

水処理事業のグローバル展開

Hitachi's Global Expansion in Water Business

大熊 那夫紀
Okuma Naoki

バセム オスマン
Bassem Osman

大川 雄介
Okawa Yusuke

大西 真人
Onishi Makoto

木下 孝史
Kinoshita Takafumi

隅倉 みさき
Sumikura Misaki

日立グループは、グループの強みである水循環システムと情報システムを融合してトータルソリューションを提供することで、水処理事業のグローバル展開を加速させている。

市場の伸び率が大きい成長ゾーンでは、海水淡水化や工業用水・排水処理設備などに積極的に取り組んでいる。また、市場規模が大きいボリュームゾーンにおいても、地域を絞って現地パートナーとの連携を強化し、さらに、現地における共同研究などを活用することで、当該地域でのプレゼンスの向上やマーケットの創出などを行っている。

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災により、水インフラの重要性が改めて認識されている。特に、沿岸部に位置している下水処理場や原子力発電所が津波によって大きな被害を受けていることは、各種報道によってよく知られるところである。これに対応して、日立グループの水処理事業部門は、仮設用の下水道施設の提供や原子力発電所の汚染水処理などで震災からの復興に貢献している。

日立グループは、その強みである先進の水循環システムと先進の情報システムを融合してトータルソリューションを提供することで、水処理事業のグローバル展開を加速させ、2015年には水処理事業関連の売上高2,000億円を目標として活動している。

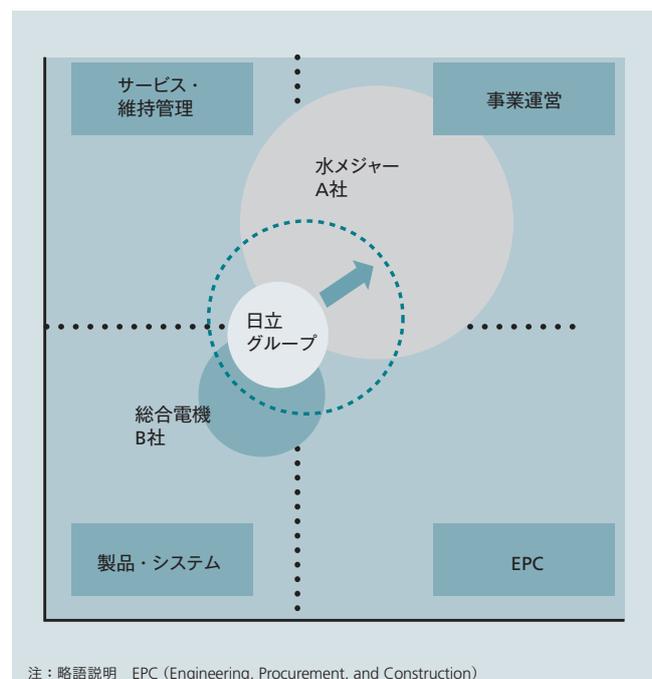
ここでは、日立グループにおける水処理事業の最近の活動状況について述べる。

2. 日立グループがめざす海外水処理事業

日立グループはこれまで、国内を中心に約550の浄水場、約2,800の下水処理場、約260の工場に製品やシステムを、また、約890の監視／制御システムを納入している。これらの実績をベースにグローバル展開を加速させている。

2010年6月には、日立製作所に水環境ソリューション事業統括本部を立ち上げた。これは、情報システム（監視・制御・シミュレーションなど）のソフトウェア技術と、株式会社日立プラントテクノロジーが有する水循環システム（膜処理・生物処理・ポンプなど）のハードウェア技術を融合させ、水処理事業のトータルソリューションを提供しようとするものである。また、2011年2月には海外プロジェクトファイナンス本部を立ち上げ、ファイナンス支援体制を整えた。これらにより、日立グループは「和製水メジャー」をめざして海外水処理事業を展開している（図1参照）。

日立グループは、地域の歴史や風土に結び付いた水文化



注：略語説明 EPC (Engineering, Procurement, and Construction)

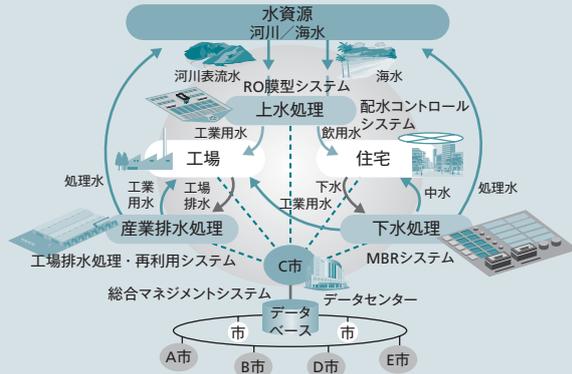
図1 | 日立グループがめざす水事業の方向性

製品・システム販売からEPC、事業運営までを行う「和製水メジャー」をめざしている。

日立グループが提案する新しい水循環システム

水循環システムと情報システムの統合

- 水環境情報の集約・一元管理
→ 水循環全体としての経営効率を改善
- 再生水・中水の積極活用 → 水資源問題解決に貢献
- 高度な技術力による上下水道サービス提供



注：略語説明 RO (Reverse Osmosis), MBR (Membrane Bioreactor)

図2 | インテリジェントウォーターシステム

先進の水処理システムと先進の情報管理システムを融合することで、都市全体の水環境の全体最適化をめざす。

を尊重し、製品・システムの販売からサービスまでを提供することで、地域の発展に貢献できる水処理事業をめざしている。キーワードは、「インテリジェントウォーターシステム」に集約されている。そのイメージを図2に示す。これは、水循環システムと情報システムの統合を図るもので、水循環全体の経営効率改善や再生水などの積極活用により、水資源問題に貢献し、また、高度な技術力による上下水道サービスを提供するシステムである。

世界の水ビジネスは、市場の伸び率が大きい成長ゾーンと、市場規模が大きいボリュームゾーンに分けられる。成長ゾーンでは、海水淡水化、工業用水・排水処理、排水再利用など、日本の得意技術といわれる膜技術を中心とした事業展開ができる分野である。日立グループも国内市場で培った膜技術を有しており、これらの技術をベースに海外展開をめざしている。一方、ボリュームゾーンでは、すでに「水メジャー」と呼ばれるフランスのヴェオリア社やスエズ社などが水事業を展開しており、最近では現地企業も参加して競争が激化している。日立グループは、前述したトータルソリューションにより優位化を図って地域を絞り、積極的な事業展開をしていく計画である。

3. 成長ゾーンへの事業展開

3.1 再生水事業

(1) UAEにおける取り組み

UAE (アラブ首長国連邦) のドバイ首長国において、2009年2月から生活排水を収集して処理し、処理水を再生水として販売する水再生事業を稼働させている (図3参照)。このビジネスモデルは、ドバイ首長国において、都



図3 | 合併会社における活動状況

生活排水受け入れ用のタンカーから収入源である汚水を受け、MBR、ROで処理し、再生水用のタンカーに再生水を積み込んで販売する。

市の開発ラッシュに伴う労働者の急増という社会背景に負う側面がある。公共の下水処理場は1か所しかなく、急激な人口増加に対応できないため、労働者の生活排水は数十キロメートル離れた下水処理場までタンクローリで運搬して処理されている。しかし、下水処理場の処理能力をはるかに超える生活排水を処理することになり、処理水質の悪化が再利用の際の大きな課題であり、タンクローリによる交通渋滞も社会問題となっている。また、ドバイ首長国の水道は、大部分を海水淡水化施設で賄っているため、高い水道料金を支払って工業用水などに使用していた。

こうした状況に対して、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の処理設備で処理をして、近くの工場の工業用水として水道水よりも安い料金で供給できれば事業として成り立つことになる。処理設備は、MBR (Membrane Bioreactor: 膜分離活性汚泥法) とRO (Reverse Osmosis: 逆浸透) を組み合わせている。いずれも膜技術を利用したもので、省スペースを実現し、処理水も良質という特徴を有している。この事業は、現地の有力財閥であるアレグレグループと合併会社を設立し、2009年2月から開始した。

第一期プラントでは、セメント工場内に処理設備を設置して近隣の生活排水を収集し、処理水はセメント工場内の工業用水に利用している。

「リーマンショック」や「ドバイショック」の影響により、2010年以降はドバイ首長国では労働者数が急激に減少し、生活排水処理費が暴落している。そのため、合併会社の再生水事業は縮小しているが、排水処理設備のO&M (Operation and Maintenance) を中心事業として、事業を

継続している。

(2) MBR 認証取得

米国カリフォルニア州の下水再利用水の基準「Title22」は、MBRシステムの唯一の認定基準であり、米国内のみならず、米国企業の排水処理設備の入札仕様にも記載されるなど、海外でMBRシステムを販売する際に必要とされる認定である。今般、日立プラントテクノロジーが製品化を進める新型MBR膜ユニットは、Title22の要件を満たす処理装置として認定を取得した(図4参照)。

Title22のMBR膜ユニットについての認定基準は、主に処理水の濁度に関するものであり、試験内容には「通常時運転」や、処理水量を1日当たり4時間限界処理速度まで増量させる「ピーク時運転」においても、処理水濁度は常時0.5 NTU (Nephelometric Turbidity Units) 未満であること、5%以上が0.2 NTUを超えないことと規定されている。

日立プラントテクノロジーが設計・製作した20 m³/日規模の評価試験機を同州内陸部の処理場内に設置し、2009年11月末より3,000時間以上の評価試験を実施した。運転条件と試験結果を表1に示す。なお、MBR膜ユニットの運転・評価はコンサルタント会社であるMHW



図4 | 評価試験機の外観

「Title22」を取得した評価試験機(処理水量20 m³/日)の外観を示す。下水処理場内に設置し、BOD (Biochemical Oxygen Demand: 生物化学的酸素要求量)・窒素を処理している。

表1 | 運転条件と試験結果

「Title22」評価試験の設定処理水量時における試験結果(ろ過差圧と処理水中の大腸菌数)は、評価基準を満足した。

項目	通常時	ピーク時 (1日4時間実施)
処理水量 (m ³ /日)	20	35
平均フラックス(m ³ /m ² ・日)	0.8	1.4
項目	通常時	ピーク時
運転時間累計	3,000時間	96時間
ろ過差圧 (kPa)	20 kPa以下で管理 (試験期間を通じては4~18 kPa)	
処理水の大腸菌試験	全期間を通し検出限界以下 < 2 CFU/100 mL	

注：略語説明 CFU (Colony Forming Unit)

Global, Inc. が実施した。その結果、処理水質は試験基準を十分に下回る常時0.1 NTU未満を達成し、大腸菌についても試験期間を通じて検出限界以下〔< 2 CFU (Colony Forming Unit) /100 mL〕であった。また、試験期間中、ろ過差圧は常に20 kPa以下で安定して推移し、膜ユニットの優れた膜ろ過性能を証明した。

3.2 海水淡水化への取り組み

(1) 太陽光発電利用淡水化システム

UAE政府は、絶滅危惧種であるアラビアンオリックスの保全に取り組んでいる。日立プラントテクノロジーは、UAEのバイオニアプロジェクトの一環であるアラビアンオリックスの保全のため、アブダビ環境庁より、太陽光をエネルギー源とした淡水化システム15基を受注した。これらは、アブダビ砂漠の中央部、東部、西部地域に点在して配置された。この設備では、水資源を確保するためRO膜技術を用いて、砂漠地帯で最大35,000 mg/Lという塩分濃度の高い地下水を脱塩することが可能である。

RO装置から排出される濃縮水は、蒸発速度と表面積を考慮した蒸発池に貯留される。また各設備は、砂漠の中に点在して配置されているため動力源がない。そのため、太陽光発電設備を設置し、この電力で各装置を駆動することにより、環境負荷が小さい優れたソリューションを提供できた(図5参照)。

(2) 大規模システムへの展開

深刻化する世界的な水不足問題を解決する手段として、前述したように、下排水を水資源と捉え、それを再生、循環利用することで、水の需給バランスの安定化が推進されている。一方では、従来からグローバルに実用化されている海水淡水化施設を大型化し、かつ省エネルギー運転を実現するシステム開発も世界各地で進められている。

日立製作所と日立プラントテクノロジーは、世界トップをめざす「最先端研究開発支援プログラム (FIRSTプログラム)」において、栗原優中心研究者が推進する日量100万トンクラスの世界最大級RO膜利用海水淡水化システム



図5 | 太陽光発電利用淡水化システム

動力源として太陽光発電設備を用い、塩分を含んだ地下水をくみ上げ、ROユニットで脱塩して淡水をつくる。



図6 | 大型RO膜実験ユニット
直径16インチ（約40.64 cm）のROベッセルを複数本装備し、大型プラント施工、概念設計のためのデータを取得している。

開発「Mega-ton Water System」に参画し、研究開発を進めている。日立プラントテクノロジーが電力プラント建設などで培った大型プラント施工法をベースに、大型海水淡水化施設に適した新規施工法の提案をめざしている（**図6**参照）。

また、設備費、運転費の大幅な削減による競争力強化を目的に、日立グループの研究開発力を結集し、中核技術の開発も進めている。これらは、中東・北アフリカ、中国、インドなどの海水淡水化主要市場での事業推進との密な連携を意識して進められており、現地大学、現地企業などとのコラボレーションによる各海域に合った海水淡水化システム提案を最終目標としている。

3.3 随伴水処理への展開

原油生産時には原油とともにガスや大量の水（随伴水）が排出されており、この随伴水処理がオイル・ガス業界の課題となっている。一般的に随伴水の割合は、原油量に対して50～95%と高い値である。随伴水処理の目的は二つある。海洋または河川放流ができる水質にすること、およびインジェクション用水として再利用できる水質にすることである。また、オフショアでは限られた洋上のスペースで大量の水を処理することが求められている。

これに対し、凝集磁気分離技術をベースとしたバラスト水処理システムの水平展開として、随伴水処理システムの事業化を進めている。油水分離装置としての単品製品ではなく、随伴水処理システムとしての製品化をめざしている。具体的には、発生汚泥量を飛躍的に低減するためにハイドロサイクロンやCPI（Corrugated Plate Interceptor）などを前処理とする組み合わせや、従来技術である生物処理、活性炭処理との組み合わせにより、顧客の多様化するニーズに応えるシステム製品を構築する。

現在、メキシコで実施しているJOGMEC（Japan Oil, Gas and Metals National Corporation：独立行政法人石油

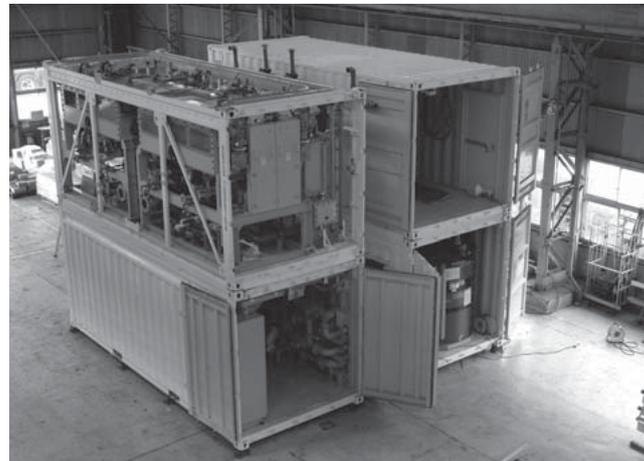


図7 | パイロットプラントの外観
メキシコ実証テスト機の処理規模は1万バレル／日である。2011年秋から現地実証を実施する。

天然ガス・金属鉱物資源機構）との共同研究は、デモ機（1 m³/日）での試験で所定の能力を発揮できることを確認した。次いで、2011年末には日量1万バレルのパイロットプラントの洋上プラットフォームでの試運転を実施する計画であり、早期受注につなげる予定である。また、イラクやオマーンなどへの拡販を進め、随伴水処理を通して日立グループの凝集磁気分離技術を環境保全システムとして確立していく計画である（**図7**参照）。

3.4 産業排水処理

産業排水処理は、国内での実績をベースに1970年代後半から海外での事業を行っている。近年は、日系企業の海外進出工場の用水・排水処理などを中心に、シンガポール、フィリピンなどで設備建設を実施している。直近では2011年4月にシンガポールのセンブコープ社より、9,600 m³/日の排水処理設備を受注した。シンガポール政府が開発中のジュロン島工業団地の総合排水処理である。現在急ピッチで工事が進行中であり、2012年8月には稼働を開始する予定である。

2011年7月に、韓国のLG Electronics, Inc.（LG電子）と日立プラントテクノロジーは、水処理事業に関する合弁会社を同年秋にも設立することを発表した。LGグループは、2010年に水事業進出を表明しており、その第一弾としての合弁会社設立である。合弁会社の事業計画では、まず韓国内外のLGグループ会社工場の用水・排水処理をターゲットに受注活動をする予定であり、2012年度には約60億円の受注をめざしている。

4. ボリュームゾーンへの事業展開

4.1 モルディブでの上下水道事業への取り組み

2010年1月、インド洋のモルディブ共和国政府から、



注：* Google Mapsは、Google Inc.の登録商標である。

(Google Mapsより)

図8 | モルディブの首都であるマレ島

Male' Water and Sewerage Company Pvt. Ltd. (MWSC) の本社があるマレ島には約12万人が住み、Hitachi Aqua-Tech Engineering Pte. Ltd. (日立アクアテック社) のRO設備により、多くの人に飲料水を供給している。

同国の上下水道運営会社である Male' Water and Sewerage Company Pvt. Ltd. (MWSC) の株式の20%を取得した。MWSCは、1995年に同国首都のマレに設立され、現在マレ島をはじめとする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、グループ会社であるシンガポールの海水淡水化用RO膜システムメーカーHitachi Aqua-Tech Engineering Pte. Ltd. (日立アクアテック社) が、すでに海水淡水化装置を約200基納入している。日立グループは、総合力とノウハウを結集してMWSCの経営に参画し、同国の上下水道事業の合理化を促進すると同時に、上下水道の運営・管理ノウハウを蓄積し、グローバル規模で上下水道運営事業を図っていく計画であり、水道事業運営の場としての位置づけと水事業のモデルケースとして捉えている(図8参照)。

4.2 中国における水事業

日立グループの中国における水事業としては、1990年代から日系企業の用水・排水処理設備の建設実績はあるが、上下水道施設への展開は行っていなかった。中国における本格的な水事業展開を図るため、2010年11月に四川省成都市の政府系企業であり、同市の上下水道の建設、運営管理を行っている興蓉集団との協業締結を行った。中国西部地域の上下水道事業の共同BOO (Build, Own, Operate) などを中心として、製品販売も含めて事業展開していく予定である。また、成都地区では、現地の大学と膜処理技術などに関する共同研究も実施しており、地域におけるプレ



図9 | 四川省の現地大学との共同研究設備

中国における飲料水の安価で安全な製造技術として、膜装置の評価試験を行っている。

ゼンスの向上を図っている(図9参照)。

2011年5月には、中国の東北部における水処理事業を展開するため、遼寧省大連市の東達集団と協業締結した。東達集団が開発中の工業園區などへの下水・排水処理や再利用設備の提供、海水淡水化設備での協業をめざしている。

また、日立アクアテック社は、2010年から大連地区に連絡事務所を設け、中国における海水淡水化設備販売を展開している。

4.3 新市場創成への取り組み

UAE付近の湾岸の将来的な下水放流規制に対応した処理プロセスの実証のため、2011年4月にドバイ市当局(Dubai Municipality)とMBRを用いた下水高度処理に関する共同研究の契約を締結し、パイロットプラントの運転を開始した。中東地域での下水は日本国内の一般的な流入濃度の約2倍の高濃度であることに加え、予想される水質基準は処理水として全窒素5 mg/L以下、全リン2 mg/L以下ときわめて厳しく、処理水の再利用も十分考慮しておく必要がある。

日立プラントテクノロジーは、これまで高度処理対応の省エネルギー型MBRとして膜型UCT(汚泥二段循環による生物学的窒素・リン除去)方式を開発してきた。今回の共同研究では、この技術をベースに第二無酸素槽(2nd Anoxic Tank)を付加したフローを採用し、窒素・リンの高除去率化と高水温条件への適用を図る(図10参照)。

パイロットプラントは計画水量26万m³/日のドバイ公共下水処理場内に設置し、試運転を開始した。本格的なデータ取得は2011年6月からであり、研究期間は約1年間を予定している。技術のブラッシュアップを図るとともに、高水温下での新たな設計諸元を取得し、地域に適したシステムを構築することで、下水処理水を地下水涵(かん)

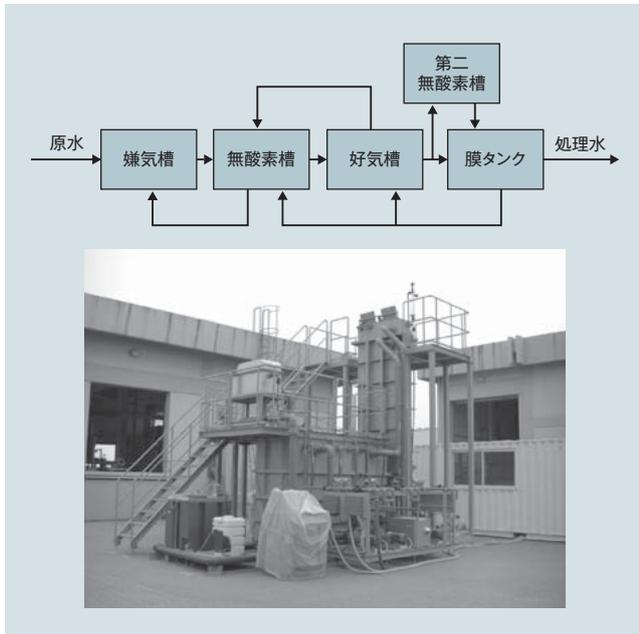


図10 | パイロットプラントの概略フローと外観

装置規模は20 m³/日であり、ドバイ市近郊の下水処理場内に設置し、2011年5月から運転を開始した。

養に再利用する新たな市場形成も視野に入れている。

5. おわりに

ここでは、日立グループにおける水処理事業の最近の活動状況について述べた。

日立グループは、豊富な国内実績を基に、海外水事業展開を加速させている。成長分野である海水淡水化や、工業用水・排水処理設備などに積極的に取り組んでいると同時に、ボリュームゾーンにおいても、地域を絞り、現地パートナーとの連携を強化して展開していく計画である。また、共同研究などを活用し、現地におけるプレゼンスの向上やマーケットの創出などを行っている。

まだ、大きな成果は得られていないが、具体化案件は着実に増加している。厳しい環境の海外水事業においても、日立グループの存在感を示せるように活動していく所存である。

執筆者紹介



大熊 那夫紀

1977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、水処理設備の海外展開に従事
工学博士
日本膜学会会員



バセム オスマン

2000年株式会社日立プラントテクノロジー入社、中東支社 ドバイプランチ 所属
現在、上下水道処理システムの拡販、水再生ビジネスなどの環境ソリューション業務に従事
工学博士



大川 雄介

1998年日立金属株式会社入社、2003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）転属、環境システム事業本部 事業企画本部 メンブレン事業推進部 所属
現在、膜処理設備の開発に従事



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



木下 孝史

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、環境システム事業本部 随伴水・バラスト事業推進室 所属
現在、Oil & Gas業界における随伴水処理事業展開に従事



隅倉 みさき

2002年日立製作所入社、日立研究所 エネルギー・環境研究センタ 公共・産業研究部 所属
現在、海水淡水化システムの研究開発に従事
日本海水学会会員、環境システム計測制御学会会員