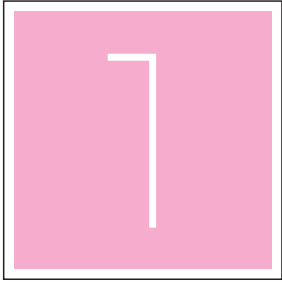


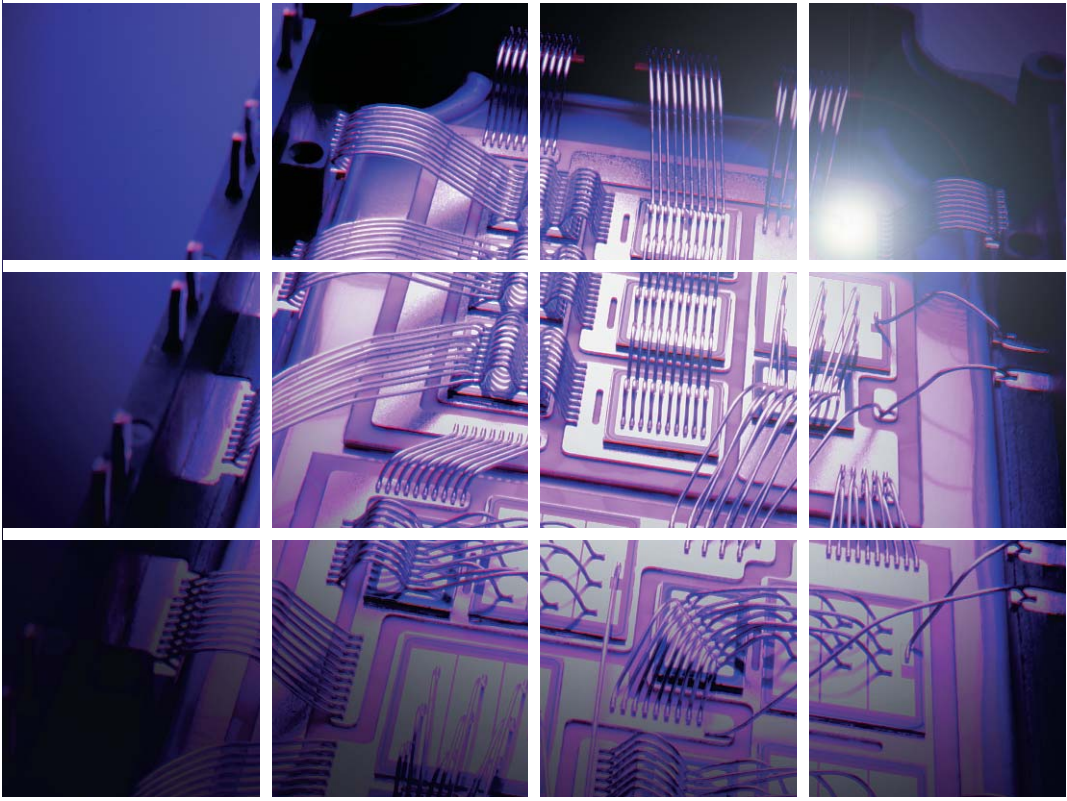
富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

技術成果と展望



2003 VOL.76





いつも、その先の“e”へ。

走り続けることが、新しいグループブランドの決意です。



富士電機グループが培ってきた技術力と、お客様からいただいていた信頼。

それが、「F」に託した、私たちの基盤です。

地球環境(environment)と調和しながら、たゆまぬ進化(evolution)を続け、

次代社会を豊かにしていく(enrichment)こと。それが、「e」に託した、私たちの目標です。

「F」の力を、「e」のために活かしていくこと。それが、新しいグループブランドに託した、私たちの決意です。

グループの総力を結集し、お客様に、社会に、より大きな価値を提供していくために。

富士電機グループは、「e」の最前線を走るランナーであり続けます。



**富士電機グループ**  
[www.fujielectric.co.jp](http://www.fujielectric.co.jp)

次代へのまなざしを、  
次代への行動に。  
富士電機グループです。



# 富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

技術成果と展望

7  
2003 VOL.76

## 目次

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 新しい年を迎えて                                                                                             | 2  |
| ハイライト                                                                                                | 4  |
| 情報・SIソリューション<br>□行政情報ソリューション □企業情報ソリューション                                                            | 12 |
| 水処理・環境・社会ソリューション<br>□上下水道向けソリューション □環境システムソリューション<br>□社会システムソリューション                                  | 19 |
| IT・計測制御コンポーネント<br>□ITコンポーネント □計測制御システム □計測コンポーネント                                                    | 28 |
| 産業・サービスソリューション<br>□予防保全サービス □サービスソリューション □パワーエレクトロニクス・電力変換<br>□回転機・可変速駆動システム □電気加熱 □産業機器システム □発電システム | 36 |
| 交通システム<br>□電気鉄道地上システム □車両システム                                                                        | 45 |
| エネルギー<br>□エネルギーソリューション □火力 □水力 □原子力 □放射線 □電力変電<br>□系統保護制御 □配電                                        | 49 |
| システムコンポーネント<br>□プログラマブルコントローラ □電源装置 □器具 □回転機・可変速機器                                                   | 59 |
| 情報機器関連コンポーネント<br>□磁気ディスク媒体 □感光体                                                                      | 68 |
| 電子デバイス・半導体<br>□IC □パワー半導体                                                                            | 71 |
| 流通機器システム<br>□自動販売機 □フードサービス用機器 □店舗用機器 □通貨関連機器                                                        | 76 |
| 研究・基盤技術<br>□電子デバイス・材料 □環境・新エネルギー □パワーエレクトロニクス □機器技術                                                  | 82 |
| 生産技術<br>□生産技術                                                                                        | 92 |
| 技術業績の表彰・受賞一覧                                                                                         | 94 |
| 富士時報 VOL.76 NO.1 掲載項目一覧                                                                              | 95 |

表紙写真



昨今、ブロードバンド・ユビキタス情報社会に向け、パソコンやインターネットに見られるように情報通信分野の発展が著しい。それと並行し、またそれを支えるものとしてパワーエレクトロニクス分野の発展にも目をみはるものがある。半導体デバイスの利用からなるパワーエレクトロニクス技術は、エネルギーの高効率利用および装置の小型化に貢献しており、今や、工場、交通機関、電力系統、情報民生用機器に広く浸透している。

パワー半導体デバイスの面からは、サイリスタに始まりバイポーラトランジスタやGTOを経て、現在は、高圧・大容量化の容易さからIGBTに移行しつつある。富士電機においてはUシリーズやTシリーズなどの画期的性能のIGBTを開発・製品化し世に送り出している。

表紙写真はパワー半導体を象徴するものとして、富士電機のIGBTモジュールのパッケージ内の様子を模型的に表現したものである。

# 新しい年を迎えて

新年明けましておめでとうございます。

皆様方には佳き新春をお迎えのこととお慶び申し上げます。

昨年の経営環境は、年初の海外経済の回復とそれに伴う輸出の増加、国内の在庫調整の進展によって、一時的に持ち直しの兆しが見えました。しかし、後半からは米国経済の減速懸念や株式市場の急落などの影響が表れ、経済指標も悪化しています。富士電機の事業におきましても、民間設備投資の低迷、公共事業投資削減の影響、情報関連業種の不振により物量が減少し、大変厳しい状況にあります。

しかしながら、技術面では情報通信の技術開発やインフラストラクチャーの強化は着実に進んでおり、今後より洗練されたビジネスモデルの創生とともに情報通信ビジネスも再び伸長してくることは間違いありません。各種コンポーネントのシステム化、サービスビジネス化の流れは今後も加速して進行すると考えられます。一方、地球環境に対する負荷軽減への要求がますます強くなってきており、当社としても技術面での大きなテーマになってきています。

このような中で、富士電機は中期経営ビジョン「S21プラン」に掲げる「業界最強の専業」事業の集合体の実現に向け、回転機事業、変電事業、自動販売機事業をはじめとして抜本的な事業構造改革を推し進めるとともに、お客様に満足していただける製品、サービスを提供し続ける努力を行っております。つま

り、パワー半導体およびパワーエレクトロニクス製品、低圧開閉機器、自動販売機、水処理事業など、現在の柱となっている事業をより強化拡大し、新たに情報・環境・サービス・特徴あるコンポーネント分野を事業の柱にすべく強化を図っております。

こうした攻めの施策に基づき、研究開発に対しては、圧倒的な競争優位性、独創性ととともに、研究開発のスピードアップと成果の早期事業化を進めてまいりました。また、研究開発投資については、柱となる事業分野に重点的に資源を投入してきております。本号では、2002年に成果をあげた主要な技術開発、製品開発の紹介をさせていただいております。

情報システム分野では、地方自治体・公共団体・民間企業向けに情報技術を活用したソリューションを提供すべく開発を続けております。自治体向けには、行政情報ソリューションとして文書管理システムで多くの実績を積み上げており、公共団体向けには、環境・福祉医療・防災・教育などの地域情報システムの構築を行っております。民間企業向けには、製造業を中心とした各種ソリューションの開発を進めております。デジタルファクトリーソリューションの一つとして、設計・製造ノウハウを有効に蓄積・活用できる情報システムを開発しました。また、ビルオートメーション分野で適用が進んでいる LONWORKS に関してエシエロン社とパートナーシップ契約を結び、施設管理、エネルギー管理などの分野へも展開を図りました。



環境分野では、水処理ソリューションとして監視制御システムの高度化、オゾン利用技術、膜処理技術などの開発を推進しています。環境ソリューションでは、廃棄物処理技術の開発に取り組んでいます。下水浄化設備において国内初の商用運転となる、下水汚泥消化ガスを利用した燃料電池発電システムを納入しました。

サービス事業分野では、産業プラントを対象に設備やプラントのライフサイクルコスト低減や信頼性向上に取り組んでいます。サービスソリューション分野では、コールセンター構築、施設管理情報のオンライン提供など新規サービスの提供を開始しました。

パワーエレクトロニクス製品としては、電気鉄道地上システム用の無効電力調整装置、在来線車両用補助電源装置、近郊型電車のリニアドアシステムなどの開発を行いました。

システム機器分野では、市場のグローバル化と機器のネットワーク化に対応し、国際規格対応やシステム化の製品開発を進めています。高性能ベクトルインバータ FRENIC5000VG7S シリーズは、PROFIBUS-DP、DeviceNet など 6 種類の標準フィールドバスへの対応を行い、汎用インバータではコンパクト型の FRENIC-Mini シリーズを製品化しました。器具では、グローバル対応したマニュアルモータスタータの製品化を行いました。プログラマブルコントローラでは、IEC 規格準拠の MICREX-SX に小型ブロックタイプの SPB シリーズを追加いたしました。

情報機器関連コンポーネントでは、3.5 インチ 80 G バイト/枚の磁気記録媒体を製品化しました。開発レベルでは、垂直磁気記録技術の適用により 140 G ビット/in<sup>2</sup> の高密度記録が可能であることを確認しました。

電子デバイスでは、高耐圧、低消費電力化とインテリジェント化に着目した開発を進めております。IC 分野では、電子機器の待機電力削減に最適な起動素子内蔵型の AC-DC 電源 IC、新構造 IGBT を採用したプラズマディスプレイパネル用第三世代スキャンドライバ IC などを開発しました。パワーデバイス分野では、従来製品に比べ大幅な損失低減を達成し小型化した第五世代 IGBT モジュール「U シリーズ」の系列化を行いました。新パワーデバイスとして逆方向耐圧を有する逆阻止 IGBT の開発も進めております。

流通関連分野では、自動販売機事業の強化のため、業界第二位の三洋電機自販機(株)との事業統合を行いました。自動販売機に関しては、高機能化、省エネルギー、ネットワーク化などの開発を推進し、エスプレッソコーヒーマシン対応カップ自動販売機を製品化しました。通貨・カード関連機器では、電子マネーの Edy カードに対応したリーダ・ライタ、決済端末の品ぞろえを充実させました。

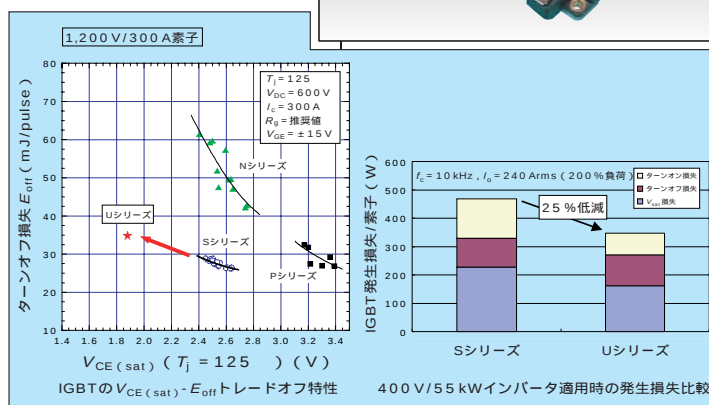
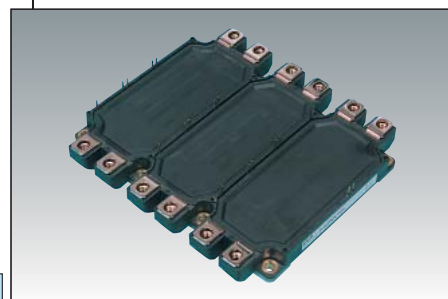
富士電機は独創的な技術に積極的に取り組み、お客様のご期待に応え、最大の満足を提供できるよう今後とも全力で研鑽に励んでまいります。皆様のご指導・ご鞭撻を心よりお願い申し上げます。

沢 邦彦

取締役社長

## 第五世代 IGBT モジュール 「U シリーズ」

産業用インバータなどの電力変換装置に使用される電力用半導体素子にはさらなる低損失化、小型化、高信頼性、使いやすさが強く要求されており、富士電機は第五世代 IGBT モジュールの開発を行い製品化した。この製品にはトレンチゲート技術および薄ウェーハ技術を IGBT に適用し、従来製品と比較してオン電圧とスイッチング損失の両方を大幅に低減し、IGBT におけるトレードオフ特性を飛躍的に改善した。これによりインバータ実機損失を従来比で 20 ~ 30 % 低減し、省エネルギーや信頼性の面からも大いに期待されている。また、豊富な電圧電流定格の製品を順次系列化し、さまざまな用途に適用可能としている。加えてピン端子構造で従来より小型のパッケージも選択可能でプリント板搭載時の使いやすさを実現した。



## 下水汚泥消化ガス利用燃料電池による コージェネレーションシステム



富士電機は山形浄化センターに下水汚泥の嫌気性発酵による消化ガスを利用した燃料電池発電システムを納入した。燃料電池により発電した電力は所内の負荷に利用し、発電と同時に発生した熱は嫌気性発酵に必要な消化槽へ供給して利用している。このコージェネレーションシステムは下水浄化設備において国内初の商用運転となるものである。

システムは 100 kW 燃料電池 2 台、消化ガス不純物除去設備一式、汚泥熱交換器一式などの主要設備から構成され、電力は系統連系している。エネルギー効率、電気：38 %、熱：49 %、総合 87 % を達成し、従来の消化ガス発電設備と比較して年間 1,770 トンの  $\text{CO}_2$  の発生量削減効果が得られる。

## 色変換方式フルカラー有機 EL

富士電機は、フルカラー有機 EL の最大の課題である発光効率とコントラストのトレードオフの関係を改善した新しい色変換方式有機 EL の基礎技術開発に成功した。

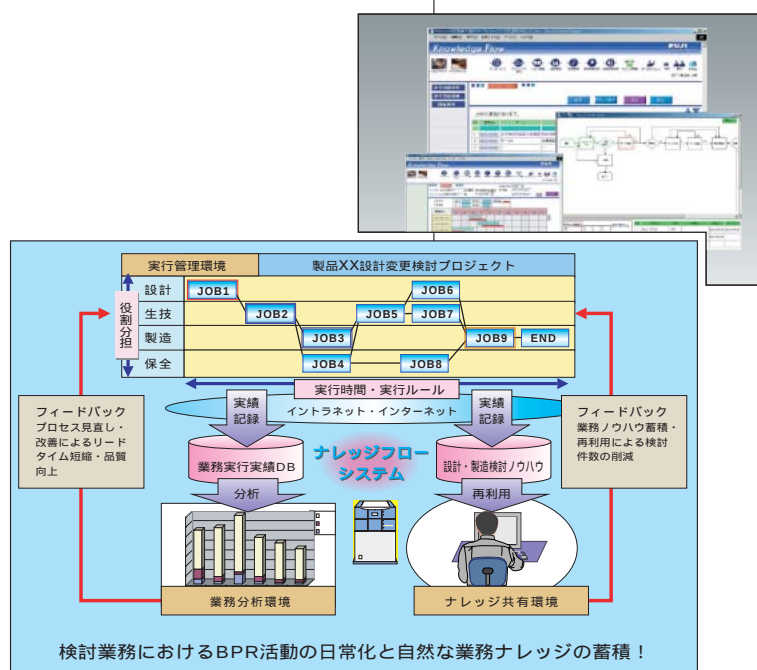
色変換方式は発光効率の点で不利とされてきたが、有機発光層、色変換層の改善と吸収、発光、透過スペクトルの詳細な検討および材料、プロセスの改善により円偏光フィルタなしで高いコントラストと高発光効率を実現した。また、素子構造と材料性能の改善により、輝度半減寿命が 8,000 時間以上（初期 1,600  $\text{cd/m}^2$ ）とトップクラスの寿命を達成した。本技術は有機 EL のフルカラー化を加速し早期の市場展開を実現するものと考えている。



1 DIN サイズカーオーディオ用  
色変換方式フルカラー有機 EL ディスプレイ  
画素数：240 (× RGB) × 64 ドット  
画面サイズ：79.2 × 21.1 mm  
輝度：125  $\text{cd/m}^2$   
コントラスト：105 : 1 (@1,000 lx)



2.8 色変換方式  
フルカラー有機 EL ディスプレイ  
画素数：160 (× RGB) × 120 ドット  
画面サイズ：57.6 × 43.2 mm  
輝度：125  $\text{cd/m}^2$   
コントラスト：105 : 1 (@1,000 lx)

生産現場のノウハウを活用する  
情報システム「ナレッジフロー」

自動車、食品、家電製品などの分野では、顧客ニーズの多様化と急速な技術進歩により製品のライフサイクルが短期化している。一方でこれらの製造業では組織のスリム化の進展で、従業員とともに知識とノウハウが社外へ流出している。このような中で、各企業が市場変化への適応と知識・ノウハウ流出のリスク回避とのニーズから、業務を実行する過程で意識せずにノウハウを蓄積できる情報システム「ナレッジフロー」を開発した。

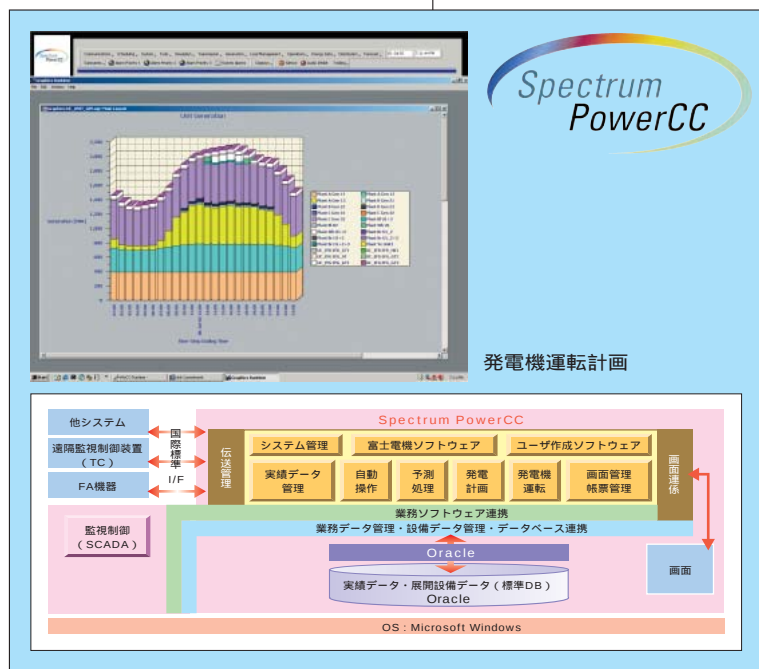
「ナレッジフロー」は製造業における設計・製造ノウハウを有効に蓄積・活用できる情報システムであり、「デジタルファクトリーソリューション」の中の一つである。製品企画から量産までの業務プロセスにおける実行管理、ナレッジ共有、業務分析機能を提供する。

## エンジニアリング革命ツール 「HEART シリーズ」

このツールはプラントの動きを記述した制御仕様書を作成することにより、制御ソフトウェアを自動生成し、プラントの運転を可能にする。しかも、普段使っている OA ソフトウェア（Excel，Visio）による制御仕様書の作成と DCS ソフトウェア，PLC ソフトウェアの自動生成が同時に実現できる。面倒なプログラム設計・製作作業や単体デバッグ作業はなくなり、エンジニアリング業務の革命を起こすものである。気軽に導入できて、エンジニアリング業務，メンテナンス業務の高効率化と、制御ソフトウェアの高品質化が実現できる。工程シーケンス仕様書を作成する「HEART-ESPER/SELECT」とロジック図，計装フロー図を作成する「HEART-BELIEVE」を提供している。



## 総合エネルギー管理システム (EMS ソリューション)



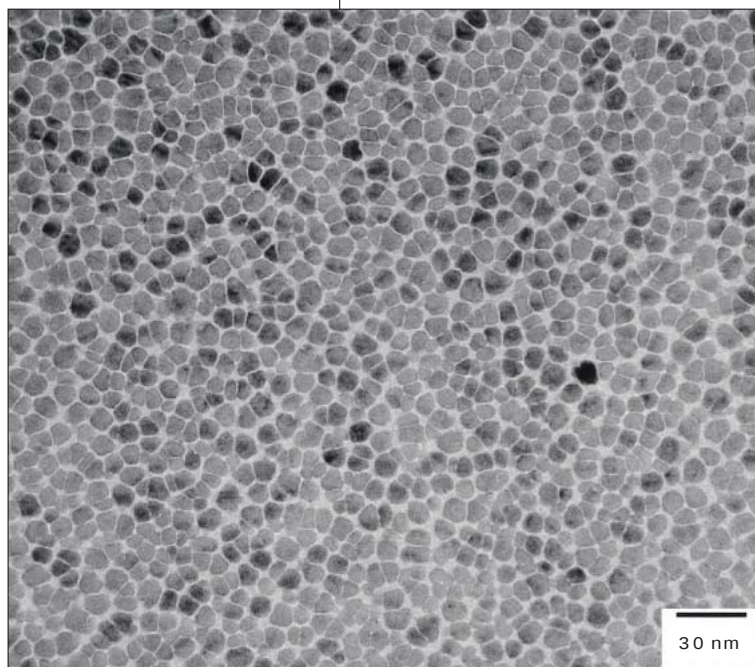
富士電機は、お客様のエネルギー運用の最適化を支援する EMS (Energy Management System) ソリューションを推進している。

本ソリューションでは、施設管理システムなどの納入により蓄積した多くのエネルギー運用ノウハウをベースに、構造化ニューラルネットワークによる負荷予測、高精度なプラントモデル化機能、メタヒューリスティック手法による最適化など、独自かつ最新の技術を適用したエネルギー管理システムを提供する。

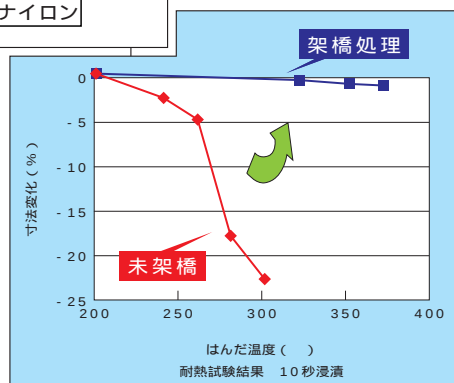
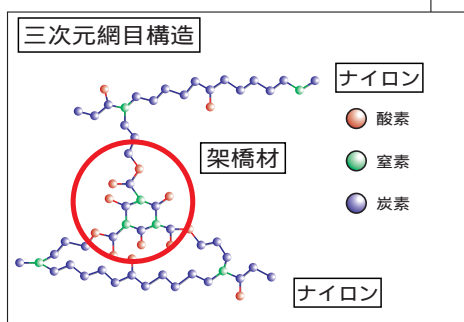
また、シーメンス社（ドイツ）から規制緩和市場に対応したエネルギー管理パッケージ「Spectrum PowerCC」を導入し、上述の最新技術を融合させて、より効率的で柔軟なシステムを国内向けに発売した。

## 垂直磁気記録媒体

富士電機では、従来の長手磁気記録に比べ飛躍的な大容量化が見込める垂直磁気記録媒体を開発し、世界に先駆けて量産化を目指している。写真は開発中のグラニュラ垂直媒体の記録層の透過電子顕微鏡像であり、平均粒径 6.5 nm の微細かつ均一な Co 合金結晶粒が、酸化物の結晶粒界により明瞭（めいりょう）に分断されていることが分かる。このような微細結晶構造を有する垂直媒体は、140 G ビット/in<sup>2</sup> の高密度記録が可能であることが確認されており、400 G ビット/in<sup>2</sup> の実現も夢ではないと考える。本技術は、将来の人工格子系や規則合金系垂直媒体のベースにもなるものであり、1T ビット/in<sup>2</sup> を目指しさらなる開発に努めたい。



## 熱可塑性高耐熱材料の改質技術と成形加工技術



耐熱部品に用いられている熱硬化性樹脂を、環境に優しく、リサイクル可能な熱可塑性樹脂に代替するための技術開発を進めている。ナイロン系樹脂材料の組成設計の最適化、放射線照射による架橋化を図り、耐熱性と強度を飛躍的に向上させることができた。はんだ耐熱性試験（350℃，10 秒：寸法変化率 < 2%）、グローワイヤ試験（850℃）、トラッキング試験（250 V）、燃焼性試験（V-2）、ヤング率などの特性を満足した。

さらに粘弾性測定により機械特性や熱特性などを評価し、シミュレーションを活用することで薄肉射出成形を実現した。

今後はハロゲンフリー化による高難燃性化（V-0）と、本技術を用いて他の熱可塑性樹脂への応用を推進する。

## 電子マネー対応決済機器シリーズ

全国展開をしている非接触 IC カードタイプの電子マネーカード「Edy カード」で商品の決済ができる以下の機器を開発した。

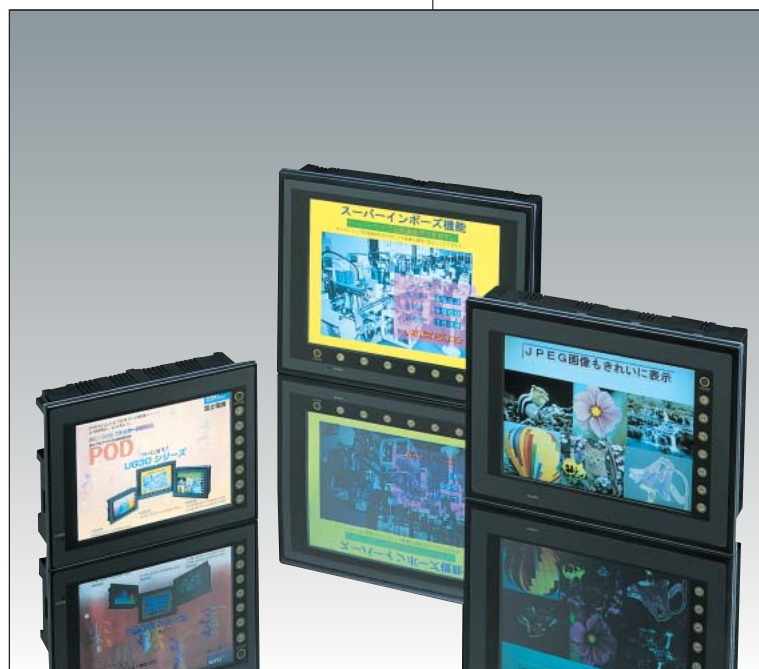
自動販売機用として単体タイプ、紙幣識別機（ビルバリ）と一体となったカード&ビルバリタイプがある。両タイプともビルバリと同じ寸法内に表示器、操作スイッチ、カード読み取り用のアンテナを内蔵したコンパクトサイズであり、すべての自動販売機について取付けが可能となっている。

個店舗用決済端末は客用操作部と係員操作部の二つから構成され、視認性のよい大型カラー液晶を備えている。また本体部からアンテナ部を容易に切り離せるので、カード以外の形状の IC 媒体との通信も可能なバリエーション構造となっている。

Edy：ビットワレット（株）が運営するプリペイド型電子マネーサービスの名称



## プログラマブル操作表示器（POD） 「UG30 シリーズ」



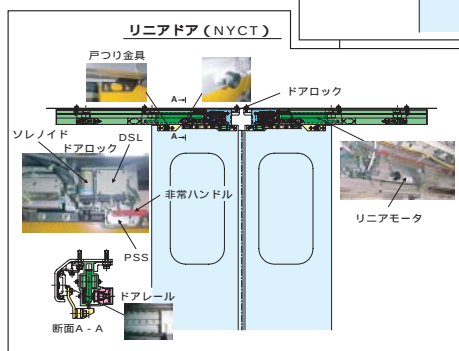
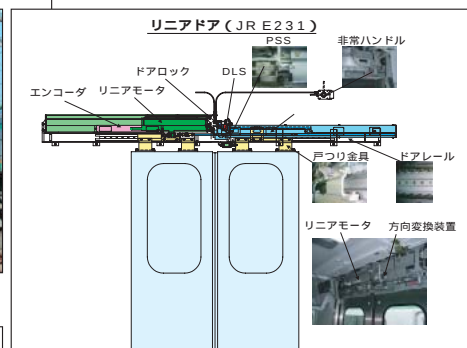
近年、生産システムのインテリジェント化は著しく、生産現場でのよりリアルな情報の表示、リアルタイムな情報処理および情報の共有化が求められている。これらのニーズに対応するため、POD「UG30 シリーズ」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 32,768 色フルカラー表示対応により、パソコン並みのリアルな表現力を実現
- (2) 中型（8 型）から大型（10、12 型）まで SVGA（800 × 600 ドット）TFT 液晶品をラインアップ
- (3) アナログ RGB 入出力、4 チャンネルビデオ入力、音声出力などの AV 機能の充実化
- (4) リモートメンテナンス、電子メール配信などのネットワーク機能の強化
- (5) 異メーカーの PLC 2 台を同時監視・操作ができ、ゲートウェイの役割を果たす PLC 2Way 機能

## 富士リニアドアシステム (側引戸駆動リニアモータシステム)

富士電機は東日本旅客鉄道(株)のE231系近郊形電車用として累計6,000台以上のリニアドアシステムを納入した。それらは順調に営業運転中である。E231系車両はJR宇都宮線、高崎線に加えて2002年3月から常磐快速線でも運用が開始されて、今後さらにリニアドアシステムの納入台数が増大する予定である。

また今回、ニューヨーク市地下鉄(NYCT)向けリニアドアシステムを川崎重工業(株)と共同で開発した。NYCT固有の仕様と特有の使用環境を考慮して開発されたリニアドアシステムは、1年間の営業運転実績による認証を受けるためにR143形電車1編成(64開口)に搭載され、2002年6月からLラインで運用を開始した。



## コンパクト型インバータ 「FRENIC-Mini シリーズ」



横行搬送機やファン、ポンプなどの可変速駆動ニーズに応えるべく「FRENIC-Mini シリーズ(0.1 ~ 3.7 kW)」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 三相 200 V/400 V, 単相 100 V/200 V 入力をシリーズ化, 幅広い電源電圧に対応
- (2) 簡易トルクベクトル制御による 150 % の高始動トルク, 低回転むらを実現
- (3) 電流制限機能によりインパクト負荷に対してもトリップレスを実現
- (4) EMC フィルタ内蔵形, 制動抵抗内蔵形を準備
- (5) NEMA 1 保護構造にオプションで対応可能
- (6) 主回路コンデンサの寿命判断やアラーム時情報記憶など便利なメンテナンス機能を搭載

## マニュアルモータスタータ 「BM3 シリーズ」

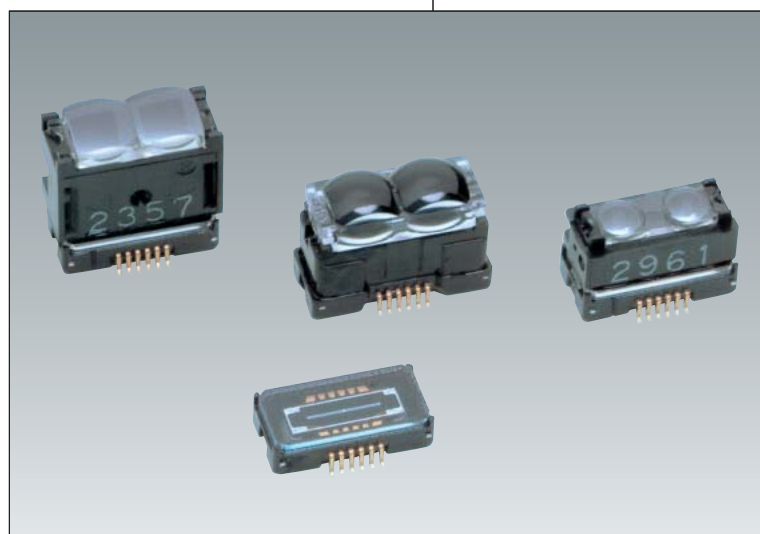
モータ制御回路のモータ保護に最適なマニュアルモータスタータ（MMS）を開発した。

MMS は、「配線用遮断器」と「サーマルリレー」の機能をコンパクトサイズに一体化した高機能・高性能な新型モータブレーカである。主な特徴は次のとおりである。 国際商品：標準品で世界の主要規格（IEC，UL，JIS）に適合， 高遮断性能：独特な消弧技術で高限流・高遮断容量を達成， 安全性：アイソレーション機能，端子部 IP20 保護構造を保有。

さらに，MMS は既発売の電磁接触器「SC-E シリーズ」と組み合わせ，コンビネーションスタータとしても適用され，IEC 基準の短絡保護協調も万全で，高度なモータ保護を実現する。また，省スペース化，省配線化の特徴から制御盤の合理化にも寄与できる。



## 高性能オートフォーカス（AF） モジュール



銀塩フィルムカメラ，デジタルカメラ向けの外光 AF 素子として，高性能 AF モジュールをラインアップした。

特に，光学ズーム付きのコンパクトデジタルカメラでは，AF モジュールの採用によりリリースタイムラグ（シャッターボタンを押してから CCD 上に露光が始まるまでの時間）を短縮することが可能となり，銀塩フィルムカメラ並みの高速レスポンスの実現に貢献した。

カメラに必要な測距能力や大きさに合わせて，外形やセンサピッチの異なる AF モジュールを 3 機種，また一眼レフカメラ向けに，TTL 測距用高感度 AF 素子を 1 機種開発した。

今後も，カメラのニーズに合わせて，新しい AF 素子を開発する予定である。

## 空容器回収機

(RVM : Reverse Vending Machine)

缶やペットボトルなどの空容器の回収を促進し減容化して効率的な輸送を実現することでリサイクルに貢献する空容器回収機（RVM）を開発した。すでに関東地区を起点に展開を始めている。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 空容器を高速で減容処理が可能（缶，ペットボトルとも約 25 本/分）
- (2) バーコードと材質により受入れ対象容器を識別。適用外容器は自動返却
- (3) 缶は 1L，ペットボトルは 2L までの大型容器の処理が可能
- (4) 磁気カードへのポイント加算により，利用者へのサービスの還元が可能
- (5) 上位コンピュータとの通信機能により回収容器データ管理や新規バーコードの設定，状態監視などリモートメンテナンスも可能



## 600 MW 高温・高圧石炭火力発電設備



J-POWER 電源開発(株)磯子火力発電所新 1 号機は 2002 年 4 月に営業運転を開始した。

新 1 号機は石炭専焼火力発電所であり，国内最高レベルの蒸気条件：主蒸気圧力 25.0 MPa (g)，主蒸気温度 600℃，再熱蒸気温度 610℃ が採用されている。

1997 年 11 月に受注契約した富士電機は 600 MW 電気発生装置を納入した。従来から緊密な協力関係にあるシーメンス社（ドイツ）と富士電機は，それぞれ蒸気タービンと発電機を設計・製作した。

蒸気タービンは HMN 型 3 車室タンデムコンパウンドタービンで，低压タービンには 600 MW クラスで国内初の 2 流排気が採用され，最終段には 45.3 インチ（有効長 1,150 mm）鋼製翼が適用されている。

# 情報・SI ソリューション



行政情報ソリューション

企業情報ソリューション

## 展 望

低迷する経済環境の中、設備投資は冷え込んでいるが、IT 投資は生き残りをかけた事業構造の改革意欲によって、官・民ともに堅調な状態を維持している。

官公庁分野では、政府のミレニアムプロジェクトを受けて、各自治体において、電子自治体の構築が進展しており、都道府県から市町村へと猛烈な勢いで拡大しつつある。

富士電機では、電子自治体実現の第一ステップとして、紙での庁内の文書事務（収受、起案、決裁、施行など）をパソコンとネットワークを利用して、事務の効率化・迅速化を実現する自治体向け文書管理システム「e-自治体文書管理システム」を完成させ、電子自治体を先導している都道府県庁によって採用され、多くの実績を積み上げている。

今後は、勤務・旅費管理を効率化する庶務事務システム、使いやすい電子申請などの商品化、さらにこれらのシステムを市町村が効率的に利用できる仕組みとして、共同利用を進め、電子自治体の構築に貢献していく考えである。

2005 年までに世界最先端の IT 国家の実現を目指して、総務省から IT 政策大綱が公表され、さらに 2003 年度地方行財政重点施策が公表された。地方行財政重点施策では、地方公共団体が自己決定・自己責任の原則のもとで次にあげる目標について述べている。

- (1) 地域の潜在力を活用した生きがいと活力のある地域社会
- (2) 地域が有する特性を生かし、個性を発揮するとともに、住民が自らの地域に誇りを持てるような地域社会
- (3) 人と自然に優しく、安心して暮らせる地域社会
- (4) 災害などに強く、安全に暮らせる地域社会

富士電機は、全国の地方公共団体が企画する地域インターネット・インターネットなどの事業に対し、約 30 件の納入実績を上げ、地域情報インフラストラクチャーの整備に貢献してきた。しかし、これらはハードウェアの整備を中心としたものであって、本来の目的である住民サービス向上や地域活性化のための IT 投資はこれから実施される。

これからは、環境、福祉医療、防災、教育、産業振興といった住民サービスの核となるソフトウェア開発を促進するとともに、市町村合併や自治体業務のアウトソーシング

などに対応した受け口として、サービス分野などの事業を拡大し、人と自然に優しいまちづくりの推進に向け一翼を担う考えである。

次に産業界においては、比較的導入が易しい財務会計を中心とする基幹系ソリューションの導入が一巡し、投資の対象が営業と生産の現業部門での業務改革に移行してきている。富士電機は製造業におけるものづくりの再構築の一助となるべく「デジタルファクトリー」のコンセプトのもと、製造業をお客様とした各種のソリューションを提供している。特に製造業向け基幹系ソリューションの世界的ベンダーであるパーン社および新しいオープン系ソリューションの中核となりつつある LONWORKS の展開を進めているエシエロン社とのアライアンスを中心として、お客様と一体となって現場の業務改革を支援・加速することに努めていく。具体的には、仕事のやり方を組織の中から見直し、継続的に自己改革を進めていくための仕組みとしての iGrafx/BPE (Business Process Engineering) ソリューション、製造業の全体最適を目指し、現場と経営を直結できる特徴を持った SCM (Supply Chain Management)、ERP (Enterprise Resource Planning) ソリューション、工場や製造ラインにスピードとフレキシビリティを与える MES (Manufacturing Execution System) ソリューションを富士電機自体の製造業者としての経験とノウハウを生かして提供していく。

さらに、最近では知識経営の観点から、その重要性が高まりつつある新製品開発から製品製造ラインを立ち上げるまでのリードタイム短縮のために、現場の知識を可視化・共有化しマネジメントするコラボレーションツール「ナレッジフロー」はスピード経営を目指すお客様に強い関心を持っていただいている。

富士電機は単なる IT ソリューションベンダーではなく、これまでお客様とともに長年培ってきたプラントや FA・PA、施設設備、エネルギー、環境に関するさまざまなソリューションの経験とノウハウをベースに、お客様とともにさまざまな課題を解決し、お客様の価値を創造していくトータルソリューションベンダーを目指している。

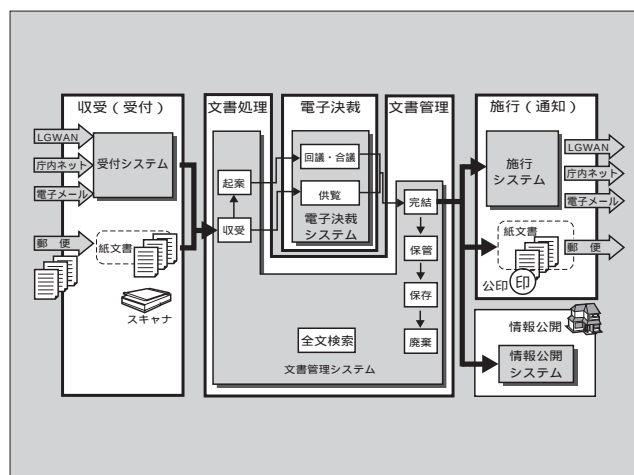
## 行政情報ソリューション

## ① e-自治体文書管理システム

富士電機では、電子自治体に対応した文書管理システム「e-自治体文書管理システム」を完成させ、電子自治体を先導している都道府県により多く採用され、実績を積み重ねている。

本システムは、収受－起案－決裁－施行－保管・保存－廃棄の行政文書の全ライフサイクルに対応しており、事務の効率化・迅速化を実現する。また、すべての操作はWeb画面上で行うことができ、分かりやすさと使いやすさを重視した画面設計により、誰でも容易に使いこなすことができる。そのほか、本システムは、電子自治体における基盤システムとして位置づけられ、財務会計システム、庶務事務システム、電子申請システムなどとの連携ができるように汎用的なインタフェースを備えている。

図1 電子自治体における文書管理システム



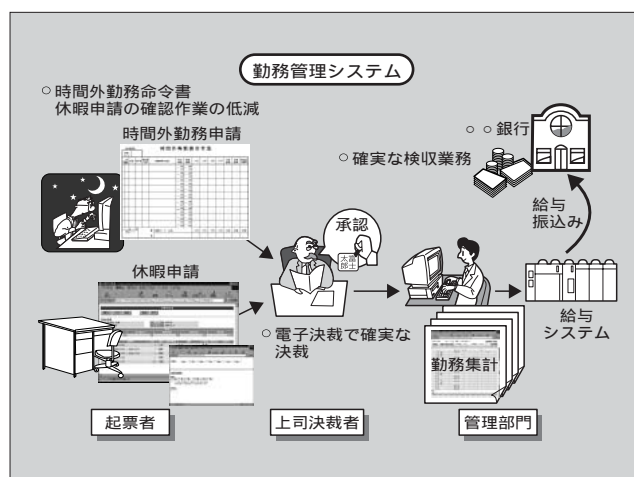
## ② e-自治体庶務事務システム

富士電機では、電子自治体に対応した庶務事務システム「e-自治体庶務事務システム」を開発した。

庶務事務システムは、各種申請書を電子化し承認・決裁の処理を行い、専門的知識をシステム化することで庶務担当者へ依存している作業の軽減を行い、職員および庶務担当者の業務軽減・時間短縮、庶務管理事務の集中化を実現する。また同時にペーパーレスの推進にも寄与する。

機能としては、勤怠管理システム、旅費管理システム、庁内申請システムを含む。また、全職員がシステムをどこからでも容易に利用でき、システムの拡張にも柔軟に対応できるよう Web 技術を基本としたシステムで、電子自治体の電子決済基盤と連携し、文書管理システムと決裁業務の統合化が実現できる。

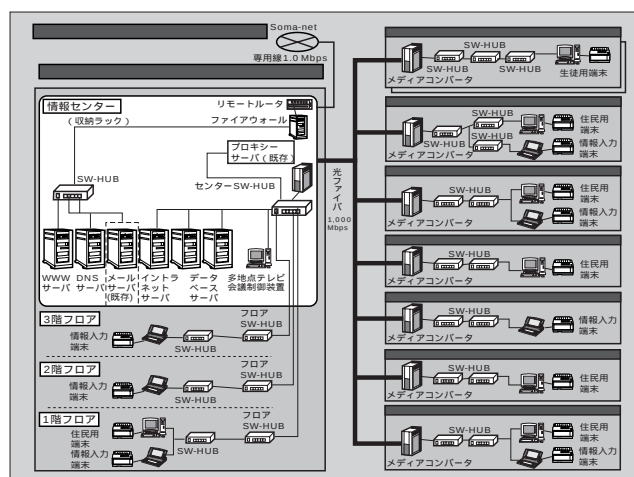
図2 電子自治体における度務事務システム



③ 「福島県鹿島町地域イントラネット基盤施設整備事業」導入事例

鹿島町は相馬地方のほぼ中央に位置し、東側が太平洋に面し、西側は阿武隈山系という農業・漁業を中心とした町である。「住んでみたい、住みつけたい町づくり」を目指すとともに、生活環境改善や、都市との格差を是正することにより、町の活性化に役立てることを目的として地域イントラネット事業を行った。イントラネット事業として、役場を情報センターとして小中学校および出先機関の11か所を光ケーブルにて接続し、高速情報ネットワークの構築を行った。住民サービスを目的に、インターネットを利用した行政相談システム、24時間予約可能な公共施設予約システム、テレビ会議システムを利用して生徒・児童の交流を深めるための学校教育支援システム、防災時の安否確認が行える防災情報システムなどを提供している。

図3 鹿島町地域イントラネットシステムイメージ図



## 行政情報ソリューション

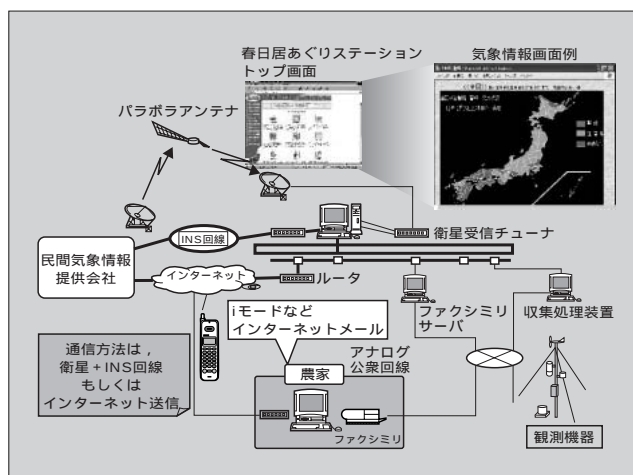
## ④ 春日居町農業情報ネットワークシステム農業気象高度利用システムの適用

本施設は、山梨県春日居町内に新設する春日居総合あぐり情報ステーション内に総合情報管理室、IT 研修室、農業情報アーカイブ室、パソコン研修室、農業体験室を設け、農業情報ネットワークシステム、農業気象高度利用システム、IT 研修設備、伝送路設備などを設置し、伝送路、公衆回線などを利用して農業情報、気象情報、テレビ再送信（気象情報を含む）などをするものである。

町民へ局地性の高い気象コンテンツの提供を図るため、町内 2 か所に観測装置を設置し、それらの観測データと、気象庁をはじめとする各種情報提供機関から入手するデータを分析し、リアルタイムな気象情報を提供している。

本システムは春日居町民にとって、地域情報化、農業振興の観点で大いに貢献するものである。

図 4 農業気象高度利用システムの構成



## ⑤ 電子カルテシステム「HOSPITAC」

2001 年、厚生労働省から、「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」が発表され、電子カルテ普及促進をはじめ、医療の IT 化が推進されている。

電子カルテシステム HOSPITAC は「カルテ（診療録）を電子的に記録・保存するシステム」である。

主な特徴は次のとおりである。

## (1) 病院と診療所連携・病院間連携

電子カルテシステムの記述は HTML を用いており、今後のデータのネットワークを介した共有化への対応をしている。

## (2) 安定したオペレーティングシステム Linux の採用

サーバだけでなくクライアントも Linux で動作し、高速で安定性のあるシステムである。

図 5 電子カルテシステム HOSPITAC



## ⑥ 保健・福祉・医療ネットワークシステム

富士電機は、地方自治体向けに保健・福祉・医療分野での行政サービスの向上を目的としたソリューションを展開し、オール Web システムの構築、納入を行った。

地方自治体では、本分野での行政サービスの向上が急務となっており、また、住民基本台帳（住基）IC カードとの連携機能および個人情報保護条例に基づくセキュリティ機能も強化している。

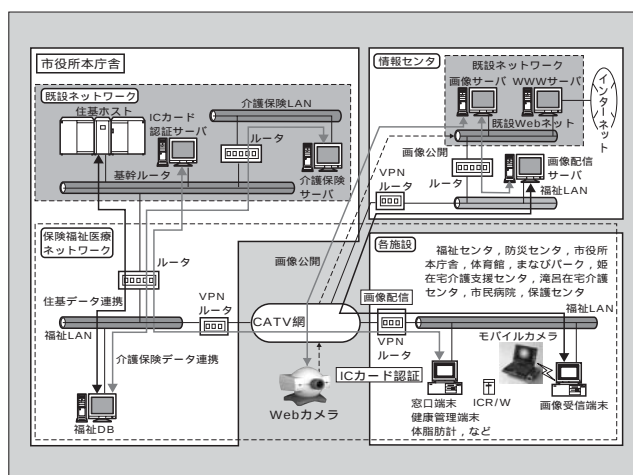
主な特徴は次のとおりである。

## (1) 健診、検診、福祉データの DB 化によるオンライン相談業務サービスの向上

## (2) テレビ会議、パリアフリー端末による地域個人バリアの解消

## (3) 血圧計、体脂肪計を用いた健康支援システムによる市民の健康意識レベルの向上

図 6 保健・福祉・医療ネットワークシステムの接続概要



## 企業情報ソリューション

## ① Fe-MES ソリューション

●関連論文：富士時報 2002.6 p.322-325

近年、製造業を取り巻く市場環境は厳しさを増し、需要の変動と製品の変化に対する生産システムの追従は企業の生き残りをかけた重要な課題となっている。

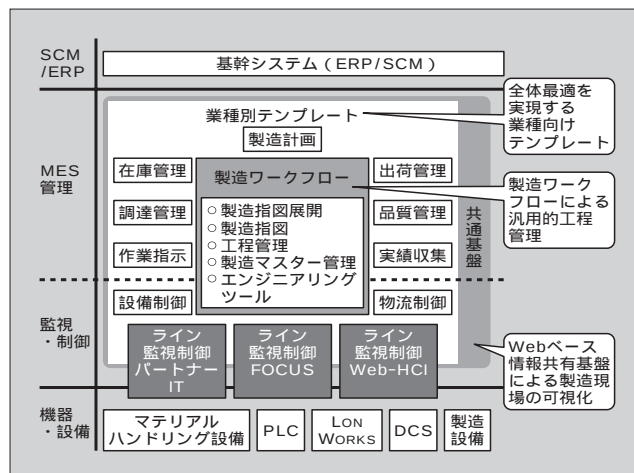
この鍵となるのが、経営のスピードを決定する ERP システムと、物を製造する設備機器や現場との間で管理と制御を実行し、全体最適を実現する MES ソリューションである。

富士電機では、設備機器から基幹システムまで、長年の構築実績を集大成した MES パッケージを中心とした「Fe-MES」ソリューションを製品化した。

Fe-MES ソリューションは次の特徴を持つ。

- (1) Web ベースの情報共有基盤による製造現場の可視化
- (2) 製造ワークフローによる工程管理の汎用化
- (3) 業種向けテンプレートによる全体最適の実現

図7 Fe-MES の概要



## ② 中堅企業向け ERP ソリューション

●関連論文：富士時報 2002.6 p.341-343

企業の「戦略的効率経営」を実現する業務改革の手段として、ERP システムの導入がある。

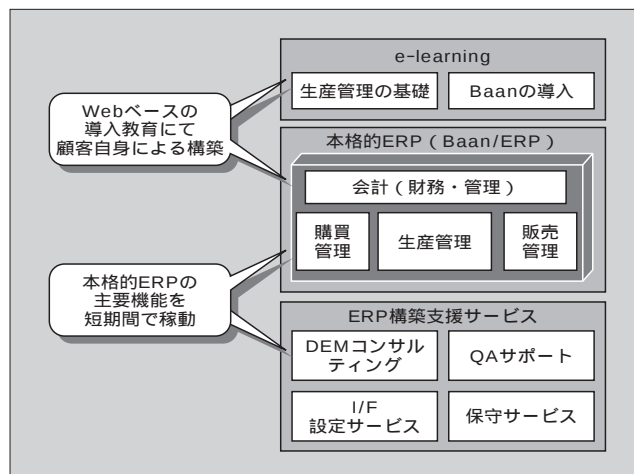
富士電機では、これまでの現場系システムでの経験とノウハウを活用し ERP ソリューションを提供してきた。

ここにきて、ERP 導入の機運は大企業基幹システム主導から中堅企業、中規模工場システムへと一気に広がり始めている。

このようなニーズを受け、富士電機では、ERP パッケージパートナーであるバーンジャパン(株)と共同し、中堅企業向け ERP ソリューション「Fe-BAAN」の提供を進めている。このソリューションは次の特徴がある。

- (1) 本格的 ERP の主要機能を短期間で稼動
- (2) Web ベースの導入教育にて顧客自身による構築も可能

図8 Fe-BAAN の概要



## ③ 機械加工組立工場向け大規模分散自動倉庫システム

●関連論文：富士時報 2002.6 p.358-362

近年、機械加工組立業界においては、製造リードタイムの短縮と在庫削減を目標に最適な製造物流の実現を目指している。機械加工組立工場向け大規模分散自動倉庫システムは、分散倉庫として保管だけでなく製造現場直結の搬送機能と段取り替え機能を有し情報システムのスケジュール計画により最少スペースで高効率保管を実現、レール2台のスタッカクレーン走行により高効率倉庫を実現、質量(荷姿)別に独立したシステム構成、サーボモータ駆動による高速移動方式、設備稼働情報のリアルタイム通知によるメンテナンスの容易化、設備稼働状況に応じて最適な搬送ルートを選択変更する機能、省エネルギーに対応した電力制御、などの特徴により、在庫削減と効率的な生産調整を可能とし、顧客満足度を高めるものである。

図9 大規模分散倉庫システム



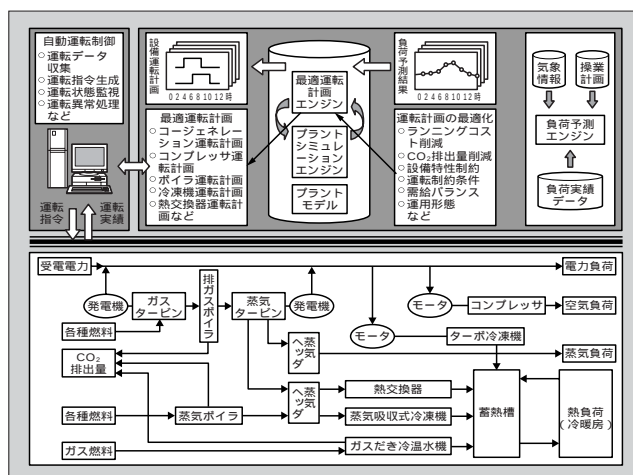
## 企業情報ソリューション

## ④ エネルギープラント最適運用システム

●関連論文：富士時報 2002.6 p.353-357

工場、事務所、病院、大型ビルなどの設備に電気・熱・蒸気などのエネルギーを供給するエネルギープラントにおいて、電力負荷に対してどの程度受電するのか、自家発で発電するのか、また、熱負荷に対してCGSの排熱を利用するのかボイラで供給するのか、というようなさまざまな選択肢の中から運用コストおよび環境負荷を最小化する最適運用（設備起動停止など）を実現するシステムを開発した。富士電機独自の構造化ニューラルネットを用いた高精度予測、入力因子の自動選択、および予測結果の説明機能を実現している。また、最新のメタヒューリスティック最適化技術を用いて数式化できない現場の運用ルールなどにも対応可能であり、年間で3～5%程度の運用コスト削減および自動運転による省力化が可能である。

図10 エネルギープラント最適運転支援システム



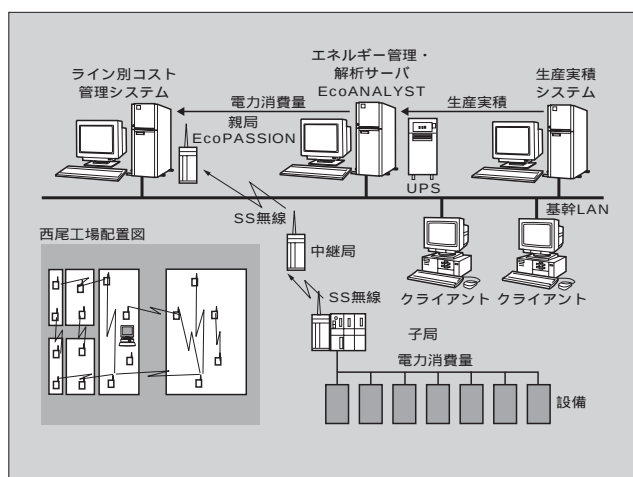
## ⑤ (株)デンソー西尾工場向けエネルギー計測システム

●関連論文：富士時報 2002.6 p.353-357

(株)デンソーでは、社会的な環境保全への配慮から、工場内生産設備の消費エネルギー量およびCO<sub>2</sub>排出量を把握するために、エネルギー計測システムの導入を積極的に進めている。本システムは、計測機器EcoPASSIONとエネルギー管理・解析ソフトウェアEcoANALYSTで構成しており、計測点数約1,100点と最大規模となっている。本システムは2002年6月に稼働を開始した。システムの主な特徴は次のとおりである。

- (1) 照明・空調および動力設備のエネルギー計測を実現
- (2) 各職場のパソコンでエネルギー消費量の表示が可能
- (3) ライン別エネルギーの使用状況の評価分析が可能
- (4) 既設のコスト管理システムおよび生産実績システムとの連携により、ライン別エネルギーコストおよびエネルギー原単位の把握が可能

図11 (株)デンソー西尾工場のシステム構成

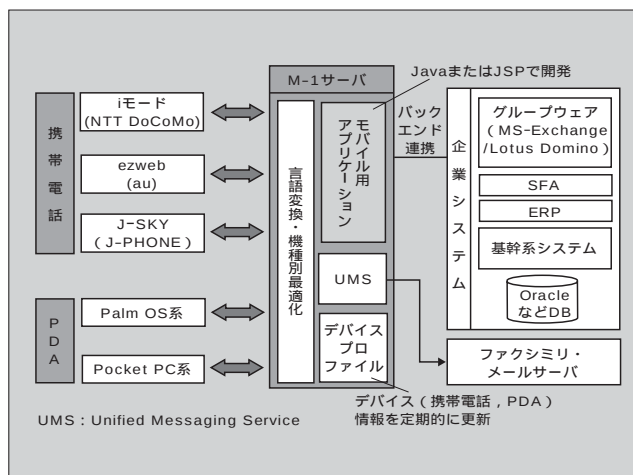


## ⑥ マルチデバイス対応モバイルソリューション

●関連論文：富士時報 2002.6 p.367-371

M-1モバイルアプリケーションサーバ（ミドルウェア、米国アリゴ社製。以下、本商品という）は、近年増えている各種の携帯電話やPDA端末を自在に活用できるシステムを構築するためのソフトウェアツールであり、効率的に開発し、しかも運用を支援することができるものでモバイルソリューションを提供する。本商品の主な特徴は、例えばiモード携帯電話用アプリケーションをJavaまたはJSPで開発すれば、他のモバイル端末に変換し対応することが簡単にできる。通常は機種追加が大変な作業であるが、新機種にも簡単に対応でき、顧客はメンテナンスに手間をかける必要がなくなる。さらに、顧客のバックエンド（グループウェア、基幹情報システム、SFA、ERPなどの企業システムやOracleなどのデータベース）との連携も可能となっている。

図12 M-1サーバを用いたモバイルシステムの構成



## 企業情報ソリューション

## ⑦ オープンな LONWORKS の部品供給から教育・共同開発まで多面的にサポート

新たなビジネス構造を創出して国内の開そく状況を打開し、顧客の利益最大化を目指して、富士電機は真にオープンで相互運用可能な機器ネットワーク LONWORKS の開発元のエシェロン社と OSA (Open Systems Alliance) 契約を締結した。OSA 契約はインテグレーターとしての公認以外に部品販売からパートナー認定、公認トレーニングの資格までを含む包括契約である。2002 年 2 月の契約発表以来その反響は大きく、LONWORKS として多数の商談と引合いをいただいている。また、トレーニング体制は世界最大規模のトレーナー数を有して、LONWORKS 標準化・普及促進団体の LONMARK 協会での活動 (評議会メンバー、国内普及促進提案中) とともに国内・国外への LONWORKS 普及の基礎を固めている。

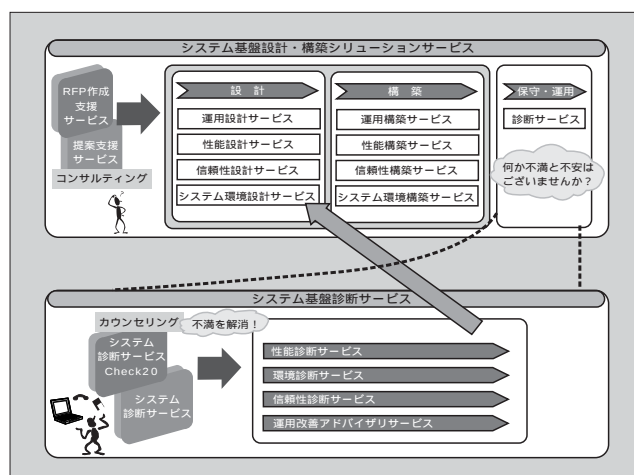
図 13 LONWORKS 製品例およびロゴ



## ⑧ IT 基盤構築ソリューション「VisionF-Infra」

システム構築においては、高い信頼性と障害に対する耐性、サービスに応じた性能の向上、機能の柔軟な拡張が求められ、ミッションクリティカルなシステム基盤構築の重要性が高まっている。こうした期待に応えるために産業・公共システムで培ったノンストップ高信頼システム構築のノウハウを継承し、高セキュリティの大規模システムの構築ノウハウを加えて、システム基盤構築の提案から設計・構築までの先進的なソリューションサービスを提供する。本サービスは、多種多様なハードウェア・パッケージソフトウェアから最適なりソースを選定し、安定稼働させる高スキルかつ経験豊富な SE により、基盤構築要件のスピーディな抽出、TCO の削減、オープンシステムによる最適システムを実現するソリューションを提供する。

図 14 IT 基盤構築ソリューション

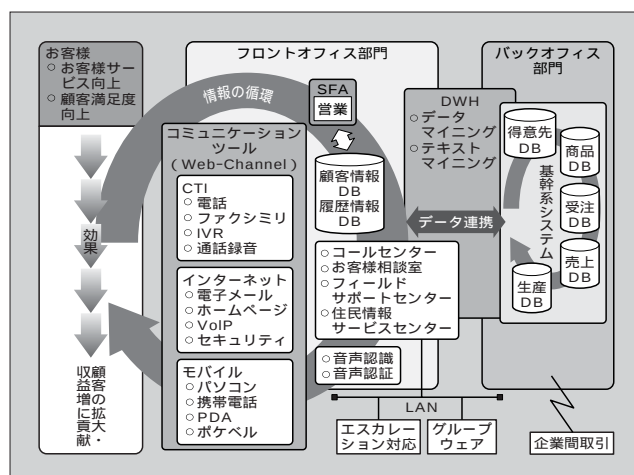


## ⑨ CRM ソリューション「VisionF-CRM」

顧客嗜好 (しこう) の多様化や製品ライフサイクルの短縮により、企業にとって QR (Quick Response) による顧客サービスの向上と運営の効率化が重要な課題となっている。企業向け「VisionF-CRM」はお客様へのサービスをワンストップで実現する CRM (Customer Relationship Management) ソリューションであり、お客様との緊密なコンタクトを実現する CTI プラットフォームとして次の特徴を持つ「Web-Channel」を提供している。

- (1) 顧客データベースを活用したサービスの実現
- (2) 電話、ファクシミリ、電子メール、Web などマルチチャネルの提供
- (3) 専用開発キットによる業務システム構築の容易化
- (4) 音声による自動応答など効率的なセンターの運用

図 15 CRM ソリューション



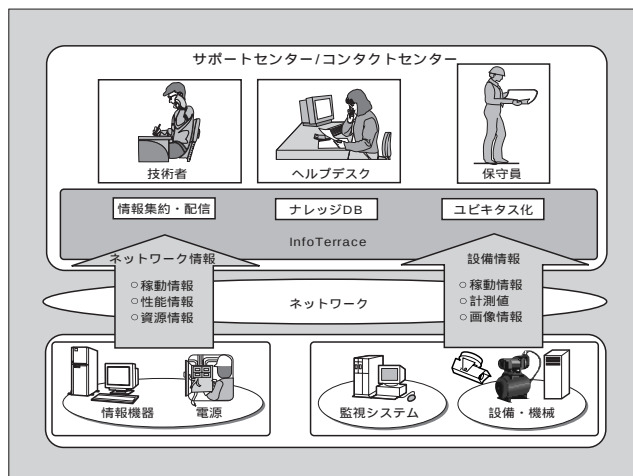
## 企業情報ソリューション

## 10 B to M ソリューション「VisionF-B to M」

B to M ソリューションは、ハードウェア・ソフトウェアのトータルソリューションである。情報機器を中心に設備・機械を統合管理し、現場システムから上流工程の計画系 SCP・基幹系 ERP・現場 MES まで、シームレスに統合する。

これまでは人手に頼ってきた、サーバやネットワーク機器の監視や設備の保守メンテナンスに、IT を駆使することで効率化する。具体的には IDC センターの情報機器、発電所や鉄道での設備機器から、食品・飲料メーカーの自動販売機まで、全国広域に点在するコンピュータ、各種設備や現場機器などを対象に、「マシン」をネットワークに直接つなぐことで、今まで個別に管理してきた情報を一括管理し、トータルソリューションを実現する。

図 16 B to M ソリューションの構成イメージ



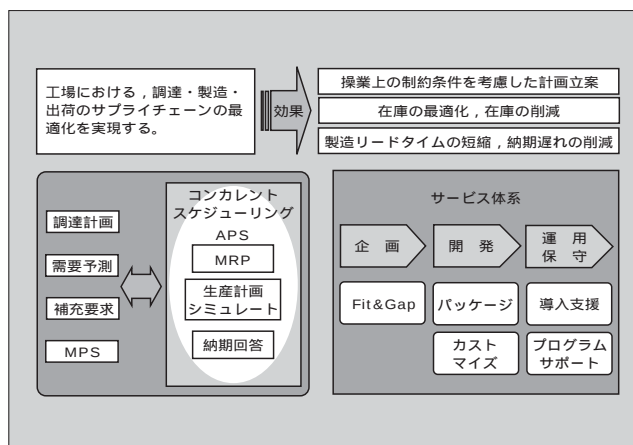
## 11 SCM ソリューション「VisionF-SCM」

「GLOVIA/SCP Factory for Assembly」は、工場内における調達・製造・出荷の最新計画立案を支援する APS パッケージである。生産実行計画立案に際し、操業カレンダー、設備負荷、資材制約など、さまざまな条件を考慮して最適な計画を高速に立案できることを特徴としている。

本パッケージの立案ロジックにはコンカレントスケジューリング APS ロジックを採用している。これは従来の MRP と異なり、必要なときにジャストインタイムな発注計画を作成するため、購買品や中間品の在庫を圧縮し、製造リードタイムを短縮することができる。

SCM ソリューション「VisionF-SCM」は、本パッケージの導入にあたって、企画・開発・運用の各プロセスをサポートするサービスを提供するものである。

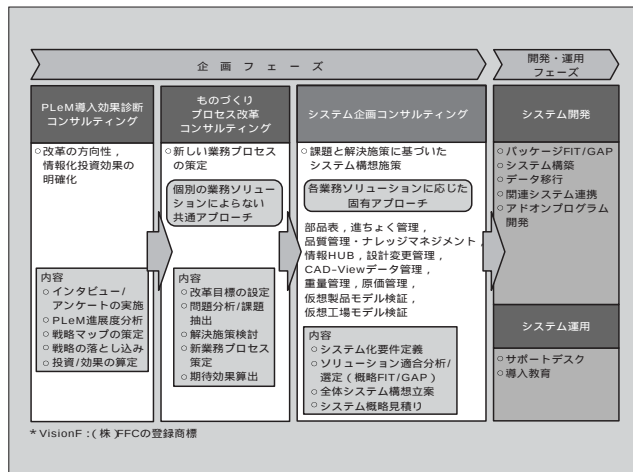
図 17 GLOVIA/SCP Factory for Assembly の特徴とサービス



## 12 PLeM ソリューション「VisionF-PLeM」

厳しい製造業の経営視点は、利益率向上を目指し「製品市場投入と量産化のスピードアップ」「原価低減」「棚卸資産圧縮」をキーとした「ものづくりプロセスの変革」にある。これに応えるべく、「製品のライフサイクルを一元管理・活用した企業活動」を支援する「VisionF-PLeM」ソリューションを提供する。エンジニアリング部門（CAD、PDM）、生産計画部門（SCM）、製造部門（MES）を結びコアに PLeM を位置づけ、統合部品表による製品情報の可視化とコラボレーションの実現、設計変更プロセスのスピード化、顧客サービス向上を図る。「VisionF-PLeM」は、投資効果算定、新業務プロセス策定、システム企画の各コンサルティングから、システム構築、運用・保守に至るトータルなソリューションを提供する。

図 18 VisionF-PLeM ソリューション体系

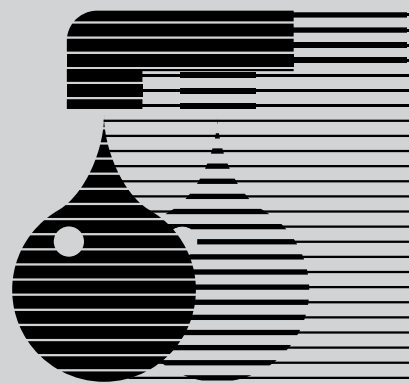


# 水処理・環境・社会 ソリューション

上下水道向けソリューション

環境システムソリューション

社会システムソリューション



## 展 望

「気候変動枠組み条約第3回締約国会議」(COP3)以降、地球温暖化対策という視点からの環境問題が今世紀最大の課題になっている。従来の地域局所的な公害問題と異なり、地球規模での対策が必要となってきた。

また、水を資源としてとらえ直す動きもあり、温暖化に伴う水環境の悪化などに対して有効な水質保全対策や水の再利用の促進などが望まれる。富士電機では今世紀の環境問題に対して、再生可能エネルギーの利用や、持続可能な循環型社会構築に向けての技術開発、製品開発に重点的に取り組み、それぞれの分野でソリューションを提供している。

近年、上水道分野では水質への信頼性が高く、自動化、省スペース化の利点のある膜ろ過法が急速に普及しつつある。富士電機ではオゾン耐性を有するMF膜を用いた高効率膜処理システムを開発し、オゾンを添加することで高流束ろ過と高度処理を達成した。また、トリハロメタン低減化を目的としたオゾンおよび活性炭を用いた高度浄水処理プロセスにおいて、副生成物である臭素酸イオンの生成を抑制する制御方法を開発した。水の安全という面では、受水タンクの残留塩素濃度が水道法の基準を満たしていないケースが多く、水道水を電気分解し次亜塩素酸を復活させることで残留塩素濃度を適正に管理するシステムを開発した。

下水道分野では、下水処理場の消化ガス(メタン60%、二酸化炭素40%)を燃料として燃料電池発電を行い場内の電力を賄うとともに、消化槽の加温に排熱を利用するコージェネレーションシステムを納入した。下水処理場の省エネルギーという観点だけではなく、環境に優しいバイオマス利用という面からも注目されている。都市部の集中豪雨による浸水対策としては、下水道管きょ内の光ファイバー網を利用した光ファイバー水位計システムを納入した。

水処理プラントの省エネルギー化として、施設の使用電力の大半を占めるポンプ、ブロワ制御へのVVVF装置の導入が進められている。富士電機では得意とするパワーエレクトロニクス技術を生かした特徴のあるVVVF装置を開発している。また、小規模から大規模までさまざまな施

設向けの監視制御システムを納入しプラントの効率運転に寄与している。

環境システム分野では、持続可能な循環型社会の構築を目指して、バイオマス利用と廃棄物リサイクルに重点的に取り組んでいる。神戸市で行っている環境省の地球温暖化対策実施事業である生ごみバイオガス化燃料電池発電施設の実証試験も2年目となり、2002年4月からは燃料電池による発電を開始し順調に稼働している。畜産排せつ物の活用法としてメタン発酵が注目を集めているが、メタン発酵消化液の浄化処理技術として物理処理と生物処理を組み合わせたパイロットプラントを北海道に建設し実証試験を行うなど、バイオマスのエネルギー化技術開発に積極的に取り組んでいる。廃棄物リサイクルの分野では、焼却炉の廃棄物である焼却灰を減量、無害化するための直流抵抗炉灰溶融システムを開発した。生成するスラグを建設資材や漁礁、河川の護岸材としての玉石などへ有効利用することができる。廃棄物の適正な処理を実現するために衛星を利用した一般廃棄物動態監視システムを納入した。また、大阪府向けのESCO事業は省エネルギー率19.7%を提案し富士電機が受託したものであり、今後高い評価を得ることが期待できる。

社会システム分野では、受変電設備、自家発電設備、UPSなどの電源設備や各種情報システムを地方自治体などの官公需向けに多数納入している。

道路関連施設向けとしては、ITS(高度道路交通システム)の中核技術となっているETC(ノンストップ自動料金収受システム)用車両検知器を開発、製品化し、東京および四国的高速道路に納入した。また、大規模液晶工場のクリーンルームシステムを受注した。これは三次元気流シミュレーションや三次元CADによる最適化、高効率DCブラシレスモータのファンフィルタユニットへの採用など、省エネルギー指向で信頼性の高いクリーンルームシステムを実現している。さらに、クリーンルーム用のケミカルフィルタを開発しアンモニアガス除去用、酸性ガス(SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>)除去用、有機ガス(シロキサンなど)除去用などを商品化した。

## 上下水道向けソリューション

## ① 残留塩素濃度維持装置「復活くん」

2002年4月に水道法が改定され、専用水道や貯水槽水道に対する規制が適用された。学校やオフィスビルの受水タンク（特に容量10トン未満）の残留塩素濃度が水道法の基準0.1mg/L以上を満たしていないケースが多く、適正管理のニーズが高い。このため、富士電機は水道水の電気分解により消毒効果を持つ塩素（次亜塩素酸）を復活させ、受水タンクの残留塩素濃度を適正管理する装置「復活くん」を開発した。本装置の特徴は次のとおりである。水温・塩素イオン濃度に合わせて装置運転時間を自動算出する。残留塩素濃度計と組み合わせて維持・管理システムを構築する。貯水タンク内の雑菌や藻の発生を抑制して衛生管理を行う。密閉水路のため異物混入なく残留塩素濃度を維持する。

図1 残留塩素濃度維持装置「復活くん」

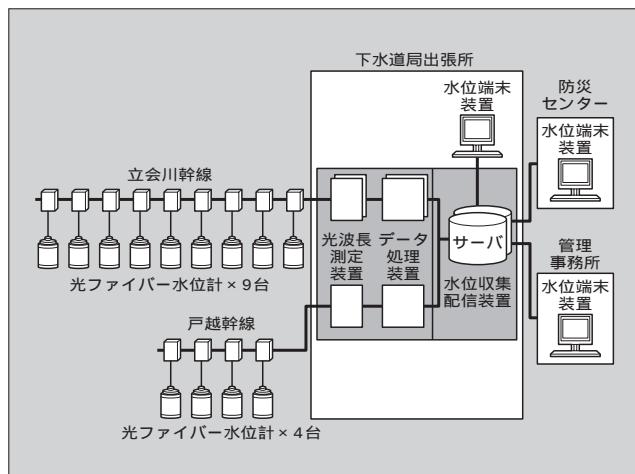


## ② 光ファイバー水位計システム

近年、都市化の進展や局所的な集中豪雨による浸水被害が発生しているため、下水道局では雨水対策事業を行っている。富士電機は、下水道管きょ内の水位計測を目的とした光ファイバー水位計システムを東京都下水道局に納入した。水位計測機器には、光ファイバー水位計を初めて採用した。光ファイバー水位計は、検出部が無電源（電源設備が不要）であり、伝送路として下水道管きょ内に敷設された光ファイバー網を利用できることにより、広範囲・多点の水位計測が可能である。

計測された水位の情報は、Webブラウザを用いた水位端末装置によりリアルタイムに水位監視が可能である。また、水位情報は、下水道局内だけでなく区の防災センターにも配信され、防災活動に利用される。

図2 光ファイバー水位計システムの構成



## ③ オゾン耐性膜による高効率膜処理システム

膜ろ過法は固液分離の観点から、処理水水質に対する信頼性が高く、自動化、省スペース化の利点があり、近年、小規模浄水場を中心に急速に広まりつつある。富士電機の高効率膜処理システムは、オゾン耐性膜を有するMF膜を用いた膜ろ過法で、オゾンを追加することにより高流束膜ろ過と高度処理された良好な水質やクリプトスポリジウムの不活化が可能である。膜面をオゾンで洗浄しているため薬品洗浄頻度の大幅削減、高流束化により設備コストおよびランニングコストの低減を図れる。

## ○前オゾン注入膜システム（高効率高度処理システム）

オゾンで前処理することにより膜ろ過流束4～5倍を実現

## ○オゾン洗浄式膜ろ過システム（凝集・ろ過代替システム）

オゾン水を洗浄に使用し、膜ろ過流束2～3倍を実現

図3 オゾン耐性膜装置



## 上下水道向けソリューション

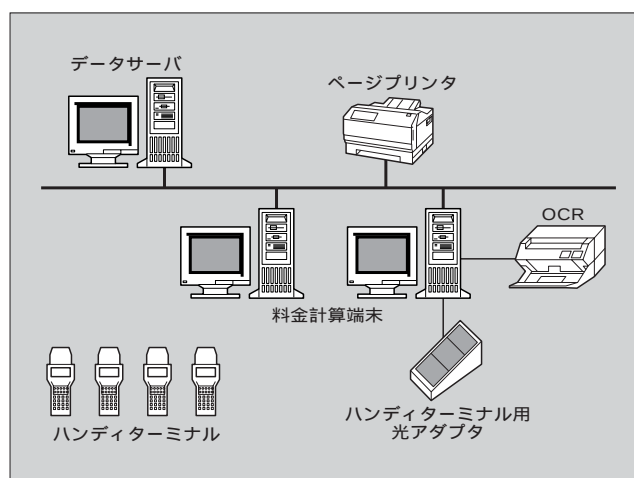
### ④ 最近の水道料金計算システム

水道事業の業務支援サービスとして、富士電機では上下水道料金業務に関する各種データを管理し、ハンディターミナルで検針業務を行うシステムを納入している。

本システムは、水栓管理、メータ管理、検針管理、利用者管理、調定管理、収納管理、還付充当管理、滞納管理などのデータベースを管理し、検針業務は、操作ミス対策を考慮し、操作性を向上させたハンディターミナルを使用することで、水道料金調定業務の迅速化や、住民サービスの向上に大きく貢献している。

また、本システムは、人口 20 万人規模程度まで対応可能で、施設管理システム（水道 GIS）、図面管理システムなどの導入（機能増設）も容易なため、これらのシステムと連携することにより、さらなる業務の効率化が可能である。

図 4 水道料金計算システムの構成



### ⑤ 上下水道向けに進化する VVVF 装置

近年、省エネルギーへの取組みは、水処理プラントの課題の一つとして大きく取り上げられている。施設の使用電力の大半を占めるポンプ・ブロウ制御への VVVF（Variable Voltage Variable Frequency）装置の導入は、省エネルギー対策の決め手となる。装置の主な特徴は次のとおりである。

- (1) 出力トランスレスの高圧可変制御が可能
- (2) 電源側高調波電流の低減で、高調波対策が不要
- (3) スイッチングサージの低減により、既設の電動機への適用が可能
- (4) 商用同期投入・解列が可能（複数負荷を停止させずに商用↔VVVF 運転切換が可能）

以上の特徴を生かした負荷の高効率運転により、今後さらに水処理プラントへの導入増加が期待できる。

図 5 上下水道向け VVVF 装置

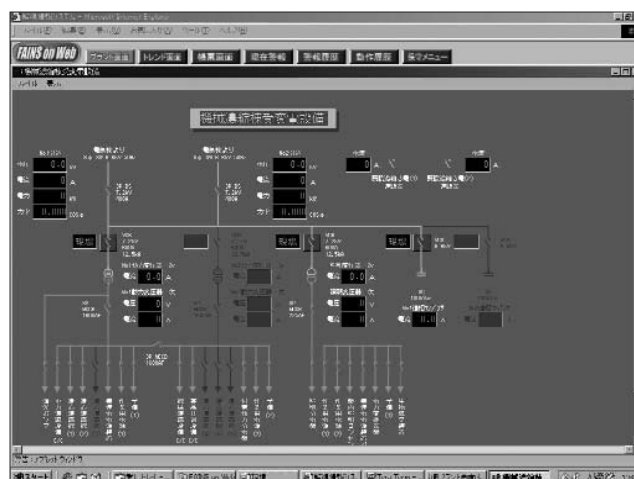


### ⑥ Web 応用監視制御システム

小規模から大規模まで、あらゆる規模の水処理プラントに適用可能な、スケーラブル Web 応用監視制御システムを納入し、稼働させた。本システムは、従来専用端末を使うことの多かったプラント監視において、画面をブラウザで表示するようにしたことで、一般のパソコンを監視端末として使用できるようにした。そのために、通常の事務処理業務とプラント監視とを同一端末でこなすこともでき、ユーザーの業務効率向上に貢献できるものである。

本システムでは、Web 画面上で、監視データのリアルタイムリフレッシュ、警報通知、機器操作出力などが可能で、複数ポンプ場の監視や遠隔地の処理場の無人化など、監視員や設備が広域に分散配置されているようなプラントの監視制御に最適である。

図 6 プラント監視画面サンプル



## 上下水道向けソリューション

## ⑦ 沖永良部島納入畑地かんがい用 100 kW 太陽光発電設備

鹿児島県沖永良部島における畑地かんがい用の揚水ポンプ運転時の電力として、県営畑地帯総合整備事業池本地区（和泊町）により電力会社との系統連系型の太陽光発電設備を納入した。納入設備の概要は、シリコン結晶系太陽電池（15 直列×46 並列＝690 枚、定格総容量：103.5 kW）、接続箱、全天日射計、シェルタ付気温計、インバータ盤（50 kW×2）、連系制御盤などである。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 太陽電池出力を交流に変換して商用電源に流入させて施設負荷用に供給するとともに、余剰の電力は商用電源系統に逆潮させて発生電力を 100 % 利用する。
- (2) 信頼性向上、電力の安定供給を考慮し、インバータを 50 kW×2 台で二重化構成とした。

図 7 太陽光発電システム

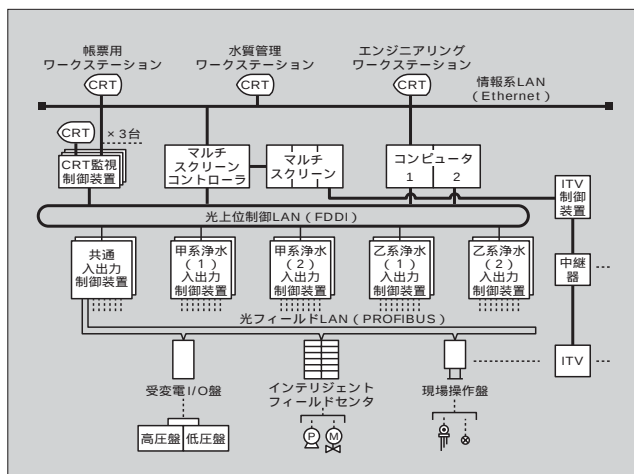


## ⑧ 鹿児島市水道局河頭浄水場大規模監視制御システム

大規模上水道施設の多様なニーズに対応する総合監視制御システム（FAINS-AX3000）と国際規格のフィールド LAN である PROFIBUS を融合させたシステムを鹿児島市水道局河頭浄水場に適用し、監視制御システムの更新を行った。更新した設備の特徴は次のとおりである。

- (1) 監視制御システムはコンピュータ、各入出力制御装置（マイクロコントローラ）、CRT、マルチスクリーンなどにより構成し、「浄水場運転再開時の自動系列運転立上げなど」の優れた HCl を実現した。
- (2) 主要機器の二重化により信頼性の高い運転管理を実現した。
- (3) 現場動力設備に PROFIBUS/インテリジェントフィールドセンタを採用し、現場設備についても電子化、ネットワーク化、分散制御化を実現した。

図 8 河頭浄水場システム系統図（場内系）



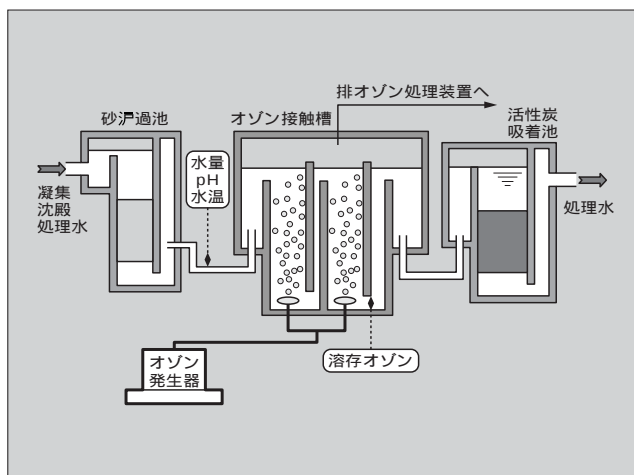
## ⑨ 臭素酸生成抑制オゾン処理技術

オゾンおよび活性炭を用いた高度浄水処理プロセスにおいて、水道原水に高濃度の臭化物イオンを含む場合は、オゾン酸化副生成物として発がん性の疑いのある臭素酸イオンの生成が懸念されている。

富士電機ではオゾンと除去対象物質（トリハロメタン前駆物質）の反応性、および臭素酸イオン生成特性の解析を通じ、溶存オゾンフィードバック制御を高度化することで、従来と同等の処理効率を維持したまま、臭素酸イオンの生成を抑制する制御方法を開発した。

また、流入水水温や pH 計測などを組み合わせ、臭素酸イオン生成のリスクを極力低下させるための運転支援システムを構築した。

図 9 臭素酸イオン生成抑制オゾン処理フロー



## 環境システムソリューション

## ① 畜産メタン発酵廃液処理システム

家畜排せつ物処理として、メタン発酵によるエネルギー回収が注目されているが、メタン発酵消化液を液肥としてまけない地域が多いことから、消化液の浄化処理技術の開発が求められている。富士電機では、この要求に応えるため、アンモニアストリッピングと活性汚泥法を組み合わせた浄化システムを開発し、その性能を北海道の乳牛を飼育している牧場で実証した。

処理量 3m<sup>3</sup>/日のパイロットプラント（写真）を用いて約 2 か月間の連続運転を行い、次の結果を得た。

固液分離、アンモニアストリッピング、活性汚泥およびオゾンを組み合わせた処理により河川放流レベルの水質まで浄化できる。

今後は処理コストの低減を図る考えである。

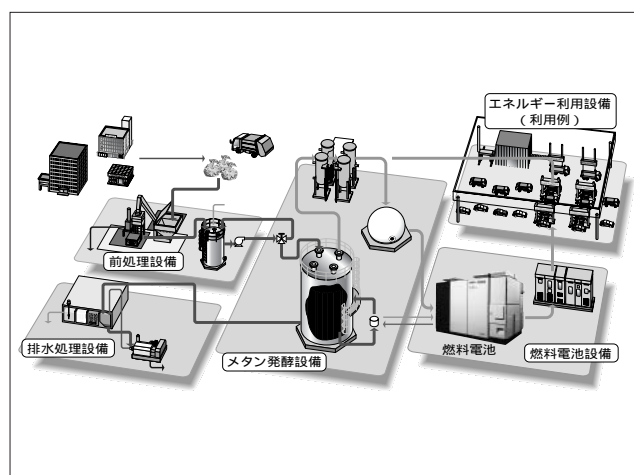
図 10 畜産メタン発酵廃液処理システムのパイロットプラント



## ② 環境省向け生ごみバイオガス化燃料電池発電施設

2001 年 7 月に完成した「生ごみバイオガス化燃料電池発電施設」は、同年 9 月から生ごみの受入れを開始し、現在順調に稼働中である。富士電機は、鹿島建設（株）と共同企業体を結成し、環境省における本実証事業の維持管理および運營業務を受託している。2002 年 4 月からは、燃料電池による発電も開始し、施設の動力や照明などの電源として活用している。実証事業は、2003 年度まで実施される予定で、環境省はこの事業を通じ、バイオマスを用いた新しいエネルギーの実用化をアピールし、地方自治体などへの導入を促進させていく考えである。富士電機は、こうした実機による運営のノウハウを持って事業拡大を図っていく考えである。

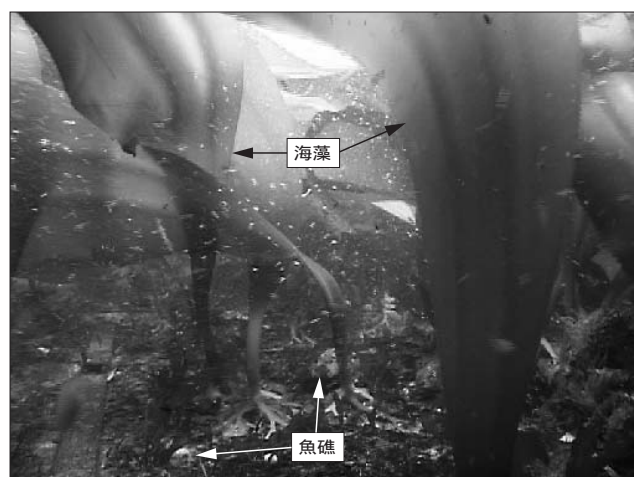
図 11 システムの概要



## ③ 灰溶融スラグの有効利用

廃棄物である焼却灰は固有抵抗を持つため直流電流によりジュール熱を発生させることにより、1,500 程度の高温となるため有害物質であるダイオキシンは分解し無害となる。さらに本技術は、還元雰囲気および製錬技術を応用するため焼却灰に含まれる有害重金属がきわめて少ないスラグを生成する。この特徴を生かし脆弱（ぜいじゃく）なガラス質を改質し、クリーンな砂利や岩石とする技術開発を行った。用途としては、建設資材に有効利用ができる。また、植物の育成を助長するために、岩石に改質する過程においてミネラル材を添加し魚礁となる海洋資材の開発を行い、太平洋岸および日本海岸に設置しフィールド試験を行っている。現在、資源が枯渇している玉石への応用化を進めており、豊かで美しい河川環境を創出する護岸材としての用途が期待される。

図 12 植物を育成中の魚礁

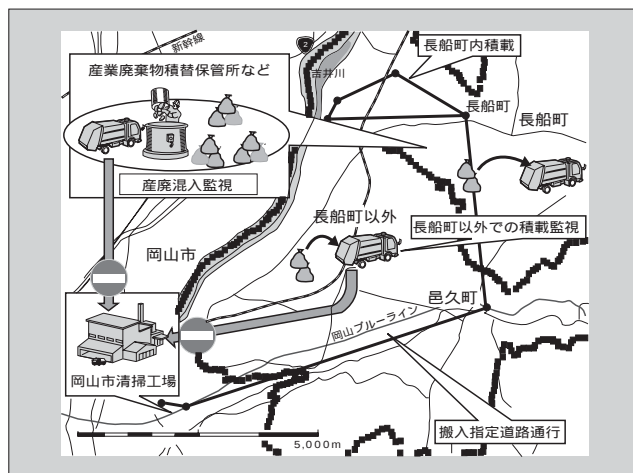


## 環境システムソリューション

## ④ 一般廃棄物動態監視システム（岡山県長船町で実用導入開始）

岡山県長船町では岡山市に廃棄物処理を委託する協定を結び、長船町以外のごみ搬入を防ぎたい岡山市の要請を受けて、2002年6月からごみ収集許可車両9台に「一般廃棄物動態監視システム」を導入した。岡山市役所と長船町役場は車両位置・作業状況をインターネットでリアルタイムに監視しており、長船町以外や産業廃棄物（産廃）保管場所での積載・荷下し作業があれば岡山市役所、長船町役場、岡山市清掃工場にファクシミリで通報することで、ごみの越境問題や産廃混入問題を事前に防ぐことができる。今回の導入は、自治体間のごみ広域処理を円滑に進めるモデルケースとなるもので、今後は廃棄物焼却施設のダイオキシン排出規制強化により隣接する自治体に処理を委託するケースが増えると予想され、全国市町村で導入の拡大が期待される。

図 13 一般廃棄物動態監視システム

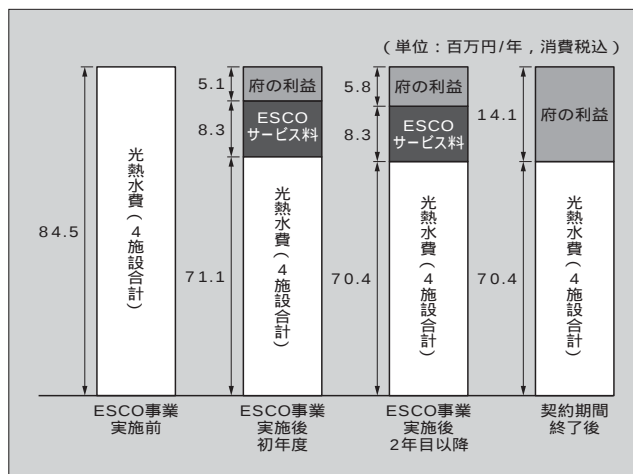


## ⑤ 大阪府 ESCO 事業受託

シェアードセービング方式（民間資金活用）の省エネルギーサービス事業であり、ESCO 事業者（富士電機）が資金調達し、省エネルギー改修工事を実施し、省エネルギーにより削減された光熱水費から、工事費を回収し、契約期間終了後、大阪府に設備が引き渡される。

- 対象施設：府民センタービル4か所（三島，泉南，南河内，北河内）
- 省エネルギー率：19.7 %
- ESCO 契約期間：10 年
- 省エネルギー項目： 照明設備の効率化， 空調機設備の最適運転， 外気量低減などによる空調負荷の軽減， ファン・ポンプのインバータ化

図 14 ESCO 事業の経費と利益配分



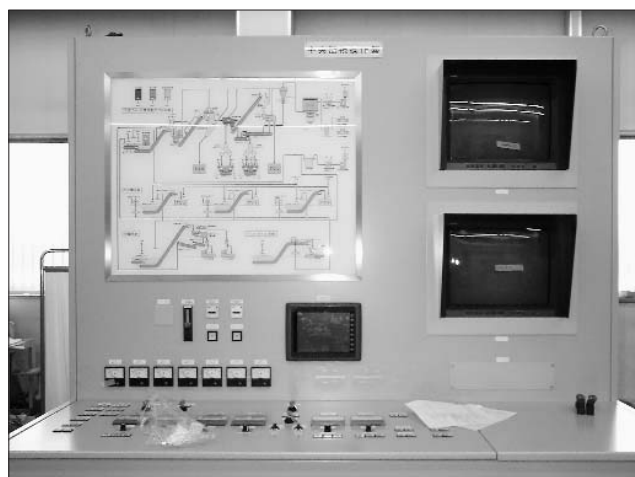
## ⑥ リサイクルプラント電機・計装システム

環境行政は、資源循環型社会としてここ数年大きな変化を続けている。容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、食品リサイクル法の本格施行そして2002年からは建設リサイクル法の施行などごみゼロ社会に向けた動きが活発化している。

富士電機は、リサイクルプラント電機・計装として高圧・低圧配電システム、駆動制御システム、監視制御システム、発信器・分析計などの計測機器を提供してきた。

監視制御システムとして、従来から提供しているグラフィックス盤を利用した監視制御システム、分散化DCSによるCRT監視制御システム、新しくWebを利用したブラウザ監視システムなど、規模・用途に応じて、価格性能比の高いシステムを提供している。

図 15 リサイクルプラント中央監視盤

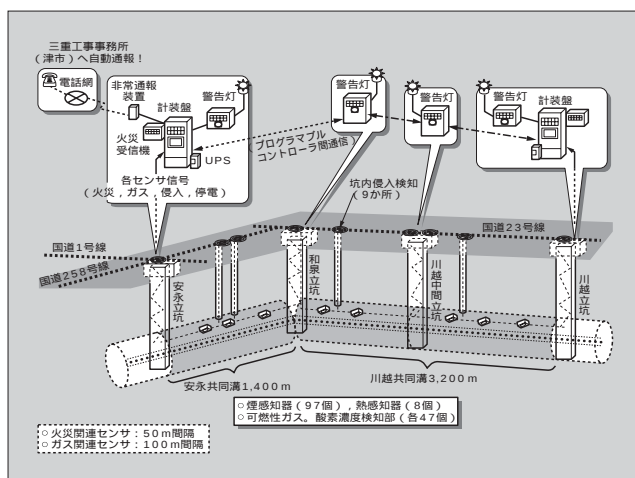


## 社会システムソリューション

## ① 国土交通省三重工事事務所納入「川越・安永共同溝」監視システム

国土交通省は全国的に建設を進めている電力、通信などの複合インフラストラクチャー収容設備としての共同溝（国道などの路面地下部）において、火事や酸欠などによる災害事故を未然に防ぐための附帯監視設備を導入中である。今回、三重県桑名市周辺に位置する「川越・安永共同溝」（総延長約5km）へ、富士電機のセンサ技術、データ処理技術、情報伝送技術を融合した信頼性の高い「共同溝監視システム」を納入した。監視内容は、煙、熱など火災関連のもの（105か所）、可燃性ガス濃度・酸素濃度（94か所）、および坑内への侵入検知（9か所）と、停電検知（7か所）である。センサ信号は、立坑部に設置した合計6台の計装盤などへ集約処理され、詳細は液晶パネルなどを用いて容易に確認できる。また、警報は遠隔地の事務所へも通報される。

図 16 共同溝監視システムの概要



## ② 大分県納入土砂災害情報相互通報システム

富士電機では、大分県に「土砂災害情報相互通報システム」を納入した。このシステムは土砂災害のソフト対策事業として、行政側の土砂災害情報処理の効率化、ならびに住民に対する土砂災害情報提供手段の多様化を図るもので、次の機能を持っている。

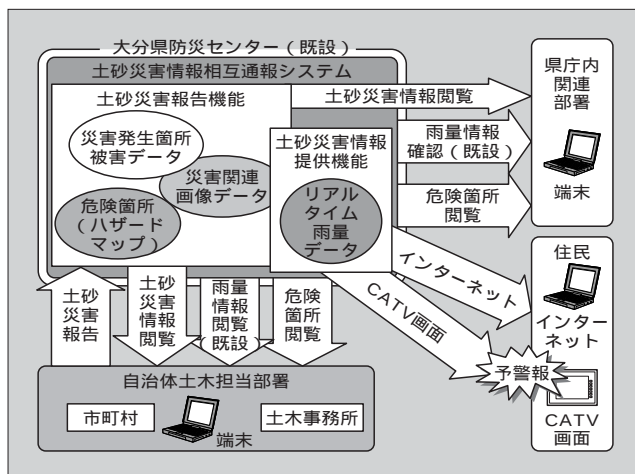
## (1) 土砂災害報告機能（地図情報、画像連携を含む）

県内の土砂災害情報収集・集計の電子化、データベース化を行い、県イントラネット上で閲覧する。WebGIS（Web Geographic Information System）を用い、地図上で被害状況や危険箇所を確認できる。

## (2) 土砂災害情報（雨量情報）提供機能

県内雨量情報などをインターネット、ケーブルテレビで提供する。

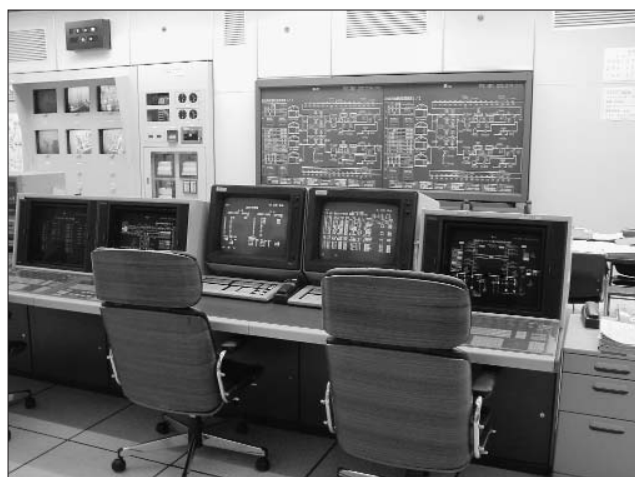
図 17 土砂災害情報相互通報システムの機能構成



## ③ 空港給油施設の計測制御システム

空港給油分野では、新空港の建設・既設空港の拡充建設および更新が行われている。新東京国際空港公団では給油施設の設備増強として、揚油・送油施設タンクの拡充が図られ、富士電機は揚油系統コンピュータの更新を含め、拡充した計測・制御システムを納入した。既設の計測制御システム（MICREX-P）の揚油系統と送油系統にコントロールステーションをおのおの追加し、機能拡充を図った。既設の揚油系統コンピュータ U-1500 を GP-7000 で更新し、設備運用の拡充を実現した。夜間の限られた時間内でシステムの調整および試運転調整を行い、翌早朝には既設システムでの揚油操業、送油操業が行えるよう、スムーズに既設のシステムに切り替えながらシステムの拡充を図り、安定した給油操業が行われている。

図 18 給油施設監視制御装置



## 社会システムソリューション

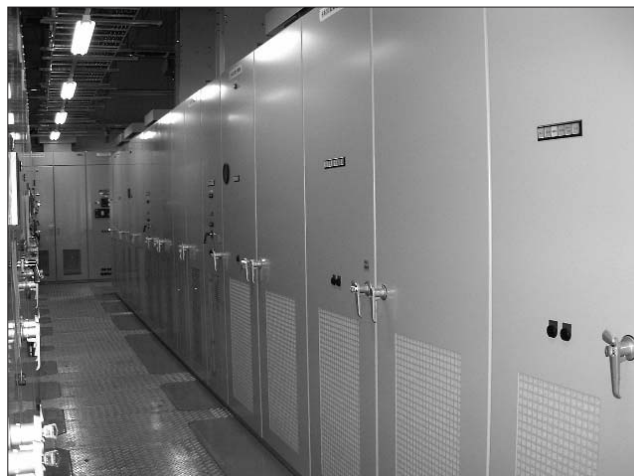
## ④ 首都高速道路公団納入飛鳥山換気所向け電源設備

王子受電所は首都高速中央環状王子線全線（7.1 km）へ電源供給するための設備である。飛鳥山換気所内に設置されており、大型の排気ファン、除塵（じょじん）設備、トンネル照明、高架部の照明など、道路用重要設備への電源供給を担っている。

富士電機は 22 kV 受配電設備と大容量換気ファン起動時の電圧変動を抑制する瞬時応答の無効電力補償装置（SVC）を納入した。SVC の特徴は次のとおりである。

- (1) 補償容量：1,600 kvar × 2 セット
- (2) 構成：SVC800 kvar とコンデンサ 800 kvar の組合せ
- (3) 入力電圧変動範囲：± 15 % 以内
- (4) 入力周波数変動範囲：± 5 % 以内
- (5) 応答速度：60 ms 以内に 100 %

図 19 SVC



## ⑤ 街頭緊急通報システム

本システムは、犯罪および災害を防止するため、道路や公園などに設置される緊急通報装置を使い、路上からの緊急呼出しを管理室で通報として受理するシステムである。管理室では通報受理後、道路や公園などの現場の状況が映像により確認でき、通報者との会話ができる。また現場では、赤色回転灯の点灯表示や警報音による威嚇などにより、周囲環境への対応も施すことが可能となっている。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 押しボタン通報にて通信回線のダイヤルアップ接続が可能
- (2) 管理室から照明の点消灯、カメラのパン・チルト・ズーム、警報音制御、警告灯点消灯などの操作が可能
- (3) 通報音声を管理室内の内線電話に転送が可能
- (4) 防犯灯と管理室で音声双方向同時通話が可能

図 20 街頭緊急通報装置と街頭緊急通報受付装置

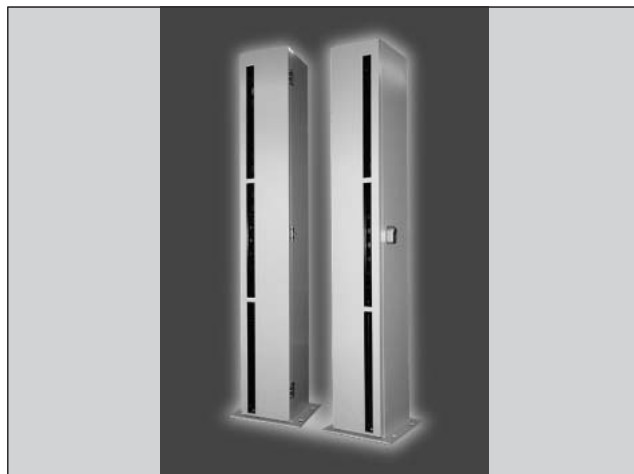


## ⑥ 日本道路公団納入 ETC 用車両検知器

ETC（ノンストップ自動料金収受システム）は ITS（高度道路交通システム）の中でも中核技術となっている。ETC では自動課金のため、車両側の車載器と車線側の無線機の間でデータ通信する。このデータ通信を開始するタイミングを計測するため、80 km/h で走行する車両を検知する ETC 用車両検知器が使われている。

富士電機は、従来の料金システム用車両検知器を ETC 用に開発・製品化し、東京、四国の高速道路に納入した。進入・退出検知、車軸検知、後退検知の組合せによりタイプ 1 から 4 まである。各タイプにより、データ通信の開始・終了のタイミングを検知するもの、発進制御棒を開閉させるためのもの、車両の種別を検知するものがある。

図 21 ETC 用車両検知器



## 社会システムソリューション

## ⑦ 酸性用および有機用ケミカルフィルタ

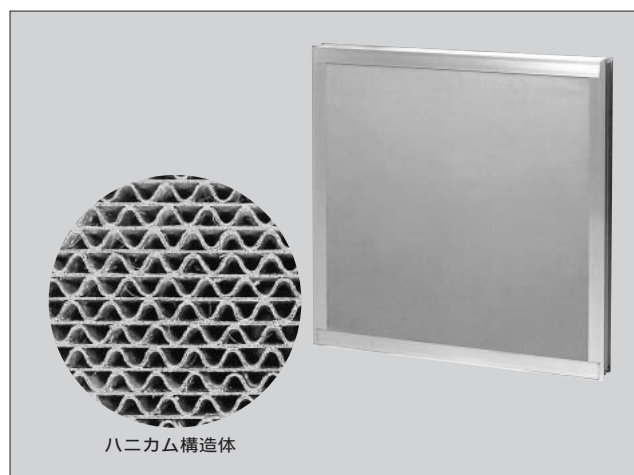
半導体、磁気媒体、液晶などの高集積化、微細化が進むに従い、それらを製造するクリーンルームにおいて、ガス状汚染物質の低減要求は厳しさを増してきている。

富士電機ではそれらの除去を目的としたケミカルフィルタを開発し、商品化している。

このたびケミカルフィルタを系列化し、除去対象物質の多様化、高除去性能、長寿命化などの要求に対応した。

従来から商品化していたアンモニアガス（ $\text{NH}_3$ ）除去用に加えて、酸性ガス（ $\text{SO}_x$ 、 $\text{NO}_x$ ）除去用と有機ガス（シロキサンなど）除去用を追加した。これによりクリーンルーム室内循環および外気処理すべてにおいて、多様な要求に対応可能となった。

図 22 ケミカルフィルタ



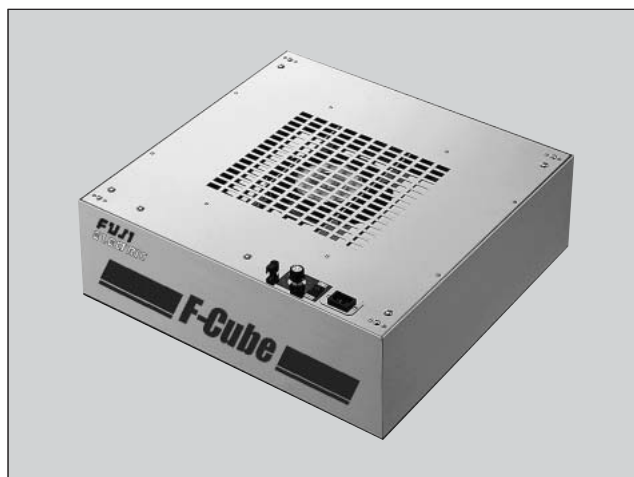
## ⑧ F-Cube（装置組込型ファンフィルタユニット）

現在、クリーンルームはイニシャルコストおよびランニングコスト低減のため、高 cleanliness が必要なエリアのみ局所クリーン化する方向にある。

富士電機では、半導体、液晶、PDP、精密機械工場などの工業分野での局所クリーン化を実現し、かつ食品・医薬品工場などの中程度の清浄環境を必要とする分野にも適用可能な新製品として、次の特徴を有する「F-Cube」を商品化した。

- (1) 30 %省電力（DC ブラシレスモータの採用）
- (2) 風量可変（設置条件に左右されず所定の性能を発揮）
- (3) セルフセッティング（据付け工事不要）
- (4) 6 種類のサイズをラインアップ（240 ~ 1,220 mm）

図 23 F-Cube



## ⑨ 大規模液晶工場クリーンルームシステム

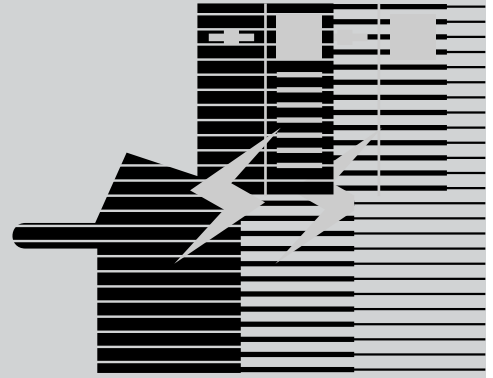
LCD（液晶表示装置）は、パソコン、テレビ、携帯端末などでの普及により生産量が大幅に伸長している。LCD の主な製造拠点である日本、韓国、台湾では熾烈（しれつ）な競争が繰り広げられ、その生産工場は LCD サイズの大型化に伴い年々大規模化している。

富士電機では日本、台湾の両拠点において、大規模液晶工場のクリーンルームシステムを構築した。システム設計には三次元気流シミュレーション、三次元 CAD により最適システムを構築した。また、一つの工場あたり数千台から数万台使用し、清浄空気を供給する FFU（ファンフィルタユニット）に新型高効率 DC ブラシレスモータを採用するなど、クリーン機器開発の取組みを生かした省エネルギーで信頼性の高いクリーンルームシステムを実現した。

図 24 大規模液晶工場



# IT・計測制御 コンポーネント



IT コンポーネント  
計測制御システム  
計測コンポーネント

## 展 望

計測制御システム事業分野では、基幹産業をはじめとする民間企業は苦しい経営状況から脱却する手段として、実行系である生産システムの効率化、安定化、品質向上などプロセスオートメーション技術と、計画系である情報システムの調達・生産・物流・販売の最適化を図るため、IT（情報技術）を活用した生産システム全体の改革に強い期待を寄せている。オフィスから生産現場までのシームレスな結合を行い、計画系と実行系を融合して生産システムを最適化していくためには、生産システムの中核となる計測制御システムのオープン化により、生産システム全体の課題を解決する情報系のメニューの充実が必須である。これに応えるべく、「MICREX-AX」「MICREX-SX」を素材としたプロセスコントローラ、ソフトウェアの品質向上と生産性の向上を図るエンジニアリング革命ツール（HEART シリーズ）、遠隔監視や地域間・工場間の統合を図る Web-HCI など、フィールドから ERP（Enterprise Resource Planning）まで、システムインテグレーションに必要なコンポーネントやパッケージを開発している。

情報制御分野においては、Ethernet を素材とした制御 LAN である FL-net 準拠 LAN に情報系（TCP/IP）の重畳を可能とし、制御系ネットワークと情報系ネットワークとの融合を実現した。これにより、これまでの設備制御・操業サービスを超えた、顧客プラント全体に対する設備運用サービスへのビジネス拡大に貢献することが期待される。また制御装置としては、MICREX-SX の高信頼な二重化を実現した。これによりコストを抑制しながら従来のコントローラと同等の高信頼性二重化システムが可能になった。PIO としてオープン PIO もサポートし、PIO レベルの二重化を実現している。

計測コンポーネントの事業分野においては、公共・民間部門ともに設備投資需要は回復せず、引き続き厳しい状況にある。一方で環境・省エネルギー対応製品や、より安価な製品への要求はさらに強まってきている。そのような状況下、2002 年度もこれらニーズへの対応として新製品を投入した。フィールド機器分野では光計装システム機器の充実に焦点を当て、FFI システムのハードウェアを光

フィールドバス計装と統合し、電池の長寿命化を図るなど光計装システム FFX シリーズ（FFI 対応）の拡充や、下水道向け光水位計の開発を行った。環境機器分野では自動車トンネル用と、大気汚染測定局に設置される監視用の CO 分析計をおのおの追加した。いずれも長期安定性と高精度測定を実現している。電子機器分野では、機械・設備の過昇温検出に最適なオンオフ接点出力を持つ超小型で安価な警報設定器と、主に半導体業界向けを狙って Device Net 通信機能を付加した温度調節計の新シリーズを開発した。

計測コンポーネント分野の応用として、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）と呼ばれる新しい分野にも取り組んでいる。高精度圧力センサやインクジェットヘッド、IC の製造で培われたシリコンやガラスなどの微細・精密加工技術を応用して IMM（Intelligent Micro Module）、 $\mu$ TAS（Micro Total Analysis System）の技術を保有している。また FTTH（Fiber To The Home）時代の到来に向けてシリコンプラットフォームの開発も手掛けている。MEMS 技術へと進化を続けており、これに伴って電子・IT 産業や、化学・医薬・バイオ・ライフサイエンス産業などにおいて応用分野が拡大していくことが期待される。

レーザ・ビジョンコンポーネントとしては、従来にも増して超高精度・高速なコンポーネント群を開発した。レーザシステム分野では、半導体・電子部品のマーキング用新レーザ媒体を用いた完全空冷式の小型・軽量の LD（Laser Diode）励起式 YVO<sub>4</sub> レーザマーカ「NanoLight X」を開発した。この装置は極小スポットによる出力均一性から写真などのビットマップマーキングが可能となり、熱影響の少なさから樹脂へのマーキングが可能になった。ビジョンシステムについては、医薬品業界向けの細粒内異物検査装置、異種ロット混入防止のためのロット検証システム、食品容器業界向けの樹脂カップ外面印刷検査装置など、高速・高精度を要求される検査ラインをトータルソリューションで解決するための各種の専用コンポーネントを提供している。

## IT コンポーネント

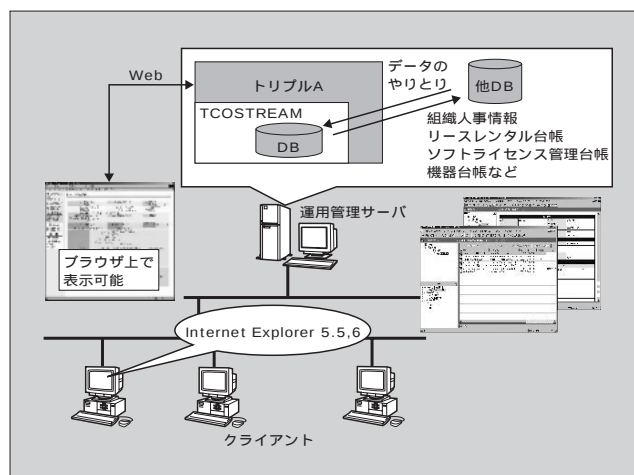
## ① 資産管理ツール「TCOSTREAM トリプル A」

きめ細やかなソフトウェアライセンス管理などを可能とする資産管理ツール「TCOSTREAM トリプル A」を開発した。本ツールは次の特徴を持っている。

- (1) パソコンから収集したハードウェア、ソフトウェア情報を Web ブラウザ上で利用者権限に応じて閲覧、検索が可能
- (2) 部や課、プロジェクトで購入したライセンスをそれぞれ区別して管理できるなど、きめ細やかなソフトウェアライセンス管理が可能
- (3) リース期限が近いクライアントパソコン、ハードディスクの空き容量が少ないパソコンなどを目的に応じて一覧表示可能

本ツールは、富士電機総設(株)から TCOSTREAM のオプションとして販売中である。

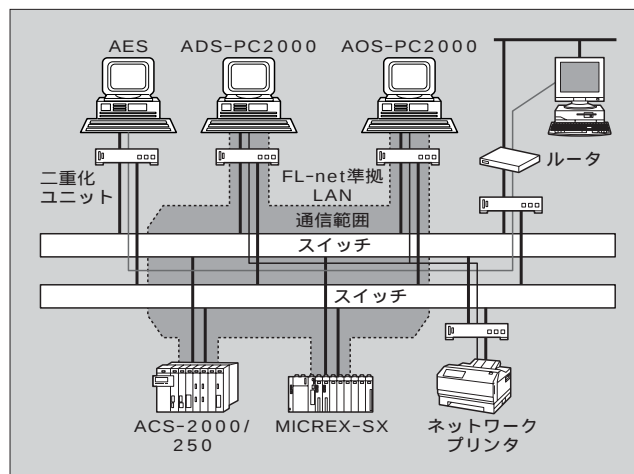
図1 TCOSTREAM トリプル A のシステム概略構成



## ② 情報系データを共存させる Ethernet ベース制御 LAN

制御システム分野では従来のクローズしたシステムではなく、制御・操業システムをショップフロアビジネスへ拡大するために制御システムの情報系への融合が要求されてきている。そこで制御データを優先しながらコントローラレベルの制御 LAN である「FL-net 準拠 LAN」を情報系ネットワークと融合し、情報系から制御系までの情報フラット化を実現した。これにより、情報系ネットワークの代表的通信プロトコルである TCP (UDP) /IP データを、制御 LAN に重畳させることが可能となった。FL-net 機器以外の汎用のパソコン、ワークステーション、ネットワークプリンタなどを制御 LAN に接続し、プリンタ、ハードディスクの共有や各種リモートアクセス、パッケージソフトウェアの利用が可能である。

図2 システム構成



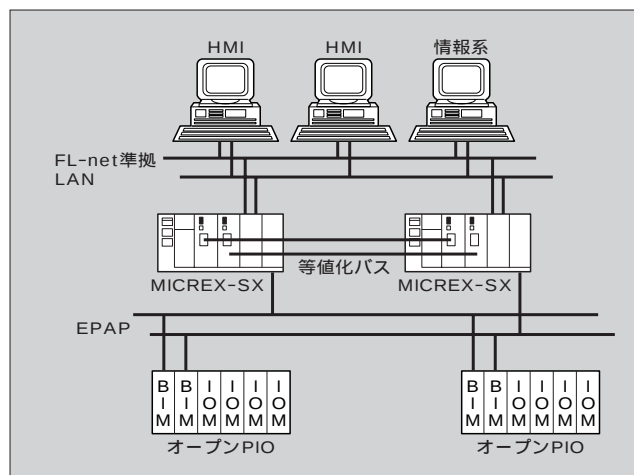
## ③ PLC ベースのコントローラ二重化システム

富士電機の得意とするプラント制御システムの適用範囲を拡大するため、統合コントローラ「MICREX-SX」を使ったコントローラ単位の高信頼性二重化システムを製品化した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) プロセス分野向け DCS との適材適所な使い分けによりシステムコストを抑制する。
- (2) FA 分野での信頼性の要求されるシステムへの適用が可能となる。
- (3) 制御 LAN には FL-net 準拠 LAN、PIO にはオープン PIO サポートによる DCS 同様のオープンインタフェースを備える。

図3 システム構成



## 計測制御システム

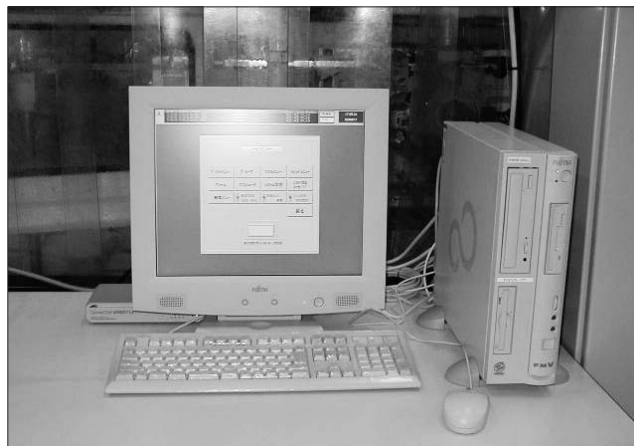
### ① 食品プラントの計測制御システム

食品分野では生産拠点の統合や生産効率化が進んでいる。また、食品の衛生管理のための HACCP（危害分析・重要管理点）、品質管理のためのトレーサビリティ対応システムおよび生産管理から製造監視制御までをシームレスに連携した総合生産管理システムの構築が要求されている。

富士電機はサントリー（株）九州熊本新工場向けに製造管理から原動管理・施設管理までを行う MES システムを受注し、現在鋭意製作中である。また、旭電化工業（株）明石工場向けマーガリン製造システムの更新に際し、本社からの生産指示を受けて配合管理から製造までをシームレスに行うシステムを納入した。

今後も MES システムの提案を行い、総合生産管理システムのニーズに応えていく。

図4 食品プラント計測制御システムのオペレーション用監視装置



### ② 医薬品プラントの計測制御システム

国内の景気は低迷しているとはいえ、医薬品業界においては新商品対応や製品コストの低減、老朽化対策、情報化対応などさまざまな目的で設備投資が堅調に行われている。監視制御システムの導入にあっては、汎用製品を応用した TCO（Total Cost of Ownership）に優れたシステムが強く望まれている。

富士電機では、汎用製品利用によるコストミニマム化を重視し、制御 LAN には FL-net 準拠 LAN を採用した、オープンで保守性・信頼性の高い分散型制御システム「MICREX-AX」（オープン AX）や「FOCUS」を医薬品のプロセスオートメーション分野に提供している。図は 2002 年に第一ファインケミカル（株）に納入した医薬品プラント向け計測制御システムである。

図5 医薬品プラントの計測制御システム



### ③ 化学プラントの計測制御システム

化学分野ではグローバル競争が激化し、海外への工場移転、工場統合、設備投資抑制の動きが加速している。その一方で、国内生産システムの更新および合理化、情報化の設備投資は継続されている。

富士電機は既設システムの更新に際し、従来の DCS を最新の DCS に更新するだけでなく、情報システムの高度化を提案している。特に最近では品質情報のトレーサビリティシステム早期導入のニーズが顕著化している。

コニカ（株）東京事業所日野向けにフィルムプラントの制御コンピュータシステムを最新 DCS（MICREX）と銘柄管理システム（FLEX-BATCH）とに更新した。その他ガスプラントシステムおよび化学プラントシステムを最新のパソコン応用システム（FOCUS）に更新した。

図6 化学プラントの計測制御システムの中央操作室



## 計測制御システム

## ④ 鉄鋼設備の計測制御システム

鉄鋼業界では、設備投資の抑制傾向にある中で、安定操業の維持確保のため老朽化制御設備においてはコストミナムを目指す更新が行われている。

富士電機では製鋼制御システムにオープン統合化制御システム「MICREX-AX」を納入した。このシステムは制御 LAN にオープン性とリアルタイム性を考慮した FL-net 準拠 LAN を採用し、他社の PLC を直接、制御 LAN に接続し富士電機の HMI (AOS-PC2000) からの監視操作を可能としている。コントローラ I/O は I/O LAN に Ethernet ベースの高速リアルタイム性を考慮したオープン PIO を採用している。また、制御システムの一部に、二世世代前のコントローラのハードウェアの一部を交換し、ソフトウェアの資産をそのまま活用することにより新システムへの接続を可能としている。

図 7 鉄鋼設備の計測制御システム



## ⑤ エネルギーセンタの計測制御システム

製造工場における省エネルギーと操業改善を主な目的として設置されるエネルギーセンタは、富士電機の省エネルギー技術を駆使している分野の一つである。中でもエネルギーを多量に消費する鉄鋼業においては多くの顧客に採用されている。

このたび、エア・ウォーター(株)和歌山工場向けに、既存 DCS を最新の「MICREX-AX」に更新し、稼動を開始した。更新の目的は、既存制御ソフトウェア資産を継承しつつ、納入後約 15 年間稼動し続けながら複雑に増設と改造を行ってきた老朽化した設備を再編成し、制御システムを更新することである。本システムは、稼動しながら DCS を順次更新していくもので、新旧システムを混在させながら、新システムへのスムーズな切替えを実現した。

図 8 酸素プラント運転制御システムの中央操作室



## ⑥ 火力発電設備の計測制御システム

近年、火力発電分野では、規制緩和により、民間企業の事業用火力発電への参入が相次いでおり、各所で発電所の新設が計画、開始されている。一方、老朽化したシステムの更新、機能改善による合理化、省力化も確実に行われている。このような状況の中で、富士電機は、新日本石油精製(株)仙台製油所向けにボイラ・タービン計測制御システムの更新として、既存の「MICREX-P」システムと混在させる形で、最新のオープン AX システムを納入し、制御性、操作性を向上した。信頼性面では、ボイラ制御用のコントローラに「ACS-2000」の二重化システムを、燃料遮断システム用のプログラマブルコントローラに「MICREX-SX」の三重化システムを採用し、高信頼化を図っている。

図 9 火力発電設備の計測制御システム



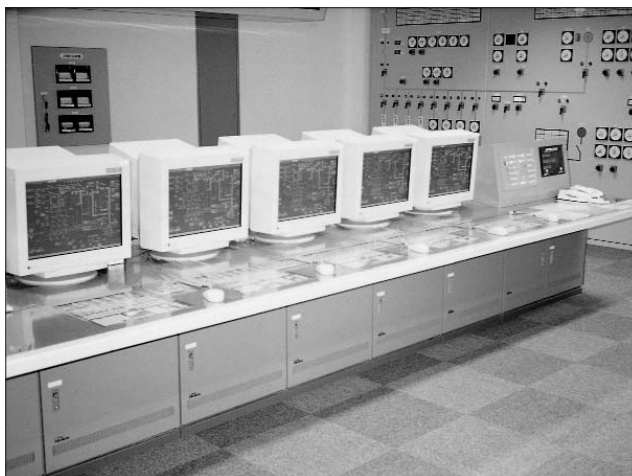
## 計測制御システム

## ⑦ ごみ焼却プラントの計測制御システム

ごみ量増大の社会的問題に加え、大気汚染防止法、ダイオキシン類特別対策処置法などの法令により、焼却施設から排出される有害物質などに対する規制が厳しくなっている。日本鋼管(株)の「二回流式ハイパー火格子焼却炉」は、この問題を解決できる理想的な焼却炉施設である。

富士電機は、日本鋼管(株)から受注した、某市向け焼却炉施設に、分散型制御システム「MICREX-AX」を納入した。MICREX-AXは、従来のアーキテクチャを踏襲した専用機技術と、時代に合った汎用機技術とを融合した最新のシステムである。この先進性、信頼性、高速応答性を生かし、ごみ焼却施設の操業運転などに貢献している。

図 10 ごみ焼却プラントの計測制御システム

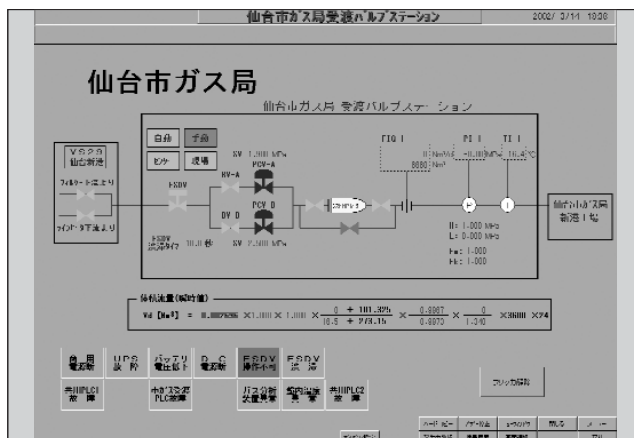


## ⑧ ガスパイプライン施設の計測制御システム

クリーンエネルギー利用の一環として天然ガスの需要が増大しており、天然ガスパイプラインの増設工事や、天然ガス採収設備の増強が盛んである。

富士電機では、これらの設備向けにプログラマブルコントローラとパソコンを組み合わせた新しいSCADAシステムを構築して納入した。パソコンの監視ソフトウェアは、世界的に評価の高いSCADAパッケージCITECTをベースにして富士電機独自のノウハウを付加してシステム化したものである。主な納入先は川崎製鉄(株)経由東北天然ガス(株)向け「仙台市ガス局向けガスパイプライン建設工事」、「サッポロビール(株)仙台工場向けガスパイプライン建設工事」、日本鋼管(株)経由石油資源開発(株)向け「東新潟採収設備増強工事」などである。

図 11 納入システムの画面例



## 計測コンポーネント

## ① 自動車トンネル用一酸化炭素分析装置

新型の自動車トンネル用一酸化炭素(CO)分析装置(ZSA)は、自動車トンネルや屋内駐車場などの大気中に含まれる微量CO濃度を高精度に連続測定するのに適した分析装置となっている。測定方式は日本道路公団計測設備標準仕様書(機電通仕:第98310号)に準拠した定電位電解方式を採用しており、次の特徴を持っている。

- (1) センサの交換は1年間不要である。コンパクトなセンサであり、センサ劣化時の交換も容易に行える。
- (2) 長期安定性に優れており、通常の場合、標準ガス校正も3か月以上にわたって必要としない。
- (3) センサ部に内蔵した独自のフィルタにより窒素酸化物、二酸化硫黄などの共存ガスの影響を受けないだけでなく、湿気や振動に対しても安定した特性を持つ。

図 12 自動車トンネル用一酸化炭素分析装置(ZSA)



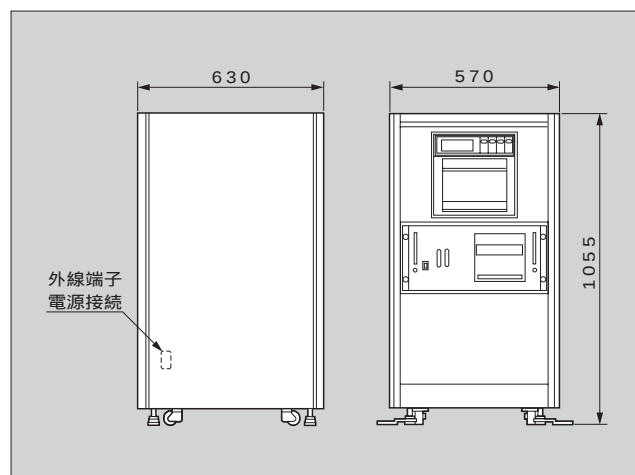
## 計測コンポーネント

## ② 大気汚染監視用赤外線式 CO 濃度測定装置

本測定装置は大気汚染測定局に設置され、大気中の微量一酸化炭素（CO）濃度を高安定、高精度で連続測定する。測定方式には非分散赤外線吸収法（JIS B 7951）を採用し、さらに計量法型式承認済（承認番号：SAC 011）のためお客様に安心してご使用いただける富士電機の誇るガス分析装置である。以下の特徴を有する。

- (1) 高感度、高耐震性のマスフロー形（熱線風速形）検出器とサンプルスイッチング方式を組み合わせたゼロドリフトフリー、高安定測定
- (2) 干渉補償検出器と酸化触媒処理（CO→CO<sub>2</sub>）ガスと比較ガスに用いて干渉ガスの影響を除去した高精度測定
- (3) シンプルなサンプリング構成による優れたメンテナンス性

図 13 大気汚染監視用赤外線式 CO 濃度測定装置（ZSE）



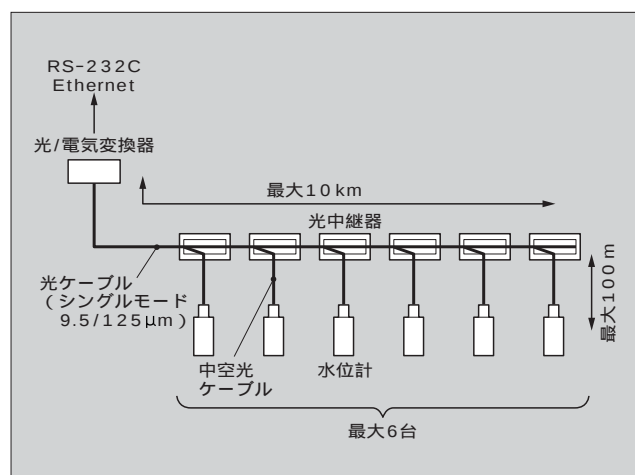
## ③ SM ファイバ対応光式水位計

近年、都市部での局所集中豪雨による浸水で社会生活に多大な影響が出ていることがあり、下水管きょ内の水位を測定して雨水流入量監視を行い、浸水を未然に防止するために豪雨時のポンプ運転支援などを行うことが望まれるようになってきた。

一方、下水道内にはシングルモード（SM）光ファイバケーブルが多く敷設されており、このケーブルが利用可能であるという背景から、従来のマルチモードファイバを使用した光式水位計を発展させ、SM ファイバ対応の光式水位計として発売した。

マルチモードファイバと SM ファイバとの変換を行う光中継器と、SM ファイバ対応と多点計測を可能にした光/電気変換器を新たに開発し、伝送距離は 6 台接続で最大 10 km まで可能である。

図 14 SM ファイバ対応光式水位計システム



## ④ 光計装システム「FFX シリーズ」の拡充（FFI 対応）

FFI システムは、光伝送方式による耐雷性や本質安全防爆という特徴を生かして、製油所や備蓄基地などに多くの実績を残してきた。しかし発売以来十数年を経過した現時点で、電池寿命などの市場からの高度化要求に応えるために新製品としてリニューアルし、第 1 段階として圧力・差圧発信器、温度発信器、光/空気変換器を発売した。

光フィールドバス FFX シリーズとハードウェアを統合し、インタフェースカード交換だけで光フィールドバス対応も FFI 対応も容易に可能とした。発信器の検出部は FCX-A セルを使用して電気式と共通化を図っている。主な改善点は次のとおりである。

- (1) 電池寿命：従来の 2 年から 4 年に長寿命化
- (2) 伝送距離：従来の 1.2 km から 1.5 km に長距離化

図 15 FFX シリーズ（FFI 対応）



## 計測コンポーネント

## ⑤ デジタルサーモスタット (PAS3)

機械・設備などの過昇温検出を、低コストで簡単に行える警報設定器として PAS3 を開発した。PAS3 は、計装盤内のヒータなどの過昇温防止器として使用実績があり、主な特徴・仕様は次のとおりである。

- (1) 超小型サイズ：W24 × H48 × D85 (mm)
- (2) 前面表示：LED 表示により警報設定値と測定値をリアルタイムで確認可能
- (3) 警報設定：前面キー操作にて 1 単位の設定が可能
- (4) 2 点リレー出力：2 点の警報が個別に設定でき、上・下限，上・上限，下・下限など多彩な警報組合せが可能
- (5) 防水構造：前面表示部は IP66 (NEMA-4X) の防水構造
- (6) その他：DIN レール取付け用アダプタも準備

図 16 デジタルサーモスタット (PAS3)



## ⑥ DeviceNet 対応小型温度調節計

マイクロコントローラ (型式：PXR3) の付加機能として、DeviceNet 準拠の通信オプションを開発した。これにより、半導体製造装置や自動車の製造ラインなどの DeviceNet を使用しているシステムへの温度調節計の組込みが可能となる。主な特徴・仕様は次のとおりである。

- (1) 世界最小サイズ：W24 × H48 × D98 (mm)
- (2) 準拠規格：DeviceNet 仕様書 Vol.1, 2
- (3) 通信プロトコル：I/O メッセージ (POLL のみ)  
Explicit メッセージ (分割送信可)
- (4) 通信速度：125, 250, 500 (k ビット/秒)
- (5) PID セルフチューニング機能搭載
- (6) 防水構造：前面表示部は IP66 (NEMA-4X) の防水構造
- (7) その他：DIN レール取付け用アダプタも準備

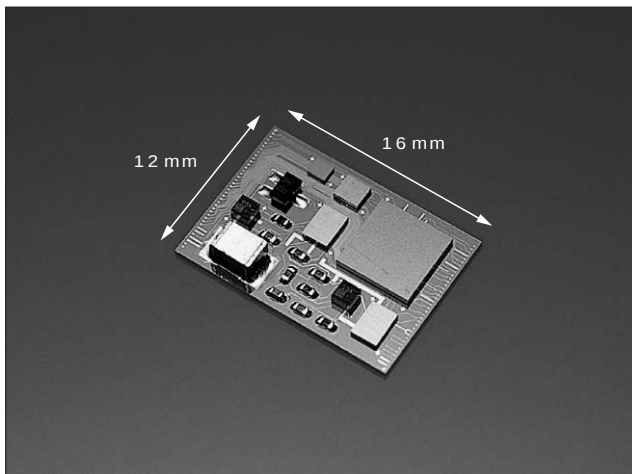
図 17 DeviceNet 対応小型温度調節計



## ⑦ システム LSI 相当の電子回路 IMM

IMM (Intelligent Micro Module) は、微細・精密加工技術によりシリコン基板上に電子回路を形成し、ペアチップなどを接合して形成したモジュール部品である。現在のプリント基板での細線化は数十  $\mu\text{m}$  が限界といわれているが、IMM ではシリコン基板上に配線幅 5  $\mu\text{m}$  の多層配線を実現する。配線材料には AISi を、層間絶縁膜にはシリコン酸化膜を用いている。シリコン基板上には単なる配線回路だけでなく薄膜抵抗、コンデンサ素子を形成することができる。IMM は少ない初期コストでシステム LSI 相当の電子回路の開発・カスタマイズを可能とし、比較的少ない生産数量のエレクトロニクス製品に適する。製品の小型化、高性能化、重要回路の模倣防止 (ブラックボックス) 化といった市場ニーズに貢献する。

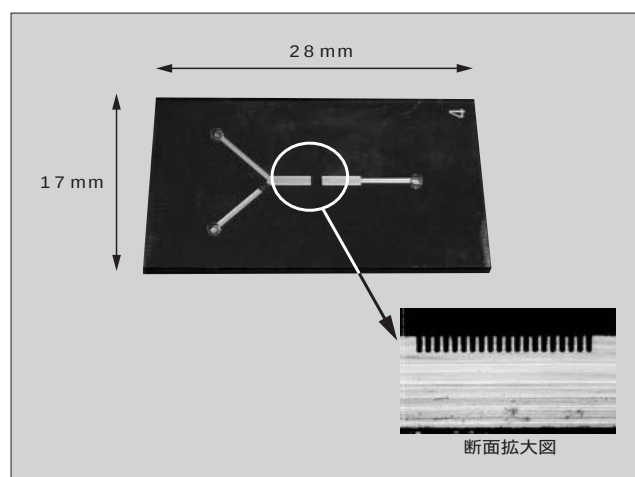
図 18 IMM



## 計測コンポーネント

⑧  $\mu$ TAS の試作サービス

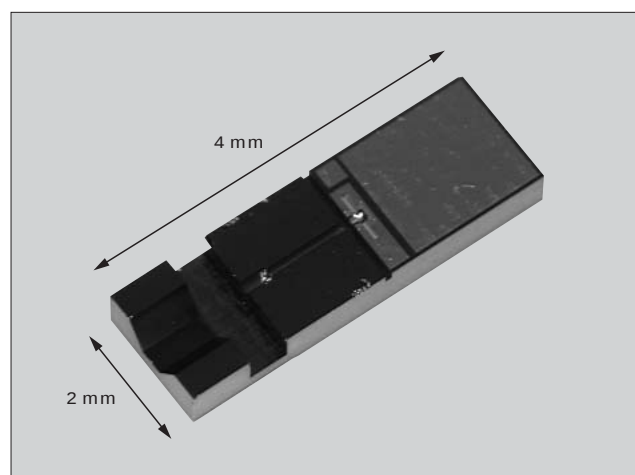
$\mu$ TAS (Micro Total Analysis System) は、シリコンやガラス基板上に製作した微細流路や反応槽、超小型ポンプなどを組み合わせた分析用装置である。富士電機では工業用記録計で培ったインクジェットヘッドの技術を活用して大学や企業に対して $\mu$ TAS の試作サービスを行っている。写真は Y 字形流路の中央に反応槽を形成した例である。エッチングやマイクロブラストによってシリコン基板に数十～数百 $\mu$ m の溝を形成し、陽極接合によってガラスとシリコンを接合して流路や反応槽を形成する。また、インクジェットヘッドでも使用される微小なピエゾ素子によりアクチュエータを形成する。 $\mu$ TAS は Lab-on-Chip と呼ばれ、従来の装置の小型化・低価格化だけでなく、臨床医学、環境分析分野などでの新しい用途への応用が期待されている。

図 19  $\mu$ TAS

## ⑨ 光ファイバアライメント用シリコンプラットフォーム

シリコンプラットフォームは FTTH (Fiber To The Home) で使用される光通信機器 (信号変換器) 内にて、光ファイバ先端部から入出射される光信号の光軸と光送受信素子 (レーザー素子など) の位置を正確にアライメントするための部品である。シリコン基板上に形成した段差部や V 溝で光ファイバを位置決めする。位置決めの対象となるシングルモード光ファイバのコア径は 10 $\mu$ m と細いため、V 溝を形成する異方性エッチングにはサブミクロン領域の加工精度が要求される。光ファイバと光送受信素子とはシリコンの鏡面部に形成した金属薄膜に光を反射させて光信号の受け渡しを行う。

図 20 シリコンプラットフォーム

⑩ メンテナンスフリー・小型空冷 YVO<sub>4</sub> レーザマーカ「NanoLight X」

近年、半導体・電子部品業界などにてレーザーマーカの導入はますます増大しているが、対象部品の小型・高密度化とマーキング内容の複雑化・コード化によりマーキングに要求される品質は一段と微細・高精度化してきている。同時に本レーザーマーカの普及に伴い、小型化、省エネルギー、メンテナンス作業の軽減、高信頼性の要求も増大している。「NanoLight X」は新レーザー媒体を用いた LD 励起式 YVO<sub>4</sub> レーザマーカであり、その特徴は次のとおりである。

- (1) 極小スポット (従来 YAG マーカの 1/3) であり、出力均一性が高く、写真などのビットマップマーキングが可能
- (2) 熱影響が少なく、樹脂への鮮明なマーキングが可能
- (3) 従来 YAG マーカに対し、小型化 1/3、軽量化 1/2、ランニングコスト 60 % 減 (完全空冷式、冷却水不要)

図 21 メンテナンスフリー・小型空冷 YVO<sub>4</sub> レーザマーカ「NanoLight X」

# 産業・サービス ソリューション

予防保全サービス

サービスソリューション

パワーエレクトロニクス・電力変換

回転機・可変速駆動システム

電気加熱

産業機器システム

発電システム



## 展 望

バブル崩壊後の日本経済は混迷の度を深め、不良債権処理問題とともに企業を取り巻く「構造改革」や「業界再編」などが新聞紙上にをにぎわすこの1年であった。

特に産業界の設備投資が抑制され、製造業がIT化に取り組む、サービスソリューション産業へと業態が変化する中で鉄鋼業界の歴史的な大型再編さえも現実のものとなった。しかし、このような状況でも民需産業分野は設備投資全体の基幹市場であることに変わりない。

富士電機グループは産業プラント部門を一体化し、効果的なソリューション＆サービスを提供するため、また事業として取り組むための整備を行い、着実にその成果を上げてきた。そして、お客様から既存の設備やプラントのライフサイクルにおけるコスト低減や信頼性向上の要望が寄せられ、その実現を図り期待に応えてきた。

予防保全サービス分野では、従来、難しかった設備運転中における蓄電池の劣化診断や赤外線カメラを用いた熱画像による温度計測診断などにより、得られたデータから精度の高い故障予測を行うべく、診断のシステム化を進展させている。今後もこのような特色ある予防保全サービスのメニューを継続的に提供していきたい。

サービスソリューション分野では、お客様のあるべき設備の運用体制を構築するために、設備管理の近代化を実現するコンサルティングにも取り組んでいる。そして、コールセンター構築サービスでは、それぞれの企業ごとに導入が容易に可能となるパッケージ化を提供できるようになった。無人のオートコールサービスでは、上記コールセンターに設備の状況を自動通報できるようになり、多数の合理化事例を作った。施設管理情報オンライン提供サービスや作業管理POJ（Point Of Job）は、お客様における計画保全の確立のためにコンサルティングとともに欠かせないITツールである。これらにより設備管理の近代化への対応が製造業ではもちろんのこと、広く産業界にて達成されつつある。

パワーエレクトロニクス・電力変換分野では、変圧器の一次巻線をオープンデルタとし、遮断器、リアクトルを回路内に設け電流低減を図った電気炉用電気設備、独立した

電解槽におのおの個別に直流電力を供給できるソーダ電解用マルチ出力型整流設備、そして移動式航空機用電源装置などを納入した。いずれも新しいアイデアを具体的な形にしたもので、将来もこのような装置の技術開発・製品開発に取り組んでいきたい。

回転機・可変速駆動システム分野では、世界最大級の埋立工事用連続式アンローダ電気品や抄紙機設備用電気品にベクトル制御インバータが適用され、高度な機能を最大限に活用できた。

今後も電力変換分野や可変速駆動分野でのパワーエレクトロニクス応用製品のさらなる発展を期待する。

電気加熱の分野では、高効率・高性能の電縫管溶接電源装置が既存の真空管方式のリニューアル商談として注目された。パワーエレクトロニクス素子を適用した電源の開発を一段と加速させていきたい。

産業機器システム分野では、じゃがいもと異物をセンサで判別して選別を行うじゃがいも異物除去装置、多数のデータを総延長54kmの鉱山輸送システムで収集・取り扱うFDDI長距離監視制御システム、既存の設備に対しITを簡単に導入できるレトロフィット対応システム、多種多量の現場設備データをリアルタイムで収集し、解析支援を行う設備診断支援システム、装置にDDCを採用し、位置の同期制御を高精度化した劇場床機構のDDC化工事、そして醸造・発酵分野にて熟練オペレーターの持つ操業ノウハウと品質の高い再現性を実現したファジィ制御応用自動製麹（せいぎく）システムなどがあった。

発電システム分野では、高速限流遮断装置の高性能化を図ったバージョンアップを行い、事故時の系統切替を1/4サイクル以内で行うことが可能となった。また、環境に配慮したSF<sub>6</sub>ガスをまったく使用しない24kVドライエア絶縁スイッチギヤも製品化を完了した。さらに、スポットネットワーク用デジタルリレーのF-MPC200へのシリーズ化を行い、高機能化を図った。

富士電機は今後も民需産業分野におけるソリューション＆サービスを核にした情報、環境・エネルギーのベストミックスでお客様にお届けする所存である。

## 予防保全サービス

### ① 蓄電池劣化診断サービス

重要負荷を停電バックアップする産業用蓄電池は、数多く直列に接続されているため1個の不良が致命的になる。そこで、個々の蓄電池をオンラインで劣化診断できるBSC（Battery Super Checker）を開発し、特許を取得した。

このBSCを適用して、納入時から寿命期までの蓄電池特性を測定・診断するサービスを提供している。

BSC（写真）による蓄電池劣化診断サービスの特徴は次のとおりである。

- (1) 電気設備運転中に測定・診断が可能である。
- (2) IGBT 制御で短時間、定電流放電で診断する。
- (3) 放電特性データをパソコン処理し、劣化状況に応じた対策・措置を迅速にお客様に提案する。

図1 BSCと蓄電池



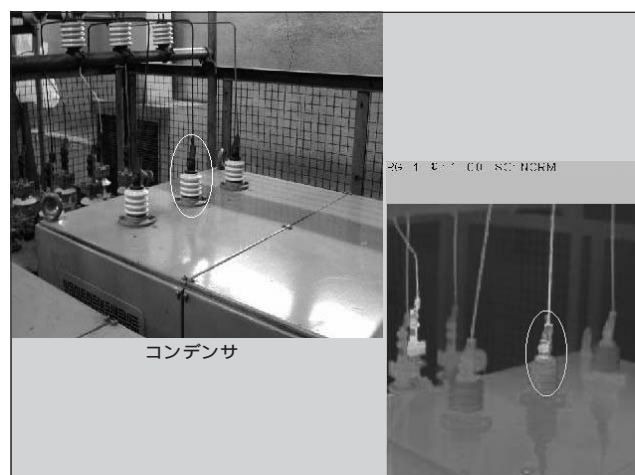
### ② 赤外線サーモグラフィー装置による計測サービス

富士電機ではプラント設備のトータルソリューション＆サービスを展開している。その中で赤外線カメラを使った計測サービスを開始した。サービスの内容は、現地での計測、解析、評価を独自のアルゴリズムを用いて実施する。本サービスのメリットは次のとおりである。

- (1) 高い安全性：非接触での測定であるから目視点検と同等の安全性が確保できる。
- (2) 高効率化：通電状態で接触不良、圧着不足、部品不良などの異常が検出できる。
- (3) 視覚的な計測データと遠距離測定が可能：ビジュアルな計測データ提供、業界最高倍率の高解像度 10 倍望遠レンズで 100 m 離れた計測も可能である。

このほか、土木、建築分野など幅広いサービスを展開している。

図2 実写とねじの緩みによる発熱画像

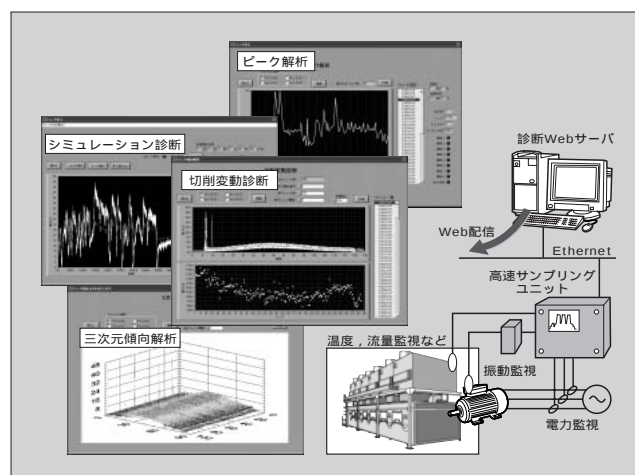


### ③ オンライン診断システム「ProHealth」

生産設備における「安定操業」を実現するためにオンライン診断システム「ProHealth」を提供している。本システムは、オンラインで収集した各種傾向データを総合的に判断することにより故障予測を実現し、突発故障を未然に防止することを目的にしている。特に電気系診断では、高速サンプリング機能の実現により、工作機械などの切削工程に応じたピーク電流値を的確に把握し、時系列・切削ごとの詳細診断を実現している。

なお、故障状況は同じでも、原因は一つとは限らないため、蓄積された傾向データに対して、誰にでも容易に使いこなせる分析環境を提供するとともに、保安全管理システム、ライン情報システム（稼動、工作条件、プログラムなどの管理）と連携し、より精度の高い診断システムへと発展させることが可能である。

図3 オンライン診断システム「ProHealth」の構成



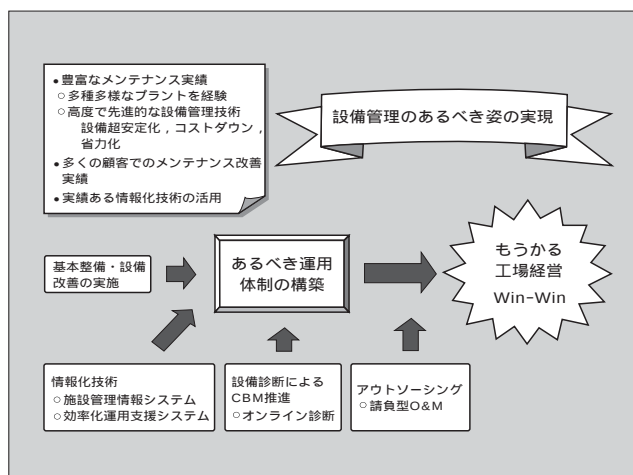
## サービスソリューション

## ① 設備管理近代化コンサルティング

工場設備や施設では「安定運用」と「運用費の低減」が重要な課題である。設備信頼性のさらなる向上（故障低減 30～50%）とメンテナンス費の大幅削減（20～30%）およびエネルギー費の低減（10～25%）を主体に設備管理近代化コンサルティングを開始した。生産設備やユーティリティ設備、さらに施設全体を対象として、4段階のステップにより実施する。

- (1) 予備調査：改善余地・概略効果の見極め
- (2) 効果の見極めと改善提案：設備管理状況調査によりコストダウンポテンシャルの提示と改善提案
- (3) 仕組み作り：計画保全体制の構築・施設管理情報システムの導入や省エネルギー対策などの実施
- (4) 改善のブラッシュアップ：CBM体制の構築，保全一括請負い，設備管理のIT化などの提案・実施

図4 設備管理近代化コンサルティングのコンセプト



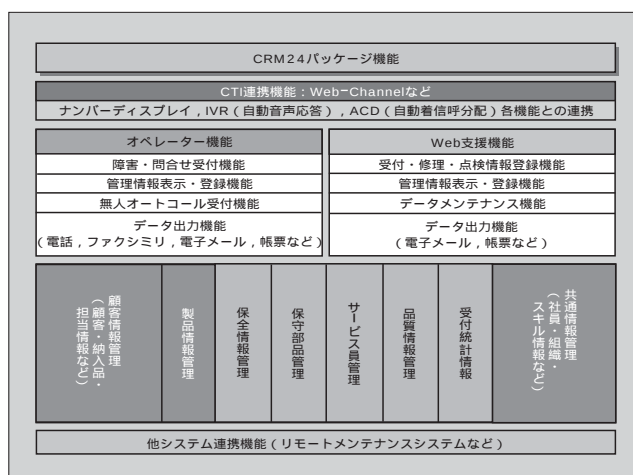
## ② コールセンター構築サービス（業務パッケージ化）

富士電機のコールセンター構築サービスは、1年を経て機械メーカーやメンテナンスサービスを行う会社業務向けにパッケージ化（CRM24）を行った。特に、中小規模会社向けに「コール受付＋保守メンテナンスサービス」に対応した機能が充実しており、短納期・低価格でメンテナンスセンターを構築するツールとして、提供できるものである。

特徴は次のとおりである。

- (1) メンテナンスセンターに必要な機能（保守情報管理，サービスマン管理，保守部品管理など）を網羅
- (2) 受付機能だけではなく，ネットワークを介してアクセスできるWeb支援機能が充実
- (3) リモートメンテナンスシステムとの連携が可能
- (4) 保全サービス向けナレッジベースとの連携が可能

図5 CRM24 パッケージ機能構成

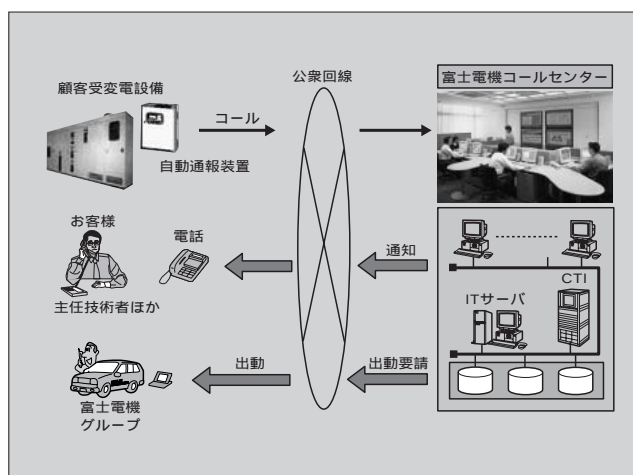


## ③ 無人設備オートコールサービスの導入事例

本サービスは、顧客設備の状態や故障情報を自動通報装置経由で富士電機コールセンターへ通報し、通報内容に基づきセンターから顧客に連絡する（必要に応じてサービス員が出動する）。以下に主な導入事例を記す。

- (1) 某工事会社に納入したコールセンターシステムに無人設備オートコール機能を追加導入
- (2) 運用維持管理の機能の一部として、無人となる休日・夜間の迅速な故障対応のために、某放送局向け受変電設備・無停電電源装置を監視対象として導入
- (3) 24時間365日の故障の常時監視のために、ショッピングセンターの自家発電設備を監視対象として導入
- (4) 現地試験中の休日・夜間対応として、受変電設備を監視対象として導入

図6 無人設備オートコールサービス適用例



## サービスソリューション

## ④ 施設管理情報オンライン提供サービス「FAMIOS」

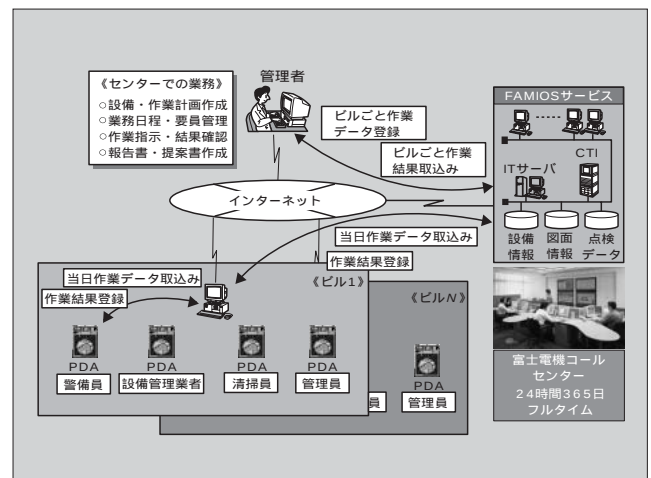
施設管理情報オンライン提供サービス「FAMIOS」は、顧客自身がインターネットを使って設備管理を行うことができるものである。このサービスをビル管理業務に適用した例を紹介する。

ビル管理業務では、管理者が複数のビルを管理し、複数の業者が行っている業務の状況を、逐次把握するのは困難であり、それを解決するツールとして本サービスを適用した。

導入メリットは次のとおりである。

- (1) どこにいてもビル作業の管理が、時々刻々できる。  
これにより、現場作業の質の向上を図ることができる。
- (2) 計画保全機能により、保全コスト低減に寄与できる。
- (3) ASP サービスであり、低コスト運用が可能である。
- (4) 全国のビルの管理ができ、少数精鋭で対応可能である。

図7 FAMIOS のビル管理業務への適用



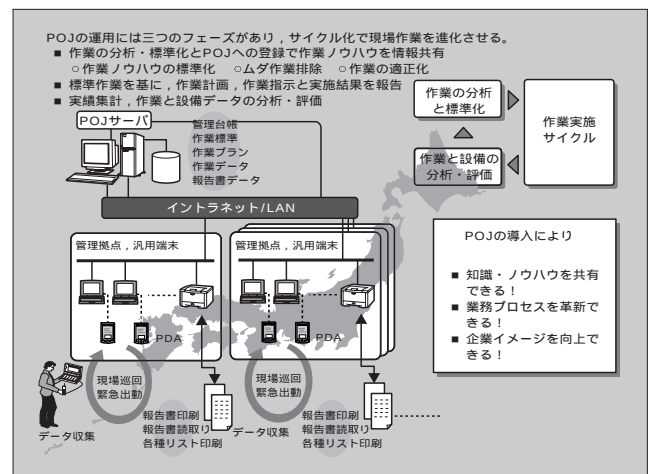
## ⑤ 作業管理 POJ

POJ（Point Of Job）は維持管理費の削減、保全員の減少、熟練者の高齢化などによりノウハウの継承すら困難な社会情勢のもと、IT を現場作業に導入し、携帯情報端末（PDA）による現場ワークフローの実現、広域に点在する拠点の現場作業の標準化・体系化、Web による統括管理などで現場作業のコストダウン、品質向上と品質維持を実現した。主な導入事例としては以下がある。

- (1) 製造業、加工・組立業設備向け保全管理システム
- (2) 公共施設向け設備管理システム
- (3) サービス事業者向け業務管理システム

「人」と「作業」の管理をする仕組みは今後ますます重要になると思われる。今後はこの特徴を生かし、保全・設備管理以外の分野に対しても適用範囲を広げていきたいと考えている。

図8 保全ソリューションのアウトライン



## ⑥ メンテナンス・リースサービス

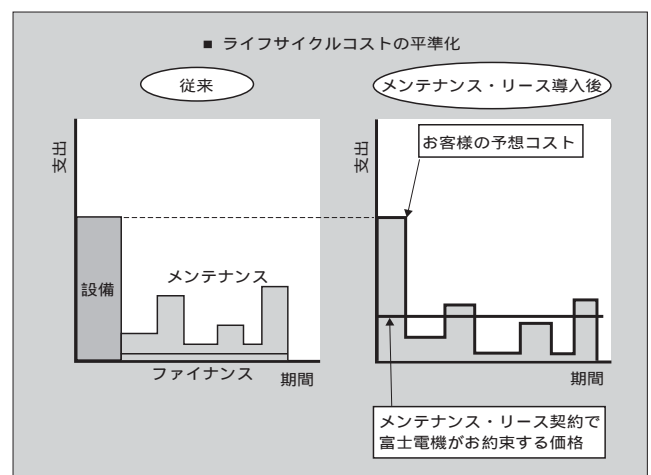
メンテナンス・リースは、設備のリースと長期メンテナンスをセットにした契約であり、設備導入時の初期投資低減、メンテナンスを含んだコストの平準化、長期メンテナンス契約による設備の安定運用などを実現できるサービスである。対象設備は不動産以外で、契約にメンテナンスが含まれるものであり、リースバック方式により既納品も適用可能である。主な導入事例として以下がある。

- (1) 福祉センター向けコージェネレーション設備  
240 kW D-G 2 セット

- (2) 病院向け医療画像診断支援システム

クライアント・サーバシステムに心電図やレントゲンなどの検査結果を画像情報として取り込み、電話回線（ISDN）で遠隔伝送し診断支援を行う。

図9 メンテナンス・リースによるコストメリット



## パワーエレクトロニクス・電力変換

## ① 合同製鐵(株)向け電気炉用電気設備

合同製鐵(株)船橋製造所向けに炉用変圧器(定格容量 75 MVA)、直列リアクトル(18 MVA)、自動溶解装置、電極昇降制御装置から成る電気炉用設備を納入した。

本設備の特徴は、炉用変圧器の一次巻線をオーブデルタとし、負荷遮断器および直列リアクトルを本デルタ回路内に設置することにより、実質的な定格電流を 2,000 A 以下に抑えていることにある。また、炉用変圧器タップ電圧と直列リアクトル容量は、電圧変動・フリッカ抑制の観点から既設ロータリコンデンサとの協調および投入電力スケジュールを考慮し選定した。

これらの特徴を持った主器構成と自動溶解設備、電極昇降制御装置に注入された富士電機の制御ノウハウで、電気炉運用の生産性向上に大きく寄与している。

図 10 炉用変圧器(75 MVA)



## ② ダウケミカル・ドイツ向けマルチ出力型整流設備

IM 法ソーダ電解用として、ダウケミカル・ドイツ向けに世界最大級の 4 出力型サイリスタ変圧整流設備(S フォーマ)を 2 台納入した。

この S フォーマは、四つの独立した電解槽におおの個別に直流電力を供給するもので、次の特徴がある。

- (1) 各出力は DC520 V, 30.3 kA で、1 台で四つの出力を持つ。合計の容量は 63,024 kW となり世界最大級である。
- (2) 各電解槽の要求する電圧・電流に対し、相互に影響を受けることなく個別にゼロから 100 %まで制御できる。
- (3) 各出力は 6 相整流とし、4 出力合計で 24 相整流として高調波の低減を図っている。
- (4) 四つの出力を持ちながら、非常にコンパクトである。

図 11 現地据付け中の S フォーマ



## ③ 移動式航空機用 400 Hz 電源装置

移動式航空機用 400 Hz 電源装置を製品化した。

空港に駐機している航空機では、空調・制御計測機器などの機内電源を省エネルギーおよび環境汚染防止のため、外部から給電している。従来、主要空港の旅客ターミナル用として定置式電源が用いられていたが、今後は航空機の発着頻度が比較的少ない主要空港の貨物地区、および地方空港へ移動式電源が普及していくことが予想される。

主な仕様は次のとおりである。

- (1) 形式 : IGBT 静止形 CVCF
- (2) 定格容量 : 120 kVA
- (3) 入力電圧 : 三相 3 線, 440 V, 50/60 Hz
- (4) 出力電圧 : 三相 4 線, 115/200 V, 400 Hz
- (5) 走行速度 : 8 km/h

図 12 移動式航空機用 400 Hz 電源装置



## 回転機・可変速駆動システム

## ① 埋立工事用連続式アンローダ電気品

住友重機械工業(株)經由関門港湾建設(株)に連続式アンローダ電気品を納入した。本装置は、1時間あたりの荷役容量が世界最大級であり、関西空港の埋立工事にその威力を発揮中である。本装置の駆動電気品は、次の特徴がある。

- (1) 海上使用のため、全交流ドライブにて耐環境性を強化
- (2) バケットエレベータは、4軸駆動バランス制御を実施
- (3) 海上波浪による台船の傾斜でも走行が安定するよう、群運転ベクトル制御を採用
- (4) 始動時、ブーム旋回が横風に流された場合には、ショックレスにて速度拾い込みが可能

これらは、富士電機のベクトル制御形インバータ FRENIC5000VG7S シリーズの機能を最大限に活用したもので、最新鋭連続式アンローダとなった。

図 13 埋立工事用連続式アンローダ

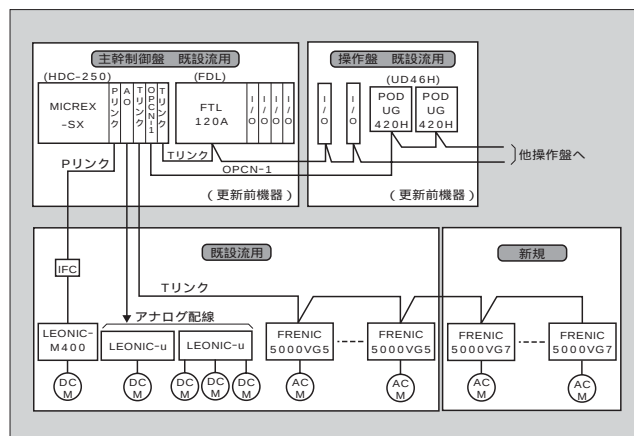


## ② 抄紙機設備用電気品

安定操業、更新工期の短縮、顧客投資額削減をコンセプトに既設抄紙機設備の主幹制御装置をリニューアルしたドライブ制御システムを納入した。特徴は次のとおりである。

- (1) 既設盤、既設盤内配線・機器、既設外線ケーブルを極力流用し、主幹プログラマブルコントローラ (PLC) を MICREX-SX に更新、安価なシステム構築および更新工期 5 日間の実現
- (2) OPCN-1 (1M ビット/秒) 採用による液晶ディスプレイ (POD) の高速化対応
- (3) 既設アナログレオナード、DDC レオナード M400、インバータ FRENIC5000VG5、新規 VG7 混在システムへの高精度な揃速 (せんそく) 性の確保
- (4) 製紙用ソフトウェアパッケージ適用による品質の確保

図 14 更新後のシステム構成



## 電気加熱

## ① 電縫管溶接装置

電縫管メーカーに 200 ~ 400 kW、400 kHz の溶接装置を納入し、順調に稼動中である。本装置の特徴は次のとおりである。

- (1) 整流回路に効率低下を招く空心 CT を用いていないため、従来の溶接機よりも高効率である。
- (2) 整流回路をダイオード整流 + 低容量平滑コンデンサとしているため、広い動作範囲において高入力力率 (最大 0.95) である。また 12 パルス整流も対応可能である。
- (3) 自動的にマッチングを最適に調節できる機構を備えており、運転中に連続的にマッチング調整が可能である。
- (4) タッチ式のグラフィックパネルを装備しており、運転データやマッチング状態をグラフィカルに表示できる。また、トラブル発生時のガイダンス表示も可能である。

図 15 電縫管溶接装置



## 産業機器システム

## ① ジャがいも異物除去装置

斜里町農業協同組合でん粉工場向けに、国内で初めてセンサ技術に応用した異物除去装置を納入し完成した。

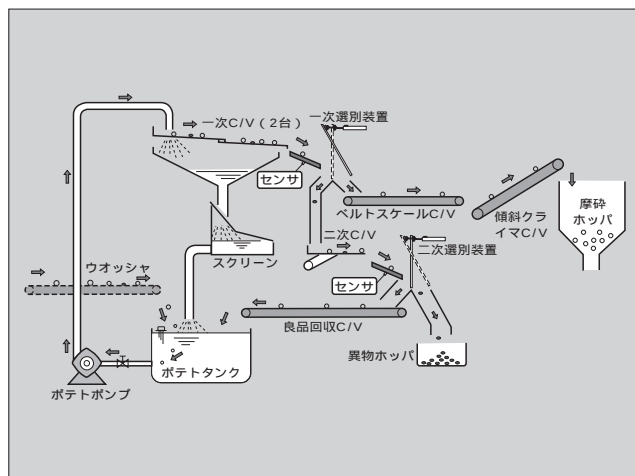
本装置は、道内の広大な畑から機械掘りされた1日あたり数千トンの大きさや色彩のさまざまなじゃがいもの中から、異物（石、木など）をセンサで判別し除去するもので、収穫時期の9月から11月まで稼動する。

富士電機は、電気設備はもとより機械設備の設計、製作、現地工事を一括でエンジニアリングした。

装置の主な能力および仕様は次のとおりである。

- (1) 搬送能力：毎時 100 トン
- (2) コンベヤ数：7 台（ポンプ 1 台含む）
- (3) 異物センサ：富士電機開発品
- (4) 異物振分装置：24 台

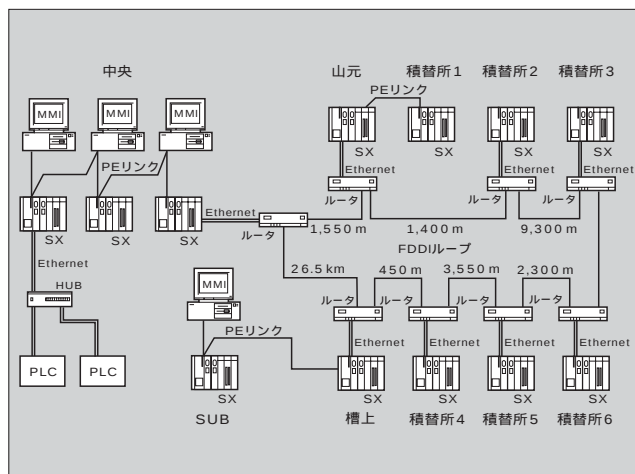
図 16 ジャがいも異物除去装置フロー図



## ② FDDI 長距離監視制御システム

産業分野における監視制御システムに関して、データの取扱量は増大の一途をたどっている。ビル管理をはじめとする狭域の専用 LAN は随所で見受けられるが、鉱山用広域監視制御システムはテレコンを使用しているのが現状である。今回、長距離輸送システムに対する専用 LAN を構築するにあたり、安定性、拡張性を重視し FDDI（Fiber Distributed Data Interface）を採用した。本システムは SM（Single Mode）ファイバにてリング状に構成された LAN（100 M ビット/秒）上に最大局間 27 km、総延長 54 km の各所に点在する積替所のデータを MICREX-SX にて収集し総括監視制御を行うシステムである。監視システム本体は富士電機が開発したパソコン DCS である FOLEST を採用して高速応答、大容量データ管理を実現した。

図 17 鉱山総括管理制御システム例

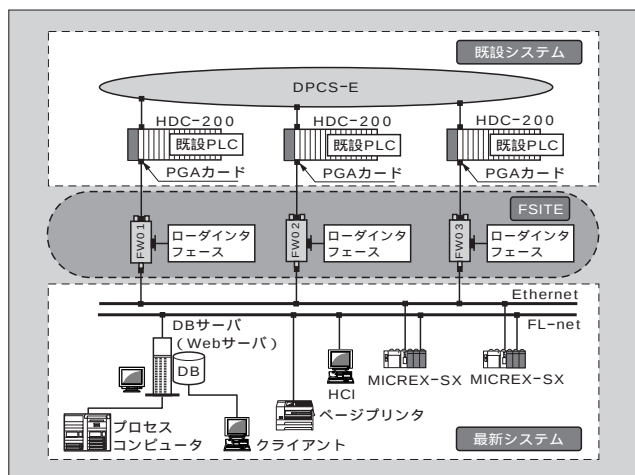


## ③ レトロフィット対応システム

景気低迷により設備投資の主流は「大規模な新設・更新」から「老朽化や省エネルギー・省人対策のための部分更新」「省配線、汎用品の適用、既設品の流用、工期短縮」などへと変化しており、そのために「既設品を極力流用しながらのリニューアル」や「既設に手を入れることなく既設システムと最新システムとの簡単な接続」などが強く望まれている。

plusFSITE は、既設装置のシリアルインタフェース（RS-232C/485）に取り付けることで、既設システムにない Ethernet などオープンネットワークへの接続や、Web、電子メールなどの IT を簡単に導入することができる（レトロフィット対応）フィールド Web アダプタである。レトロフィット対応に限らず、センサなどフィールド機器の種々の情報の収集と Ethernet 上への展開も可能である。

図 18 plusFSITE によるレトロフィット対応システムの例



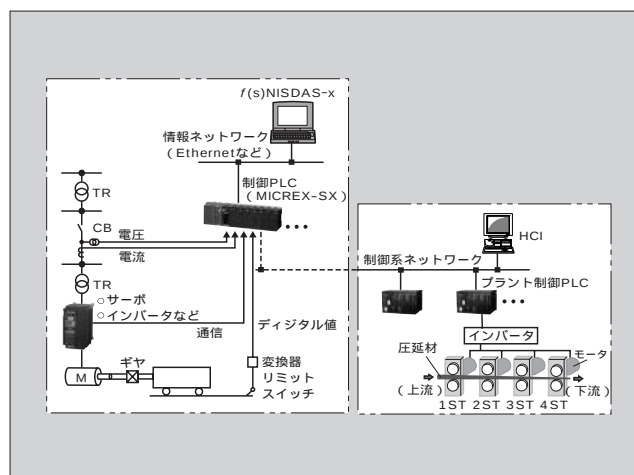
## 産業機器システム

## ④ 設備診断支援システム

プラント・システムの生産性・保全効率の向上，設備の延命化や MTBF の最長化，MTTR の最短化を図るため，プラント・システムの種々の状態をリアルタイムに見えるように（データ収集とビジュアル化）し，さらに収集データから近未来を解析・予測して，より正しい判断（診断）ができるようにすることの支援の充実が強く望まれている。

f(s)NISDAS-x は，多種多量にわたる現場設備のデータを，効率よくリアルタイムに収集すると同時にその場，そのときにそのデータを解析支援する機能を豊富に備えている「データ収集・解析支援パッケージソフトウェア」であり，これを搭載したパソコンに PLC（MICREX-SX）を Ethernet 経由で接続することで，PLC の内部データを最速サンプリング周期 1ms で長期連続記録し，その解析も可能となる。

図 19 f(s)NISDAS-x による設備診断支援システム構成例

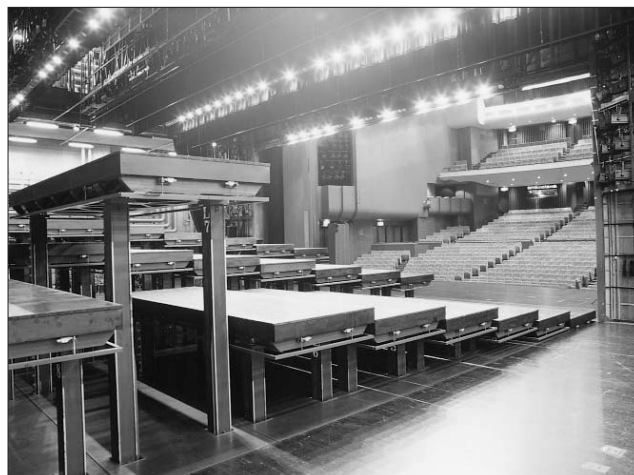


## ⑤ 劇場床機構の DDC 化工事

既設劇場床機構設備にドライブ制御システムを納入した。既設設備の更新では，新鋭化，高機能化，高信頼性化，短工期の方針のもとエンジニアリングを行った。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 既設サイリスタレオナード装置をアナログから DDC（LEONIC-M600）に，プログラマブルコントローラを MICREX-HDC からマルチ CPU の MICREX-SX に更新し，複雑な演出に要求される応答の高速化と複数面に分割された小迫りなどの位置同期制御の高精度化を実現
- (2) MICREX-SX は同一装置を 2 セット備えるコールドスタンバイ方式の二重化システムに，また LEONIC-M600 との通信を伝送・実線併用とし信頼性を向上
- (3) 直流電動機，盤の筐体（きょうたい）は流用し，短工期，低コストを実現

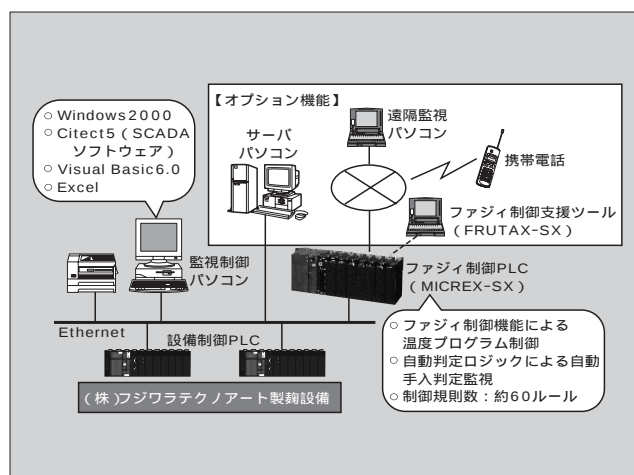
図 20 舞台小迫り（床）の昇降状態



## ⑥ ファジィ制御応用自動製麹システム

醸造・発酵分野においてファジィ制御を用いた自動制御・監視システムを醸造・食品機械メーカーの（株）フジワラテクノアートと共同開発した。特に醸造原料である麹（こうじ）の製造装置〔製麹（せいぎく）装置〕では「熟練オペレーターの持つ操業ノウハウの継承」「品質の高い再現性」が重要課題である。本システムはファジィ制御プログラマブルコントローラ（PLC「MICREX-SX」）で操業ノウハウをルール化し，完全無人運転と品質の高い再現性を実現した。今後は一般食品，酵素，医薬品などの分野で応用展開を図る。主な特徴は次のとおりである。 標準機能 + オプション機能構成によるコストダウン， オプション機能：Web-PIO による遠隔監視，P リンク対応，ファジィ制御支援ツール導入，クライアント・サーバ構成。

図 21 ファジィ制御応用自動製麹システムの構成



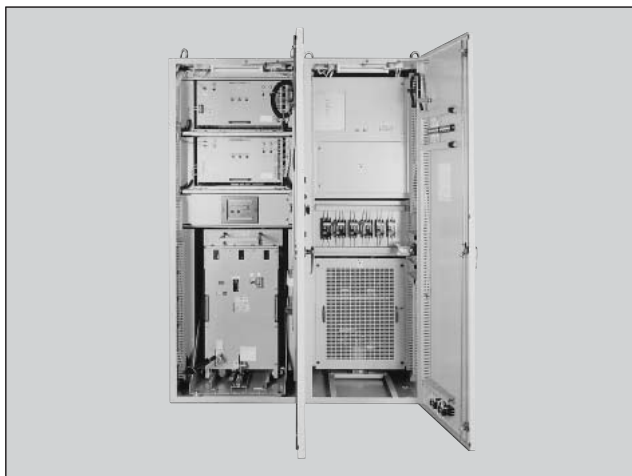
## 発電システム

### ① 高速限流遮断装置

半導体製造装置などの重要負荷設備が送電線の落雷などによる瞬時電圧低下（瞬低）で悪影響を受けることが問題となっている。このため、瞬低発生を高速で検出して系統連系を解き、悪影響が及ぶ前に重要負荷が接続された発電機系を単独系にするための高速遮断装置が望まれている。

近年、サイリスタなどを採用したシステムが開発されているが、富士電機では開発済みの1サイクル高速真空遮断装置の技術に直流遮断器で実績のある転流遮断方式を組み合わせることで、遮断器による3ms以内の限流遮断が可能な高速限流遮断装置（7.2kV、1,200A）を開発し2セットの納入を完了した。これにより、最も瞬低の影響を受けやすい可変速電動機、電磁開閉器などを含めて瞬低の悪影響を防止できる。

図 22 高速限流遮断装置



### ② 24 kV 環境対応ガス絶縁スイッチギヤ

●関連論文：富士時報 2002.8 p.485-490

24/36kV級ではSF<sub>6</sub>形ガス絶縁スイッチギヤが主流になっているが、近年の環境保全に対する社会的要請に応えて、SF<sub>6</sub>ガスをまったく使用しない24kV、600/1,200Aドライエア絶縁スイッチギヤ（C-GIS2100）の製品化を完了した。

母線部分への固体絶縁の採用、遮断器・断路器の小型化、密閉容器へのステンレス鋼板の採用、新絶縁技術の適用などにより小型軽量化（従来型2,400kgに対し1,000kg）を図るとともに、密閉容器の下部スペースに主回路ケーブルを配置することで正面保守型を実現し、保守スペースを含めた設置スペースの縮小化を可能とした。

さらに、内部故障時のアーク圧力による容器破損を防止する放圧装置を標準装備し、内部圧力が0MPa（G）となっても運転電圧に耐えるなど、安全性を高めている。

図 23 24 kV 脱 SF<sub>6</sub> 形ガス絶縁スイッチギヤ（C-GIS2100）



N99-2521-3

### ③ スポットネットワーク用デジタルリレー

富士電機では、デジタル形多機能リレー F-MPC200 シリーズを製品化し機種を拡大してきた。今回、スポットネットワーク用デジタルリレーを従来機種から F-MPC200 に置き換え、F-MPC200 のシリーズ化が完了した。

従来機種に比べ、F-MPC200 シリーズの特徴である、アナログ計測機能および中央監視用4～20mA出力機能を実装し、多機能化を図ると同時に、コストダウンを実現した。また、一部保護ロジックの見直しを行い、より信頼性の高いものとした。

今後、過去に納入したビル用変電設備の更新需要および都心部のデータセンタ建設などによる高信頼受変電設備用として採用していく。

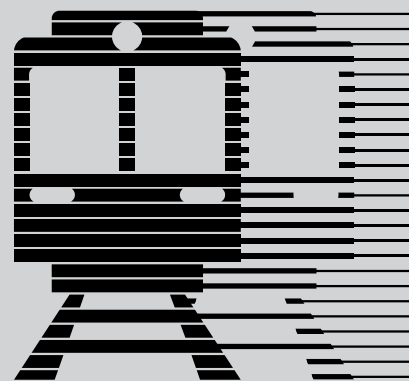
図 24 スポットネットワーク用デジタルリレー



# 交通システム

電気鉄道地上システム

車両システム



## 展 望

鉄道は地球環境、省エネルギーなどの面で、高速大量輸送機関として再評価され、安全かつ無公害であることから、陸上交通機関における確固たる地位を築くことが求められている。また、「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」(交通バリアフリー法)が施行され、高齢者や身体障害者が安全・快適に外出できる基本的な移動手段として鉄道は重要な役割を担っている。

電気鉄道地上システム分野では、首都圏民営鉄道の複々線化や第三セクター鉄道の新設などによる輸送力増強工事が活発に行われている。一方、納入後 20 ～ 30 年を経過した老朽設備の更新工事も多い。このような中で富士電機は先進のパワーエレクトロニクス技術、マイクロエレクトロニクス技術あるいは環境対応技術を駆使し、電力品質の改善、設備の省エネルギー、省保守、小型化、地球温暖化防止に貢献してきた。

東海旅客鉄道(株)沼津変電所には平型 IGBT の直列接続技術を適用した大容量無効電力調整装置(SVG)を納入した。これは 2003 年度の東海道新幹線の品川駅開業に伴う負荷増加に対し、系統側とき電側の電力品質改善に大きく寄与するものである。

また、2001 年に国内で初めて市場投入した直流変電所用純水沸騰冷却式シリコン整流器は、従来のフロロカーボン沸騰冷却式からの切替を完了し、多数納入あるいは製作中であり各鉄道事業者から好評を得ている。

き電用変電設備としては、東日本旅客鉄道(株)ならびに東海旅客鉄道(株)に設備更新用主回路機器や制御用配電盤を各種納入し、公営・民営鉄道向けには小型・省保守機器で構成した最新鋭設備を営団地下鉄、小田急電鉄(株)、神戸高速鉄道(株)などに納入した。いずれの設備も整流装置の多パルス化により高調波対策を施した設備としている。

車両システム分野では、高性能、高機能、低騒音、小型軽量、省保守などのニーズに応える製品を開発するとともに納入した。

新幹線分野では、2003 年度の東海道新幹線の品川駅開業に向けて 700 系新幹線用主回路機器(CI, MTr, MM)の納入を推進した。

在来線分野では、東日本旅客鉄道(株)E231 系電車で低騒音の 2 レベル 2 段方式の補助電源を納入推進するとともに、次期の空調増強対応の 260 kVA 機の開発を推進している。また同じ E231 系電車側引戸用富士リニアドアの納入も推進し累計 6,000 台以上を納入して営業運転中である。今後さらに納入台数は増大する予定であり、次期電車(Advanced Commuter Train)の側引戸用ドアシステムの開発も対応している。

また今回、ニューヨーク市地下鉄(NYCT)向けリニアドアシステムを川崎重工業(株)と共同で開発して、1 年間の営業運転実績による認定を受けるために、R143 形電車一編成(64 開口)に搭載して 2002 年 6 月から L ラインで営業運転運用をしている。

新交通システムである磁気浮上電車用として、磁気浮上システムを愛知高速交通(株)東部丘陵線用に納入して、現在プロト車の試験中である。磁気浮上制御は独自に開発したマグネットドライバユニット(MDU)で行うシステムで IGBT チョップドライブ制御と保守を考慮した引出し構造のユニットが特徴である。

車両情報処理分野では、東海旅客鉄道(株)浜松工場における新幹線車両の検査出場試運転での乗り心地を評価する SS 無線方式の装置を納入した。本装置は 16 両の車両に搭載した 17 台の無線装置をネットワーク構成にして無線伝送を行うシステムで高保守性を実現している。

## 電気鉄道地上システム

## ① 東海旅客鉄道(株) 東海道新幹線沼津変電所無効電力調整装置 (SVG)

東海道新幹線の電源設備増強工事の一環として、三相不平衡電力の平衡化および系統電圧の安定化を目的とする静止形自励式無効電力調整装置を納入した。2003年秋の運用開始に向け、現在工事中である。本装置は平型 IGBT 直列接続技術を適用し、インバータ装置、インバータ用変圧器、高調波フィルタ、降圧変圧器などから構成される。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 三相個別制御により、三相不平衡電力の平衡化が可能
- (2) 重負荷時の系統の電圧変動を抑制
- (3) 平型 IGBT 直列インバータを採用

図1 沼津変電所のインバータ装置



## ② 帝都高速度交通営団中目黒変電所受変電設備

特別高圧受変電設備の老朽化に伴い、機器更新工事を実施した。主な設備は、24 kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS)、整流器用ガス絶縁変圧器、沸騰冷却式シリコン整流器、主制御用配電盤などである。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 新型 C-GIS の採用により省スペース化を図り、搬入回数および切替回数の低減、据付け工期の短縮を実現した。
- (2) 並列 12 パルス整流器 (相間リアクトルなし) の採用により、高調波抑制対策を図っている。
- (3) 主制御用配電盤は、プログラマブルコントローラ、デジタルリレーおよび液晶ディスプレイを採用し、高信頼性、保守省力化を実現している。

図2 24 kV C-GIS (C-GIS 2000)



## ③ 小田急電鉄(株) 新百合ヶ丘変電所

新百合ヶ丘開閉所の変電所昇格のために受変電設備一式を納入した。主な設備は、72 kV キュービクル形ガス絶縁スイッチギヤ (C-GIS)、送電用変圧器、24 kV キュービクル形ガス絶縁スイッチギヤ (C-GIS)、整流器用変圧器、純水沸騰冷却式シリコン整流器、配電用変圧器、主制御用配電盤などである。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 72, 24 kV とともに VCB を適用した C-GIS を採用し、SF<sub>6</sub> ガスの最少化を図った。
- (2) 環境に優しい純水を冷媒とした整流器を採用した。
- (3) 主制御用配電盤には、計測・故障表示機能などを集約した液晶ディスプレイを採用し、保守性の向上を図った。
- (4) Web を利用した保全支援システムを開発・導入し、予防保全機能の充実化を図った。

図3 72 kV キュービクル形ガス絶縁スイッチギヤ



## 電気鉄道地上システム

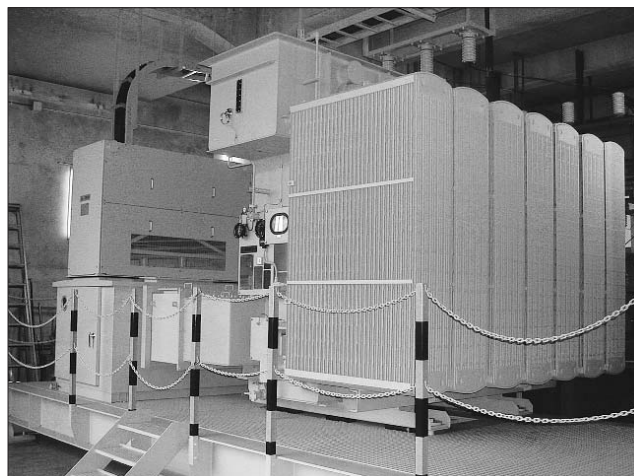
## ④ 神戸高速鉄道(株)相生橋変電所変成装置

設備の老朽化に伴い、順次部分更新工事を進めてきたものであり、変成装置については2年間で計2バンクの更新工事を実施した。

並列12パルス純水沸騰冷却式シリコン整流器を採用することにより高調波対策のほか、以下を実現している。

- (1) 地球環境への配慮（冷媒の純水は地球温暖化係数ゼロ）
- (2) 大幅なコンパクト化（国内最大級のシリコン素子を使用することにより大幅に部品点数を低減し、小型軽量化および高効率化を実現）
- (3) 省メンテナンス化（完全閉鎖構造により塵埃（じんあい）の侵入を防ぎ、長期間清掃不要な構造を実現）

図4 変成装置（奥が純水沸騰冷却式シリコン整流器）



## ⑤ 某社向け小規模電力管理システム

某社、電気指令所に電力管理システム一式を納入した。主な設備は、監視制御装置（CPU）、遠隔監視制御装置（TM/TC、被制御設備5設備）、無停電電源装置などである。主な特徴は次のとおりである。

CPUは、汎用パソコンサーバを二重化し、高信頼性を実現している。TM/TCは、高速化を図った伝送方式とし、高度な監視制御を実現している。また、CPUの停止時にも、TM/TCのみで独立し監視制御を行える構成としている。電気指令所内の装置は、すべてEthernet LANで接続し、配線数を大幅に削減している。無停電電源装置は、省電力化された装置の採用もあり、6時間という長時間の停電補償を可能としている。

図5 電気指令所監視制御装置



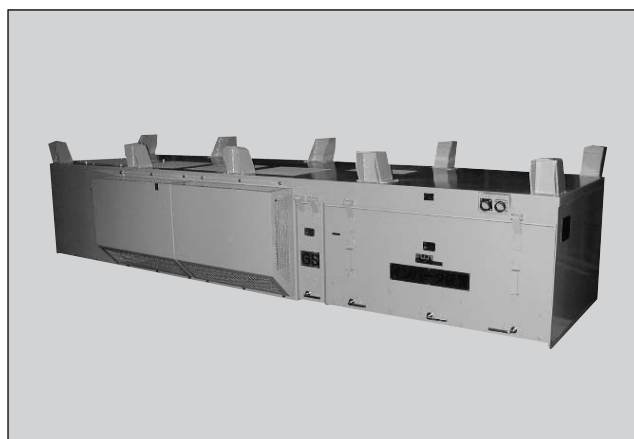
## 車両システム

## ① 帝都高速度交通営団向け補助電源装置（プロトタイプ）

富士電機は、次世代の在来線車両を見据えた補助電源装置として高機能・大容量インバータ装置を自主開発し、帝都高速度交通営団の東西線05系車両へ搭載して走行試験中である。本装置の主な特徴は次のとおりである。

今後の出力容量増大への要求を考慮して、インバータユニットを240kVA対応とした。3.3kV、800Aの大容量モジュール形IGBTを適用し、2レベル1段のシンプルな構成とスナバレス方式を採用することにより、小型・軽量化を達成した。三相個別瞬時波形制御を適用することで、制御応答性、制御精度とアンバランス負荷に対する安定性を向上した。車上モニタ装置との相互通信機能により、運転台での状態監視に対応するとともに、保守性を向上している。

図6 帝都高速度交通営団向け補助電源装置



## 車両システム

## ② 愛知高速交通(株)磁気浮上車両用磁気浮上システム

愛知高速交通(株)は、東部丘陵線に HSST 方式と呼ばれるリニアモータ推進の磁気浮上車両を日本で初めて本格的な営業路線に採用し、2005 年 3 月の日本国際博覧会(愛・地球博)に合わせた開業に向け、現在プロト車の試験中である。富士電機は磁気浮上マグネット、マグネットを制御するマグネットドライバユニット(MDU)および浮上ギャップと加速度を検出するセンサユニットで構成される浮上システムを設計・製作・納入した。

MDU は次のような特徴を有している。

全デジタル制御による 2 石式 IGBT チョップパドライブ制御方式の採用。 ドロウアウトユニットで保守性を向上させた、つり方式の密閉箱構造の採用。 磁気吸引浮上方式において、ギャップ振動抑制制御を採用。

図 7 東部丘陵線とマグネットドライバユニット

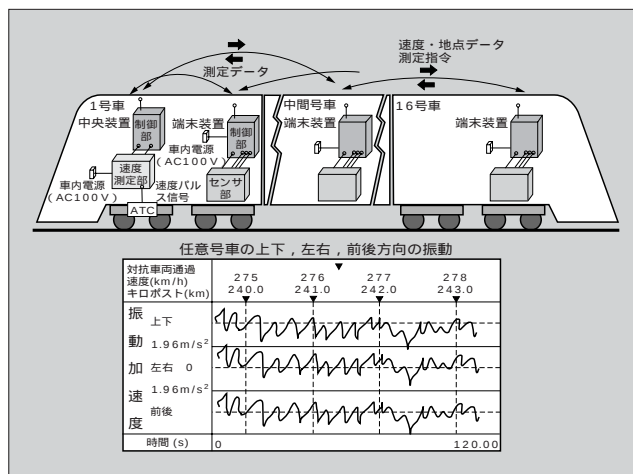


## ③ SS 無線ネットワーク応用車両振動測定装置

東海旅客鉄道(株)浜松工場における新幹線車両の検査出場試運転で、16 車両の床面に設置したセンサにより車体の動揺振動を一斉に測定し、乗り心地を評価する装置を日本車輛製造(株)に納入した。本装置はデータ収集用に SS 無線機を装備している。SS 無線機には次の特徴がある。

- (1) 無線機は 2.4GHz 帯のスペクトラム拡散変調方式で、従来の狭帯域変調方式に比べて移動中の周辺環境の変化に対して受信波が比較的安定しており、外部からの妨害電波・ノイズにも強く他の電子機器への悪影響もない。
- (2) 17 台の無線機はネットワークを構築して中継機能があり、通信経路を自動選択するため伝送の信頼性が高い。
- (3) 免許が不要で伝送速度、送信時間、使用場所などに規制がなく、公衆電話回線利用時に必要な使用料が要らない。

図 8 システム構成および測定波形解析の例



## ④ 東日本旅客鉄道(株)AC ト레인戸閉装置(富士リニアドア)

東日本旅客鉄道(株)は、次世代の通勤電車を志向した AC ト레인 (Advanced Commuter Train) を開発し、現在各種試験中である。

富士電機は次のような特徴を持つ側引戸戸閉装置を製作・納入し、従来の戸閉装置との比較検討を実施した。

- (1) 外つり式と従来の戸袋式の戸閉装置の比較
- (2) 扉が閉まった状態で施錠を遅らせることにより、扉に挟まれた薄いものを引き抜くことができる機能
- (3) 閉動作中に扉に物が挟まれた場合に扉が反転する機能
- (4) コントロールユニットが万一故障した場合に、別のコントロールユニットがバックアップし、故障した当該扉を動作させる機能(故障した扉に隣接するものがバックアップを行う同側式と故障した扉の対面にあるものがバックアップを行う対向式)

図 9 AC ト레인戸閉装置



# エネルギー

エネルギーソリューション

火 力

水 力

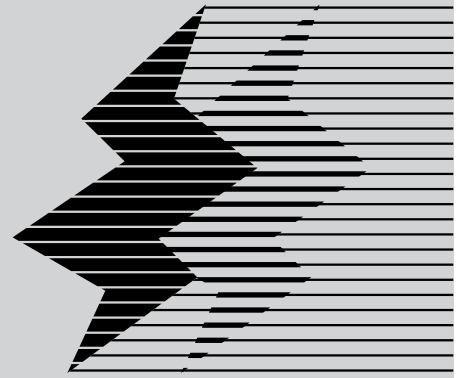
原子力

放射線

電力変電

系統保護制御

配 電



## 展 望

エネルギー部門では、景気低迷下、電力設備の統廃合、合理化、延命化にかかわる提案や未利用エネルギーの活用など一層きめ細かなビジネス対応が必要になった。

エネルギーソリューション分野では、省エネルギーのノウハウを生かして、大阪府府民センタービル ESCO 事業を受注し、2003 年度からの事業開始に向け改修工事に着手した。また、山形市浄化センターに下水污泥処理で発生する消化ガスを燃料とする 100 kW 燃料電池発電システム 2 台を設置した。このバイオエネルギーの活用は、地球温暖化防止に効果がある。今後、この分野での取り組みを推進する。

火力分野では、磯子火力発電所向け 600 MW 石炭火力発電設備が 2002 年 3 月に完成した。UPC 向け IPP は順調に進ちょくしている。新商品開発の面では、離島電源運用を合理化する遠隔監視システムの開発を進めている。世界的な動きになりつつある京都メカニズムに基づく地球温暖化ガス対策は、富士電機が保有する熱と電力を扱う火力技術を生かす格好の場になる。従来顧客のニーズに応えるとともに、変化する社会的要請にソリューションを提供している。

水力分野では、世界初となった東北電力(株)向け 14 MW 立軸バルブ水車・発電機の営業運転が無事開始された。今後の本方式による新規水力開発発展に大きく寄与することを期待している。九州電力(株)向けには、長寿命で保守が容易となったハイブリッドサーボシステムを世界で初めて調速機に適用した。岡山県企業局向けには、多目的ダムの利水放流管を利用した水力発電機器の据付け工事が開始した。また、改修工事においては、北海道電力(株)向けのランナ空ボス化に伴うランナベーンパッキンの新規構造を採用し信頼度の向上を図った。

原子力分野では、日本原子力研究所の高温工学試験研究炉 (HTTR) で照射試験を行う高温照射下クリープ試験装置を納入した。また、日本原燃(株)六ヶ所再処理工場向け諸設備の据付け・調整試験を推進中である。そのほか、実用高温ガス炉の技術開発や、廃樹脂・廃液などの廃棄物処理技術、廃止措置に向けた遠隔解体技術の開発などにも積

極的に取り組んでいる。

電力変電分野では、国内電力会社向けに 3 事例目となる 300 kV 相分離形ガス絶縁開閉装置を電源開発(株)奥只見発電所ならびに大鳥発電所向け第一期工事分を納入・据付けを完了した。海外向けとしては、米国向けに昇圧用大容量変圧器ならびに超々高圧変圧器を 2000 年から継続的に製作・納入し、2001 年から 2002 年の間に延べにして 39 台、約 13 GVA の製作容量を記録した。

系統制御分野では、システムの統廃合の動きが活発であり、オープン分散制御方式の大規模系統監視制御システムを 2001 年に引き続き納入した。また電力センター向けにシステム構成をリニューアルし、顧客の保守性を考慮した監視・制御システムを開発した。さらに超高圧変電所向け一体型テレコンなど、多様化するニーズに対応する開発に取り組んでいる。

保護制御分野では、保護制御システムのスリム化・最適化など、顧客ニーズに密着した開発に取り組んでいる。また、既設設備のライフサイクルの観点から設備保全のソリューション提案にも取り組んでいる。

配電分野では、エネルギーと環境にかかわる課題の同時解決に向けたエネルギーソリューション活動を進めている。ドイツ・シーメンスとパートナーシップを結び、シーメンス製総合エネルギー管理システム「Spectrum PowerCC」と富士電機が保有する最適化技術、予測手法などを融合させたパッケージソフトウェアや、各種エネルギーの計測、解析を行う多用途複合型計測端末ならびにモバイル型多機能エネルギー診断ツールなどの商品化により、お客様にエネルギーコスト削減のためのトータルソリューションを提供している。

放射線分野では、核燃料再処理施設向け放射線管理設備の現地納入・調整試験が本格化しており、軽水炉では、女川原子力発電所 1・2 号機向けおよび泊原子力発電所向け放射線管理コンピュータシステムの製作が進行している。個人被ばく管理システムは国際規格対応が進み、また国家プロジェクト中性子科学計画施設向け放射線モニタリングシステムの開発が本格化していく。

## エネルギーソリューション

## ① ハイグレードなエコモニタリングシステム「EcoPASSION &amp; 」

エコモニタリングシステム「EcoPASSION」と「EcoHI ESSENCE」の機能を併せ持つ監視システム「EcoPASSION & 」を開発・発売した。省エネルギーや環境改善用として電力から熱エネルギー・環境まで広範囲の計測が可能で、計測対象の用途に合わせて Excel を使用して瞬時データや積算データを加工処理することができる。また、各子局の計測データを通信費が不要なフレキシブル無線ネットワーク（SS 無線）により汎用パソコンで収集するシステムのため、ケーブルが不要で工事が簡略化でき、低価格なシステムを構築できる。子局・中継局の追加により、計測範囲の拡張も容易である。「EcoPASSION & 」は無線機を高速化し、Web カメラや上位システムの接続などにも対応できる商品となっている。

図 1 EcoPASSION （子局）



## ② 福島県三春町「さくら湖自然観察ステーション」向け太陽光・風力発電システム

福島県のほぼ中央部・郡山市の東 9 km に位置する三春町の「さくら湖自然観察ステーション」に「太陽光・風力発電システム」を建設し、2002 年 4 月から発電を開始した。本システムは、ステーションの駐車場の屋根に 108 枚の太陽電池パネルで最大 18 kW の電力を発電できる太陽光発電システム、ステーションの向かい側の「三春の里生活館」敷地内に 1 本のポールに小型風車を 5 基設置した最大出力 1 kW の風力発電機、発電電力量、風速、日射量、システムの運用によって削減された石油量や二酸化炭素量が分かる啓発表示盤から成る。また、本システムは東北電力(株)の配電系統と連系することにより余剰電力を売電し発電電力のすべてを有効利用できるようにするとともに、発電状況がリアルタイムに確認できるようにすることで、学校などの環境学習に役立つようになっている。

図 2 三春町「さくら湖自然観察ステーション」設置太陽光・風力発電システム



## ③ 地球温暖化対策としての下水消化ガス燃料電池発電システム

● 関連論文：富士時報 2002.11 p.654-657

山形市浄化センターに下水汚泥処理プロセスから発生する消化ガスを燃料とする 100 kW リン酸形燃料電池発電システム 2 台を 2002 年 3 月に設置した。導入の背景は、同施設は、資源循環型社会を目指す施設であり、建設当初は田園の中にある郊外型施設であったが、周辺の都市化が進み、消化ガス発生量が増加し、臭気対策など都市型施設としての整備が求められていた。

発電した電力は、商用系統と連系して所内で消費し、燃料電池の排熱は、高温排熱および低温排熱とも熱交換器を介して消化槽の汚泥加温に有効利用している。本システムの導入により商用電力の購入を削減でき、環境効果として 1,152 t-CO<sub>2</sub>/年の削減、省エネルギー効果として原油換算で 457 kL/年の削減が見込まれる。

図 3 山形市浄化センターに設置された燃料電池



## エネルギーソリューション

## ④ 山小屋のマイクロ水力

中高年者を中心とした近年の登山ブームにより、かつては秘境でもあった南アルプス最北端にある北沢峠の山小屋・長衛荘にも、地元の村が運営するマイクロバスで容易に行けることから、毎年数多くの登山者が訪れるようになった。そこで長野県の長谷村は既設公衆トイレをばっ気式に改築し、その電源を 25 kW のディーゼル発電機で対応していた。この発電装置を自然に優しい水力発電に替える計画があり、富士電機は 25 kW の立軸ペルトン水車・発電機を納入した。発電設備は山小屋から 1.5 km 下方の沢にて取水・発電し、ケーブルで山小屋まで送電して電源を供給している典型的な分散型の単独運転システムである。環境が大きなテーマとなっている 21 世紀に最もふさわしいシステムとして、関係団体などから高く評価されている。

図 4 マイクロ水力を電源とした公衆トイレ



## 火 力

## ① IPP 宇部発電設備の現地工事建設状況

1998 年 7 月に(株)ユービーイーパワーセンターから 216 MW の石炭だき IPP 火力発電設備をフルターンキーで受注した。富士電機は、タービン・発電機をはじめボイラ系の設備、変電設備、各種電気品を納入し、石川島播磨重工業(株)がボイラおよび環境設備を、日本鋼管(株)が土建設備を納入する。サイトは、(株)ユービーイーパワーセンターの親会社である宇部興産(株)の敷地内に設置され、既設発電所や近隣工場が運転される中で建設が進んでいる。

また、発電所建設エリアや資材置き場が狭い中で円滑に工事を推進するため各機器・設備をジャストイン、ジャストオンできるよう計画が進められている。2001 年 10 月から土建工事に着工し、2002 年 9 月にボイラ立柱式を終え、関係者の協力の下で順調に現地工事は推進している。

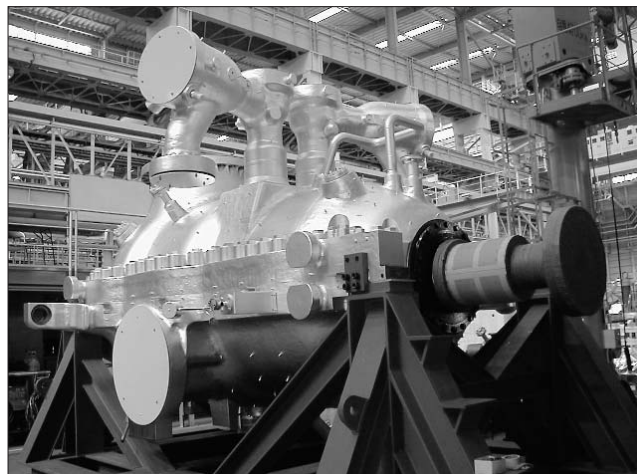
図 5 建設中の発電所全景(2002 年 10 月現在)



## ② 複合サイクル発電用蒸気タービン

ガスタービンと蒸気タービンを主機とする複合サイクル発電(CC)は、新規発電プラントの 70 % 以上を占め、今後も伸びが期待できる市場である。富士電機では、すでに計 15 ユニット(再熱 5 台、非再熱 10 台)の CC 用蒸気タービンを製作しており、うち 9 ユニットはすでに運用を開始している。CC 用蒸気タービンの主な特徴は、蒸気源をガスタービン廃熱から得ていることにあり、ガスタービンの急速な起動に追従できる起動特性と、全運用域でガスタービンと廃熱回収ボイラとの協調が不可欠なことにある。富士電機の蒸気タービンは、高温蒸気の全周挿入構造や高効率翼の採用により、こうした急速起動や DSS といった CC プラントの厳しい運用特性に適合し、起動から定格負荷に至る全運転域でのスムーズな運用を実現している。

図 6 一体出荷される CC 用蒸気タービン



## 火 力

## ③ 大容量空気冷却発電機

富士電機では、水素冷却発電機に比べて、据付けと運転・保守が簡便である空気冷却発電機の出力範囲の拡大に取り組み、このたび国内最大級の空気冷却発電機が完成した。50 Hz 機では、最大出力で 280 MVA が可能なバングラデシュ向け発電機が高い性能で運転されている。また、60 Hz 機では、国内 IPP 向け 240 MVA 発電機の製作・性能試験を完了した。これらの発電機は絶縁信頼性が高く、22 kV 級まで適用可能な全含浸絶縁システムを採用している。また、発電機の温度上昇を抑制するため、最適な冷却技術を適用するとともに、CC 発電の著しい進展を考慮し、DSS 運転への対応可能な強固で堅ろうな回転子構造を採用している。これらの実績と技術を基に、300 MVA 級までの空気冷却タービン発電機の需要に迅速に responding している。

図7 バングラデシュ向け空気冷却発電機の全景

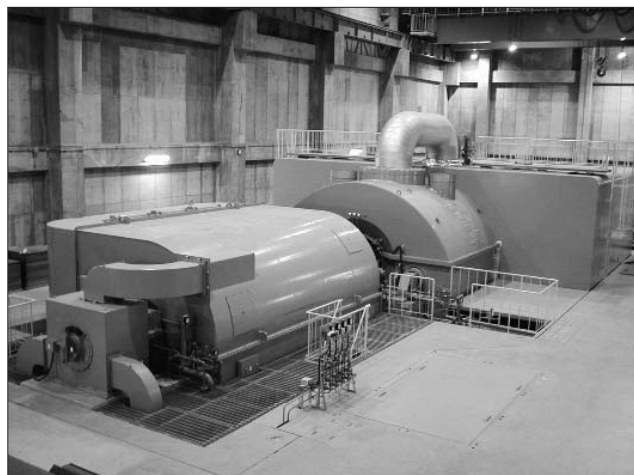


## ④ EU 向け発電設備

富士電機はフィンランドのフォスターウィーラーエナジア社を経由してアイルランド電力庁（ESB）からラフリー発電所 100 MW およびウェストオフェリー発電所 150 MW 用再熱式蒸気タービン発電機設備を受注した。両発電所ともにピート（泥炭）を燃料としている循環流動層ボイラとの組合せである。

この発電設備は富士電機として初めての EU 向け受注である。商談の過程では ESB が EU 以外のメーカーの採用実績がないこともあり、技術面、実績面、アフターサービス面を主体に厳しい審査が行われた。これまでの国内外の電力会社および IPP への豊富な納入実績・運転実績により、この厳しい審査を見事クリアし、富士電機は ESB が採用する初の EU 以外のメーカーとなった。

図8 同機種を採用している国内の類似プラント



## ⑤ 地熱タービンのリハビリテーション

地熱資源は経年的に減衰することが知られている。米国カリフォルニア州のガイザース地区では近年特に減衰が顕著であり、積極的に水を注入するプロジェクトが進められている。また、生産井を追加掘りすることにより対応することも一般的である。これらの減衰対策を施しても、多くの場合当初の計画値から、蒸気圧力や流量が減少してしまう。富士電機の蒸気タービンには反動式が採用されているが、反動式は衝動式に比べ翼列一段あたりの熱落差が小さいので、この生産井の減衰に最適な翼列への改造が容易に実現できる。富士電機は 1991 年に NCPA 向けタービンの翼列の植替え工事を受注、また 2002 年にはデキシーバレー向けのロータ交換工事を受注し、地熱資源の変化に対応したリハビリテーションにも鋭意取り組んでいる。

図9 110 MW 地熱蒸気タービンロータ



## 水 力

## ① 東北電力(株)第二上野尻発電所 1 × 14 MW 立軸バルブ水車発電機の営業運転

東北電力(株)第二上野尻発電所向け 1 台 × 14 MW 立軸バルブ水車発電機が 2002 年 6 月 6 日に営業運転を開始した。

本発電所は従来の横軸バルブ水車発電機を流路内に垂直に配置した、世界で初となる立軸バルブ水車発電機を適用し、建屋面積の縮小化による建設費の大幅低減と、軸受外被直接冷却方式などの新技術採用による保守の簡素化を図った。また、立軸バルブ水車発電機は、立地点の地勢的な制約を受けにくいという特徴があり、既設ダム直下などのスペースの確保が困難な地点にも適用可能である。

立軸バルブ水車発電機が、今後の水力開発に大きく貢献することを期待する。

図 10 バルブ水車発電機の全容



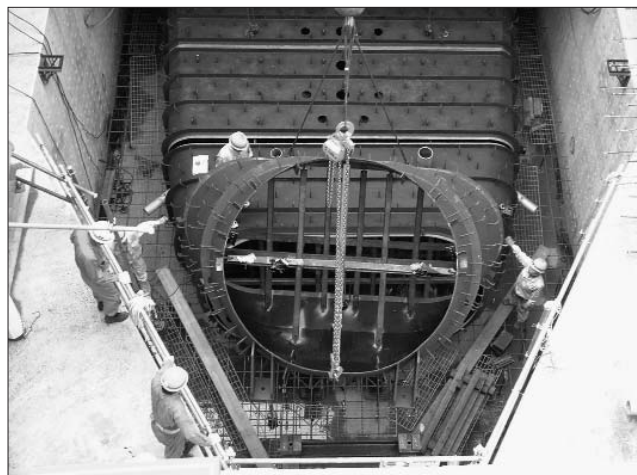
## ② 岡山県企業局苫田発電所 4.8 MW 立軸フランシス水車の現地据付け開始

岡山県企業局苫田発電所向け 1 台 × 4.8 MW 立軸フランシス水車、1 台 × 4.9 MVA 立軸三相同期発電機および電気設備の現地据付け工事が開始された。

本発電所は、岡山県吉井川に国土交通省が建設している苫田ダム（高さ 74 m、治水、利水の両面を担う多目的ダム）の利水放流管から分岐した水圧管路に最大 17 m<sup>3</sup>/s を導水し、有効落差 33.1 m を利用して最大出力 4.6 MW の発電を行う。また、発電に使用した水は放水路を経てダム減勢工内に放水するダム式発電所である。

現地工事は、2002 年 9 月に吸出し管据付け工事を完了した。2003 年に水車本体据付け工事、2004 年に発電機および電気設備の据付け工事を予定しており、2005 年 3 月の運転開始に向けて鋭意機器設計・製作を推進している。

図 11 吸出し管つり込み・据付け



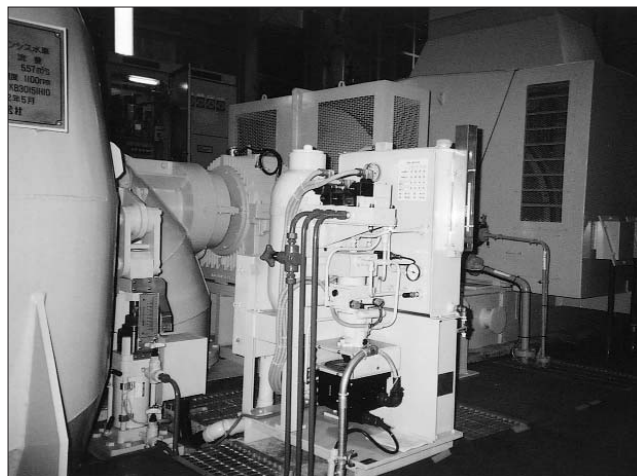
## ③ 九州電力(株)右田発電所の改修工事（ハイブリッドサーボシステムの運用開始）

九州電力(株)右田発電所において調速機を更新し、2002 年 3 月に運用開始された。今回、調速機に世界初のハイブリッドサーボシステムを適用した。

ハイブリッドサーボとは電動サーボモータで油圧シリンダを制御するシステムである。従来の油圧式調速機に比べ、油圧装置が大幅に削減されるのでコンパクトかつ簡素となる。また、電動サーボ式調速機と異なり、シリンダ部にベアリングがないので長寿命かつ保守が容易である。なお、本システムは工場にて実機 25 年相当の加速耐久試験を実施し、信頼性の高さを検証し実用化した。

また、デジタルガバナは富士電機の最新式汎用プログラマブルコントローラである「MICREX-SX」を採用している。

図 12 ハイブリッドサーボ



## 水 力

## ④ 北海道電力(株)下新冠発電所の改修工事(ランナ空ボス化)

北海道電力(株)室蘭支店静内電力所管内の発電所は、国有林内にあり環境問題の発生(河川への油流出など)防止の観点から、下新冠発電所の水車ランナの水ボス化・空ボス化(既設は油ボス式ランナ)を富士電機として提案推奨してきた。今回、新冠川流域発電所の改修工事が行われ、富士電機の推奨案である「水車ランナの空ボス化」が採用された。「水車ランナの空ボス化」に伴い、ランナベーンパッキンの構造は、富士電機標準の「リップ式ゴムパッキン」を採用していた。今回は新技術として「米国チェスターソン製パッキン」を採用した。ランナベーンの操作は油圧サーボで行うことから、空ボス内への混油に伴う河川への油流出、ボス外からの混水による機器への不具合防止を図るべく、新構造への改造・改修を無事終了した。

図 13 空ボス化ランナ

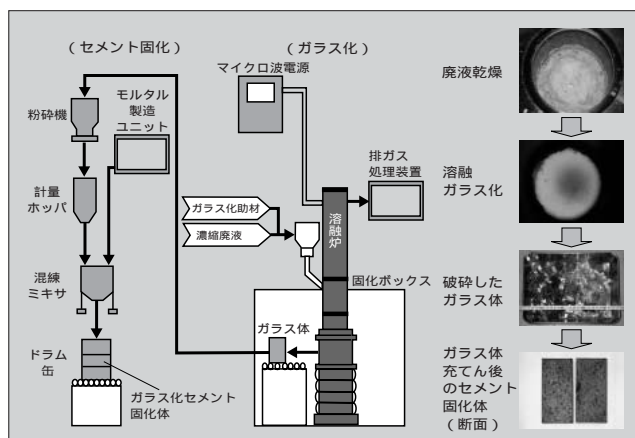


## 原子力

## ① マイクロ波による放射性濃縮廃液のガラス化セメント固化技術

富士電機は、原子力発電所から排出される「低レベル放射性ほう酸濃縮廃液」を従来の 30 ~ 40 倍の濃度でセメントと混合固化できる技術開発を行った。従来、ほう酸濃縮廃液は、直接セメントと混合固化し、固体状の廃棄物として埋設処分されるが、廃液の主成分であるほう酸がセメントに対して 0.5 % 程度しか投入できず(当社実験値)、固化後の減容性が低いことを指摘されていた。そこで、マイクロ波により、ほう酸濃縮廃液をガラス化助材とともに乾燥・溶融し、いったんガラス化することで、16 ~ 20 % のほう酸をセメントと混合固化でき、高減容処理可能なシステムとすることが可能となった。高減容化により廃棄量が削減でき処分コスト上のメリットも高いため、今後、他の放射性廃棄物への適用拡大を進めていく。

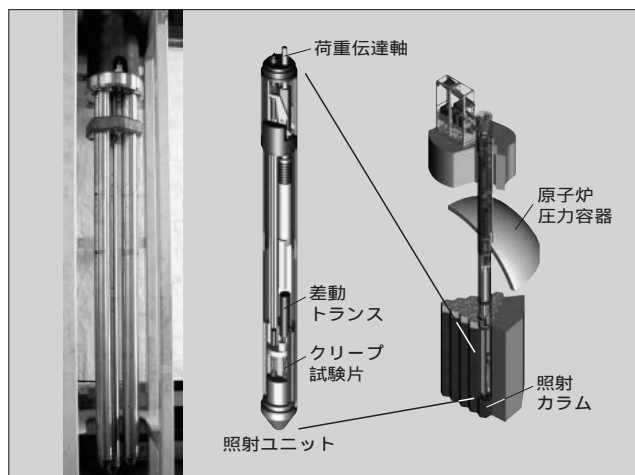
図 14 システム構成およびガラス体を詰めたセメント固化体



## ② 新型炉技術

日本初の高温ガス炉である高温工学試験研究炉(HTT R)の初めての照射設備として高温照射下クリープ試験装置(正式名称: - 型材料照射試験用設備)を納入した。この装置は日本原子力発電(株)と日本原子力研究所の共同研究計画の一環として、高速炉構造用ステンレス鋼(316FR)の高温環境下での照射下クリープ試験を行うために開発したもので、HTTRの広い照射スペースを活用してJIS標準試験片を使用し、クリープ試験期間中は試験温度と引張荷重のほかに中性子束と試験片伸びも確認できる。一方、2002年度から3か年計画で、実用小型高温ガス炉ガスタービン発電プラントの自社開発に着手した。このプラント開発は、高い固有の安全性を活用したプラントの簡素化により、将来型大型軽水炉並みの経済性の達成を目標としている。

図 15 高温照射下クリープ試験装置

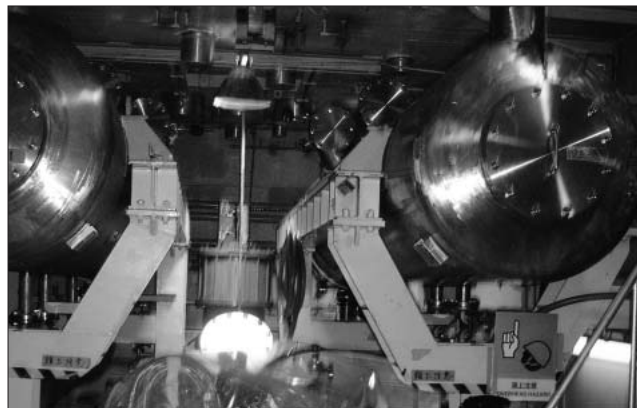


## 原子力

## ③ 廃止措置工事および解体・廃棄物管理技術

海外と同様、わが国においても、役割を終えた原子力発電所や研究所原子炉などが放射能の減衰のための一定の冷却期間を置いて解体される時代に入った。富士電機はこれまで、日本原子力発電(株)の東海発電所などを主な対象に原子炉などを安全に解体するための技術として、遠隔解体装置などを重点に技術開発を推進してきた。このたび日本原子力研究所の JRR-2 (濃縮ウラン重水減速冷却タンク型研究用原子炉、熱出力 10 MW) 原子炉冷却系統施設の撤去工事を受注し、解体工事を安全に推進している。引き続き、廃止措置に関連する技術を開発中であり、特に、解体対象物を放射性物質として取り扱う必要があるか否かを判定するクリアランスレベル測定や解体廃棄物のトレーサビリティ管理システムの開発に力を注いでいる。

図 16 解体工事が進む日本原子力研究所 JRR-2 原子炉冷却系機器(主熱交換器)



## 放射線

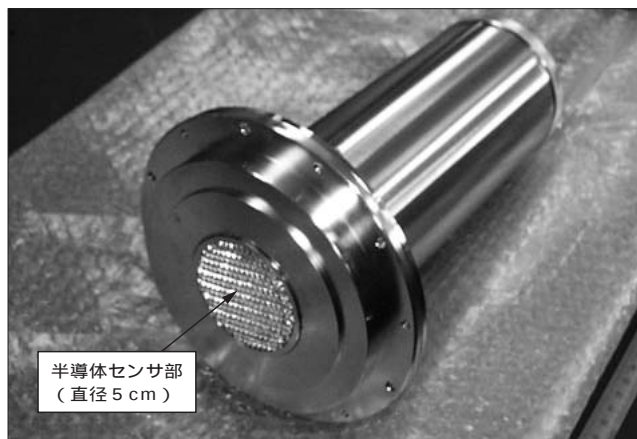
## ① 高分解能α線ダストモニタ

原子力施設内の作業環境中放射性塵埃(じんあい)濃度を、高感度で連続監視できる高分解能α線ダストモニタを開発し、納入を開始した。

高分解能α線ダストモニタは、α線検出面直径 5 cm の半導体センサの前面にコリメータを設置した検出器と、表面捕集型ダストフィルタを組み合わせ、監視対象核種のα線を高分解能でエネルギー弁別することで、測定上妨害となる自然放射性核種(ラドンなど)からの影響を従来の約 1/20 に低減したものである。

ダストモニタの測定値が上昇した場合、従来はそのつど自然放射性核種の影響かどうかを調査、判断するために多大な労力を要していたが、高分解能α線ダストモニタでは、これらの作業が一切不要となることが期待できる。

図 17 高分解能α線ダストモニタ検出器



## ② 関西電力(株)大飯発電所向け新野外モニタ

原子力発電所の周辺に設置し、環境γ線の線量率を連続的に測定、監視する新野外モニタリングシステムを納入した。本モニタの特徴は次のとおりである。

デジタル化と小型高密度実装技術により、基本構成を検出部と計測部の二つにまとめ、大幅な省スペース化と高信頼性を実現した。エネルギー補償方式を、スペクトル荷重計算方式にすることで、計数精度を落とすことなく線量率に換算するとともに、γ線エネルギー情報から放射性同位元素の同定ができるようにした。アナログ回路部の設定電圧などの監視を常時行い、長期的変動傾向のデータを収集することにより、機器の予防保全に活用できる。

図 18 新野外モニタ局舎



## 電力変電

## ① 電源開発(株)奥只見・大鳥発電所向け 300 kV ガス絶縁開閉装置

富士電機では、新型 300 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) を、1998 年から納入している。今回、電源開発(株)の奥只見および大鳥発電所の発電機増設に伴う開閉設備として、300 kV GIS を製作し、第 1 期工事分を除いて製作・据付けを完了した。

発電所は国定公園内に建設されており、輸送条件や据付け場所の制約など厳しい環境であったが、低床トラックによる全装輸送 (輸送高さ 3.7m 以下) およびクレーンによる一括搬入を可能とし、現地工程の短縮にも貢献した。主な仕様は次のとおりである。

○奥只見発電所向け：300 kV，1,200 A，31.5 kA，3 回線

○大鳥発電所向け：300 kV，2,000 A，31.5 kA，4 回線

なお、第 1 期工事分は、2003 年 6 月から運転予定である。

図 19 大鳥発電所納入 300 kV GIS (SDA530)



## ② 米国向け高電圧・大容量変圧器

2001 年から 2002 年の間に 39 台の昇圧用大容量変圧器および超々高圧変圧器を北米向けに納入した。延べにして約 13GVA であり、過去最大の製作容量を記録した。写真に紹介するスプリットタイプの発電所用変圧器は、二つの発電機から同時に電源を受けて、一つにまとめて出力させる機能があり、1 台で 2 台分の変圧器に相当する能力を持つ。したがって、高いレベルの信頼性が要求されるが、最新の電磁界解析技術により最適な漏れ磁束対策と絶縁対策を行い顧客の要求仕様に応えている。

(1) 定格容量 216/288/360 MVA，定格電圧  $2 \times 18/520$  kV

(2) 絶縁レベル (LIWL) 150 kV/1,425 kV

(3) 電圧調整範囲 546 kV ~ 520 kV ~ 494 kV 4 タップ

(4) 冷却方式：油入自冷/油入風冷

図 20 現地据付け中のスプリットタイプ発電所用昇圧変圧器

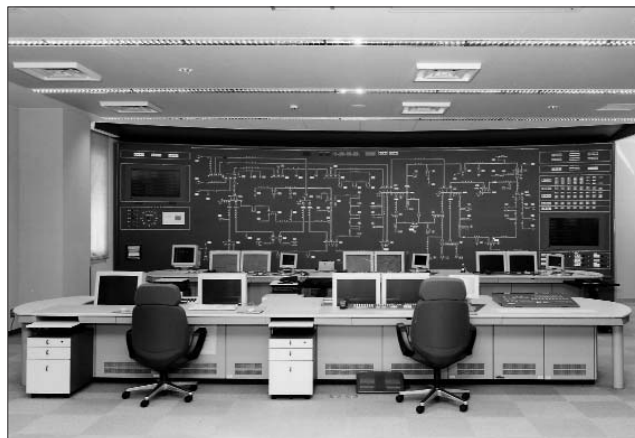


## 系統保護制御

## ① 北海道電力(株)釧路系統制御所帯広管轄電気所の取込み

北海道電力(株)では、道東地区の電力系統の監視制御を十勝(帯広)地区は帯広集中制御所、釧路・根室地区は釧路系統制御所で行っているが、運用の効率化と高度化を目的に、釧路系統制御所 (1999 年 12 月運用開始) にすべての監視制御機能を統合し、合わせて電圧制御機能などの高度化を実施する計画である。各電力会社ではシステムの統廃合の動きが活発であるが、北海道電力(株)ではこの統合により、釧路系統制御所の取込み電気所数は従来の約 2 倍にもなる。これ程の大規模な統合を運用中のシステムに実施した例はなく、システムの性能面、運用への影響を十分に配慮し対策を実施する必要がある。工場では模擬システムの構築・検証を行い、現在、順調に現地作業を推進中である。2003 年 5 月に本運用に入る予定である。

図 21 釧路系統制御所の制御室



## 系統保護制御

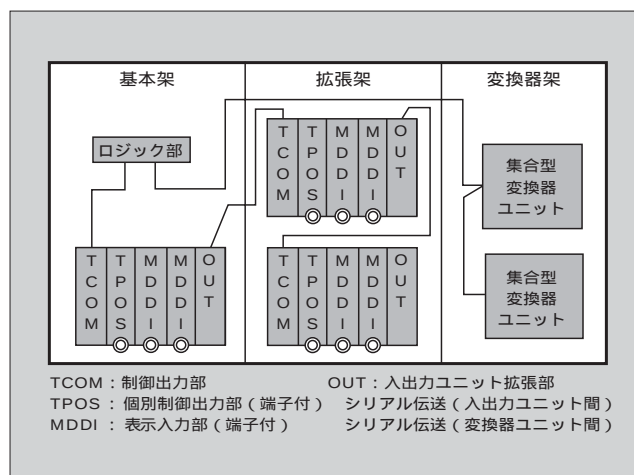
## ② 東北電力(株)超高压変電所向け一体型テレコン

富士電機では、超高压変電所用 ITC の設置工事における所用面数・現地工事作業量の削減を目的に東北電力(株)向けに一体型テレコンを開発し、1号機を納入した。

主な特徴は、従来別盤であった ITC ロジック部と ITC 端子部を同一盤内に実装可能とし、下記を採用することにより所用面数を従来 ITC 装置の約 1/2 に削減した。

- (1) 制御出力部と表示入力部を同一ユニット内に実装する方式を採用することにより、実装効率を向上
- (2) ロジック部と入出力ユニット間にシリアル伝送を採用することにより、ユニット・ケーブルを大幅に削減
- (3) アナログ入力部と集成型変換器ユニット間にシリアル伝送を採用することにより、ケーブルを削減

図 22 システム構成



## ③ 中部電力(株)矢作川電力センター指令情報システム

本システムは、中部電力(株)矢作川電力センター管轄の発電所の監視・制御を行うものである。

これまで、中部電力(株)各電力センター向け指令情報システムを13セット納入してきたが、すでに10年以上経過しているため、今回はシステム構成装置を最新のものに換え、基本機能を満足するとともに運用者の要望に沿った次の機能・構成を実現し好評を得ている。

- (1) 運用画面メモ書き機能のマルチウィンドウ化
- (2) 発電機運転リマインドアラーム機能
- (3) メンテナンス機能の効率化
  - 画面対話作成機能の強化（操作性向上、複写機能追加）
  - 設備データ反映機能の効率化
- (4) 顧客の保守性を考慮したハードウェア構成の構築

図 23 矢作川電力センター STC 室



## ④ デジタル形消弧リアクトル保護継電装置

東京電力(株)北熊谷変電所にデジタル形消弧リアクトル保護継電装置を開発・納入した。装置は消弧リアクトル保護機能、一線地絡故障消弧のための中性点抵抗（NR）制御機能に加え、接地変圧器保護機能を統合した構成とし、従来形装置に比較して次の特徴を有する。

- (1) 装置容積は従来電磁形装置比で 1/2 に縮小化
- (2) ブスタイトリップ時の予備 NR 自動投入など自動制御機能を拡充
- (3) 送電線再閉路時間との協調を見直し他回線故障時の消弧起動を優先する方式に変更

本装置は 2002 年 5 月から実運用に入り、雷などの影響により発生した送電線一線地絡故障に対する消弧動作責務を果たし、順調に稼働している。

図 24 消弧リアクトル保護継電装置



## 配電

## ① エネルギー診断ツール「EcoDOCTOR」

●関連論文：富士時報 2002.11 p.640-644

関西電力(株)との共同研究で、各種エネルギー計測から解析までの一連の業務を支援するモバイル多機能エネルギー診断ツール「EcoDOCTOR」(エコドクター)を開発した。本ツールは各種センサ経由でエネルギーデータを計測する子局と、その計測データを収集・保存する親局パソコンで構成され、伝送方式にSS(Spread Spectrum)無線ネットワークを採用している。特徴は次のとおりである。

- (1) 電力から温度、圧力、流量などの多種多様なエネルギーデータの計測が可能
- (2) サンプル周期は1秒から5分まで任意に設定可能
- (3) 収集データの挙動特性に基づいた近似値曲線描画が可能
- (4) オプションの画像処理機能により、従来目視確認で指示値を読み取っていたアナログ計器の自動読取りを実現

図 25 エネルギー診断ツール「EcoDOCTOR」



## ② 多用途複合型計測端末「PowerSATELITE」

「PowerSATELITE」(パワーサテライト)は各種エネルギーの利用状況モニタリングを1種類で可能とした多用途複合型計測端末である。DC1～5V、4～20mAなどの信号が直接入力可能で、各種センサとの組合せにより多様な要素を廉価で計測できる。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 1台で6点の信号を入力でき、個別に項目を設定
- (2) パルス信号、接点信号も直接入力可能
- (3) 計測機能はパソコンからのダウンロードで設定
- (4) 収集したデータはCSVファイルとして保存されるので加工・解析はExcelで容易に作業可能
- (5) RS-485での通信以外にSS無線、LONWORKS(将来)との組合せもでき、計測箇所により最適な方式が選択可能
- (6) 電力の計測に際しては瞬時波形の記録を実現

図 26 多用途複合型計測端末「PowerSATELITE」



## ③ 電力需給用複合計器(時間帯別・通信機能付)

東京電力(株)との共同研究で、低圧需要家向けの各種料金メニューに迅速に対応できる電力需給用複合計器(時間帯別・通信機能付)を開発し、2002年10月に量産を開始した。開発した計器は、ホールセンサ内蔵デジタル乗算LSIを採用しCT(電流トランス)レス化したほか、表示方法を見直して液晶の小型化を実現するとともに従来個別の計器で行っていた全日計量、時間帯別計量、季特別計量を同一のハードウェアで行えるようにしたことで、少品種大量生産が可能となり、部品調達・組立・検査にわたり工程の効率化も行いコストダウンを図った。

<仕様>

相線式 : 単相2線式、単相3線式、三相3線式

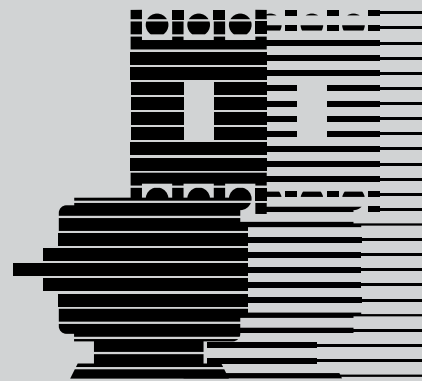
電流定格 : 30A、120A、5A

図 27 電力需給用複合計器(時間帯別・通信機能付)



# システムコンポーネント

プログラマブルコントローラ  
電源装置  
器具  
回転機・可変速機器



## 展 望

2002年の国内市場はデフレ基調の景気低迷で低調に推移した。一方、海外市場は東アジアを中心に比較的好調で国内の低迷をカバーした形となり、海外市場の重要性はますます高まってきた。富士電機では海外市場の重要性を認識し、早くからグローバルな視点での商品開発を行っているが、さらなるグローバル化への対応として、国際規格対応、オープン化対応、リモートメンテナンス対応、システム化対応した機種種の拡充を強力に進め以下に述べる多くの成果を上げた。

IEC61131 (JIS B 3501 ~ 3) に準拠したプログラマブルコントローラとして国内で初めて発売した「MICREX-SX」の機種拡充として、パソコンのブラウザで制御対象をリモート操作・監視できる Web モジュールを開発した。また、IEC に完全準拠したプログラム支援ツール(ローダ)「D300win」の大幅な改良を実施し、IEC61131-3 のプログラミング言語をさらに扱いやすくした。

MICREX-SX の最下位機種として小型ブロックタイプの「SPB シリーズ」を開発した。国際規格に標準対応し、位置決め制御など多彩な機能をコンパクトに凝縮した。

プログラマブル操作表示器 (POD) にも生産現場でのよりリアルな情報の表示、情報処理、情報の共有化が求められていて、これらのニーズに対応するため、「UG30 シリーズ」を開発した。パソコン並みのフルカラー表示、ビデオ、AV 機能の充実、リモートメンテナンス、電子メール配信機能の装備などの特徴がある。

電源装置でもグローバル対応を推進した。コンデンサバックアップ方式の瞬時電圧低下保護装置「DipHunter」を開発した。コンデンサの採用により 8 年間のメンテナンスフリーを実現、小型軽量、UL1778 認定取得、CE マーキングにも対応した国際商品である。また、サーバ向けラックマウント UPS として 1U サイズの小型、軽量タイプを製品化した。オプションで Web 対応可能である。大容量 UPS では 6000D シリーズを製品化した。デジタル制御方式により部品点数を削減し、高信頼化を図っている。LAN 対応 (Web/SNMP カード) を標準装備し、リモートメンテナンス機能を向上させている。

配電盤、制御盤収納器具分野では、グローバル対応としてマニュアルモータスタータ (MMS) を開発した。MMS は配線用遮断器とサーマルリレーの機能をコンパクトに一体化したモータブレーカであり、電磁接触器と組み合わせてモータコンビネーションスタータとしても適用できる。世界の主要規格に対応し、IEC 基準の短絡保護協調も万全である。また、UL489 規格取得ブレーカ、漏電保護付きブレーカを開発するとともに主要国際規格に対応した機器取付け用小型漏電遮断器を開発した。操作表示器では、安全性の向上に対応した非常停止用コマンドスイッチを開発した。オープンな設備管理用ネットワークとして定着してきた LONWORKS 対応として、電力監視機器「F-MPC」の拡充と I/O ターミナルの拡充を行った。ビットレベルのオープンネットワーク AS-i 対応機器のバージョンアップを行った。接続点数を 2 倍に拡張し、さらにアナログ通信を可能にするとともに接続機器の品ぞろえを増やして適用範囲の拡大を図った。

電動機制御分野では、オープンネットワーク対応として高性能ベクトルインバータ「FRENIC5000VG7S シリーズ」に PROFIBUS-DP、DeviceNet など 6 種類のネットワーク対応を行った。またマシナールームレスエレベータ用インバータとして超薄型の「FRENIC5000VG7F シリーズ」を開発した。さらに、3.7 kW 以下のコンパクト型インバータとして簡易ベクトル制御を採用した「FRENIC-Mini シリーズ」を開発した。AC サーボシステムでは、「FALDIC- $\alpha$  シリーズ」の中容量シリーズの系列化と「FALDIC- $\beta$  シリーズ」の機種拡充を行った。電動機分野では、立体駐車場昇降用ギヤードモータと業務用大型パッケージエアコンの室外ユニットファン用 DC ブラシレスモータを開発した。

今後さらにグローバル化が進み、多様な市場ニーズにフレキシブルに対応するシステムコンポーネントが求められるであろう。富士電機では顧客各位との密接な交流によりニーズに合った世界のトップ水準をいくシステム、コンポーネントを開発・提供していく所存である。

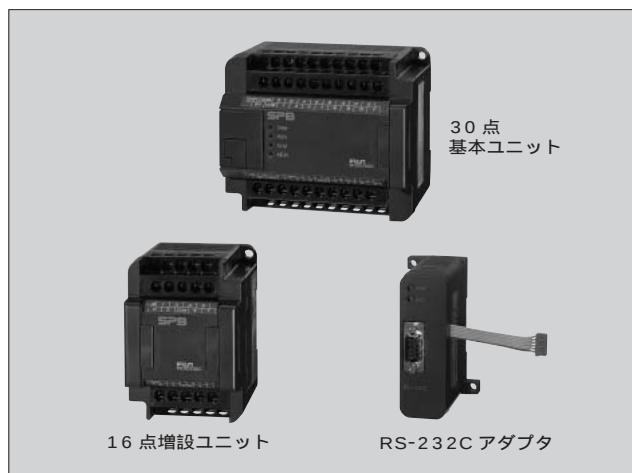
## プログラマブルコントローラ

### ① 小型プログラマブルコントローラ「SPB シリーズ」

SPB シリーズは、「MICREX-SX シリーズ」の最下位機種に位置づけられ、コンパクトボディに多彩な機能を凝縮した小型ブロックタイプのプログラマブルコントローラ（PLC）である。

- (1) 基本ユニットは入出力点数 20/30/40/60 点をラインアップ、増設ユニット 16/32 点の接続により最大 124 点まで構成可能
- (2) 入力は計数速度 1 相最大 100 kHz の高速カウンタ、パルスキャッチ、割り込み機能を内蔵
- (3) 出力はトランジスタ出力 + パルス出力命令により、サーボモータやステッピングモータを用いた位置決め制御が可能
- (4) セルフアップ端子台 & フィンガープロテクション構造
- (5) 国際規格標準対応（CE マーキング、UL/cUL）

図 1 小型 PLC SPB シリーズ

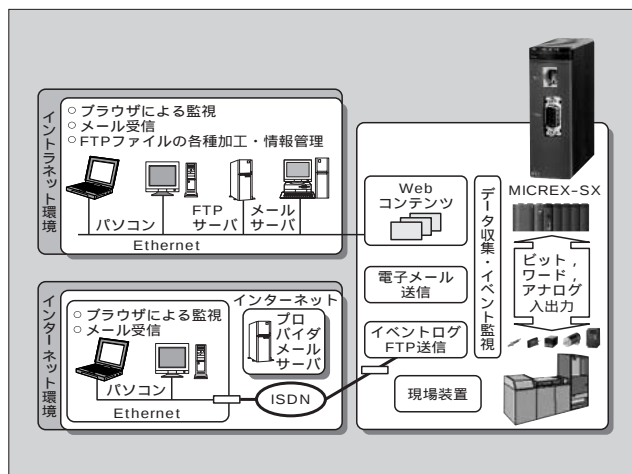


### ② 統合コントローラ「MICREX-SX」における Web モジュール

Web モジュールは、MICREX-SX のベースボード装着形モジュールで、イントラネットやインターネットを經由して遠隔地の機械設備のリモートメンテナンスを実現するものである。機能の概要は次のとおりである。

インターネットやイントラネットに接続する Web サーバ機能。あらかじめ設定したイベントにより所定のあて先へ電子メールを送信する電子メール送信機能。あらかじめ設定したイベントにより CPU 内データを外部 FTP サーバに保存する FTP 機能。ユーザー名とパスワードから使用者や設定操作を制限する機能。パソコンから PLC のリモート操作を行うリモートロード機能。ユーザーが作成したコンテンツでのブラウザ監視を行うためのユーザーコンテンツ作成およびダウンロード機能。

図 2 Web モジュール（NP1L-WE1）

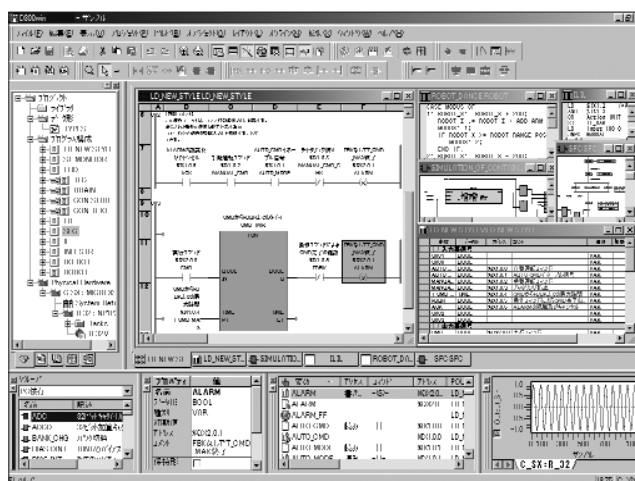


### ③ 統合コントローラ「MICREX-SX」支援ツール「D300win Ver.3」

国際規格 IEC61131-3（JIS B 3503）に準拠し、複雑・大規模化が進むプログラマブルコントローラの制御プログラム開発を効率的に支援する D300win の大幅な改良を実施した。

- (1) LD/FBD エディタに変数名、AT 指定アドレス、変数コメントの同時表示機能、絵によるコメント機能を追加し、変数ワークシートの表形式化、操作改良により IEC 61131 のプログラミング言語をさらに扱いやすくした。
- (2) クロスリファレンス機能への未使用変数検出、変数宣言部検出、初期値表示機能の追加と、故障診断の改良により、プログラムや故障箇所解析効率の向上を実現した。
- (3) オフラインでのプロジェクト同士の照合機能、プロジェクト内の各要素へのセキュリティ機能を加え、ソース（プロジェクト）管理への負担軽減、省力化を実現した。

図 3 D300win Ver.3 の全体画面



## 電源装置

## ① 瞬時電圧低下保護装置「DipHunter」

●関連論文：富士時報 2002.8 p.481-484

市場の高い要求であるメンテナンスフリーに対し、約3年ごとにバッテリー交換が必要なミニUPSでは、この要求に十分に 대응することができなかった。このような背景を受けて、瞬時電圧低下（瞬低）の保護にターゲットを絞り、バッテリーの代わりにコンデンサを採用することで、メンテナンスフリー化した瞬低保護装置を製品化した。

特徴は次のとおりである。

- (1) コンデンサの採用で、8年間メンテナンスフリー（周囲 25℃、負荷率 80% にて）を実現
- (2) SEMI F47 規格および推奨値をクリア
- (3) 小型・軽量、縦置き・横置き自在で、機器への組み込みも容易
- (4) UL1778 認定取得、CE マーキングにも適合

図4 瞬時電圧低下保護装置 DipHunter



## ② 厚さ 1U サーバ向けラックマウント UPS

●関連論文：富士時報 2002.8 p.481-484

省スペース、厚さ 1U（42mm）と薄型ながら、700VA の正弦波出力を実現したサーバ向けラックマウント UPS を製品化した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 小型・軽量  
製品寸法：H42 × W482 × D575（mm）  
質量：13.7 kg（本体のみ）
- (2) 高効率  
効率：96%以上、消費電力：20W 以下（満充電時）
- (3) 万が一の UPS 故障時にも出力を継続させるラッチリレー方式を採用
- (4) UPS 管理ソフトウェア（NetpowerView F）を標準添付
- (5) オプションにて Web/SNMP カードに対応可能

図5 700 VA サーバ向けラックマウント UPS



## ③ 新型大容量 UPS「6000D シリーズ」

従来の UPS600B シリーズの後継機種として、新型 UPS6000D シリーズを製品化した。容量系列は、100 kVA から 300 kVA の 5 機種である。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 新冷却方式の採用による小型、軽量化（当社従来比：約 20% 減）
- (2) 新型デジタル制御方式による部品点数の削減、高信頼度化。新並列方式の採用
- (3) LAN 対応インターフェース（Web/SNMP カード）標準装備によるモニタ、リモートメンテナンス機能の向上
- (4) バッテリーによる障害を防止する、月 1 回の自動バッテリーテスト機能の搭載
- (5) 定期交換部品の長寿命化

図6 新型大容量 UPS 6000D シリーズ



## 器 具

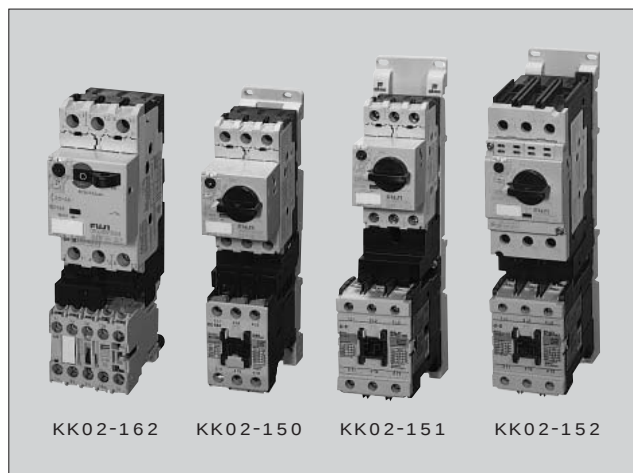
## ① モータコンビネーションスタータ

モータコンビネーションスタータは、マニュアルモータスタータ（MMS）、電磁接触器 SC-M、SC-E シリーズ、ベースプレートと接続モジュールで構成され、それらを組み合わせ一体化した製品である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) IEC 規格の短絡保護協調のタイプ 2 が可能
- (2) 構成部材をモジュール化したことにより盤の小型化が可能
- (3) 省配線化部材により配線工数および取付け時間の削減が可能

モータコンビネーションスタータは、1 台で短絡保護、過負荷保護、欠相保護が可能なので電動機の制御・保護に最適である。

図 7 モータコンビネーションスタータ



## ② 新型非常停止用コマンドスイッチ「AM22 シリーズ」

安全性の向上に対するより強いニーズに応えるため、新型非常停止用コマンドスイッチ（AM22 シリーズ）を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 接点強制開離機構およびトリガアクション機構の採用により、不安定な動作をさせず確実に接点を開放動作させる。
- (2) いかなる誤操作に対しても接点のロックをキープさせるために、ねん回操作に合わせ引き操作を行わない限りロック解除できない安全解除機構「ターンブル解除」（業界初の安全設計）を採用している。

さらに、従来からの「ターン解除品」をはじめ大型・中型ボタン形状のタイプおよび照光・非照光タイプなどの組合せをラインアップしている。

図 8 新型非常停止用コマンドスイッチ AM22 シリーズ



## ③ 小型漏電遮断器「EC2A2 形」

複写機を主とした産業機器の漏電保護を目的とした小型漏電遮断器「EC2A2 形」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 国際主要規格（IEC、VDE、UL、CSA、電気用品安全法）を取得
- (2) 高耐雷サージ不動作性能 4 kV（IEC61000-4-5 ノーマル・コモンモード）
- (3) 定格電圧 AC100 ~ 240 V、定格感度電流 10 mA、定格電流 10、15、20 A、定格遮断電流 1 kA
- (4) 安全性・保守性の向上

電子部品のアブノーマル故障時、外部発火しにくいケーシング構造。電源側、負荷側の逆取付け防止構造。

機器取付け後の露出部（パネルカット面）は UL94-5 V 相当の難燃性を確保。

図 9 新型事務機器用漏電遮断器 EC2A2 形



## 器 具

## ④ UL489 規格取得ブレーカシリーズ

半導体製造装置，工作機械制御装置など世界市場に展開される装置の電源および負荷保護用として，海外規格に対応したコンパクトサイズでワールドワイドなブレーカおよび漏電保護付ブレーカを開発した。

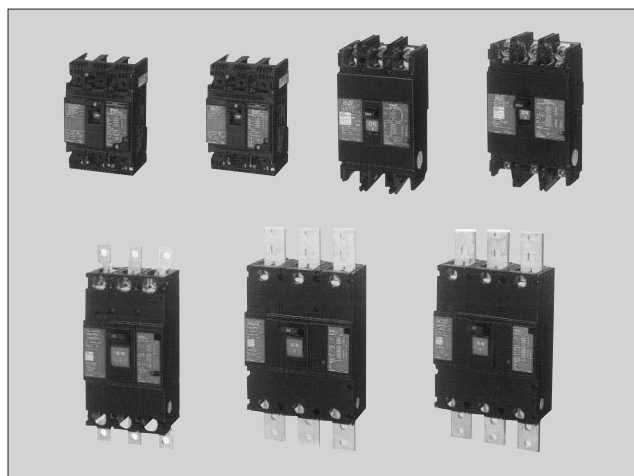
主な特徴は次のとおりである。

UL/CSA (cUL) 規格，IEC 規格，CE マークを同時に表示したグローバル製品，国内向け標準品と同一外形のコンパクトサイズ，UL 認定のV形外部操作ハンドルも準備している。

また，主な仕様は次のとおりである。

フレームサイズ：50AF～800AFの7フレーム，  
UL489「主回路配線用」240V，480Y/277V，480V 適用，  
IEC947-2 (CE マーク) TÜV 認証取得。

図 10 UL489 規格取得ブレーカシリーズ



## ⑤ 設備系ネットワーク「LONWORKS」機器の機種拡充

施設管理コストの低減を狙いとした分散制御型ネットワークを実現する LONWORKS 機器は，ビル・工場・交通分野で着実にその応用が広がりつつある。

この要求に応えるため，より経済的な LONWORKS 機器の機種拡充を行った。

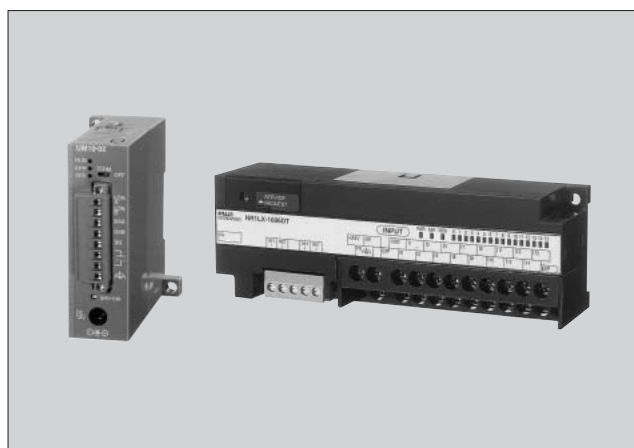
## (1) F-MPC 用データ蓄積ユニット

電力監視機器 F-MPC を 1～30 台まで接続可能とし，分散した分電盤の電力監視システムの経済的な構成が実現できる。また，データ蓄積機能が充実し，1 時間ごとの電力量を最大 40 日分蓄積可能である。

## (2) I/O ターミナル

3 形式のラインアップ，DI 9 点/DO 2 点，DI 16 点，DO (リレー) 8 点を行い，各種用途に柔軟に対応可能である。

図 11 F-MPC 用データ蓄積ユニット (左) と I/O ターミナル (右)



## ⑥ デジタル形多機能リレー「F-MPC50」

高圧受配電設備の保護・計測・監視・伝送機能をコンパクトなユニットにまとめたデジタル形多機能リレー F-MPC50 を開発した。

F-MPC50 はすでに発売済みの F-MPC60 の操作性・品質を踏襲しつつ低コスト化を図った製品である。主な特徴は次のとおりである。

小型・軽量，アナログ，トリップ出力回路の二重化による部品故障時の誤遮断防止，RS-485 伝送によるネットワーク化対応。

さらに，従来定期点検でしか発見されなかった故障も，CPU 周辺，アナログ回路の常時監視，24 時間ごとのトリップ出力回路の自動点検による早期発見が可能である。また，特性値もデジタル演算 (ソフトウェア処理) で経年変化がないのでユーザーの定期点検の延長が図られる。

図 12 デジタル形多機能リレー F-MPC50



## 器 具

## ⑦ AS-i ネットワーク機器のバージョンアップ

小規模分散システムに数多く適用されている AS-i 省配線ネットワークのバージョンアップを行った。接続点数を約 2 倍かつアナログ通信を可能としたことで適用範囲を拡大した。特徴は次のとおりである。

接続スレーブ数 62 個（旧は 31 個） 入力点数：最大 248 点，出力点数：最大 186 点，アナログスレーブの分解能は 12 ビット：電流（4 ～ 20 mA），電圧（0 ～ 10 V），Pt100 の各種をそろえている。

アナログ通信を可能としたことで FA 分野においては中小規模工作機械などの原点検出用などにも適用可能となり，また温度検出や圧力検出の用途にも対応できるのでプロセスオートメーション分野やビルオートメーション分野での適用も可能となった。

図 13 AS-i ネットワーク機器

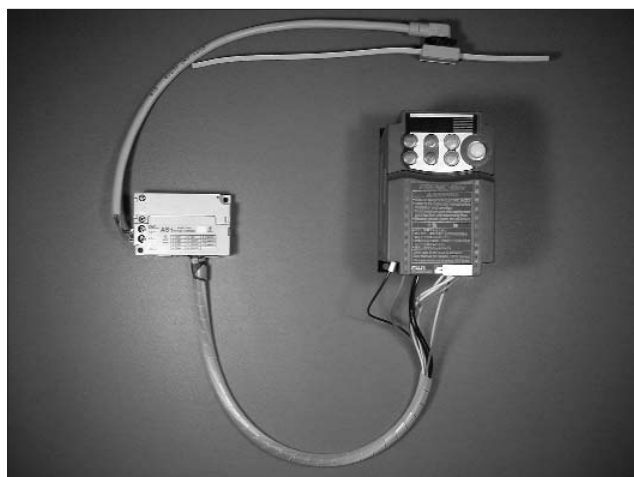


## ⑧ AS-i ネットワーク機器のインバータ対応スレーブ

搬送機械系への AS-i 適用のためインバータ，電磁開閉器との接続に適したスレーブを開発した。主な特徴は次のとおりである。 4 入力/4 出力の入出力点数の多い機器（インバータ，電磁開閉器など）に対応できる。 入出力ケーブル直接引出しで棒端子付きのため相手側機器の端子台にそのままねじ接続できる。 出力用外部補助電源（DC24 V）はインバータの内部電源を使用することで省略できる。 電磁開閉器接続用に同一外形で AS-i 電源から出力用電源（DC24 V）を供給できる。

インバータなどを最適な位置に分散設置した後 AS-i ケーブル幹線と容易に接続できるため，動力線の省配線化および据付け工数の短縮化に寄与できる。集配センターなどのコンベヤ設備への適用が期待される。

図 14 インバータ対応スレーブ



## ⑨ AS-i ネットワーク機器の通信端末内蔵コマンドボックス

搬送機械系のコマンドボックス配線は，電線本数が多くかつ制御盤までの引き回しに多くの時間を費やしていた。本 AS-i 内蔵コマンドボックスは，AS-i ケーブルにワンタッチで接続ができる。また，コンベヤの最適位置に自在に取り付けられることもできる。主な特徴は次のとおりである。

取付け個数は 1 個用から 4 個用をそろえ，非常停止スイッチ，ブザー，照明押しボタン，押しボタン，セレクトスイッチなどの自在な組合せが可能である。 ブザー，表示灯などの電力供給は，AS-i ラインから直接供給するタイプと，外部 DC24 V 電源から供給するタイプをそろえている。

今後，集配センターなどの一般搬送設備への適用が期待される。

図 15 通信端末内蔵コマンドボックス



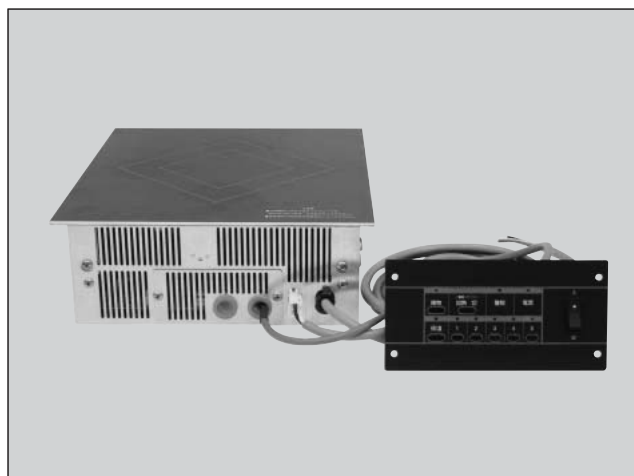
## 回転機・可変速機器

## ① 新型業務用 2.5 kW 加熱インバータ

業務厨房（ちゅうぼう）や大量調理施設では、業務環境や衛生管理の面で HACCP（危害分析重要管理点方式）の概念（厨房室および食材保管の温度や湿度の管理を各工程ごとに管理する手法）を取り入れる傾向が強くなっており、理想的な環境を容易に構築する手段として加熱インバータの応用が注目されている。このような要望に応えるべく、新型業務用 2.5 kW 加熱インバータをリニューアル商品として開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) オールデジタル制御
- (2) 各種保護機能（コイル断線など）、ファンクション機能の充実
- (3) 外部通信（RS-485）機能の装備
- (4) ユーザーインタフェース（高機能・簡易パネルなど）の充実

図 16 新型業務用 2.5 kW 加熱インバータ



## ② マシンルームレスエレベータ用インバータ「FRENIC5000VG7F シリーズ」

近年の中低速エレベータ市場では、省資源、省スペース化が実現できるマシンルームレスエレベータが普及している。それに伴い、戸袋や昇降路内に設置可能な薄型構造のインバータの要求が高まっている。

富士電機では、この要求に対し超薄型構造のインバータ FRENIC5000VG5F シリーズの製品化により応えてきた。今回、この後継機種としてフジテック(株)と共同で FRENIC5000VG7F シリーズを開発した。このインバータは、厚さ 90 mm の超薄型で、200 V 系列：5.5 ~ 11 kW、400 V 系列：5.5 ~ 15 kW をシリーズ化した。

また、同期電動機の調整として、電動機の突極性を利用した磁極位置自動調整機能を装備し、エレベータメーカーにおける調整の容易化を図った。

図 17 マシンルームレスエレベータ用インバータ



## ③ 新型高調波抑制 PWM コンバータ「RHC-C シリーズ」

汎用インバータ G11S/P11S、VG7S と組み合わせて使用する、高調波抑制・電源回生用 PWM コンバータのモデルチェンジ品、RHC-C シリーズを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 業界で初めて 31 機種、7.5 ~ 400 kW、200/400 V の系列をそろえ、容量飛びを解消
- (2) 多重化により、DC リンクを並列接続することで、400 kW を超える容量にも対応
- (3) 富士電機のリンク（T リンク、SX）、CC リンク、RS-485 通信により、さまざまな FA システムに対応
- (4) 標準で UL/cUL、CE マーキングに対応
- (5) G11S/P11S、VG7S と共通のパネルを採用。メンテナンス・モニタ機能の充実。3 か国語表示

図 18 PWM コンバータ RHC-C シリーズ



## 回転機・可変速機器

## ④ 高性能ベクトルインバータ「FRENIC5000VG7S」用フィールドバスオプション

産業機械の省配線，遠隔操作，メンテナンスなどシステム対応力の向上というニーズに応えるため，高性能ベクトルインバータ VG7S 用に順次開発を進めてきたフィールドバスオプションの対応をこのたび完了した。

VG7S の伝送機能の主な特徴は次のとおりである。

- (1) 富士電機の T リンク，SX バスに対応
- (2) 内蔵 RS-485，RS オプションにより 2 系統の 485 通信で POD とパソコンの同時接続が可能
- (3) PROFIBUS-DP，DeviceNet に対応
- (4) CC リンクに対応

このラインアップの結果，国内はもとより海外の FA システムへも柔軟に対応することが可能となった。

図 19 高性能ベクトルインバータ VG7S シリーズ

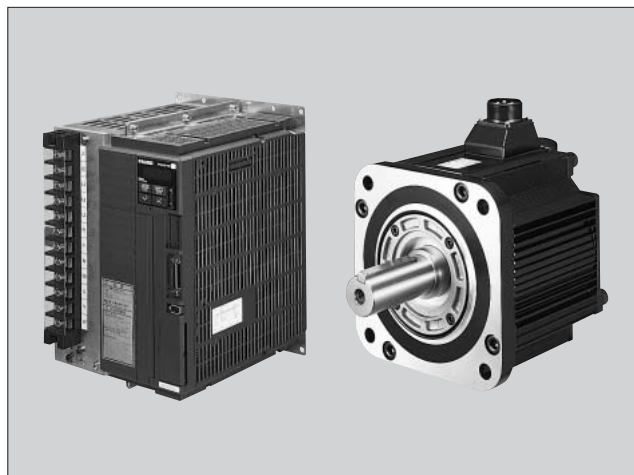


## ⑤ 高性能サーボシステム「中容量 FALDIC-αシリーズ」

高性能 AC サーボシステムとして FALDIC-α シリーズを発売し，好評をいただいているが，印刷機械，成形機械，大型搬送装置分野からのニーズに応えるため，新たに中容量シリーズを系列化した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 容量系列は，2.9 ～ 15 kW（ベース速度：1,500 r/min）
- (2) 負荷機械の振動を抑制する「制振制御」と「ノッチフィルタ」を標準装備
- (3) 16 ビットシリアルエンコーダ（INC）を標準装備
- (4) 「パルス列および速度制御サーボアンプ」と「直線位置決め機能内蔵サーボアンプ」を用意
- (5) パソコンロードソフトウェア（オプション）によりセットアップ時間を短縮
- (6) 「オートチューニング機能」を標準装備

図 20 中容量 FALDIC-α シリーズ



## ⑥ 高性能・多機能 AC サーボシステム「FALDIC-αシリーズ」の機種拡充

高性能・多機能 AC サーボシステム FALDIC-α シリーズのさらなる高性能化を狙い，制御性能を大幅に向上させた速度・位置制御タイプ（VVX タイプ）のサーボアンプを製品化した。VVX タイプの特徴は次のとおりである。

- (1) β シリーズで好評を得ている「制振制御」「ノッチフィルタ」などの機械系最適制御機能を標準搭載
- (2) インクリメンタルエンコーダ搭載モータに標準対応
- (3) 豊富な入力電源電圧，容量範囲

単相 100 V：50 ～ 375 W

単相 200 V：50 ～ 400 W

三相 200 V：50 W ～ 5 kW

図 21 VVX タイプのアンプと適用モータ（代表機種）



## 回転機・可変速機器

## ⑦ 超小型・高性能 AC サーボシステム「FALDIC-βシリーズ」の機種拡充

半導体製造装置および電子部品実装装置分野を主要用途として、超小型・高性能 AC サーボシステム FALDIC-β シリーズを製品化しているが、これらの用途では、入力電源電圧として、単相 100 V の要求が高まっている。そこで、β シリーズの単相 100 V 入力タイプの機種拡大を行い、50 ~ 375 W の 4 機種の製品拡充を完了した。機能・性能に関しては、単相・三相 200 V 入力タイプと同様に、業界最高レベルの応答と「制振制御」「ノッチフィルタ」に代表される機械系最適制御技術の標準搭載と超小型（薄型）の特徴とを合わせることで、装置全体の小型化、高性能化に寄与できる。

図 22 単相 100 V 入力タイプのアンプとモータ

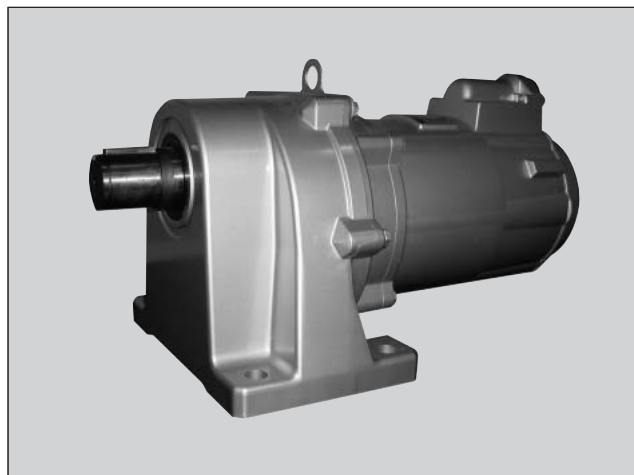


## ⑧ 新型立体駐車場昇降用ギヤードモータ「MGS6 型」

新型立体駐車場昇降用ギヤードモータ「MGS6 型」は、品質信頼性の向上と配線作業の省力化をコンセプトとして開発を行った。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 各部品の接合部に O リングを取り付けて防水構造とし、屋外装置に適した製品としている。
- (2) ブレーキ固定ボルトを特殊形状とすることで、顧客でのブレーキ部の分解を防止し、不測の事故を起こさないようにした。
- (3) 端子箱レス仕様でキャブタイヤケーブル引出し方式を採用することで防水性能の向上を図った。
- (4) 動力線ケーブル末端をコネクタ方式にすることにより、顧客での配線作業の合理化に貢献する。
- (5) ブレーキ電源装置に使用しているリレーを無接点方式にすることにより長寿命化と信頼性向上を実現した。

図 23 新型立体駐車場昇降用ギヤードモータ MGS6 型



## ⑨ パッケージエアコン用 DC ブラシレスモータ

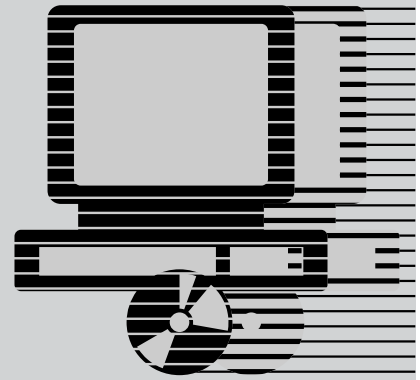
業務用大型パッケージエアコンの室外ユニットファンに使用される DC ブラシレスモータで、低騒音、低コギングトルク、高効率、軽量化、低コストをコンセプトとして開発を行った。今後、各社パッケージエアコン、GHP エアコン用など適用の拡大を進める。概略仕様は次のとおりである。

- (1) 定格出力 450 W 定格回転数 750 r/min 8 極  
回転数可変範囲 200 ~ 750 r/min  
制御回路入力電圧 三相 200 V 50/60 Hz
- (2) 耐塩害仕様モータも製作可能  
高出力 DC ブラシレスモータ用制御回路として汎用インバータをベースとした BDR-C11 も同時開発を行い、モータと制御回路のセットで供給可能

図 24 パッケージエアコン用 DC ブラシレスモータ



# 情報機器関連 コンポーネント



磁気ディスク媒体

感光体

## 展 望

IT 革命は大容量・高速サーバによる情報の集中管理から、個人の携帯端末に分散配信され、ストレージされるようになる。情報は通信ネット、メモリデバイスを介してネットワーク化され、各種の端末機器が情報を共有する時代が到来する。富士電機ではそれらのネットワークを構築する記憶デバイスとしての磁気記録媒体と、情報を表示・記録する画像デバイスとしての感光体の製品開発を行っている。

パソコン業界は IT 不況の中で業界再編が進行し、(株)日立製作所と IBM、昭和電工(株)と三菱化学(株)の提携による巨大メーカーが出現した。またパソコン用途とは異なる、HDD 標準搭載の AV 機器が本格的に立ち上がった。

一方で HDD の面記録密度は技術障壁が一段と高くなり、2002 年上半期に予定された 80 G バイト機の製品化は、年末までずれ込み、2003 年でようやくメインストリームに登場する。富士電機は 80 G バイト機の量産化・市場投入にあたって、以下の技術を確立し、製品化に適用した。

- (1) スクラッチの低減、低 GH を実現したテクスチャ技術  
エラーディフェクトの微細化に対応し、基板のうねり化とともにスラリー剤と加工条件の最適組合せを選定。0.2 マイクロインチの浮上特性と低エラーレートの両立を達成。
- (2) 3.5 インチ 1 枚あたり 80 G バイト容量の磁性膜技術

記録ビットの微小化に伴い、高周波での書込みやすさを前提にした高 SN 比と熱安定性を確保するために、磁性粒のサイズ低減と粒界分離を促進する下層と、熱安定性に優れる高 Ms/高 Ku 上層からなる 2 層構造とした。

- (3) 超薄膜 CVD 保護膜 + 潤滑剤技術

磁気スペーシング低減のために、CVD 保護膜は高エネルギープロセスの採用で、3 nm レベルの緻密(ちみつ)・高硬度膜を実現し、適正潤滑剤との組合せで高温高湿、発ガス環境などのストレス環境下での信頼性を向上。

また、2002 年は富士電機において、基礎技術の開発で大きな進展をみた。すなわち、次世代の高記録密度方式の最有力に挙げられる垂直磁気記録方式において、業界に大きなインパクトを示したことである。各種の媒体構成が提案される中で、富士電機のグラニューラ媒体は、各 HDD

メーカーおよびヘッドメーカーの評価を通してその優位性が確認されている。

近年、紙に替わる媒体として電子媒体が注目を集め、その伸長が期待されるが、紙・電子媒体の併用による情報処理が今後とも続くものと予想される。プリンタは大別して、個人向けのインクジェット方式、オフィス向けの電子写真方式に分類され、両方式はそれぞれ特徴を生かしながら成長していくものと考えられる。

電子写真方式プリンタは、カラー機の出荷台数は少ないが年率 30 % 程度の成長を示しており、今後急激に市場が拡大すると予想される。また、オンデマンド印刷機分野において、電子写真方式は、小ロット印刷、オンサイト印刷が可能であることから、今後の伸長が注目されている。

さらに、最近環境対策の観点から、部品の長寿命化、リサイクル化への取り組みがより一層強くなり、感光体ユニットの長寿命化、リサイクル化がさらに進むものと考えられる。

富士電機では、これらの市場要求に十分対応する感光体製品を提供し続けてきた。プリンタ分野では、新規有機材料の創出、独自の高精度アルミニウム素管加工技術により、カラー機対応感光体を製品化し、市場展開を進めている。

複写機分野では、中高速デジタル複合機向けに、高速応答性、高耐刷性、高階調性を実現した感光体を製品化し、市場拡大を図っている。また、オゾン発生が少なく、高解像度が期待される正帯電プロセス用有機感光体の製品系列拡大に注力し、特に高感度化による中速プリンタ、オンデマンドプリンタへの適用開発を進めている。

また、長年培った電子写真プロセス技術、感光体周辺技術を基に、ユニットの開発設計から生産までを行っている。さらに、周辺部材の設計および生産を推進するとともに、富士電機独自のカートリッジ開発にも取り組んでいる。

富士電機は、今後とも顧客・市場のニーズに対応するため材料開発、製品開発、生産技術の高度化を推進し世界で最も魅力ある製品開発を目標とし、グループの力を結集し高性能で信頼性が高く顧客満足の得られる製品を提供していく所存である。

## 磁気ディスク媒体

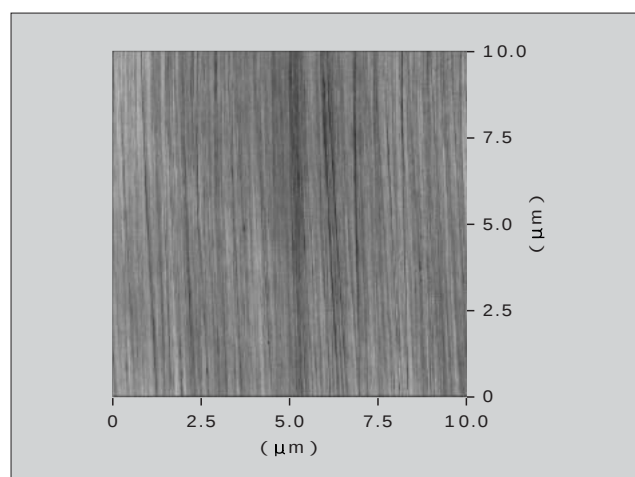
## ① スクラッチ低減，低 GH テクスチャ技術

●関連論文：富士時報 2002.3 p.151-155

テクスチャは磁気ディスク媒体に円周方向の磁気異方性を付与しつつ，相反特性となる低グライドハイト（GH）を実現しなくてはならない。さらに，進化する記録密度に適合するにはテクスチャ加工に伴うスクラッチを低減し，欠陥品質を改善していくことが不可欠である。80 G バイト磁気ディスク媒体世代においては特徴的に凸状に形成されるスクラッチを皆無とすることが求められた。

このニーズに対応するためテクスチャのプロセスを根本的に見直し，低  $R_a$ ・高加工密度・低スクラッチを実現した。磁気異方性を維持しながら，ヘッド浮上の下限保証品質を示す GH ベースラインを 4 nm 以下に低減し，スクラッチ品質は記録欠陥として検出される限界以下に抑制する量産プロセスを確立した。

図1 80 G バイト磁気ディスク媒体の表面 AFM 像

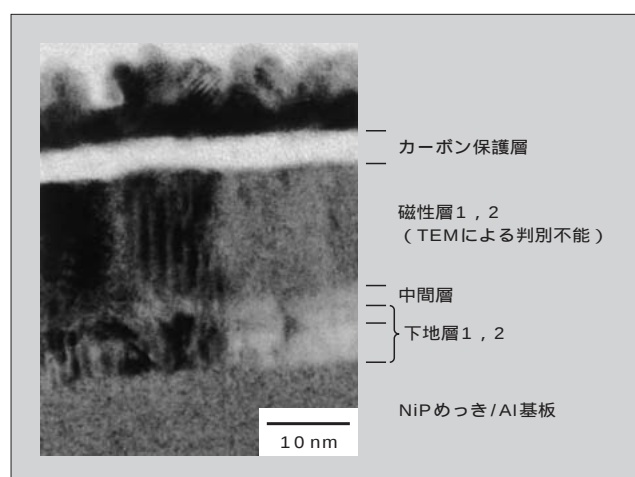


## ② 80 G バイト/3.5 インチ枚の磁性膜技術

●関連論文：富士時報 2002.3 p.156-159

80 G バイト磁気ディスク媒体の記録ビット長さは，36 nm 以下ときわめて微細である。微細で高品質の記録ビットを実現するためには，記録ビットを構成する結晶粒子の微細化と，記録ビットの磁化が使用環境温度で消失しないための熱安定性を高いレベルで両立させる必要がある。80 G バイト磁気ディスク媒体では，従来媒体（40 G バイト）で採用された機能分離型 2 層磁性層を発展させ，第一磁性層の添加元素見直しによる結晶微細化，第二磁性層の高  $M_s$ ，高  $K_u$  化による熱安定性の確保が検討された。その結果，40 G バイト媒体と比較して結晶粒径を約 12 % 低減しながら，熱安定性を改善することに成功した。ほかにもエピタキシャル成長性を向上する新たな中間層などが採用され，SN 比を約 3.5 dB 以上改善，80 G バイト磁気ディスク媒体が実現された。

図2 80 G バイト媒体の断面 TEM 像

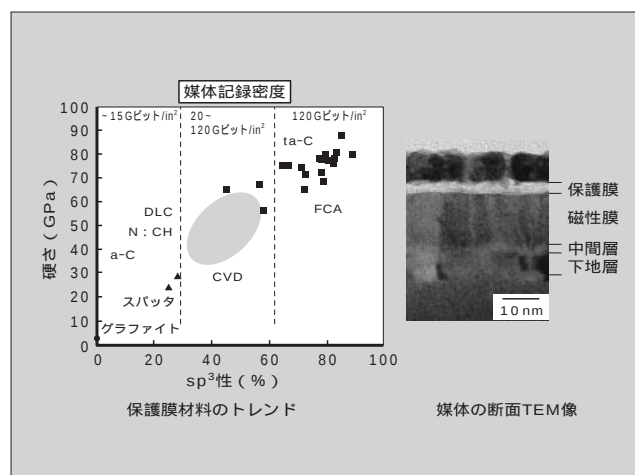


## ③ 超薄膜 CVD 保護膜技術

●関連論文：富士時報 2002.3 p.173-177

近年のハードディスク装置の面記録密度の伸長（年率 100 %）にはヘッドー媒体磁性層の間げきの低減が大きく寄与するために保護膜の薄膜化が要求される。富士電機では，3.5 ~ 4.5 nm のカーボン保護膜をホロカソード CVD 法によって成膜して製品化している。この方法の特徴は，高い成膜速度，低圧成膜による高密度化，絶縁材料基板への成膜が可能なことなどである。得られた膜は，CSS（Contact Start Stop）耐久性を確保し，また膜厚 2 ~ 3 nm においても磁性層からの Co 溶出量を抑制できる信頼性が確認されている。今後の 120 G ビット/in<sup>2</sup> 以上の面記録機密を達成するためには 2 nm 以下の薄膜でも耐摩耗性と耐食性に優れた保護膜が必要であり，FCA（Filtered Cathodic Arc）法による緻密（ちみつ）で硬い ta-C（tetrahedral amorphous Carbon）材料の開発にも取り組んでいる。

図3 超薄膜 CVD 保護膜技術



## 感光体

## ① デジタル PPC 用有機感光体

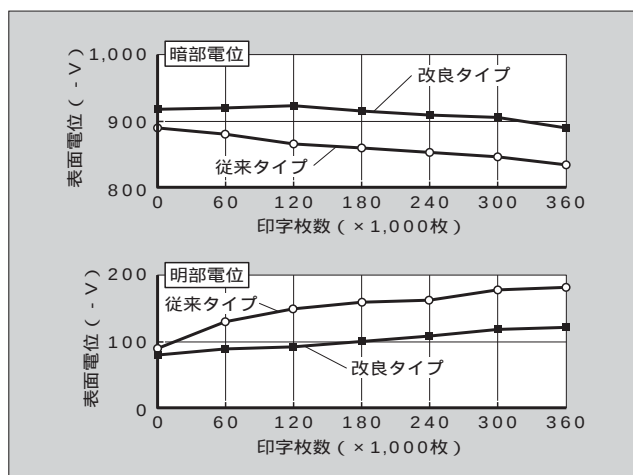
●関連論文：富士時報 2002.3 p.186-189

デジタル複写機分野は、デジタルの特徴を生かして、プリンタ、ファクシミリ機能を兼ね備えた複合機に変遷している。市場からは高速化・長寿命化のニーズが強く、装置の画像安定化システムの高度化とともに、感光体の高性能化を図ることで画像の高品質化を実現している。

富士電機は、さまざまなデジタル複写機（現像方式）に対応が可能な感光体を提供するために、電気特性の安定性、耐摩耗性の改善に取り組んできた。感光体材料の検討により、従来と比べ、印字試験における表面電位の変動を大幅に低減させることができた。これにより、安定した印字濃度を得ることが可能となった。

今後も、市場のニーズに合わせ、より高性能な感光体を開発し、魅力のある製品を提供していく。

図4 耐刷における表面電位の変化



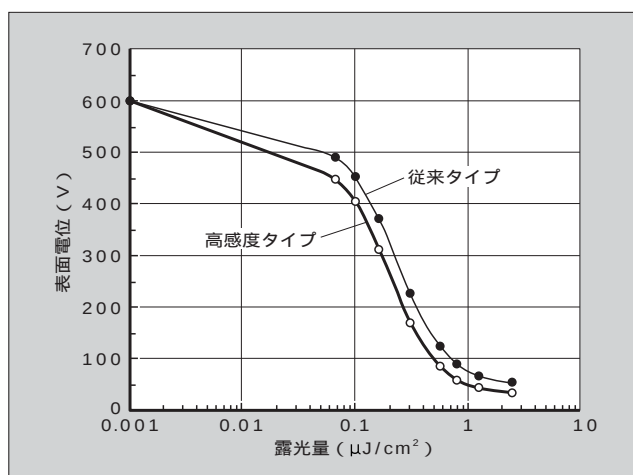
## ② POD 用正帯電有機感光体

電子写真市場の用途は従来のパーソナル用やオフィス用出力端末としての用途に加え、近年の電子写真の高画質化やバリエーション印刷などの高付加価値サービスの需要増に伴い、印刷機分野における POD (Print On Demand) 市場へと用途が拡大しつつある。

富士電機では高解像度が期待できる正帯電有機感光体の開発を手がけ、高耐久型感光体を製品化してきた。今回、感光体材料の新規開発と材料組成最適化により、高感度化・長寿命化を達成し、さらに基板加工新技術の導入により従来に比べ、基板の寸法精度向上が図られ、カラー POD 印刷機への対応が可能となった。

今後、高解像化の利点を生かし、より一層の高感度化と長寿命化を図り、魅力ある製品の開発を推進していく。

図5 高感度正帯電有機感光体の PIDC 特性



## ③ 電子写真プロセスユニット

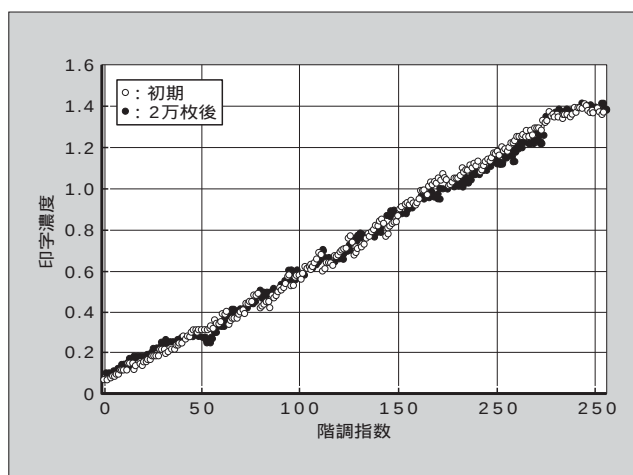
●関連論文：富士時報 2002.3 p.198-201

普通紙複写機、普通紙ファクシミリおよびレーザープリンタに代表される電子写真応用機器においては、信頼性や利便性向上などの目的から、感光体を含む画像形成部分がユニット化されているのが一般的である。

富士電機では、このような電子写真方式のプロセスユニットの生産・開発を中心として、他の方式の画像形成装置の周辺機器の生産・開発も進めている。中でも最近特に、高画質、高信頼性、エコロジー対応などへの要求に応えるため独自に開発した正帯電有機感光体のプロセスユニット開発に注力しており、現在安定した階調性を実現している。

今後もさらなる高画質・高信頼性化を目指し、カラー機への対応を進めるとともに、さまざまなニーズに応えるべく特徴あるプロセス周辺機器の製品開発に取り組んでいく。

図6 正帯電プロセスの濃度階調性



# 電子デバイス・半導体



IC

パワー半導体

## 展 望

2001 年は半導体業界にとって非常に厳しい年であったが、2002 年はパソコンや携帯電話の一部に回復が見られたこと、デジタルスチルカメラ、家庭用ゲーム機器、DVD 機などの伸長、および中国市場の台頭に支えられ好調に推移した。その中でも特に地球環境保護に向けた省エネルギー、省資源のニーズに応えられる製品群は適用分野を拡大している。富士電機はこれまで培ってきた高耐圧、パワーデバイス技術をもとに、これらをさらに磨き上げ、顧客のニーズに応える製品群を提供し続けている。

IC 部門では、上記の背景のもと、顧客の機器、システムの高機能化、省電力化、低コスト化に貢献するべく、パワーマネジメント技術に特徴ある電源 IC を中心に製品展開を図っている。

AC-DC 電源 IC 分野では、電子機器の待機電力削減に最適な起動素子内蔵型のカレントモード制御電源 IC を開発した。これは 700 V ワンチップパワー IC で開発された高信頼性パワー MOS 技術が適用されている。起動素子を内蔵したことにより待機時の消費電力を 100 mW 以下に抑えられ、また外付け部品の削減も可能となった。

DC-DC 電源 IC 分野では、デジタルスチルカメラ、VTR カメラなどに最適な高効率マルチチャネル電源 IC を開発した。これは、幅広い入力電圧範囲、高精度の基準電圧、充実した保護回路機能を特徴としている。また、近年の液晶モニタの大画面化に対応するため、大容量パワー MOSFET を直接駆動できる液晶モニタ電源制御 IC を開発した。さらに、携帯電話やデジタルスチルカメラなど携帯電子機器の省電力化を目的とした高精度、低消費電流の電圧レギュレータも開発した。

富士電機の高耐圧デバイスの特徴の一つである SOI 基板技術を適用した PDP 駆動 IC 分野では、ディスプレイの大画面化、高精細化が進み、これに対応するため IC の低オン抵抗化、低コスト化が求められている。富士電機では、これらの要求に応えるため、新構造 IGBT を採用した第三世代スキャンドライバ IC を開発した。

富士電機独自のカメラ用パッシブ形オートフォーカスデバイスでは、低価格の広角モジュール、クリアモールド

パッケージに代わる特性のよいクリアゲル - SOP、センサピッチの大幅縮小により高性能・高精度の小型モジュールをラインアップした。これによりデジタルカメラのリリースタイムラグ短縮や銀塩フィルムカメラの小型・高性能化に寄与し、カメラ分野での採用拡大を図っていく。

自動車用圧力センサでは、CMOS プロセスによる EPROM を用いたデジタルトリミング型圧力センサを開発した。これはセンサ内部に真空基準室が設けられており、高精度の絶対圧測定が可能な圧力センサである。

パワーデバイス分野では、顧客起点とした対応を最大限に重視し顧客満足度を確実に向上させる施策を展開中である。例えば第五世代 IGBT モジュール「U シリーズ」では技術的なブレークスルーにより従来製品に比較して大幅な損失低減を達成し、小型化、高信頼性、さらに使いやすさを実現し顧客の強い要望に応えたものである。U シリーズでは、600 V、1,200 V、1,700 V での系列化を行った。また U シリーズでは 3,600 A までの大容量化を進めている。一方、一層の高性能化を目指して、インテリジェントパワーモジュール「Econo IPM」をシリーズ化し製品化した。これは汎用インバータやサーボアンプなどの電力変換装置に適用するパワーデバイスとして小型化・薄型化を図り、放射ノイズを抑制しつつも損失を低減させたものである。

ディスクリートデバイス分野では、近年の高調波規制に対応するため効率改善回路を搭載する電源が増加しているが、この回路用に最適設計したダイオードとして「Super LLD」を開発した。これは順方向電圧、スイッチング損失を大幅に改善し、なおかつソフトリカバリー化により低ノイズ化を実現させている。またスイッチング電源では軽負荷時でも高効率な制御を可能とした複合発振型電流共振方式の電源を開発し、制御 IC とともに 1 パッケージにまとめた「M-Power2」を商品化している。自動車用デバイスとしては、ECU 用入力統合 IC を開発し、従来の ECU 部品実装点数・工数を大幅に削減し小型化を実現させている。

今後も富士電機は特徴ある技術を生かして、さらに多様化する顧客ニーズに応えていく所存である。

## IC

## ① 1.4 V 起動マルチチャネル電源制御 IC

デジタルスチルカメラなどの携帯機器に広く使われる乾電池 2 本からの入力に対応したマルチチャネル電源制御 IC「FA7708R」「FA7709R」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1) 幅広い入力電圧範囲：1.4 ~ 10 V

(2) 6 チャネルの電源構成が可能

FA7708R では PWM 出力 5 チャネル + シリズレギュレータ駆動，FA7709R では PWM 出力 6 チャネル。それぞれ 2 チャネルは p/n 駆動切換可能

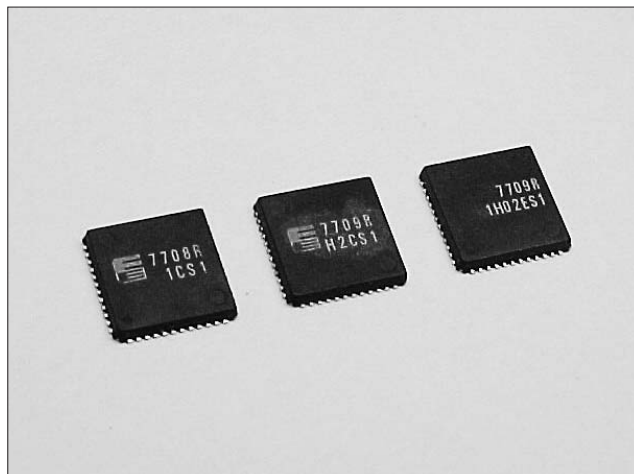
(3) 低消費電流化：200 kHz にて 3 mA

(4) チャネルごとのオンオフ制御，ソフトスタート機能

(5) 保護回路機能内蔵（低電圧誤動作防止，短絡保護）

(6) VQFN-48 パッケージ（鉛フリー対応可能）

図 1 1.4 V 起動マルチチャネル電源制御 IC



## ② 液晶モニタ用 3 チャネル電源制御 IC

液晶モニタの大画面化に伴い，電源の供給電力は増加方向にある。そこで，大容量パワー MOSFET を直接駆動できる 3 チャネル PWM 型 DC-DC コンバータ用 IC を開発した。本 IC の主な特徴は次のとおりである。

(1) 大容量パワー MOSFET ( $C_{iss} = 2,000 \text{ pF}$  程度) を直接駆動可能（ピーク出力電流  $\pm 800 \text{ mA}$ ）

(2) 降圧，昇圧，極性反転およびフライバック回路が構成可能

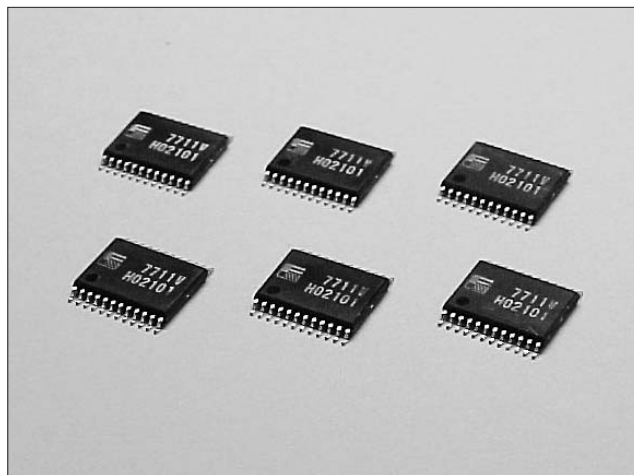
(3) 外付け MOSFET の p/n 駆動切換が可能（チャンネル 2，3 のみ）

(4) CMOS プロセスにより低消費電流（動作時 7 mA）

(5) 高周波動作が可能（200 ~ 800 kHz）

(6) 小型・薄型 TSSOP-24 ピンパッケージ

図 2 3 チャネル DC-DC コンバータ制御 IC



## ③ 起動素子付きカレントモード制御電源 IC

電子機器の待機時消費電力を低減するために，高耐圧の起動回路を内蔵し軽負荷時に発振周波数を低下させるスイッチング電源制御用 IC を開発した。

この製品の主な特徴は次のとおりである。

(1) 高耐圧 CMOS プロセスにより低消費電力化を実現

(2) ピーク電流制御方式電流モード PWM 制御

(3) 起動回路の内蔵により低消費電力化と外付け部品の削減を実現

(4) 発振周波数の異なる 3 タイプ

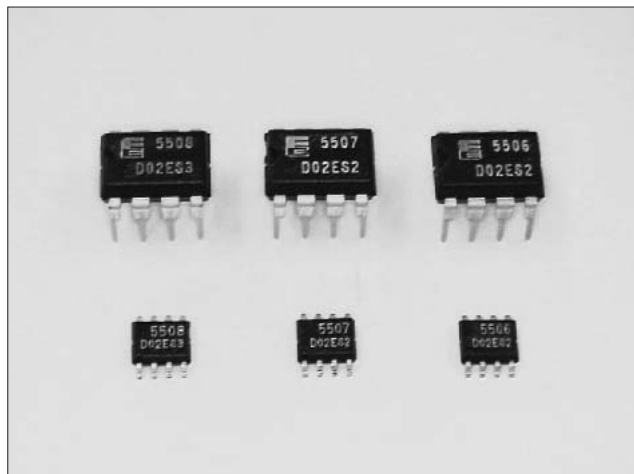
FA5506：130 kHz，FA5507：100 kHz，FA5508：60 kHz

(5) 軽負荷時周波数低下機能内蔵（typ. 1.5 kHz まで低下）

(6) 過負荷，過電圧，低電圧入力に対する保護機能内蔵

(7) DIP-8 または SOP-8 の 2 種類のパッケージ

図 3 起動素子付きカレントモード制御電源 IC



## IC

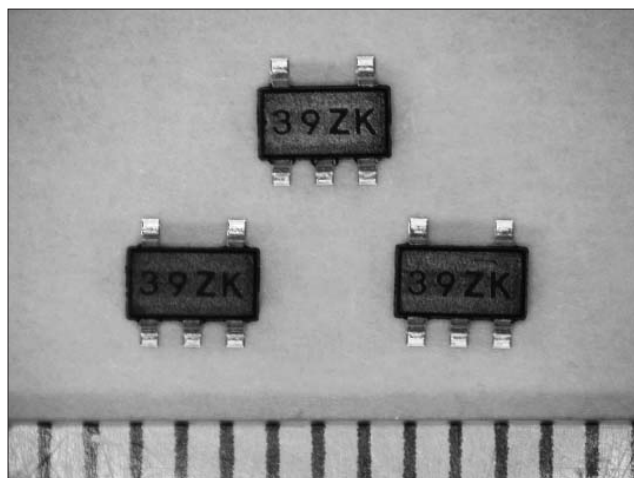
## ④ シリーズレギュレータ

携帯電話やデジタルカメラなど、携帯電子機器の省電力化を目的として、高精度・低消費電流の電圧レギュレータ「FA3901Y」を開発した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 低消費電流：0.9  $\mu$ A（動作時）
- (2) 高出力電圧精度：1.5 ~ 4.0V で 0.1V ステップのトリミングが可能。±2 %精度を実現
- (3) 短絡電流制限機能内蔵
- (4) 出力電流：150 mA
- (5) 小型パッケージ：SOT23-5
- (6) セラミックコンデンサ可能：1  $\mu$ F

図4 電圧レギュレータ FA3901Y

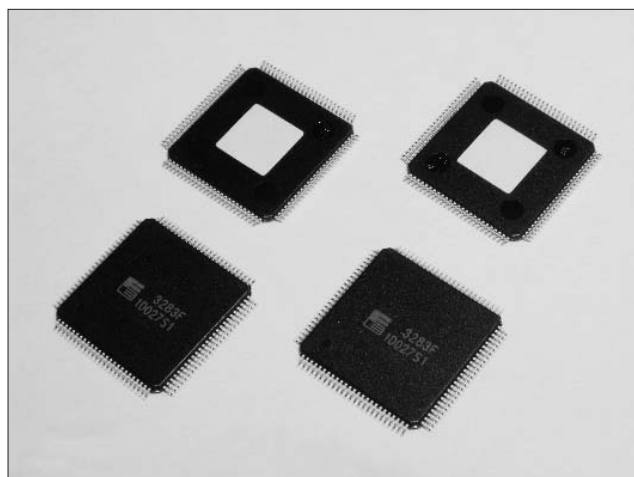


## ⑤ 第三世代 PDP スキャンドライバ IC

大画面で高精細の薄型ディスプレイが家庭内プラットフォームとして求められるようになってきている。PDP（Plasma Display Panel）はそのための最適なディスプレイであり、大幅な成長が見込まれている。富士電機はPDP開発当初から独自の高耐圧デバイス技術により、お客様のニーズに合ったドライバICを開発し、供給し続けてきた。今回、新構造 IGBT 採用による第三世代スキャンドライバIC「FD3283F」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 新構造 IGBT 採用により低オン抵抗を実現
- (2) チップサイズを当社従来品の 70 % に縮小
- (3) 64 ビットトーテムポール IGBT 出力
- (4) 最大電圧 150 V，最大電流 200 mA / 1,000 mA
- (5) TQFP100 ピンパッケージ（ヒートシンク付き）

図5 PDP スキャンドライバ IC FD3283F



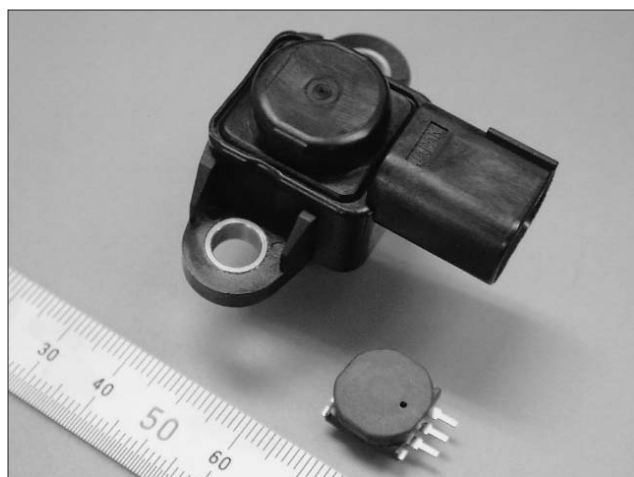
## ⑥ 車載用デジタルトリミング型圧力センサ

CMOS プロセスによる EPROM を用いたデジタルトリミング型圧力センサを開発した。標準パッケージ製品として、エンジン吸気圧測定用スタンドアロンタイプと、大気圧補正などに用いる自立型セルタイプがある。いずれもセンサ内部に真空基準室が設けられており、絶対圧力を高精度に測定できる圧力センサである。

これらの標準パッケージ製品に搭載されている圧力センサチップは、圧力をひずみ（抵抗値変化）に変換するゲージ、高分解能・高信頼性 EPROM 調整回路、高精度増幅回路、さらに、車載用として高い技術力が必要な

EMI フィルタ回路、サージ保護回路など、すべての機能をワンチップに内蔵している。

図6 車載用デジタルトリミング型圧力センサ



## パワー半導体

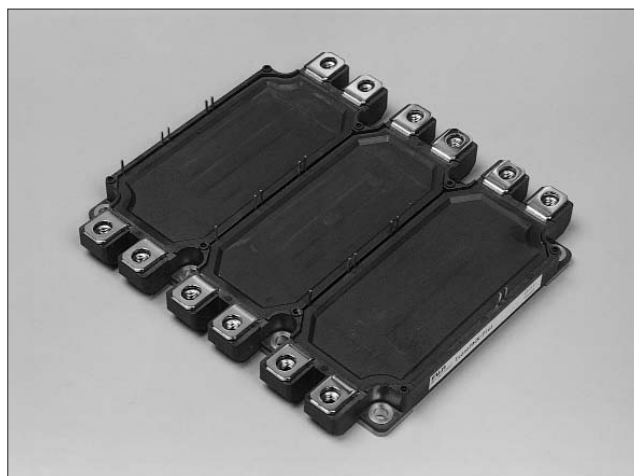
## ① 第五世代 IGBT モジュール「U シリーズ」

近年、産業用インバータなどの電力変換装置に使用される電力用半導体素子にはさらなる低損失化、小型化、高信頼性、使いやすさが求められている。この要求に対し富士電機は、第五世代のトレンチ構造 IGBT を適用した中容量の IGBT モジュールの開発を行い、製品化した。この製品は従来製品に比べて大幅な損失改善を達成している。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 定格：600 V/20 ~ 600 A, 1,200 V/10 ~ 450 A, 1,700 V/75 ~ 450 A
- (2) 小型化：従来品使用時の約 1/2 の容積
- (3) 使いやすさ：ピン端子構造によりプリント板実装が容易
- (4) 高信頼性：サーミスタ内蔵による温度保護精度向上
- (5) 低損失化： $V_{CE(sat)}(125^\circ\text{C}) = 1.8\text{ V}/2.0\text{ V}$  (600 V/1,200 V 品) 従来比較で素子発生損失を 20 ~ 30 % 低減

図7 第五世代 IGBT モジュール U シリーズ



## ② インテリジェントパワーモジュール「Econo IPM シリーズ」

●関連論文：富士時報 2002.10 p.572-576

汎用インバータやサーボアンプなどの電力変換装置に適用されるパワーモジュールに対する低損失化と小型化の要求が高まっている。この要求に対し、富士電機は R-IPM と Econo モジュールのコンセプトを融合して小型・薄型化を図った Econo IPM を開発した。Econo IPM シリーズは 600 V NPT-IGBT と新構造 FWD の採用により、放射ノイズ増加を抑制しつつ、トータル損失を 10 % (当社比) 改善した。Econo ダイオードモジュールと同等の端子高さであり、組み合わせることで装置の小型化に貢献する。

- (1) 定格電圧・電流/構成：600 V, 50 ~ 150 A/6, 7 個組
- (2) 外形：W122 × D55 × H17 (mm)
- (3)  $V_{CE(sat)}$ ：2.0 V (定格電流時, 25 標準値)
- (4) 内蔵機能：ドライブ機能, SC, CO, TjOH, LV, 全相アラーム出力

図8 インテリジェントパワーモジュール Econo IPM シリーズ



## ③ 大容量 IGBT モジュール

産業用電力変換装置に用いるパワーデバイスにおいては、大容量・高性能・高信頼性を兼ね備えた製品の要求が高まってきている。これに対応するため富士電機は、耐圧 1,200 V および 1,700 V クラスで、1,200 A の産業用大容量 IGBT モジュールの開発を進めている。これらの大容量 IGBT モジュールは、第五世代の FS (Field-Stop) トレンチ構造 IGBT を適用し、従来の製品に比べ大幅な損失改善を達成している。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 大容量：1,200 A の電流量
- (2) 高性能：低オン電圧  $V_{CE(sat)} = 2.0\text{ V}$  (125 標準値, 1,200 V クラス)
- (3) 高信頼性：内部構造の最適化による信頼性の向上

図9 大容量 IGBT モジュール



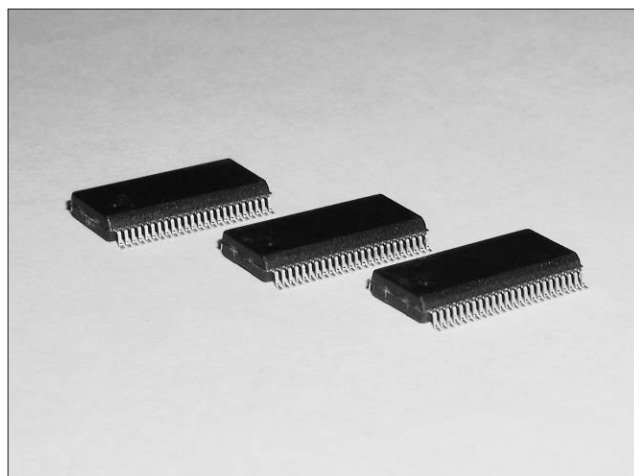
## パワー半導体

## ④ 自動車 ECU 用入力統合 IC

富士電機では ECU コネクタから入力される静電サージ、イグニッションパルスサージ、電磁波ノイズなどのサージノイズのみを吸収し、マイクロコンピュータへの電気的信号・車両の各種状態信号のみを伝達することを製品コンセプトとする、自動車 ECU 用入力統合 IC を開発した。ワンチップ 14 チャンネル構成の半導体素子を SSOP 多ピンパッケージに搭載することにより、従来構成に比べ ECU の部品実装点数・工数を削減し、その実装面積を 1/5 に小型化できる。その他の特徴は次のとおりである。

- (1) 自己分離 NDMOS プロセス適用
- (2) 高 ESD 耐量 (150 pF-150  $\Omega$ ,  $\pm 25$  kV 以上)
- (3) 電磁波ノイズ耐量 (200 V/m, 1 ~ 1,000 MHz)
- (4) 耐圧:  $V_B = 75$  V,  $V_{OS} = 7$  V (typ.)

図 10 自動車 ECU 用入力統合 IC



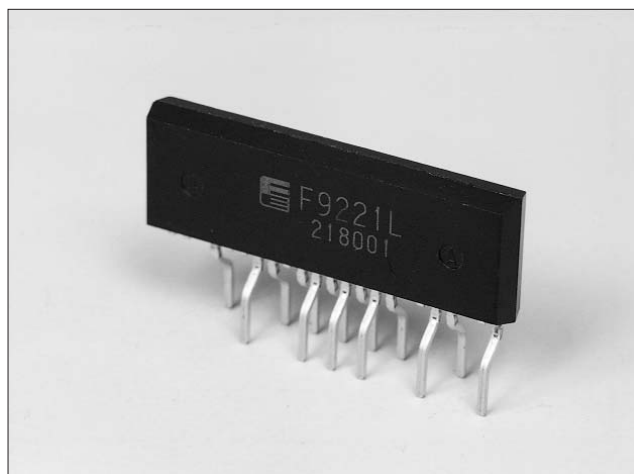
## ⑤ 電源用マルチチップパワーデバイス「M-Power2」

スイッチング電源には低消費電力、ノイズの低減などの環境への配慮や、小型化・軽量化が求められている。これらの要求に対応し、かつ軽負荷時でも高効率な制御ができる複合発振型電流共振方式の電源を開発し、専用のデバイスとして制御 IC とスイッチングデバイスを一つのパッケージにした M-Power2 を商品化した。

特徴は次のとおりである。

- (1) 高効率・低ノイズ
- (2) 待機動作：無負荷時電力 0.4 W 以下（補助電源不要）
- (3) 各種保護機能（ラッチ停止付き）：過電流，負荷短絡，過熱，過電圧
- (4) 小型パッケージ：高さ 10 mm，幅 30 mm，厚さ 3.5 mm の SIP パッケージ（13 ピン）

図 11 M-Power2 (F9221L)

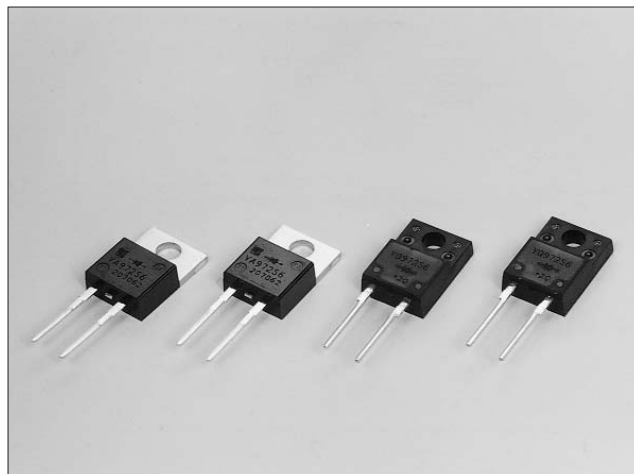


## ⑥ 電流非連続モード力率改善回路用 600 V SuperLLD

電子機器の小型・軽量化に伴い、スイッチング電源では高周波化・高効率化が進んでいる。特に近年の高調波規制に対応するため力率改善回路（PFC 回路）を搭載する電源が増加してきている。低容量電源を主とする電流非連続モード用 PFC 回路に使用されるダイオードは損失が大きく電源効率向上の課題となっていた。この改善のため、順方向電圧  $V_F$  を低減した電流非連続モード力率改善回路用 600 V/3 ~ 20 A の SuperLLD (Low Loss fast recovery Diode) を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 順方向電圧：当社従来比 10 % 低減
- (2) 低損失：PFC 回路（電流非連続モード）用でのダイオード損失を 12 % 低減可能
- (3) ソフトリカバリーによる低ノイズ化

図 12 電流非連続モード力率改善回路用 600 V SuperLLD



# 流通機器システム

自動販売機

フードサービス用機器

店舗用機器

通貨関連機器



## 展 望

当部門は飲料・食品を中心とした流通分野における機器、システム、サービスを提供することにより“Most Valuable Service Provider”のトップを目指して活動している。

主力の飲料自動販売機は市場の成熟に伴って、ここ数年来、需要の落ち込みが続いており、2002年度（4～9月）も業界出荷実績台数は前年比87%と低調である。

これは需要家である飲料メーカー・自動販売機オペレーターの事業再編、自動販売機調達方針の変更を反映した結果で自動販売機メーカーにとって非常に厳しいものとなっている。

こうした市況に対して富士電機は、業界第二位の会社の統合、生産拠点再編などを進め対応に努めている。

一方、コールドチェーン機器は主要顧客である大手スーパーマーケットの経営不振もあって物量、金額とも漸減傾向、コンビニエンスストアも以前の勢いはなく厳しい市況が続いている。これに対しても富士電機は省エネルギー、新デザインなどを軸に市場での競争力強化に努めている。

以上のように市況は総じて厳しいが、富士電機では市場ニーズをくみ取り、顧客にとって新たな事業展開が図れると思われる製品の開発を進めてきた。以下に代表的な製品について概要を紹介する。

瓶・缶自動販売機においては業界共通の課題解決に向けて積極的に取り組んでいる。環境問題では空き容器回収として自動販売機内蔵型や高機能専用機を開発した。また自動販売機が与える環境影響に関し大学と共同で評価システムを開発し、環境負荷をより低減する自動販売機を開発する基盤を構築した。屋外設置市場に対しては防盜性を一段と強化した自動販売機を、最近増加傾向にある屋内設置市場に対しては静音自動販売機を開発した。また、年々多様化する飲料容器、特にPET容器に対してより柔軟性の高い搬出機構を開発するなど内部装置も進化させている。

一方では自動販売機チャネルによる販売商品を拡大、多様化するため物品自動販売機、カップ麺（めん）自動販売機などの機能拡充を行ったほか、チケット販売機なども開発し品ぞろえを強化した。

また、自動販売機の新しい可能性を生むJavaアプリ

ケーション機能を二段分割ラック搭載自動販売機に適用して賞味期限対応機能を強化した。

カップ自動販売機では人気の高まっているエスプレッソコーヒーの新抽出機構とそれを搭載した自動販売機を、フードサービス用機器では健康指向と風味向上に対応するナチュラル茶抽出の給茶機を開発した。

このほか、顧客要望の強い部品標準化やコストダウンにも精力的に取り組んでいることはもちろんである。

スーパーマーケット用機器ではショーケース棚照明で新しい提案のエコライト多段機を開発し、コンビニエンスストア向けではアイスクリームケースも進化させてきた。そのほかにも省エネルギーをはじめ、展示性や操作性の改善など多くの改良を進めている。

通貨関連機器ではレジの処理高速化に向けてPOSとの連携を強化し、かつ使い勝手を大幅に向上させた新型自動つり銭機、レジヤ業界向けとしては複数の紙幣を一括処理する高速リサイクル両替機など、硬貨・紙幣処理の合理化を追求した機器を開発した。自動販売機用の硬貨や紙幣の鑑別機ではコストダウン、保守性の向上を進めている。

また、今般の新券発行に対しては新セキュリティ技術に対応した新機種開発はもちろん、市場展開済みの製品についても新券対応に積極的に取り組む所存である。

富士電機は非接触ICカード技術にも取り組んでいる。得意とするアンテナ技術を用いカード型に限らず多様な形状の媒体やリーダライタに対応できることが特徴である。

高度のセキュリティ技術が必要とされる電子マネー分野では、Edyに対応したリーダライタ、決済端末の品ぞろえを終え、さまざまな利用シーンでの適用を進めている。

そのほかの新事業として水にも力を入れている。全社的に得意とする水処理技術と当部門が得意とする自動販売機、フード関連機器との相乗効果で生まれたRO水自動販売機など、魅力ある製品の発売を始めている。

以上、当部門が関係する市場の状況と、これに対する富士電機の新製品の開発について紹介したが、当部門としては今後とも市場・社会とともにあって環境に優しい製品作りに努力し続けたいと考えている。

## 自動販売機

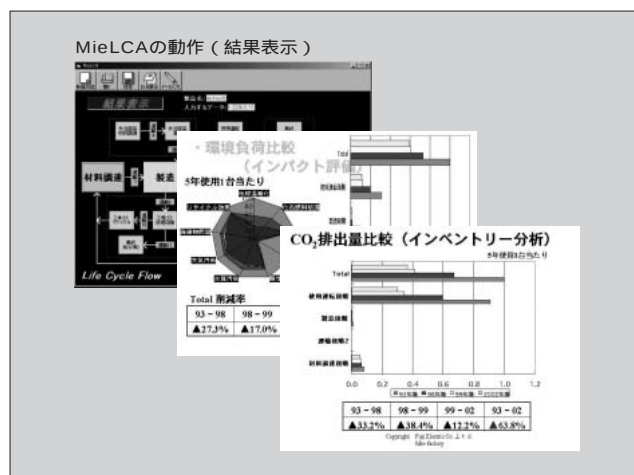
## ① 環境影響評価システム「Mie LCA」

エコ改善と ISO14001 の製品評価を目的として、三重大学と環境影響評価システムを開発した。その特徴は次のとおりである。

- (1) 総合化単位 NETS<sup>注</sup>により、生産プロセスから廃棄プロセスまでをバランスよく評価できる新しいシステムである。
- (2) ライフサイクルプロセス図から簡単な操作で、種々の環境側面（地球温暖化、化石燃料枯渇、オゾン層破壊など）を段階別、環境問題別に素早く評価できる。
- (3) 積上げ方式で用意された豊富なインベントリーデータで、新製品の開発・企画段階から実製品分析までの評価を定量的に把握できる。

注 NETS：原因の異なるさまざまな環境負荷を同一基準で定量的に表すもの。

図1 出力サンプル例（20 セレクション換算）



## ② 静音自動販売機

缶自動販売機の冷却ユニット稼動時の騒音は一般的に 45 ~ 48 dB 程度であるが、室内設置の場合、さらなる静粛性が求められている。富士電機が開拓したインテリア機というカテゴリーに属する「アーバンシリーズ」缶自動販売機は、次のような工夫により稼動時騒音 40 dB 以下を達成した。

- (1) 冷却ユニットを構成する各部品の形状や配置を変更して給排気経路の空気抵抗を小さくすることにより、風切り音を低減させた。
- (2) (1)により送風ファンの回転数を 15 % 落としてモータとファンの騒音を低減させながらも十分な冷却能力を持たせた。
- (3) 防振ゴムや吸音クッションを効率的に使用して振動の伝達と音の漏れを抑えた。

図2 缶自動販売機「アーバンシリーズ」



## ③ 環境対応自動販売機

設置自動販売機周辺における空き缶散乱などの環境問題を配慮し、空き缶回収機能を本体に組み込んだ環境対応缶自動販売機を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 投入空き缶は内部収納庫のワンタッチ着脱可能な袋ホルダ構造により、周囲に飛散させることなく容易にメインドア内の専用小扉から回収が可能
- (2) 商品ローディング用跳ね上げ式扉と左右観音開きメインドアの三分割扉構成によりメンテナンス効率を向上
- (3) 58 ダミー展示（28 セレクション）による大電照ディスプレイ・デザインで集客性をアピール
- (4) 空き缶収納庫の上部スペースにはショートラックを搭載し商品取出口を中段に配置（イージーアクセス化）
- (5) 4 庫内室を単一の冷媒圧縮機で冷却制御し省エネルギー化

図3 環境対応缶自動販売機（空き缶収納内蔵自動販売機）



## 自動販売機

## ④ 防盜強化型自動販売機「シェル」

自動販売機の扉のこじ開けや破壊などの犯罪が後を絶たない。旧三洋ブランドのシェル機のデザインを継承してさらに防盜を強化した自動販売機を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 一体ドアプレス構造により結合部やヒンジがないため、こじ開けに対する防盜性に優れている。
- (2) ドアのロック側と本体のすきまを隠すサイドカバーに補強部材を追加してバールなどの侵入を防止している。
- (3) ドアキーの2個取付けや防盜ツールの後付けにあらかじめ配慮した構造である。
- (4) 曲線を生かした集客力のある斬新なデザインである。
- (5) 本体や取出口などは缶標準機（News）と互換性のある構成部品を採用している。

図4 防盜強化型自動販売機「シェル」



## ⑤ 新型カップ麺自動販売機

新しい設置場所の確保や多種類の商品の販売が容易なカップ麺（めん）自動販売機（型式：VFC21）を開発した。特徴は次のとおりである。

- (1) 給湯装置を別置きにしたためスペースをとらず、さまざまなロケーションに設置が可能
- (2) 690 mm 幅のコンパクト機で最大 192 個の収容数を実現
- (3) アジャスタの設定変更のみでさまざまなサイズのカップ食品を販売できる新開発の ATLS（アトラス）式ラックを搭載したため、多種類の商品（8 セレクション）を販売可能
- (4) 給湯機は当社従来機比 55 %の省エネルギー設計
- (5) 大きなディスプレイの新デザインで商品アピール力を強化し、さらに交換容易な背板グラフィックやキャンペーン用フィルムよりイメージチェンジが自在

図5 新型カップ麺自動販売機（給湯機併設）



## ⑥ オールパーパス物品自動販売機「Variety」

近年の売店機能の自動化（無人化）ニーズなどに対応するため、販売可能商品の汎用性を大きく高め、1台で箱物・袋物形状からつり下げ用商品まで販売できるオールパーパス物品自動販売機を開発した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 販売商品を前面から直接視認できる透明扉構造（View デザイン）
- (2) 従来のスパイラルラック・コンベヤラックに加え、1 フック/1 セレクション対応の新マルチつり下げラック搭載により、最大 78 種類の商品を販売可能（つり下げラック部最大 66 セレクション）
- (3) 異形状商品の搬送における信頼性を高めた新型キャッチャメカニズムを搭載

図6 オールパーパス物品自動販売機「Variety」



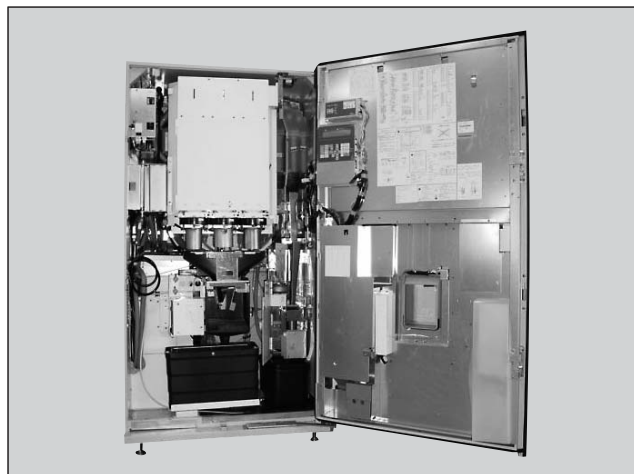
## 自動販売機

## ⑦ 新エスプレッソブリュア搭載 H &amp; C カップ自動販売機

カップ自動販売機の分野では、嗜好（しこう）に合った多様な飲料が提供できる自動販売機の開発を行っている。このたび、レギュラーコーヒーとエスプレッソコーヒー飲料の両方が販売できる H & C（ホット＆コールド）カップ自動販売を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 同一の抽出装置でレギュラーとエスプレッソを抽出できる。
- (2) レギュラーは蒸らし機能を追加、約 0.2 MPa の低圧でおいしいコーヒーを抽出できる。
- (3) エスプレッソは約 0.8 MPa の高圧で、アイスで飲んでもおいしい高濃度のコーヒーを抽出できる。
- (4) アイスでも泡立ちがクリーミーなカプチーノ用専用ホイップクリーム調理装置を搭載した。

図 7 H &amp; C カップ自動販売機の内部



## ⑧ チケット自動販売機

新幹線の回数券、ハイウェイカードなどのチケットを扱う自動販売機を開発した。格安チケット売場の省人化や営業時間外の無人販売あるいはビジネスホテルでのチケット販売など売上げ向上と利用者の利便性向上を図ることができる。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 同一メカニズムで大きさや厚みの違う各種チケットを複数枚販売可能としたため、メンテナンスが容易
- (2) 28 コラムで最大 1,400 枚と大収容量
- (3) 約 2 秒の高速販売
- (4) 防盜性強化構造
- (5) 高額商品（最高 5 万円）取扱いおよび 4 種紙幣対応
- (6) 日計・月計の販売数集計、印字機能付き

図 8 チケット自動販売機



## ⑨ 二段分割ラック対応 Java 搭載自動販売機

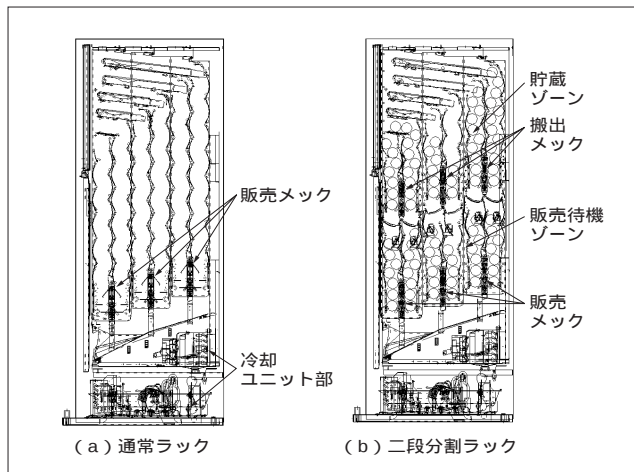
●関連論文：富士時報 2002.4 p.213-216

飲料用自動販売機はホット商品を常時加温するため、ある期間以上の在庫による商品の劣化が問題となっている。

この問題を解決するため、ラックを常温の貯蔵ゾーンと加温・冷却を行う販売待機ゾーンとに分割し、貯蔵から待機への商品の搬出制御を可能にする、二段分割ラック方式の自動販売機を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 自動販売機本体での補充管理による長期加温防止機能に加え、商品 1 本ごとの時間単位の温度制御や長期加温商品の販売規制との連携により、高度な品質管理を実現することができる。
- (2) 搭載された Java ソフトウェアにより、営業所にあるパソコンから遠隔で加温・冷却の自動切替予約を実現できるので、オペレーション業務の軽減に役立つ。

図 9 通常ラックと二段分割ラックの比較



## フードサービス用機器

## ① ナチュラル茶対応シュンカー「ナチュラル茶友」

茶葉に添加物を加えず丸ごと粉碎したナチュラル茶に対応した、給茶機「ナチュラル茶友」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 微粉末の原料を、最小 0.1g 単位で吐出できる専用キャニスタの開発により、ナチュラル茶を使用可能とした。
- (2) 「リフレ茶友」と共通の大型丸ボタン採用で、操作が分かりやすく、使いやすい扉デザインとした。
- (3) ナチュラル茶×1口、冷水×1口、温水×1口の3口独立構造とすることで、飲料混じりのないおいしいお茶を提供できるようにした。
- (4) 「リフレ茶友」と共通内部レイアウトとし、取出し口、ミキシングボールなど、扱いやすい機能を踏襲した。

図 10 ナチュラル茶対応シュンカー「ナチュラル茶友」



## 店舗用機器

## ① スーパーマーケット向け「エコライト多段ショーケース」

スーパーマーケット業界の厳しい経営環境に対応するため、ランニングコストを含むトータルコストの削減、高鮮度管理、展示性・演出性の向上を狙いとしたスーパーマーケット向け「エコライト多段ショーケース」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) ショーケース棚照明を削除し、蛍光灯の消費電力を 50 % 削減した。一方、上部照明 2 列化、上部照明反射板取付けにより棚前面は従来ケースと同等の照度を保持した。
- (2) 棚照明による熱負荷を削減し、庫内温度ばらつきを圧縮するとともに、冷凍機の消費電力を約 20 % 削減した。
- (3) 棚板を薄型化して陳列量を増やし、展示性を向上させた。

図 11 エコライト多段ショーケース



## ② コンビニエンスストア向けアイスクリームケース

コンビニエンスストアにおける、アイスクリーム拡販のための新たな商品陳列形態の提案とオペレーション効率向上を狙いに、デザイン、展示性、冷却性能、取扱い性などを向上させた新型冷凍機内蔵型アイスクリームケースを開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 曲面ガラス引戸、フロントガラス、アクリル側板などの透明素材を採用して、商品の視認性、展示性、演出性を大幅に向上させた。
- (2) マイコンコントローラによる高精度な庫内温度制御、除霜回数的大幅削減など、商品温度管理性能を大幅に向上させた。
- (3) オゾン層破壊係数がゼロである新冷媒の採用、冷凍機排熱のみによるドレン水蒸発機構など、環境保護への対応を図った。

図 12 コンビニエンスストア向けアイスクリームケース



## 通貨関連機器

## ① 流通向け自動つり銭機「セリウス ECS02F-SM」

紙幣・硬貨一体型の薄型自動つり銭機セリウス ECS02 は、スーパーマーケットをはじめとする流通分野のレジの高速化に役立ってきた。さらなる合理化要求に応え、今回、操作性および現金管理機能を向上させた ECS02F-SM を開発した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) つり銭用紙幣が不足するタイミングを予測して、事前に通知する補充リクエスト機能
- (2) つり銭用紙幣の適正量に対する残量レベルを、見やすく示すレベル表示機能
- (3) 現金管理業務を合理化する後方業務簡素化機能
- (4) つり銭機の動作履歴をオンライン・オフラインにかかわらず、POS 側で収集可能
- (5) 現金授受履歴と現金在高の履歴が POS 側で収集可能

図 13 流通向け自動つり銭機セリウス ECS02F-SM



## ② ビルメック・リサイクル両替機

近年、パチンコホールでは、遊技客が使用する金額が増加しているため両替機に対して一度に複数枚の紙幣を処理できる一括投入の要求が強くなっている。そこで、新型紙幣処理機（ビルメック BM7）およびそれを搭載した新型リサイクル両替機（TSR520）を商品化した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 圧接分離方式により、最大 10 枚までの紙幣一括投入が可能
- (2) 4 金種分離収納方式により、金種別回収・計数が容易
- (3) 羽根車による整列集積方式により、収納庫を小型化
- (4) 1,000 円札のリサイクル出金により、準備金の削減が可能
- (5) 島搬送紙幣の取込み口内蔵により、紙幣搬送システムへの配置が容易

図 14 ビルメックとリサイクル両替機



## ③ ワイヤレスタグを応用したフィットネス会員管理システム

フィットネス施設向けに、ワイヤレスタグによる会員管理システムを開発した。特徴は次のとおりである。

- (1) 会員は入館時フロントにて利用申込みをするとワイヤレスタグを内蔵したリストバンドを受け取る。
- (2) 各種のトレーニング機器を利用する場合、そのリストバンドを機器に設置されたリーダライ付情報端末のアンテナ部へタッチすることで利用が可能となる。
- (3) その際、これまでの個人記録や今後のトレーニングガイドなどの情報を画面で確認することができる。トレーニングした結果は、本システムのデータベースに記録される。
- (4) ワイヤレスタグは、13.56 MHz 帯の非接続 IC チップを採用し、将来の電子マネー機能などへの対応も可能である。

図 15 情報端末搭載のトレーニング機器とワイヤレスタグ



# 研究・基盤技術

電子デバイス・材料

環境・新エネルギー

パワーエレクトロニクス

機器技術



## 展 望

研究・基盤技術分野では、情報化、環境保全、高度社会システムの要求に貢献するために、電子デバイス、材料、パワーエレクトロニクス、環境、新エネルギー、機器技術を中心に研究開発を進めている。

電子デバイス・材料分野では、次世代パワー IC のキーデバイスとなる CMOS 一体型トレンチ横型 MOS、携帯用電子機器の小型軽量化を実現するチップサイズのマイクロ電源モジュール、新パワーデバイスとして逆方向耐圧を有する逆阻止 IGBT を開発した。これらの開発の基盤技術として、トレンチ構造の故障解析のためのナノスケール評価技術、ゲート絶縁膜の信頼性向上を実現する高温水素アニールによる Si 表面の平坦化技術の開発を進めた。磁気記録媒体では、急激に進む高密度化に対応する垂直磁気記録媒体用として、高い熱安定性と優れた磁気特性を兼ね備え、媒体ノイズを半減した Co/Pt 多層積層膜材料、ネットワーク家電向け磁気ディスクへの適用を目指した磁気転写技術の開発を進めた。これらと並行して、放射光 (SPring-8) を利用したサブミクロンの結晶ひずみ解析技術、次世代に向けたブレイクスルーを目指した SiC などの新半導体材料の結晶成長技術、ナノレベル制御による薄膜高誘電体形成技術の研究を行った。

環境・新エネルギー分野では、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受け、従来の 2 倍の 1 m 幅フィルムに均一で高速にアモルファスシリコン膜を形成できる高速製膜技術を開発し、フィルム基板アモルファス太陽電池の量産化にめどをつけた。屋外暴露試験も 4 年を経過し、結晶系よりも定格あたりの発電量が年間では約 1 割大きく、発電性能や信頼性が高いことを実証中である。固体高分子形燃料電池については電池耐久性向上の開発を進め、1 kW 級スタックの 15,000 時間評価や運転検証試験で定常および出力変化時の安定性を確認、また、電極部を中心とした改良により電圧低下率が約 1/3 に改善することを 5,000 時間を超えて検証した。

パワーエレクトロニクス分野では、損失の低減と小型化を進めており、多出力スイッチング電源において半導体の

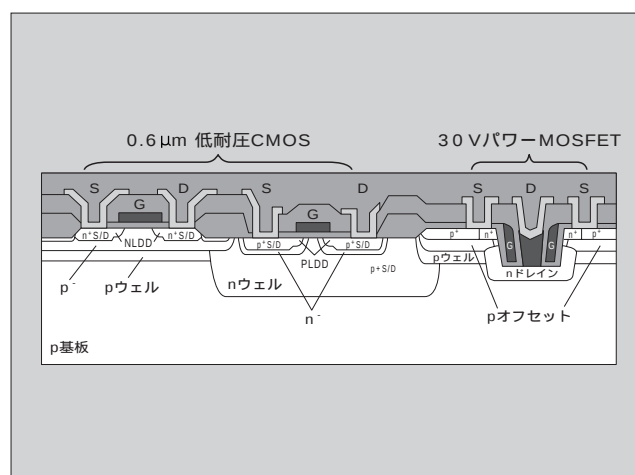
スイッチング損失低減と各出力を個別に制御できるマグアンプ方式マルチ出力コンバータ、高効率にかつ高力率化を実現するためのソフトスイッチング回路、ノイズの発生メカニズム解明とノイズ成分の分離により入力部の構成と定数を最適化することで小型化を達成したインバータ用伝導ノイズフィルタを開発した。また、交流電圧から直流電圧を介さずに直接任意の大きさ・周波数の出力電圧を得るマトリックスコンバータにおいて、逆阻止 IGBT の採用と独自の仮想 AC-DC-AC 変換方式により、高効率化と高精度制御を実現する直接変換回路を開発した。

機器技術分野では、各種センサや特徴ある機器の開発、および高度な解析を行うためのシミュレーション技術や設計環境の強化開発を進めて、各種要求に responding している。センサと機器では、蛍光法を用いて 10 分ほどで生菌数をカウントできる自動計数技術、超音波方式を採用し非接触で流量を計測する飲料計測技術、干渉じま検出方式によるリニアエンコーダ、ステッピングモータの原理を応用発展させた集中コイル型リニアモータ、冷凍出力 2.5 W (低温端温度 70 K 時) で消費電力 100 W 以下の高効率パルスチューブ冷凍機などを開発した。解析においては、従来は困難であった容器と液体の粘性のモデル化と物性値の実測に基づいた自動販売機ラック内の商品挙動解析技術、電磁反発力の有限要素法による高精度計算とアークの基礎実験データに基づくモデル化を組み合わせる配線用遮断器の遮断性能解析技術を確立した。電子回路やプリント板設計においては、全社で一元化した電子部品データベースを構築し、回路設計 CAD システムと設計ルール自動チェッカを統合したトータル設計環境を開発した。機器のネットワーク化の進展に対しては、Ad-hoc 型フレキシブル無線において動画や音声を通信できる新プロトコルの開発、ネットワーク対応時の信頼性向上とアプリケーションプログラムの互換性維持を実現する組込みソフトウェアの共通プラットフォームの開発、インターネット利用時の機器間セキュア通信実現のため、組込みセキュリティ技術の研究を進めている。

## 1 CMOS 一体型トレンチ横型パワー MOS

新しいトレンチ構造により出力オン抵抗を 50 % に低減できるパワー IC 技術を開発した。従来の IC では、シリコン基板表面のごく狭い領域に電流経路を設けており、小面積化によるコスト低減に限界があった。そこで今回、シリコン基板に溝（トレンチ）を形成し、電流経路を三次元的に設け基板を立体的に活用することで、内蔵するスイッチング用パワー MOSFET の低オン抵抗化を実現した。この技術では 0.6  $\mu\text{m}$  CMOS プロセスをベースに、10 ~ 100 万ゲート規模のデジタル回路および高精度アナログ回路と低オン抵抗横型パワー MOS の集積が図れ、スイッチング電源の効率向上、高集積化による電源の小型軽量化が可能になる。

図1 CMOSと一体化したトレンチ横型パワーMOSの断面図



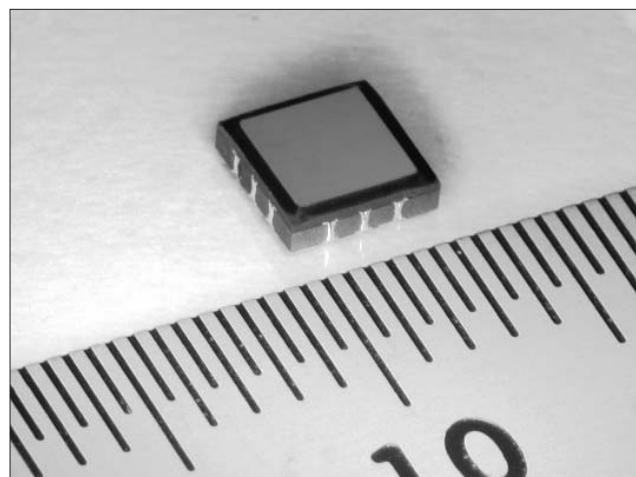
## ② マイクロ電源 チップサイズモジュール

携帯用電子機器において急速に進む小型・薄型・軽量化のニーズに応えるため、富士電機ではスイッチング DC-DC コンバータ方式の超小型電源（マイクロ電源）の開発を進めている。従来、外付け部品の中で大きな体積を占めていたインダクタを、薄膜技術によりフェライトウェーハに形成し、小型化すると同時に制御 IC チップを接合して IC チップと同等のサイズにモジュール化する CSM（Chip Size Module）技術を開発し、実装スペースの大幅な低減と薄型化を実現した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) モジュールサイズ: 3.5 mm × 3.5 mm × 1.0 mm  
(2) 最大出力: 1 W  
(3) 効 率: 最高 94 %

図2 マイクロ電源 チップサイズモジュール



### ③ 逆阻止 IGBT 技術

今回開発した逆阻止 IGBT は、従来型 IGBT の基本性能を保持しつつ逆方向耐圧を有するデバイスである。本逆阻止 IGBT は、100  $\mu\text{m}$  以上の深い pn 接合の形成技術と、100  $\mu\text{m}$  前後の厚さの極薄ウェーハ生産技術を組み合わせることにより実現している。そのほか、逆方向電圧を維持するための耐圧構造設計技術、高電圧印加時の漏れ電流を低減させるための技術などの開発も同時に行った。この新しい IGBT により、近年になって直流を介さずに直接交流交流変換を行うマトリックスコンバータが実現可能となる。従来型インバータと違いコンデンサが不要であり、電源高調波が削減され、また電力損失を削減でき変換効率を向上させるというメリットがある。

图3 逆阻止 IGBT



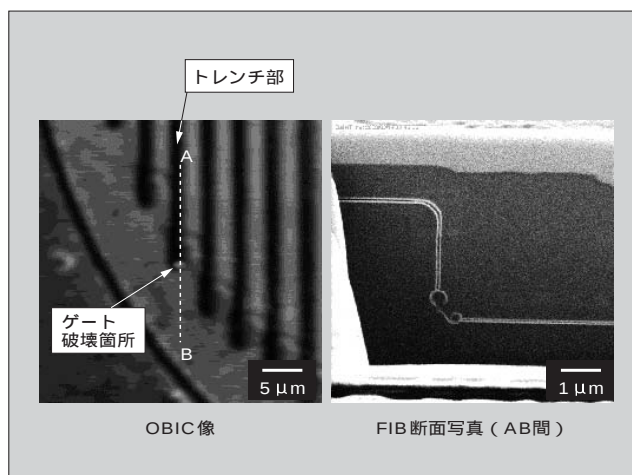
## 電子デバイス・材料

## ④ トレンチ型デバイス構造のナノスケール評価

トレンチ構造を利用した MOS 型デバイスは低損失、低オン抵抗を実現する今後の主力機種であり、そのゲート絶縁膜特性を向上させることが重要な技術課題である。そのため、光誘起電流 (OBIC) 法と収束イオンビーム (FIB) 装置を用いたゲート故障解析法を開発した。

本方法は裏面からレーザ光を入射するタイプの OBIC 法を用いて、数 mm 角のサイズの素子からサイズ  $1\mu\text{m}$  のゲート絶縁膜破壊箇所を特定し、FIB を用いて詳細に破壊箇所の断面観察を行うものである。本方法の特徴は微小電流での故障解析が可能であることと、裏面の OBIC 装置にレーザマーカを搭載しているので破壊箇所の特定と同時にマーキングすることが可能で、効率的に  $100\text{nm}$  程度の位置特定精度で解析できることである。

図4 トレンチ MOS のゲート故障解析



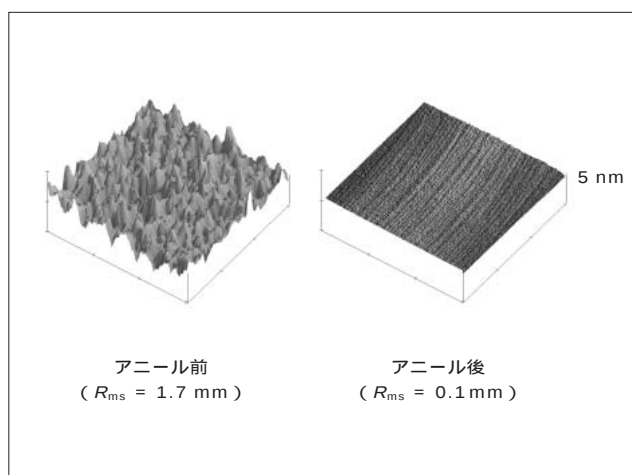
## ⑤ 高温水素アニールによる Si 表面の平坦化

●関連論文：富士時報 2002.9 p.497-500

MOS 型デバイスのゲート絶縁膜信頼性のさらなる向上を目指し、Si 表面を原子レベルで平坦化できる高温水素アニール技術の研究を行っている。

MOS 型デバイスの製造プロセスにおいて、ゲート絶縁膜を形成する工程の前に、高温水素アニールを行う。処理条件の最適化によって、ゲート絶縁膜形成領域の結晶欠陥をなくし、表面を平坦化することができ、信頼性の高いゲート絶縁膜の形成が可能になった。

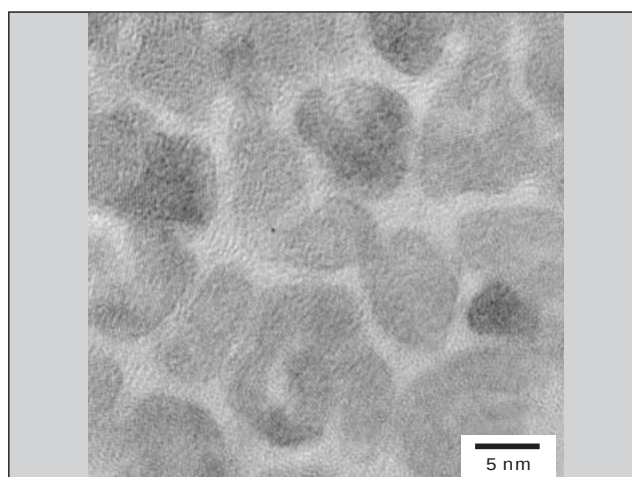
この技術は、トレンチ横型パワー MOSFET をはじめとするパワー IC などへ展開し、高い信頼性を有する低オン抵抗デバイスを実現していく。

図5 Si 表面の AFM 像 ( $1.5\mu\text{m} \times 1.5\mu\text{m}$ )

## ⑥ Co/Pt 多層積層膜垂直磁気記録媒体

固定磁気ディスク装置用の磁気記録媒体の面記録密度は  $50\text{Gビット}/\text{in}^2$  の媒体が製品化され、研究開発では  $150\text{Gビット}/\text{in}^2$  の媒体が報告されている。これを超える高記録密度に対しては、垂直磁気記録が有望であり、Co/Pt の多層積層膜を用いた垂直磁気記録媒体の開発を行っている。Co/Pt 多層積層膜の課題である媒体ノイズ低減のために、Co/Pt 結晶粒子の微細化と粒子間隔の増大を行った。粒径  $5.3\text{nm}$ 、粒子間隔  $1 \sim 2\text{nm}$  を実現し媒体ノイズを従来の  $1/2$  に低減した。保磁力  $490\text{kA/m}$ 、垂直磁気異方性定数  $5.3 \times 10^5\text{J/m}^3$ 、 $\alpha$  (磁気ヒステリシスカーブの傾き)  $1.8$  の良好な磁気特性を持つ。さらに、熱安定性については、線記録密度  $30\text{kFCI}$  での再生出力の時間減衰率が  $0.1\%$  /decade と小さく高い熱安定性も備えている。

図6 Co/Pt 結晶粒の透過電子顕微鏡写真

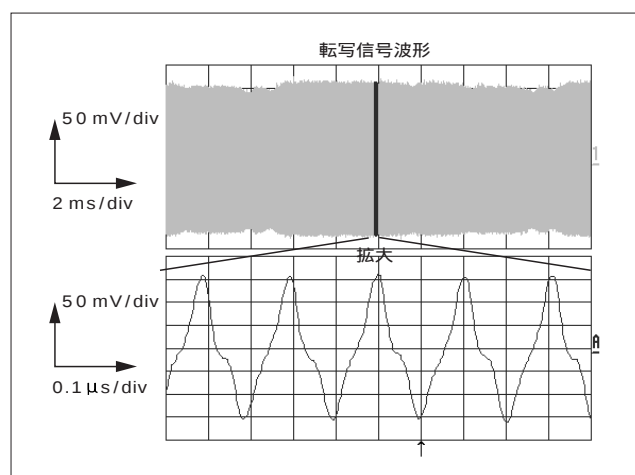


## 電子デバイス・材料

## ⑦ ネットワーク家電向け次世代ディスクへの磁気転写

● 関連論文：富士時報 2002.3 p.173-177

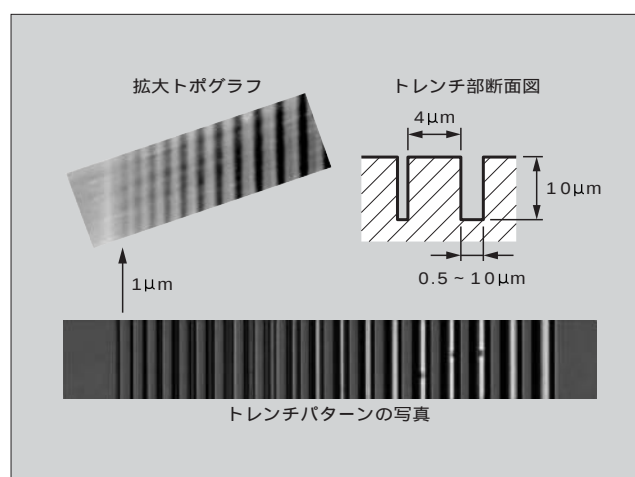
磁気転写技術は、磁気パターンをマスタディスクから磁気ディスクへ一括コピーする技術である。本技術を使って参照サーボパターンをあらかじめ磁気ディスクに書き込み、この参照サーボパターンに基づいて、磁気ディスク装置内でさらに細かいサーボパターンを書き込むことにより、安価なサーボライトを実現できる。高保磁力 ( $H_c = 720$  kA/m) 垂直磁気ディスクへの磁気転写実験、高密度マスタディスクの試作に取り組み、次世代磁気ディスク (面記録密度 200 G ビット/in<sup>2</sup>) に対する、磁気転写技術の適用可能性を確認した。ネットワーク家電向け磁気ディスクへの適用を目指し、従来、磁気ディスク装置内で書き込んできた細かいサーボパターンや、ディスク固有の ID パターンを埋め込むための技術開発を開始している。

図7 垂直磁気ディスク ( $H_c = 720$  kA/m) 磁気転写信号波形

## ⑧ SPring-8 によるサブミクロン結晶ひずみ解析技術

最近の半導体素子の微細化に伴い、サブミクロン領域の結晶ひずみ解析に対するニーズが高まっている。富士電機は放射光施設 SPring-8 において、X 線トポグラフィーではこれまで困難とされてきた  $1\mu\text{m}$  以下の空間分解能のひずみ解析技術を開発した。これは X 線特有の現象である非対称反射 (ASR) により X 線像を拡大するもので、波長を自由に換えられるという放射光の性質を利用し、反射条件を最適化して高分解能を達成した。図は Si ウェーハのトレンチ部の透過像を ASR により 140 倍に拡大記録した結果である。この結果は、未加工部は酸化膜の影響でトレンチ部よりひずみが大きい (白い = 光が弱い) ことを示している。幅  $1\mu\text{m}$  以上のトレンチ像が明りょうで、 $0.5\mu\text{m}$  幅のトレンチの影がわずかに識別できたことから、空間分解能は  $1\mu\text{m}$  以下と推定できる。

図8 ASR 拡大トポグラフィーの測定結果

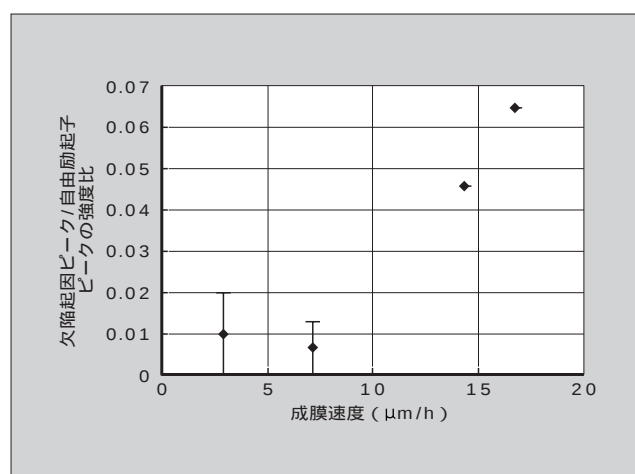


## ⑨ SiC 結晶成長技術

シリコンカーバイド (SiC) は最大絶縁強度がシリコン (Si) よりも一けた大きいことから、将来の低損失パワー素子への応用が期待される半導体材料である。現在、結晶欠陥がデバイスの歩留り低下の原因となっており、結晶品質の向上を目指して (財) 電力中央研究所と化学的気相法 (CVD) によるエピタキシャル成膜の共同研究を行っている。

図はフォトルミネッセンス (PL) で観測される欠陥起因ピーク (L1) と自由励起子ピーク (FE) の強度比の成膜速度依存性を示す。成膜速度を小さくすることにより、欠陥起因ピークはノイズレベルまで減少することが分かった。今後は、その他のさまざまな欠陥についても低減を目指し、デバイス特性の改善を目指す予定である。

図9 欠陥起因ピーク/自由励起子ピーク比の速度依存性



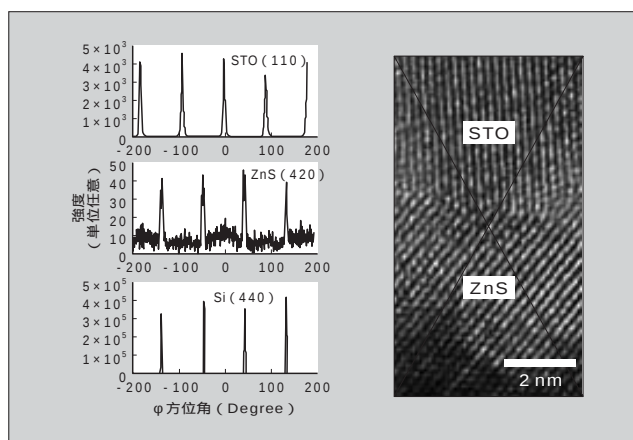
## 電子デバイス・材料

## ⑩ ナノレベル制御による薄膜高誘電体形成技術

新しい電子材料として注目されている酸化物材料をシリコン基板上にエピタキシャル成長させる技術を開発している。酸化物薄膜形成時、シリコン表面には酸素ガスにより非結晶の酸化膜が形成されるため、結晶性のよい薄膜を成長させることは困難で、中間層が必要と考えられている。

富士電機では東京工業大学と共同研究を行い、熱力学および格子整合性の考察により、硫化亜鉛がシリコン基板上に最も適合すると考え、それを中間層に用いた酸化物薄膜のエピタキシャル成長を試みた。結果、シリコン（100）面上にセン亜鉛鉱構造の硫化亜鉛薄膜（ZnS）、立方晶の酸化物薄膜（STO）をそれぞれエピタキシャル成長させることに成功した。基板にシリコンを用いることができ、安価に酸化物薄膜応用デバイスを製造できる道を開いた。

図 10 誘電体薄膜の XRD 測定結果（左）と断面 TEM 像（右）



## 環境・新エネルギー

## ① フィルム基板アモルファス太陽電池

●関連論文：富士時報 2002.5 p.272-276

プラスチックフィルムを基板として、これを耐候性フィルムで樹脂封止した、超軽量フィルム基板アモルファス太陽電池の開発を進めている。

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託を受け、アモルファスシリコン膜の高速製膜技術に取り組むとともに、従来の 0.5 m 幅フィルムの 2 倍の 1 m 幅フィルムを用いた製造技術を自社開発し、30 nm/min を超える製膜速度でも変換効率が低下せず、均一にアモルファスシリコンを形成できる製膜技術を開発した。

また、屋外での暴露試験も 4 年を経過し、樹脂封止モジュールとガラス封止モジュールの発電性能に差がなく信頼性が高いこと、結晶系に比べアモルファス太陽電池は、定格あたりの年間発電量が約 1 割高いことが分かった。

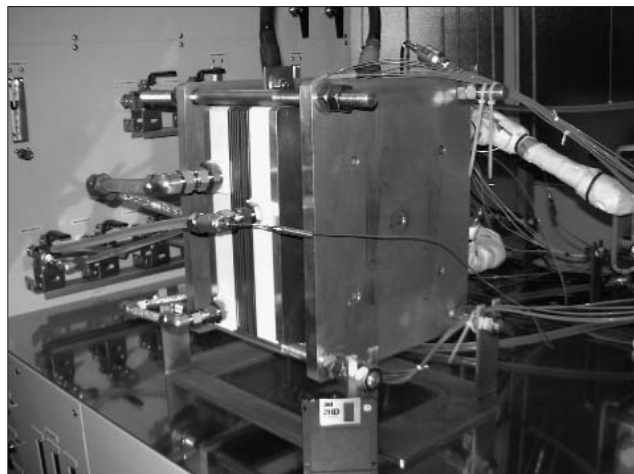
図 11 樹脂封止とガラス封止モジュールの設置例



## ② 固体高分子形燃料電池スタックの高信頼化

●関連論文：富士時報 2002.5 p.291-294

定置型のコージェネレーションシステムとして固体高分子形燃料電池の開発を進めている。2001 年までに 1 kW 級システムを開発し、1,000 時間連続運転を含む評価を終えている。一方、信頼性向上、特に電池耐久性向上に注力して開発を進めており、1 kW 級スタック（純水素燃料）での 15,000 時間評価をはじめ多くの長期運転評価実績を持っている。発電装置搭載時を模擬した運転条件下でも、電極部を中心とした改良により電圧低下率を従来の約 1/3 に改善し、5,000 時間を超えて検証した。また、発電容量のバリエーションを増やすため、従来 100 cm<sup>2</sup> の電極面積を 550 cm<sup>2</sup> に拡大したスタックを開発し、従来スタックと同等の初期特性を確認した。耐久性も同等の評価が得られつつあり、さらに長期の検証を継続中である。

図 12 電極面積 550 cm<sup>2</sup> × 5 セルスタック

## パワーエレクトロニクス

## ① マグアンプ方式マルチ出力コンバータ

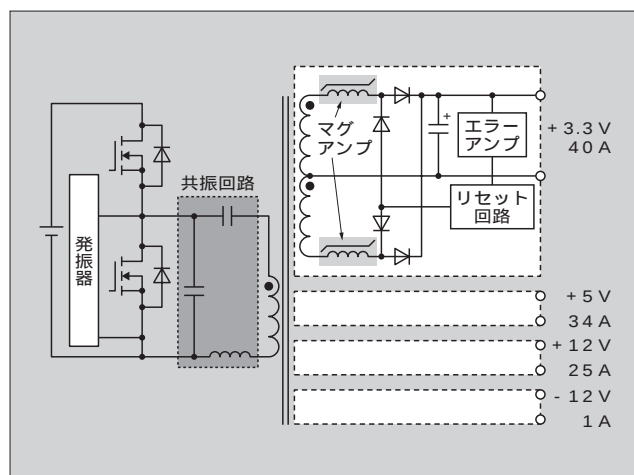
●関連論文：富士時報 2002.8 p.456-459

情報・通信機器、電子機器などに使用される多出力スイッチング電源には小型、高効率などが要求されている。この要求に対し富士電機では、半導体のスイッチング損失を低減でき、各出力を個別に制御できるマグアンプ方式マルチ出力コンバータを開発した（出力容量 614 W、定格時動作周波数 105 kHz）。

この回路は、電流共振型 DC-DC コンバータの変圧器二次巻線に接続した可飽和リアクトルを磁気スイッチとして利用する。各出力を個別に定電圧制御できるため半導体スイッチはオン時比率一定で駆動すればよい。

従来方式（フォワードコンバータ）に対して、14 % 小型であり、定格時効率 84.0 %、最大効率 90.2 % を達成した。

図 13 マグアンプ方式マルチ出力コンバータの回路構成



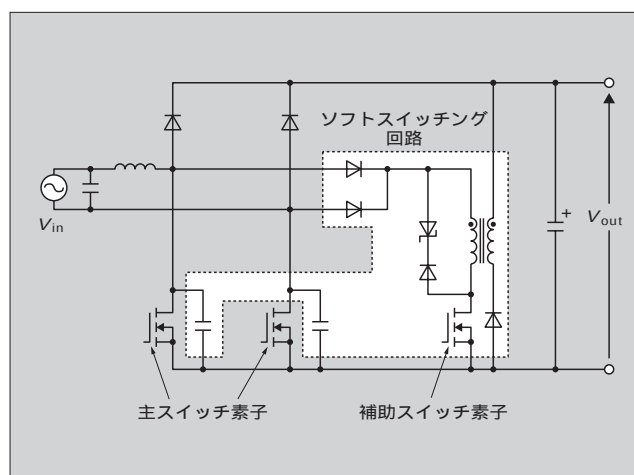
## ② PFC 用ソフトスイッチング回路

近年、情報・通信機器などに使用されているスイッチング電源には高力率・高効率化が求められている。一般的なスイッチング電源は、高力率化するために DC-DC コンバータの前段に力率改善回路（PFC）が接続されている。このため装置効率が低下する。

富士電機では、高効率化を実現するためにソフトスイッチング回路を適用した PFC を開発した（出力容量 2 kW、動作周波数 100 kHz）。この回路は零電圧スイッチング動作をして、主スイッチ素子の発生損失を低減することができる。

今回開発した回路は、従来回路（ハードスイッチング回路）に対して、発生損失が約 30 % 低減され、効率 97.4 % を達成した。

図 14 PFC 用ソフトスイッチング回路構成

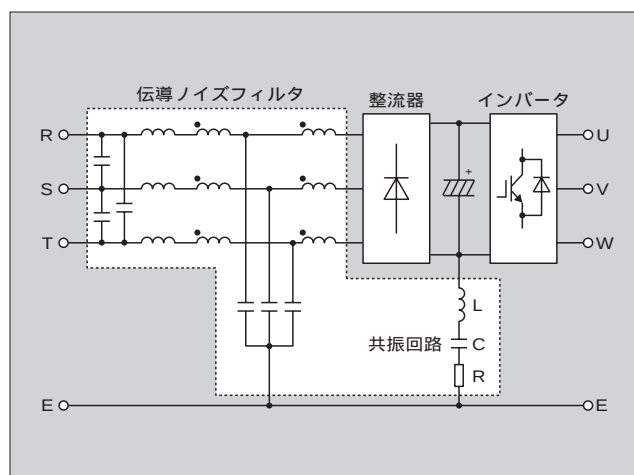


## ③ インバータ用小型伝導ノイズフィルタ

スイッチング周波数の高周波化に伴い、高周波漏れ電流や電磁妨害（EMI）などのさまざまな障害が発生している。このため、インバータにおいてもノイズフィルタが必要不可欠な存在となっている。

富士電機では、インバータへの内蔵化を可能とした CISPR 規格の class 1A を満足する小型伝導ノイズフィルタを開発した。この回路は、インバータの直流中間電圧の一端とアース端子に LCR で構成される共振回路を用いていることと、発生メカニズム解明やノイズ成分の分離により、入力フィルタ部の構成と定数を最適化することで小型化を達成している。本方式により、従来の電動ノイズフィルタ（7.5 kW 用）に比べ、体積を約 40 % に低減できる。

図 15 開発した伝導ノイズフィルタの回路構成

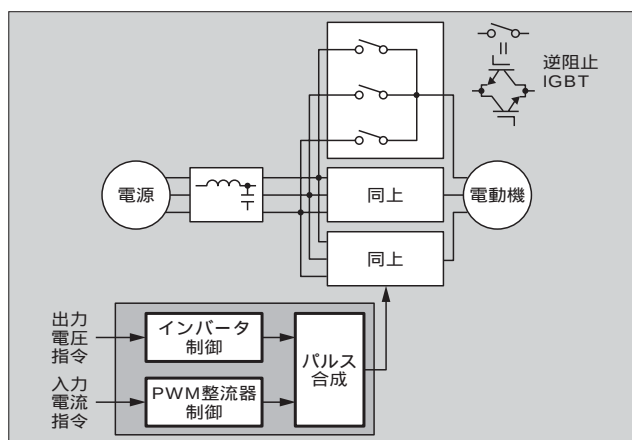


## パワーエレクトロニクス

## ④ 直接変換回路

近年、電力変換装置の小型化、高効率化の要求が高まっている。これに対し、富士電機では、交流電圧から直流電圧を介することなく、直接任意の大きさ、周波数の出力電圧を得るマトリックスコンバータを開発した。従来のマトリックスコンバータは、回路に必要な双方向スイッチをIGBTとダイオードの直列構成により実現していたが、本装置ではダイオードを不要とする新開発の逆阻止IGBTを採用して、導通損失、50%削減による電力変換装置の小型化、高効率化が実現できる。さらに、制御として独自の仮想AC-DC-AC変換方式を開発し、入力力率1を保ちながら入出力の非干渉・低ひずみ化、スイッチング回数の低減、出力電圧の高精度制御など、高性能制御を簡単な演算で実現した。

図16 マトリックスコンバータの制御ブロック図



## 機器技術

## ① 生菌の自動計数技術

食品や医療など多くの分野で細菌汚染が問題になっている。適切な衛生管理には汚染状況の把握が必要だが、従来の検査は培養に24時間以上を要するため、後追いの結果しか得られていない。

富士電機は、独自のオートフォーカス、画像処理技術と生細胞中の酵素活性で蛍光化する試薬CFDAとを組み合わせ、培養を行わずに10分ほどで生菌数を測定可能な自動細菌計測技術を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 菌の蛍光前後の画像を比較する、差分画像法で蛍光性きょう雑物の影響を軽減し、計数の信頼性を確保
- (2) 生菌センサと培養法との結果は、 $10^2 \sim 10^7$  個/mL程度の範囲で良好に相関（大腸菌標準株の測定）
- (3) LED光源の採用で業界最小5kgの小型軽量化を実現

図17 生菌センサ試作機



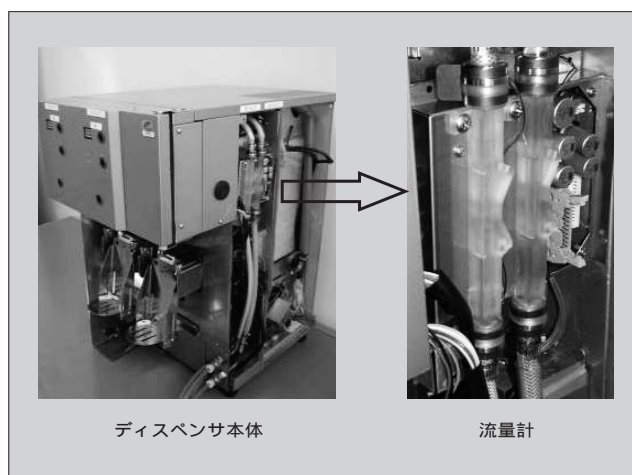
## ② 超音波流量計による飲料の計測技術

従来の自動ビールディスペンサはビールの注出量を注出時間により制御している。しかし、温度や圧力の変化によりビール液の量や泡の発生量が変化するため、誤差が大きく、ジョッキからあふれるなどの問題がある。富士電機では味の安定化を図るために、ビールの注出量、泡の量とビール液の温度の制御を可能とする高精度流量センサを開発した。このセンサはビール液の温度と売り切れも同時に検出可能なものである。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 超音波方式を採用し、ビールに非接触で流量を検出するため、配管内の洗浄が容易で衛生的
- (2) 業界最小口径の配管（φ5）に対応可能
- (3) 流量範囲0～60 mL/s、計測精度 $\pm 1\%$

図18 超音波式高精度流量センサ



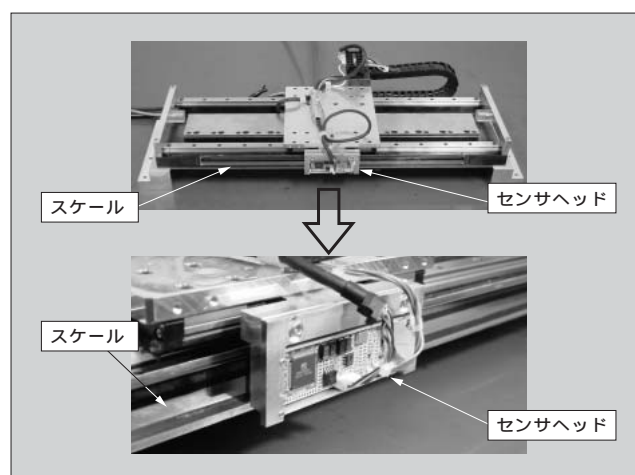
## 機器技術

## ③ リニアサーボ用エンコード技術

リニアエンコードは半導体関連装置や工作機械などの位置・速度検出用センサとして用いられ、近年、高精度化、高速応答化の要求が高まっている。一般にこれらの要求を実現するには、光源に高出力半導体レーザを用いる必要があり、信頼性、コストに課題があった。

富士電機では、独自のスリット状 LED 光源を用いた干渉計検出方式と低コスト回折格子スケールとを組み合わせ、高性能、高信頼性、低コストで耐ノイズ性に富むリニアサーボ用に適したリニアエンコードの技術を開発し、位置検出分解能 10 nm 以下、応答速度 5 m/s を達成した。

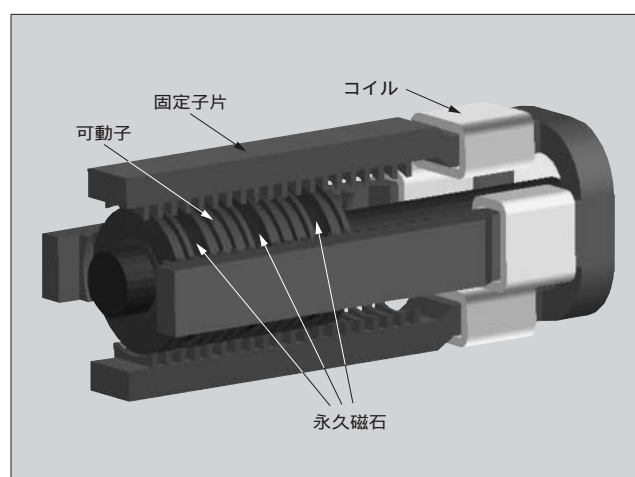
図 19 リニアサーボモータ搭載リニアエンコード



## ④ 集中コイル型リニアモータ

位置決めや搬送の用途において、動作の高速高精度化、低塵埃（じんあい）化を目的としたリニアモータの適用が進んでいる。富士電機では、固定子の端部にコイルを集中的に配置できる特徴を有し、コイルの小型化により、軽量化と低発熱化を実現する集中コイル型リニアモータを開発している。このモータはステッピングモータの原理を応用・発展させたもので、小歯列を有する複数の固定子片を、それぞれの端部に配置したコイルで順次励磁することによって、小歯列に対向する可動子をリニアに移動させるものである。現在までに、原理試作機によってほぼ解析どおりの特性を確認している。本装置を推力 10 N クラス、ストローク 30 mm の小型機に適用した場合、従来のステッピングモータ方式に対し、約 30 % の軽量化が図れる。

図 20 集中コイル型リニアモータの構成例



## ⑤ 高効率パルスチューブ冷凍機

●関連論文：富士時報 2002.5 p.299-302

人工衛星搭載用スターリング冷凍機で培った高信頼性技術をベースにして、従来品より効率を 20 % 改善した高効率パルスチューブ冷凍機を開発した。冷凍出力は 2.5 W（低温端温度 70 K 時）で消費電力は 100 W，設計寿命は 50,000 時間，全質量は 8.5 kg である。圧縮機の寸法は外径 96 mm，長さ 190 mm であり小型化も達成している。

この冷凍機の膨張機は可動部を持たないインライン型、圧縮機はリニアモータ可動部の支持機構にフレクシャベアリングを採用した非接触対向ピストン型で構成しているため、低振動で長寿命という特徴を有している。このため、民生用では通信分野などの高温超電導デバイスの冷却や医療用に、宇宙用では赤外線デバイスの冷却用など幅広い用途への適用が可能である。

図 21 パルスチューブ冷凍機



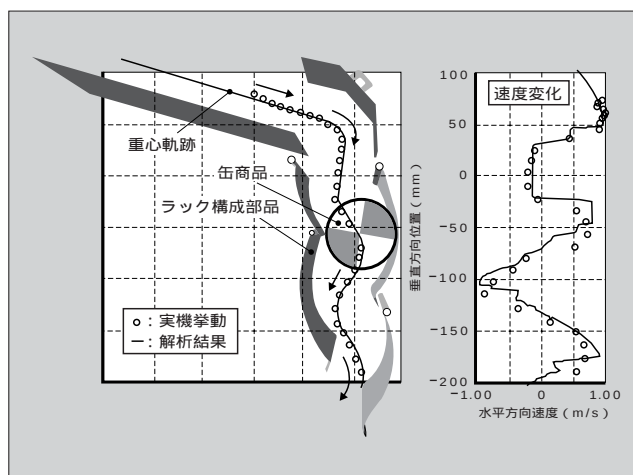
## 機器技術

## ⑥ 自動販売機ラック内の商品挙動解析技術

瓶・缶自動販売機のラック内における商品の挙動は、容器の形状や材質などによって大きく異なるため、事前に挙動を把握してラック機構の設計に反映させることが重要である。富士電機では、商品の三次元挙動を解析するシミュレーション技術の構築を進めており、これまでに缶商品を対象とした挙動解析技術を確立した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 缶商品を、容器と液体（飲料）の二つの剛体要素でモデル化し、各要素を中心軸で回転自由に結合
  - (2) 液体の粘性を、容器回転方向への減衰力としてモデル化
  - (3) 商品とラック間における接触計算に必要なばね定数やダンピング係数などの物性値を実測により同定
- 今後は、瓶商品およびPETボトル商品を対象とした挙動解析技術の確立を図る予定である。

図 22 缶商品の挙動解析例

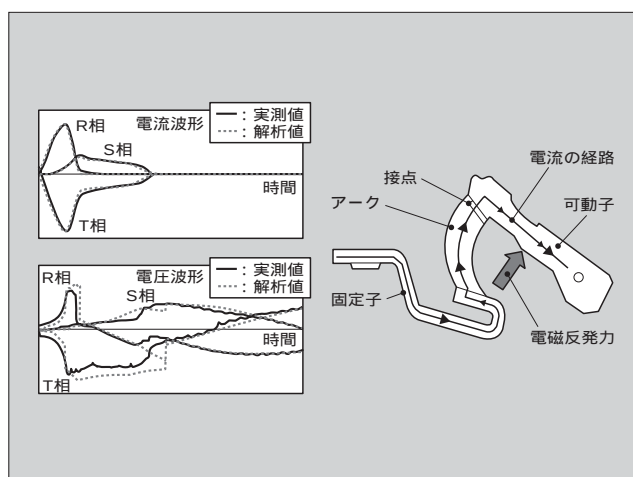


## ⑦ 配線用遮断器の遮断シミュレーション

配線用遮断器の遮断動作では、可動接点の運動とアークの挙動および電気回路の過渡特性が相互に作用しその過程は複雑であり、これまで短絡遮断時の遮断性能（電流、電圧）の解析は困難であった。今回、可動接点に作用する電磁反発力と、遮断過程でのアークの挙動のモデル化を行うことで、交流三相遮断動作の解析手法を確立した。

この手法では、有限要素法により単位電流あたりの電磁反発力を高精度に求め、またアークの長さ、移動速度などを基礎実験のデータベースをもとにしたモデルにより計算することで、遮断動作時のアークを含む電気回路系の総合的な挙動を逐次計算する。この手法により、最大電流、アーク電圧、アークエネルギー、遮断時間などの遮断性能を事前に解析にて推定・評価することが可能になった。

図 23 遮断器接点部構造と交流三相短絡遮断解析例

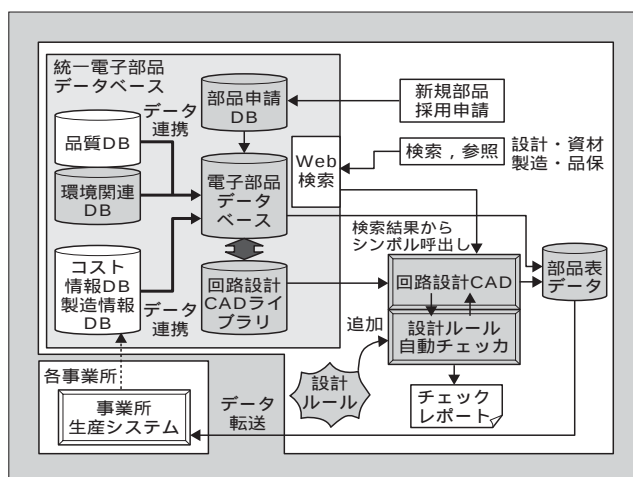


## ⑧ 電子回路のトータル設計システム

これまで事業所ごとに運用していた部品データを全社一元化した電子部品データベースに再構築し、それを中核とする電子回路のトータル設計システムを構築した。システムは、統一電子部品データベース、回路設計CADシステム、回路の設計ルール自動チェッカから構成される。

データベースは、部品の基本仕様、コスト、品質、互換品などの情報を持ち、Webで検索可能である。検索結果から部品シンボルを回路図CAD上に直接呼び出して回路図を作成できる。また、データベースを参照し回路図から部品表を自動作成できる。設計ルール自動チェッカは、回路の結線情報を基に設計ルールとの照合や注意点をアナウンスするツールであり、既存ルールに加え技術進歩に対応して新たに定義するルールを追加可能としている。

図 24 電子回路トータル設計システムの構成



## 機器技術

## ⑨ Ad-hoc 型次世代フレキシブル無線

Ad-hoc 型のフレキシブル無線は、信頼性の高い通信が可能であり、工場内の計測用ネットワークとして製品化されている。従来方式は無線機が自律的に通信経路を変化させるために、伝送遅延にばらつきが発生し、着信端末でパケットの着信順番が入れ替わるという問題点があった。

開発中の次世代フレキシブル無線では、複数の伝送経路を任意に固定しながら伝送する方式を採用することにより、高い信頼性を保ちながら遅延量の制御を行うことが可能となった。これにより、動画や音声などの遅延量コントロールが要求される分野への適用拡大が期待される。さらに、本プロトコルを適用し、DES (Data Encryption Standard) 暗号化によるセキュリティ機能を実装する予定である。

図 25 Ad-hoc 型次世代フレキシブル無線機

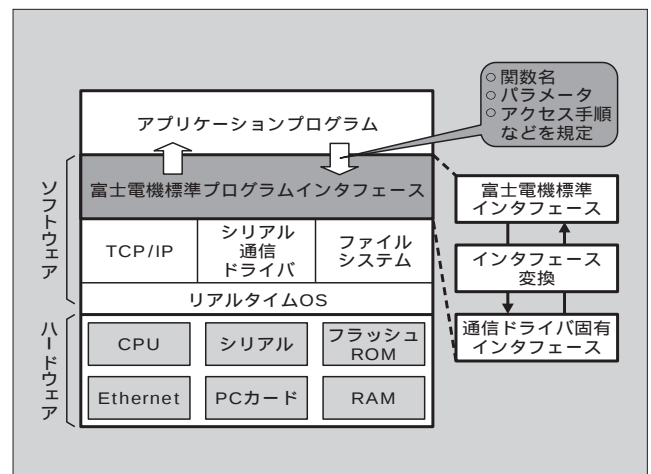


## ⑩ 組込みソフトウェア共通プラットフォーム

従来、産業用制御機器の組込みソフトウェアは製品ごとに独立に開発してきたが、ネットワーク対応における信頼性向上とアプリケーションプログラムの互換性を維持するために共通プラットフォームを開発した。

プラットフォームは、アプリケーションプログラムと通信ドライバの間に、関数名、パラメータ、アクセス手順などを規定した富士電機標準プログラムインタフェースを備えている。これにより流通するハードウェア、ソフトウェアが進化した場合でも、上位アプリケーションプログラムとの互換性維持を実現した。また、通信機能を実現するハードウェアとそのハードウェア上で動作する汎用の通信ソフトウェアをセットでライブラリ管理することで、再利用開発を可能とした。

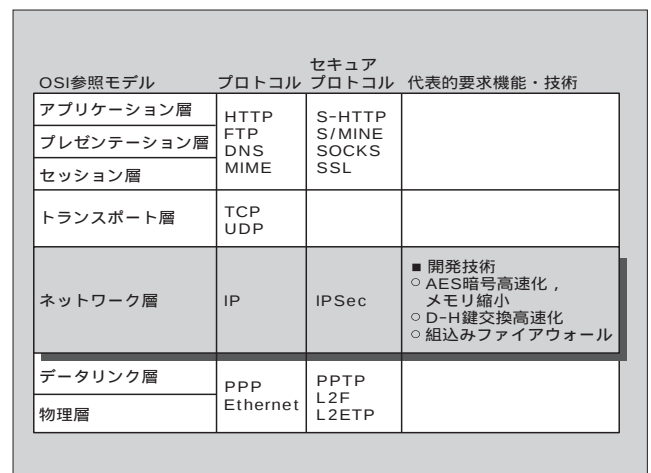
図 26 共通プラットフォームの構成



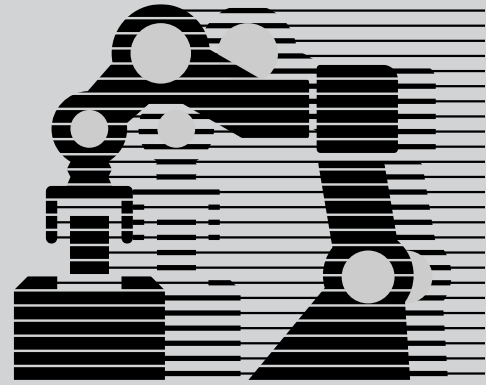
## ⑪ 機器組込みセキュリティ技術

今後、組込み機器において、IPv6 を用いたインターネット利用が進むことが予想され、そのときに求められる機器間セキュア通信のための組込みセキュリティ技術の研究開発を行っている。特に組込み機器はCPU能力、メモリリソースが著しく制限されるため、IP (Internet Protocol) 層に重点を絞り、セキュリティ機能を担う IPsec (IP security) プロトコルにおいて、実行のボトルネックになる暗号、鍵交換処理の高速化、低メモリ化を図った。また、最近社会問題にもなっているインターネット経由での不正アクセス攻撃に対しては、ファイアウォールと同等の効果を実現できるミドルウェアを開発し、各種攻撃を想定した商用ネットワーク環境での評価を行い、良好な結果を得た。

図 27 機器組込みセキュリティの位置づけ



# 生産技術



生産技術

## 展 望

生産技術研究所は事業部門、工場・製作所と一体となって新商品の市場投入を加速するために、顧客や市場ニーズの解決に狙いを定めた商品開発や、研究開発段階から事業価値を創出する事業化構想について検討し、見極める活動を推進・支援している。

研究活動の重点として、コア技術を軸にして品質・コストの飛躍的改善を図るために、材料・構造・製法の改革による「ものづくり技術の強化・変革」を目指している。特に、接合界面技術、計測評価技術、材料改質技術、インライン化技術、シミュレーション技術など保有技術を拡大・深耕し、人手作業・熟練作業の自動化、複数工程の装置化などを実現してきた。以下に各コア技術分野の研究開発活動の取組みを述べる。

電子実装技術では、鉛フリーはんだに加え、焼却時のダイオキシシンや臭化水素の発生を抑えた環境調和型プリント配線板（FR-4、CEM-3）と塩素フリーレジスト、鉛フリーめっきを実用化し製品適用化を進めている。また、代替フローはんだ印刷技術の確立と均一加熱技術に取り組んでいる。さらに部品実装では自動実装システムを開発し、自動化・無人化を可能にした。

マイクロ加工技術では、インダクションカップルプラズマ方式による、シリコン高精度・高均一性加工技術を確立した。また、厚膜シリコン酸化膜を用いた光導波路製造要素技術の開発に取り組み、高磁界・高電圧化の温度センサとしての適用を検討した。さらに、低融点インサート材を用いた金属どうしの低温直接接合技術に取り組み、インサート材を母材にすべて拡散させはんだ強度以上の接合強度を得る見通しである。

振動・騒音技術では、発電プラントの受注活動を支援する敷地境界やタービン発電機建屋内の騒音予測技術、対策技術および騒音評価法を確立した。また、車両用リアクトルの騒音メカニズム解明による低騒音化技術を進めた。さ

らに、多点モーダル解析技術をタービン発電機に代表される大型回転機械の新製品開発や事故解析に適用し、振動特性の迅速な解析および対策立案を支援する振動計測評価技術を確立した。

自動化技術では、配線用遮断器・漏電遮断器に搭載される電磁コイルの矯正・被覆はく離・成形・切断の複合加工装置を開発した。クライオクーラでは、膨張部の極細線抜き加工・多層ランダム積層・挿入の複合加工組立装置を開発し、さらに軸組立の高精度センタリングの可能なピストン組立装置を開発した。また、環境対応では、装置駆動部の乾式潤滑化に加え、塩素フリー切削液の基本機能確認・検証を完了し、工場への適用展開を進めている。

成形加工技術では、環境に優しく、リサイクル性に優れた熱可塑性樹脂の開発に取り組み、ノンハロゲンによる難燃性（V-2）と高耐熱性を持つナイロン樹脂による薄肉・高精度の射出成形技術を開発した。また半導体封止製品の多数個取り成形品の粘弾性挙動、熱分析、樹脂流動解析などにより良品率の向上を図った。

材料技術では、地熱タービン用改良翼材の開発を完了した。地熱蒸気中には硫化水素や塩素などの腐食性成分が多く含まれ、応力腐食割れや腐食疲労の原因となることがあるが、Cr や Ni を増量し熱処理条件を最適化することにより耐食性を向上させ、実機への適用を可能にした。また Si ウェーハ研削加工では、反りが発生するメカニズムを究明し、反り発生の原因となる研削圧力を低減する砥石の特性を明確にした。

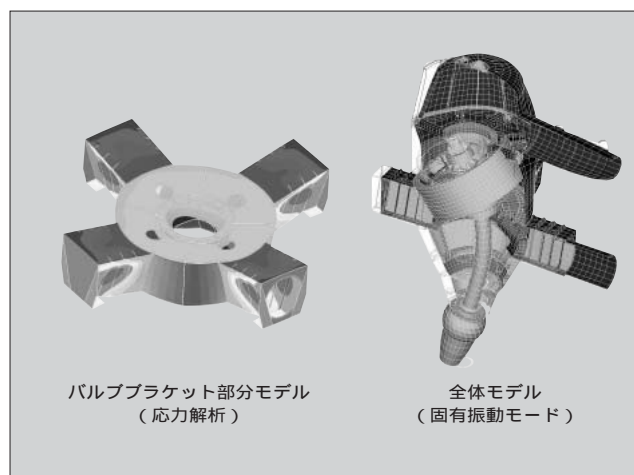
シミュレーション技術では、世界初となる立軸バルブ水車の最適構造設計の検証、製品開発への適用を積極的に進めてきた。また、プリント配線板へのチップ接合不良の一つであるマンハッタン現象に対して、流れ解析や、モンテカルロ法を利用した手法を確立し、発生原因の定量的な特定を可能にし、電極寸法の最適化を図った。

## 生産技術

## ① 立軸バルブ水車の構造解析技術

大容量機としては世界初である東北電力(株)第二上野尻発電所向け立軸バルブ水車の構造的信頼性を検証するため、応力解析と固有振動数解析を行い、現地据付け試験時に実機の応力と振動の測定を行った。大型構造物であるこの製品のモデル化にあたり、構造の全体と荷重を支えるバルブブラケット部分を分けて解析することで、精度の向上を図った。全体モデルでは水車全体としての挙動を総合的に把握し、より細かな要素分割が可能な部分モデルでは詳細部分の応力と変位が高精度に解析できた。実機試験では、最大応力箇所と変位がシミュレーションにより予測できていたため測定箇所を的確に選択することができ、その実測結果は計算値とよく一致し、シミュレーションの精度と構造強度の信頼性を確認できた。

図1 バルブブラケット詳細解析と全体モデル解析事例



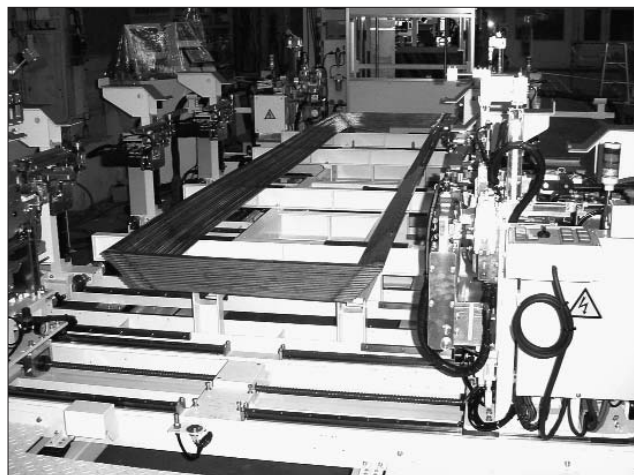
## ② 発電機用ロータコイルの自動ろう付け技術

タービン発電機(容量 100 ~ 300 MVA クラス)に組み込まれるロータコイルの製造において、コーナー部の4か所(四隅)をろう付けし、そのままらせん状のコイルにまで組み立てる自動ろう付け・組立システムを開発した。

このシステムの特徴は、コイル位置決め、ろう材供給、温度制御などを自動で行い、四隅の順次自動ろう付けによりらせん状の所定積層ターン(最大 30 ターン)までを集積し、コイル寸法(縦・横長さ、板幅・板厚)は、例えば縦 6,600 ~ 2,500 mm、横 350 ~ 1,800 mm まで可能であり、全機種に対応できることである。

この技術により従来の手作業による、ろう付け作業やコイルの移動・組立作業が大幅に省力化された。

図2 ロータコイルの自動ろう付け装置



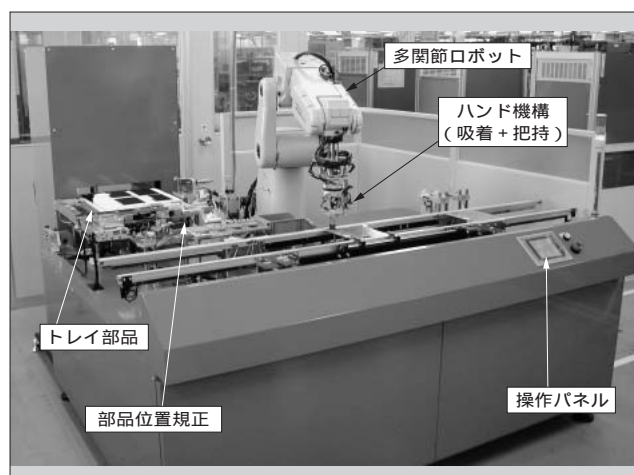
## ③ 異型・多種挿入電子部品の自動実装システム

プリント板実装生産ラインの自動化・無人化を目指し、従来、自動化が不可能で、手作業で実装していた異型挿入電子部品の自動実装技術を開発した。

この技術の特徴は、超音波モータを採用した独自の小型ハンド機構により、一定の把持力で最大 40 mm の大きさの異型挿入部品が把持できる、画像処理を用いずに回転機構とスライド機構により多種部品の位置決めが可能、荷姿のままでの部品を 24 時間供給可能、および多関節ロボットとを組み合わせ、24 時間連続稼動が可能な自動実装システムを構築し、プリント板実装ラインへ適用したことである。

この技術およびシステムの開発により、プリント板実装の無人化に向けて大きく前進した。

図3 異型挿入電子部品の自動実装システム



## 技術業績の表彰・受賞一覧（2002年）順不同

## ●(社)電気学会（平成13年優秀論文発表賞）

## 産業応用部門全国大会

「5kW級低速大トルク表面磁石バーニアモータの特性評価」

（株）富士電機総合研究所 鳥羽 章夫

「Reduction of the surge voltage at motors fed from IGBT inverter drives by PWM correction」

（株）富士電機総合研究所 Orges Gjini

## ●(社)溶接学会（平成13年度マイクロ接合優秀研究賞）

「接合界面の熱伝導現象解析」

生産技術研究所 齋藤 重正

## ●日本応用磁気学会（技術貢献賞）

「薄膜インダクタを集積した完全ワンチップDC-DCコンバータ」

（株）富士電機総合研究所 林 善智

（株）富士電機総合研究所 菅原 聡

（株）富士電機総合研究所 片山 靖

（株）富士電機総合研究所 江戸 雅晴

（株）富士電機総合研究所 松崎 一夫

（株）富士電機能力開発センター 米澤 栄一

## ●日本原子力学会 関東・甲越支部（研究奨励賞）

「減圧酸素プラズマによる貴金属の回収技術」

原子力・放射線事業部 島村 健男

## ●(財)電気科学技術奨励会（第50回オーム技術賞）

「SuperFAP-GシリーズパワーMOSFETの開発製品化」

富士日立パワーセミコンダクタ(株) 藤平 龍彦

富士日立パワーセミコンダクタ(株) 小林 孝

富士日立パワーセミコンダクタ(株) 山田 忠則

## ●日本オゾン協会（技術賞）

「オゾン耐性膜による高流速膜ろ過システムの実用化」

富士電機(株)

〔磯村豊水機工(株)〕, NKK と共同〕

## ●(社)低温工学協会（論文賞）

「高温超伝導コイルにおける交流電圧印加時の熱気泡挙動と電気絶縁環境」

（株）富士電機総合研究所 坊野 敬昭

〔九州大学, 九州電力(株)と共同〕

## ●日刊工業新聞社・第32回機械工業デザイン賞

（日本電機工業会賞）

「サーボアンプ FALDIC-β」

富士電機(株)

## ●日刊工業新聞社

「高効率・高濃度オゾン発生装置の開発及び普及」

富士電機(株)

## ●(社)日本電機工業会・電機工業技術功績者表彰

（第51回）

## 会長賞

「生ごみバイオガス化燃料電池発電システムの完成」

環境システム事業部 秋山 幸司

事業開発室 黒田 健一

## 発達賞

「世界初オートキャッパ搭載カップ自動販売機の開発」

三重工場 和田 雅之

三重工場 伊藤 孝文

「マシフルームレスエレベータ専用インバータ FRENIC 5000VG7Fの開発」

神戸工場 桃津 敏郎

神戸工場 大路 正孝

「電気鉄道変電所用純水沸騰冷却式シリコン整流器の製品化」

交通・特機事業部 津田 信吾

千葉製作所 中村 豊忠

## 奨励賞

「制振制御機能標準搭載高性能ACサーボ『FALDIC-βシリーズ』の開発」

鈴鹿工場 藤田 光悦

鈴鹿工場 藍原 隆司

「非接触IC式リストバンドシステム機器の開発」

事業開発室 小倉 英之

カード・通貨機器事業部 清沢 久

「国内初平型IGBT式自励式フリッカ補償装置採用電気炉システムの完成」

富士電機システムズ(株) 鈴木 博尚

（株）富士電機総合研究所 藤井 幹介

## ●(社)発明協会・中部地方発明表彰

## 三重県支部長賞

「自動販売機の制御装置」

三重工場 槇田 幸雄

三重工場 田中 幸博

三重工場 杉野 一彦

## 発明奨励賞

「自動販売機の扉固定装置」

三重工場 宮尾 哲也

「自動販売機の飲料カップ供給装置」

吹上富士自販機(株) 濱本 賢一

# 富士時報 VOL.76 NO.1 2003 (技術成果と展望) 掲載項目一覧

|          |   |
|----------|---|
| 新しい年を迎えて | 2 |
|----------|---|

|            |   |
|------------|---|
| ハイライト 2002 | 4 |
|------------|---|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 第五世代 IGBT モジュール「U シリーズ」<br>下水汚泥消化ガス利用燃料電池による<br>コージェネレーションシステム<br>色変換方式フルカラー有機 EL<br>生産現場のノウハウを活用する情報システム<br>「ナレッジフロー」<br>エンジニアリング革命ツール「HEART シリーズ」<br>総合エネルギー管理システム (EMS ソリューション)<br>垂直磁気記録媒体<br>熱可塑性高耐熱材料の改質技術と成形加工技術<br>電子マネー対応決済機器シリーズ<br>プログラマブル操作表示器 (POD)「UG30 シリーズ」<br>富士リニアドアシテム (側引戸駆動リニアモータシステム)<br>コンパクト型インバータ「FRENIC-Mini シリーズ」<br>マニュアルモータスタータ「BM3 シリーズ」<br>高性能オートフォーカス (AF) モジュール<br>空容器回収機 (RVM: Reverse Vending Machine)<br>600 MW 高温・高圧石炭火力発電設備 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|               |    |
|---------------|----|
| 情報・SI ソリューション | 12 |
|---------------|----|

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 展 望                                           | 12 |
| 行政情報ソリューション                                   | 13 |
| ① e-自治体文書管理システム                               |    |
| ② e-自治体庶務事務システム                               |    |
| ③ 「福島県鹿島町地域イントラネット基盤施設整備事業」<br>導入事例           |    |
| ④ 春日居町農業情報ネットワークシステム農業気象高度<br>利用システムの適用       |    |
| ⑤ 電子カルテシステム「HOSPITAC」                         |    |
| ⑥ 保健・福祉・医療ネットワークシステム                          |    |
| 企業情報ソリューション                                   | 15 |
| ① Fe-MES ソリューション                              |    |
| ② 中堅企業向け ERP ソリューション                          |    |
| ③ 機械加工組立工場向け大規模分散自動倉庫システム                     |    |
| ④ エネルギープラント最適運用システム                           |    |
| ⑤ (株)デンソー西尾工場向けエネルギー計測システム                    |    |
| ⑥ マルチデバイス対応モバイルソリューション                        |    |
| ⑦ オープンな LONWORKS の部品供給から教育・共同開発<br>まで多面的にサポート |    |
| ⑧ IT 基盤構築ソリューション「VisionF-Infra」               |    |
| ⑨ CRM ソリューション「VisionF-CRM」                    |    |
| ⑩ B to M ソリューション「VisionF-B to M」              |    |
| ⑪ SCM ソリューション「VisionF-SCM」                    |    |
| ⑫ PLeM ソリューション「VisionF-PLeM」                  |    |

|                  |    |
|------------------|----|
| 水処理・環境・社会ソリューション | 19 |
|------------------|----|

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 展 望                                 | 19 |
| 上下水道向けソリューション                       | 20 |
| ① 残留塩素濃度維持装置「復活くん」                  |    |
| ② 光ファイバー水位計システム                     |    |
| ③ オゾン耐性膜による高効率膜処理システム               |    |
| ④ 最近の水道料金計算システム                     |    |
| ⑤ 上下水道向けに進化する VVVF 装置               |    |
| ⑥ Web 応用監視制御システム                    |    |
| ⑦ 沖永良部島納入畑地かんがい用 100 kW 太陽光発電設備     |    |
| ⑧ 鹿児島市水道局河頭浄水場大規模監視制御システム           |    |
| ⑨ 臭素酸生成抑制オゾン処理技術                    |    |
| 環境システムソリューション                       | 23 |
| ① 畜産メタン発酵廃液処理システム                   |    |
| ② 環境省向け生ごみバイオガス化燃料電池発電施設            |    |
| ③ 灰溶融スラグの有効利用                       |    |
| ④ 一般廃棄物動態監視システム (岡山県長船町で実用導入<br>開始) |    |
| ⑤ 大阪府 ESCO 事業受託                     |    |
| ⑥ リサイクルプラント電機・計装システム                |    |
| 社会システムソリューション                       | 25 |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| ① 国土交通省三重工事事務所納入「川越・安永共同溝」<br>監視システム |  |
| ② 大分県納入土砂災害情報相互通報システム                |  |
| ③ 空港給油施設の計測制御システム                    |  |
| ④ 首都高速道路公団納入飛鳥山換気所向け電源設備             |  |
| ⑤ 街頭緊急通報システム                         |  |
| ⑥ 日本道路公団納入 ETC 用車両検知器                |  |
| ⑦ 酸性用および有機用ケミカルフィルタ                  |  |
| ⑧ F-Cube (装置組込型ファンフィルタユニット)          |  |
| ⑨ 大規模液晶工場クリーンルームシステム                 |  |

|                |    |
|----------------|----|
| IT・計測制御コンポーネント | 28 |
|----------------|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 展 望                               | 28 |
| IT コンポーネント                        | 29 |
| ① 資産管理ツール「TCOSTREAM トリプル A」       |    |
| ② 情報系データを共存させる Ethernet ベース制御 LAN |    |
| ③ PLC ベースのコントローラ二重化システム           |    |
| 計測制御システム                          | 30 |
| ① 食品プラントの計測制御システム                 |    |
| ② 医薬品プラントの計測制御システム                |    |
| ③ 化学プラントの計測制御システム                 |    |
| ④ 鉄鋼設備の計測制御システム                   |    |
| ⑤ エネルギーセンタの計測制御システム               |    |
| ⑥ 火力発電設備の計測制御システム                 |    |
| ⑦ ごみ焼却プラントの計測制御システム               |    |
| ⑧ ガスパイプライン施設の計測制御システム             |    |

富士時報 VOL.76 NO.1 2003（技術成果と展望）掲載項目一覧

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 計測コンポーネント                                             | 32 |
| ① 自動車トンネル用一酸化炭素分析装置                                   |    |
| ② 大気汚染監視用赤外線式 CO 濃度測定装置                               |    |
| ③ SM ファイバ対応光式水位計                                      |    |
| ④ 光計装システム「FFX シリーズ」の拡充（FFI 対応）                        |    |
| ⑤ デジタルサーモスタット（PAS3）                                   |    |
| ⑥ DeviceNet 対応小型温度調節計                                 |    |
| ⑦ システム LSI 相当の電子回路 IMM                                |    |
| ⑧ μTAS の試作サービス                                        |    |
| ⑨ 光ファイバアライメント用シリコンプラットフォーム                            |    |
| ⑩ メンテナンスフリー・小型空冷 YVO <sub>4</sub> レーザマーカ「NanoLight X」 |    |
| 産業・サービスソリューション                                        | 36 |
| 展 望                                                   | 36 |
| 予防保全サービス                                              | 37 |
| ① 蓄電池劣化診断サービス                                         |    |
| ② 赤外線サーモグラフィー装置による計測サービス                              |    |
| ③ オンライン診断システム「ProHealth」                              |    |
| サービスソリューション                                           | 38 |
| ① 設備管理近代化コンサルティング                                     |    |
| ② コールセンター構築サービス（業務パッケージ化）                             |    |
| ③ 無人設備オートコールサービスの導入事例                                 |    |
| ④ 施設管理情報オンライン提供サービス「FAMIOS」                           |    |
| ⑤ 作業管理 POJ                                            |    |
| ⑥ メンテナンス・リースサービス                                      |    |
| パワーエレクトロニクス・電力変換                                      | 40 |
| ① 合同製鐵（株）向け電気炉用電気設備                                   |    |
| ② ダウケミカル・ドイツ向けマルチ出力型整流設備                              |    |
| ③ 移動式航空機用 400 Hz 電源装置                                 |    |
| 回転機・可変速駆動システム                                         | 41 |
| ① 埋立工事用連続式アンローダ電気品                                    |    |
| ② 抄紙機設備用電気品                                           |    |
| 電気加熱                                                  | 41 |
| ① 電縫管溶接装置                                             |    |
| 産業機器システム                                              | 42 |
| ① じゃがいも異物除去装置                                         |    |
| ② FDDI 長距離監視制御システム                                    |    |
| ③ レトロフィット対応システム                                       |    |
| ④ 設備診断支援システム                                          |    |
| ⑤ 劇場床機構の DDC 化工事                                      |    |
| ⑥ ファジィ制御応用自動製麹システム                                    |    |
| 発変電システム                                               | 44 |
| ① 高速限流遮断装置                                            |    |
| ② 24 kV 環境対応ガス絶縁スイッチギヤ                                |    |
| ③ スポットネットワーク用デジタルリレー                                  |    |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 交通システム                                      | 45 |
| 展 望                                         | 45 |
| 電気鉄道地上システム                                  | 46 |
| ① 東海旅客鉄道（株）東海道新幹線沼津変電所無効電力調整装置（SVG）         |    |
| ② 帝都高速度交通営団中目黒変電所受変電設備                      |    |
| ③ 小田急電鉄（株）新百合ヶ丘変電所                          |    |
| ④ 神戸高速鉄道（株）相生橋変電所変成装置                       |    |
| ⑤ 某社向け小規模電力管理システム                           |    |
| 車両システム                                      | 47 |
| ① 帝都高速度交通営団向け補助電源装置（プロトタイプ）                 |    |
| ② 愛知高速交通（株）磁気浮上車両用磁気浮上システム                  |    |
| ③ SS 無線ネットワーク応用車両振動測定装置                     |    |
| ④ 東日本旅客鉄道（株）AC トレイン用戸閉装置（富士リニアドア）           |    |
| エネルギー                                       | 49 |
| 展 望                                         | 49 |
| エネルギーソリューション                                | 50 |
| ① ハイグレードなエコモニタリングシステム「EcoPASSION & 」        |    |
| ② 福島県三春町「さくら湖自然観察ステーション」向け太陽光・風力発電システム      |    |
| ③ 地球温暖化対策としての下水消化ガス燃料電池発電システム               |    |
| ④ 山小屋のマイクロ水力                                |    |
| 火 力                                         | 51 |
| ① IPP 宇部発電設備の現地工事建設状況                       |    |
| ② 複合サイクル発電用蒸気タービン                           |    |
| ③ 大容量空気冷却発電機                                |    |
| ④ EU 向け発電設備                                 |    |
| ⑤ 地熱タービンのリハビリテーション                          |    |
| 水 力                                         | 53 |
| ① 東北電力（株）第二上野尻発電所 1 × 14 MW 立軸バルブ水車発電機の営業運転 |    |
| ② 岡山県企業局苫田発電所 4.8 MW 立軸フランシス水車の現地据付け開始      |    |
| ③ 九州電力（株）右田発電所の改修工事（ハイブリッドサーボシステムの運用開始）     |    |
| ④ 北海道電力（株）下新冠発電所の改修工事（ランナ空バス化）              |    |
| 原子力                                         | 54 |
| ① マイクロ波による放射性濃縮廃液のガラス化セメント固化技術              |    |
| ② 新型炉技術                                     |    |
| ③ 廃止措置工事および解体・廃棄物管理技術                       |    |

## 富士時報 VOL.76 NO.1 2003 (技術成果と展望) 掲載項目一覧

放射線 ..... 55

① 高分解能α線ダストモニタ

② 関西電力(株)大飯発電所向け新野外モニタ

電力変電 ..... 56

① 電源開発(株)奥只見・大鳥発電所向け 300 kV ガス絶縁  
開閉装置

② 米国向け高電圧・大容量変圧器

系統保護制御 ..... 56

① 北海道電力(株)釧路系統制御所帯広管轄電気所の取込み

② 東北電力(株)超高压変電所向け一体型テレコン

③ 中部電力(株)矢作川電力センター指令情報システム

④ デジタル形消弧リアクトル保護継電装置

配電 ..... 58

① エネルギー診断ツール「EcoDOCTOR」

② 多用途複合型計測端末「PowerSATELITE」

③ 電力需給用複合計器(時間帯別・通信機能付)

## システムコンポーネント

59

展望 ..... 59

プログラマブルコントローラ ..... 60

① 小型プログラマブルコントローラ「SPB シリーズ」

② 統合コントローラ「MICREX-SX」における Web  
モジュール③ 統合コントローラ「MICREX-SX」支援ツール  
「D300win Ver.3」

電源装置 ..... 61

① 瞬時電圧低下保護装置「DipHunter」

② 厚さ 1U サーバ向けラックマウント UPS

③ 新型大容量 UPS「6000D シリーズ」

器具 ..... 62

① モータコンピネーションスタータ

② 新型非常停止用コマンドスイッチ「AM22 シリーズ」

③ 小型漏電遮断器「EC2A2 形」

④ UL489 規格取得ブレーカシリーズ

⑤ 設備系ネットワーク「LONWORKS」機器の機種拡充

⑥ デジタル形多機能リレー「F-MPC50」

⑦ AS-i ネットワーク機器のバージョンアップ

⑧ AS-i ネットワーク機器のインバータ対応スレーブ

⑨ AS-i ネットワーク機器の通信端末内蔵コマンドボックス

回転機・可変速機器 ..... 65

① 新型業務用 2.5 kW 加熱インバータ

② マシンルームレスエレベータ用インバータ

「FRENIC5000VG7F シリーズ」

③ 新型高調波抑制 PWM コンバータ「RHC-C シリーズ」

④ 高性能ベクトルインバータ「FRENIC5000VG7S」用  
フィールドバスオプション

⑤ 高性能サーボシステム「中容量 FALDIC-α シリーズ」

⑥ 高性能・多機能 AC サーボシステム「FALDIC-α シリー  
ズ」の機種拡充⑦ 超小型・高性能 AC サーボシステム「FALDIC-β シリー  
ズ」の機種拡充

⑧ 新型立体駐車場昇降用ギヤードモータ「MGS6 型」

⑨ パッケージエアコン用 DC ブラシレスモータ

## 情報機器関連コンポーネント

68

展望 ..... 68

磁気ディスク媒体 ..... 69

① スクラッチ低減, 低 GH テクスチャ技術

② 80 G バイト/3.5 インチ枚の磁性膜技術

③ 超薄膜 CVD 保護膜技術

感光体 ..... 70

① デジタル PPC 用有機感光体

② POD 用正帯電有機感光体

③ 電子写真プロセスユニット

## 電子デバイス・半導体

71

展望 ..... 71

IC ..... 72

① 1.4 V 起動マルチチャネル電源制御 IC

② 液晶モニタ用 3 チャネル電源制御 IC

③ 起動素子付きカレントモード制御電源 IC

④ シリーズレギュレータ

⑤ 第三世代 PDP スキャンドライバ IC

⑥ 車載用デジタルトリミング型圧力センサ

パワー半導体 ..... 74

① 第五世代 IGBT モジュール「U シリーズ」

② インテリジェントパワーモジュール「Econo IPM  
シリーズ」

③ 大容量 IGBT モジュール

④ 自動車 ECU 用入力統合 IC

⑤ 電源用マルチチップパワーデバイス「M-Power2」

⑥ 電流非連続モード力率改善回路用 600 V SuperLLD

## 流通機器システム

76

展望 ..... 76

自動販売機 ..... 77

① 環境影響評価システム「Mie LCA」

② 静音自動販売機

③ 環境対応自動販売機

④ 防盜強化型自動販売機「シェル」

⑤ 新型カップ麺自動販売機

⑥ オールパーパス物品自動販売機「Variety」

⑦ 新エスプレッソブリュア搭載 H &amp; C カップ自動販売機

⑧ チケット自動販売機

⑨ 二段分割ラック対応 Java 搭載自動販売機

富士時報 VOL.76 NO.1 2003（技術成果と展望）掲載項目一覧

フードサービス用機器 ..... 80

① ナチュラル茶対応シュンカー「ナチュラル茶友」

店舗用機器 ..... 80

① スーパーマーケット向け「エコライト多段ショーケース」

② コンビニエンスストア向けアイスクリームケース

通貨関連機器 ..... 81

① 流通向け自動つり銭機「セリウス ECS02F-SM」

② ビルメック・リサイクル両替機

③ ワイヤレスタグを応用したフィットネス会員管理システム

研究・基盤技術 ..... 82

展 望 ..... 82

電子デバイス・材料 ..... 83

① CMOS 一体型トレンチ横型パワー MOS

② マイクロ電源 チップサイズモジュール

③ 逆阻止 IGBT 技術

④ トレンチ型デバイス構造のナノスケール評価

⑤ 高温水素アニールによる Si 表面の平坦化

⑥ Co/Pt 多層積層膜垂直磁気記録媒体

⑦ ネットワーク家電向け次世代ディスクへの磁気転写

⑧ SPring-8 によるサブミクロン結晶ひずみ解析技術

⑨ SiC 結晶成長技術

⑩ ナノレベル制御による薄膜高誘電体形成技術

環境・新エネルギー ..... 86

① フィルム基板アモルファス太陽電池

② 固体高分子形燃料電池スタックの高信頼化

パワーエレクトロニクス ..... 87

① マグアンプ方式マルチ出力コンバータ

② PFC 用ソフトスイッチング回路

③ インバータ用小型伝導ノイズフィルタ

④ 直接変換回路

機器技術 ..... 88

① 生菌の自動計数技術

② 超音波流量計による飲料の計測技術

③ リニアサーボ用エンコーダ技術

④ 集中コイル型リニアモータ

⑤ 高効率パルスチューブ冷凍機

⑥ 自動販売機ラック内の商品拳動解析技術

⑦ 配線用遮断器の遮断シミュレーション

⑧ 電子回路のトータル設計システム

⑨ Ad-hoc 型次世代フレキシブル無線

⑩ 組込みソフトウェア共通プラットフォーム

⑪ 機器組込みセキュリティ技術

生産技術 ..... 92

展 望 ..... 92

生産技術 ..... 93

① 立軸バルブ水車の構造解析技術

② 発電機用ロータコイルの自動ろう付け技術

③ 異型・多種挿入電子部品の自動実装システム

Vol. 76 No.1 に掲載の商標など

|                                      |                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Excel                                | : 米国 Microsoft Corp. の商品名称                    |
| Visio                                | : 米国 Microsoft Corp. の登録商標                    |
| LONWORKS                             | : 米国 Echelon Corp. の登録商標                      |
| Linux                                | : Linus Torvalds の米国およびその他の国における登録商標または商標     |
| Java                                 | : 米国 Sun Microsystems, Inc. の登録商標             |
| Oracle                               | : 米国 Oracle Corp. の登録商標                       |
| Ethernet                             | : 米国 Xerox Corp. の登録商標                        |
| DeviceNet                            | : Open DeviceNet Vendor Association, Inc. の商標 |
| Windows 2000                         | : 米国 Microsoft Corp. の登録商標                    |
| Visual Basic                         | : 米国 Microsoft Corp. の登録商標                    |
| その他の会社名, 製品名は, それぞれの会社の商標または登録商標である。 |                                               |

# 豊かな地球社会のために 富士電機は、今、—

## 電機システム カンパニー

### 主な営業品目

情報・通信・制御システム，水処理・計測システム，電力システム，放射線管理システム，FA・物流システム，環境システム，電動応用システム，産業用電源，車両用電機品，クリーンルーム設備，レーザ機器，ビジョン機器，電力量計，変電システム，火力機器，水力機器，原子力機器，省エネルギーシステム，新エネルギーシステム

## 機器・制御 カンパニー

### 主な営業品目

電磁開閉器，操作表示機器，制御リレー，タイマ，ガス関連機器，配線用遮断器，漏電遮断器，限流ヒューズ，高圧受配電機器，電力制御機器，電力監視機器，交流電力調整器，検出用スイッチ，プログラマブルコントローラ，プログラマブル操作表示器，ネットワーク機器，インダクションモータ，同期モータ，ギヤードモータ，ブレーキモータ，ファン，クーラントポンプ，ブロワ，汎用インバータ，サーボシステム，加熱用インバータ，UPS，ミニUPS

## 流通機器システム カンパニー

### 主な営業品目

自動販売機，コインメカニズム，紙幣識別装置，貨幣処理システム，飲料ディスペンサ，自動給茶機，冷凍冷蔵ショーケース，ホテルペンダシステム，カードシステム

## 電子 カンパニー

### 主な営業品目

磁気記録媒体，パワートランジスタ，パワーモジュール，スマートパワーデバイス，整流ダイオード，モノリシックIC，ハイブリッドIC，半導体センサ，サーミアブソーバ，感光体およびその周辺装置

環境・情報・サービス・コンポーネントを  
キーワードとして、  
新しい技術の時代を  
拓こうとしています。

## カンパニー別営業品目

### 電機システムカンパニー

情報・通信・制御システム，水処理・計測システム，電力システム，放射線管理システム，FA・物流システム，環境システム，電動力応用システム，産業用電源，車両用電機品，クリーンルーム設備，レーザ機器，ビジョン機器，電力量計，変電システム，火力機器，水力機器，原子力機器，省エネルギーシステム，新エネルギーシステム

### 機器・制御カンパニー

電磁開閉器，操作表示機器，制御リレー，タイマ，ガス関連機器，配線用遮断器，漏電遮断器，限流ヒューズ，高圧受配電機器，電力制御機器，電力監視機器，交流電力調整器，検出用スイッチ，プログラマブルコントローラ，プログラマブル操作表示器，ネットワーク機器，インダクションモータ，同期モータ，ギヤードモータ，ブレーキモータ，ファン，クーラントポンプ，ブロワ，汎用インバータ，サーボシステム，加熱用インバータ，UPS，ミニ UPS

### 電子カンパニー

磁気記録媒体，パワートランジスタ，パワーモジュール，スマートパワーデバイス，整流ダイオード，モノリシック IC，ハイブリッド IC，半導体センサ，サージアブソーバ，感光体およびその周辺装置

### 流通機器システムカンパニー

自動販売機，コインメカニズム，紙幣識別装置，貨幣処理システム，飲料ディスペンサ，自動給茶機，冷凍冷蔵ショーケース，ホテルペンダシステム，カードシステム

|         |                              |                                                                                          |                                                                       |
|---------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 富 士 時 報 | 第 76 巻                       | 第 1 号                                                                                    | 平成 14 年 12 月 30 日 印刷<br>平成 15 年 1 月 10 日 発行<br>定価 525 円（本体 500 円・送料別） |
| 編集兼発行人  | 原 嶋 孝 一                      |                                                                                          |                                                                       |
| 発 行 所   | 富 士 電 機 株 式 会 社<br>技 術 企 画 室 | 〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号<br>（ゲートシティ大崎イーストタワー）                                      |                                                                       |
| 編 集 室   | 富士電機情報サービス株式会社内<br>「富士時報」編集室 | 〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号<br>（新宿コヤマビル）<br>電 話（03）5388 - 7826<br>FAX（03）5388 - 7369 |                                                                       |
| 印 刷 所   | 富士電機情報サービス株式会社               | 〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号<br>（新宿コヤマビル）<br>電 話（03）5388 - 8241                       |                                                                       |
| 発 売 元   | 株 式 会 社 オ ー ム 社              | 〒101-8460 東京都千代田区神田錦町三丁目 1 番地<br>電 話（03）3233 - 0641<br>振替口座 東京 6 - 20018                 |                                                                       |

## 富士電機株式会社

|              |               |                                             |
|--------------|---------------|---------------------------------------------|
| 本社事務所        | ☎03)5435-7111 | 〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目11番2号(ゲートシティ大崎イーストタワー) |
| 北海道支社        | ☎011)261-7231 | 〒060-0042 札幌市中央区大通西四丁目1番地(道銀ビル)             |
| 東北支社         | ☎022)225-5351 | 〒980-0811 仙台市青葉区一番町一丁目3番1号(日本生命仙台ビル)        |
| 北陸支社         | ☎076)441-1231 | 〒930-0004 富山市桜橋通り3番1号(富山電気ビル)               |
| 中部支社         | ☎052)204-0290 | 〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目19番24号(名古屋第一ビル)         |
| 関西支社         | ☎06)6455-3800 | 〒553-0002 大阪市福島区鷺洲一丁目11番19号(富士電機大阪ビル)       |
| 中国支社         | ☎082)247-4231 | 〒730-0022 広島市中区銀山町14番18号                    |
| 四国支社         | ☎087)851-9101 | 〒760-0017 高松市番町一丁目6番8号(高松興銀ビル)              |
| 九州支社         | ☎092)731-7111 | 〒810-0001 福岡市中央区天神二丁目12番1号(天神ビル)            |
| 首都圏北部支店      | ☎048)657-1231 | 〒330-0802 さいたま市宮町一丁目38番1号(野村不動産大宮共同ビル)      |
| 北関東支店        | ☎048)648-6600 | 〒331-0852 さいたま市桜木町一丁目9番1号(三谷ビル)             |
| 首都圏東部支店      | ☎043)223-0702 | 〒260-0015 千葉市中央区富士見二丁目15番11号(日本生命千葉富士見ビル)   |
| 神奈川支店        | ☎045)325-5611 | 〒220-0004 横浜市西区北幸二丁目8番4号(横浜西口KNビル)          |
| 新潟支店         | ☎025)284-5314 | 〒950-0965 新潟市新光町16番地4(荏原新潟ビル)               |
| 長野支店         | ☎026)228-6731 | 〒380-0836 長野市南県町1002番地(陽光エースビル)             |
| 東愛知支店        | ☎0566)24-4031 | 〒448-0857 刈谷市大手町二丁目15番地(センタービルOTE21)        |
| 兵庫支店         | ☎078)325-8185 | 〒650-0033 神戸市中央区江戸町95番地(井門神戸ビル)             |
| 岡山支店         | ☎086)227-7500 | 〒700-0024 岡山市駅元町1番6号(岡山フコク生命駅前ビル)           |
| 山口支店         | ☎0836)21-3177 | 〒755-8577 宇部市相生町8番1号(宇部興産ビル)                |
| 松山支店         | ☎089)933-9100 | 〒790-0878 松山市勝山町一丁目19番地3(青木第一ビル)            |
| 沖縄支店         | ☎098)862-8625 | 〒900-0004 那覇市銘苅二丁目4番51号(ジェイ・ツービル)           |
| 道北営業所        | ☎0166)68-2166 | 〒078-8801 旭川市緑が丘東一条四丁目1番19号(旭川リサーチパーク内)     |
| 北見営業所        | ☎0157)22-5225 | 〒090-0831 北見市西富町二丁目18番18号                   |
| 釧路営業所        | ☎0154)22-4295 | 〒085-0032 釧路市新栄町8番13号                       |
| 道東営業所        | ☎0155)24-2416 | 〒080-0803 帯広市東三条南十丁目15番地                    |
| 道南営業所        | ☎0138)26-2366 | 〒040-0061 函館市海岸町5番18号                       |
| 青森営業所        | ☎017)777-7802 | 〒030-0861 函館市長島二丁目25番3号(ニッセイ青森センタービル)       |
| 盛岡営業所        | ☎019)654-1741 | 〒020-0021 盛岡市中央通一丁目7番25号(朝日生命盛岡中央通ビル)       |
| 秋田営業所        | ☎018)824-3401 | 〒010-0962 秋田市八橋大畑一丁目5番16号                   |
| 山形営業所        | ☎023)641-2371 | 〒990-0057 山形市宮町一丁目10番12号                    |
| 新庄営業所        | ☎0233)23-1710 | 〒996-0001 新庄市五日町1324番地の6                    |
| 福島営業所        | ☎024)932-0879 | 〒963-8033 郡山市亀田一丁目2番5号                      |
| いわき営業所       | ☎0246)27-9595 | 〒973-8402 いわき市内郷御殿町二丁目29番地                  |
| 水戸営業所        | ☎029)231-3571 | 〒310-0805 水戸市中央二丁目8番8号(櫻井第2ビル)              |
| 茨城営業所        | ☎029)266-2945 | 〒311-1307 茨城県東茨城郡大洗町桜道304番地(茨交大洗駅前ビル)       |
| 栃木営業所        | ☎028)639-1151 | 〒321-0953 宇都宮市東宿郷三丁目1番9号(USK東宿郷ビル)          |
| 金沢営業所        | ☎076)221-9228 | 〒920-0031 金沢市広岡一丁目1番18号(伊藤忠金沢ビル)            |
| 福井営業所        | ☎0776)21-0605 | 〒910-0005 福井市大手二丁目7番15号(安田生命福井ビル)           |
| 山梨営業所        | ☎055)222-4421 | 〒400-0858 甲府市相生一丁目1番21号(清田ビル)               |
| 長野営業所        | ☎026)228-0475 | 〒380-0836 長野市南県町1002番地(陽光エースビル)             |
| 甲信営業所        | ☎026)336-6740 | 〒390-0811 松本市中央四丁目5番35号(長野県鋳物会館)            |
| 松本営業所        | ☎0263)40-3001 | 〒390-0852 松本市島立943番地(ハーモネートビル)              |
| 岐阜営業所        | ☎058)251-7110 | 〒500-8868 岐阜市光明町三丁目1番地(太陽ビル)                |
| 静岡営業所        | ☎054)251-9532 | 〒420-0053 静岡市弥勒二丁目5番28号(静岡荏原ビル)             |
| 京滋営業所        | ☎075)253-6081 | 〒604-8162 京都市中京区烏丸通蛸薬師上ル七観音町637(朝日生命京都ビル)   |
| 和歌山営業所       | ☎073)432-5433 | 〒640-8052 和歌山市鷺ノ森堂前丁17番地                    |
| 鳥取営業所        | ☎0857)23-4219 | 〒680-0862 鳥取市雲山153番地36(鳥電商事(株)内)            |
| 倉吉営業所        | ☎0858)23-5300 | 〒682-0802 倉吉市東蔵城町181番地(平成ビル)                |
| 山陰営業所        | ☎0852)21-9666 | 〒690-0007 松江市御手船場町549番地1(損保ジャパン松江ビル)        |
| 徳島営業所        | ☎088)655-3533 | 〒770-0832 徳島市寺島本町東二丁目5番地1(元木ビル)             |
| 高知営業所        | ☎088)824-8122 | 〒780-0870 高知市本町四丁目1番16号(高知電気ビル別館)           |
| 小倉営業所        | ☎093)521-8084 | 〒802-0014 北九州市小倉北区砂津二丁目1番40号(富士電機小倉ビル)      |
| 長崎営業所        | ☎095)827-4657 | 〒850-0037 長崎市金屋町7番12号                       |
| 熊本営業所        | ☎096)387-7351 | 〒862-0950 熊本市水前寺六丁目27番20号(神水恵比須ビル)          |
| 大分営業所        | ☎097)537-3434 | 〒870-0036 大分市寿町5番20号                        |
| 宮崎営業所        | ☎0985)20-8178 | 〒880-0805 宮崎市橘通東三丁目1番47号(宮崎プレジデントビル)        |
| 南九州営業所       | ☎099)812-6522 | 〒890-0046 鹿児島市西田一丁目5番1号(GEエジソンビル鹿児島)        |
| エネルギー製作所     | ☎044)333-7111 | 〒210-9530 川崎市川崎区田辺新田1番1号                    |
| 変電システム製作所    | ☎0436)42-8111 | 〒290-8511 市原市八幡海岸通7番地                       |
| 千葉製作所        | ☎0436)42-8111 | 〒290-8511 市原市八幡海岸通7番地                       |
| 東京システム製作所    | ☎042)583-6111 | 〒191-8502 日野市富士町1番地                         |
| 神戸工場         | ☎078)991-2111 | 〒651-2271 神戸市西区高塚台四丁目1番地の1                  |
| 鈴鹿工場         | ☎0593)83-8100 | 〒513-8633 鈴鹿市南玉垣町5520番地                     |
| 松本工場         | ☎0263)25-7111 | 〒390-0821 松本市筑摩四丁目18番1号                     |
| 山梨工場         | ☎055)285-6111 | 〒400-0222 山梨県中巨摩郡白根町飯野221番地の1               |
| 技術開発・生産センター  | ☎048)548-1111 | 〒369-0192 埼玉県北足立郡吹上町南一丁目5番45号               |
| 機器製作所        | ☎0287)22-7111 | 〒324-8510 大田原市中田原1043番地                     |
| 三重工場         | ☎0593)30-1511 | 〒510-8631 四日市市富士町1番27号                      |
| (株)富士電機総合研究所 | ☎0468)56-1191 | 〒240-0194 横須賀市長坂二丁目2番1号                     |
| (株)F F C     | ☎03)5351-0200 | 〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目30番3号(新宿コヤマビル)        |

