

# Highlights'99

## 21世紀の情報戦略企業を支える 新ソリューション体系“Cyberfront”

金融ビッグバン(大改革)や規制緩和が海外企業や異業種からの参入をもたらし、わが国の経済に「大競争時代」の到来を告げている。その一方で、情報システムや通信ネットワークなどの技術革新は、これまでにない事業領域を出現させ、企業のビジネスチャンスが大きく広がっている。そのため日立製作所は、顧客の新しいビジネス領域に対応して、その問題解決を強力に支援する新ソリューション体系“Cyberfront”を確立し、商品の提案を開始した。



新ソリューション体系“Cyberfront”の開発・販売にあたる、情報システム統括営業本部オープンシステムソリューション営業本部開発部の関根章司主任技師(左)、システム開発本部第四部の長 稔也部長代理(中)、および情報システム事業部システム技術統括本部システム企画部の太田順章主任技師(右)。

### 顧客の視点に立ったベストソリューションを提案

#### —Cyberfrontという新体系を確立した背景は。

「さまざまな業種のお客様が、現在のわが国が経済再浮上のターニングポイントを迎えていること、また経営という観点から、大きなビジネスチャンスも同時に存在していることを実感しています。そこで求められてくるのは、三つの要素です。すなわち、(1) 新商品の開発や新分野への事業進出を視野に入れた『現状打破=Breakthrough』の進め方、(2) 現状のエンドユーザーとの関係を維持、拡充していく『Customer Relationship』のあり方、そして、(3) 変化への適応を柔軟かつ迅速に実行する『俊敏性=Agility』です。しかし、これらを経験と勘だけで実践するのは非常に困難であることも事実です。そこで、お客様の視点に立って、戦略的な情報システムをキーとして、お客様の新しい事業分野での経営課題や業務命題に対する適切な解を提案していこうというのが、Cyberfront確立のねらいです。」

#### —Cyberfrontの提案スタイルは。

「Cyberfrontは、実世界での複雑に入り組んだ問題を抱えているお客様に、常に最適なソリューションを提案するため、従来個々の業務ごとのニーズに合わせて提案していた技術やサービスを、それぞれの企業の経営課題に直結するように体系化しました。そして、各業種・業態ごとに対応して開発した『Solutionmaxシリーズ』と、ネットワークやデータベース周りの『ソリューション基盤』の中から、その企業に最適なソリューションを選択して提案するものです。」

### 世界に通用する最先端技術を活用し、 トリプルウィンを目指す

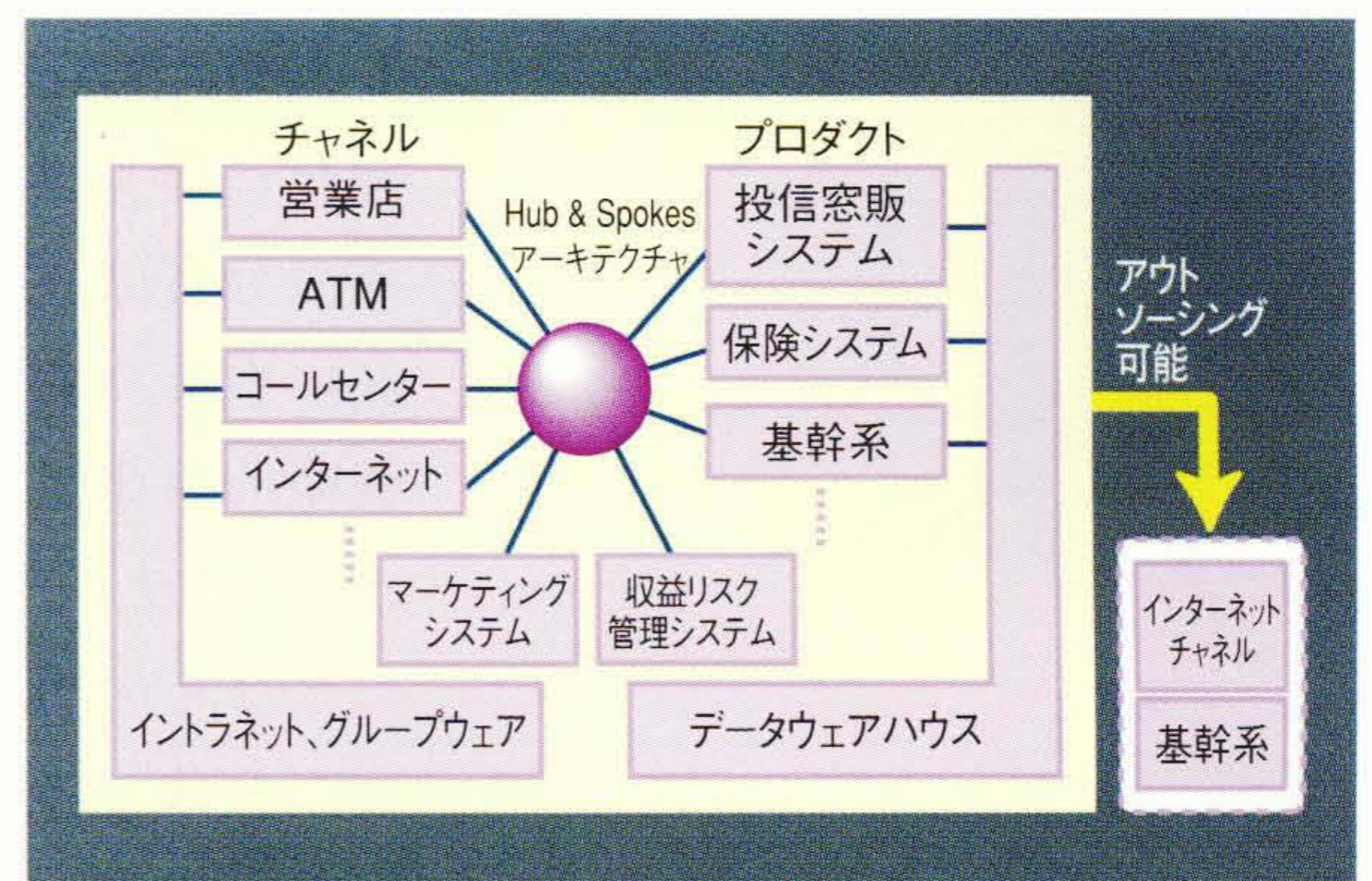
#### —Cyberfrontの具体的な商品は。

「金融ビッグバンへ迅速かつ効率的に対応するため、まず“Solutionmax for Finance”を商品化しました。これは、商品や経営管理など、金融機関の幅広い業務領域に対応した七つのビジネスソリューションから成り、国内外の最新ノウハウやプロダクト群、新システム基盤『Hub & Spokesアーキテクチャ』<sup>※</sup>などの世界的な最先端技術を活用して、お客様の金融ビッグバンへの適応を確実にサポートするものです。お客様のビジネススピードに対応するには、独自開発に加えて、欧米ベンダの最新ノウハウや技術も最大限に活用しながら、お客様にご満足いただけるベストソリューションを提案します。

また、コールセンターやサービスセンター、営業、マーケティングといった、お客様とエンドユーザーとの接点における業務を戦略的にサポートするフロント オフィス ソリューション“Cyberoffice”も商品化し、お客様の顧客満足度を高め、売上高の拡大を支援していきたいと考えています。」

#### —今後の展開は。

「流通、製造といった各分野に対応したソリューションについても順次、『Solutionmaxシリーズ』として商品化していきます。そして、新しいビジネスを創造されるお客様と、そこから生み出される商品やサービスを楽しむエンドユーザー、そして日立製作所自身も含めた関係者がともに喜ぶ『トリプルウィン』を目指していきたいと思っております。」



金融ビッグバンソリューション“Solutionmax for Finance”のための新システム基盤「Hub & Spokesアーキテクチャ」

※) Hub & Spokesアーキテクチャ：新チャンネルシステム、新商品システム、管理システム、現行システムなどを柔軟かつ効率的に接続する技術。これにより、短期間で業務システムの追加や開発、また迅速かつ効率的な顧客サービスを実現することができる。



## ネットワークコンピューティング時代の基幹サーバ 「MP5800/5600Eモデル」

インターネット・イントラネットによる広域規模でのデータベース活用や、データウェアハウスによる基幹データの戦略的活用など、メインフレームに蓄積された膨大な資産を活用できるネットワーク コンピューティング システムが注目を集めている。そのため、中核となる基幹サーバ「Mパラレルシリーズ MP5800/5600Eモデル」と、オペレーティングシステムVOS3/FSのいっそうの強化を図った。



MP5800/5600Eモデルの開発にあたった、汎用コンピュータ事業部開発本部開発第1部の山岡 彰副部長(左)、渡部眞也副部長(中)、およびソフトウェア事業部基本ソフトウェア本部第1OS設計部の今居和男部長。

### オープンシステムとシームレスに連携

#### —Mパラレルシリーズ強化の目的は。

「金融ビッグバンや規制緩和といった経営環境の激変を背景に、市場ニーズに即応したハイスピードなビジネスや、高付加価値の顧客サービスなどが今まで以上に求められる時代となりました。こうした中で、導入や運用管理、保守などで優れたトータルコストを実現し、大規模なオンライン・データベース処理、膨大なバッチ処理、基幹ネットワークの運用管理などで高信頼と高速性を保証するメインフレームの利用価値が見直されています。それは、さまざまなオープンシステムが複雑に分散する環境で、メインフレームが『基幹サーバ』としての重要な役割を期待されていることにほかなりません。そのため、従来の特徴に加え、先進的なオープンアプリケーション環境と新技術への対応を図りながら、これからのネットワーク コンピューティング システムの中核となる最高のプロセッサ、最高のアーキテクチャを提案しようと考えました。」

### Java\*や分散オブジェクト技術にも対応

#### —新しいMP5800/5600Eの特徴は。

「ACE<sup>®</sup>技術の改良で、現在、単体プロセッサとして世界最高レベルの処理能力を持つ“MP5800”に比べて、プロセッサ性能を最大約1.3倍、価格性能比で約15%向上させ、最大8台の多重プロセッサを実現した『Eモデル』を開発しました。内蔵LANアダプタもサポートし、ネットワー

クとの接続性を一段と向上させています。

また、最新鋭CMOS半導体技術の全面採用と並列処理技術の強化により、大幅な小型化とハイコストパフォーマンスを実現した“MP5600”にも、従来モデルに比べてプロセッサ性能を最大約2倍、価格性能比で約15%向上させた『Eモデル』を加えました。これにより、同グループ内でのスケラビリティは約100倍となり、業務拡大に応じた幅広い性能の拡張性と的確な選択性を実現しました。」

#### —オペレーティングシステムであるVOS3/FSはどう進化したのか。

「データベースやバッチ、トランザクション処理の並列実行、24時間365日連続運転などといった基盤技術の強化に加え、Java、Web、分散オブジェクト、データウェアハウスなどオープンなアプリケーション技術への対応、オープンネットワークとの接続強化などを図りました。これにより、新規アプリケーションと従来アプリケーションのシームレスな連携とトータルマネジメントが実現でき、基幹サーバとしての機能と信頼性、高可用性を一段と強化しています。」

#### —今後の展開は。

「企業に求められるグローバルな競争力を強力にサポートしていくため、日立製作所は21世紀に向けてメインフレームの開発をより強化していく方針です。現在はACE技術を採用したMP5800の後継機となる次世代Mパラレルシリーズの開発を鋭意進めています。MP5600についても積極的に最新技術を投入したモデルを製品化していきます。」



MP5600Eモデル

※) ACE:Advanced CMOS-ECL(バイポーラCMOS融合LSI)の略で、CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)とバイポーラECL(Emitter Coupled Logic)素子を1チップ上に融合した日立製作所独自の半導体素子技術

注: \*は他社登録商標(146ページ参照)



# Highlights'99

## デジタル画像の本格的預託・運用を行う「株式会社イメージモールジャパン」が発足

凸版印刷株式会社、株式会社朝日新聞社、日立製作所の3社は、1998年10月1日、合弁会社「株式会社イメージモールジャパン」を設立した。相互の経営資産を生かして、人類の文化的・歴史的遺産をデジタル画像化し、その預託・運用を行うという、わが国初の組織(デジタルアーカイブ)の設立である。コンテンツホルダーの方々の理解を得ながら、5年後には世界最大規模(100万点)の預託・運用を目指している。



長期にわたる共同作業の積み重ねで、わが国初のデジタルアーカイブ「イメージモールジャパン」の設立にこぎ着けた株式会社イメージモールジャパンの秋田 収常務取締役(左)と日立製作所情報事業企画本部コンテンツビジネス推進センターの平栗裕久センター長(右)。写真の絹のスカーフは、

設立記念パーティーの記念品として来場者に配布。ルソーの作品(エルミタージュ美術館所蔵)をデジタル画像に起こした絵柄を、キヤノン株式会社のテキスタイル プリンティングシステムでダイレクトデジタル印刷した。

© Archivio Iconografico S.A.-TOPPAN PRINTING.,LTD.

### 凸版印刷株式会社と日立製作所の計画に株式会社朝日新聞社も参加

#### ー「イメージモールジャパン」設立の経緯は。

「凸版印刷と日立製作所は、1996年からマルチメディア時代にふさわしいビジネスを検討してきました。その一つが美術品のデジタル画像化とその預託・運用組織(デジタルアーカイブ)の設立です。名古屋市にある徳川美術館のご協力も得ながら、コンテンツホルダーやユーザーの方々のご意見、技術の適用のあり方などを探り、その結果を基に1997年8月から実験プロジェクトを始め、1998年10月の設立に至ったものです。朝日新聞社とは当初、電子出版についての話し合いをしていたのですが、イメージモールジャパン・プロジェクトの存在を知ってその趣旨に賛同され、参加を決められたのです。デジタルアーカイブについてははもとより深い関心を持たれていました。」

#### ー「イメージモールジャパン」を支援する各社の役割は。

「凸版印刷は、新聞社や出版社、広告代理店、企業の広報・宣伝・販売促進などの情報関連事業者と深いつながりを持たれており、私どもは、コンテンツ収集、デジタル加工、制作、製造、販売などで幅広く支援していただいています。朝日新聞社は、総合情報産業として豊富な編集・製作ノウハウを持たれています。さらに、美術展などの企画展も多く手がけておられ、そのような場でコンテンツ

を二次利用して電子展示することも検討いただいています。」

### 5年後に世界最大規模のデジタルアーカイブを目指す

#### ー「イメージモールジャパン」を支える日立製作所の技術は。

「ネットワーク技術、データベース構築技術、電子透かし・暗号などのセキュリティ技術、世界トップクラスのデジタル化修復・復元技術で実績のあるDIS(高精細静止画システム)、三次元生成ソフトウェア、衛星通信技術などのシステム技術です。これらの開発力・構築力が、コンテンツホルダーの方々の信頼感・安心感を高める大きな力になっています。」

#### ー当面の運用方針は。

「コンテンツの不正使用に対するホルダーの意向を尊重して、法人や団体、企業といったところをターゲットに、まず会員制でスタートしました。デジタル画像の用途としては、電子出版、番組制作、美術館・博物館の電子ミュージアム、催事、デジタルアートのレンタルなどが主体です。将来はインターネット上のサイバーミュージアムでも使われることになるでしょう。」

#### ー預託というのはほかに例がないのでは。

「コンテンツホルダーの著作権、所蔵権を尊重してユーザーのリクエストにこたえる仕組みです。コンテンツの収集に努めながら、世界最大規模(100万点)の預託・運用を目指していきます。」



ホームページ画面

注1: NETSCAPE NAVIGATOR\*で表示した画面である。

注2: \*は他社登録商標(146ページ参照)



## 最大320 Gビット/sの伝送を可能とした 光波長多重伝送システム

インターネット端末間の通信容量の拡大や、映像などの広帯域マルチメディアサービスなどに対応するため、基幹伝送系の大容量化ニーズがますます加速している。これを受けて日立製作所は、1997年に10 Gビット/sの光伝送装置によって海外市場への参入に成功した。しかし、市場の大容量化への要求は2000年には現在の20倍、200 Gビット/sにまで拡大するものと予想されている。そこで、1998年には、新たに10 Gビット/sの信号を最大32波長まで束ねて送る「光波長多重伝送システム」を開発し、10 Gビット/s光伝送装置とともに、国際市場に本格的に乗り出した。



光波長多重伝送システムの開発にあたった、情報通信事業部光伝送本部中継伝送部の中野博行専門主任技師(左)と坂井和隆技師(右)。

### 異なる波長の10Gビット/s光信号を 32本まで束ねる

#### —光波長多重伝送の仕組みとは。

「実用化レベルで世界最高速を誇る日立製作所の10 Gビット/s光伝送装置は、その名のとおり1秒間に10 Gビットの情報を伝送することができます。これは1本の光ファイバで13万回線分の電話を伝送できる量ですが、次世代マルチメディアのニーズに対応するには、まだまだ容量が足りません。そのため、幾つもの波長の光に別々の信号を乗せて情報を伝送する『光波長多重伝送方式』という技術を使います。簡単に言えば、これまで赤の光を使って信号のオンオフを伝達していたのに加え、青や黄色といった別の光のオンオフも同時に光ファイバに乗せていこうという考え方です。」

#### —日立製作所の光波長多重伝送システムの特徴は。

「この装置は、複数の10 Gビット/s光伝送装置と接続し、光波長の多重と分離を行うET (End Terminal)と、ET間に配備して光波長多重された信号を増幅、安定させながら光中継するLA (Line Amplifier)の2種類の装置で構成しています。今回、レーザ波長の変動を抑制する高安定レーザ光源と、高精度の光合分波器を新たに開発したことにより、異なる波長の光信号を16本束ね、さらに16本増設により、単一の光ファイバで320 Gビット/sの伝送を可能としました。」

これにより、ネットワークの形がリニア(直線)型でもリング型でも、ユーザーは伝送需要に応じて光波長を増設することができ、既存の光ファイバには一切手を加えることな

しに、伝送容量の拡大がフレキシブルかつ低コストで行えます。また、LAによる低雑音・高出力の光中継によって最大540kmの伝送が可能となり、大都市間を直接結ぶ通信インフラが構築できるようになりました。」

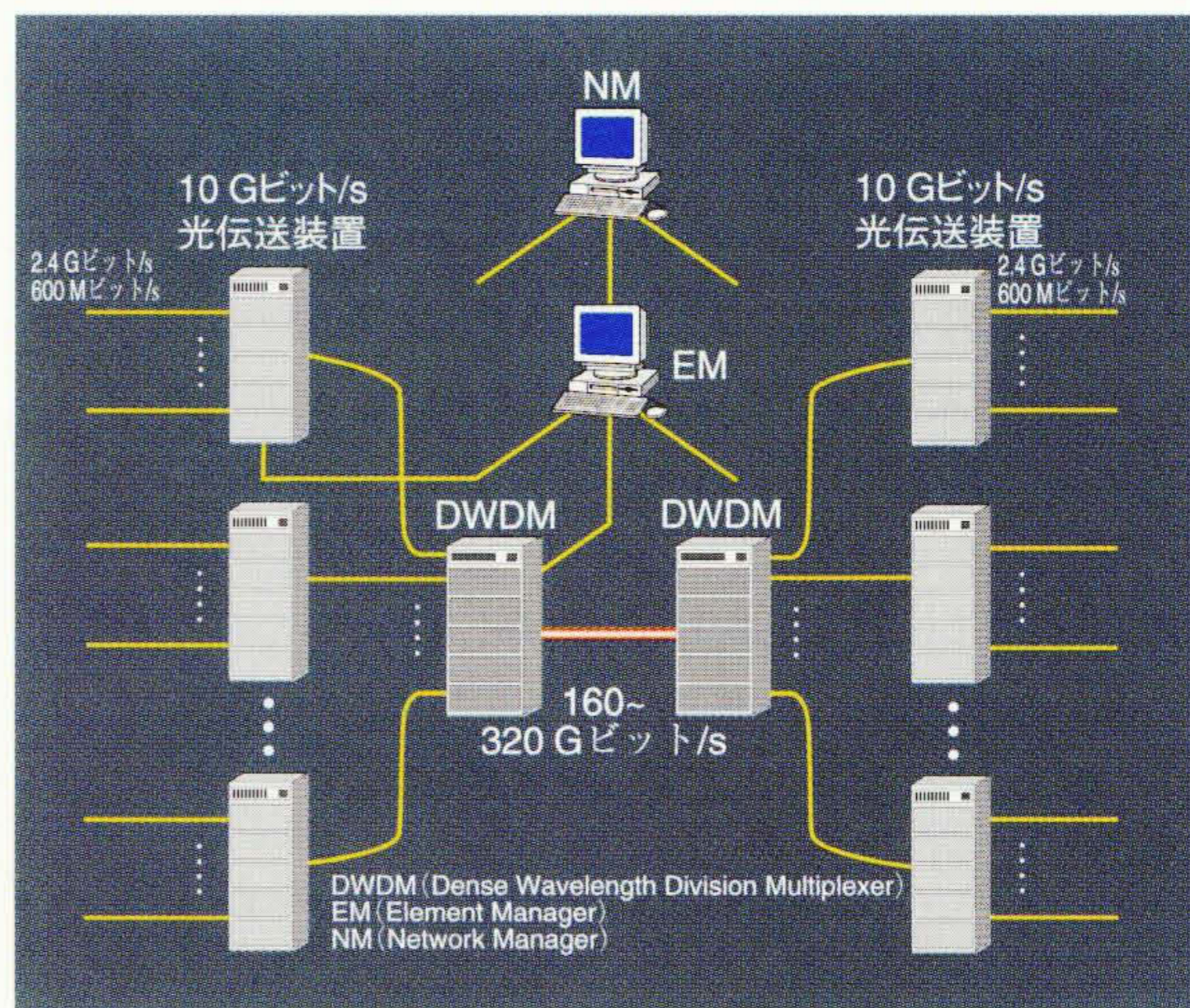
### エンド ツー エンドのネットワーク 管理システムも開発

#### —システムの信頼性と保守性については。

「ET/LAそれぞれの装置間にOSC (Optical Service Channel)と呼ばれる監視用の光インタフェースを配置し、光波長多重伝送システム内での容易なネットワーク管理を実現しました。また、10 Gビット/s光伝送装置には、すでに最新のTMN (Telecommunication Management Network)の国際標準規格を取り込んだ日立製作所独自のネットワーク監視制御システム(NM: Network Manager)を提供していますが、今回のOSCとNMを合わせることにより、基幹伝送系の大容量化でもエンド ツー エンドで日立製作所がサポートできる体制が整ったこととなります。」

#### —今後の展開は。

「現在、基幹ネットワークの途中で、光波長レベルによって信号を分岐、挿入できるOADM (Optical Add/Drop Multiplexing System)を開発しています。この装置と光波長多重伝送システムを組み合わせることにより、高速道路の途中にバイパスを作って、別の高速道路とつなげるように、顧客ニーズに即応した柔軟な光通信ネットワークが構築できるようになるはずです。」



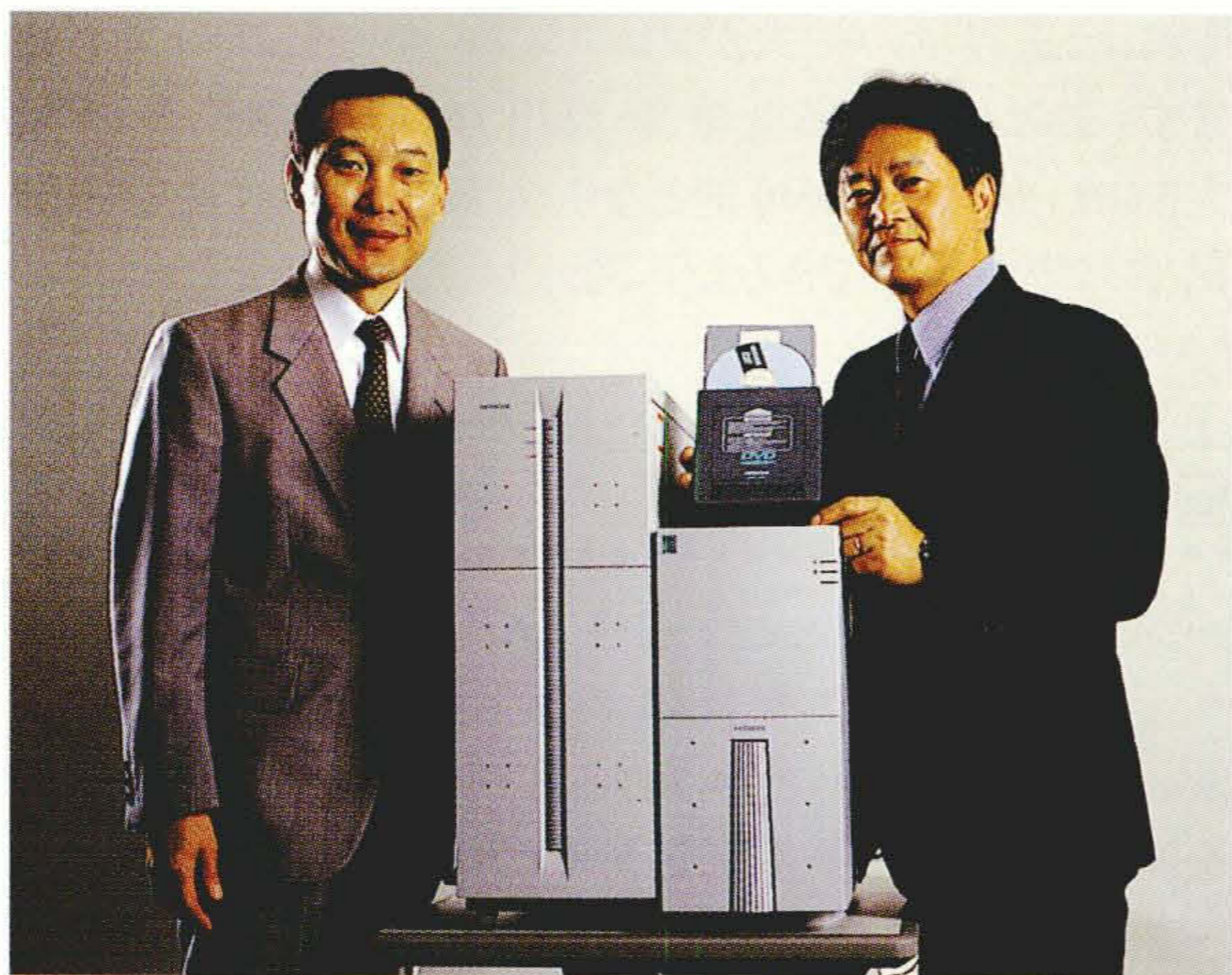
10 Gビット/s×16波高密度波長多重光伝送システムの構成



# Highlights'99

## 低コストで大容量のネットワーク保管庫を実現するDVDライブラリシステム

デジタル衛星放送やインターネットを使った電子情報サービス、コンテンツビジネス市場の拡大に伴い、動画や音声など大容量マルチメディアデータを扱うシステムが求められている。また、データウェアハウスの導入も加わり、企業の取扱データ量は飛躍的に増大中である。このような状況の下で、従来の光系デバイスやテープ系デバイスでは、容量や長期保存性、運用性の面で限界があることが指摘されている。そのため、次世代の大容量ユニバーサルメディアとして注目されているDVD-RAM (Digital Versatile Disc Random Access Memory)を搭載したライブラリ装置「DVDライブラリシステム」を開発した。



大容量のデータの長期保管に適切なDVDライブラリシステムを開発した、PC事業部サーバ本部新ビジネス推進室の住友正人室長(左)と中村正雄主任技師(右)。

### ソフトウェアとハードウェア一体の オール イン ワン システムで提案

#### —DVDライブラリシステムの特徴は。

「記録メディアに片面容量2.6 GバイトのDVD-RAMを100枚・150枚実装し、高速なオートチェンジャを内蔵したことにより、1システムで260Gバイト・390Gバイトという大記憶容量を実現しました。DVD-RAMは自由に読み書きができるうえに、ランダムアクセスが可能なので、ファイルの更新や削除がフレキシブルに行えます。また、長期保存が可能であるうえに、従来の光系メディアに比べてビット当たりのコストも安く、コンパクト性にも優れているので、大容量のデータの長期保管には適切なメディアと言えます。」

そして最も大きなポイントは、オール イン ワン システムのインテリジェント型ストレージという形で提供できることです。つまり、特定用途別のソフトウェアを含めた一体型システムなので、導入・運用のために新たにハードウェアとソフトウェアを購入する必要がありません。また、業界標準プロトコルのTCP/IPやWindows NT\*といったオープンアーキテクチャをベースとしているので、現在使用中のネットワークにそのまま接続するだけで、簡単に導入いただけます。」

### ホームユースから企業ユースまでの 幅広いラインアップ

#### —管理やメンテナンス性については。

「ネットワーク環境であればどこでも設置できるので、従

来のように管理者端末の近くに置く必要がありません。システム管理者はWindows95\*/NT上のウェブブラウザを使用してライブラリを設定、管理できますから、特別な管理者用端末も必要とせず、遠隔地からの状態監視も可能となります。また、コンパクトな筐(きょう)体のうえ、キーボードやマウス、ディスプレイもない密閉型ボックスなので、この点でも導入・保守が容易です。」

#### —どんなユーザーを想定しているのか。

「電子美術館や電子博物館、電子地図情報などといったメディア産業はもちろんのこと、企業ユースでは大量の文書や帳票、CAD図面などの保管庫にも適しています。また、1998年7月の税制改正<sup>※</sup>で、1999年1月から企業の国税関係帳簿書類を電子メディアでも保管が可能になったことから、ここでも低コストで長期保存が可能なDVDライブラリシステムのメリットが生きてくると思います。」

#### —今後の展開は。

「世界標準規格のDVD-RAMは汎用性が高く、今後も容量増大と低コスト化が進んでいきます。そこで、より大容量で高速の企業用システムだけでなく、デジタル衛星放送やMPEGカメラなどとの連携を図ったホーム市場にも参入し、幅広いラインアップと活用性を持ったDVDライブラリシステムを提案していきたいと考えています。」



DVDライブラリシステム

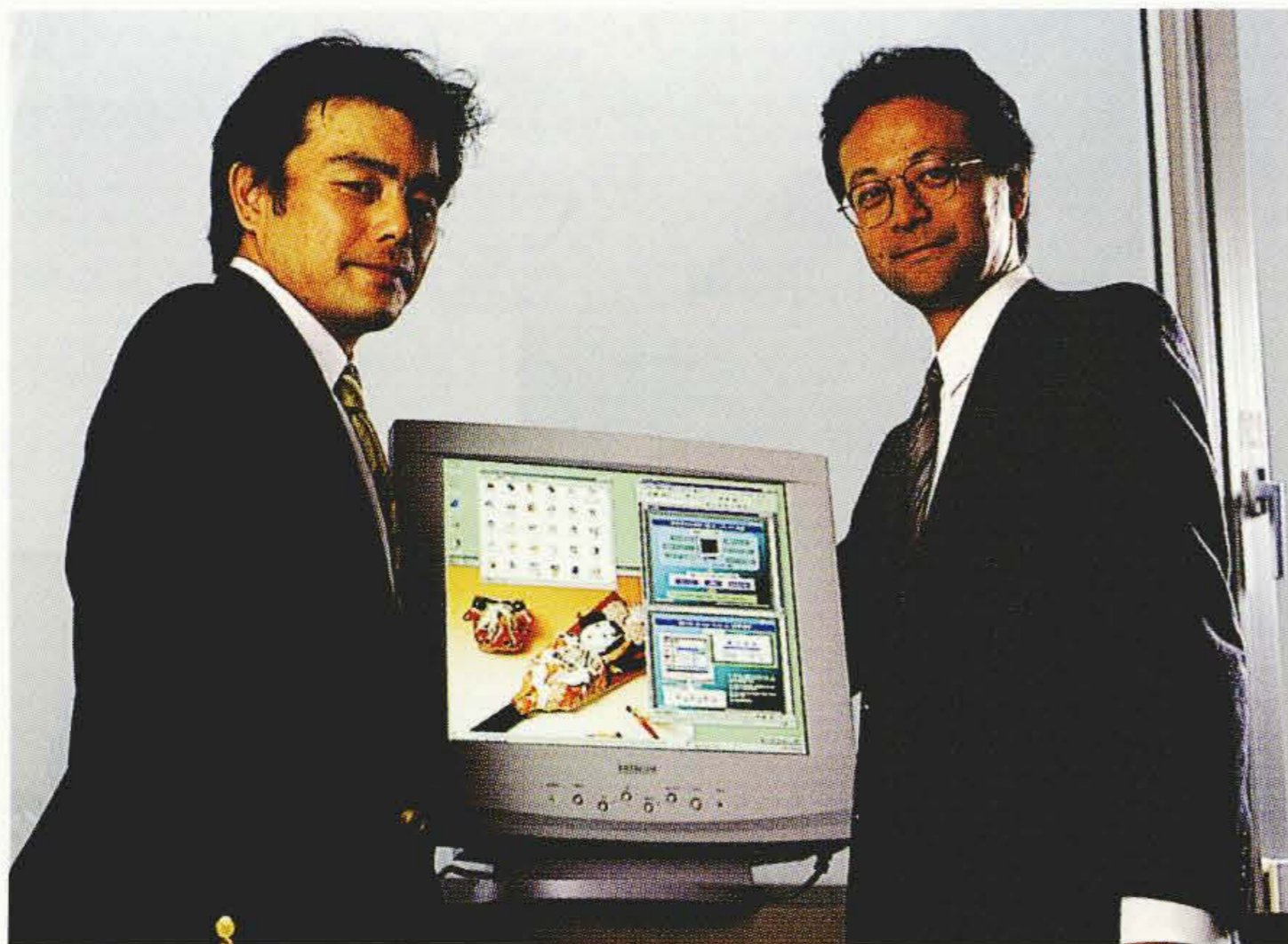
※ 電子計算機を使用して作成する国税関係帳簿書類の保存方法等の特例に関する法律など

注: \*は他社登録商標(146ページ参照)



## SXGA対応の大画面 18型スーパーTFT液晶モニタ

企業や家庭へのパソコンの普及に伴い、目に優しく、低消費電力、省スペース性を兼ね備えた液晶モニタが人気を呼んでいる。その中でも高画質のTFT液晶では、CRTモニタと置き換えるための大画面・高精細のニーズが近年ますます拡大している。13.3型XGA\*(1,024×768画素)対応のスーパーTFT液晶モニタ“SelecTop”を開発して、高い評価を得てきた日立製作所は、さらに多くの情報を、鮮明かつ高精細に表示することができる、大画面18型SXGA(1,280×1,024画素)対応のスーパーTFT液晶モニタを開発した。



18型スーパーTFT液晶モニタの開発にあたった、システム開発研究所横浜ラボラトリー第六部604研究ユニットの古橋 勉研究員(左)とPC事業部PC本部第二設計部の森 立美技師。

### 21型CRTモニタに相当する18型の大画面

—18型スーパーTFT液晶モニタを開発した背景は。

「金融関係のディーリングルームや集中情報センターなど、複数のモニタを同時に置いたり、また天つりとしても使用する場所では、CRT代替として省スペースかつ軽量の大型液晶モニタへのニーズが高まっています。しかもこうした使用環境では、斜めから見てもはっきり内容が読み取れる広視野角であることが重要な要素となります。そこで、日立製作所が得意とする広視野角のスーパーTFT液晶技術により、21型CRTモニタに相当する18型の大画面で、横1,280ドット×縦1,024ラインのSXGAフルカラー表示を実現しようと考えました。」

—高精細SXGA表示を可能とした技術とは。

「このモニタではCRTと互換性のあるアナログインターフェースを採用しています。SXGAの映像信号周波数はXGAの65 MHz(垂直60 Hz)~80 MHz(垂直75 Hz)に対して、135 MHz(垂直75 Hz)にも達するので、この高速信号をフルカラーレベルの高精度にデジタル変換する高性能A-D変換コンバータ(ADC)と、ADCを広帯域で駆動するための変換クロック再生機能(PLL)を新たに開発しました。さらに、現在のCRTモニタで採用されている、さまざまな解像度に対応する必要があるため、適切な補間処理と階調拡大技術を備えたマルチスキャン機能も搭載しました。また、今回はSXGAの垂直85 Hz信号にも対応するドットインタレース(交互配置)方式をメモリ制御の形で採用したの

で、従来はA-D変換が不可能だった表示モードも、低コストでサポートすることができるようになりました。」

### 上下左右160度の広視野角を実現

—機能や使い勝手でのくふうは。

「上下左右160度の広視野角と高コントラストを達成し、CRTモニタと同等の美しさ、見やすさを実現しました。また、入力インターフェースを2系統用意したので、パソコンとワークステーション、パソコンとMacintosh\*といった複数のシステムを同時に接続して使うパワーユーザーのニーズも満たせます。周辺機器の接続を簡単に行えるUSBハブも装備していますから、必要に応じてカメラやスキャナ装置などを手もとで簡単に接続することが可能です。さらに、ユーザーの使い勝手を考慮して、ワンタッチで表示調整が行える自動調節機能を搭載しました。画面表示も、従来はわかりづらい英文字だったものをグラフィック化したことにより、一目で何を操作できるのかが判断できます。」

—今後の課題は。

「低価格化と最適液晶材料による応答速度の向上をさらに進め、パソコン本体の進化に連動したデジタル入力化への対応を順次図っていく考えです。」



18型スーパーTFT液晶モニタ

注：\*は他社登録商標(146ページ参照)



# Highlights'99

## 大口径300 mmウェーハに対応したマイクロ波プラズマエッチング装置「M-700シリーズ」

半導体デバイスの高集積化と微細化に伴い、ウェーハに配線用の溝を刻むエッチング装置には、優れたプロセス性能だけでなく、投資効率の面からも高いコストパフォーマンスが要求される。また、1999年から本格化する大口径300 mmウェーハ時代の製造ラインには、搬送自動化やフットプリント(設置面積)の縮小、低コスト化などの課題も山積している。日立製作所は、これまでも低圧力領域で微細加工を可能にするプラズマエッチング装置で実績を上げてきており、今回、このようなニーズを先取りして、0.18  $\mu\text{m}$ の微細加工性能と高スループット性に加え、次世代ライン向けの規格をいち早く取り込んだマイクロ波プラズマエッチング装置「M-700シリーズ」を開発した。



マイクロ波プラズマエッチング装置「M-700シリーズ」を開発した、笠戸工場半導体装置設計部の吉岡 健主任技師(左)と佐藤仁昭主任技師(右)。

### 大口径化と0.18 $\mu\text{m}$ の加工精度を両立

#### —大口径化に対応するための技術とは。

「これまでの半導体デバイスは、主に200 mm径のウェーハから製造されていましたが、これからはいっそうの高集積化と効率化ニーズに伴って、0.18  $\mu\text{m}$ の配線加工のデバイスを300 mm径ウェーハで製造する時代となってきます。そのため、M-700シリーズでは、エッチングチャンバとアッシングチャンバを2ユニットずつ持つマルチチャンバシステムを採用したうえで、大口径300 mmウェーハを均一処理することから、エッチングチャンバには200 mm機『M-600シリーズ』で実績のあるマイクロ波プラズマ源をベースとした最適化設計を行い、6%台のプラズマ均一性を実現しました。

大口径化と0.18  $\mu\text{m}$ レベルの加工精度を両立させるのはたいへん難しい課題でしたが、プラズマの均一性を総合的に制御する『Advanced-ECR (Electron Cyclotron Resonance) プラズマソース』を新たに開発したり、0.18  $\mu\text{m}$ の量産実績を持つ現行M-600シリーズの優れたプロセス技術を継承発展させたことにより、これらの課題をクリアすることができました。」

### コンパクトなフットプリントとSEMI対応を実現

#### —高スループットを実現するには。

「アーム伸縮速度を従来の2倍にした『ダブルアーム型高速真空搬送ロボット』を採用し、処理済みウェーハを取り出して新しいウェーハをセットするウェーハ交換作業を、

20秒から10秒に短縮しました。また、従来はウェーハを処理台に吸着、離脱させる際、2回のプラズマ放電が必要でしたが、新方式の静電チャック(処理台)を採用したことによって放電回数を1回に減らし、処理スピードの向上を図りました。さらに、アッシングチャンバに新型高周波導入系を採用し、従来の3倍の処理速度と10%の高均一性を実現するなど、さまざまな高スループットデザインを導入しています。」

#### —一次世代ラインへの対応は。

「膨大な維持費用がかかるクリーンルームでは、設置面積の大きさが生産コストに反映されます。そのため、フットプリントを200 mm機「M-600」の10%増に抑え、コンパクトなレイアウトを実現しました。また、国際標準になっている米国SEMI (Semiconductor Equipment and Materials Institute)規格に準拠する密閉型カセットインタフェースの採用や、低発じん、ロングウェット周期など、次世代ラインで必要とされる機能と保守性をいち早く取り込んでいます。」

#### —今後の展開は。

「プロセス性能や微細加工性能の向上、そのための技術開発にリミットということはありません。300 mm径ウェーハマーケットの本格化に向けて、M-700シリーズの性能と信頼性に、一段と磨きをかけていきたいと思えます。」



マイクロ波プラズマエッチング装置「M-700シリーズ」



## 文部省核融合科学研究所に完成した世界最大規模のヘリカル型核融合実験装置

「地上に第二の太陽を」のこぼのように、核融合は太陽など恒星のエネルギー源である水素融合反応を地上で実現しようとするもの。人類究極のエネルギー源とされ、世界各国でさまざまな研究が進められている。今回完成した大型ヘリカル装置(LHD)もそうした実験装置の一つで、核融合実現への新たな一歩として注目されている。



8年間にわたって大型ヘリカル装置の製作に参画してきた、核融合加速器推進本部推進部の保江佳克主任技師(左)、日立工場核融合・加速器開発センター核装置設計の浅野克彦グループリーダー主任技師(中)、および中部支社公共システム営業部の猪俣 誠部長代理(右)。

### わが国独自のヘリカル(らせん)型を採用

#### —文部省核融合科学研究所(NIFS)とは。

「核融合プラズマの学理や、その応用の研究を目的とする大学共同利用機関で、名古屋大学、京都大学、広島大学などが参加し、1989年5月、岐阜県土岐市に設置されました。大型ヘリカル装置は、その中核となる研究施設で、8年の歳月をかけて完成し、1998年3月にファーストプラズマが点火され、順調に運用されています。」

#### —他の核融合実験装置との違いは。

「プラズマの閉込めには、さまざまな方法が研究されています。この装置は、トカマク型と同じく、ドーナツ型の磁場にプラズマを閉じ込める方式です。しかし、トカマク型とは異なり、ヘリカルコイルを用いて磁場を発生させるため、ヘリカル型と総称されています。LHDは真空容器の外側に2本のコイルをヘリカル状に巻き、同一方向に電流を流してヘリオトロン磁場という閉込め磁場を作っています。京都大学が開発したわが国独自の方式です。」

#### —ヘリカル型の利点は。

「トカマク型の場合は、磁場の配位の関係から電流駆動と言って、プラズマの中に大電流を流しているのですごく短い時間しかプラズマを保持できません。しかし、ヘリカル型の場合は、磁力線にプラズマが巻きつくように回転運動するので、電流駆動の必要がなく、安定して連続運転ができるという利点があります。」

### 40年の歴史を誇りに、より高い技術に挑戦

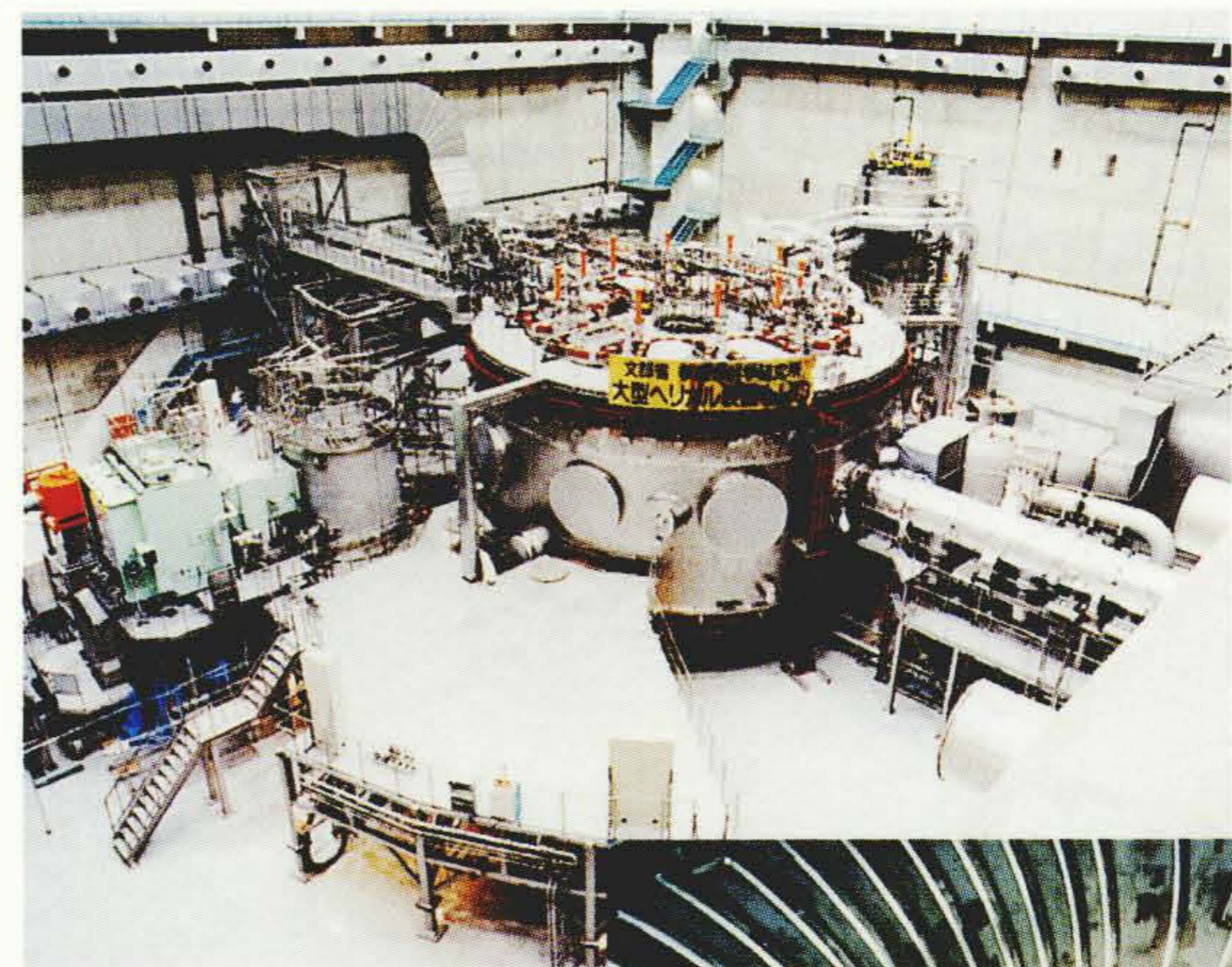
#### —製作にあたって特に留意、注力した点は。

「このような大型プロジェクトは、なかなか計画どおり進む

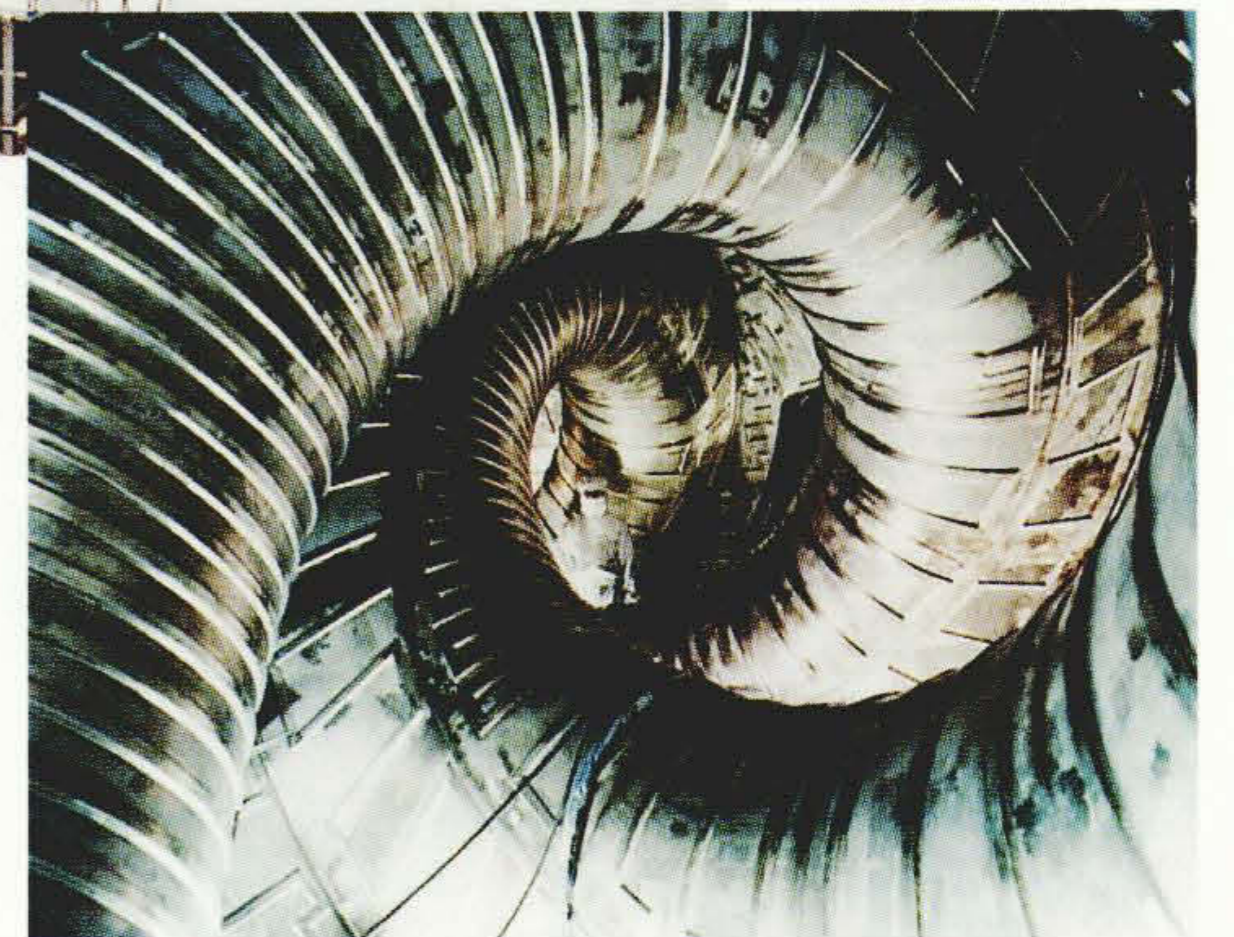
ものではありません。要素開発的なことを含めて途中で変更を求められることも多く、そのつどNIFSと話し合いながら研究・開発、試作を行いました。ヘリカルコイルの三次元的な設計・製作技術、高精度、高信頼性、大容量の超電導技術など、かつて経験したことのない技術にも注力しました。また、従来に比べて2けたぐらいスケールアップした装置なので、必然的に現地施工となり、ピーク時には作業員が200人を超えたほどで、人の管理にも気を遣いました。」

#### —日立製作所と核融合の結び付きは。

「私どもは、わが国で唯一、核融合実験装置を持つメーカーで、40年ほど前から核融合実験装置の開発・設計・製作に参加してきました。私どもにとっての大きな誇りですが、核融合の実現という人類の夢に近づくためには、これまで培った技術の伝承とともに、さらに高いレベルの技術に挑戦していかなければなりません。核融合を研究される各研究所のご協力をいただきながら、いっそう努力してまいりたいと考えています。」



1998年3月31日、最初のプラズマ点火に成功したNIFSの大型ヘリカル装置本体。外直径13.5 m、総重量約1,500 tで、プラズマの直径は8 m、磁場の強度は3 T



高温のプラズマ(最終的には約1億℃)を閉じ込める真空容器の内部。2本の超電導ヘリカルコイルが真空容器の周りを巻きついた形で配置されているので、容器の内部はこのような複雑な形になっている。



# Highlights'99

## 21世紀に向けた、関西電力株式会社中央給電指令所のリニューアル

関西電力株式会社中央給電指令所のリニューアルが完成した。この給電指令所は、電力需要の変動を予測して管内すべての発電所をコントロールする心臓部であり、分散システムや最適化技術などの最新鋭技術を結集して、燃料コストの低減、供給信頼度・系統信頼度の向上など高度化を実現している。21世紀に向けた中央給電指令所の新しい姿を示すものとして期待される。



関西電力株式会社中央給電指令所のリニューアルに参画した、大みか工場電力システム設計部の田村 滋主任技師(左)と日立研究所企画室の福井千尋主任研究員(右)。

### 火力発電所の動特性を考慮した 世界初の改良ELD(経済負荷配分)

#### ープロジェクトの開始は。

「中央給電指令所のリニューアルは、10年、15年に1度のビッグプロジェクトです。研究に着手したのは1989年ごろからで、1991年と1993年に潮流(送電線を流れる電力)監視や系統監視など基礎的な部分のリニューアルを行い、本格的な作業は1995年から1997年にかけて行いました。大規模かつ複雑なシステムであり、しかもお客様の目標が非常に高かったことから、何度もお客様と打ち合わせを行い、新しいアルゴリズム(問題を解くための手続きや一



大型ディスプレイなどを利用して、運用者に優しいヒューマンインタフェースを実現した中央給電指令所の監視指令室。画面の情報は日立製作所の計算機から送られている。

連の考え方)を開発し、工場・研究所一体となってシステムの実現に努めました。」

#### ー新しいシステムの特徴は。

「分散システムと最適化技術を導入したことです。このうち分散システムというのは、機能単位の計算機を分散させてサブシステムを設けており、必要があれば、いつでも新しい機能を追加することができます。従来の大型のホスト計算機で全体を制御する方式と比べると、万一のことがあっても全体の機能に支障を来すことのない、高信頼性も備えたシステムと言えます。最適化技術というのは、需要に合わせて火力発電所の燃料コストをできる限り節減して運転抑制することですが、今までは瞬時のコストしか考慮しませんでした。それを、将来の需要も考慮して、トータルのコストを節約できる改良ELD(経済負荷配分)という技術を開発しました。また、さらにコストを節約できる火力発電所の動特性(出力・燃料消費特性)を考慮することもできるようにしました。このようなことを実現したのは、世界で初めてのことです。」

### 運転制御の対象は火力発電所と揚水発電所

#### ー需要予測の立て方は。

「年間、月間、週間、日間と計画を絞っていきます。電気の消費量は、天気や気温に左右されるので、まず天気予報を基に週間の粗いスケジュールを組み、毎日きめの細かい見直しを行いながら、翌日の予測を立てていきます。翌日の需要を多めに予測すると、運転する発電機の数も多くしなければならないので、その分の費用がかかります。逆に需要を少なめに予測すると、足りない電気を賄うため、高コストの発電機を並列したり、他の電力会社から買ったりしなくてはならなくなり、その費用もかかります。すなわち、需要を正しく予測することが、電力会社にとって最も大事な仕事と言えます。」

#### ー運転制御の対象は。

「原子力発電所は『ベースロード』といって、基本的に同じ出力で一定運転するので変動しません。さきほどのELDの対象になるのは、火力発電所と揚水発電所です。火力発電所の場合は夜間どの火力機を停止するかが問題になります。逆に、揚水発電所の場合は夜間にどの程度を揚水するかが問題になります。」

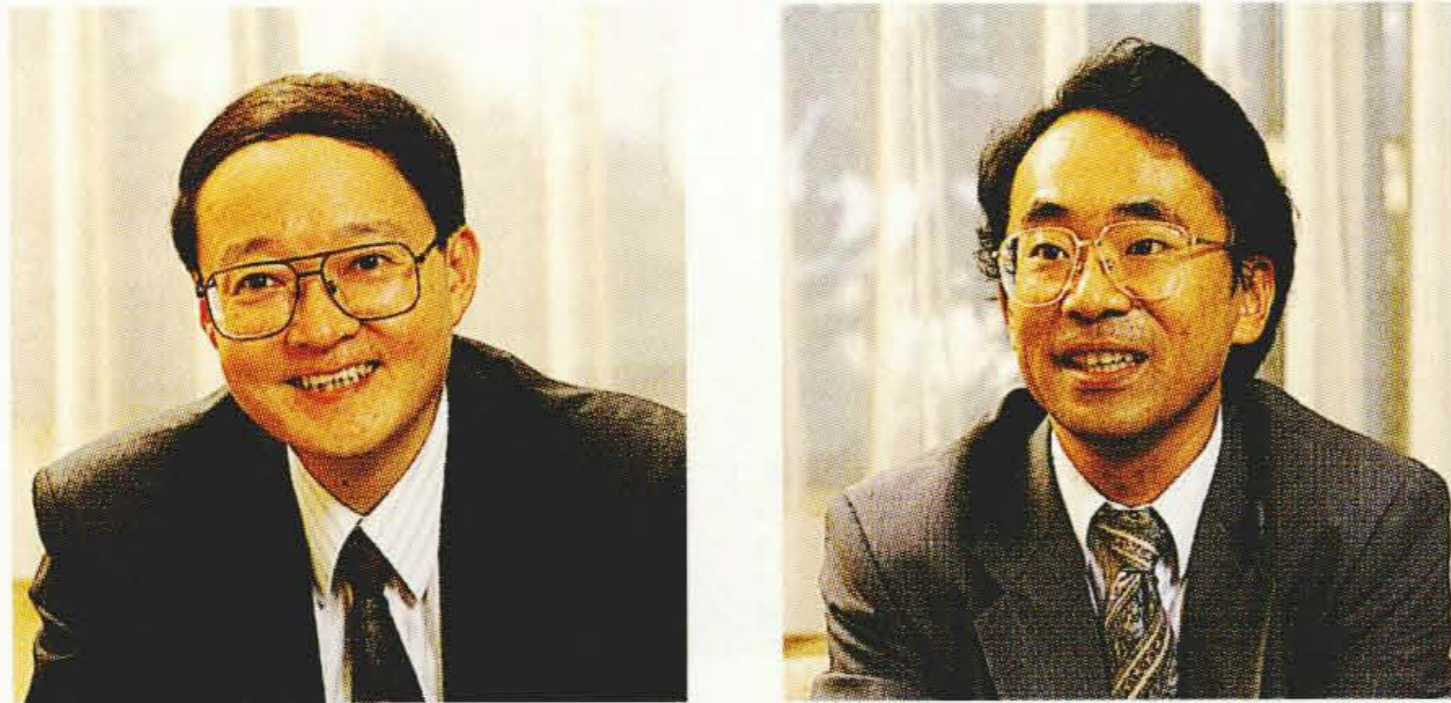
#### ー今後の方向は。

「今後は、情報化と自動化がますます進むものと考えます。」



## 環境マネジメントの国際規格 ISO 14001 の認証・維持管理を効率的・経済的に支援する“EcoAssist”

国際化の進展と地球環境問題の広がりから、環境マネジメントの必要性が高まり、ISO 14001 の認証取得は、国際化時代を生きる企業のパスポートと言われるようになった。日立製作所大みか工場が開発した ISO 14001 情報管理サポートシステム“EcoAssist”は、このような企業のニーズにこたえたものである。1998年5月に、財団法人環境調査センター・日刊工業新聞社共催、環境庁後援の第25回環境賞を受賞するなど、利用企業や関係者から高い評価を得ている。



“EcoAssist”の開発をコーディネートした、大みか工場環境ビジネスセンターおよび機電事業部エコクリエイティブ推進室駐在の市川芳明主任技師(左)と、協力して環境データベースを作成した、電力・電機開発本部原子力第1部軽水炉熱流動グループの高橋正典主任研究員(右)。

### ..... 先行事業所のノウハウを生かして開発を計画

#### — ISO 14001 とそのねらいは。

「企業や組織が地球環境問題の解決に向けて自主的に取り組むための国際的な共通規格で、企業自身が重要な経営課題の一つとして環境対策をシステム化し、改善していくことを目指したものです。」

#### — いつ制定されたのか。

「ISO (国際標準化機構) で14001 が規格化されたのが1996年9月のことです。その翌月に、わが国の JIS (日本工業規格) 14001 が決まりました。実はこれとほぼ同じ規格は前からイギリスにありまして (British Standard 7750)、先行的に認証を取得した企業、例えば、日立製作所小田原工場は、わが国で3番目にこの BS7750 で取得しています。」

#### — “EcoAssist” 開発の動機は。

「大みか工場は社内で8番目で、1996年10月、ISO と JIS の認証を同時にいただきましたが、先行的に取得した事業所の担当者が、紙ベースの作業でたいへん苦勞していました。そこで、これまでのノウハウを電子化し、自分たちの負担を軽減すると同時に、これを製品化して社外の皆さんにも使ってもらおうと考えたわけです。」

### ..... インターネットで法規の更新情報を毎月提供

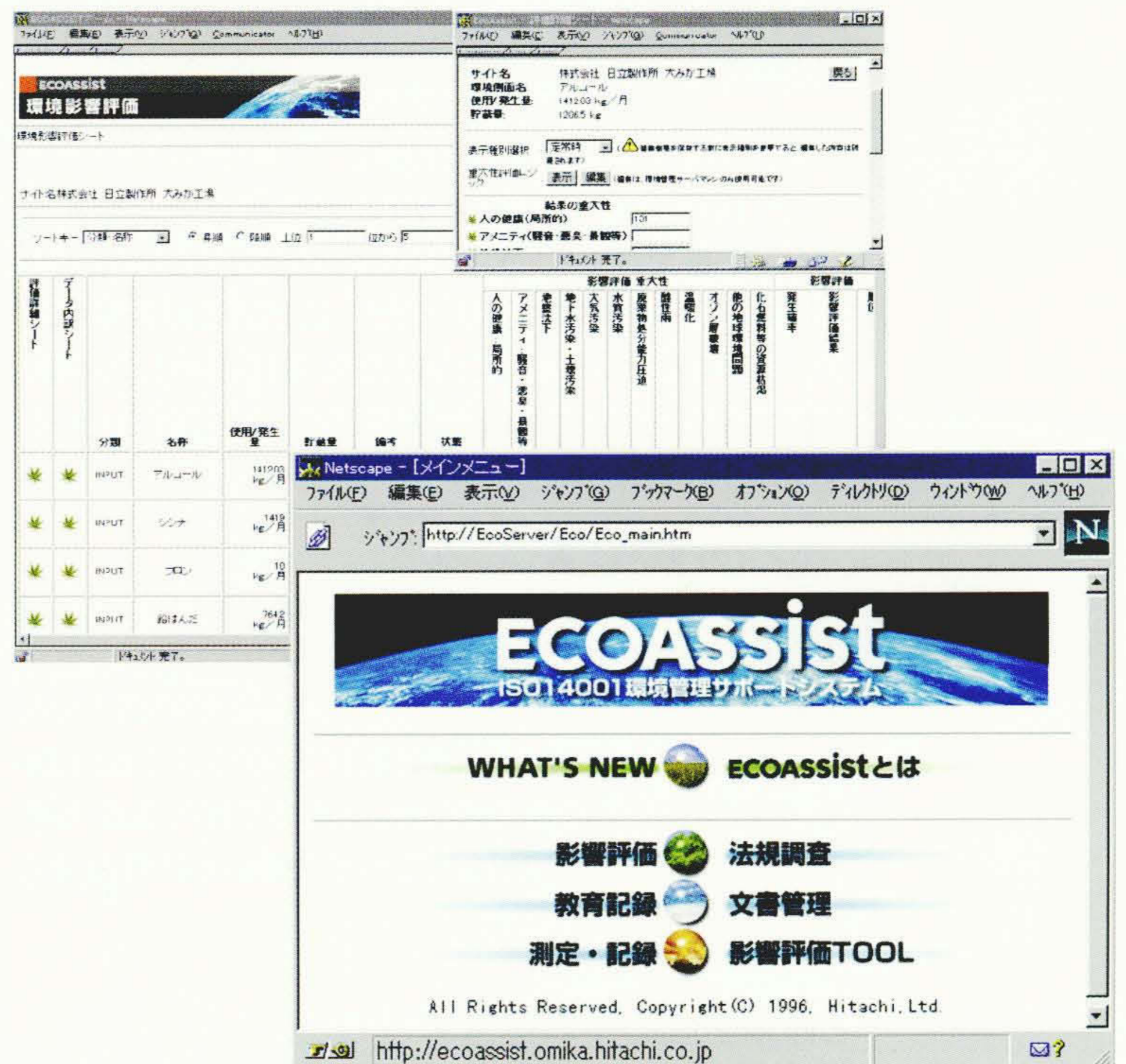
#### — 認証取得の準備で戸惑う点は。

「関係法規の更新が頻繁なので、その調査がたいへんであることと、環境影響評価の方法がわからないことの二点です。また、認証を取得しても毎年サーベイランスという

審査があり、3年目には認証を取り直すことになるので、文書や記録をきちんと管理しておくことも必要になります。したがって、化学や法規の専門知識が不可欠です。私どもは、社内の研究所を活用したり、環境法規に強い中央法規出版株式会社のご協力を得て、環境データベースを作ることからスタートしました。」

#### — “EcoAssist” 活用のメリットは。

「影響評価、法規調査、文書管理、教育管理、測定記録などの機能を備えているほか、インターネットを通じて毎月法規の更新情報を提供しています。“EcoAssist”は、単なるソフトウェアのパッケージではありません。そのため、私どものノウハウを自由にご利用いただけるわけで、準備が容易なことから、わずか4か月で認証を得られたお客様もあります。紙ベースでないので、2年目以降の審査への対応もスムーズです。なお、パソコンやインターネットに不慣れな方もおられるので、そうした方たちのためのセミナーなども実施しています。」



“EcoAssist”の環境影響評価の画面(左上)と、全機能のメニューが並んだスタートページ(右下)



# Highlights'99

## 平成10年度全国発明表彰で「通商産業大臣発明賞」を受賞した西日本旅客鉄道株式会社納め500系新幹線電車の意匠

東京・博多間を結ぶ西日本旅客鉄道株式会社(以下、JR西日本と言う。)の500系新幹線電車「のぞみ」の意匠が、1998年6月、社団法人発明協会主催の全国発明表彰で「通商産業大臣発明賞」(創作者対象)を受賞し、あわせてJR西日本と日立製作所も、この発明にかかわる「発明実施功績賞」を授与された。従来の概念を超える斬新なフォルムで、世界最高速に並ぶ300 km/h運転を達成するなど、デザインと技術を巧みに融合させた点が評価されたものである。



創作者として「通商産業大臣発明賞」を受賞した、交通事業部の服部守成副技師長(左)とデザイン研究所プロダクトデザインセンターの田中博文主任デザイナー(右)。

### 開発のポイントはトンネル微気圧波と騒音の低減

#### —この発明のシーズとなったのは。

「日立製作所デザイン研究所は、1991年11月、交通事業部と共同で、日立製作所の鉄道車両技術をアピールするため『交通車両フェア』を開催しました。これは業界初の試みであり、そのときの展示模型の一つが、高速化を指向されていたJR西日本の目に留まり、その後の500系の開発へとつながることになったのです。」

#### —本格的に開発に着手したのは。

「JR西日本では、1992年から500系新幹線試験電車“WIN350”で、トンネルの微気圧波や騒音など空気力学的なフィールドテストを実施しており、私どももこのテストに参加していました。500系に向けた開発に着手したのは、1993年6月からで、1994年12月に量産車の製作を受注しました。」

#### —トンネル微気圧波というのは。

「紙鉄砲と同じ理屈です。高速車両がトンネルに突入すると、トンネル内の空気が圧縮され、その圧力波の一部のエネルギーが反対側の出口から飛び出して破裂音を起す現象のことです。山陽新幹線区間のトンネルは142か所、その長さは全区間の約50%を占めており、先頭形状や車体の断面形状をはじめ、この現象をいかに低減するかが開発のポイントでした。」

### 2停車駅間の平均速度などもギネスブックに登録

#### —開発後の形状は。

「私どものシミュレーションや財団法人鉄道総合技術研究所での実験結果を基に、お客様、設計者、デザイナーの

三者で話し合い、約15 mのロングノーズの先頭車や円形断面の車体、軽量化と剛性確保のためのアルミハニカム構造、空気抵抗を低減するための曲面ガラス窓やプラグドア(車体との段差を無くして平滑化を図ったドア)などの採用が決まりました。そして、長く親しんでいただけるように、独創的で美しい形状としました。」

#### —デザインと技術の融合の成果は。

「沿線に対する騒音レベルとトンネル微気圧波は、300 km/h運転時でも、1992年から運行している300系の270 km/h運転時と比べて、それ以下としました。また、300系と比べて、トータルの走行抵抗は約30%、エネルギー消費量は約15%、それぞれ低減しました。トンネル走行やすれ違い時の車体の動揺を低減させて、乗り心地の向上も図りました。」

#### —高速化への評価は。

「山陽新幹線区間で世界最高速の300 km/h運転を達成しているほか、一般にはあまり知られていないことですが、始発駅から終着駅までの平均速度(242.5 km/h)と2停車駅間の平均速度(261.8 km/h)が、世界記録として1997年のギネスブックに登録されています。500系の高速性は世界的にも認知されているわけです。」

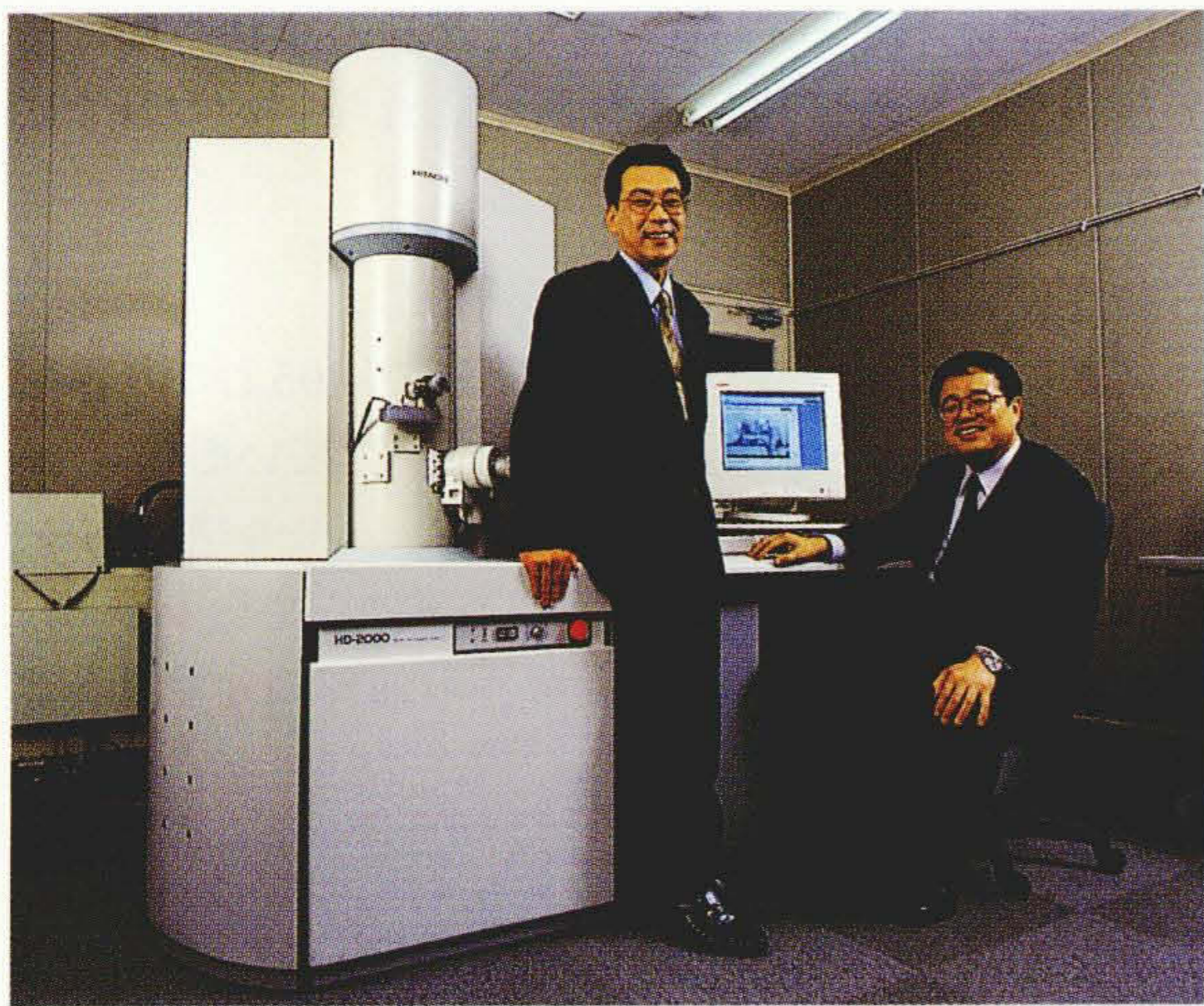


500系新幹線電車



## 高スループット、ナノメートルレベルの超薄膜評価装置

次世代デバイスや新素材などの研究・製造プロセスで、原子が数層並ぶnm(ナノメートル)レベル超薄膜の多層構造特性を正確に制御することが求められている。そのため、新電子光学系の採用により、原子レベルの構造を高分解能かつ高コントラストで観察、分析、計測できる新システム「超薄膜評価装置“HD-2000”」を開発した。



超薄膜評価装置の開発にあたった、計測器事業部エレクトロニクスシステム本部第一設計部の砂子沢 成人主任技師(左)と同本部技術部の田中 収部長代理(右)。

### SEMとTEMの長所を集約した新システム

#### —超薄膜評価装置“HD-2000”を開発した理由は。

「半導体をはじめとする電子デバイスは年々微細化、多層化し、原子レベルの数ナノメートル(nm:1mmの100万分の1)オーダーの構造・組成の制御が重要となっています。半導体デバイス製造プロセスの歩留まりを高めたり、新素材を開発するには、高分解能による形状観察と評価技術が不可欠ですが、従来型の電子顕微鏡観察法ではそれも難しい時代となってきました。

例えば、SEM(走査電子顕微鏡)では、モニターを見ながら明るい場所でも操作できる反面、分解能には1.5nmという限界があります。一方TEM(透過電子顕微鏡)では、0.2nmレベルまで観察できますが、装置が大きいうえに熟練者しか操作できず、画像を印画紙に焼き付ける形となるので、結果が遅いというデメリットがありました。

そのため、『明るい場所でスピーディーに高分解能観察でき、かつ高感度分析』という次世代ニーズを先取りし、SEMとTEMの長所を集約して作り上げたのが、日立製作所独自のコンセプトと言える『超薄膜評価装置』です。」

#### —HD-2000の特徴は。

「対物レンズとX線検出器を新たに設計し、従来のTEMの約2.5倍の高分解感度を実現しました。これにより、ナノメートルオーダーの元素分析を可能にしました。また、0.2nmという高分解能を持ちながら、検査対象である試料のセットから観察、分析、計測までをすべて明るい部屋

の中で行え、Windows 95/98オペレーティングシステムのGUI(Graphical User Interface)環境で簡単に画像を観察することができます。もちろんTEMのようにフィルムを使う必要はありませんし、画像はすべてデジタルデータで保存されるので、解析結果をスピーディーに処理したり、研究所や工場とネットワークで接続することが可能となりました。」

### FIBと連携し、迅速にピンポイント試料作製を実現

#### —試料作製のスループット向上も実現したというが。

「試料を作るには、観察したい場所を正確にカット、研磨し、マイクロメートル単位で薄膜化しなければなりません。従来はこの作業を熟練した人間技に頼らねばならず、完成に約25時間もかかるうえ、ピンポイントの薄膜化には限界が指摘されていました。そこで、試料をイオンで自動的にカットして、約2時間で作成するFIB(Focused Ion Beam:集束イオンビーム)加工装置を開発し、HD-2000と共用フォルダで連携させることに成功しました。試料内部の構造が鮮明に見えるHD-2000で、高加速電圧二次電子像による0.1 $\mu$ m精度での解析個所を把握し、再びFIBによる高精度の薄膜化を進めます。このように、試料作製の簡易化と高速化が可能となり、従来と比較して20倍以上のスループット向上が実現したわけです。」

#### —今後の展開は。

「HD-2000のX線マッピングは、ナノメートルレベルの元素分布までも明りょうに観察できる性能を持っています。これでも十分、今までにない高度な分析環境を提供しているわけですが、今後は元素分布をよりリアルな映像として見せていけるような、さらなる高分解能を実現していきたいですね。」



超薄膜評価装置“HD-2000”



# Highlights'99

## PAM制御方式による世界初の家庭用冷蔵庫 「はい蔵うまい蔵」シリーズ

日立製作所は、1998年10月に、世界で初めてPAM制御を搭載した家庭用冷蔵庫(PAM冷蔵庫)9機種を発売した。1996年1月に発売して業界標準となった「野菜中心蔵(まんなか野菜室)」に続く新発想のアイデア冷蔵庫である。PAM制御の搭載によって省エネルギーとハイパワーを同時に実現しており、家庭用冷蔵庫の世界に新たな流れをもたらすものと注目されている。



PAM冷蔵庫の開発にあたった、冷熱事業部栃木本部リビング機器設計部の市本和久主任技師(左)と同事業部商品企画部の竹本明伸部長代理(右)。

### 省エネルギーとハイパワーを両立させる PAM制御

#### —PAM制御というのは。

「PAMは、Pulse-Amplitude Modulation(パルス振幅変調)の略で、PAM制御は、圧縮機の直流モータを低速から高速まで、全回転域で効率よく運転制御する技術です。この技術の冷蔵庫への適用は世界で初めてのことです。したがって、PAM冷蔵庫の実現にはさまざまな技術開発が必要となることから、18件の特許を申請しています。PAM冷蔵庫開発のコンセプトは、省エネルギー、それにおいしさ保存の追求です。食品の凍結時間を従来機比で約40%短縮した『急冷凍』機能により、食品のうまみを保存できます。」

#### —低騒音化に向けての対策は。

「PAM冷蔵庫では、圧縮機の回転数を2,000~4,300 min<sup>-1</sup>とし、なるべく低い回転域で、省エネルギー運転ができるようにしています。しかも6段階、階段状と回転の仕方を変えて機械的共振点を避けました。これにより、音をいっそう低く抑えることができます。」

### ドアにある二つのボタンで簡単操作

#### —従来のインバータ冷蔵庫との違いは。

「インバータ制御では、圧縮機モータの入力電源電圧が一定(250V)ですが、PAM冷蔵庫では、低速回転用の低電圧(170V)と高速回転用の高電圧(280V)に分けました。このため、回転域が従来の約2倍となり、全回転域で高効率運転ができます。省エネルギー運転(消費電力

量は業界最小)、ハイパワー運転(食品の凍結時間は業界最短で約25分)の切換も容易で、これらの操作はドアにある二つのボタンで手軽にできます。」

#### —最上位機種“R-S50PAM”の特徴は。

「従来機の450L並みの外形寸法で、495Lの内容積と、このクラス最小の消費電力量を実現しています。また、中段野菜室・冷凍室のほか、冷凍・パーシャルフリージング(約3℃)・氷温(約-1℃)に温度切換ができる『切換室』と、氷へのにおい移りが少なく、業界最速の55分で製氷できる『独立製氷室』があります。」

#### —環境への配慮は。

「インバータ制御の課題である力率(電力の有効利用率)を約30%改善して95%とし、電力設備への負荷の少ない冷蔵庫としました。また、“R-S50PAM”では、パッキンの素材を塩化ビニルから環境への影響が少ない代替品とすることなども実施しています。」



PAM冷蔵庫 “R-S50PAM”



## 世界初の常温動作・超高集積化を実現した 128 Mビット単一電子メモリ

電子を1個ずつ制御して、数個の電子で1ビットの情報を記録する「単一電子メモリ」は1990年代初めまで「夢」と言われていたが、日立製作所は、1993年にこのメモリの常温動作を世界で初めて実現した。さらに1995年には64ビット、そして1998年には最新のメモリ半導体に匹敵する「128 Mビット単一電子メモリ」の動作実験にも、世界で初めて成功した。



128 Mビット単一電子メモリの開発にあたった、中央研究所システムLSI研究部の矢野和男主任研究員(左)と石井智之研究員(右)。

### 既存の半導体メモリの限界を打ち破る

#### —単一電子メモリが登場した背景は。

「DRAM(Dynamic Random Access Memory)やフラッシュメモリといった既存の半導体メモリは、原理的にはコンデンサとスイッチの組合せでできています。このコンデンサ部分に、10万個くらいの電子をためたり、放電して全部出したりして、0と1の情報を記憶させていますが、この方式では大容量化にも限界があり、大きさも一定以下には小さくできません。そこで発想を逆転させ、少ない電子で記憶するメモリを作ればいいのかと考えられたのが単一電子メモリです。

研究段階では10年以上前から提案されていましたが、 $-273^{\circ}\text{C}$ という極低温でしか実現できないとされていたものを、日立製作所が1993年に世界で初めて常温稼動のものを開発し、1996年には64ビットのIC(集積回路)レベル、今回はその200万倍の128 Mビットへと、一気にLSI(大規模集積化)レベルのものを開発するのに成功しました。」

### 自然にできる微細な“穴”に電子をためる

#### —不可能を可能にした技術とは。

「電子をためておく場所は10 nm(ナノメートル)、つまり10万分の1 mm以下の非常に小さな領域です。しかし、現在の微細加工技術では100 nmの加工が限界です。そこで、自然の構造を応用できないかと考えました。シリコンのごく薄い膜を作り、そこに自然形成された『穴』を記憶電極として用いる方法です。たまたま最初にできたシリコン膜

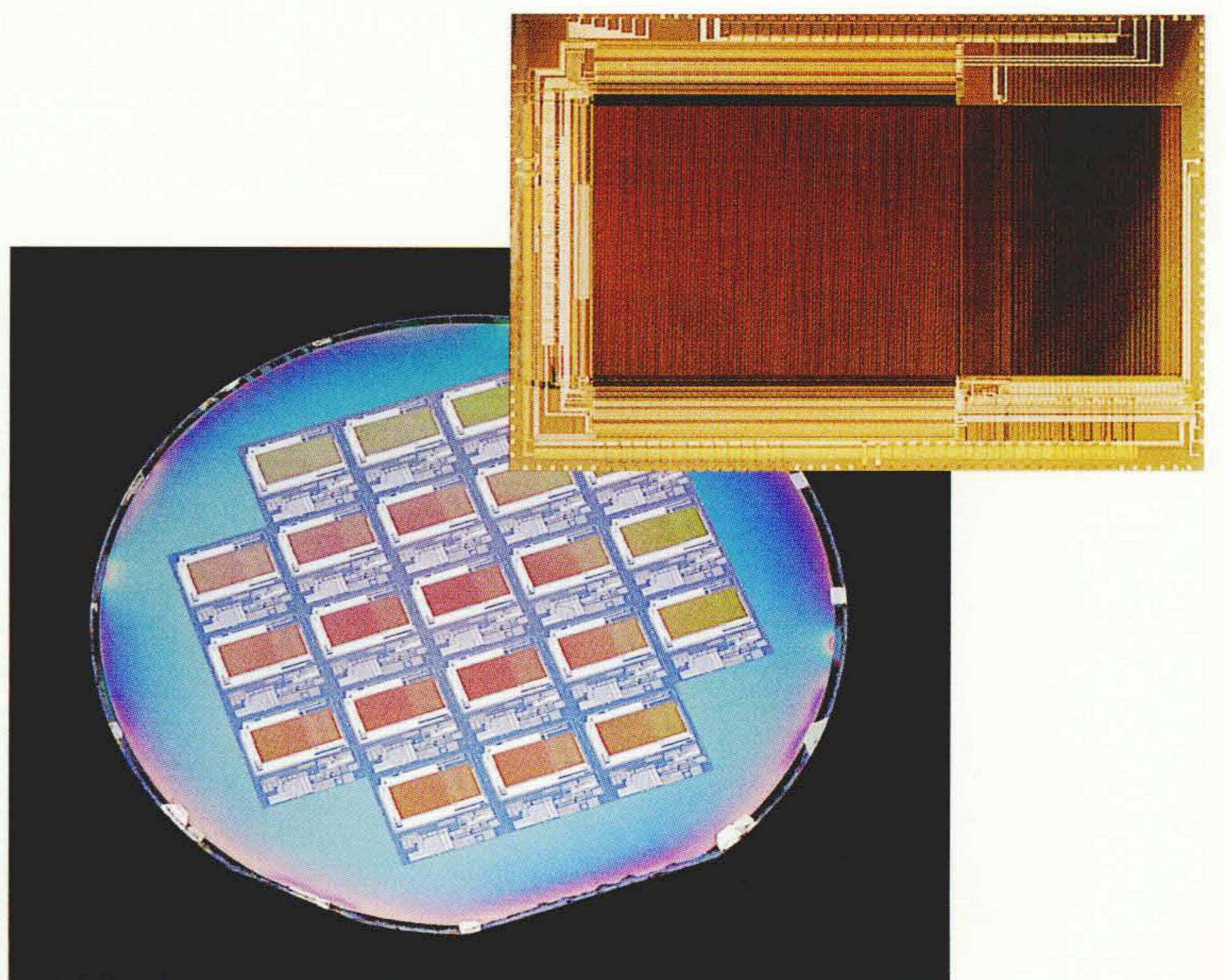
が厚さ3 nmだったのですが、幸運なことにこの厚さでできる穴こそが、常温で電子を蓄えて制御するのに最適なサイズだということが判明し、独自の膜厚制御などで常温動作を可能としたわけです。さらに今回、 $0.25\ \mu\text{m}$ の微細加工技術に加え、従来はウェーハ表面に平行に電流を流していたメモリ素子を垂直方向に流すように改良し、かつ上下二階建の構造を採用しました。また、書込み・読み出しにCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)技術を使って、メモリ素子個別のばらつきに応じて書込み時間を自動制御する回路を設けたことで、128 Mビットの大規模集積化を実現しました。」

#### —単一電子メモリのメリットは。

「構造が単純なので、同一容量であればDRAMの約 $\frac{1}{4}$ にまで小さくできます。現在の半導体技術では100億ビットが高集積化の限界と言われていますが、単一電子メモリの微細加工技術が10 nmまで進めば、1兆ビット級のメモリが実現できるでしょう。これは、映画20本分のデジタル情報が指の先ほどのチップに収まる計算です。」

#### —今後の展開は。

「製品化にあたっては、アクセス速度を追求するのか、作る際のコストを重視するのか、あるいは大容量化をねらうのか、チップとしての仕様にさまざまな選択肢があります。そうした方向性を論議しながら、信頼性と量産加工性を追究し、2005年の実用化を目指していきます。」



128 Mビット単一電子メモリ