

水の安全を確保する総合水環境保全システム

Total Water Environment Preservation System

高田国雄*	Kunio Takada	水田耕市****	Kôichi Mizuta
新井保夫**	Yasuo Arai	白井正明*****	Masaaki Shirai
河口聖治***	Seiji Kawaguchi		



総合水環境保全システム

さまざまな浄化システム、水質浄化予測技術、および水質監視・診断技術により、清らかな水環境の保全を総合的に支援する。

わが国では、河川の源流から海に至る流域のあらゆる地点で、さまざまな用途に水を使用している。その中でダム貯水池や湖沼は、貴重な水資源として地域住民の暮らしに大きな役割を果たすとともに、潤いのある水辺として親しまれている。

ところが、近年の都市化の進展による生活排水などの流入量増大で、ダム貯水池や湖沼の水の富栄養化が進行し、アオコや異臭が発生し、これらを水源とする水道水に悪影響を与えたり、景観や親水性が損なわれる事例が生じている。

水質を保全するためには、流域での人間の社会活動の拡大や多様化が環境へどのような影響を及ぼすかを考慮したうえで、流域全体をとらえた適切な対策を立てることが必要である。

日立グループは、水質の浄化予測を行うシミュレーション技術、広域で水質監視、診断を行うリモートセンシング技術やプランクトンモニタ技術、および水を浄化するさまざまな浄化システムの開発を進め、水環境の保全を総合的に支援している。

* 日立製作所 機電事業部 ** 日立金属株式会社 機装事業部 *** 新明和工業株式会社 産機システム事業部
**** 日立機電工業株式会社 環境装置事業部 ***** 日立プラント建設株式会社 水処理事業部

1 はじめに

水は多様な生態系を支えるとともに、人間社会の存立基盤を形成する重要な資源である。近年の都市化の進展、生活水準の向上によって汚濁負荷量が増大し、ダム貯水池や湖沼で水質障害が発生する事例が見受けられる。

この水質障害を解決するには、下水道の整備などの流域内対策の実施と、汚濁が進んだ湖沼などでの浄化システムの導入が不可欠である。

ここでは、日立グループが開発を進めている水質浄化システム、総合水環境システムの中核を成す水質浄化予測技術、および水質監視・診断技術について述べる。

2 総合水環境エンジニアリング

清らかな水環境を実現するためには、流域を一体とした水循環系全体を一つのシステムとしてとらえ、的確に水質浄化システムを配置することが重要である。

まず、水域の基礎的な水質調査などを行って現状水質を把握する。これに基づいて水質浄化予測シミュレーションのモデルを構築し、水質浄化システムを配置した場合の効果について検討する。そして、種々の条件を考慮し、最適と判断する水質浄化システムの導入を提案する。

水質浄化システムの導入後は、自然環境や社会環境の変化をも含めて監視し、水質浄化システムの最適化を図ることが重要である。

3 水質浄化予測シミュレーション

水質浄化システムの配置や規模を決定する際には、水質浄化予測シミュレーションを実施し、事業の妥当性を検証することが求められる。

この水質浄化予測シミュレーションは、流れ解析モデルと生物モデルを組み合わせ、水質汚濁の指標となるCOD(Chemical Oxygen Demand)やクロロフィル-a濃度を、時間経過とともに映像で表現するものである。したがって、対象とする水域全体の状況を視覚的にとらえ、的確な判断を下す情報を提供することができる。

霞ヶ浦の現状水質を解析した例を図1に示す。CODの分布が季節に応じて変化する様子が容易に読み取れる。夏期の土浦入りや高浜入りで、特に汚濁が著しいことがわかる。この結果を基に、水域ごとの目標水質を達成するために必要な具体的な施策について検討することができる。

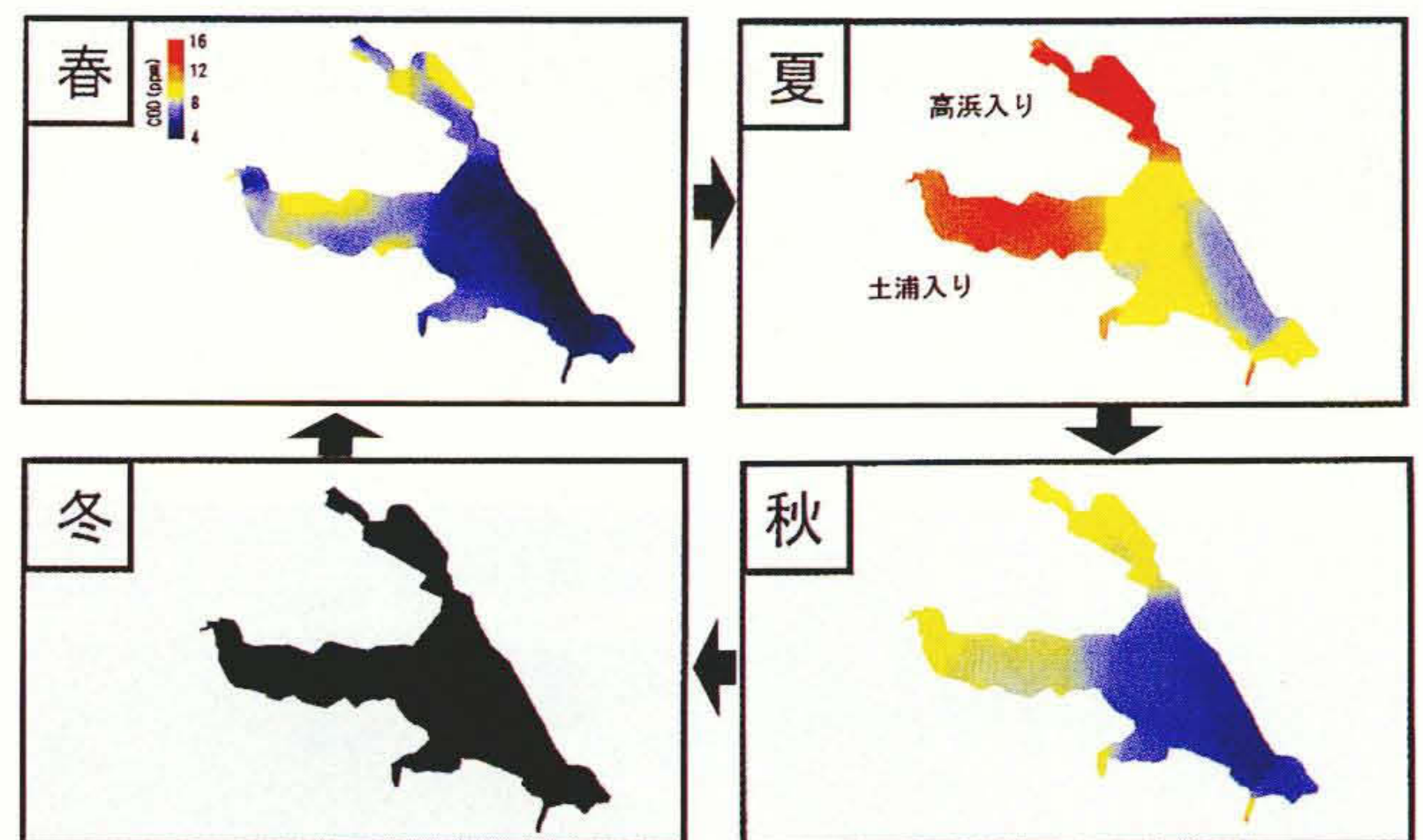


図1 霞ヶ浦の現状水質解析例〔日立製作所〕

霞ヶ浦の季節ごとのCOD分布シミュレーション事例を示す。土浦入りや高浜入りでは夏期にCODによる水質汚濁が著しいことがわかる。

4 水質浄化システム

日立グループが開発しているさまざまな水質浄化システムにより、対象とする水域ごとの特性に応じて最適化を図ることができる。

(1) 流動床汙過システムでは、湖沼などに流入した汚濁負荷によって繁殖する植物プランクトンを自然の浄化力を利用して除去し、水質障害の発生を防止する効果が期待できる(図2参照)。このシステムは、汙材に付着する生物膜に生息するバクテリアや動物プランクトンなどが、植物プランクトンを分解・捕食する自然の営みを利用したものである。

(2) 超電導磁気フィルタシステムでは、湖沼などで増殖した植物プランクトンを迅速に除去し、水質障害の発生を未然に防止する効果が期待できる(図3参照)。このシステムは、超電導磁気を利用して、富栄養化した大量の

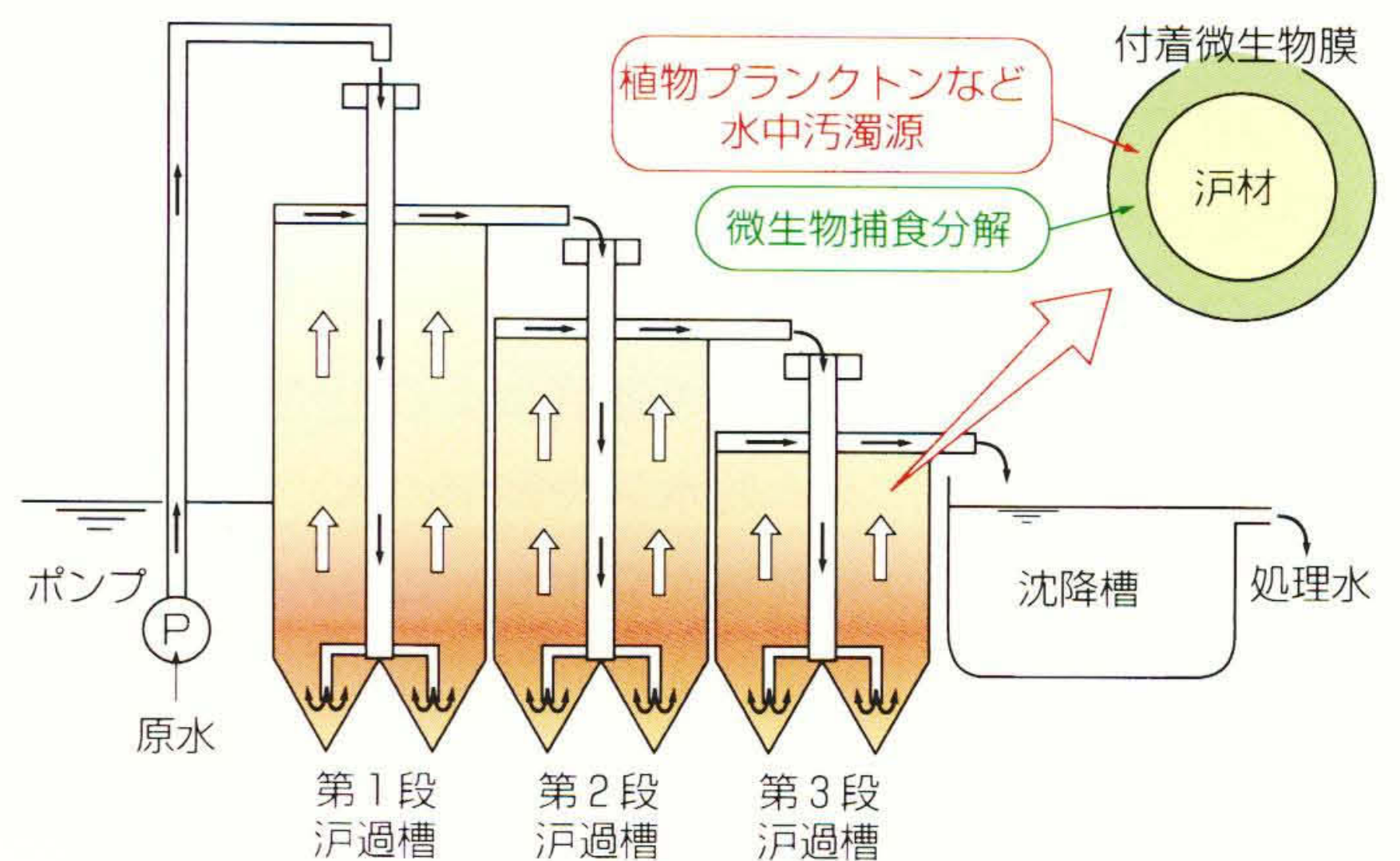


図2 流動床汙過システム(試作機)〔日立製作所〕

流動床汙過システムでは、自然の浄化力を生かした浄化システムとして、その効果が期待できる。

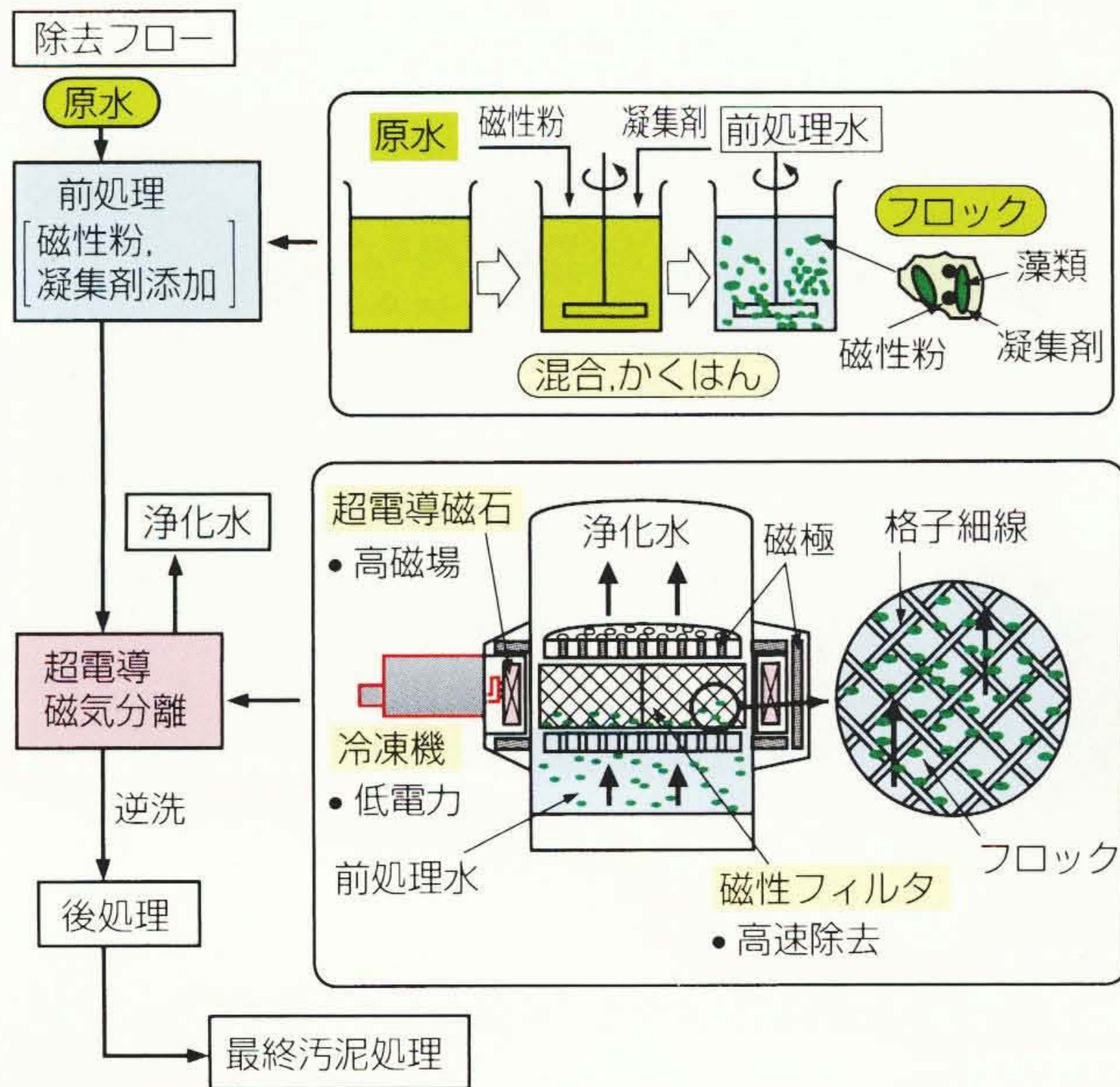


図3 超電導磁気フィルタシステムフロー（日立製作所）

高速・大容量で植物プランクトンなどを除去する超電導磁気フィルタシステムでは、水質障害の発生を未然に防止する効果が期待できる。

水から高速に植物プランクトンなどの汚濁物質を分離除去するものである。

(3) 噴水システムでは、ダム湖や湖沼での植物プランクトンの異常増殖を防止する効果がある（図4参照）。このシステムは、植物プランクトンを含む湖水を加圧・かくはんしたり、水滴によって光を遮断したりすることで植物プランクトンの増殖速度を低減させる。また副次的に、湖面から打ち上げる噴水、夜間のライトアップなどにより、ダム湖や湖沼に新たな景観をつくりだす。

(4) 間欠式空気揚水筒では、ダム湖などでの植物プランクトンの増殖を抑制したり、底層の酸欠を防止することに効果がある（図5参照）。この揚水筒は、筒の中を上昇する気泡弾によって底層の水を表層に押し出して大きな循環流を作る。表層に生息する植物プランクトンを光の届かない底層へ送り込んで増殖を抑制したり、底層の溶存酸素濃度を適度に保つことによって底泥に蓄積された金属イオンや栄養塩類の溶出を抑制する。

(5) 水流発生システムでは、浅い池などの水質改善を促進する効果がある（図6参照）。このシステムは、発生する水流で水の滞留を無くし、悪臭の発生を防止する。

(6) スクリュー形水中ばっ気かくはん装置「池じまん」では、池などのアオコの発生防止に効果がある（図7参照）。この「池じまん」は、汚濁の進んだ水域に強力なかくはん水流と微細な気泡によって酸素を供給し、自然の

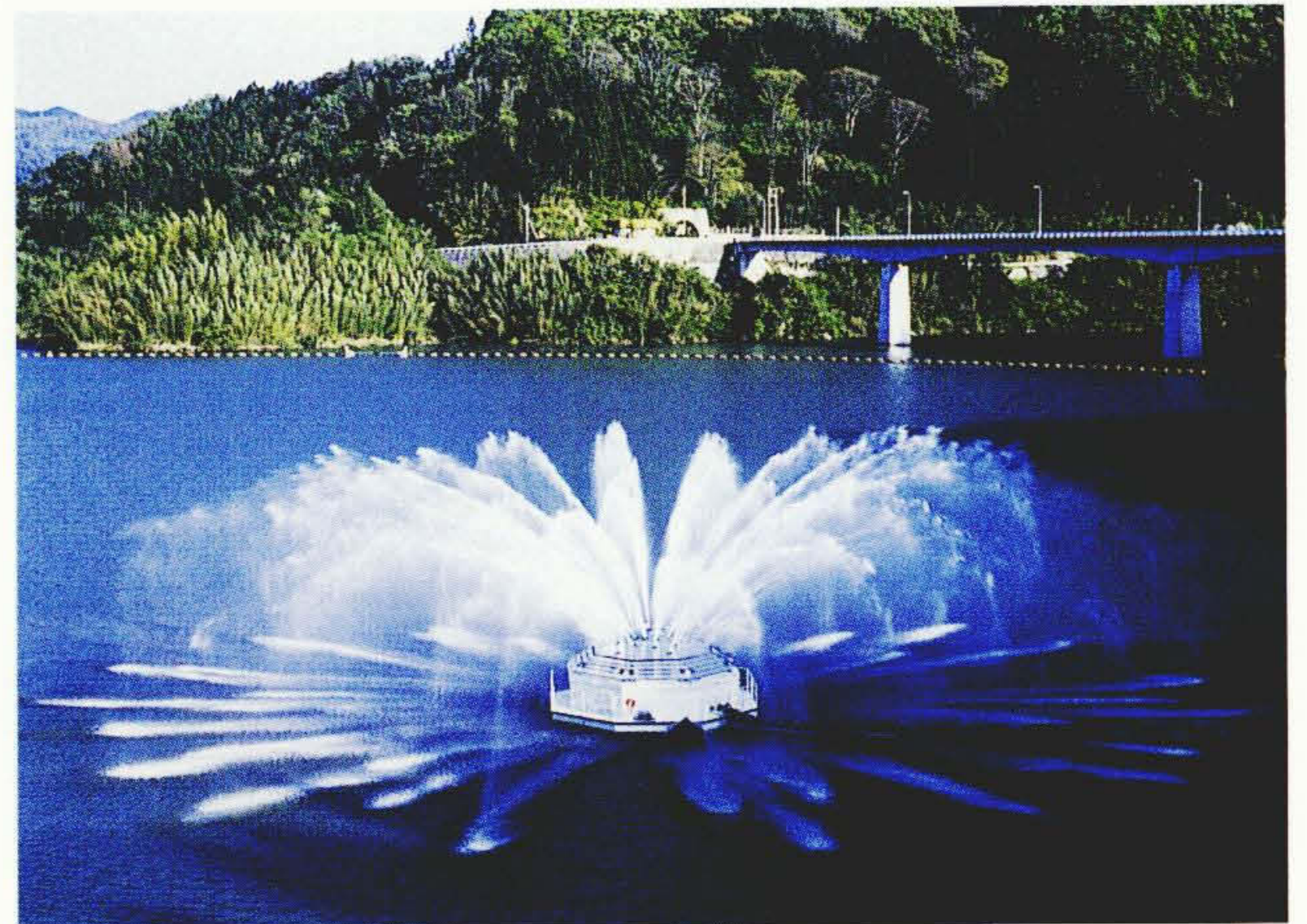


図4 噴水システム（日立製作所）

噴水システムでは水を加圧・かくはんしたり、水滴によって光を遮断することによって植物プランクトンの増殖を抑制することができる。

持つ浄化能力を蘇らせ、閉鎖性水域特有の藻類発生を防止する。

次に、汚濁負荷量を低減するシステムを二つ紹介する。

(1) 下水高度処理システム「ペガサス」は、一般の下水処理場で採用されている、標準活性汚泥法では除去できない富栄養化の原因物質である窒素を除去するものである（図8参照）。この「ペガサス」は、一辺が約3mmの立方体の高分子樹脂の担体中に微生物を高濃度に封じ込め、反応槽に添加して運転するシステムで、反応に要する時間を大幅に短縮することができ、標準活性汚泥法の反応槽の容量でBOD(Biochemical Oxygen Demand)と窒素を同時に除去することができる。

(2) 家庭用合併処理浄化槽は、下水道が完備されていない家庭から排出される生活排水のBODおよび窒素の除去を行うものである（図9参照）。この浄化槽では、連通気泡担体を上下に充てんした生物汚過装置と、生活排水の流入水量調整機能を搭載することにより、BODを

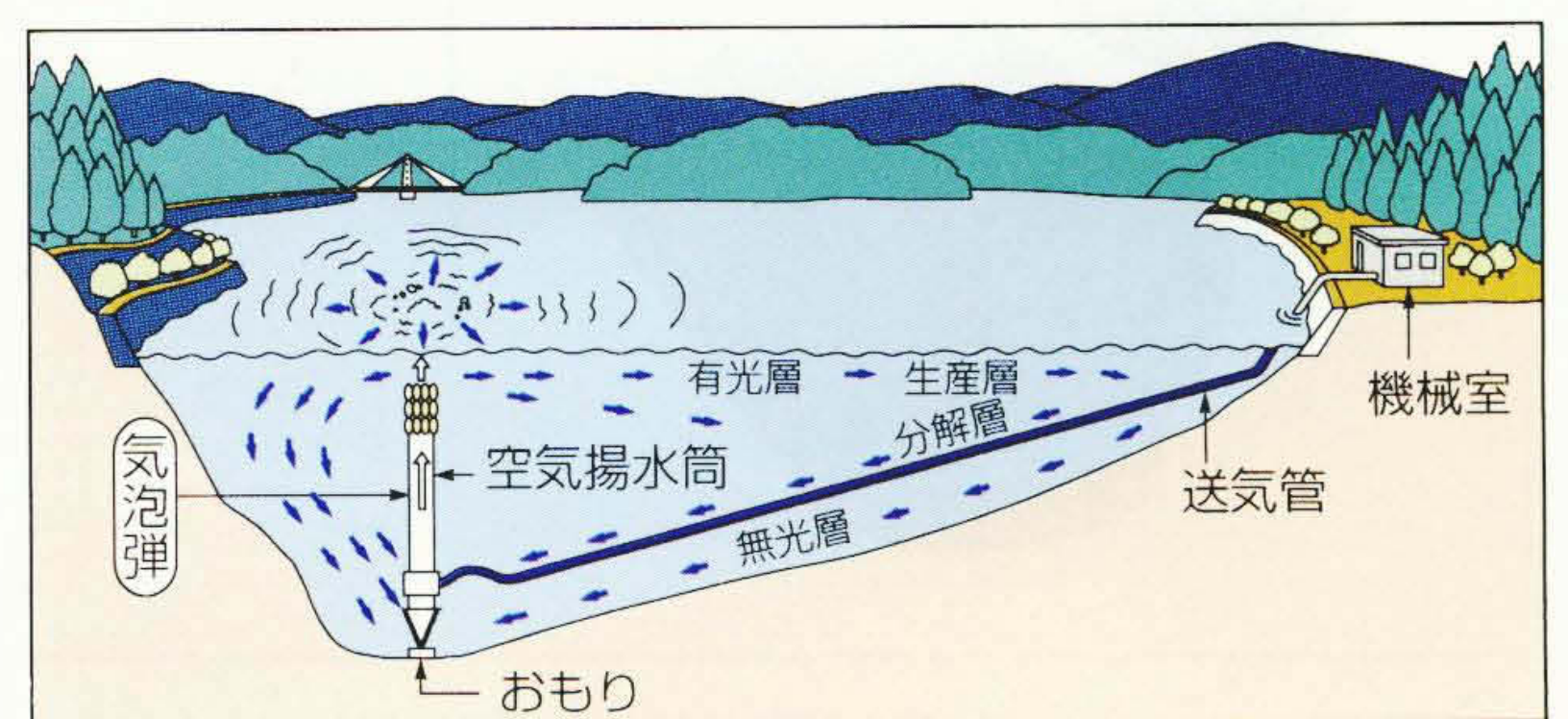


図5 間欠式空気揚水筒（日立金属株式会社）

間欠式空気揚水筒は、湖内に大きな循環流を形成して植物プランクトンの増殖を抑える。

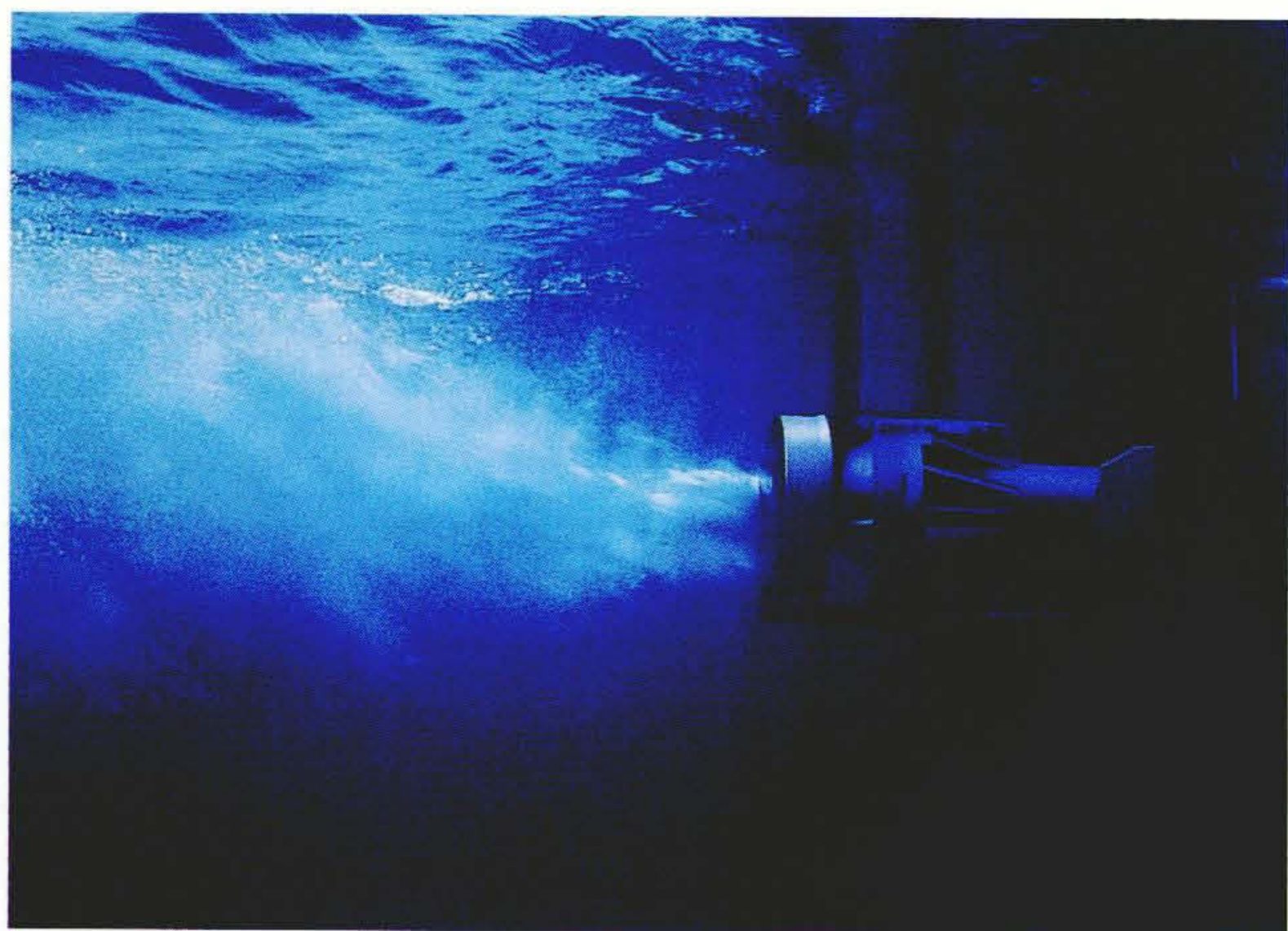


図6 水流発生システム〔新明和工業株式会社〕

水流発生システムは、水流を発生させて水の滞留を無くし、悪臭の発生を防止する。

10 mg/L以下に、窒素を20 mg/L以下にそれぞれ処理することができる。

5 広域水質監視システム

広域水質監視システムは、地球観測衛星からのリモートセンシングと地上の水質監視ステーションから成り、湖沼全体の総合的な監視を実現するものである。このシステムの構成を図10に示す。

5.1 リモートセンシング監視技術

リモートセンシング監視技術は、商用衛星(Early Bird, Landsat TMなど)から供給されるデータを用いて、湖沼の水質を予測するもので、高い空間解像度で広い範囲をカバーできるのが特徴である。これらの衛星デ



図7 スクリュー形水中ばっ気かくはん装置「池じまん」〔日立機電工業株式会社〕

「池じまん」は、強力なかくはん水流と微細な気泡によって自然の浄化力を蘇(よみがえ)らせるものである。

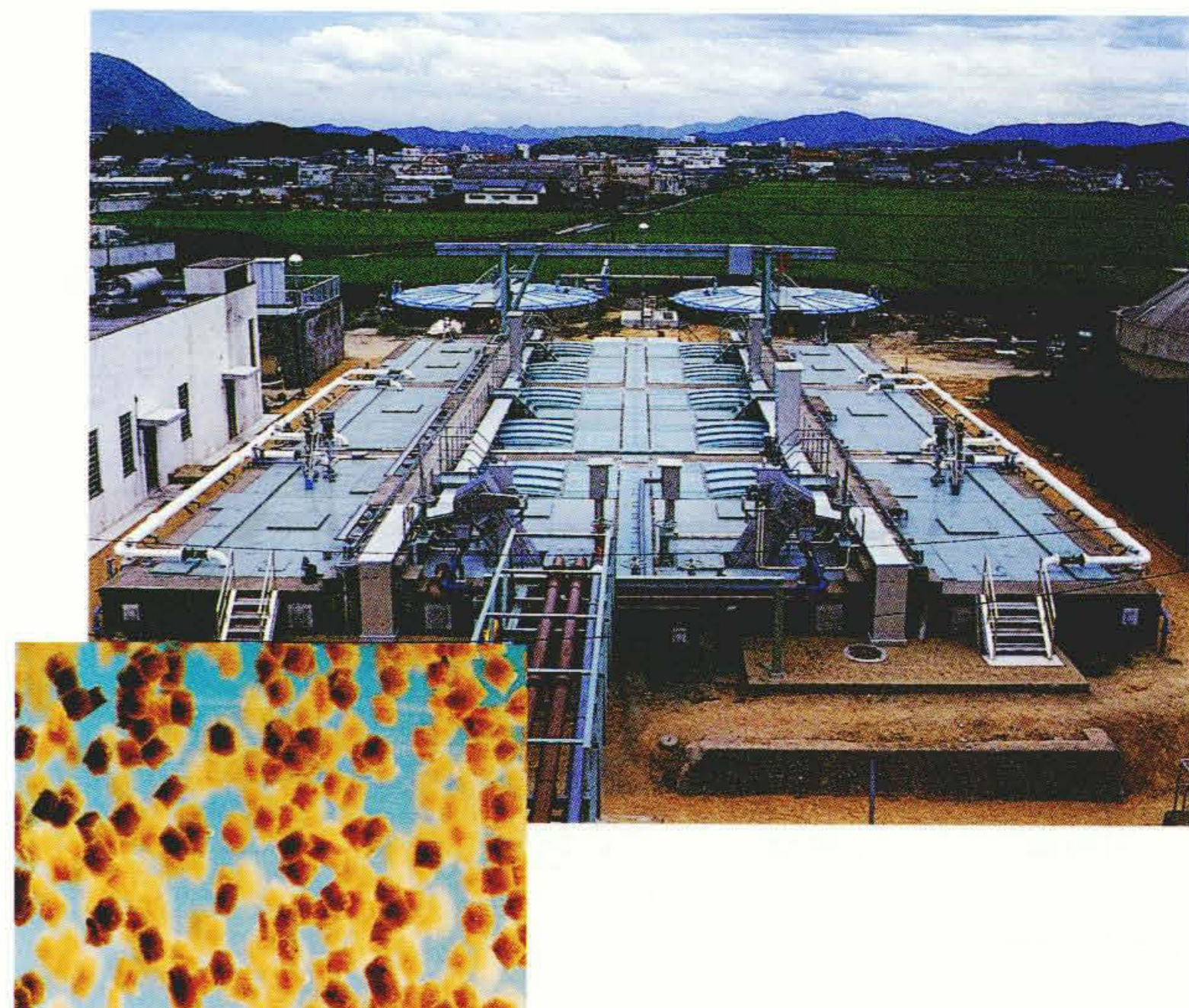


図8 下水高度処理システム「ペガサス」〔日立プラント建設株式会社〕

「ペガサス」(右上)は、標準活性汚泥法では除去できない窒素を除去するものである。担体中の微生物を左下の写真に示す。

ータには、湖沼水面も含む地上表面の反射率を複数の延長帯(バンド)で計測した情報が含まれる。

衛星データによる水質予測では、湖沼水面のおおのの地点での水質(アオコや赤潮の消長、窒素やリンによる富栄養化レベル、クロロフィルa、透明度など)に対応して分光反射率が特徴的な値になることを応用する。具体的には、衛星データと実測データとの関連性を統計分析し、作成した水質予測式を用いる。

霞ヶ浦でのアオコ発生評価例を図11に示す。

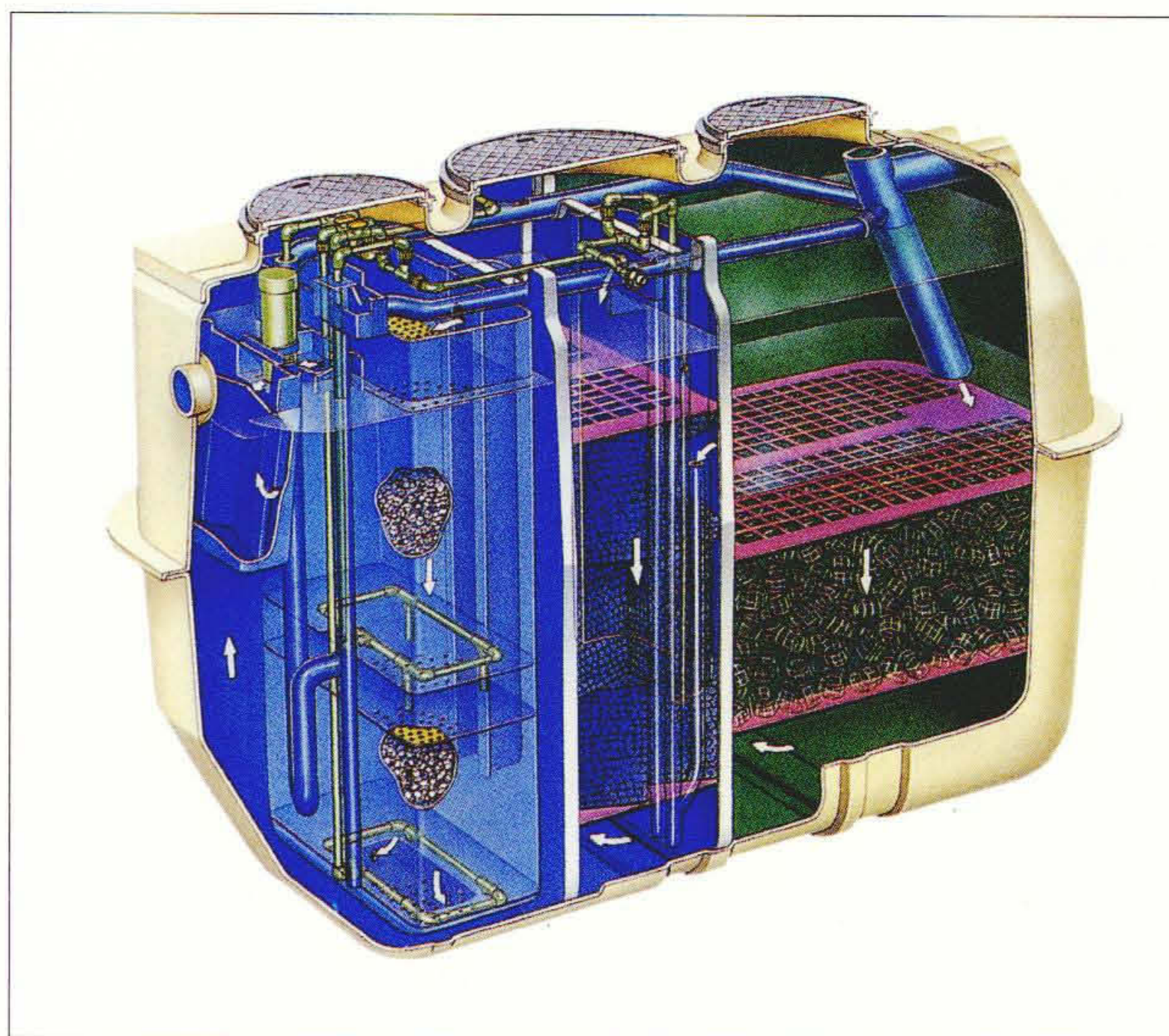


図9 高性能合併処理浄化槽〔日立化成工業株式会社〕

合併処理浄化槽は、生活排水を高度に処理することができるものである。

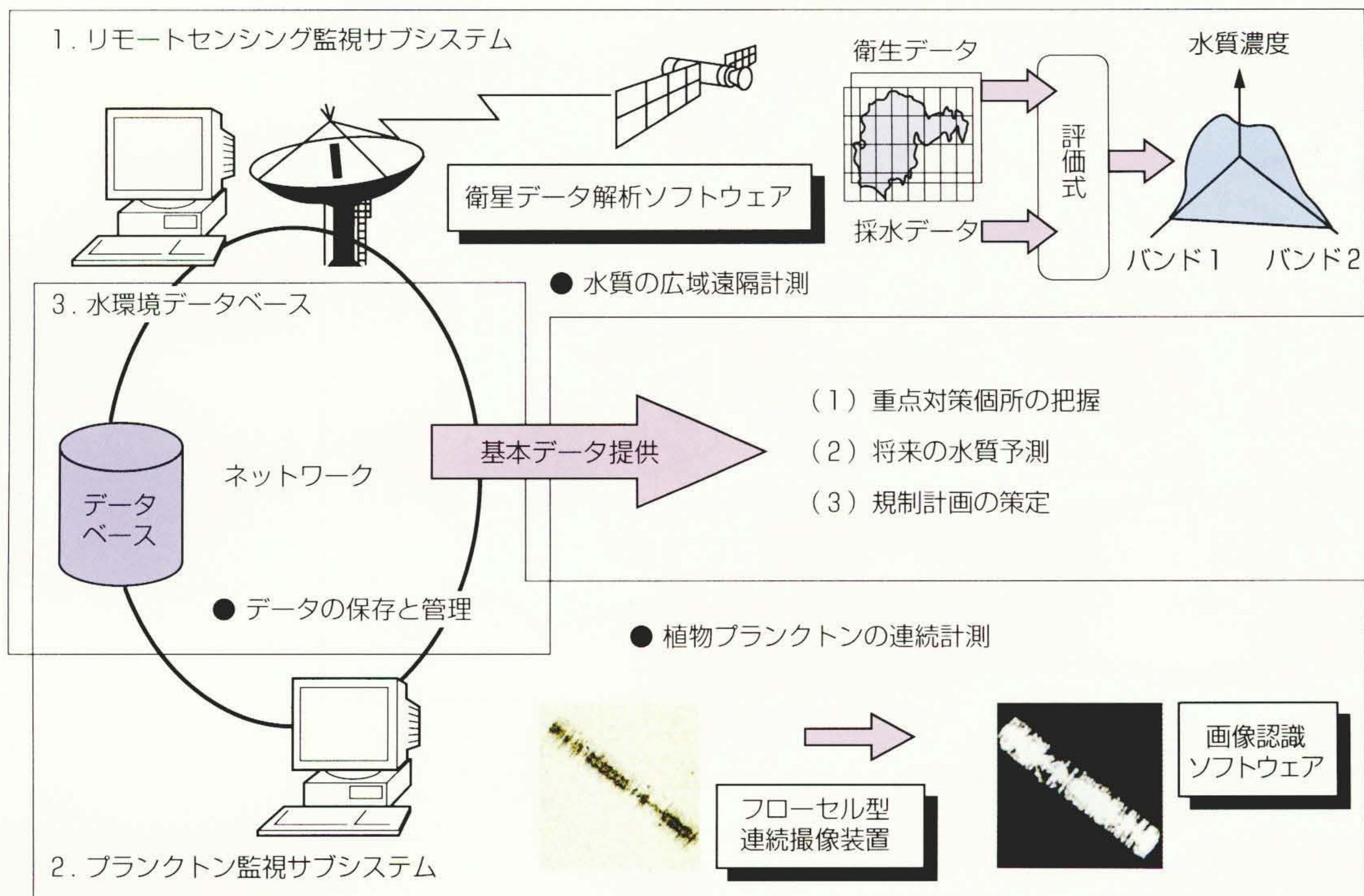


図10 広域水質監視システムの構成〔日立製作所〕
広域水質監視システムは、湖沼全体の総合的な監視を実現するものである。

5.2 プランクトン自動監視システム

プランクトン自動監視システムは、湖沼から採取した試料水中に生息するプランクトンの形状・数を識別し、水質の管理に活用できる情報を提供するものである。

湖沼の水質を管理するうえで、プランクトンの消長を監視することは重要なことである。このシステムによって水質障害の発生に結び付くプランクトンの増殖が検出されることにより、いち早く対策を実施することが可能となる。財団法人ダム水源地環境整備センターとの共同

研究でこのシステムを開発した。プランクトン画像の処理例を図12に示す。

さらに、連続的に採水し、水中のプランクトンを撮影するフロー式プランクトンモニタを開発した⁴⁾。このモニタを組み合わせることにより、従来困難であったプランクトンの連続監視が可能となる。

フロー式プランクトンモニタの構成を図13に示す。湖沼から採った水をガラス製のフローセルに導き、清浄なシース水に包まれるように検出部を通過させ、プランク

- 評価湖面積：172 km² (西浦)
- 計測日：平成6年8月28日
- 使用データ：Landsat TM
緑, 近赤外波長
- 空間解像度：30m



図11 霞ヶ浦における計測例
商用衛星から供給されるデータを用いて水質予測ができる。湖沼内の赤色部が衛星のとらえたアオコである。

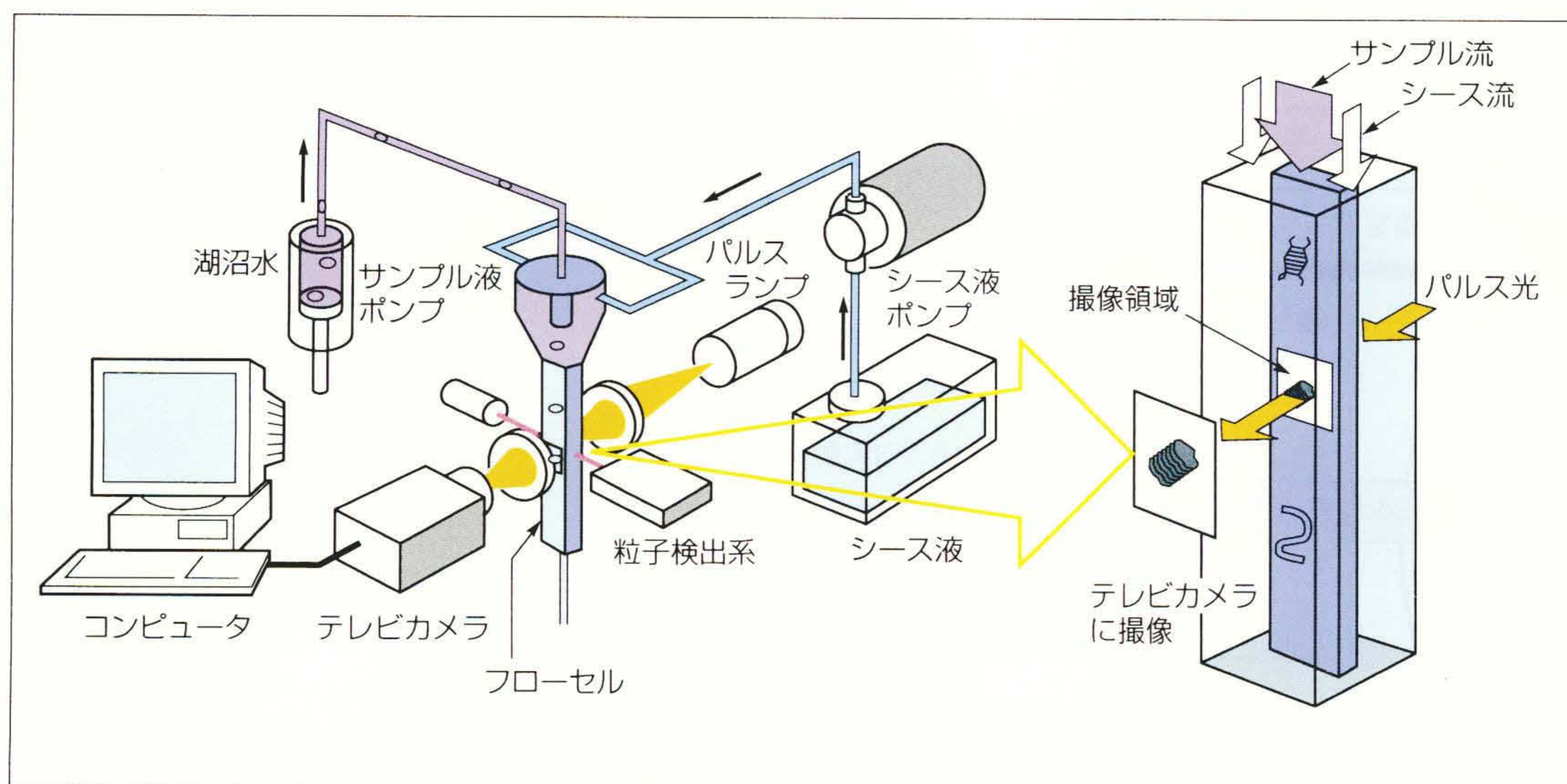


図13 フロー式プランクトンモニタの構成〔日立製作所〕

多数のサンプルから統計処理を行うために、プランクトンを毎秒30コマ連続して撮影する。

	取り込み画像	処理画像
メロシラグラヌラータ		
メロシラジャポニカ		

図12 プランクトン画像の処理

プランクトン自動監視システムによってプランクトン画像を処理し、形状、数を識別することができる。

トンが検出部を通過するところをとらえて撮影する。このようなシステムを広域に分散設置し、前述のリモートセンシングとの組合せによつて的確な監視を可能にする。

6 おわりに

ここでは、水環境保全を支援する水質浄化予測シミュレーション技術、広域で水質監視診断を行うリモートセンシング技術やプランクトンモニタ技術、および水質浄化システムについて述べた。

人々にとって水は身近な存在であり、豊かで清らかなものとして印象づけられている。また、水はすべての生命体にとって必要不可欠なものであり、人間を取り巻く生態系全般を形成する重要な要素の一つである。人々が継続して社会生活を営み、文化や情緒を育(はぐく)むためにも水環境の保全が重要な課題であることはまちがいのないことと考える。

日立グループは、水循環系の中で水が本来果たしえる機能を発揮できるような水環境を保全するために、新たな開発を進めていく考えである。

参考文献

- 1) 国土庁：平成7年版 日本の水資源
- 2) 依田，外：安全で快適な暮らしのための水環境と水質保全，日立評論，75，8，549～554(平5-8)
- 3) 桑原，外：清らかな水環境を支える水圏浄化システム，日立評論，76，3，225～228(平6-3)
- 4) 都築，外：湖沼浄化技術の開発，第6回世界湖沼会議霞ヶ浦'95論文集，S6-3-1(1995)