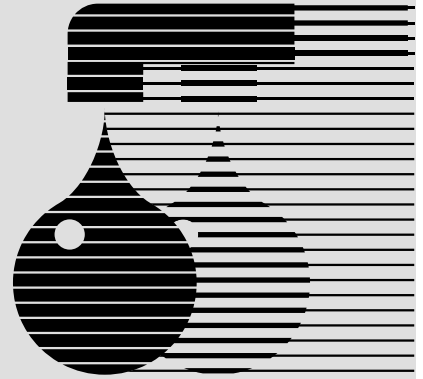


水処理・環境 ソリューション



上下水道向けソリューション
環境システム

展 望

上下水道などの水環境分野では、循環型プロセスへのパラダイムシフトと都市の雨水対策が加速している。

前者の背景は、限られた水資源のわが国において健全な水利用を維持していくためには、上水道などの単独分野の努力だけでは限界があり、水利用の各局面を包括する取り組みが必要となってきたためである。わが国では山地から平地に沿って、河川水は都市用水（上水、工業用水）や農業用水への、都市排水（生活排水、産業排水）は下水道への、下水処理水やかんがい排水は河川へのインプットとなる循環型水プロセスを何度も繰り返すことを余儀なくされているなかで、人への新たな健康影響物質が明らかとなり、その数が増大しているためである。最近の上水道の課題は、水源汚染対策（突発性水質事故、病原性微生物、富栄養化による毒性藻類、農薬、内分泌かく乱物質、有機化学物質による地下水汚染）、消毒副生成物の低減化（トリハロメタン、ジクロロ酢酸）などであり、下水道では、生物処理を阻害する毒性物質の流入対策、下水溶解物質の生物処理による大気放出などが課題である。

後者の雨水対策の背景は、2000年9月の中部地区集中豪雨に代表されるように、近年頻発する都市浸水からの回避である。そのために、下水道では雨水排除能力の向上、河川では堤防の能力向上と決壊の未然防止などの対策による内水面の保護対策が緊急課題である。

富士電機は、以上の健全な水環境保全に向けた質的・量的な課題に対して、これまで他社に類のない製品でソリューションを提供してきた。このたびさらに、人間の目視能力を上回る油膜検知センサ、急性毒物検知バイオセンサ（下水・排水用）、トリハロメタン生成能計、大腸菌センサ、光ファイバ応用センサなどの新しいセンサ群を開発・製品化し、水環境モニタリングをオンライン化した。これは、従来のスポット的な測定では見逃されていたピーク値検出や短期変動を全自動連続計測で顕在化させることになり、刻々変化する水環境の実態把握と的確な対策立案に大きく貢献できる。さらに、2001年4月施行予定のPRTR法（特定化学物質排出量管理促進法）を支援するセンサ・システムの開発に取り組んでいる。

2000年5月の国会で「循環型社会形成推進基本法」が成立し、2000年が循環型社会元年と位置づけられた。地球温暖化防止対応と相まって、日本経済は環境指向型経済にシフトし始め、環境関連ソリューションへのニーズが高まってきた。

環境システム分野では、「水環境」「エネルギーソリューション」「廃棄物・リサイクル」の三つの切り口からソリューションを提供している。

「水環境」では、河川環境の保全、より快適な水環境の実現をめざして、オゾン処理や紫外線消毒装置を用いた高度排水処理システムを完成した。

「エネルギーソリューション」では、自然エネルギーを利用した発電システムが注目を集めるなか、南アルプス仙丈ヶ岳避難小屋に太陽光と風力のハイブリッド発電システムを納入した。発電電力をトイレ排水処理に利用することで、自然に富んだ南アルプスの山々の環境保全に一役買っている。また、生ごみや家畜ふん尿などを嫌気性発酵させ、この際発生するバイオガスを利用した燃料電池発電システムを製品化した。こういった自然エネルギーの利用やリサイクル、ミニ水力発電などの未利用エネルギーの活用など、地球温暖化防止、ゼロエミッションの実現に向けて幅広く取り組んでいる。

「廃棄物・リサイクル」では、廃棄物の違法処理・不法投棄が社会問題化しているなか、衛星通信とGPS（Global Positioning System：位置測位システム）とを利用した廃棄物動態監視システムを完成し廃棄物の適正処理情報の提供サービスを開始した。廃プラスチックの処理は容器包装リサイクル法の施行によって必要性がひっ迫している。電磁誘導加熱を利用したホットバインドシステムと無酸素状態で廃プラスチックを蒸し焼きにする乾留システムにより、ダイオキシンを発生させることなく処理する技術・装置を完成させた。

「循環型社会形成推進基本法」に基づく個別の法整備によりますます環境関連ソリューションについての要求は高まっていく。このニーズに対応するためのユニークな技術開発とシステム化を推進していく。

上下水道向けソリューション

① 上下水道における省エネルギー運用システムの構築

ポンプ場、浄水場、処理場などは、第2種エネルギー管理指定工場となるものが多く、年間1%の使用エネルギーの削減が義務づけられている。浄水場、処理場のエネルギーの約8割以上は、ポンプによる水の運搬にかかわっており、ポンプの省エネルギーに、VVVFの交流可変速電動機を適用することが有効である。高圧電動機を直接駆動可能な高圧ダイレクトインバータを配水ポンプ駆動用として納入した。主な特長は次のとおりである。

- 1) 高調波発生量はガイドラインをクリア
- 2) 電源力率95%以上、総合効率98%以上

また、脱水機設備に運転時間の最適制御を実現し、省エネルギー、高効率運用システムを完成した(従来方式に対して10%短縮)。

図1 高圧ダイレクトインバータ



② フレキシブル小規模テレメータ

上下水道の分野において、場外の小規模設備(ポンプ場など)の遠隔監視制御には小規模なテレメータが用いられてきたが、富士電機はこれに向けたコンパクトで拡張性のあるテレメータ・テレコントロール装置を開発した。特長は次のとおりである。

- 1) コンパクトなサイズと容量の拡張性

表示12点、アナログ計測4点、BCD計測1点、制御4項目の基本容量を幅20cmの筐体(きょうたい)に収納している。また、増設ユニットの追加により、基本容量の2倍まで容量の増加が可能である。

- 2) フレキシブルなシステム構成

親局ではI/Oによるインターフェースのほか、Tリンク(当社制御LAN)によるインターフェースを装備でき、ネットワークによるフレキシブルなシステム構成が可能である。

図2 小規模テレメータ(SAS-15)



③ 高度下水処理運転支援用活性汚泥シミュレータ

近年、閉鎖性水域に放流する処理場では、嫌気-無酸素-好気法(A₂O法)などの窒素、りん除去可能な処理方法が普及し始めている。この方法は従来の標準活性汚泥法に比べ、より複雑な微生物群集が処理にかかわるため運転管理が難しい。富士電機では運転管理支援を目的として活性汚泥シミュレータを開発した。主な特長は次のとおりである。

- 1) 流入水データや各槽の初期状態、制御条件を入力することで有機物、窒素、りんなどの挙動を解析でき、水質予測が可能である。
- 2) 雨天時などの流入負荷の変動に対して管理者の経験に頼らない、定量的な運転管理の指標を掲示する。
- 3) A₂O法のほか標準活性汚泥法、循環式硝化脱窒法、嫌気-好気活性汚泥法にも対応しており利用範囲が広い。

図3 A₂O法プロセスメイン画面



上下水道向けソリューション

④ 下水道光ファイバ応用計測技術

近年、都市化の進展によるヒートアイランド現象や、エルニーニョ現象による異常気象により、浸水事故が多発している。一方、従来から、都市の通信インフラストラクチャーとして整備されてきた下水道光ファイバ網は、都市全域を網羅するセンサ網として注目を集め始めている。

このような状況下、富士電機は下水道環境に対応し、センサ部への外部電源の供給が不要な光ファイバ水位計と光浸水検知器を開発した。光ファイバ水位計は水位を連続に計測するもので、1心の光ファイバで5点の計測が可能である。光浸水検知器は水位計に比べてより安価で、水位の有無を1心の光ファイバで16点検知できるものである。

この二つのセンサを組み合わせることにより、浸水前の内水位の把握と浸水状況の的確な把握が可能となった。

図4 光浸水検知器センサ部



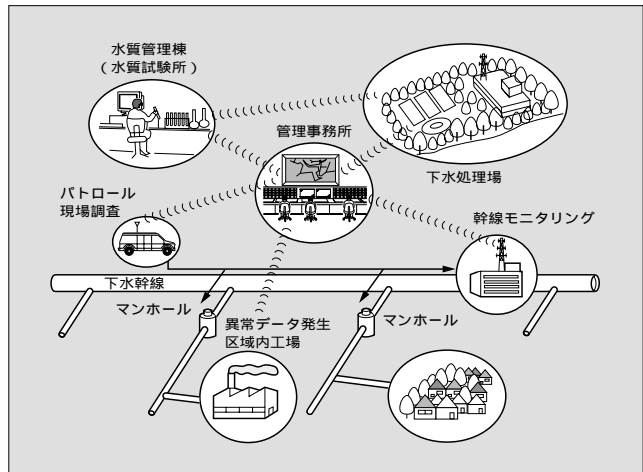
⑤ 下水道への有害物質流入とセンサ技術

下水処理のメインプロセスは生物処理であり、このプロセスの処理機能の安定化は放流水質の安定化につながり、健全な水循環形成に不可欠である。処理水質の悪化は法令に違反することになるばかりか、下流の水道を含めた利水者への障害や放流域の生態系に影響を及ぼし、重大な水質問題に至る可能性がある。

このため、富士電機は建設者土木研究所と共同で、下水処理場に流入し生物処理の機能や水環境に影響を与える有害化学物質を監視するバイオセンサの開発を進めている。

現在、下水処理施設でのフィールド実証試験を進めており、下水処理場への有害化学物質の流入負荷の低減のため、事業所排水の流入量の多い主要な幹線などに連続監視装置としての導入・整備が期待される。

図5 水質常時監視システムのイメージ



⑥ トリハロメタン生成能計 (THMFP 計) による水質汚濁監視技術

近年、水道原水の水質汚濁が激しく、厚生省および環境庁は1994年に水道水源二法を制定し、発がん性が指摘されているトリハロメタン生成能 (THMFP) を種々の有機物汚濁監視の一指標としている。THMFP 計は従来公定法では約2日間要する測定を、新たに開発した加速法によりわずか1時間に短縮し、かつ完全自動連続測定が可能である。本装置ではUV値、CODなどの代替指標に比べ、水質変動の影響をほとんど受けないため、公定法との相関がきわめてよく、高精度なTHMFP監視ができる。THMFP計を用いることで、浄水場での水道原水の有機物汚濁のリアルタイム監視あるいは下水処理場での放流水のTHMFP規制値監視が可能となり、活性炭注入の有効指標となるなど着実なトリハロメタン低減化に寄与できる。

図6 トリハロメタン生成能計



上下水道向けソリューション

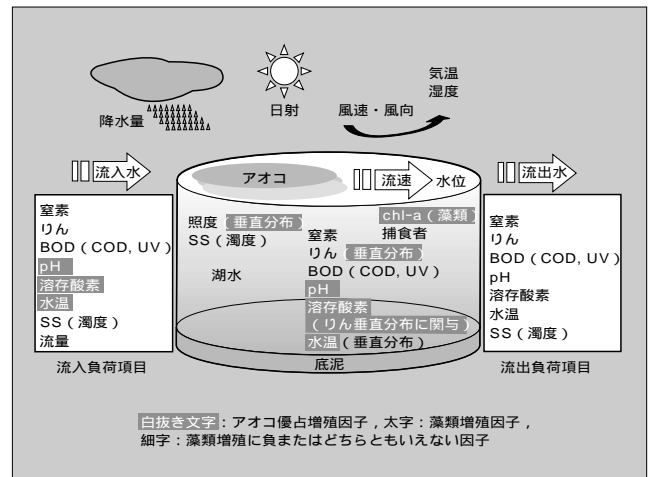
7 湖沼水質保全システム

日本には人工的に作られた湖沼を含め短径が 100 m 以上の湖沼は約 11,600 か所あるといわれている。わが国の湖沼の水質状況は湖沼周辺で営まれる社会・経済活動の発展に伴う流入負荷量の増大のため、近年著しく汚濁が進行した。

有機汚濁に係る水質環境基準の達成率は、海域や河川に比べ湖沼は 40 %前後と低く、改善する傾向も見られない。このため、富栄養化により利水障害が一部の湖沼では深刻になっており、淡水赤潮やアオコの発生、上水道の汜過障害や異臭味などの問題が生じている。

富士電機ではこれまで培ってきた水環境技術を駆使し、水質のモニタリングやアオコの増殖メカニズム解明のための研究、アオコ除去技術の開発など湖沼水質保全システムの構築に積極的に取り組んでいる。

図 7 アオコ増殖を左右する環境要因



8 オープンネットワーク利用監視制御システム

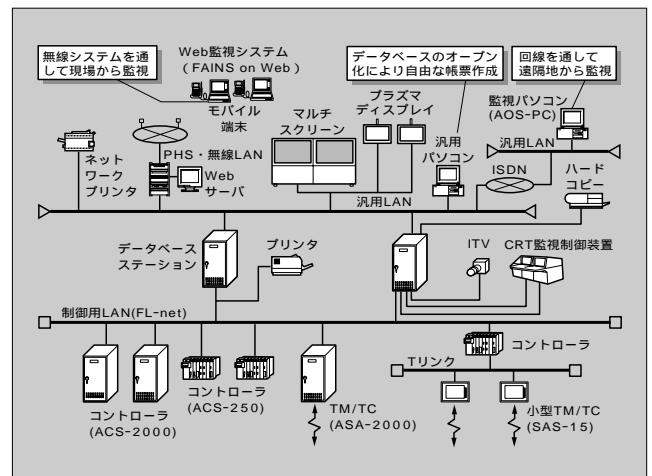
監視制御システムのオープン化はコンピュータやインターネット技術の進化により、大きな潮流となってきている。このような環境のもと、上下水道施設にオープンなデータ通信技術を用いた監視制御システムを構築した。

IT を駆使した主な特長は次のとおりである。

- 1) 無線システム (PHS, 無線 LAN) を用いたフレキシブルな場内のネットワーク構成
- 2) ノート型パソコンを用いたブラウザ方式の監視マシンにより場所を選ばない監視システムの実現
- 3) 映像・音声を含むマルチメディアデータの双方向通信
- 4) 制御用 LAN へのオープンな FL-net の適用

拡大化する施設と少数精鋭による監視体制に適應すべく、富士電機のオープンネットワーク利用監視制御システムは IT の発展とともに進化を続ける。

図 8 オープンネットワーク利用監視制御システム



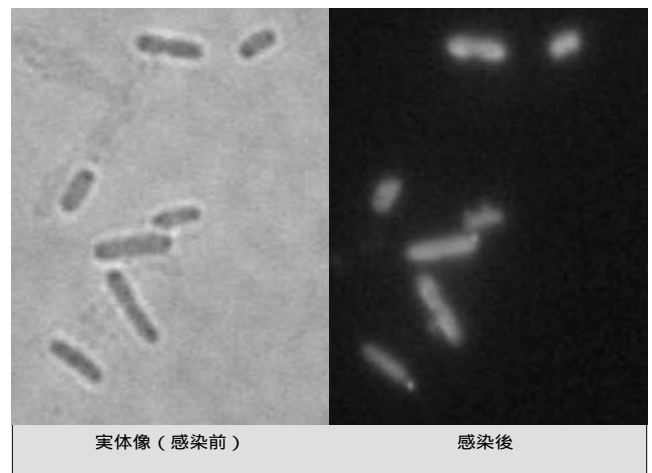
9 大腸菌計測技術

大腸菌は、上下水をはじめさまざまな分野で微生物汚染を知るための重要な指標である。近年、水道界でクリプトスポリジウムの問題、食品業界で O-157 や乳製品の汚染などが発生し、微生物汚染に対する関心が非常に高まっている。特に菌の自動的かつ迅速な計測技術への要求が高い。

富士電機は、水中の大腸菌を 1 時間で計測する技術を開発した。新原理であるファージ感染法によって生きた大腸菌だけを短時間で蛍光標識し、フロー系の検出機構によって蛍光標識された菌を自動カウントする。図は、ファージ感染による大腸菌の蛍光標識状況を顕微鏡観察したものである (左：大腸菌の実体像，右：ファージが感染した大腸菌)。

● 関連論文：富士時報 2000.9 p.484-487

図 9 大腸菌の蛍光標識ファージ感染による蛍光画像



環境システム

① バイオガス利用燃料電池発電システム

●関連論文：富士時報 2000.4 p.213-214

生ごみや家畜ふん尿などの有機物を多量に含んだ廃棄物は、その処理方法が適切でない場合、大気汚染や土壌汚染などの環境汚染の原因ともなっていた。有機性廃棄物は嫌気性発酵により適正処理が可能で、この際発生するバイオガスを利用することができる。富士電機は、すでに商品化していた都市ガス用燃料電池システムの技術を応用し、こうしたバイオガスに対応した燃料電池発電システムを製品化した。このシステムは1999年度に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と鹿島建設（株）の実証試験に協力する機会を得、そのプロジェクトにおいて、バイオガスによる燃料電池の運転性能を確認している。燃料電池は発電効率が高いことから、よりクリーンな発電システムといえ、また排熱をメタン発酵の加温にも使用でき、CO₂などの発生を抑制する効果がある。

図10 バイオガス燃料電池発電システム



② ハイブリッド山小屋発電システム

●関連論文：富士時報 2000.7 p.401-405

本システムは山間部の観光施設などで電力供給および給水・排水処理が困難な施設において、太陽電池（10.78 kW）および風力発電機（6.4 kW）を活用したハイブリッド発電システムで排水処理設備への電力供給を行っている。通常電源は、太陽電池および風力発電機により電力を供給する。また、余剰電力は蓄電池（800 Ah×2組）に貯え、供給電力が不足した場合に蓄電池から供給する。排水処理設備は、観光施設などから出る排水を合併浄化槽（嫌気汚床槽＋接触ばっ気槽）で処理を行い、BOD（生物化学的酸素要求量）を10 mg/L以下に低減する。合併浄化槽で処理された水は、返送ポンプによりトイレの水洗水として再利用され、水のリサイクルを行うことで、周囲環境へ排出する水の量を最小限にとどめるよう工夫されている。

図11 ハイブリッド山小屋（仙丈ヶ岳避難小屋）の全景



③ 魚あらしサイクルプラント

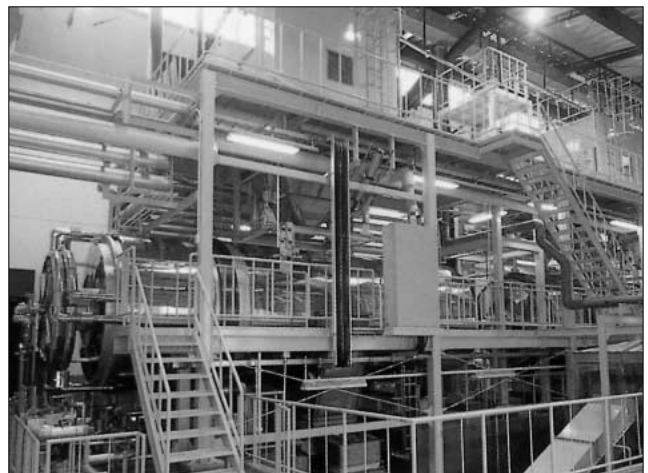
●関連論文：富士時報 2000.7 p.397-400

環境を大切にし、資源を有効にリサイクルするために、金沢市が採用した「魚あらしのリサイクルプラント」用駆動装置と監視システムが2000年4月に完成し、順調に運転している。もちろん、臭気防止、排水処理も行われている。

主な特長は次のとおりである。

- ① 回転式ドラム乾燥機の運転の位置決めを正確に運転パターンに合わせて行っている。
- ② 魚あらしの投入量に合わせて、副資材の投入量とタイミングを自動制御している。
- ③ ふたの取外しなどの作業時の安全対策をシステムに組み込んでいる。
- ④ 魚あらし収納コンテナのトラッキングを行い、排出業者ごとのデータ処理を可能にしている。

図12 乾燥機の全景

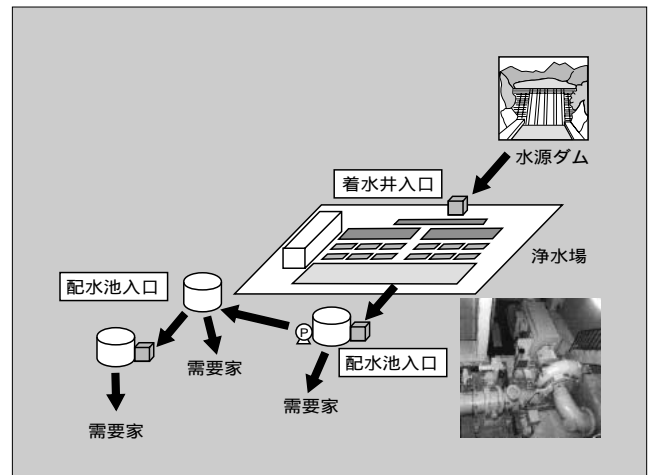


環境システム

④ ミニ水力発電システム

環境保全の観点から、今まで利用されなかった自然エネルギーを有効活用しようとする動きが従来以上に活発化している。上水道施設などは、設備の立地条件によっては、施設間に大きな高低差が生じることがあり、従来は、こうした高低差から生じる余剰水圧を抑えるため、減圧弁などによる圧力制御が行われていた。水力発電は、この余剰水圧を電気エネルギーに変換し、しかも、化石燃料発電のように、CO₂などの地球温暖化ガスを排出しないきわめてクリーンな発電システムである。また、水車の中のガイドベーンを操作することで、流量制御も精度よく行える。富士電機は、国内外に多くの水力発電所での実績を持ち、そのノウハウを生かし50～500kWという低出力範囲のミニ水力発電システムをシリーズ化した。本システムは、原水だけでなく浄水の配管にも設置可能である。

図13 上水道施設におけるミニ水力発電の可能なポイント



⑤ ホットバインドと熱分解処理技術

●関連論文：富士時報 2000.7 p.384-387

廃プラスチックとして家庭や事務所から排出される一般廃棄物を対象にしたホットバインド装置は、かさばる廃プラスチックを高面圧力で圧縮し、立方形状に整形することができる。誘導加熱により表面部分のみを熔融固化させることにより、金属バンドが不要のプラスチックそれ自体による「バインド」が可能となる。この圧縮立方形状固化により1/15～1/20に体積が減り、かつハンドリング性が良好となるため、運搬や保管が容易・安定・安全になり、このまま埋立て処分も可能である。

図14 廃プラスチックの熱分解試験設備



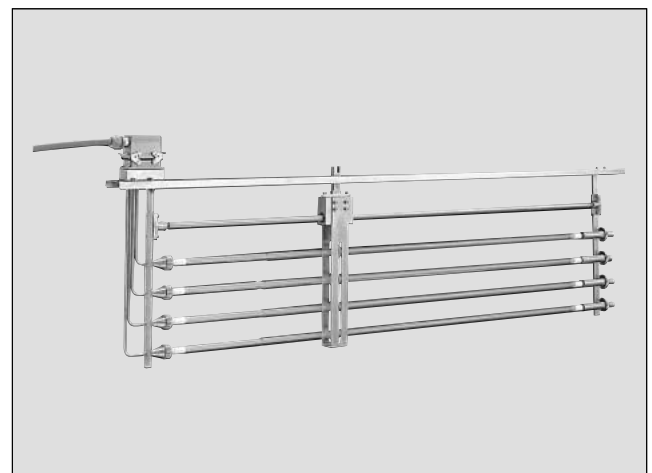
さらに、廃プラスチックを焼却せずに、酸素を絶った状態で蒸し焼きする熱分解技術を応用した処理装置を製作し処理実験を行った。これは加熱をバーナによらず、誘導加熱で行うキルン型炉の熱分解方式である。

⑥ 紫外線消毒装置

図15 自動クリーニング装置付きランプモジュール

わが国の下水消毒は、コストの低さから主に塩素処理が用いられている。最近、この塩素処理排水の放流先の水生生物に与える影響が問題視されつつある。放流先への安全性の面から塩素処理に替わる方法として紫外線を利用した消毒方法が注目されている。紫外線消毒は副生成物を作らず放流先の自然環境への影響が低く、水生生物への毒性がないとされ、細菌の遺伝情報を直接破壊するので耐性菌を作らない。また、塩素処理では効果の低いウイルスの不活化にも有効であり、通常5～10秒と短時間で消毒ができる。さらに富士電機の紫外線消毒装置は次の特長がある。

- ① 低圧水銀ランプと高効率電子安定器を採用し、省エネルギーに貢献
- ② メンテナンス性を重視し、維持管理が容易な構造
今後、下水消毒や酸化促進システムとして展開する。



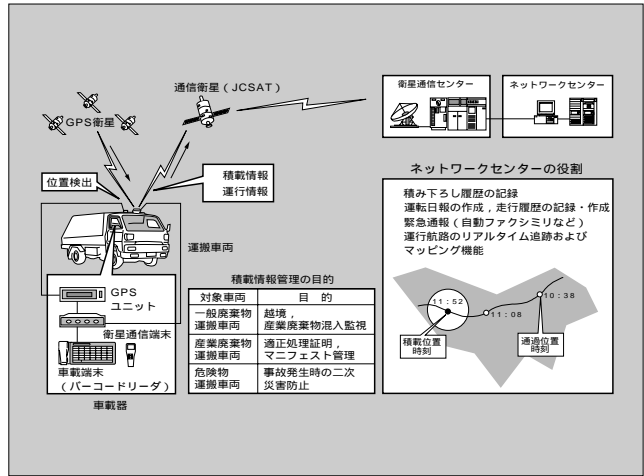
環境システム

7 廃棄物動態監視システム

近年、産業廃棄物の不法投棄や一般廃棄物の他市町村からの持ち込みなどが大きな社会問題となっている。そこで、富士電機は、1998年から(株)ニスコムと業務提携し、GPS(Global Positioning System)と衛星通信やパケット通信方式の携帯電話を利用して、車両および車両に積載される廃棄物が適正処理されているかをユーザーに代わって追跡監視し、各種情報をユーザーへ提供するサービス事業を開始した。サービスの特長は次のとおりである。

- 1) 産業廃棄物においては、廃棄物処理法改正により強化された「排出事業者責任」を証明できる。
- 2) 一般廃棄物においては、「ごみの越境搬入」や「産業廃棄物の混入」を防止し、適正廃棄物行政をサポートする。
- 3) 運行情報管理により、適切な労務管理を実現できる。

図 16 廃棄物動態監視システムの概要



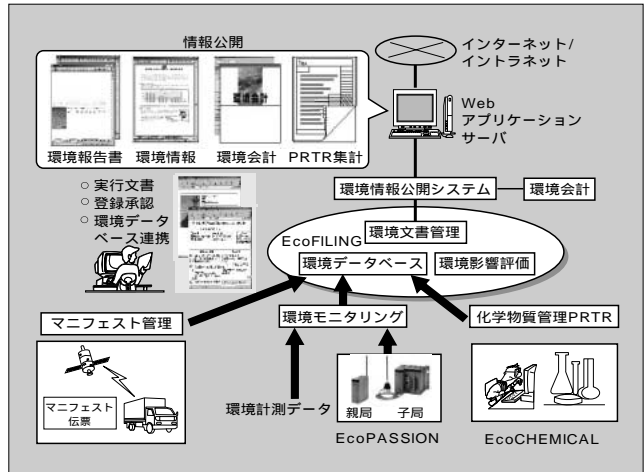
8 環境情報管理システム(環境マネジメントシステム)

改正省エネ法、環境アセスメント法などの施行により、環境・省エネルギーへの対応は、社会的要請としても急務となってきている。これにこたえるためにまず考えなければならないことは、環境関連情報の把握と活用である。

富士電機グループでは、フレキシブル無線ネットワークなどを経路して環境情報を収集するための各種センサ群と、先進のITを活用した豊富なアプリケーションサービスからなる、総合的な環境情報管理システムを構築し、提供する。

さらに、富士電機グループでの運用実績を生かし、一般企業や官公庁向けの環境マネジメントシステムの構築や、コンサルティング業務への展開も計画している。

図 17 環境情報管理システムの構成



9 オゾン耐性膜による高効率高度処理システム

UF膜、MF膜などの膜汚過法は、処理水質に対する信頼性が高いこと、自動運転が可能なること、設置面積が小さいことなどの利点から、近年小規模浄水場を中心に急速に広まりつつある。今後膜処理は一層の浄水コストの削減、薬品の低減、膜の高効率汚過の向上が望まれている。

ACT21 研究の北千葉広域水道企業団のパイロットプラントは、オゾン処理と耐オゾン性を有する有機系のMF膜との組合せにより次のような特長がある。

- 1) 高い膜汚過流速：従来の膜汚過流速の4～5倍を実現し、省スペース化が可能
 - 2) 良好な処理水質：活性炭処理との組合せにより高度処理された水質、またオゾンによる病原性原虫の不活化
 - 3) 膜の薬品洗浄頻度も大幅に低減、容易なメンテナンス
- 2001年春から、オゾン耐性膜システムを販売予定である。

図 18 実験膜汚過装置(膜材質 PVDF, 処理水量 35 m³/日)





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。