feature article

水環境にかかわる地球環境保全への取り組み

Activity of Global Environmental Protection for Water Environment

山田 顕寛 Akihiro Yamada　　相田 幸雄 Yukio Aita

近年，温暖化対策をはじめとする地球環境問題への対応は，あらゆる分野に及び，上下水道をはじめとする水環境分野においても，多種多様な環境対応が求められている。特に地球温暖化対策としては，省エネルギーの推進，再生可能エネルギーの活用，施設や設備の効率的運用などが必要とされている。日立グループは，「環境ビジョン2025」において，地球環境問題の解決に向けて積極的に取り組むことを宣言しており，水環境分野では幅広い製品群・技術を用いて，地球環境保全に貢献していく。

1. はじめに

地球温暖化をはじめとする地球環境保全への対応が，社会のさまざまな分野で進められている。その中でも，特に水は生命の維持に不可欠であるため，清浄な水環境を維持し続けることが必要である。近年では，水源や河川などの地域環境に配慮するのみならず，地球環境に配慮することも求められている。

日立グループは，持続可能な社会をめざして環境ビジョンを掲げている。その重要な三つの柱は，「地球温暖化の防止」，「資源の循環的な利用」，「生態系の保全」であり，製品の全ライフサイクルにおける環境負荷低減をめざした，グローバルなモノづくりを推進している（**図1**参照）。

事業活動の推進にあたっては，2015年度までの中期計画および2025年度までの長期計画を策定し，その達成に努めている。水環境分野にかかわる，日立グループのさまざまな技術や製品も，環境ビジョンに沿った対応を進めている。

ここでは，日立グループが水環境分野において提案・提供する「地球温暖化の防止」および「生態系の保全」に関する，環境ソリューション技術ならびに製品について述べる。

2. 日立グループの水環境分野における地球環境ソリューション

2.1 地球温暖化の防止

浄水場や下水処理場など，水環境分野においては，ポンプ設備・送風機設備などで多くの電力エネルギーを使用しており，これらの設備の省エネルギー化および新エネルギーへの代替は，CO_2排出抑制，すなわち地球温暖化対策の強化に貢献するものである。

省エネルギーのアプローチとしては，製品そのもののエネルギー効率を向上させる方法と，システムとしてエネルギー損失が最小化されるような運転制御を行う方法が考えられる。

前者ではエコトランス（特別高圧用低損失変圧器）やアモルファストランスの採用を提案し，後者では上水道施設に膜ろ過監視制御システムの提案，および下水道施設に環境負荷低減型下水プロセス運転支援システムの開発を進めている。

一方，新エネルギーとしては自然エネルギーを利用する太陽光発電システム，風力発電システム，小水力発電システムや，下水汚泥から発生する消化ガスを利用する発電システムを提案している。

2.2 生態系の保全

循環型社会への要求が高まる中，水は貴重な資源であるという認識が高まり，下水処理水は，中水道のみならず修景用水や親水への利用推進が求められている。

下水処理水を再利用するための高度処理としては，従来から，砂ろ過処理や塩素消毒処理が広く行われているが，修景・親水利用には消毒・脱臭・脱色・発泡除去が必要であり，これらへの対応としてはオゾン処理が有効である。

日立グループは，直径50 μmの微細な気泡を水処理に利用する高効率マイクロバブル生成技術を新たに開発し，オゾン処理に適用した。マイクロバブルによるオゾン溶解・反応効率向上・適切な濁質分離などの効果により，反応槽

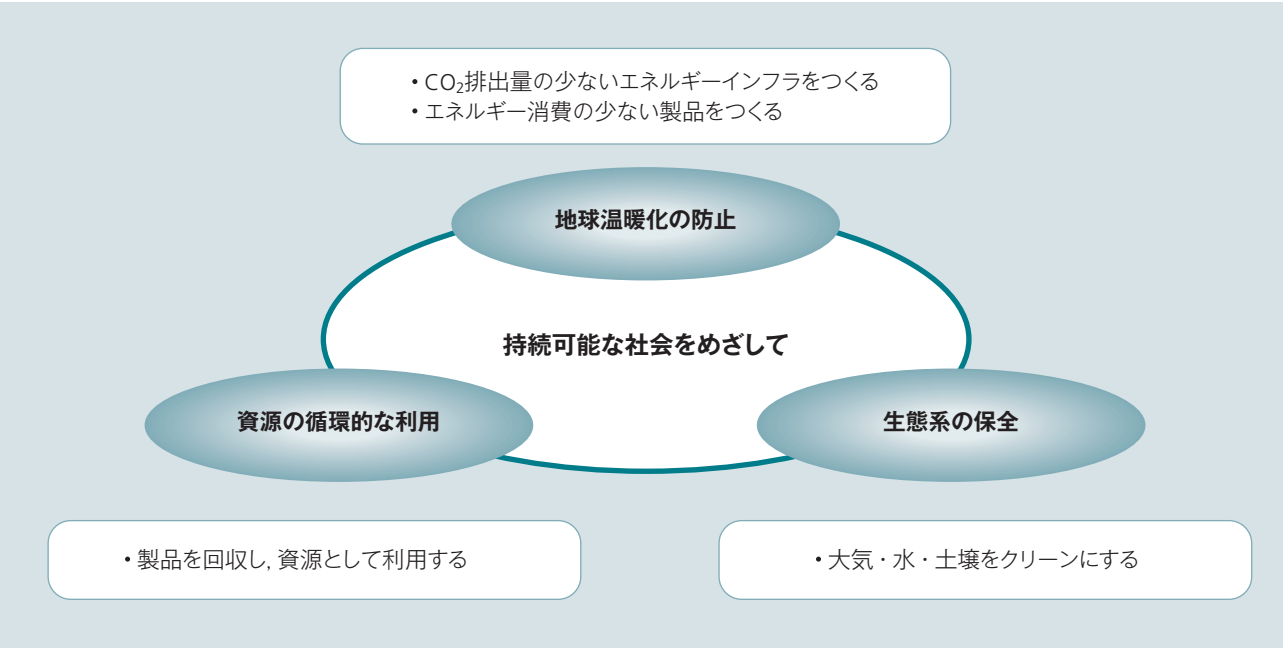

図1　日立グループ「環境ビジョン2025」の概要
「地球温暖化の防止」,「資源の循環的な利用」,「生態系の保全」を重要な三つの柱として，製品の全ライフサイクルにおける環境負荷低減をめざしたグローバルなモノづくりを推進し，持続可能な社会の実現をめざす。

の小型化・オゾン使用量の削減・運転コストの低減を実現したオゾンマイクロバブル下水再生装置を開発して製品化した（**図2**参照）。

この製品により下水処理水の親水利用を可能とし，水資源の有効活用，さらには生態系の保全に寄与することができる（**表1**参照）。

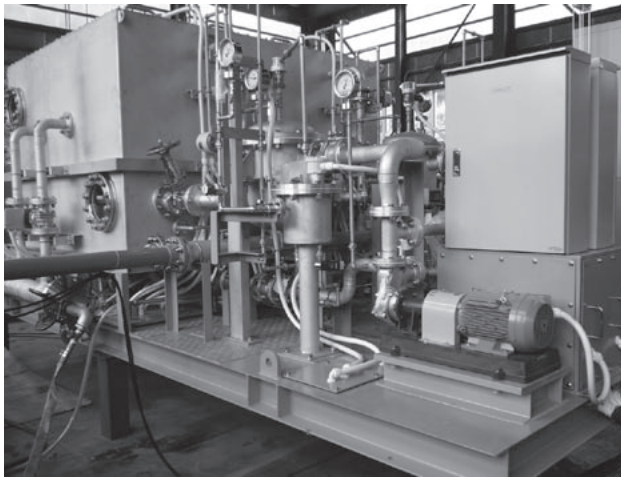

図2　オゾンマイクロバブル下水再生装置
製品外観（600 m^3／日仕様）を示す。オゾン反応槽・マイクロバブル生成装置・オゾン発生装置・コントローラなどから構成される。

3. 日立グループの省エネルギー および新エネルギーソリューション

現在，最も急務である地球温暖化の防止に有効な省エネルギーおよび新エネルギーについて，日立グループが提供するソリューションメニューは以下のとおりである。

3.1　エコトランス

エコトランスは，鉄心部分に低鉄損電磁鋼板を採用するとともに，鉄心構造を改善し磁束の流れをスムーズにすることにより，従来品に比較して約80%（当社比）の低損失化を実現した（**図3**参照）。

現在までに大阪府下某浄水場向け15 MVA/77 kV×2台ほか，全国に21台を納入している。

表1　再生水処理方式の比較
オゾンマイクロバブル，オゾン注入，塩素注入による処理方式の比較を示す。

処理方式	用途	大腸菌	濁度	色度	臭気	発泡物質	コスト	備考
オゾンマイクロバブル	親水利用 噴水・親水池 （人が触れても可）	○	○	○	○	○	○	・清澄な再生水 ・呼吸効率増加による運転コストダウン
オゾン注入 （従来技術）	親水利用 噴水・親水池 （人が触れても可）	○	○	○	○	○	△	・清澄な再生水
塩素注入 （参考）	修景用水・水洗便所など （人が直接触れる可能性が低い）	○	△	△	×	×	—	・臭い ・便器への着色 ・塩素による配管腐食

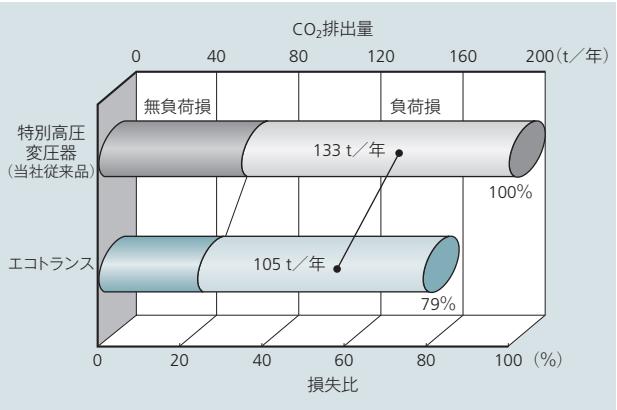

図3　エコトランスと従来品の導入効果試算例
油入変圧器，1万kVA 50 Hz 等価負荷率60%の場合を示す。

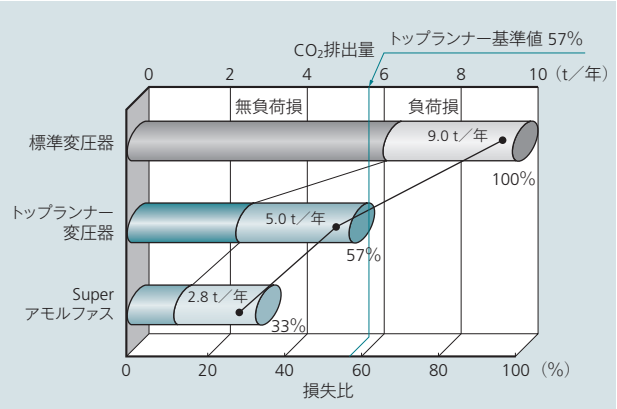

図4　Superアモルファス，トップランナー変圧器の導入効果試算例
モールド変圧器，三相500 kVA 50 Hz 等価負荷率40%の場合を示す。

3.2　アモルファストランス

変圧器の損失には負荷損失と無負荷損失（待機電力）がある。アモルファス変圧器は鉄心部分にアモルファス合金を用いることにより，この無負荷損失を従来型の約$\frac{1}{6}$に削減[※1)]した。

その結果，省エネ法（エネルギー使用の合理化に関する法律）に定めるトップランナー基準値[※1)]に比べて，全損失を最大約42%削減[※2)]と損失の大幅な低減が可能である（**図4**参照）。

3.3　膜ろ過監視制御システム

これまで，多くの浄水施設では急速ろ過法が導入されてきた。近年，原水水質悪化・処理水量増大など多様化する状況に対して，維持管理の容易性・水質の安全性向上などの要求によって，膜ろ過浄水設備が適用されつつある。

膜ろ過浄水設備では，ろ過ポンプが最も多くの電力を消費する。この電力消費量を低減するため，最適な前処理・ろ過処理条件を出力できる監視制御システムを開発した。

このシステムは，原水水質と運転状況の変動に応じた運転条件の最適解を膜ろ過特性および凝集特性のモデルに基づいて算出し，自動運転に反映させるものである。

膜ろ過監視制御システムは電力消費量低減のほか，薬品消費量・汚泥処分・薬品洗浄・膜交換を考慮したLCA（Life Cycle Assessment）や運転コストの点で最適な自動運転を実現することも可能である。

3.4　環境負荷低減型下水プロセス運転支援システム

下水処理施設においては，特に生物反応槽へ空気を曝（ばっ）気するブロワが電力を多く消費する。

風量が不十分であると処理水質が悪化する。逆に風量が過剰であると電力消費量が増大する。このように処理水質と電力消費量はトレードオフの関係にあり，適正な運転条件を求めることは容易ではない。

そこで適正な運転条件をより容易に得るため，対話的機能を有する環境負荷低減型下水プロセス運転支援システムを開発した。

このシステムは微生物の代謝反応を考慮した活性汚泥モデルに基づき，原水水質変動と運転条件に対応した，処理水質と電力消費量を内部で高速演算する。

そして所望の条件，例えば処理水質目標値や電力消費量上限値などに対応した運転条件を探索して出力する。その結果，水質目標値を達成し水質基準を順守したうえで，最も電力消費量を低減する運転を実現することができる。

なお，この支援システムは処理水質や電力消費量のほか運転コストも同時に評価でき，より効率的な運転条件の決定にも利用可能である。

3.5　エネルギー回収システム（マイクロ水力発電）

エネルギー回収システムは，配水池などの自然落差を利用した未利用水力エネルギーを，発電水車によって電気エネルギーとして回収するものである。有効落差に応じた水車の最適回転速度制御によって高効率にエネルギーを回収する。また配管の途中に設置できるように発電機一体型インライン水車を採用し，さらなる小型コンパクト化を図っている（**図5**参照）。

例えば，有効落差35 m，流量2.8 m^3／分の場合に出力9 kWを実現（エネルギー回収率は最大59%）するとともに，系統連系装置を介して三相200 Vまたは400 Vの交流送電が可能である。落差，流量に応じて水車の直列または並列運転により，規模に見合った対応も可能である。

3.6　太陽光発電システム

太陽光発電はCO_2やNOx，振動や騒音を発しないク

※1）トップランナー基準値：変圧器は，省エネ法に定める特定機器に選定され，エネルギー消費効率（全損失）の判断基準値（トップランナー基準値）がJIS規格により定められている。
※2）「SuperアモルファスX」（三相500 kVA 50 Hz 等価負荷率40%時）と当社製品の比較による。

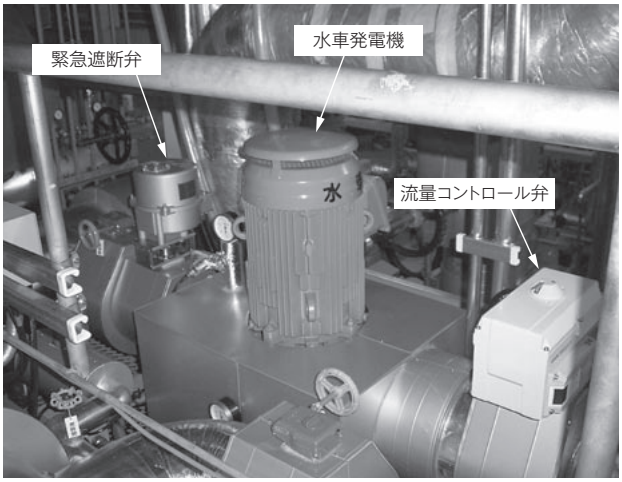

図5　エネルギー回収システム（マイクロ水車発電機）
本体は水車，発電機が一体構造で，小型，軽量である。配管途中に設置可能なインライン設計で，既存スペースの狭い空間でも取り付けを容易な構造とした。

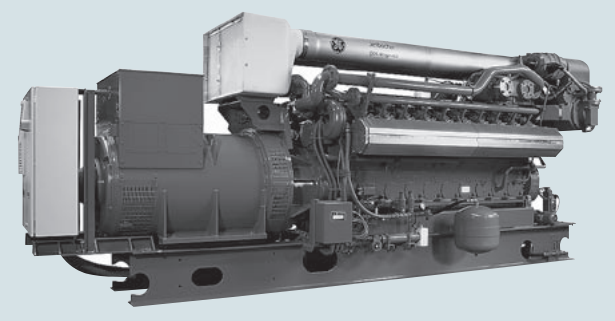

図6　大阪市津守下水処理場納め消化ガス発電システム
2007年に運用を開始した消化ガス発電システム（793 kW/3台）の外観を示す。

リーンで環境に配慮した発電システムである。日立グループは，豊富な実績があるインバータや系統連系技術を有しており，東京都水道局三郷浄水場や大阪府水道部庭窪浄水場に納入し，現在，安定稼動中である。

3.7　消化ガス発電システム

消化ガス発電システムは，下水処理における汚泥の消化処理過程から発生する，消化ガスを燃料とする発電システムである。

化石燃料によらない発電システムであり，温室効果ガスの排出量を抑制できる地球環境に配慮した発電設備である。

大阪市津守下水処理場に納入したシステムでは，下水処理場内で使用する電力供給のほか，廃熱回収を行っており，2009年5月現在1万時間の運転実績を有している（**図6**参照）。

4.　おわりに

ここでは，日立グループが水環境分野において提案・提供する「地球温暖化の防止」および「生態系の保全」に関する環境ソリューション技術と製品について述べた。

日立グループは，次の世代へ美しい地球環境を伝え残すために，そのすべての技術と製品で地球温暖化対策をはじめとする地球環境問題の解決に貢献していく所存である。

参考文献など

1）　日立グループCSR報告書2009，
http://www.hitachi.co.jp/csr/download/index.html
2）　長谷川，外:水環境分野に貢献する省･新エネルギーソリューション，日立評論，**89**，8，610～615（2007.8）
3）　大阪市，http://www.city.osaka.lg.jp/

執筆者紹介

山田 顕寛
1983年日立製作所入社，電機グループ 社会・産業システム事業部 社会制御システム本部 電機システム統括部 所属
現在，水環境分野における電機システムトータルソリューション業務に従事

相田 幸雄
1989年日立製作所入社，電機グループ 社会・産業システム事業部 社会制御システム本部 電機システム統括部 所属
現在，水環境分野における電機システムトータルソリューション業務に従事