな水に関する課題解決に向けたトータルソリューション提供と事業拡大をめざしていく。

表1 水処理・水再利用分野の主な開発システム

開発システムとグローバル展開の検討・実績例を示す。

システム	グローバル展開の検討・実績例
排水の窒素高度処理	中国下水、産業排水処理で実証(上海交通大学、設計院などと共同)
排水の処理・再生(MBR+RO)	ドバイ(アラブ首長国連邦)で、生活排水処理、再生水販売事業を展開中〔灌漑(かんがい)・緑化用水、各種工業用水に利用〕

注：略語説明 RO (Reverse Osmosis)

処理場、民間産業排水処理を中心に多くの実績を有している。包括固定化担体は、窒素処理に必要な硝化菌など、有用な微生物を高分子含水ゲルの微細な格子構造内に取り込み、1辺が3 mmの立方体状に成形したものである。微生物を担体内部に高濃度に保持できるため、担体表面に微生物を付着させる他の結合固定化方法に比べ、初期処理性能の立ち上がりの速さや処理安定性に優れている。

包括固定化担体を用いた窒素処理システムは、硝化槽内に投入した担体をスクリーンで保持し、硝化反応を促進することで窒素除去効率を飛躍的に向上させる。ほとんどの下水処理場で採用されている標準活性汚泥法の反応槽(必要反応時間：6～8時間)を窒素処理用に改造する場合、固定化担体を用いない従来法の活性汚泥循環変法(必要反応時間：12～16時間)では反応槽を2倍に増設する必要があったが、このシステムでは、処理施設を増設せずに改修が可能であり、敷地制約のある既設処理場の改造に適している(図3参照)。

(2) 中国の水質規制強化地域への適用に向けた排水処理実証と成果

近年の都市化進行に伴う水環境汚染が大きな社会問題と

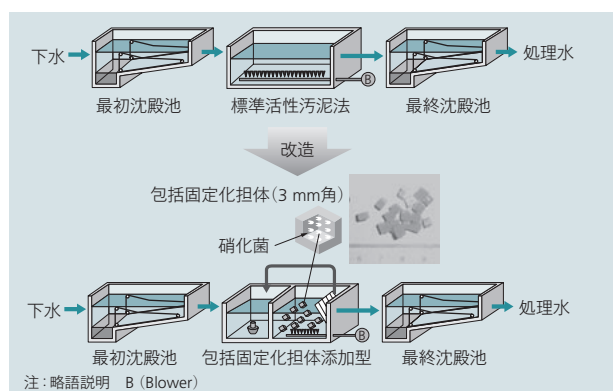


図3 下水向け窒素処理システムの概要

包括固定化担体を用いることで、標準活性汚泥法の反応槽を増設することなく、窒素処理対応に改造できる。

なっている中国では、その対策として、第11次5か年計画(2006～2010年)で、全国主要都市部の下水処理率70%の達成を掲げている^{2), 3)}。さらに、下水処理場放流水質として、特にアンモニア性窒素の基準強化を進めている。放流先によって定められた水質基準は年々強化され、2007年にアオコの大量発生で問題となった太湖を抱える江蘇省では、太湖地区のすべての下水処理場に「一級A」の厳しい処理基準(処理水全窒素15 mg/L以下、アンモニア性窒素5 mg/L以下など)が適用された。水道水源確保の観点からも緊急の対策が求められており、既設処理場を改造、高度処理化するニーズが顕在化している。

日立グループは、この水質規制強化に対応するため、中国の有力設計院や上海交通大学と下水処理の現地実証を共同で行い、包括型担体が他社の付着型担体の3～5倍の担体硝化速度を有することや、包括型担体を用いたシステム

が水質基準を満足することを明らかにし、政府関係者や設計院に公的な信頼と理解を得るため活動している。また、下水道未整備地域における河川水の浄化のニーズに対して良好な性能を実証し、担体の受注案件として具体化している。

2.3 水不足地域へのMBRシステムの適用

(1) MBRシステム

MBR (Membrane Bio-reactor：膜分離活性汚泥法) システムは、生物処理と膜分離を組み合わせた水処理システムである。従来の活性汚泥処理と異なり、生物反応槽内に膜ユニットを浸漬して固液分離を行う。槽内の活性汚泥(微生物)濃度を高く保持でき、設備のコンパクト化が可能であるとともに、水再利用に適した高度な処理水を得られることが特長である(図4参照)。このシステムも日本下水道事業団との共同研究の成果である。

膜ユニットには、孔径0.1 mのPVDF (Polyvinylidene Difluoride：ポリフッ化ビニリデン) 製の精密ろ過膜から成る浸漬平膜ユニットを採用しており、物理的・化学的劣化を受けにくく、膜面での汚泥層の形成を抑制することによって低圧力での運転を実現している⁴⁾。また、高さ方向にエレメントを多段に積み重ねることによって、従来方式に比べ、膜面洗浄に必要な空気量を低減することができ、省エネルギー化を実現した。

(2) 中東における水再生ビジネス展開

現在、中東地域、特に近年の急速な都市開発が注目されているドバイ(アラブ首長国連邦)における水再生ビジネスを積極的に展開中である。ドバイでは都市部での建設

ラッシュに伴い、外国人労働者の居住施設から排出される生活排水をMBRシステムで処理し、その処理水を建設用水などに再生利用する設備を2007年に250 m³/日規模で稼働開始し、これまでに三十数台を納入した。生活排水の再生利用の面では、建設用水以外にもさまざまな用途が期待できる。ビル空調用の冷却水などの高度な水質が要求される場合には、MBR設備の後段にRO (Reverse Osmosis：逆浸透) 膜設備を付加し、MBR処理水中のイオン成分を除去することも可能である。水需要に合わせた処理設備の提供と最適な運転管理により、生活排水を有効に再生利用し、貴重な水資源として確保することができる。このように生活排水を収集してMBR、ROで再生し、再生水を販売する事業を、現地の有力財閥と合弁会社を設立し、2009年2月から開始している。

一般に、中東での水道水確保は海水淡水化に委ねられているが、濃縮した海水を海域に戻すことで、海水(特に閉鎖性水域であるペルシャ湾)の塩分濃度が上昇する環境問題があった。生活排水の再生利用は水道水の使用量を減らし、海水の塩分上昇を抑制することにもつながり、地球環境保護の観点からも、きわめて有意義な処理技術である。

3. トータルソリューション事業の拡大に向けて

3.1 海外水循環システム協議会の設立と活動

(1) 協議会設立のねらい

2009年1月に、日立製作所、株式会社日立プラントテクノロジーほか民間企業 約30社によって有限責任事業組合「海外水循環システム協議会」が設立された(図5参照)。この協議会は、水に関する事業の海外展開をめざし、各種の調査、技術開発、モデル事業実証などを通して、わが国の強みとする技術のさらなる革新とともに、総合的な事業運営のノウハウを取得し、海外展開のための基盤形成を、民間企業を中心に産学官連携で進めるものである。

協議会設立の背景には、上下水処理・再利用、管理・運営など、海外水処理関連の市場規模の拡大が予測されている一方で、わが国は管理運営面での実績が少なく、水ビジネスでは海外企業(水メジャー)に先行されている実情がある。水メジャーの多くは、施設所有から顧客管理まで包

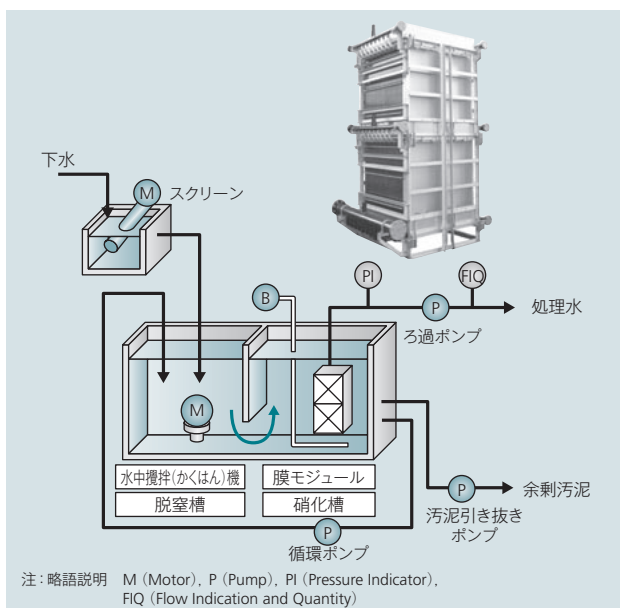


図4 MBRシステムの標準フローと膜モジュールの外観
高度処理対応として、生物反応槽は脱窒槽・硝化槽から構成され、硝化槽内に膜ユニットを設置する。

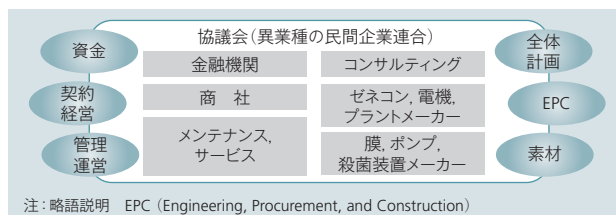


図5 海外水循環システム協議会の構成
国内の異業種の民間企業の連合により、ニーズに応じたトータルソリューションを提供する。

括的に取り組み、コスト削減手法やリスクヘッジ手法、および、これらを担保する長期契約手法やノウハウを有している。これに対し、わが国の水企業は、管路の漏水防止や水再利用、海水淡水化に代表される造水用の膜など個々の優れた技術を有するが、市場規模が大きい維持管理・運営を含む水サービス事業への取り組みで遅れをとっている。これは管理運営事業が、国内では主として公共セクターの責務であるために、民間企業のビジネス領域が狭いことも一因に挙げられる。

(2) 協議会の活動

水循環に関する事業の海外展開の基盤形成のため、まず、市場・ニーズ調査による対象地域の絞り込みや案件発掘とともに、海外水メジャーの高い国際競争力の要因を調査・分析し、契約・調達ノウハウに関する情報収集、国や公共セクターの支援を得るための制度、政策提言を戦略的に行い、海外のコンサルティングファームや調査団派遣による現地調査、展示会の活用、現地政府への働きかけを産学官が連携して実施する。

また、トータルシステムの競争力強化をめざし、ショーケースを兼ねた国内技術開発拠点を形成・運営する。ここでは、大幅な省エネルギー、安全・安心のための水質向上、水環境負荷低減に着目した革新的技術であるエネルギー回収、RO膜の濃縮水処理などの実証の場として活用する。世界のニーズに対応するため、水とエネルギー、水循環管理ネットワーク、地域社会の計画・設計のための幅広い分野の技術を結集し、新たな水ビジネスモデル構築に向けたイノベーションに取り組む。

さらに、モデル事業検証として、海外でのモデル事業（建設、運営の実証）を創出し、運営ノウハウを蓄積する。具体的には、アジア地域における分散型水循環システム運営、クリーン開発メカニズム（CDM：Clean Development Mechanism）事業を活用した下水汚泥資源化施設の運営、および、MENA諸国（中東・北アフリカ）などの水不足地域では、下水処理・再利用、海水淡水化を中心とする総合的水資源、再利用事業運営などが例に挙げられる。いずれも、個別の企業では対応できない大型プロジェクトを、複数の企業と学官が連携し、提案することをめざしている。

3.2 協議会との連携とトータルソリューション事業の拡大

協議会の活動を通し、日立グループとして水循環事業における契約、調達などをはじめ、管理運営に関するノウハウの蓄積、ITを活用した水管理システム競争力強化、膜システムなどを利用した水循環事業の拡大につなげたいと考える。また、地域特性、ニーズを踏まえた水活用に関するビジネスモデル構築や、水資源から水供給までの水循環

にかかわるトータルソリューション事業拡大の契機にしていく考えである。

これには、水処理に関するソリューション技術をはじめ、日立グループが持つ環境負荷低減型の運転支援システムや新エネルギーソリューション技術など、幅広い技術の活用、総合力の結集に加え、協議会の幅広い業務領域や業態との連動が大きな鍵になると考える。

4. おわりに

ここでは、海外における水環境汚染対策や水資源確保の観点から、それらを支える日立グループの水処理・水再利用分野におけるコア技術の活用と、「海外水循環システム協議会」の活動を通じた水循環に関するトータルソリューション事業拡大への展望について述べた。

日立グループは、この貴重な水資源を量・質の両面から守っていくことが使命であり、地球環境戦略の中で生活の基盤となる水にかかわるこの分野の位置づけはきわめて重要なものとする。今後さらに、エネルギーや食料問題にも配慮しつつ、国や地域のニーズに応じたトータルソリューションの提供を通して、健全な水環境、水循環の維持に取り組んでいく所存である。

参考文献など

- 1) 農林水産省、危機に直面する世界の水と食料生産、<http://www.maff.go.jp/water/siryo.pdf>
- 2) 陳：急速に成長する中国経済の現状と問題点、環境資源対策、Vol.39, No.1, p.74~81 (2003)
- 3) 中国における水環境汚染状況および総合管理対策：用水と廃水、Vol.49, No.10, p.44~49、産業用水調査会 (2007)
- 4) 能登、外：日立新型MBR下水処理システム、日立プラントテクノロジー技報、No.1, p.38~41 (2007)

執筆者紹介



中村 裕紀

1981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、経営戦略本部 事業開発室 所属
現在、水処理技術の海外展開に向けた調査、企画に従事
工学博士



大西 真人

1986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、研究開発本部 松戸研究所 水環境システム部 所属
現在、膜分離技術を用いた水処理システムの研究開発に従事



国井 光男

1976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、環境システム事業本部 環境エンジニアリング事業部 所属
現在、水処理システム事業に従事
技術士（上下水道部門）