

世界各地における 水処理ソリューションの実績と展望

Past and Future Outlook for Hitachi's International Water Treatment Solutions Business

木下 孝史
Kinoshita Takafumi

Bassem Osman

関根 康記
Sekine Yasunori

門崎 利通
Kadosaki Toshimichi

鈴木 浩二
Suzuki Koji

松浦 雅幸
Matsuura Masayuki

安部 直樹
Abe Naoki

磯上 尚志
Isogami Hisashi

近年、新興国では急速な都市化と経済成長を背景に、インフラ整備が急務となっている。日本政府はこれらの拡大するインフラ市場に着目し、2013年度の輸出強化分野の1つに位置づけている。こうした市場環境の中で、日立グループは、地域ニーズに応じた水循環システムと情報システムを融合させるトータルでのソリューションを構築し、グローバルな貢献を推進している。最近では、中東、モルディブ、インド、中国をはじめとする国・地域での水処理事業の実績を有している。

1. はじめに

世界のインフラ事業を取り巻く市場環境は、大きく変化している。官民連合での取り組みは盛んになっているが、グローバルな環境での日本の優位性は、確保できていないのが実情である。しかし、新興国を中心に急速な都市化と経済成長が進んでおり、さらなるインフラ市場の拡大が見込まれる。そこで、経済産業省は2013年度の戦略的な取り組みとして、新興国へのインフラシステムの輸出強化を提唱している。特に、従来の「機器」の輸出だけでなく、インフラの設計、建設、運営、管理を含む「システム」としての受注、現地での「事業投資」の拡大など、多様なビジネス展開の加速を戦略と位置づけている。日立グループは、その強みである水循環システムと先進の情報システムを融合したトータルでのソリューションを提供することで、水処理事業によるグローバルな貢献を加速させている。

ここでは、日立グループにおける最近のグローバル水処理事業の活動状況について述べる。

2. 日立グループのグローバル水処理事業

日立グループは、地域の歴史や風土に結び付いた水文化を尊重し、機器供給、EPC (Engineering, Procurement and Construction) からサービス事業まで提供することで、地

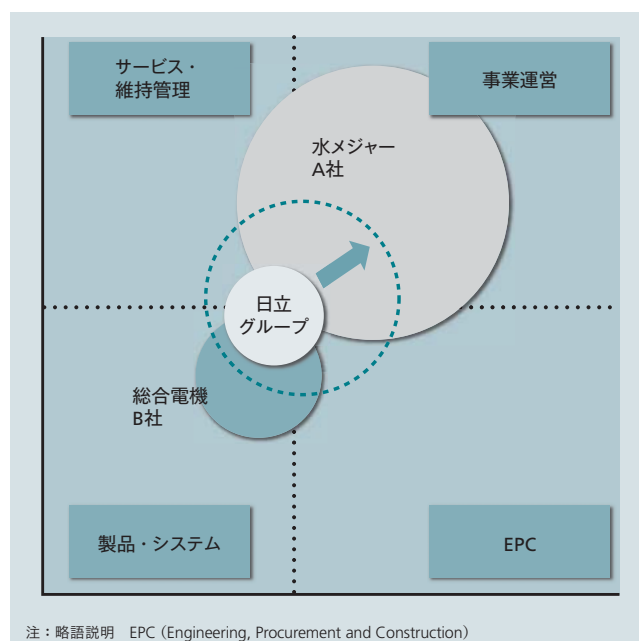


図1 | 日立グループがめざす水事業の方向性

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。

域の発展に貢献できる水処理事業をめざしている(図1参照)。

経済成長が著しい一方で淡水が不足している地域では、排水再利用や海水淡水化など、日本の得意技術である膜技術を中心とした水処理事業を展開している。特に中東地域では、膜型下水処理システムによる水再生事業や下水処理の実績がある。また、中東、アジア、インド、中国など市場規模が大きいボリュームゾーンでは、上水・下水のEPC事業、2010年から経営に参画しているモルディブ共和国のMale' Water and Sewerage Company Pvt. Ltd. (MWSC) の運営事業など、国内・海外での実績を生かして海外展開を拡大している。新規事業であるオイル&ガス分野においても、随伴水処理システムの実証試験を行うなどグローバルな水処理事業を展開している。

3.1 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月から生活排水をタンクローリーによって収集し、処理水を再生水として販売する水再生事業を運営している。

これは、ドバイの建設業に従事する労働者の生活排水を処理し、近隣の工場の工業用水として水道水よりも安価な料金で販売するものであり、運営は現地財閥のアレグレアグループと設立したHi Star Water Solutions社が行っている。この処理には、膜分離活性汚泥システム（Membrane Bioreactor）とRO（Reverse Osmosis：逆浸透）膜から構成されるシステムを採用し、水質が安定した高級処理水を供給している（図2参照）。

現在の水再生事業の概要は以下のとおりである。

- (1) 収集生活排水量：約1,000 m³/日
- (2) タンクローリーによる排水運搬回数：約24回/日
- (3) TSE（Treated Sewage Effluent）生産水量：約730 m³/日
- (4) RO生産水量：約220 m³/日
- (5) 再生水販売先：コンクリート会社および紙再生工場

3.2 コンパクト膜型下水処理システム

2008年、当時の建設ラッシュで急増した建設労働者の宿舎向けに、UAEを中心に数多くのコンパクト膜型下水処理装置を納入した。この下水処理装置は、省スペースで高品質の処理水が得られることから、病院、大学、ホテルなどの施設案件への取り組みを拡大し、実績を伸ばしてきた。公共下水においては、小規模から中規模の市町村では集約型から分散型の下水処理システムの採用が増えており、中東各地域で提案活動を展開している。

- (1) 病院



図2 | 膜分離活性汚泥システム+RO膜システムによる処理システム
ドバイの水再生事業で採用した膜分離活性汚泥システムとRO（Reverse Osmosis：逆浸透）膜で構成されるシステムを示す。処理水量は25 m³/日である。



図3 | 病院向けコンパクト膜型下水処理システム
イラク・バスラ市内の病院に納入したコンパクト膜型下水処理システムを示す。処理水量は120 m³/日である。

イラク南部のバスラ地区には、復興事業の一環として、既存および新規建設される病院向けに膜型下水処理システムを納入している（図3参照）。公共下水道が整備されていない地域では、施設ごとの個別処理が必要となるため、短納期で下水処理が提供できるコンパクト膜型下水処理システムは有効なソリューションとなる。これまでに9か所の病院に12台を納入した。また、イラクに続き、サウジアラビアの病院にも納入している。

- (2) 大学、ホテル

オマーンとイラクでは、大学施設と学生寮を対象とした処理システムを納入し、処理水の再利用と老朽化施設の更新で貢献している。また、トルコの5つ星ホテルに植栽散水用のシステムを、タンザニアの国立公園内のホテルに公園の修景用水として使用するためのシステムをそれぞれ納入した。このほかにもリゾートホテルやレストラン向けなどに納入している。

- (3) 分散型下水処理システム

UAE、オマーンなどでは、地形や人口密集度などの地域事情に合わせた分散型の下水道システムとして膜型下水処理システムを提案している。

コンパクト膜型下水処理システムはこれまでに100台以上の納入実績を有しており、今後も中東諸国を中心に着実に事業を展開していく。

3.3 下水高度処理

将来的なアラビア湾岸の下水放流規制に対応するため、2011年4月から1年半にわたり、UAE、ドバイ市と共同で膜分離活性汚泥システムを用いた下水高度処理に関する共同研究を実施した。当該地域の下水濃度は日本国内に比べて約2倍と高く、かつ夏季には生物反応槽水温が40℃近くまで上昇する過酷な状況であるが、処理水質は

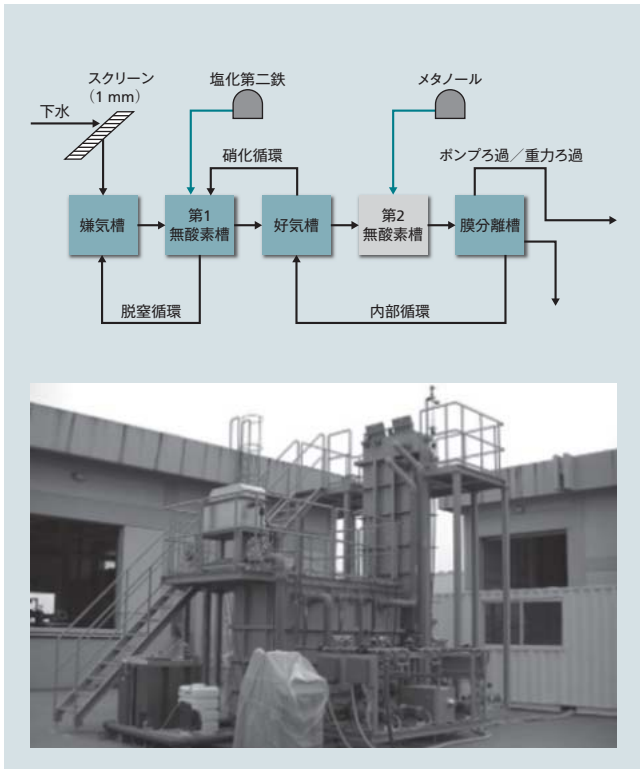


図4 | パイロットプラントの概略フローと外観

下水高度処理の共同研究におけるパイロットプラントの概略フローと外観を示す。装置規模は15～20 m³/日である。

T-N (Total Nitrogen：全窒素) 5mg/L以下、T-P (Total Phosphorus:全リン) 2 mg/Lという高い目標値を設定した。

生物処理のベースには日立グループが研究実績を有するUCT (University of Cape Town) 法を採用したが、目標値を達成するため、さらに第2無酸素槽および同時凝集を加えたプロセスを採用した(図4参照)。研究期間中におけるドバイ市の積極的な協力や現地コンサルタントのアドバイスもあり、成果として以下の結論を得ることができた。

(1) 水T-N 60 mg/Lを超える高負荷条件においても、第2無酸素槽を使用することなく、処理水T-N 5mg/L以下を達成した。その主要因は、膜分離槽のDO (Dissolved Oxygen：溶存酸素) 濃度調整による膜分離槽での好気脱窒であったと考えられる。

(2) T-Pは原水の計画値30 mg/Lに到達することはなかったが、原水T-P濃度17 mg/Lに対し、処理水T-P 2 mg/Lを達成した。ただし、水温がおおむね35℃を超える状況下では生物学的リン除去が行われないため、目標達成には同時凝集が必要であった。

これらの研究成果を通して、中東湾岸地域の水環境問題の解決に貢献していく。

4. 島しょ国における太陽光発電利用海水淡水化

大洋州諸島では、飲料水を雨水に依存している地域、あるいは地下水に依存している地域がほとんどである。これ

らの地域では、乾季における水不足や住民生活による地下水汚染、地下水の塩化などにより、地下水が飲用に適さなくなるなどの問題に直面している。これに対して日本政府はPEC基金^{※)}を設立し、日本の優れた環境技術によってこれらの問題を改善することとした。

日立グループは、2012年にツバル、ナウルの2か国向けに太陽光発電設備を利用した海水淡水化装置を納入し、2013年には、パラオにも同設備を納入する。

大洋州諸島などの島しょ国では、海水淡水化装置を納入しても施設の運転費、特に電力料金が問題になる。これは運転に必要な燃料を海上運搬で確保するためである。今回納入の太陽光発電設備は3か国いずれも系統連系タイプであり、晴天時には海水淡水化装置を太陽光発電だけで賄うことができ、かつ余剰電力は島内の電力網に送電する。海水淡水化設備容量は、太陽光発電が利用可能な日中8時間の運転として決定している。

各国に納入した太陽光発電設備海水淡水化システムの概要は以下のとおりである。

(1) ツバル (人口：約9,800人、面積：25.9 km²)

太陽光発電設備：65 kW (図5参照)

海水淡水化装置：100 m³/日×1台 (図6参照)，
10 m³/日×2台 (移動式)

(2) ナウル (人口：約1万人、面積：21.1 km²)

太陽光発電設備：130 kW

海水淡水化装置：100 m³/日×1台

(3) パラオ (人口：約2万人、面積：488 km²)

太陽光発電設備：65 kW

※) 2009年5月に北海道占冠村トマムで開催された第5回日本・太平洋諸島フォーラム首脳会議(太平洋・島サミット)において、日本の優れた環境技術(海水淡水化設備、太陽光発電設備)により、大洋州島しょ国が抱える諸問題に広域的に対処するため、日本政府が太平洋諸島フォーラム(PIF：Pacific Islands Forum)に資金を拠出して設立したもの。



図5 | ツバル向け太陽光パネル

ツバルに納入した太陽光パネルの外観を示す。最大能力は65 kWである。



図6 | ツバル向け海水淡水化装置

ツバルに納入した海水淡水化装置の外観を示す。処理水量は100 m³/日である。

海水淡水化装置：440 m³/日×1台

また、島しょ国のもう1つの課題は、専門の運転管理者が確保できないことである。このプロジェクトでは、オペレーターの運転・維持管理トレーニング、および設備引き渡し完了後2年間の運転支援、維持管理を提供する。今回、海水淡水化装置メーカーであるシンガポールのHitachi Aqua-Tech Engineering Pte. Ltd. (HAQT) や日立グループがすでに太陽光発電利用海水淡水化システムを納入してい

るモルディブのMWSCにおいて現地運転者のトレーニングを実施し、プロジェクト完了後の現地オペレーターによる継続性、持続性のある運営をめざしている。

このプロジェクトの完了が、その国の中長期的な水問題の解決に貢献することを期待している。

5. モルディブにおける海洋深層水インフラ事業化

モルディブでは、首都マレの東に位置し、国際空港があるフルレ島を対象に、海洋深層水多段利用インフラの事業化に向けた計画を進めている。このインフラは、低温かつ清浄な海洋深層水を沖合の海底から取水し、熱交換器を用いて空調用冷水を空港関連施設に供給すると同時に、熱交換後の深層水をボトル水や海水淡水化の原水として活用するものである。計画では、フルレ島にある施設の冷房約7,000 kW相当を海洋深層水の冷熱によって賄い、空調に要する電力の80%以上を削減する効果を見込む。また、安定した水質の海洋深層水は、将来にわたって安全な水源としての活用が期待される（図7参照）。

日立グループは、2010年から日本政府が推進する「二国間オフセット・クレジット制度」の実現に向けた調査事業を受託し、案件の組成を図ってきた。モルディブは平均海拔1.5 mという地理的条件から、地球温暖化の影響を受けやすい国の1つとされ、再生可能エネルギーの導入など

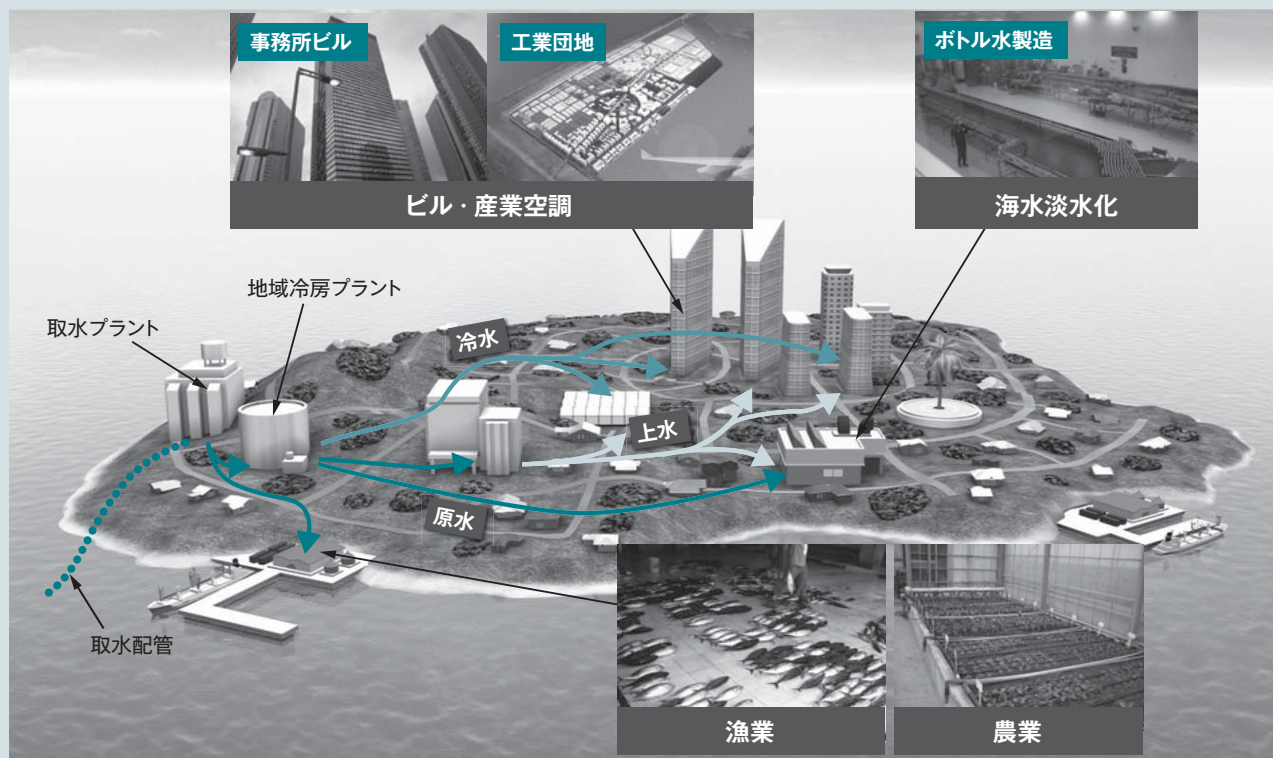


図7 | 海洋深層水多段利用インフラシステム

海洋深層水が持つ特性を多段階に活用し、空調の省エネルギーと地域経済の振興に貢献する島しょ・沿岸地域向けインフラである。

で2020年までにカーボンニュートラル国家となることをめざしている。しかし一方では、観光業に依存する経済基盤の強化のため、産業の多様化とそのためのインフラ整備が求められており、温暖化対策と開発の両立が課題となっている。その解決策の1つとして海洋深層水多段利用インフラのモディブへの導入を推進し、両国政府の協力案件として、2015年の稼働をめざす。また、モディブの事業を島しょ・沿岸地域向けインフラのモデルケースとし、グローバルに普及を図っていく。

6. インドにおける産業水処理事業

インドの現地法人Hitachi Plant Technologies India Pvt. Ltd. (IGHPT) を2012年に設立し、日系企業の多様なニーズに応えるソリューション事業を展開している。

現在、水処理では日系電機企業および自動車関連企業から3件の受注実績がある(図8参照)。また、日系以外では、インドの基幹成長産業で投資が盛んな鉄鋼企業から1件の受注実績があり、今後も鉄鋼産業を軸にインド企業からの受注を拡大していく。

インドでは慢性的な水不足を背景に、ゼロディスチャージの需要が高まっている。特に水使用量の多い鉄鋼産業には規制が設けられるなど、厳しい行政指導が行われている。ゼロディスチャージには廃水の特徴に基づいて排出系統を分別・統合し、高度な処理技術を適用するとともに、さまざまな反応・処理を有効に組み合わせてシステムを構築する必要がある。日立グループは、その豊富な経験と実績により、幅広い分野のインド企業にトータルでのソリューションを提供していく。

日立グループが、インドの社会インフラ整備に加え、水不足改善や環境保全に貢献することに内外から大きな期待が寄せられている。



図8 給水処理設備

インドの産業水処理事業における給水処理設備の納入事例(処理水量: 130 m³/日)を示す。

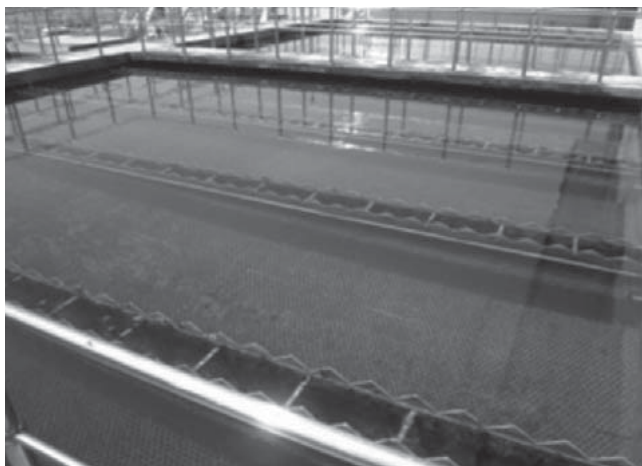


図9 成都沱源自来水有限責任会社の浄水場

成都沱源自来水有限責任会社がある成都市金堂県において、都市部の約15万人に水道水を供給している。

7. 中国における水処理事業

2012年6月、日立グループは中国四川省の上水道事業会社である成都沱源自来水有限責任会社の経営に、成都市自来水有限責任会社および都江堰水利産業集団有限責任会社とともに参画した。成都沱源自来水有限責任会社は、成都市金堂県で上水処理施設の運営・管理事業をはじめ、水道管網の据付け・補修などを行っており、約15万人に水道水を供給している(図9参照)。日立グループとして中国で初めての上水道運営事業参画であり、豊富な実績と技術力を活用し、金堂県における上下水道インフラの整備と経営の合理化、水環境の改善に貢献していく。

なお、経営に共同で参画した成都市自来水有限責任会社は、日立グループと水処理事業の協業締結をしている成都市興蓉集団有限公司の子会社であり、今後も成都市興蓉集団有限公司と連携を深め、中国での水処理事業に参画していく予定である。

8. メキシコにおける随伴水処理システム

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。通常、随伴水には油や砂粒子が多く含まれているため、そのまま自然界に放流することができず、各国は排水基準を設けて環境保全に努めている。しかし、海洋油田の場合にはスペースの限られたプラットフォーム上で処理しなければならないため、小型で高性能の随伴水処理システムが望まれている。

例えばメキシコでは、石油の生産年数とともに随伴水量が増加しているが、海洋プラットフォーム上で排水基準(油濃度 15 mg/L未満)まで処理できる水処理装置が存在しない。こうした背景から、PEMEX(Petroleos Mexicanos: メキシコ国営石油会社)は上述のような随伴水システムの



図10 | 海洋プラットフォーム上に設置した凝集磁気分離装置
メキシコ・カンタレル油田の海洋プラットフォーム上で現地実証した凝集磁気分離装置のパイロット機（日量1万バレル）の外観を示す。

早急な開発を望んでいる。

これに応えるため、日立グループは凝集磁気分離技術を用いた随伴水処理システムを開発し、事業化を進めている。この技術は高速処理という特長を有するため、小型で高性能の油水分離を行うことができる。

2009年8月からJOGMEC（Japan Oil, Gas and Metals National Corporation：独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）と共同研究を実施することにより、PEMEXに凝集磁気分離技術を紹介するとともに、メキシコでの現地実証試験を実施した。現地実証試験では、実規模相当のパイロット機（日量1万バレル）を2011年には陸上施設、2012年には海洋プラットフォーム上に設置し、それぞれの場所において処理水が排水基準を満足することを確認した（図10参照）。

実証試験の結果は、2013年5月に来日したPEMEX幹部から、JOGMEC主催の「JOGMEC Techno Forum 2013」の会場で報告された。この結果を基に、早期受注につなげる予定である。

今後、凝集磁気分離装置単体だけでなく、前処理や後処理を組み合わせたシステムの提案により、処理水の再利用を重要視する中東などへの拡販を進める予定である。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。

9. おわりに

ここでは、日立グループにおけるグローバル水処理事業の最近の活動状況について述べた。

膜分離活性汚泥システムによる水再生事業、太陽光発電利用海水淡水化、海洋深層水インフラ事業、随伴水処理など事業は多岐にわたっているが、各分野において実績や成

果が上がってきている。事業の対象地域も中東、アジア、インド、中国と拡大しているが、各国・地域の実状に合ったソリューションの提案により、グローバル水処理事業の取り組みを強化し、地域貢献を推進していく。

執筆者紹介



木下 孝史

1981年日立プラント建設株式会社入社、日立製作所 インフラシステム社 インフラ建設・エンジニアリング事業本部 事業統括本部 第二プロジェクト事業部 海外水プロジェクト部 所属
現在、オイル&ガス業界における随伴水処理事業展開に従事



Bassem Osman

2000年株式会社日立プラントテクノロジー入社、日立製作所 インフラシステム社 インフラシステム総合営業本部 中東支社 中東営業部 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



関根 康記

2000年日立金属株式会社入社、日立製作所 インフラシステム社 環境事業統括本部 水処理事業部 開発部 所属
現在、膜利用水処理技術の開発設計に従事



門崎 利通

1996年日立プラント建設株式会社入社、日立製作所 インフラシステム社 インフラ建設・エンジニアリング事業本部 事業統括本部 第二プロジェクト事業部 海外水プロジェクト部 所属
現在、海外水処理案件の計画・設計・施工管理に従事



鈴木 浩二

1998年日立プラント建設株式会社入社、日立製作所 インフラシステム社 水環境ソリューション事業統括本部 水プロジェクト推進グループ 所属
現在、海洋深層水インフラの事業化に従事



松浦 雅幸

1994年日立プラント建設株式会社入社、日立製作所 インフラシステム社 インフラ建設・エンジニアリング事業本部 事業統括本部 第二プロジェクト事業部 海外水プロジェクト部 所属
現在、インド向け水処理事業開発に従事
技術士（上下水道部門）



安部 直樹

1995年日立プラント建設株式会社入社、日立製作所 インフラシステム社 インフラ建設・エンジニアリング事業本部 事業統括本部 第二プロジェクト事業部 大型水プロジェクト部 所属
現在、中国向け水処理事業開発に従事
博士（工学）
日本生物工学会会員



磯上 尚志

1991年日立製作所入社、インフラシステム社 インフラ建設・エンジニアリング事業本部 事業統括本部 第二プロジェクト事業部 海外水プロジェクト部 所属
現在、オイル&ガス業界における随伴水処理事業展開に従事
博士（エネルギー科学）
日本機械学会会員、低温工学・超電導学会会員