

最新鋭RISCプロセッサ搭載の WS3050RXグループと サーバ3500シリーズ



オフィスシステム事業部大石志郎主任技師(右)と、ソフトウェア開発本部の山田公稔主任技師。

利用者自身による情報処理形態であるエンドユーザーコンピューティングのニーズが高まっている。エンドユーザーコンピューティングは、高性能なワークステーション(WS)やパソコン(PC)の出現と、ネットワーク技術の進歩により実現可能となってきたが、その促進を高めたのが、WS/PCをとりまく仕様の標準化とオープン化である。

日立製作所は、オープン化UNIX¹⁾の本格対応の新製品として、現在、RISC²⁾ WS3050RXグループ14モデル、RISCサーバ3500シリーズ8モデルを発売している。開発を担当したオフィスシステム事業部ワークステーション本部WS設計部の大石志郎主任技師と、ソフトウェア開発本部第1WS設計部の山田公稔主任技師に話を聞いた。

UNIXオープン仕様に対応

—新しいWS/サーバ開発の背景は。

「まず世の中の標準を満足し、他社の先端UNIX WS/サーバと対等に競争できる製品群を作ろうという目標がありました。日立のUNIX WSの歴史は古く、1986年よりビジネス用途を指向した2050を発売し、現在でも2050シリーズの稼働台数は8万台を超えています。しかし、CPUやメモリおよびビジネスユースとしてのUNIX標準化の未発達など、当時としての制約から、日立独自の機能を付加せざるを得なかったという事情があります。一方、UNIX WS/サーバはエンジニアリング向け用途を柱に、OSだけでなくウインドウやネットワークといったミドルウェアの標準化が、米国を中心に進展してきたわけです。そこで最新のRISCチップとUNIXの核をヒューレット・パッカード社との提携により導入し、基本プラットフォームとして最新のUNIXオープン仕様を満足し、かつ日立が培ってきたビジネスユースに耐えられる高信頼なRISC WS/サーバとして、

3050RXグループとサーバ3500シリーズを開発したのです。」

最新RISCプロセッサの搭載で世界最高水準の処理性能

—WS3050RXグループとサーバ3500の特長は。

「ヒューレット・パッカード社の高性能RISCプロセッサ「PA7100」³⁾を搭載し、最上位モデルでは世界最高水準の処理性能131 MIPS⁴⁾、40 MFLOPS⁵⁾を実現しています。また、X Window System⁶⁾ V11 R5.0、OSF/Motif⁷⁾ 1.2など最新の高速グラフィックス処理を実現しています。さらに平成5年9月には、日立独自開発のRISCプロセッサ「PA/50L」を使った、低消費電力・低価格モデルを追加しました。

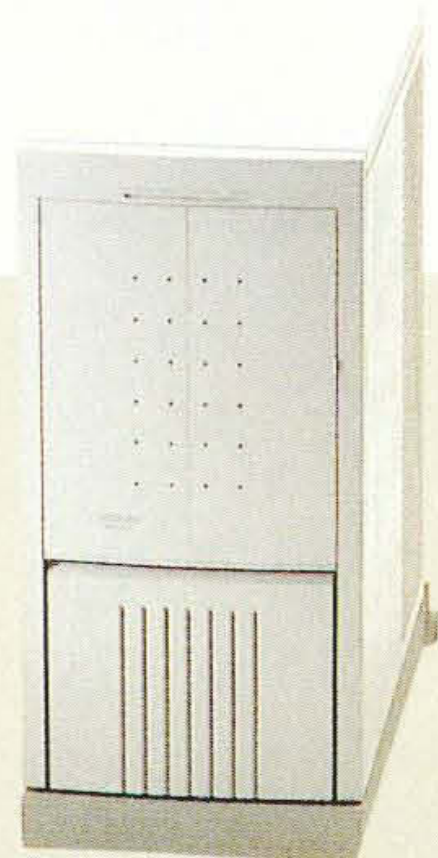
一方、サーバ3500シリーズも世界最高水準の処理性能を備えているほか、CPUの二重化、メモリのエラー検出・訂正および障害からの自動回復などの機能を備え、24時間運転に対応し、各種ネットワークプロトコルや最大240回線の通信回線サポートにより、CSSの中核としての役割を果たします。」

—新しいWS/サーバのオープンプラットフォームは。

「3050RXグループ/3500シリーズのOSである、HI-UX/WE2は、国際/業界標準に適合した先進のオペレーティングシステムです。オープンシステムやマルチベンダシステムへの適用性も高く、日立の得意とするAP(アプリケーションプログラム)と流通ソフトウェアやPDS⁸⁾とを組み合わせるような、ビジネスとエンジニアリング両方に適したシステム作りを期待できるプラットフォームです。」

注：

- 1) UNIXオペレーティングシステムは、UNIXシステムラボラトリーズ社が開発し、ライセンスしています。
- 2) RISC：Reduced Instruction Set Computer(縮小命令コンピュータ)
- 3) PA7100は、米国ヒューレット・パッカード社が開発したプロセッサ名称です。
- 4) MIPS：Million Instruction Per Second
- 5) FLOPS：Floating Point Operations Per Second
- 6) X Window Systemは、米国MIT(マサチューセッツ工科大学)が開発したソフトウェアです。
- 7) OSF/Motifは、オープンソフトウェアファウンデーション社の商標です。
- 8) PDS：Public Domain Software



WS3050RXグループとサーバ3500シリーズ。高性能RISCプロセッサの搭載で、世界最高水準の処理性能を誇る。

大型高精細ディスプレイを用いた、プレゼンテーションサポートシステム



情報映像メディア事業部の入交隆彦部長(左)と、
汐谷繁行主任技師

情報をいかに分かりやすく、鮮明に伝えるか。

映像の果たす役割が広がる中で、大型高精細ディスプレイが注目されている。会議や研修の場面だけでなく、設計やデザイン、発電所や産業プラントの監視・制御用のディスプレイとして、その用途も大きく広がりつつある。

日立製作所では、大型高精細ディスプレイを使ったさまざまなシステムを提供してきたが、その一つの応用として、マルチメディア情報をフルに活用できる会議・研修向けのプレゼンテーションシステムを製品化した。どのようなものなのか、情報映像メディア事業部 映像・ハイビジョン本部 映像システム部の入交隆彦部長と、同システム開発部の汐谷繁行主任技師に話を聞いた。

使いやすく、分かりやすい映像プレゼンテーション

ープレゼンテーションサポートシステムとは。

「70型または110型の高精細ディスプレイと、一人でも簡単に操作できる講演卓との組み合わせで、効果的な映像プレゼンテーションを実現するシステムです。“百聞は一見にしかず”です。大型高精細の迫力ある表現力を通して、即座に、しかも印象的に理解してもらう。それがプレゼンテーションのよしあしにつながるわけです。また効率という面でも、スライドやOHP、VTRなどのさまざまなツールを別個に使っていると、手間も人手もかかります。特に最近、コンピュータ画像を利用したいという声も多くあります。そこでこれら多様な情報ツールを一つにまとめ、手元で自在に大画面に写せるこのシステムが誕生しました。」

ー具体的にどんなことができるのか。

「基本的に会議に必要な機能はすべて備えています。まず書画カメラ。書類や写真を置くだけでそのまま拡大表示できるので、OHPやスライドをつくる必要がありません。また、VTRなどのAV機器はもちろん、パソコンやワークステーションとも接続できるので、プレゼンテーションの幅が広がります。システムもフレキシブルに構築でき、お客様所有のコンピュータの接続表示も可能です。今の時代は、アナログ情報とデジタル情報の過渡期ですから、その両方に便利な使い方を考えています。」

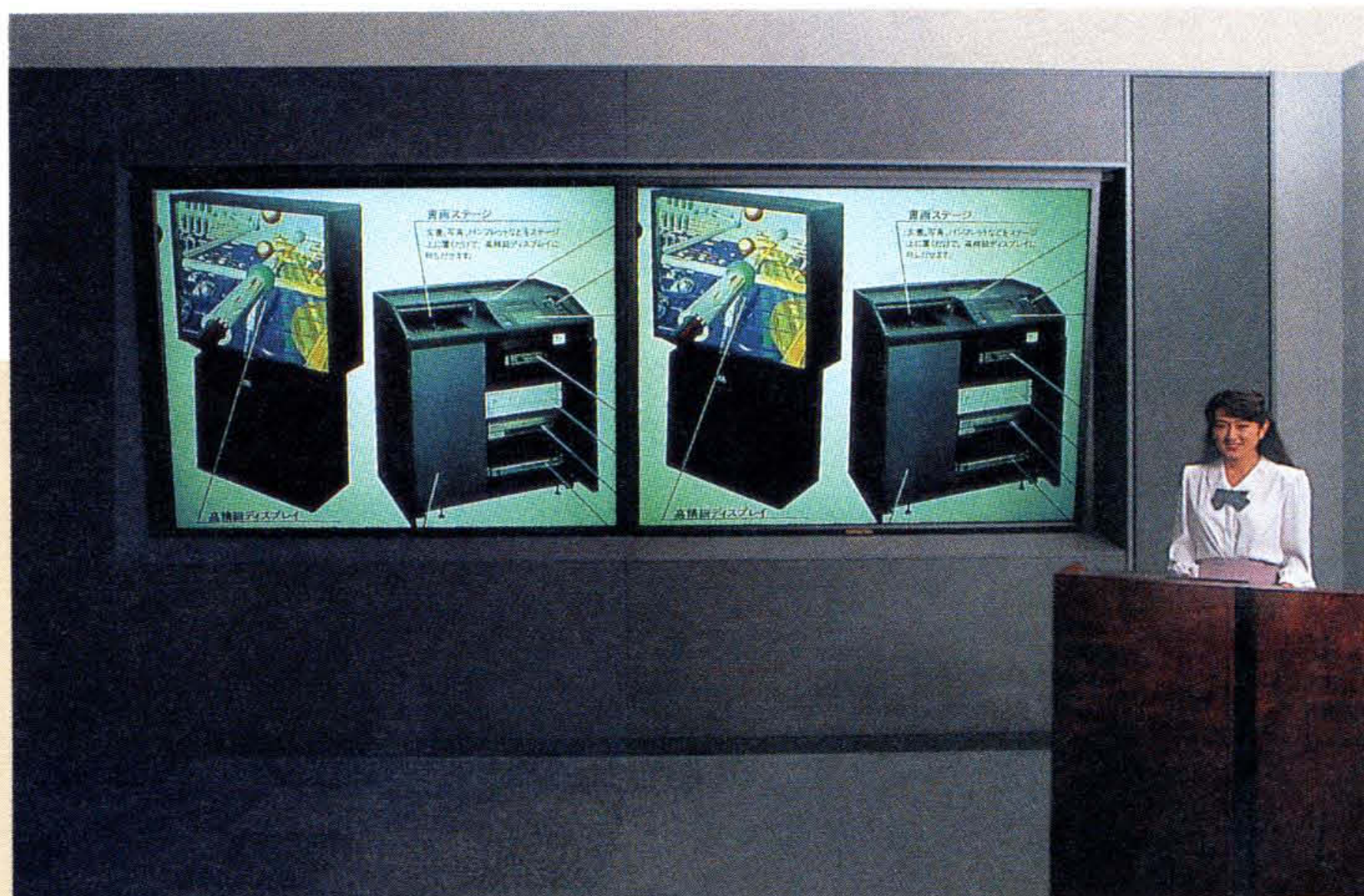
広がるコミュニケーションの可能性

ーユーザーからの反響は。

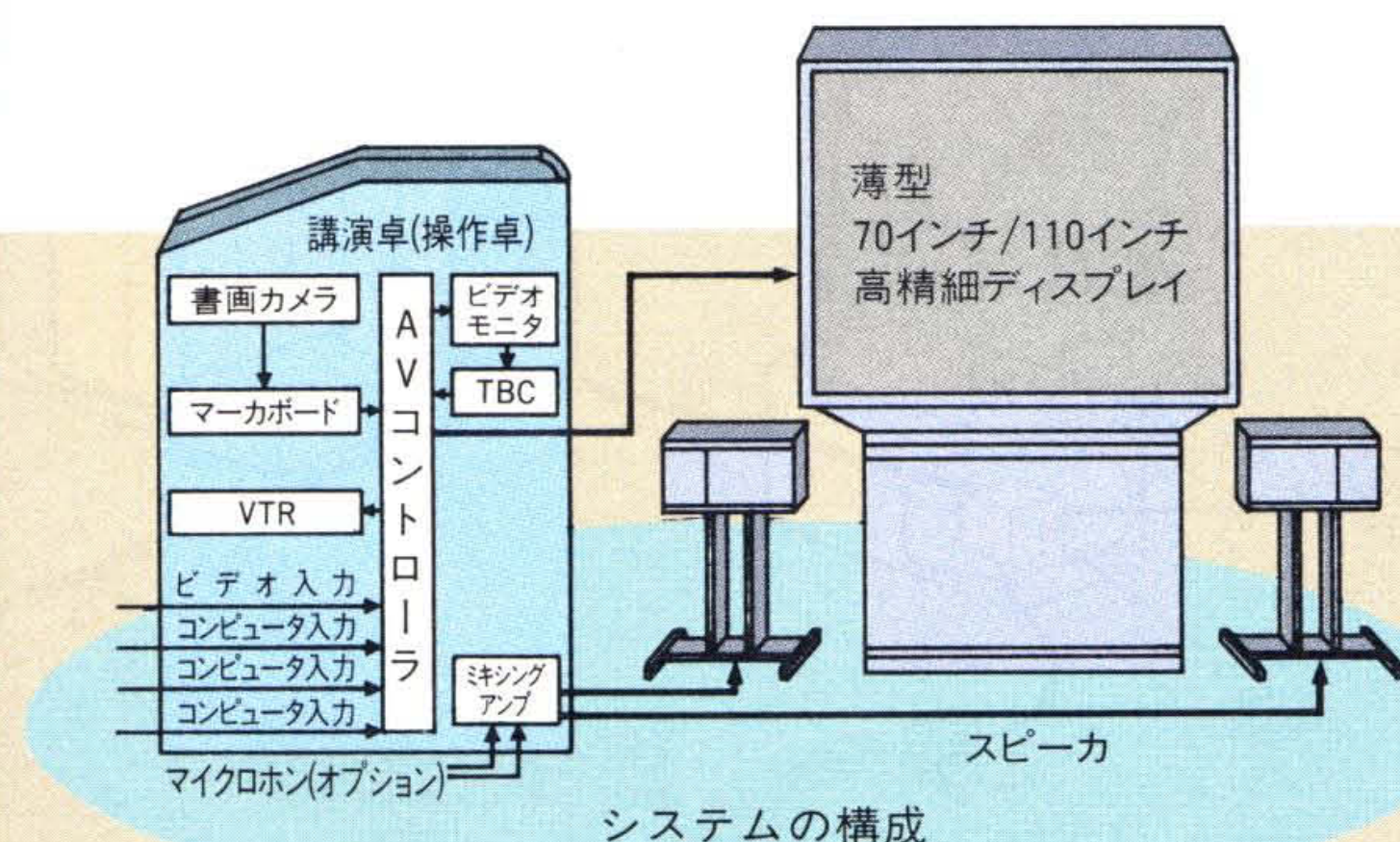
「初めてでも使いやすい、見やすいと好評です。明るいままで映像が鮮明に見え、手元で全機器がコントロールできる使い勝手のよさが評価されています。また書画装置のメリットで即座に映せる点や、ディスプレイが省スペースタイプで操作卓のデザインも高級感があるなど、会社のイメージアップになったという意外なうれしい声も聞かれます。」

ー主にどんな目的で使われているか。

「今のところ企業の会議・研修での利用が中心ですが、コンピュータと連動できることもあり、大学での講義やコンピュータ実習、研究発表、PR・展示会場、記者会見室など、活躍の場も広がってきつつあります。このシステムは将来的なプレゼンテーションのあり方も想定していますので、実際に使用していただくと、製品のコンセプトがご理解いただけると思います。コンピュータに親しんだ若い世代が社会に出るころには、まさにマルチメディアプレゼンテーションの時代になっていることでしょう。」



講演卓と高精細ディスプレイを組み合わせ、さまざまな映像プレゼンテーションができるプレゼンテーションサポートシステム



注) TBC : Time Base Corrector

通信網のデジタル化を促進する 改良D70交換機の設置と 加入者線伝送路の光ケーブル化



情報通信事業部公衆通信本部伝送部の宮野吉彦部長(左)と、同交換機部の広島宗太郎部長。

通信網をデジタル化するために、日本電信電話株式会社(NTT)では、従来からD70交換機の導入と、加入者線伝送路の光ケーブル化を進めてきた。平成5年度には、改良D70交換機の投入、光加入者線伝送装置のシリーズ化など、デジタル化をいっそう進めている。これは通信網の整備拡充と、高度な情報通信サービスを可能にするISDN(総合デジタル通信網)の普及を広げるための基盤づくりである。

これらの開発は、NTTと通信メーカー共同で進めているが、日立製作所もその一員として、交換機と伝送装置の製作を担当した。情報通信事業部公衆通信本部交換機部の広島宗太郎部長と、同伝送部の宮野吉彦部長にそのポイントを聞いてみた。

通信サービス高度化のニーズにこたえる

——デジタル化推進による基盤整備とは。

「まず交換機については、わが国初のデジタル交換機であるD70が設置されたのが昭和58年。それから10年を経ている訳ですが、この間の技術革新のテンポは急速で、既存のD70交換機では、通信のインテリジェント化、パーソナル化など、社会の要請にこたえるには充分でない面が出てきました。そこで、最新のCMOS技術を駆使したLSIや4メガビットDRAMなどの半導体技術を採用して、交換機の全面改良を行い、システムの経済化と同時に、回線収容容量の拡大、信頼性の向上、メンテナンスの容易化などを実現することにしました。」

また、伝送路については、光ファイバケーブルを使ったCT/RT(セントラルターミナル/リモートターミナル)という新しい加入者光伝送方式を採用して、将来の高度サービス需要が見込まれるビジネスビルや、小型交換機からの置き換えで経済効

果が期待できるトレーラボックス等への導入を進めています。今後この方式は全国に広がっていく予定です。」

回線収容容量とISDNサービスエリアの拡大

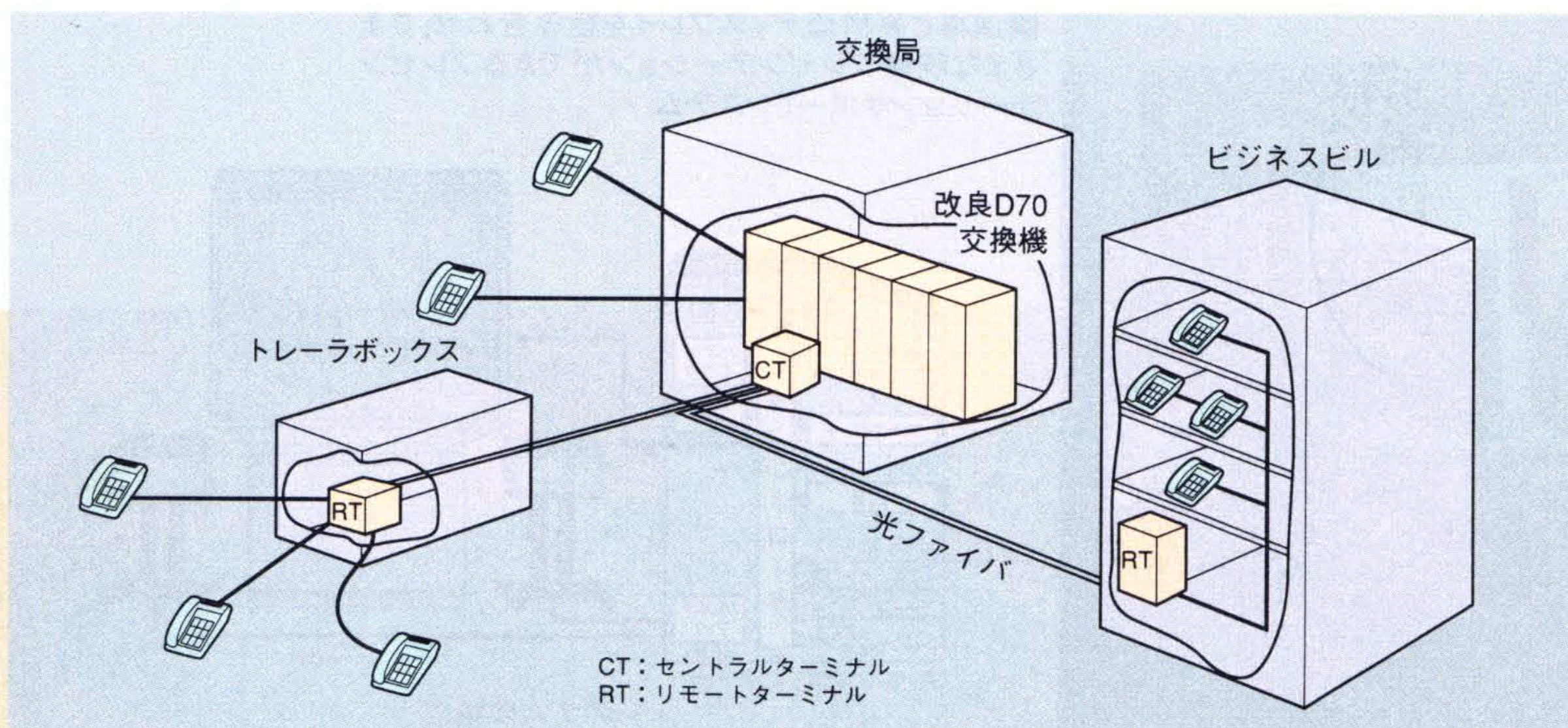
——交換機、伝送路全面改良の効果は。

「交換機はシステムの経済化、小型化を実現したほか、性能面でも大幅な向上を達成しています。例えば、現行のD70型と比較すると、通話路容量は約1.5万回線から約6万回線、高度サービスを実現するための共通線信号リンク数は、4から16リンクへと4倍化するなど、容量アップしています。信頼性の面でも、各種装置の自律試験の実施や、保守センタからの遠隔電源制御機能の導入など強化されています。」

一方、伝送路のCT/RT方式は、局の交換機に加入者回線が直接つながっている現行方式から、オフィスビル内やトレーラボックスなど加入者回線側にリモートターミナル(RT)を設置し、光ケーブルを介して局側のセントラルターミナル(CT)と結ぶものです。この伝送方式は、集合住宅や都市部のビジネスエリア用まで、回線数に応じてさまざまなシステム構成が展開できるようになっています。最大80kmくらい離れた場所までリモートターミナルを設置できるので、それだけISDNなどのサービスを容易に広げることができます。」

——加入者にとってのメリットは。

「現在は、サービス高度化に向けた基盤整備の段階ですが、新しい交換機の設置と光ケーブル化が進み、近くの街角までリモートターミナルが来るようになれば、各家庭でも音声、データ、画像などの各種通信媒体を使用した高度な通信サービスを、タイムリーに受けることができます。」



改良D70交換機と、伝送路のCT/RT方式により、通信網のデジタル化が促進される。



半導体内部の微細立体構造の 観察と計測ができる 解析装置ミラクルアイの開発



デバイス開発センタの水野文夫主任技師(左)と、計測器事業部の戸所秀男主任技師。

微細な穴の底をどのようにして見るか。半導体の多層化が進むのに伴い、層と層の間の配線を接続するコンタクト穴はますます深くなり、底が見えにくくなってきた。64メガビットの半導体メモリの場合、多い層には約2億個のコンタクト穴がある。この中にひとつでも加工不良があれば、接続不良の原因となる。問題解決のためには、まずその個所が見えなくてはならない。半導体の素子製造の歩留まりを決定する微細な穴の底を見たい。そのニーズが新しい解析装置ミラクルアイを生んだ。これからの半導体製造プロセスの評価と診断に、欠かせない存在として期待されるミラクルアイ開発の経緯を、計測器事業部ビームテクノロジーセンタの戸所秀男主任技師と、デバイス開発センタ プロセス開発部の水野文夫主任技師に聞いた。

高エネルギーの電子ビームで内部観察

—いかにして微細な深穴の底を見るのか。

「高エネルギーの電子ビームを用い、穴底で発生する反射電子のふるまいに着目することで実現しました。低エネルギーの電子ビームでは、反射電子も二次電子も穴の側壁に衝突し、吸収されてしまいます。このため、穴の底は暗いままで見ることができません。けれども、100 kVという高いエネルギーの電子ビームを用いると、反射電子は穴の側壁を通過し、表面から外に飛び出します。この表面通過の際に発生する二次電子を検出することによって、穴の底の情報を得ることを可能にしました。」

—ミラクルアイの特性と開発成功のポイントは。

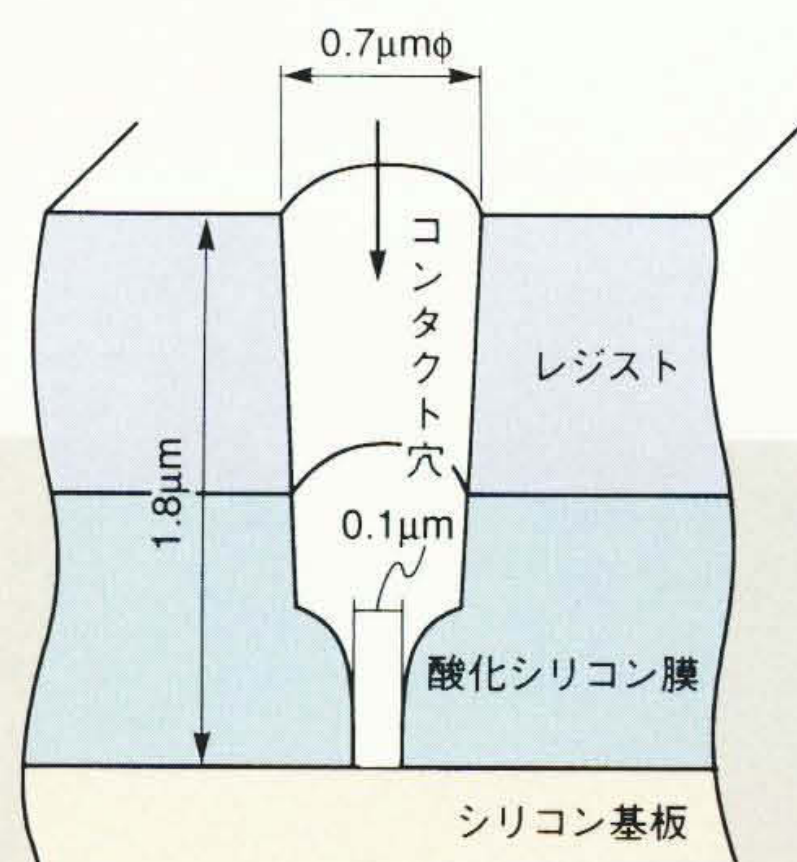
「非接触、非破壊で半導体の内部構造を高い解像度で見ることができるとい点にあります。半導体の内部観察に、高エネルギーの電子ビームを用いることは当初は不安でした。ビーム照

射によって半導体が帯電し、壊れてしまう心配があったからです。また、照射する電子ビームが強すぎて、細かな形状のコントラストが付かないのではないかという懸念もありました。しかし、思い切って高エネルギーの電子ビームとしたことによって、半導体内の絶縁物を電子ビームが通過してしまい帯電しないことがわかりました。また、高エネルギーで照射しても、コントラストのある高い解像度の像が得られることがわかりました。今回のアプローチは、半導体の帯電を防ぐためには低エネルギーの電子ビームでなければいけないという過去の常識を、ある意味でくつがえすものでしたが、自分たちの直観を信じて遂行したことがいい結果を生みました。」

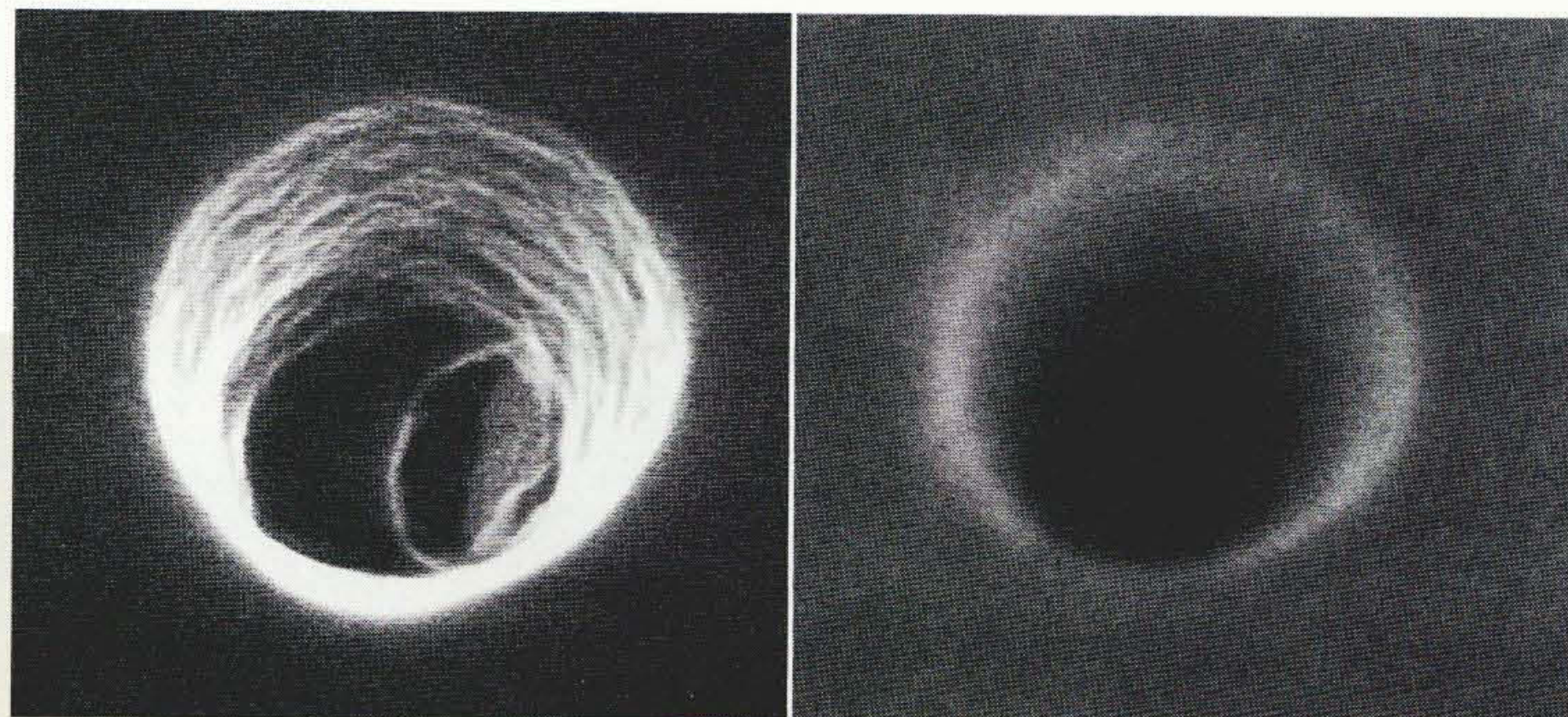
半導体製造のプロセス診断に威力

—どのような使い道があるのか。

「ミラクルアイは穴底の観察だけでなく、正確に寸法を計測したり、加工形状を検査することが可能です。また、内部構造の観察、例えば絶縁膜の下の配線などを、絶縁膜を通して観察することもできます。この結果、半導体の研究開発のスピードを速めることができます。他社に例のない装置だけに、多くの半導体メーカーが高い関心を持っており、まずは64メガビットDRAMの開発用として需要が見込まれます。研究用途だけでなく、ゆくゆくは半導体の製造ラインに組み込み、加工不良の発見に威力を発揮することも夢ではありません。」

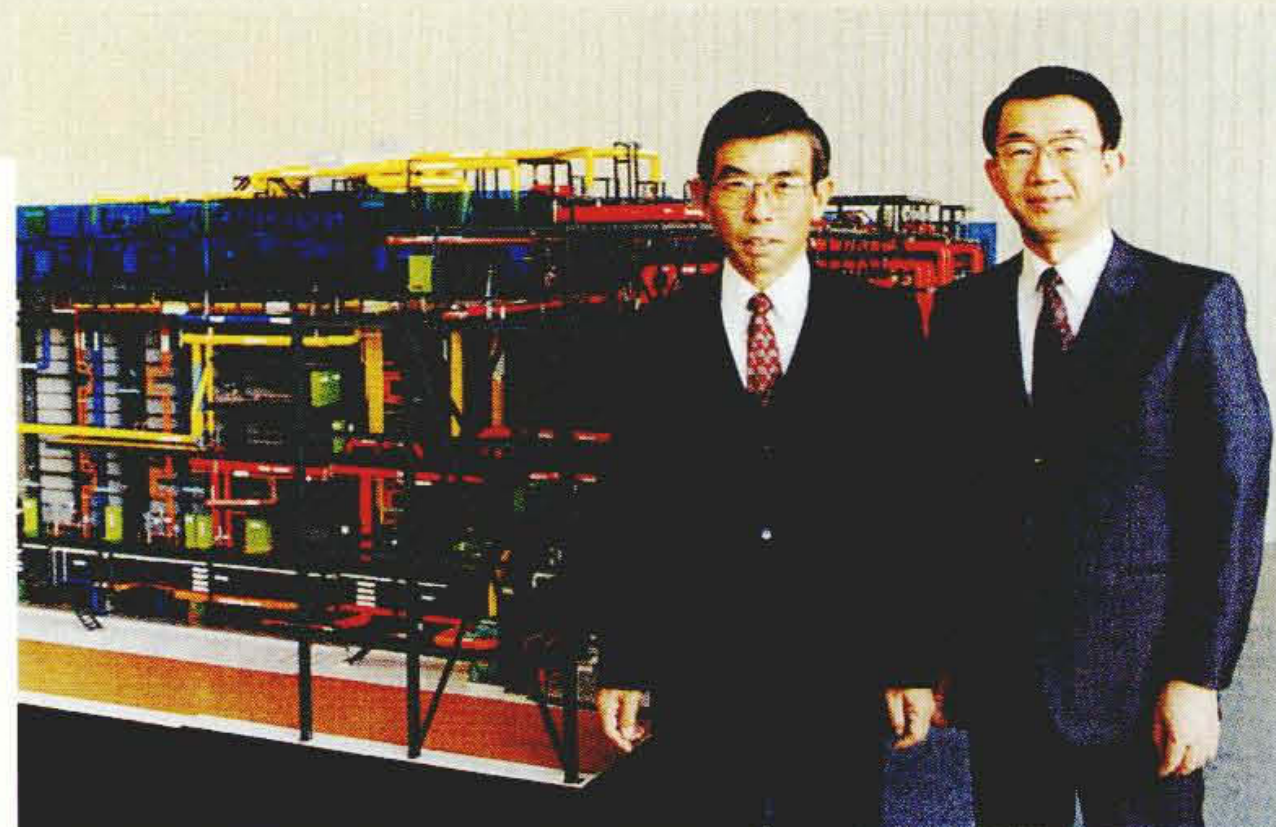


半導体の断面図。層間の配線を接続するためにコンタクト穴が設けられている。



半導体のコンタクト穴の観察。左がミラクルアイで、右は従来の走査電子顕微鏡で観察したもの。ミラクルアイで見ると、コンタクト穴の加工形状や穴底の様子が詳しく観察できる(写真では、レジスト残りが見えている)。

複合発電プラントの 高効率化を支える 排熱回収ボイラ装置



火力事業部の乾 泰二部長(右)と、バブコック日立株式会社呉工場の日下 巖副部長。背景は複合発電プラント用排熱回収ボイラ装置の模型。

近年、環境問題およびエネルギー資源の節約の観点から、熱効率が高い複合(コンバインドサイクル)発電プラントが注目されている。日立製作所は、昭和56年に、わが国初の排熱回収型複合発電プラントである日本国有鉄道(現東日本旅客鉄道株式会社)川崎発電所1号機をはじめ、現在までに、東京電力株式会社富津火力2号系列の建設参画、さらに中国電力株式会社柳井発電所1号系列、九州電力株式会社新大分発電所1号系列を完成させて、この間には1,300℃級高性能ガスタービンの開発・実用化など、多くの実績を積んできた。

排熱回収ボイラ装置についても、熱効率を損なわずに、NO_x(窒素酸化物)の排出量を低減するために、ボイラを二分割し、その間に脱硝装置を配置するという新しい概念を生み出し、NO_x低減を他社に先駆けて解決した功績により、平成5年度全国発明表彰の恩賜発明賞を受賞した。今後の排熱回収ボイラ装置の技術動向を中心に、火力事業部火力技術本部第二技術部の乾 泰二部長と、バブコック日立株式会社呉工場プラント設計部の日下 巖副部長に話を聞いた。

燃焼温度1,300℃級アドバンスド複合発電プラントが実現

——今なぜ複合発電プラントが注目されるのか。

「資源エネルギー庁の電力施設計画によると、平成4年から平成14年までの間の新設電源開発の内訳は、火力64%(LNG32%、石炭31%など)、原子力24%、水力12%となっており、火力の比率がきわめて高くなっています。しかし、火力はCO₂の発生を削減するという環境上の観点からも、できるだけ発電効率を高めて燃料消費量を低く抑える必要があります。複合発電プラントは、ガスタービンと蒸気タービンの両方を使い、ガスター

ビンで燃焼時の排熱を排熱回収ボイラで熱回収して、蒸気タービン用の蒸気を作るので、熱効率が高く、今後の火力発電の主流になるものと期待されています。その熱効率は、ガスタービンの燃焼温度の上昇に伴って、燃焼温度が1,000℃級で約40%、1,100℃級では約43%、現在の1,300℃級のアドバンスド複合発電プラントで約46～48%と向上がはかられてきました。21世紀初頭には1,500℃級、熱効率50%を超えるプラントが実現できると思います。」

三重圧、再熱サイクルで高効率化

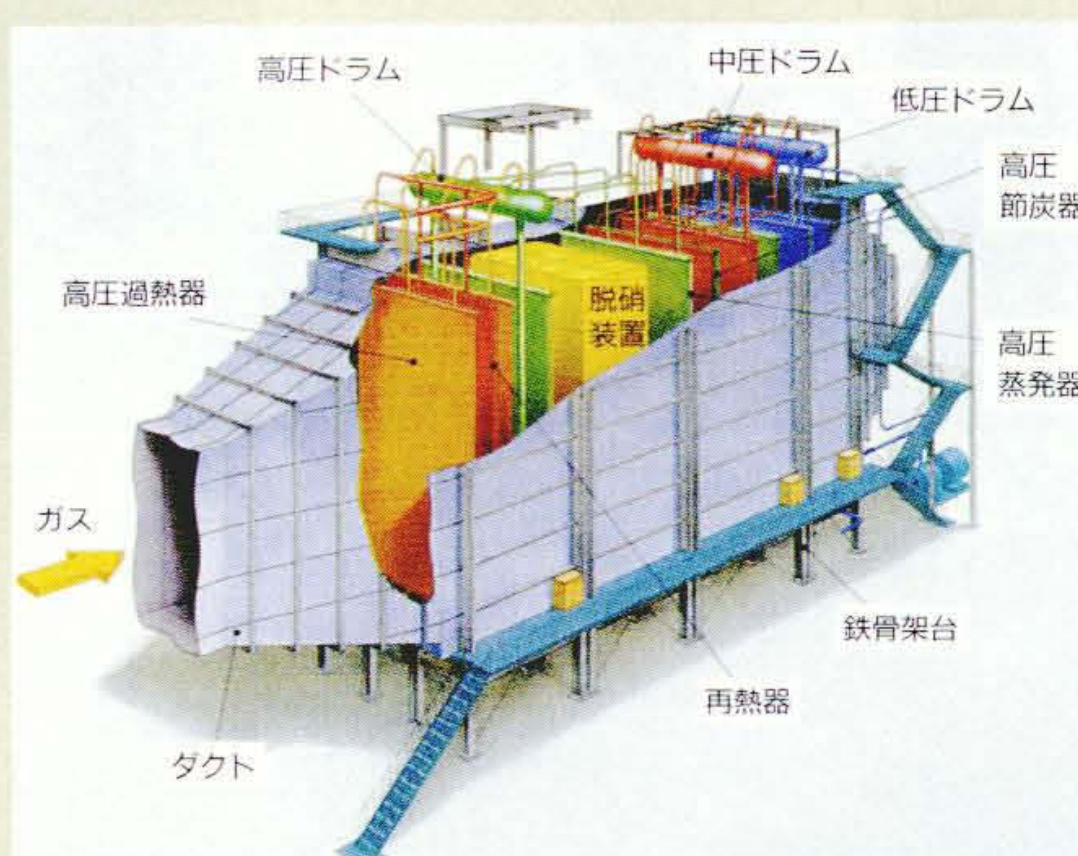
——排熱回収ボイラの技術進歩はどのような点か。

「複合発電プラントの特徴は、熱効率の高さに加えて、起動・停止特性に優れ、急激な負荷変動に耐えられることです。ガスタービンと蒸気タービンの間に位置する排熱回収ボイラについても、伝熱面積の増加に伴うガスタービン側のドラフト(抵抗)損失を最小限に抑えて、効率的な排熱回収を図るための合理的設計と、高効率化が要求されています。そのための工夫として、まず三重圧(高圧・中圧・低圧)、再熱サイクルの新方式を採用して、ガスタービン排熱温度約600℃を、ボイラ出口排熱温度約100℃まで熱回収しています。

また伝熱性能を高めるセレイテッド(のこぎり歯状)フィンの開発や、伝熱管の強度対策として、管群つり下げ方式の採用、さらに脱硝触媒の最適温度域の配置などの改善を加え、大容量・高効率時代への対応を進めています。また、装置の大型化や、生産台数の増加に備えて、呉工場の生産設備の増強を行い、モジュール工法によるブロック化、自動化などの体制を整え、平成5年秋から稼動しています。」



呉工場のモジュールヤード。エアリフトによりブロック化されたボイラ部品が、300 tガントリークレーンで組み立てられていく。



脱硝装置が内蔵された排熱回収ボイラの構造図

水道原水を守り、 「安全でおいしい水」を供給するための 水質分析技術と監視技術



大みか工場公共システム設計部の依田幹雄主任技師(左)と、計測器事業部の久本泰秀主任技師

今、豊かな水の国日本で湖沼の富栄養化や、農業や有機溶剤による河川の汚染が大きな社会問題となっている。他方で、「安全でおいしい水」、質の高い飲み水への要求が高まってきた。厚生省では、こうした現状に対応し、将来にわたり安全でおいしい水道水の供給を目指して、34年ぶりに水道水質基準を大幅に改正し、この新しい基準は平成5年12月から施行されている。

この水道原水に着目した総合的な水質保全に取り組むためには、より高度な水質分析技術と、水質監視技術がきわめて重要となる。日立製作所では長年の実績をもとに、これらニーズに先行した技術開発を進めてきた。分析機器について計測器事業部の久本泰秀主任技師に、監視装置について大みか工場公共システム設計部の依田幹雄主任技師に話を聞いた。

元素レベルで水質分析

—新しい水質基準と検査方法はどのようなものか。

「新しい基準は、健康に関連する基準項目をはじめ、“おいしい水”の目安となる快適水質項目、さらに監視項目など全85項目にも及ぶもので、項目の位置づけに応じて、基準値、目標値、指針値が細かく設定されています。これに伴って、それぞれの項目の分析方法も設定されています。例えば、鉛・カドミウムなどの金属の測定には“フレイムレス原子吸光光度計法”などが、トリクロロエチレンなどの揮発性化合物には“ガスクロマトグラフィー質量分析法”などというように、より精度の高い元素レベルの分析が要求され、それを実現するための測定機器が重要な役割を持つことになります。」

—測定機器に求められていることは。

「今回の水質基準の改正によって、ppb(10億分率)レベルの分

析結果が要求される項目が増えています。メーカーとしては、まず計測機器の性能と信頼性を維持することが第一です。さらに従来の汎用型ではなく、多項目の分析を1台でまとめて処理できる水質分析向けの専用システムを開発することも課題です。日立では、GC/三次元QMSシステムをはじめ、あらゆる水質分析に対応できる機種をそろえています。いずれにしても、水質分析の新しいコンセプトを生み出していかなければならないと思っています。」

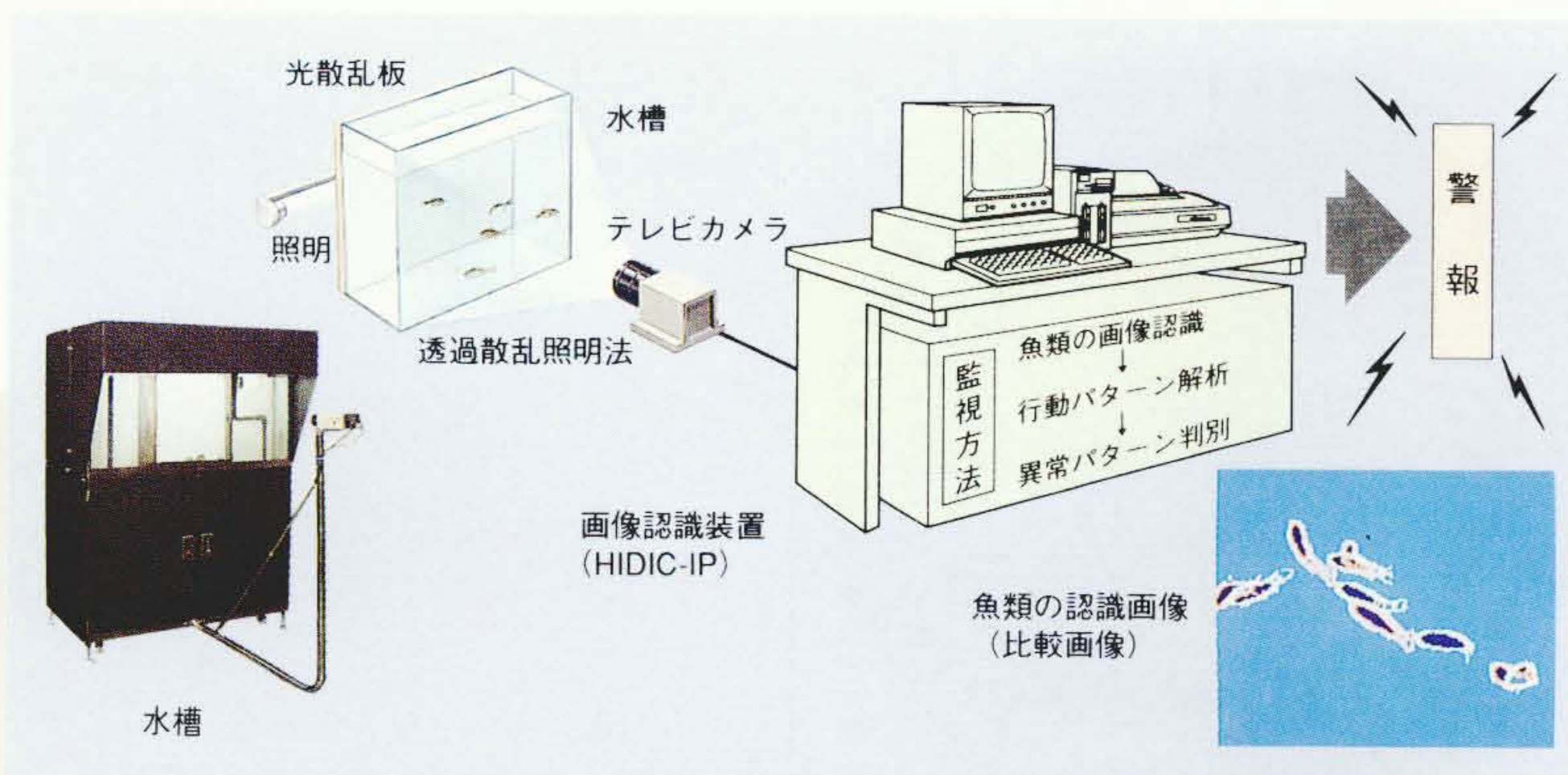
魚類による24時間の水質監視

—水質安全監視支援システムとはどのようなものか。

「有害物質の水道水への流入を未然に防ぐには、原水を連続監視し、異常を早期発見することが重要です。今までも魚類による目視監視はしていましたが、24時間の連続監視は大変でした。そこで画像認識技術を活用して、テレビカメラが24時間魚の動きを監視し、0.1秒ごとに画像を取り込み、位置・速度・群れ度などの行動パターンを解析するシステムを開発しました。シアンや農薬など有害物質が混入したときなど、魚類の行動異常を警報で知らせるので、迅速に対処できます。」

—実際に、どこで活躍しているのか。

「広島県で太田川のシアン流出事故があったことを契機に、現在、水道水源となる広島市内の4か所の取水場で稼働しています。10年来の研究と実システムへの応用が認められ、平成3年5月に第18回環境賞をいただきましたが、今後は浄水場だけでなく、河川や湖沼の水質監視という広い分野での水質保全に役立てばと考えています。」



画像認識技術を活用した水質安全監視支援システム。魚の動きをテレビカメラが監視し、その画像をコンピュータが解析する。異常パターンを判別したときは警報を出す。



微量成分の高精度な定量分析を迅速に行える日立GC/三次元QMSシステム

クラス最大の処理能力、 多目的用途にすばやく対応 中型血液自動分析装置7170



計測器事業部の高橋克明主任技師(左)と、内藤茂昭主任技師。

血中成分の分析対象は数百種類にも及ぶ。それらをより速く、より正確に分析し結果を報告したい。なるべく多くの血中成分の分析を1台の分析装置で行いたい。これら医療現場からの強い要望にこたえ、新しい血液自動分析装置が開発された。中型クラス最大の処理能力を備え、1台で多目的用途に迅速に対応できる、使う人の側に立った血液自動分析装置7170だ。開発にあたった計測器事業部医用システム本部設計部の高橋克明主任技師と、同技術部の内藤茂昭主任技師にその特徴を聞いた。

クラス最大の処理能力800テスト/時を実現

―血液自動分析装置7170の特徴は。

「血液自動分析装置は、この20年間で急速に普及・進歩し、多くの医療施設が採用するに至っています。しかし多様な分析用途に応じて何台もの自動分析装置を購入することは、今日の病院経営にとって大きな負担です。そこでこうした動向を踏まえ、今回の設計思想として、それぞれ専用機化してきた機能を統合し、1台で多用途機の役割を果たせる装置を追究しました。同時に、このクラス最大の処理能力800テスト/時を実現することにこだわりました。また、さまざまな使いやすさの追究によって、オペレーター作業の省力化を実現しました。」

―処理能力の向上はどのようにして図ったのか。

「800テスト/時を実現するには、ひとつのサイクルを4.5秒以内に終えないといけません。そこで、高効率な機構動作という考え方を徹底させ、いかに精度よくサンプルや試薬を分注するか、使った反応容器とノズルをいかにすばやく洗浄するかなどの面で、細かい工夫を重ねました。また、反応時間の長いものからサンプリングし、結果打ち出しまでの時間を最短になるよ

う自動スケジューリングするインテリジェントランダムアクセス機能を開発しました。さらに反応時間を可変とし、最大試薬添加数を4試薬と広げるなど、柔軟なアプリケーションを採用したことにより、高い処理能力を持たせながら多用途機を仕上げるのが可能となりました。」

―使い勝手の良さはどのような点に現れているか。

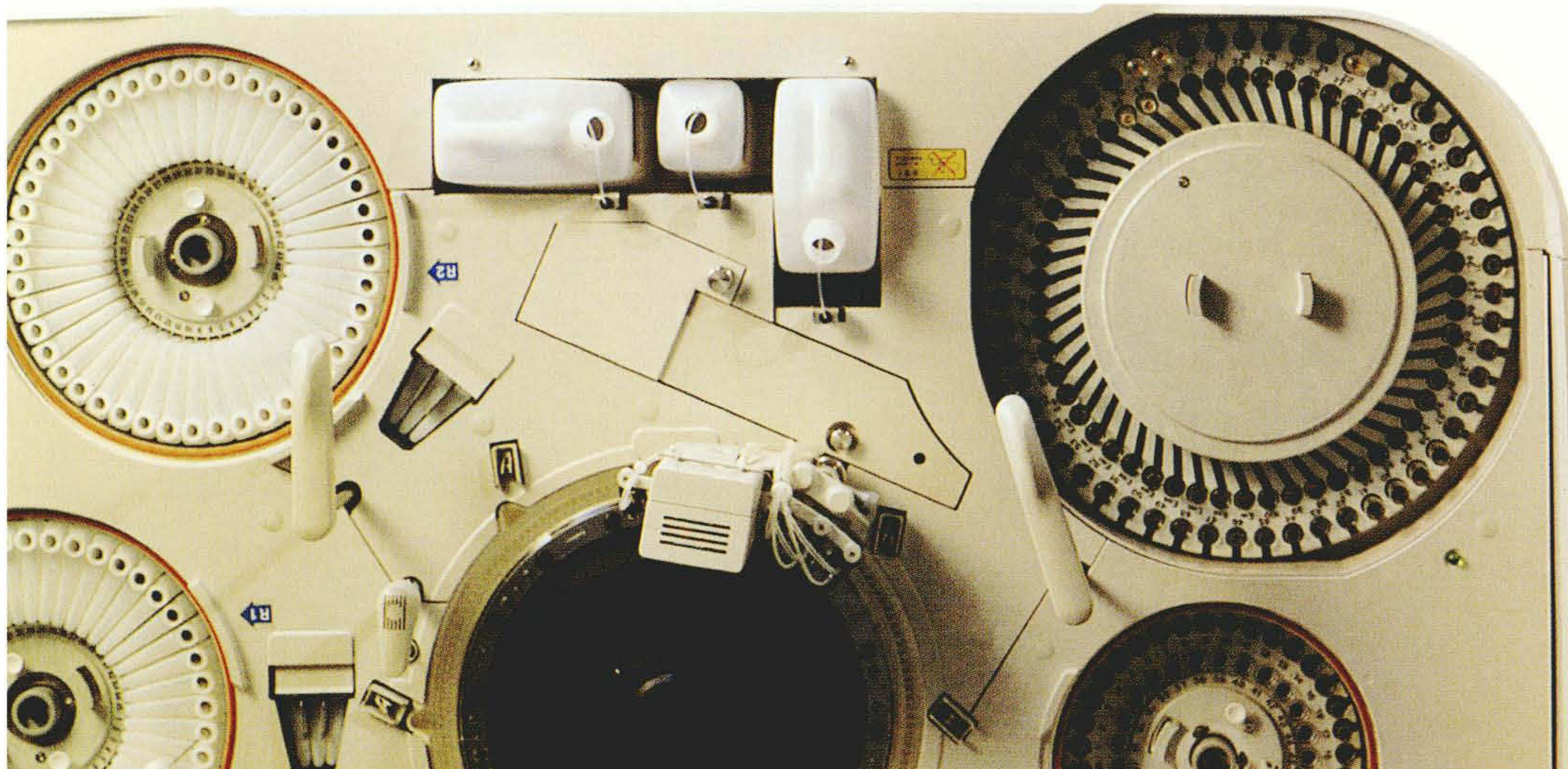
「特に、今まで細心の注意を払わなくてはならなかった試薬の管理からオペレーターを解放し、バーコード情報によってコンピュータに任せるようにしました。」

このほかにも、微量の試薬による測定を可能にしたことで高価な試薬の使用量を削減し、検査コストの低減に貢献しました。合わせて新生児や重症患者に対しても、微量採血で検査可能とし、患者の採血負担を減らしました。操作を始める前には、一定の準備時間が必要ですが、予約タイマーをセットしておけば出勤してすぐ稼働させることができるようになっています。」

データの信頼性を追求する監視機能

―データの信頼性確保のために成されている配慮とは。

「患者のデータが指定した範囲を超えたときは、サンプルの濃度を自動的に調整して再検査したり、反応が正しく行われたかを自動チェックするなどのデータ監視機能を備えています。使い勝手を追究する先には、オペレーターの手間を省くという発想だけでなく、検査データの正確性を高め、検査に携わる人たちの安全性も確保するという考え方も導入しています。こういった考え方に当社の血液自動分析装置が高いシェアを誇り、評価されてきた秘密があると思っています。」



クラス最大の処理能力を備え、
1台で多目的用途に対応できる
中型血液自動分析装置7170

モータの静音化と インバータの水冷化を実現した 車両用IGBTインバータの開発



日立研究所の中村 清主管研究員(左)と、水戸工場交通設計部の堀江 哲主任技師。

直流1,500 V区間に、これまでにない新しいタイプの電車が登場した。帝都高速度交通営団日比谷線の03系電車で、すでに平成5年3月から営業運転を開始している。

乗車してみてすぐ気が付くことは、車内がきわめて静かなことである。従来の電車で多かった駆動時のモータ騒音がほとんど耳に入らない。それを可能にしたのが、世界最高電圧2,000 VのIGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)採用の車両用インバータの開発である。日立研究所の中村 清主管研究員(システム第五部輸送システム研究室長)と、水戸工場交通設計部の堀江 哲主任技師の話を聞いた。

次世代車両用インバータの開発

—車両用IGBTインバータ開発の背景は。

「電車には大きく分けて直流電車と交流電車があり、一般に、大都市圏では直流電車、長距離区間や地方幹線では交流電車が使われています。また、インバータ電車というのは、インバータを使って誘導電動機(インダクションモータ)を制御する電車のことで、大容量化、高速化、省エネルギー化などに優れたGTO(自己消弧型)サイリスタを使ったインバータが実用化されて以来、現在はGTOインバータが電車の主流となっています。しかし、このGTOインバータもまったく問題がないわけではありません。例えば、駆動時のモータ騒音などがそれです。そこで、次世代車両用に、低騒音が可能で、耐電圧特性と高速性に優れたIGBTインバータの開発に取り組むことになったのです。」

静音化、水冷化のメリットを実現

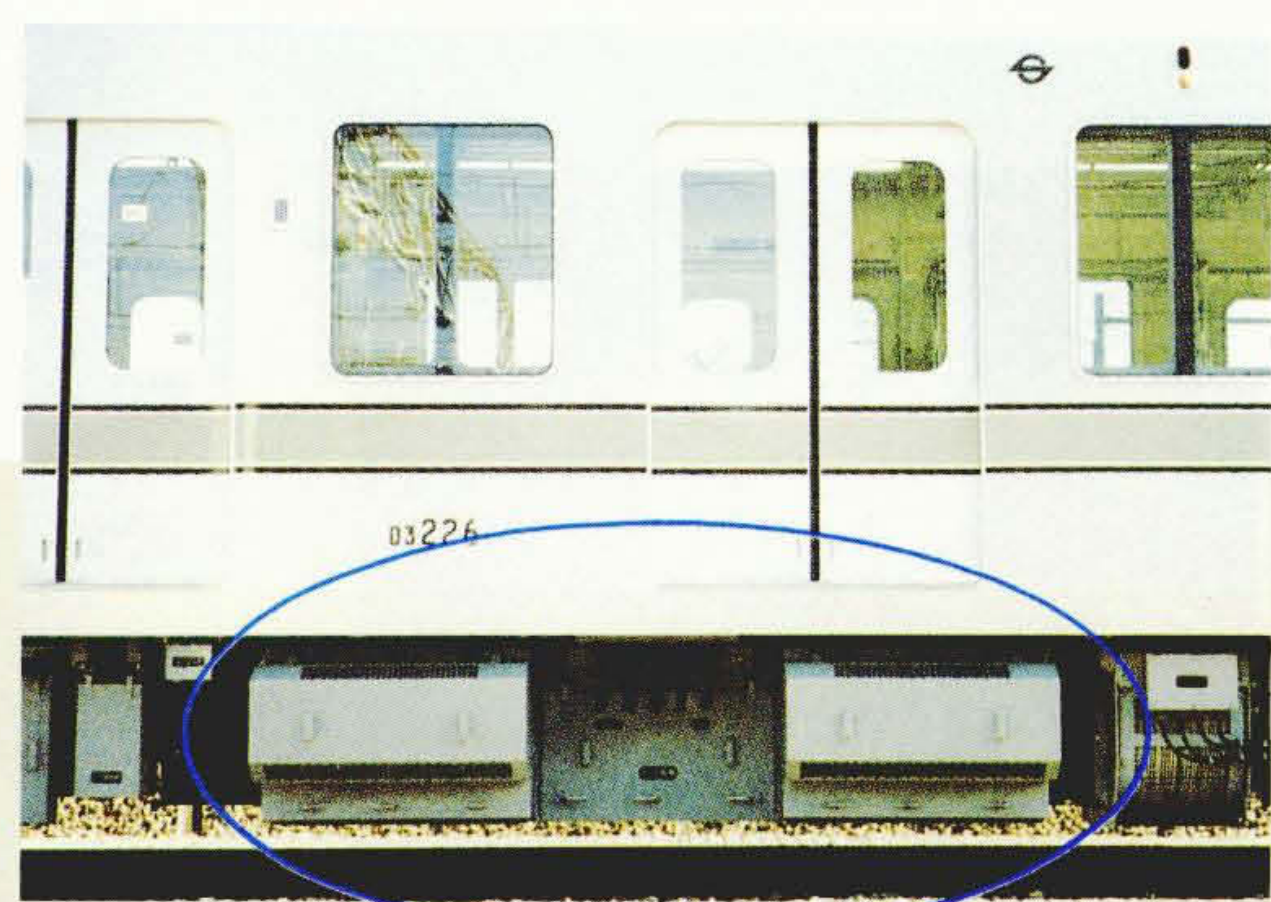
—IGBTインバータ開発のポイントは。

「第一は、GTOサイリスタに代わる素子の開発です。従来のIGBTの耐圧は、1,200 V以下で車両用インバータへの適用は不可能でしたが、表面構造の工夫や、高品質シリコン結晶の採用で、2,000 Vと世界最高の耐電圧特性を持ったIGBTモジュールを開発しました。そしてIGBT本来の高周波スイッチングにより、GTOサイリスタよりも駆動用モータを滑らかに制御できるため、駆動時のモータ電磁音による騒音を約15ホンも低減できました。」

第二は、わが国で初めて冷却器の水冷化を実現した点です。従来のGTOサイリスタではパーフロロカーボン液を使って冷却していましたが、IGBTでは、素子内部の絶縁化により、水を冷媒としたヒートパイプ冷却方式を採用しました。冷却ファンを使わない完全自冷式ですから、メンテナンスフリーとなっています。そのほか、分散化制御により、1台のインバータが故障しても、別のモータが稼働し続けられるよう、電機系統の多重構成が可能な点、機器のモジュール化により、故障時などはモジュール単位の迅速な交換が容易なことなど、多くの特徴を備えています。」

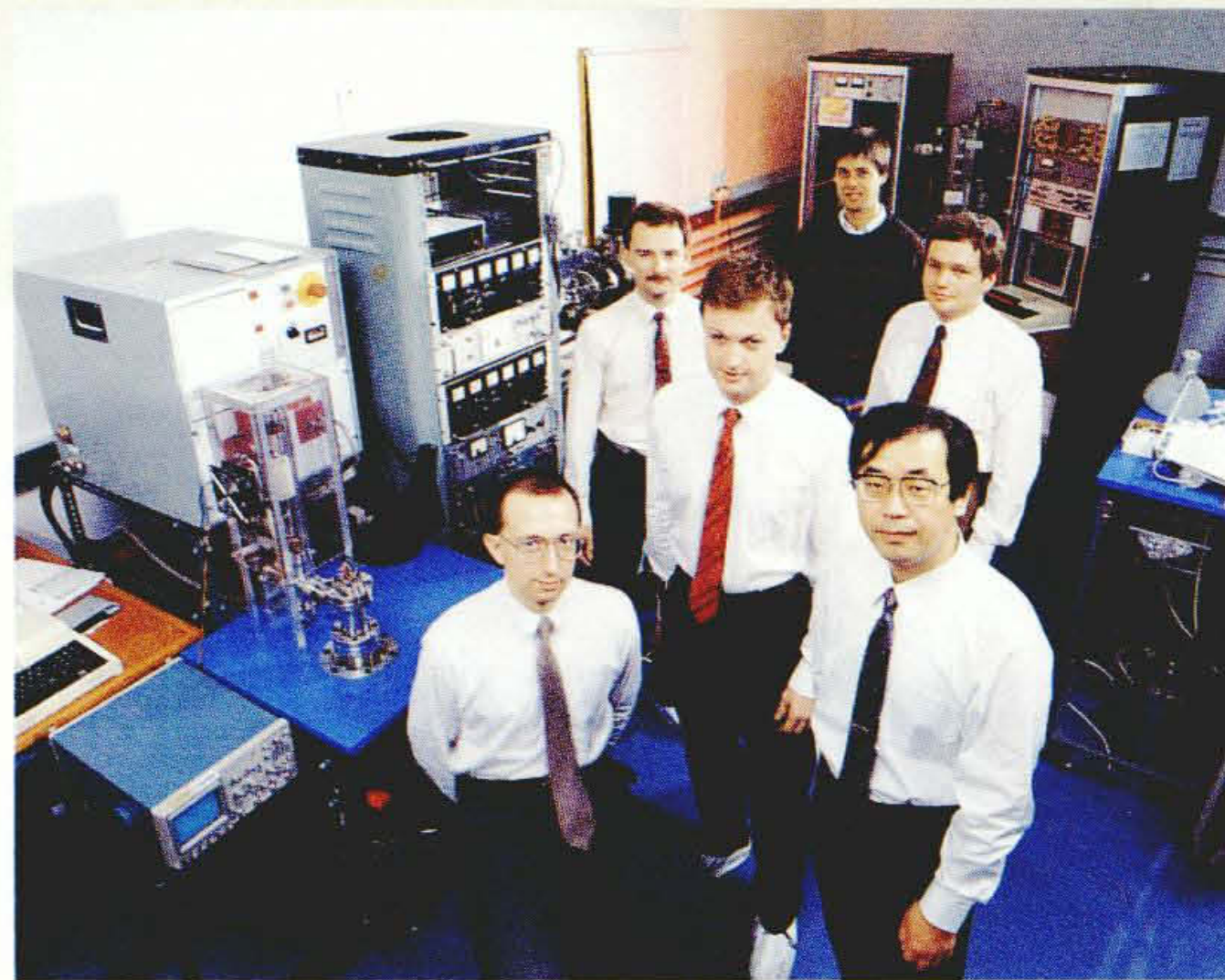
—IGBTインバータ電車の将来は。

「まだ立上りの時期ですが、地下鉄や首都圏の通勤電車など、直流1,500 Vの区間はどこにでも適用できます。将来はGTOインバータに代わって、IGBTインバータが主流となるよう、より小型化、高性能化を図っていきたいと思います。」



IGBTインバータを搭載した帝都高速度交通営団日比谷線の03系電車。写真上の長円形の部分が、インバータ搭載箇所。4台のインバータが搭載されており、1台あたり24個のIGBTモジュールが使われている。

16ギガビットメモリ実現への道を開く単一電子メモリの原理実験に成功



単一電子メモリの原理実験に成功した日立ケンブリッジ研究所のスタッフたち。前列右が中里和郎主任研究員。

21世紀初頭に出現が予想されている超大容量半導体素子を支える基礎技術として、半導体の中の電子を1個単位で制御する研究が欧州で進んでいる。日立製作所の欧州法人日立ヨーロッパ株式会社では、電子を1個単位で制御し、情報を蓄える単一電子メモリの原理実験に世界で初めて成功した。ケンブリッジ大学との共同研究が実ったもので、16ギガビットメモリへの道を開くものだ。単一電子メモリの開発と研究にあたってきた日立ケンブリッジ研究所の中里和郎主任研究員に、実験の成果と実用化への可能性を聞いた。

電子を1個ずつ完全に制御

—なぜ単一電子の制御なのか。

「半導体メモリは、これまで3年で4倍のペースで集積化が進んできました。この開発ペースでいくと2007年には、現在量産している半導体の1,000倍の容量を持つ16ギガビットメモリが出現し、超大容量半導体素子の時代を迎えます。これら超大容量半導体メモリでは、よりいっそうの微細化が進み、信号を担う電子数も100個以下に減少します。このため、何万個という電子の集団をひとつの単位としてとらえ、統計的な平均で制御してきた現在のデバイスの動作原理では誤動作が避けられなくなります。そこで、従来の半導体技術に変わる新しい基礎技術として、電子を1個ずつ確実に制御する技術の開発が不可欠であると考えられるようになってきたのです。」

—今回の実験の成果は。

「電子を1個ずつ制御するということは、原理的には比較的早くから可能だとされ、これまでもいくつかの動作確認が行われてきました。けれども、ながらく学術的研究の領域にとどま

っていました。今回の実験では、1個ずつの電子を制御するということを前提においた新しい原理の単一電子メモリを試作しました。それを用いて、1個または数個という数少ない電子のある状態と、ない状態を確実に安定的に作り出すことに成功しました。また、数少ない電子の動きを情報として記憶させ、読み出すことに成功したことにより、単一電子メモリ実現に向けて一歩前進することができました。」

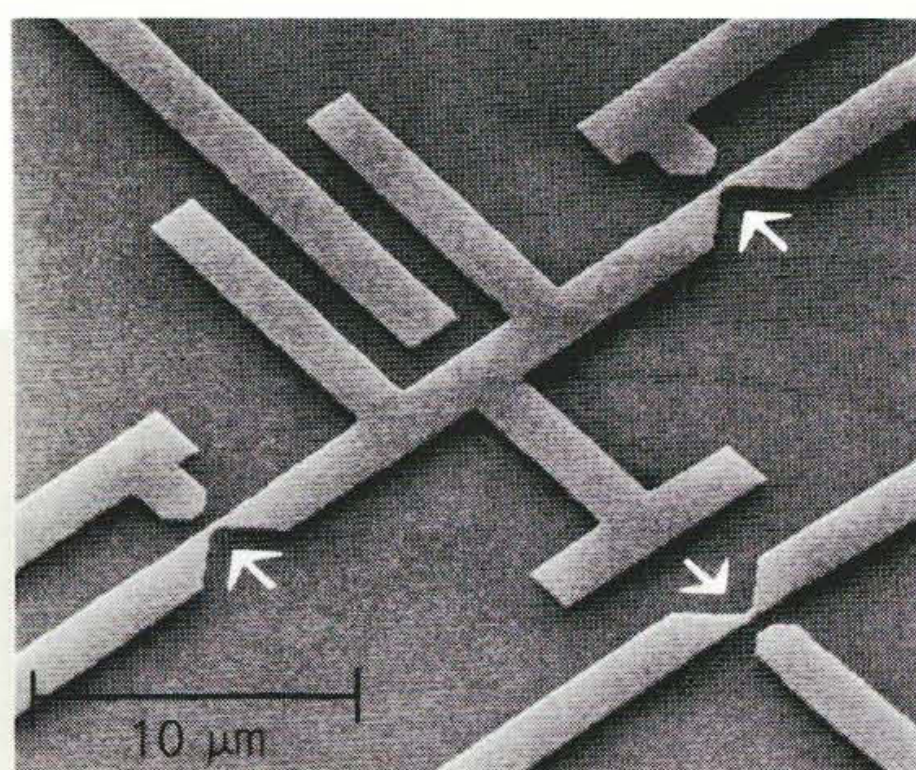
—どのような構造によって実現したのか。

「電子の自己閉じ込め効果として知られているクーロンブロック現象を利用し、電子の移動を1個1個制御するスイッチとして、多重トンネル接合という構造を開発しました。多重トンネル接合によって1個ずつ制御された電子は、記憶ノードに蓄積されるようになっていきます。さらに、読み出し用として別に多重トンネル接合を用いたエレクトロメータを設け、情報の読み出しを可能にしました。電子の通り道にサイドゲートを設けることで制御を確実なものとし、コンパクトで、しかも電子の状態を保持するのに十分なだけの強さを持った構造を開発しました。」

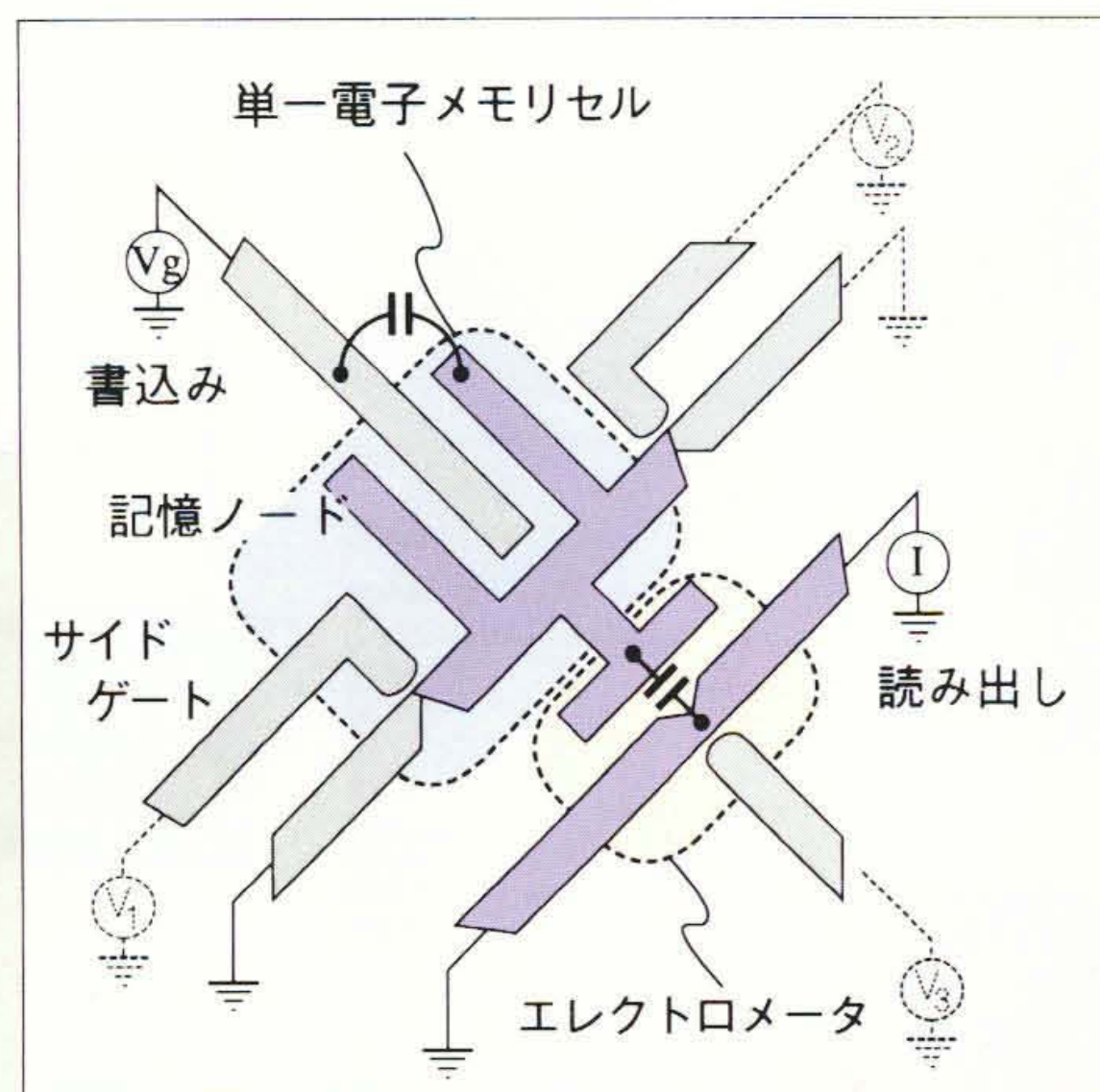
単一電子メモリ実現への可能性を探る

—今後の課題は。

「今回の実験は極低温下で行い、実証するという形をとりましたが、いずれは室温で機能するようにしなくてはならない。現在のテクノロジーではまだ実現が難しいのですが、極微細加工技術の進展と歩調を合わせて、室温での動作を可能にしていきたい。また、電子を不安定にする要因を詳細に調べ、将来のデバイスへの見通しを付けたいと考えています。」



試作した単一電子メモリの電子顕微鏡写真(矢印の個所が多重トンネル接合)。



多重トンネル接合によって1個ずつ制御された電子は、記憶ノードに蓄積され、エレクトロメータによって情報の読み出しを行う。