

# グローバル水環境への 日立グループの取り組み

Hitachi Group's Activity in Global Water Business

大熊 那夫紀      中山 易典      都築 浩一  
Okuma Naoki      Nakayama Yasunori      Tsuzuki Koichi  
松井 志郎      望月 明      館 隆広  
Matsui Shiro      Mochizuki Akira      Tachi Takahiro

21世紀は「水の世紀」と言われ、世界の水事業は2025年には100兆円市場になるとの予測もある。日立グループは社会イノベーション事業の一つとして、水インフラ事業を積極的に展開している。国内の水関連企業が海外展開をめざすため、2009年に発足させた「海外水循環システム協議会」では、実質的な遂行企業として運営に携わっている。また、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）委託研究として、国内では「海淡・下水等再利用統合システム事業実証研究」、海外では「中東等の海外新興地域における小規模分散型水循環事業実証研究」など、先進的な取り組みを進めている。

## 1. はじめに

世界的に水危機が叫ばれる中、「水メジャー」と呼ばれる企業が水市場を拡大している。世界の水市場は、2025年には資機材・製品、EPC（Engineering, Procurement, and Construction）、事業運営などを合わせて100兆円規模の巨大なマーケットになると予測されている。日立グループは、従来のポンプなど資機材・製品を中心とした事業構造から、機械・電気設備、情報システムなど水処理設備のEPC事業、水事業運営までをめざした事業構造へと変化を加速させている。

ここでは、日立グループの水事業における最近のグローバル展開について、ポンプ事業、上下水処理事業、新事業の事例を中心に述べる。

## 2. 水事業のグローバル展開

日立グループは、1世紀近くにわたり水環境に関するさまざまな製品群を提供してきた。近年は、「水」に関するマーケットニーズが多様化する中、事業構造の変化が求められていることから、これまでの中心であった資機材・製品の提供から、機械・電気設備、情報システム、水事業運営へ

と転換を図っている。

水関連事業においては二つの大きなターニングポイントがあったと言える。一つは急激な円高で、もう一つは水インフラの民営化である。

1980年から2010年の30年間を見ると、1985年のプラザ合意に端を発する急激な円高の影響などで、ドルに対して年平均4円の円高で推移したことになる（図1参照）。

株式会社日立プラントテクノロジーにおける最初の水処理の海外大型案件は、1977年の台湾・中国鋼鉄第一期工事であり、1985年ごろまでは、東南アジア地域では上下水道関連の競争入札で競える状況であった。しかし1985年以降、一段と円高が加速し、海外の水処理案件の引き合いがなくなったため、日本政府の無償援助案件、円借款などの案件にビジネスをシフトし、東南アジアや中国においては日系企業向けの産業排水設備などを手がけていた。ODA（Official Development Assistance）関連ではアジア、

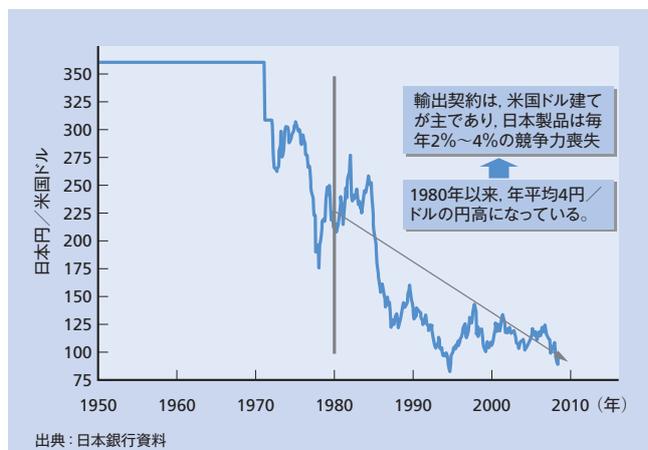


図1 | 円／ドルの為替推移

1960年代の固定相場制から1973年には変動相場制に移行し、1970年代のオイルショック以降のプラザ合意による急速な円高によって日本製品の海外での競争力は低下した。そのため、海外で活路を見いだすにはさまざまな工夫が必要になった。



図2 | ムバラクポンプ場の外観

エジプトの砂漠緑化に寄与する大容量ポンプは大規模プロジェクトであり、現在も稼働中である。

中南米地域において都市の浄水場の改修，拡張工事案件を数十件受注し，下水についてはマレーシアの首都・クアラルンプール市全域をカバーする5か所の下水処理場を建設した。

こうした海外事業を経て，他の日本企業に比較すると，海外案件に対する「全体としての競争力」は培われてきたが，世界の水メジャーには及ばず，また中国や韓国などの企業の参入もあり，今後は，高品質・低価格で供給できるコスト構造に変え，ボリュームゾーンへ参入できる体制を整えなければならないと考える。

もう一つのターニングポイントである上下水道事業の民営化は，21世紀の直前に，世界銀行による「世界の水インフラには民営化が必須」であるとの新たな指針が出されたことを受けたものである。

2000年代に入るとマニラ市，ジャカルタ市，ブエノスアイレス市など新興国・開発途上国の上下水道事業の民営化が始まった。一度，欧州の企業によって民営化された場合は，その市場に参入する余地がなくなるため大きな脅威となる。なぜならば，日本では水インフラが官営であるため，管理能力が十分にあっても水事業運営の実績がない日本企業の参入ができないという課題を抱えていたからである。

こうした状況を打破するため，日立プラントテクノロジーは2008年にドバイ首長国で再生水事業会社を設立し，2010年にはインド洋のモルディブ（モルディブ共和国）のマレ上下水道運営事業会社の株式を取得して，上下水道事業のノウハウなどを積み重ねていく計画である。さらに，中国では2009年11月に，日立グループは日本の企業グループとして初めて中国・国家発展改革委員会と環境省エネルギーに関する覚書に調印し，水事業の展開を加速させる予定である。

今後，海外における民営化事業が拡大する見込みであり，

海外水事業での確固たる地位を築くために，日立グループは積極的な海外展開を進める考えである。

### 3. ポンプ事業のグローバル展開

日立グループは，ポンプメーカーとして，灌漑（かんがい），上水，工業用水，排水，および電力向けに，国内だけでなく海外のさまざまな大型プロジェクト，国家プロジェクトに参画し，世界の水事業に貢献してきた。次に，日立グループとして参画したエジプト（エジプト・アラブ共和国）のムバラクポンプ場プロジェクト，中国の南水北調プロジェクトの概要について述べる。

#### 3.1 エジプトのムバラクポンプ場プロジェクト

エジプトでは，古くから砂漠の緑化事業を推進してきており，日立グループは大型灌漑ポンプ設備を，1960年代から合計で約60台納入してきた。ムバラクポンプ場は，砂漠を緑化して新しい街を建設することを目的としたトシユカ計画のための送水設備であり，日立グループの高度な技術を駆使し，かつ多国間コンソーシアムの中で技術面のリーダーシップを発揮して，竣（しゅん）工からわずか5年で完成させた大規模プロジェクトである。31.5 mの水位変動に対応し最大吐出し量334 m<sup>3</sup>/sの，高効率運転を確保したポンプ場は，日立グループのエンジニアリング力を世界に示し，エジプトに対する国際貢献として評価されるとともに，同国の繁栄と今後の国際的な水事業に寄与するものである（図2参照）。

#### 3.2 中国の南水北調プロジェクト

中国が進めている水利計画「南水北調」は「南（長江流域）の水をもって北（黄河流域）の水不足を調える。」という意味に由来する。

水量の豊富な長江（揚子江，流出量約9,600億 m<sup>3</sup>/年）から東線（長江河口から取水），中線（中流の丹江口ダムから取水），西線（長江上流から取水）の3ルートにより，北京市，天津市などの北部主要地域に送水する世界有数の大規模送水プロジェクトである。

日立グループは，このプロジェクトにおいて初めてのポンプ場である宝応ポンプ場（東線）を受注し，3台の可動翼斜流ポンプで100 m<sup>3</sup>/sの送水を行う設備を2005年に完成させた。また，2006年には，日立ポンプ製造（無錫）有限公司との合作により，同じく東線の藺家場ポンプ場向けチューブラ式可動翼軸流ポンプを受注した。

このポンプ場は江蘇省徐州市銅山県内に位置し，解台ポンプ場から送水されてくる100 m<sup>3</sup>/sの水を南四湖に送水する設備であり，2009年3月に完成した。また，日立ポンプ製造（無錫）有限公司も中国国内メーカーとして南水北調東線プロジェクトに参画しており，淮安第四ポンプ場（立軸軸流33.4 m<sup>3</sup>/s × 4.68 m × 2,240 kW，4台），劉山ポンプ場（立軸軸流31.5 m<sup>3</sup>/s × 6.43 m × 2,800 kW，5台）にポンプ設備を納入することにより，この国家プロジェクトに貢献している。

「水の世紀」に入り，安全で安心して利用できる水資源を確保するために，ますます大規模プロジェクトの需要は伸びると考える。日立グループは，このような市場の要求に応えるため，最新の技術を適用し，信頼性が高く，高効率で環境負荷の小さなポンプを含めた最適なポンプシステムを提案し，いっそうの社会貢献を進めていく。

#### 4. 水処理事業のグローバル展開

##### 4.1 水道事業

2010年1月，インド洋のモルディブ政府から，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Aqua-Tech Engineering and Supplies Pte. Ltd. [シンガポールのRO（Reverse Osmosis）膜システムメーカー]が，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，グループの総合力，ノウハウを結集して，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る。

##### 4.2 水再生事業

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。

このビジネスモデルは，ドバイにおける都市の開発ラッシュに伴う労働者の急増という社会背景がある。公共の下水処理場は一か所しかなく，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タンクローリで数十キロメートル離れている下水処理場ま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大きく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問題であり，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。

日立グループは，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置して処理し，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することで事業を成立させた。処理設備は，MBR（Membrane Bio-reactor）とRO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アグループと合弁会社を設立し，2009年2月から開始した。

第一期プラントは，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。2010年度には第二期プラントを建設予定である（[図3](#)参照）。



**図3** ドバイでの水再生事業での運用状況  
生活排水運搬タンクローリから原水を受け入れ，MBR，ROで処理をし，再生水運搬タンクローリで再生水を運搬・販売している。

### 4.3 新エネルギー活用処理設備

ウシ科に属するアラビアンオリックスは、砂漠地帯に生息しており、食肉として用いられ、角を工芸品にされたりするなど、乱獲の影響でその個体数が年々減り続け、現在は絶滅の危機にひんしている。今回受注した給水設備は、アラビアンオリックスやガゼルなどの保護を目的にアブダビ首長国内に設置するもので、ドバイ首長国寄りの境界沿いの砂漠地帯に合計15基設置する。水源（原水）は塩分を含む井戸水であり、RO膜を用いた淡水化装置で処理され、脱塩水は水路を通じて周辺に生息する絶滅危惧（く）動物への水飲み場用として供給される。

また、周囲の環境に配慮したこの設備は、電源供給をソーラー設備（独立型発電方式：1設備当たり総発電量45kW）で賄う。RO膜装置の処理能力は一か所当たり4m<sup>3</sup>/hで、日中だけ運転される。運転の安定性を図るため蓄電池を備えるが、夜間運転はしない。アラビアンオリックスは夜行性であり、水中に足を入れて水を飲む性質があることから、水飲み場は水路ではなく、浅い池形状とした。さらに広大な砂漠エリアに点在する全15サイトの状況を、効率よく管理するためGPRS（General Packet Radio Service）によって遠隔監視するシステムを導入する（図4参照）。

この給水設備は環境に配慮し、また送電の難しい僻（へき）地や離島などに適した設備であり、このソーラー技術はMBRのようなコンパクトな排水処理設備への展開も可能と考えている。

### 4.4 外部資金を活用した水事業展開

水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海外展開を行う基盤形成を推進するため、2009年1月に「海外水循環システム協議会」が日立製作所、日立プラントテクノロジーほか民間企業約30社によって設立された。ここでは、この協議会を通し

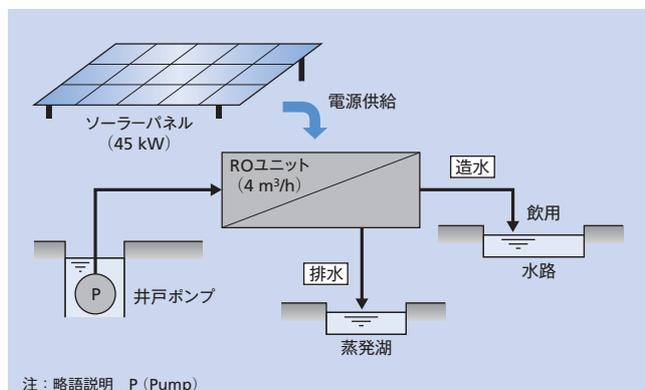


図4 | 太陽光発電ROシステムを用いた飲料水製造設備フロー  
砂漠に掘った井戸から汲（く）み上げられる塩分を含んだ井戸水を原水にしてRO膜で脱塩して絶滅危惧（く）動物用の飲料水とする。電源は太陽光発電で供給する。砂漠に15か所設置する予定である。

て活動しているNEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）委託研究の事例について述べる。

#### 4.4.1 省水・環境調和型水処理技術

##### (1) 海淡・下水等再利用統合システム事業実証研究

世界的な水不足に対して、工業用水の効率的な製造技術の開発をめざし、RO膜を用いた省エネルギー型海水淡水化システムと、生活排水の処理とを組み合わせたシステムの実証事業を2009年度から開始している。これは、ウォータープラザ構想として、北九州市日明浄化センター内に1,500m<sup>3</sup>/日のMBR/RO設備を設置し、MBR処理水を海水に混合することで海水の浸透圧を低下させ、海水淡水化での動力30%低減を目標とし、さらにテストベッド設備を設け、各種実証ができる環境整備も行う計画である。

また、周南市徳山中央浄化センター内に設置するMBR/RO設備は、MBR処理水と隣接する工場の排水処理水を混合してRO処理することで、良質な工業用水を製造し、これを隣接する工場の工業用水として利用する計画である。

(2) 中東等の海外新興地域における小規模分散型水循環事業

UAEのラスアルハイマ首長国のアルガイル工業団地では、水道水をタンクローリで運搬し、生活排水もタンクローリで数十キロメートル離れた下水処理場に運搬、処理していた。ここには、2,000m<sup>3</sup>/日のMBR設備と1,000m<sup>3</sup>/日のRO設備を設置し、生活排水の処理と工業用水の製造を行い、生活排水の処分費と工業用水の販売費で水事業運営の実証事業として実施している（図5参照）。

#### 4.4.2 超大型海水淡水化技術

2009年度に国の新しい科学技術プログラムとして「最先端研究開発支援プログラム」が新設され、その一つのテ

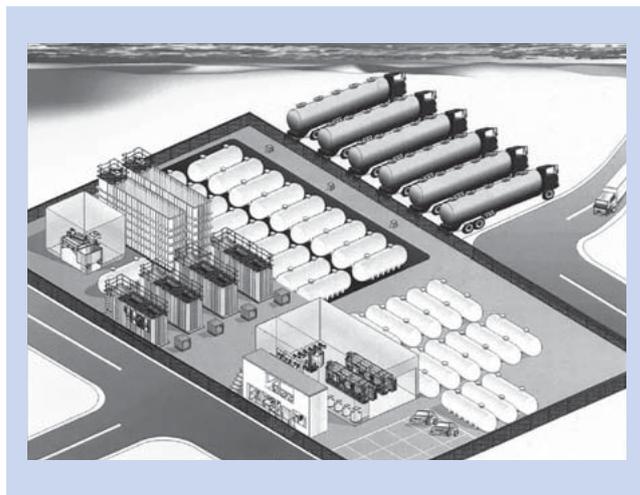


図5 | ラスアルハイマ首長国のNEDOプロジェクト概要図

生活排水は工業団地の労働者居住地区から運搬され、この生活排水をMBR設備とRO設備で処理し、再生水を工業団地内に工業用水として供給する。NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）プロジェクトでは、この設備で事業実証を行う計画である。

マに「Mega-ton Water System」(提案者：東レ株式会社顧問 栗原優氏)が採択された。このテーマの趣旨は、「深刻化する世界的な水問題を解決するため、世界最大の処理能力を有する省エネルギー海水淡水化水処理システム・下水処理システムを確立する。将来的には、日本発水メジャーの基幹技術として海外展開し、水資源の安定的な確保を実現する。」であり、採択の理由には「産学連携の強力な体制を構築して、海水淡水化システムの実用化開発に取り組む重要な提案である。日本が得意なシステム化技術に取り組む意義は大きく、日本の水ビジネスを国際的に展開するための基幹となる技術と期待される。」と述べられている。

日立製作所と日立プラントテクノロジーは、このプロジェクトの中核的メンバーであり、プロジェクトを構成する八つのサブテーマのうち、「100 m<sup>3</sup>/日規模大型プラント構成最適化」と「高効率エネルギー回収」の二つのサブテーマの推進メンバーである。特に「100万 m<sup>3</sup>/日規模大型プラント構成最適化」については日立プラントテクノロジーが取りまとめとなって開発を進める(表1参照)。

#### 4.5 中国での水事業

日立グループは、中国・国家発展改革委員会と2009年11月に低炭素社会建設・資源循環分野に関する包括契約を、日本の企業グループとして初めて締結した。新エネルギー、スマートグリッド、交通、水資源、リサイクルの5分野について、環境に配慮した都市づくりをめざした各種合作モデルを推進する予定である。

水資源分野については、浄水処理技術、産業排水処理技術、下水処理技術、再生水製造技術のインフラ技術に、情報システムの配水情報管理を加えた「インテリジェントウォーター」構想実現のため、特定モデル都市を対象に水循環型都市の構築を行う計画である。さらに、複数の都市間で水環境情報を相互利用可能にする水環境情報システム

表1 「Mega-ton Water System」プロジェクトのサブテーマ  
東レ株式会社の顧問である栗原優氏を主研究員とする超大型プラント海水淡水化建設のための3か年のプロジェクトである。30人の研究者に1,000億円が2009年度の補正予算で投入された。また日立製作所の外村彰フェローは、「最先端研究開発支援プログラム」の中で世界最先端の電子顕微鏡の開発を行う。

分類	サブテーマ
要素技術の研究開発	高効率・大型分離膜エレメント・モジュール
	海水取水技術
	浸透圧発電
	高効率エネルギー回収
システム技術の研究開発	低コスト・高耐久性配管
	100万m <sup>3</sup> /日規模大型プラント構成最適化
	資源生産型革新的下水統合膜処理システム 無薬注海水淡水化システム

を構築し、広域での水源、流域管理など国家レベルでの水管理の実現に寄与できると考える。

### 5. 地球環境へ貢献する新事業

日立グループは、研究開発部門で開発した技術を活用し、地球環境に貢献する新事業を開発中である。

#### 5.1 バラスト水浄化装置

バラスト水とは、船舶のバランスを保つために積載する海水を指す。積載する国と排出される国が異なることがあり、他国の港でバラスト水が排出される際、海水中に含まれるプランクトンや細菌類が、その海域の生態系破壊や病原菌蔓延(まん)延などの原因になると言われている。こうした環境問題への対策として、国連の下部組織であるIMO (International Maritime Organization: 国際海事機関)は、2004年にバラスト水管理条約を採択し、船舶への処理装置の搭載を義務づけた。

日立製作所新事業開発本部と機械研究所は2003年、環境に配慮したシステムづくりをコンセプトに、「凝集と磁気分離」を組み合わせた新しいバラスト水処理システム<sup>1)</sup>の開発を三菱重工株式会社、雄洋海運株式会社と共同で開始した。2007年からは日立プラントテクノロジーで製品化を開始し、2008年には、日刊工業新聞の環境賞優秀賞を受賞している。

2009年7月にはIMOにおいて、日本のメーカーで唯一最終承認を受け、さらに国内での認証を取得し、製品を販売開始した(図6参照)。

#### 5.2 油濁水高速処理システム

石油生産現場では、油とともに水も産出され、年々その水量の割合が高くなっていく傾向がある。水量が増加する

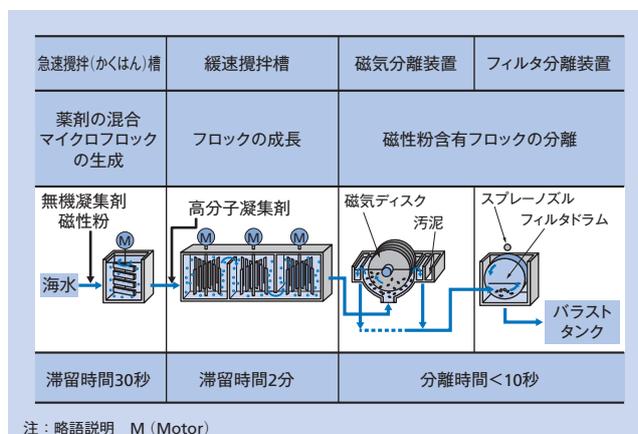


図6 バラスト水浄化装置のシステムフロー  
設備の小型化のため磁気分離技術を採用して高速処理を実現した。海水中の微生物は磁性粉と凝集剤で粗大化し、磁気ディスクで捕集して除去を行う。微細な粒子は後段のフィルタで除去する。

と、油の生産量が制限されてしまうため、サイトで油水分離を行い、なるべく水の比率を低く抑えたいというニーズがある。特に洋上油田の場合はプラットフォーム上で高速処理し、その処理した水を海洋放流することが可能な小型で高性能な油水分離装置の開発が望まれている。

そこで、2009年からJOGMEC（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）と共同研究を開始した。この開発では、日立プラントテクノロジーが保有する凝集磁気分離技術を応用し、油分が海洋放流基準以下となるような装置を開発することを目的とする。まず、メキシコなど油田対象地域の現地調査を実施し、その中で油分除去に必要な設計仕様を検討する。次にコンテナ型デモンストレーション機を用いて実原水でのデータ取得をするとともにスケールアップしたパイロット機を製作し、現地で陸上試験、洋上試験をして処理性能を実証する。同時に、凝集磁気分離技術の周辺技術として、洋上プラットフォーム上での処理に適した回収ブロック処理技術開発および凝集剤開発を並行して実施する。

### 5.3 淡水輸出プロジェクト

水資源豊富なわが国の淡水を水不足に悩むカタールに輸出することによって、同国の水問題解決に貢献する。海水を利用しているバラスト水の代わりに、日本の工業用水や高度下水処理水などの再生水を船舶に搭載し、カタールに輸出する淡水輸出システムの事業性を検討するために、JETRO（日本貿易振興機構）の平成21年度石油資源開発等支援事業で事業性調査を行った。

その結果、2009年11月19日の日本とカタールの経済関係強化に関する共同声明では、このプロジェクトが取り上げられた。これは、カタールの期待の高さを示しており、今後の詳細調査実施や事業化に向けて、大きな弾みとなる。

### 6. おわりに

ここでは、日立グループの水事業における最近のグローバル展開について、ポンプ事業、上下水処理事業、新事業の事例を中心に述べた。

日立グループは、市場が急拡大する水事業に参入するために各種活動を開始している。今後も、積極的な事業展開を加速させる所存であり、これまで培ってきた水環境ソリューションをさまざまな分野に提供し、産官学との連携を促進しつつ、日立グループの総力を結集して社会に貢献していく。

#### 参考文献

- 1) 望月, 外: 凝集・磁気分離技術によるバラスト水浄化装置の開発, 季刊・環境研究 (2008.10)

#### 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



中山 易典

1980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、国際営業本部 所属  
現在、海外営業に従事



都築 浩一

1978年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー 研究開発本部 松戸研究所 所属  
現在、同研究所の研究開発統括業務に従事  
工学博士  
日本機械学会フェロー、日本磁気学会会員



松井 志郎

1977年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー 社会・産業システム事業本部 ポンプ・送風機技術本部 ポンプ・送風機設計部 所属  
現在、ポンプ設備の設計・開発に従事  
技術士（機械部門）



望月 明

1984年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー 経営戦略本部 事業開発室 所属  
現在、地球環境保全に貢献する新事業開発に従事  
工学博士  
日本機械学会会員



館 隆広

1984年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 社会システム事業部 社会制御システム本部 所属  
現在、上下水道にかかわる事業推進および研究開発統括業務に従事  
環境システム計測制御学会（EICA）会員、触媒学会会員