

新しいコミュニケーションの形態を実現する 広帯域ISDN対応のグループテレワーキングシステム



中央研究所第五部広帯域ネットワーク研究センター戸塚分室の田辺史朗分室長（左）と、システム開発研究所第四部四〇四研究ユニットの星徹ユニットリーダー・主任研究員。

1991年10月に、スイスのジュネーブで「TELECOM'91」（国際電気通信連合主催）が開催された。通信のオリンピックと言われるように、4年に1回開催される国際通信業界のメーンイベントである。日立製作所は、広帯域ISDN対応のシステム、技術を中心に最新の成果を展示した。この「グループテレワーキングシステム」はその一つで、遠隔医療相談を例にイメージデモンストレーションを行うことにより、各国関係者の注目を集めた。このシステムの開発に参加したシステム開発研究所第四部404研究ユニットの星徹ユニットリーダー・主任研究員と、中央研究所第五部広帯域ネットワーク研究センター戸塚分室の田辺史朗分室長の話を紹介しよう。

広帯域ISDNの可能性を実証

——このシステムで、どういうことができるのか。

「基本的にこのシステムは、コンピュータ支援による共同作業(CSCW)、自然動画テレビ電話、データベースに蓄積した動画検索という三つの機能を備えています。したがって、自分の机の上にある「広帯域ISDN対応マルチメディアワークステーション」を使って、遠隔地にいる複数の相手と、データ、音声、自然動画などによるFace to

Faceの密度の高いコミュニケーションや、リアルタイムの共同作業を行うことができます。」

——広帯域ISDN対応マルチメディアワークステーションというのは。

「広帯域ISDNでどういうことができるかを実証するために試作したものです。当社のクリエイティブステーション3050をベースに、広帯域ISDNの情報転送方式であるATM (Asynchronous Transfer Mode)通信インタフェース、動画像通信用可変長パケットコーデック、カメラなどの動画入力の選択機器や動画ウィンドウ表示用ビデオプロセッサなどを新たに開発し統合化することにより、実現しました。さらに、これを使ってグループテレワ

ーキングシステムを実現するため、自然動画テレビ電話、マルチメディア電子対話制御、広帯域ISDNマルチメディア通信制御などのソフトウェアの技術開発を行いました。」

医療相談を例に

イメージデモンストレーション

——ジュネーブでの手ごたえは。

「単に伝送速度が速いというだけでなく、同一のインタフェースで、音声、データ、映像などのすべてのメディアを扱えるところに広帯域ISDNのいちばんのメリットがあります。その意味で、このシステムは広帯域ISDNにふさわしいシステムといっても過言ではありません。展示のねらいは十分達成できたと思います。遠隔医療相談に対する関心が高く、デモンストレーションのテーマに医療を選んだことはたいへん良かったと思っています。」

——医療以外の応用分野は。

「教育、出版、アパレル、リモートエンジニアリングなども有望な分野です。'90年代中ごろに予想される商用サービス開始に向けて、さらに研究開発を進めたいと思います。こうしたワークステーションが、今の電話と同じように使われるのも、そう遠いことではないでしょう。」



TELECOM '91でのグループテレワーキングシステムのデモンストレーション。

分散処理に対応したパーソナルステーションFLORAシリーズと クリエイティブステーション3050シリーズ



左から、マイクロエレクトロニクス機器開発研究所第三部の辻岡重夫主任研究員、オフィスシステム設計開発センタPC設計部の磯崎政志主任技師、ソフトウェア開発本部第一WS設計部の大地秀生主任技師の3氏。前には、3020F、3010LST、3050。

地球規模のネットワーク時代を迎え、コンピュータを取り巻く環境は変容が著しい。1991年4月、日立製作所では、パーソナルステーションFLORAシリーズとクリエイティブステーション3050シリーズを発表した。新シリーズの開発に携わったマイクロエレクトロニクス機器開発研究所第三部の辻岡重夫主任研究員、オフィスシステム設計開発センタPC設計部の磯崎政志主任技師、ソフトウェア開発本部第一WS設計部の大地秀生主任技師の3氏に話を聞いた。

世界標準との統合を目指す

——まず、FLORAシリーズとは。

「ワールドワイドな観点から、B16/B32シリーズと2020シリーズをPC/AT^{※1)}という国際標準仕様で統一し、オープンアーキテクチャのメリットを広く取り込めるようにしたパーソナルステーションがFLORAシリーズです。

FLORAには標準精細表示の3010シリーズと、高精細表示の3020シリーズがあります。3010は部門OA用途と普及価格の端末用途として、3020は主にコンピュータネットワークの本格オン

ライン端末として開発しました。」

——FLORAシリーズの特長は。

「表示系の仕様として最新の標準仕様であるAX-VGA/H^{※2)}を業界に先駆けて実現することにより、豊富な日本語、英語ソフトを高速な表示で利用できるようにした点にあります。ラップトップ機(3010LST、3010LS)では小形化と省電力対策を徹底的に追求するとともに、カラーTFT液晶ディスプレイ機(3010LST)ではバッテリー駆動にも成功しました。3020では業界最高水準の高速描画方式の開発により、たいへん使いやすいユーザーインターフェースであると評価されております。」

オープンプラットフォームを実現

——では、3050シリーズとは。

「オープンシステムの登場や、RISCチップの台頭に対応することです。国際的な業界標準のUNIX^{※3)}をベースとしたプラットフォームを構築、マルチベンダ化のすう勢や分散処理環境に対応して強力かつ柔軟なコンピュータネットワークを実現するとともに、2050シリーズとの互換性を維持したワークステーションが3050です。3050に

は高性能CISCチップ採用のデスクトップタイプ3050と、RISCチップを搭載したデスクサイドタイプ3050/R、3050/Rsvがあります。」

——3050シリーズの特長は。

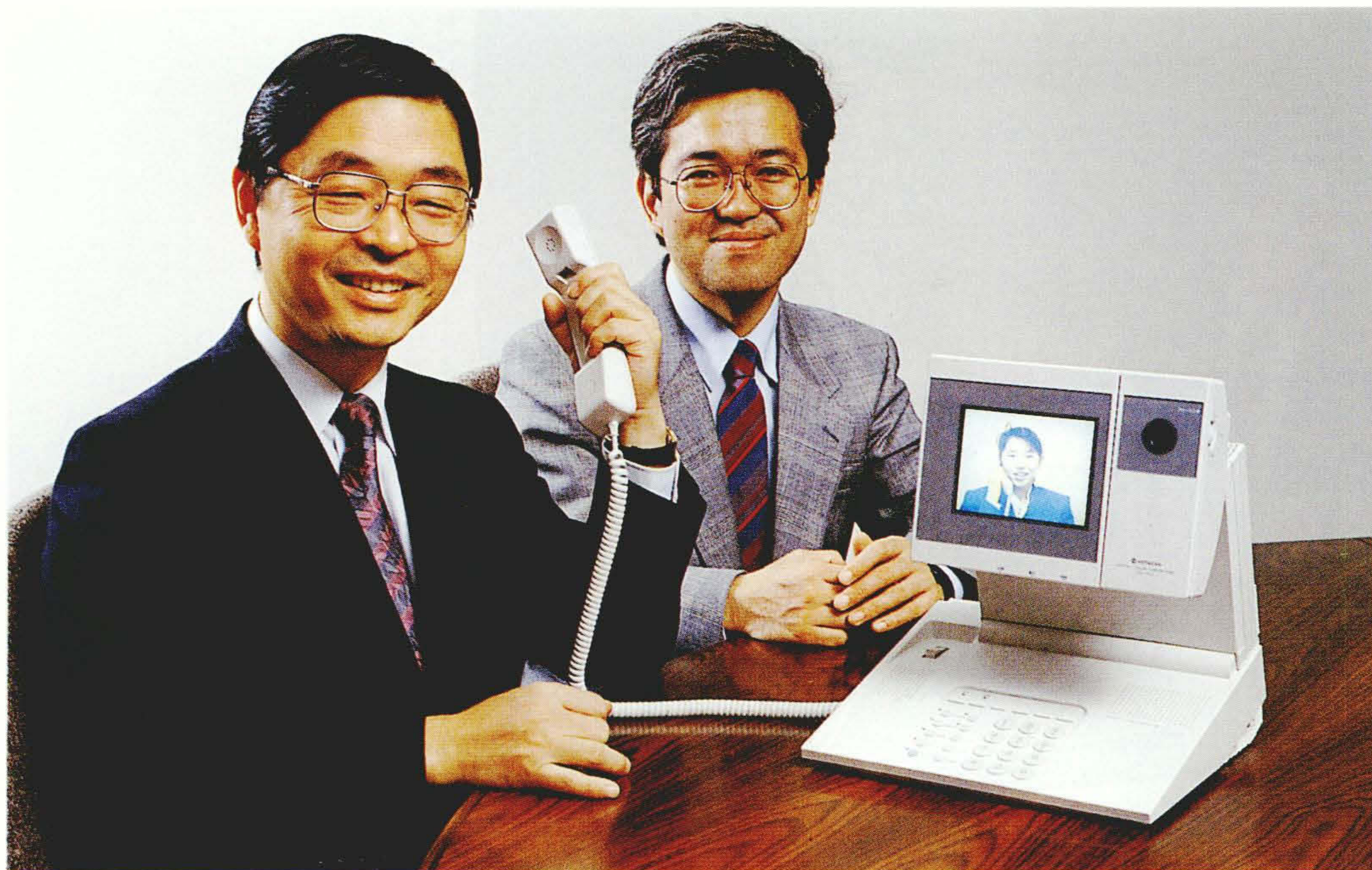
「なんと言っても、国際・業界標準の、オープンシステムプラットフォームを実現したことです。すなわち、国際・業界標準のXウィンドウ、TCP/IP、NFSをサポートし、GUI(グラフィカルユーザーインターフェース)にはOSF/Motif^{※4)}を日本語化した日立Motifを採用して、ユーザーインターフェースの統一、アプリケーション開発の生産性を向上させるとともに、CSS(クライアントサーバシステム)の実現を図ったことです。」

——FLORA、3050シリーズの今後の展開は。

「一言でいえば“WIDE INTEGRATE”です。世界標準、オープンプラットフォームをベースに、クライアントサーバシステムから身近なLANシステムまで、ユーザーの観点に立った企業情報システムのソリューションを提供していきたいと考えています。」

※1) PC/ATは米国IBM社の登録商標である。 ※2) AX-VGA/HはAX協議会で定められた呼称である。 ※3) 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、ライセンスしている。 ※4) OSF/Motifは、米国Open Software Foundation, Inc.の商標である。

世界最小, 卓上オールインワン形のカラー動画テレビ電話



カラー動画テレビ電話HV-100を前に、情報通信事業部端末画像部の柴田洋二主任技師(左)と中央研究所第五部の滝沢正明主任研究員。

ビジュアル文化が社会に浸透するにつれて、待望久しかったカラー動画テレビ電話が登場。顔を見ながら話ができるというコミュニケーション上の効用はもとより、文書や図面、テレビ映像などのビジュアル情報がすばやく送れる動画送受信機として注目されている。

1991年2月、日立製作所では世界最小(容積7ℓ)のテレビ電話を発表(発売は6月)。正式名称は「カラー動画テレビ電話HV-100」である。価格は95万円とまだ高いが、スマートな卓上オールインワン形の画期的な製品である。

生みの親である情報通信事業部端末本部画像部の柴田洋二主任技師と、中央研究所第5部の滝沢正明主任研究員に話を聞いてみた。

国際標準化で製品開発にはすみ
——プロジェクトチームの発足は。

「2年前です。システム事業部が音頭を取り、戸塚工場(現在の情報通信事業部)や東海工場、中央研究所、デザイン研究所などのメンバーが寄り集まったチームで、試作開発センタTV電話

推進部の下で正式に活動開始したのが1990年の2月です。その年の12月にはプロトタイプができ、翌年2月には発表することができました。」

——開発のコンセプトは。

「小形化して従来にない低価格化を実現する、これに尽きます。社会的要因としては、'90年12月にCCITT(国際電信電話諮問委員会)が動画像符号化の国際標準を取り決めたことがはずみになりました。この国際標準によって64kビットから2Mビットまでを同じ体系の中で扱え、異なる速度の端末間でも通信が可能になりました。さらに、従来は画像信号を圧縮して効率的に符号化する圧縮方法が各国ばらばらであったために、相互に接続できませんでしたが、そのような状況を一挙に打開することができました。このため、安心して画像コーデック(画像信号を符号化・復号化する装置)の専用LSI化を進めることができたのです。」

——HV-100では64~128kビットまでに符号化速度を限定しているが。

「この範囲内でテレビ電話としての

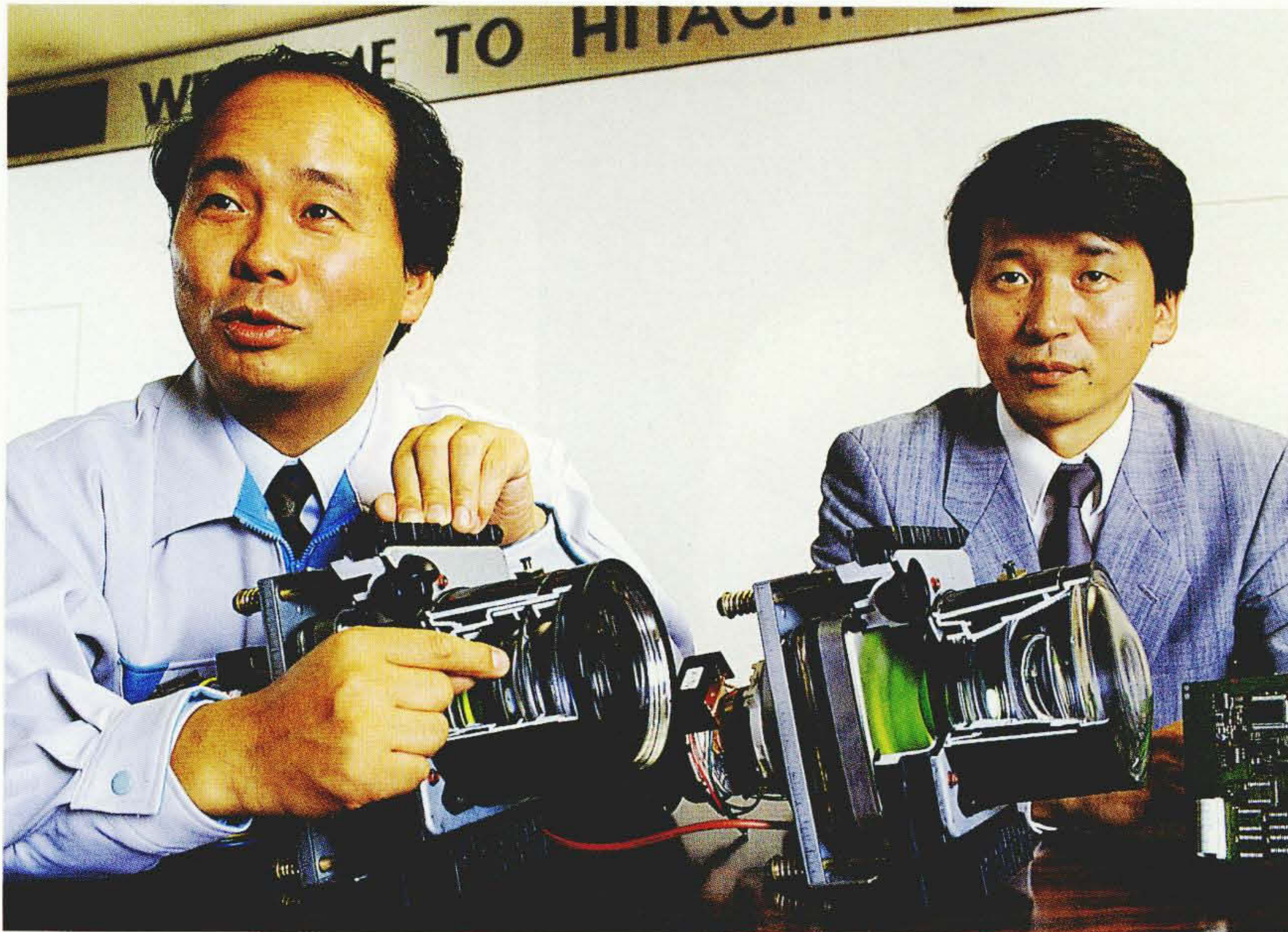
実用性は十分と考えたからです。また、これくらいの符号化速度ならDSP(デジタル信号処理プロセッサ)を使ったソフト面での処理が可能です。DSPを使えばLSIは二つで済み、基板を小さくできる。低価格化、省エネルギー化にも通じます。」

産業用にもパーソナルにも
——発売後の反響は。

「遠隔事業所やサテライトオフィスを結ぶためのテレビ会議システムとして、または印刷物の校正用に、視聴覚教育のツールにと多方面で好評をいただいています。老人ホームや病院に長期入院されている方々が家族と話するときなどにも利用していただけたと思います。」

当初考えていた以上に多様な使われ方がされています。ビデオカメラとつないでニュース報道に使ったり、店頭での株式相談なども…。家庭でもISDNのオプションさえ付ければ電話線を変えずに使えるので、これからはいっそうパーソナルな使用法が増えると思います。」

大画面ハイビジョンテレビ「ワイドネオビジョン」



ハイビジョン用レンズを前に、AV機器事業部HDTV開発部の窪田定雄部長（左）と、映像メディア研究所第一部の平島 茂主任研究員。

未来のテレビと言われたハイビジョンも、試験放送の拡大でユーザーの関心も高まってきている。日立製作所では、そのような市場環境をとらえ、ハイビジョンをはじめ、NTSC方式(現行方式)を含むすべての横長ソフトを楽しめる大画面テレビ(55、46形)「ワイドネオビジョン」を発売した。プロジェクション方式による本格的ハイビジョンテレビとあって、注目を集めている。

今回、最前線で開発の指揮にあたったAV機器事業部HDTV開発部の窪田定雄部長と、回路系の開発を担当した映像メディア研究所第一部の平島 茂主任研究員に話を聞いた。

プロジェクション方式の大画面

——開発の意図は。

「ハイビジョンは画面のアスペクト比16対9の横長画面の迫力と、走査線1,125本(現行525本)という高精細画像にその特徴がありますが、この持ち味は大画面になるほど生かされます。横長サイズ、高精細画像は大きいほど生きてきます。そこで、大画面が技術的に可能なプロジェクション方式のものを

念頭に置きました。加えて現行方式を含むすべてのソフトを1台で見られるもので、価格も低く抑えるということなどが開発のポイントでした(46形160万円、55形250万円。別売のMUSEデコーダを加えると、46形で335万円。価格はどれも標準価格、税別)。

本機では単に16対9という画面サイズだけでなく、走査線1,125本のハイビジョン規格に準拠する高精細のテレビです。」

ワイド信号処理、光学系などに新技術

——どんな機能を楽しめるのか。

「別売のMUSEデコーダを加えると、ハイビジョン放送をそのまま楽しめますし、それがなくてもMUSE-NTSCコンバータ内蔵ですから、ハイビジョンをクリアビジョンの画質で見られます。また、現行の映像も拡大率や位置を自由にトリミングして16対9のワイド画面にすることなど、自由自在にさまざまなソースに対応できます。」

——どんな新技術が盛り込まれているのか。

「日立製作所のプロジェクションテレビ『ネオビジョン』で培った技術の

発展形態ということができます。例えば、光学系ではハイビジョン受信に十分と言える解像度800本を実現するため、現行レンズシステムに自社開発の非球面プラスチックレンズを1枚追加し、さらに、ガラス凹レンズも追加しました。レンズそのものもF値0.94という明るいものにし、ミクロンオーダーでの精密加工を行いました。その結果、従来のハイビジョン用レンズと比較して明るさを15%向上でき(当社比)、かつセット全体のコスト低減にも成功しています。

もうひとつ力を入れたのが、画面の拡大・縮小を行うワイド信号処理回路です。特に垂直方向の拡大では、従来提案されていた垂直偏向サイズを変えて、オーバースキャン量を増やす拡大方式ではなく、われわれ独自の信号処理による走査線補間処理方式を開発しました。これによって、画質劣化を起こすことなく、表示画像の大きさの変更を可能にしました。」

——今後の展望は。

「ハイビジョンはこれからが本番です。その鍵(かぎ)を開くのは、いっそうの低価格の実現と、機種展開で多くのユーザーに興味を持っていただくということでしょう。当面のポイントは、別売のMUSEデコーダに使われている半導体の数を減らし、コストダウンを図るということにあります。」



1991年の11月25日(1125はハイビジョンの日)から発売を開始した、55形ハイビジョンテレビC55-WX1。

ハイビジョン放送に対応する横長カラーブラウン管



横長テレビ用86cmカラーブラウン管の前に、電子デバイス事業部HDT戦略開発部の長壁邦治部長(左)と、同 武永広志主任技師。

1991年11月25日から1日8時間のハイビジョン実用化試験放送が開始された。テレビ画面で言えば、現行のアスペクト比(横の長さと縦の長さの比率)4対3の時代から16対9の時代への幕開きである。

今回開発された横長テレビ用の86cmカラーブラウン管はその第一弾である。ハイビジョンテレビと横長テレビの違いなどの話を、電子デバイス事業部HDT戦略開発部の長壁邦治部長と同 武永広志主任技師に聞いた。

横長テレビとは——

——ハイビジョンテレビと横長テレビとはどう違うのか。

「ハイビジョンテレビには、画面のアスペクト比16対9、走査線1,125本、音がデジタルという三つの特徴があります。これに対して、今横長テレビとっているものは、走査線は現行の525本のままで、アスペクト比を16対9にしたものです。本物の高精細なハイビジョン画像は再生できませんが、ハイビジョン放送の番組をそのまま見るこ

とができます。」

——なぜ今横長テレビなのか。

「一つはセット価格の問題です。現在販売されているハイビジョンテレビは、安いものでも350万円します。家庭ではなかなか手が届きません。実際の普及は、次の放送衛星が打ち上げられる1997年ごろとみられていますが、すでに1日8時間の放送が始まっているわけですし、今年はバルセロナオリンピックもあります。したがって、もっと早くハイビジョン放送を見たいという方に100万円程度のセット価格で、ハイビジョン番組を見てもらおうというのが横長テレビです。

ハイビジョンテレビのMUSEデコーダは単体でも180万円くらいしますが、ハイビジョン信号を現行放送の信号に変換する、MUSE-NTSCコンバータの場合は価格が一桁(けた)ほど安く、セット価格も抑えることができます。」

人の目にやさしい16対9

——横長ブラウン管の特徴は。

「現行のテレビに比べ、たいへん見や

すいということです。これはアスペクト比16対9の比率が人の目の視野角に合っているからです。ハイビジョンの開発段階でいろいろ検討した結果、この比率に落ち着いたのです。実際に、ごらんになればわかりますが、横長テレビをしばらく見た後で4対3の現行テレビを見ると、かなり違和感を感じると思います。16対9の横長テレビの画面は、目にやさしい比率と言えるでしょう。」

——技術的な特色は。

「外形、材質ともに標準化されているので、他社との形状的な違いはありませんが、EA電子銃、コーティングなど当社のブラウン管技術のすべてが投入されており、コントラストの良い画面(黒い部分も鮮明)を楽しむことができます。」

——86cmは何形になるのか。

「86cmが36形、76cmが32形、66cmが28形です。当社では現在86cmだけですが、76cm、66cmのブラウン管も順次出すよう計画しています。」

次世代火力の主役、コンバインドサイクル発電プラント



左から、日立工場火力設計部の柏原克人部長、バブcock日立株式会社呉工場プラント設計部の幸田文夫部長および日立工場火力システム部の住川雅晴部長。

コンバインドサイクル発電プラントの特長は、熱効率が高く、起動・停止が容易なことである。熱効率は、現在すでに44%と通常火力の熱効率を大幅に上回り、さらにガスタービンの大容量化・高効率化によって、今世紀末には約50%を達成するものとみられている。熱効率が高くなれば、それだけ燃料消費量およびCO₂発生量を低減できる。こうしたことからコンバインドサイクル発電プラントは次世代火力の主流と目され、今後10年間の設備計画は約2,000万kWと予測されている。火力発電設備として大きな発展が期待されるコンバインドサイクル発電プラントについて、日立工場火力システム部の住川雅晴部長、同火力設計部の柏原克人部長およびバブcock日立株式会社呉工場プラント設計部の幸田文夫部長から話を聞いた。

排熱回収形で大きな実績

——この分野での日立製作所の実績は。
「1981年、日本国有鉄道(現在の東日本旅客鉄道株式会社)殿 川崎発電所に1号機14万kWを納入しました。これは大容量ガスタービンを用いたわが国初の排熱回収形コンバインドサイクル発電プラントです。その後、国内では6か所のプラントが建設されました。当社はこのうちの3か所、中国電力株式会社殿 柳井発電所1号系列35万kW、九州電力株式会社殿 新大分発電所1号系列69万kW、東京電力株式会社殿 富津発電所100万kWの建設に参加しました。柳井発電所は1990年、新大分発電所は1991年から営業運転に入り、それぞれ順調に稼動しています。これらの実績は、当社の得意分野である大容量ガスタービンの技術とHRSG(排

熱回収ボイラ)、および火力プラント制御などの総合技術の成果と考えています。現在、これらの実績をもとに効率48%を実現するため、蒸気サイクルの再熱方式や三重圧化など、より高度なエンジニアリングを推進しております。」

燃焼温度1,500℃に向けての挑戦

——ガスタービンの高効率化の課題は。

「ガスタービンの燃焼温度はすでに1,100℃から1,300℃の時代へと移り、現在は1,500℃へ向けての開発が進んでいます。したがって、これに耐えられる材料の開発と冷却化の技術がこれからの課題です。また、高温化によるNOxの増加をいかに低減するかが現在の最大の課題であり、この面でも柳井発電所、新大分発電所の実績をベースに、さらに独自技術による燃焼器の開発を進めています。」

——ボイラ関係では。

「HRSG内の熱回収効率を高めるセレーテッドフィンチューブの適用のほか、現地での工期を短縮するため、主要部分を3分割して工場内で組み立てるモジュール工法などを開発しました。」

——21世紀へ向けての長期課題は。

「エネルギー資源の有効活用に必要な石炭ガス化の実用化です。LNGから石炭への移行を促進するため、さらに研究開発を進めたいと考えています。」



大容量ガスタービンを用いたわが国初の排熱回収形コンバインドサイクル発電プラント(模型)

快適な水環境を支える上・下水道向け知的情報制御システム



右から、システム事業部公共システム部の嶋内繁行主任技師、システム開発研究所第一部の西谷卓史主任研究員および日立研究所環境技術研究センターの圓佛伊智朗企画員。

日立製作所は、早くからAI・ニューロ・ファジィ推論などを応用した知識処理の技術や、シミュレーション、マッピングなどに関するソフトウェア技術の開発に取り組んできた。都市機能の根幹をなす上・下水道についても、これらの技術を駆使して、さまざまな知的情報制御システムを開発し、水運用の高度化に貢献している。ここでは、「時系列データのパターン認識技術」、「広域水運用計画技術」、「対話形意思決定支援技術」を中心に、システム事業部公共システム部の嶋内繁行主任技師、システム開発研究所第一部の西谷卓史主任研究員および日立研究所環境技術研究センターの圓佛伊智朗企画員の話聞いた。

ヒントは生体の視覚情報認識

——「時系列データのパターン認識」とは。

「生体は、目に入る視覚情報をいくつかの特徴あるパターンとして記憶しています。それと照合することによって外界からの刺激を認識し、行動の決定をしています。それと同じように、時系列データにパターン認識を施すことにより、時系列データの波形からプロセスの特徴的な変化を抽出することが可能になりました。これによって、プロセス異常の迅速な検知や、現在のプ

ロセス状態に類似した過去の運転実績の検索が可能となり、安全かつ安定した水運用に貢献します。」

——実用例は。

「浄水場の凝集剤注入ガイダンスとして実用化され、おいしい水づくりに役だつと考えています。汎(はん)用性の高い要素技術なので、今後さらに他分野にもその利用が広がるでしょう。」

広域水運用に大きな力

——「広域水運用計画」とは。

「浄水場、配水池などの貯留機能を有効活用することにより、効率的で安定した、各施設の運転計画を立案する技術です。多段プライマル法という計算手法を採用することによって、写真に示すような大規模水系でも、1日分の計画立案をわずか5～6分でできるようになりました。浄水場、配水池の数が多く、経済効率を考えた広域水運用を必要とする大都市向けの技術です。このシステムは、平成4年1月、横浜市水道局殿に納入され、実運用に入ります。なお、こ

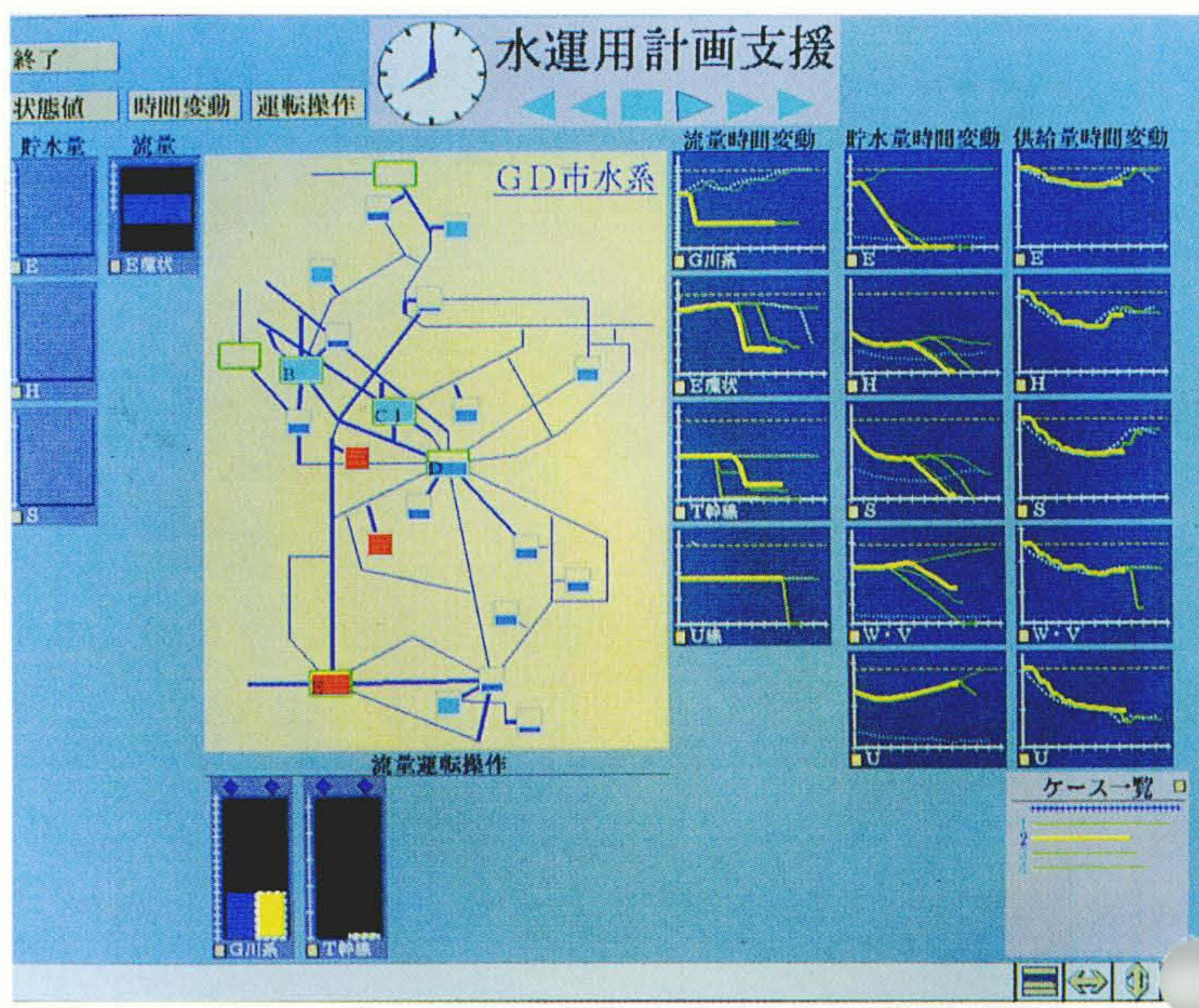
のシステムの需要量の予測にはニューロによる水需要予測手法が使われています。」

——「対話形意思決定支援」とは。

「ワークステーションの中に仮想的に設置した会議室で、複数の人々がシミュレーションやデータ分析を行えるシステムです。また、シミュレーションの実行制御やデータベースへのアクセスは、画面中の図形を用いて行うことができます。これにより、地理的に離れた人々があたかも一堂に会しているような形で、プロセス運用の計画を検討したり、異常時の対策を立案したりすることができます。」

——知識処理の今後の方向は。

「現在では、例えば、ニューロとファジィを組み合わせることにより、ニューロの中身を説明したり、熟練者のノウハウを自動的にファジィに組み込むことができるようになりました。現場の方々にとって、それだけわかりやすく、親しみやすいシステムとなるわけです。AI、ニューロ、ファジィはそれぞれに得手不得手があるので、今後はさらにこれらを組み合わせたシステムが多くなるものと考えています。」



水の安定供給に貢献する広域水運用計画の画面例。

適用範囲の広い交・直両用大出力4軸インバータ機関車



四千五百キロワットED-X形インバータ機関車を背景に、左から水戸工場交通設計部の宮下友治主任技師、交通事業部の川添雄司主管技師長およびデザイン研究所 公共・情報デザイン室の平岡一彦研究員。

物流の小口化・多頻度化が国内貨物輸送を激増させている。しかし、これまで貨物輸送の中心を担ってきたトラック輸送は、運転者不足や交通渋滞などのため、飽和状態にある。そこで再び注目を浴びてきたのが鉄道輸送である。

鉄道輸送の高速・大量化の動向にこたえて、日立製作所は定格出力4,500 kWのED-X形インバータ制御、交・直両用電気機関車を開発した。現在、これは東海道本線などの高速・長大編成列車けん引用に量産が進められている定格出力6,000 kWのEF200形直流機関車をベースに4動軸、交・直両用化したもので、在来はこの種の機関車出力を一気に2倍以上上回る画期的な機関車である。

ED-X形の開発について、交通事業部の川添雄司主管技師長、水戸工場交通設計部の宮下友治主任技師、デザイン研究所の平岡一彦研究員に話を聞いた。

適用範囲の広い軽量・大出力 インバータ機関車

——インバータ機関車とは。

「正確にはインバータ制御・誘導電動

機駆動機関車、つまりインバータによって誘導電動機を動かして走る機関車です。誘導電動機なら従来の直流電動機よりも小形・軽量化でき、高出力が可能です。EF200形、ED-X形ともこれが出力アップの最大の鍵(かぎ)でした。また、合理的なシステム設計や機関車全体設計により軽量・大出力を可能としました。」

車体の大幅な軽量化に成功

——ED-X形開発の背景は。

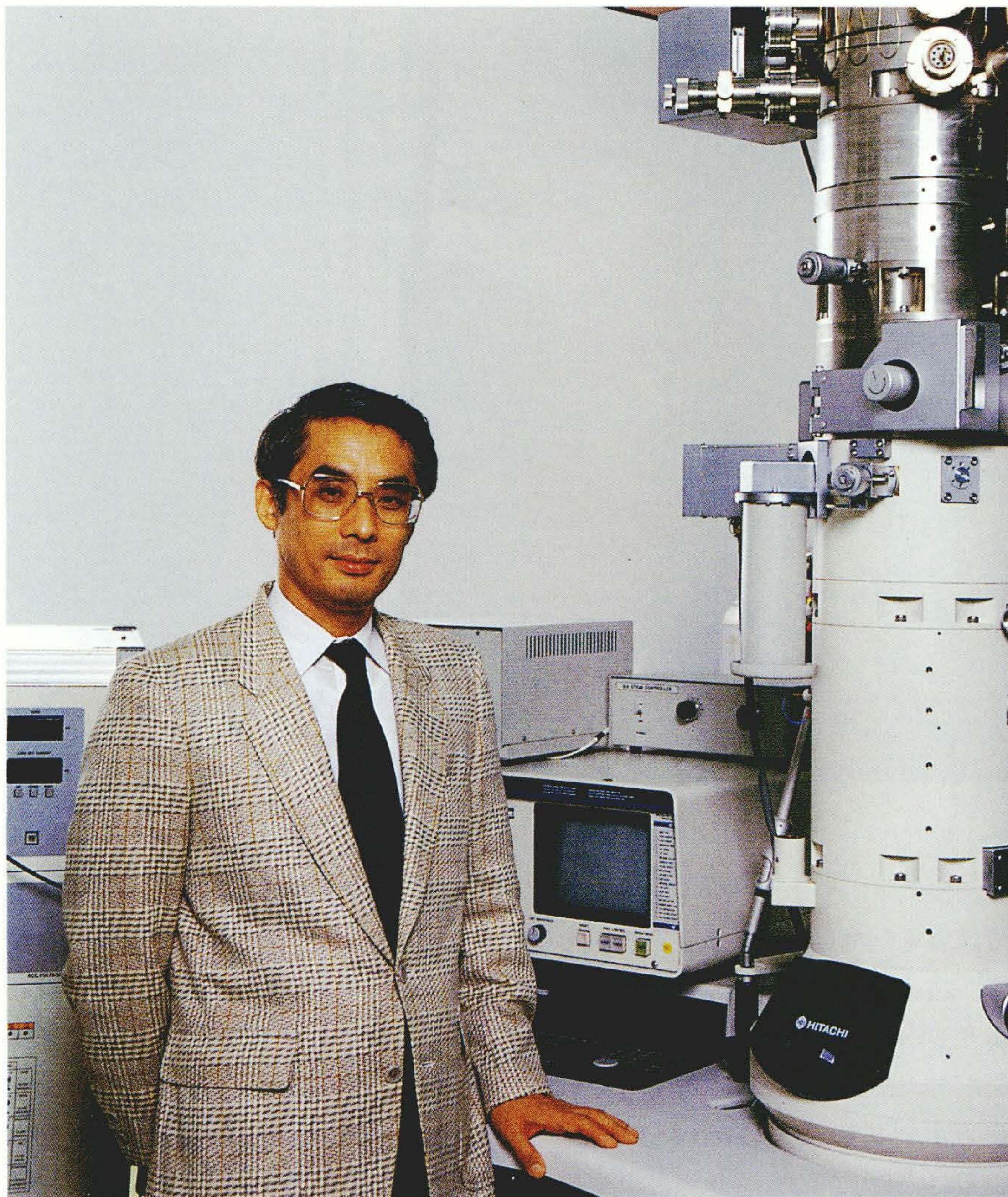
「先に納入したEF200形は、日本の大動脈である東海道本線をはじめ、直流の主要幹線での大量・高速輸送を目的に開発されたものです。しかし、例えば常磐・日本海縦貫線など交流の主要幹線もありますし、地方幹線でも交流電化は多いのです。これらには列車重量などの面から、4軸4,000 kWクラスがちょうど使い勝手がよさそうなところも多くあります。そのため、私どもは粘着と出力との調和も良い定格出力4,500 kWのED-X形を開発したわけです。」

——開発の最大のポイントは。

「機関車は線路の強度から1軸当たりの荷重に制限があります。特にわが国は諸外国に比べてこの荷重制限が厳しく、16.8 tが限度で、4軸機関車は67.2 tに収めなければなりません。6軸機を4軸化しても軸数に関係のない運転室、保安装置などもあって、10%以上重量オーバーしてしまいます。そのために、車体に合わせてすべての機器の外形、配置などのアウトラインを先に決めてしまいました。幸い水戸工場は車体・ぎ装設計と機器・制御システム設計が同じ部にあり、担当者の意思の疎通がよく、成功に結び付けました。」——デザインもかなり斬新なものだが。

「機関車の持つ力強いイメージを出すために、車体色にガンメタリックを使用しました。また外見だけでなく、運転しやすい環境を考えて、運転台をパノラマタイプにし、計器や表示は瞬時にパターン認識できるようLEDのグラフ表示などを大幅に採用し、さらに、エアコン完備、いすも疲れにくいものを使うなど、アメニティにも気を配っています。」

電子線ホログラフィーの研究とAB効果の実証 ——外村 彰主管研究長, 恩賜賞, 学士院賞を受賞——



基礎研究所の外村 彰主管研究長。右は独自に開発したホログラフィー電子顕微鏡。

基礎研究所の外村 彰主管研究長は、長年にわたる電子線ホログラフィーの研究を通して、従来よりも一桁(けた)以上干渉性に優れた電子顕微鏡を開発した。さらに、これを用いて量子力学の基礎現象である「AB(アハラノフ・ボーム)効果」を実証することに成功した。また1991年には、これらの業績によって民間企業の研究者として初めて第81回恩賜賞, 学士院賞に選ばれた。外村主管研究長に研究の経緯について聞いた。

電子線ホログラフィーの実用化
——電子線ホログラフィーの開発の意図は。
「電子線の波長はきわめて短く、100 kVに加速した電子線はわずか原子の

百分の一、光の波長の十万分の一という短さです。このことにより、電子顕微鏡は、光学顕微鏡では見ることができない超ミクロの世界を見ることができのですが、ここに一つ問題がありました。電子レンズの収差によって生じる電子顕微鏡の分解能の壁です。そこで注目されたのがホログラフィーという、電子線の波をそっくり光の波面に変換し結像させる手法でした。

電子線ホログラフィーの実用化には、どうしても『波面のそろった電子線』が必要でしたが、1978年に約10年にわたる研究が実り、電界放射形電子銃を開発しました。それまでせいぜい100本程度しか観測できなかった干渉縞(じま)を、初めて1,000本のオーダー

にまで高めることに成功し、実用化への道を開くことができました。」

量子力学の分野に踏み込む

——ホログラフィー電子顕微鏡の実現によって、どのような観察が可能となったか。

「例えば極微の世界の電磁場が観察できるようになり、強磁性微粒子や薄膜の磁区構造、磁気記録の磁化パターンなどが高い解像度で観察できるようになりました。また、超電導薄膜を貫く磁束量子を観察することができるようになったことも成果です。磁束量子は、超電導の基礎や実用化と密接にかかわっているものだけに、その観察が実用化を促進するものと考えられます。

また、『AB効果』の検証実験に見られるように、基礎物理学の観点からも興味深い情報の提供が期待できます。AB効果とは、自然界でのあらゆる現象を統一的にとらえようとする『ゲージ理論』を支える数少ない量子力学の基礎現象の一つで、極微の世界での不思議な電子のふるまいを観察することが求められるものでした。このAB効果が存在することを完全に実証するには6年の歳月を要しましたが、物理学の前進に貢献できたことに喜びを感じています。」

——今後のテーマは。

「このたびの恩賜賞受賞は、電子顕微鏡の開発に携わってきた先輩たちの数々の業績があつてこそそのものです。これらの業績を受け継ぎ、今後は電子顕微鏡の分解能を高めていくことに挑戦していきたい。また、電子線を透過させても透明にしか写らない生体物質の実像解明などにも電子線ホログラフィーの研究成果を応用していくなど、多くの可能性が残されています。」