

研究開発

Research & Development

143 ● 研究開発

研究開発

今日、わが国の産業は、欧米やアジアの諸国・地域をはじめ、激しい国際競争に直面している。日立グループは、安全で快適・クリーンなIT社会の実現を目標として、ソリューション技術を中心に、エレクトロニクス技術、環境技術、ナノ材料技術、先端医療・バイオ技術など、幅広い研究開発を進め、それらを通じてわが国の産業・社会の発展に貢献する技術革新を図っていく。

「システム イン ディスプレイ」の実現に向けた 低温ポリシリコン薄膜トランジスタ形成技術

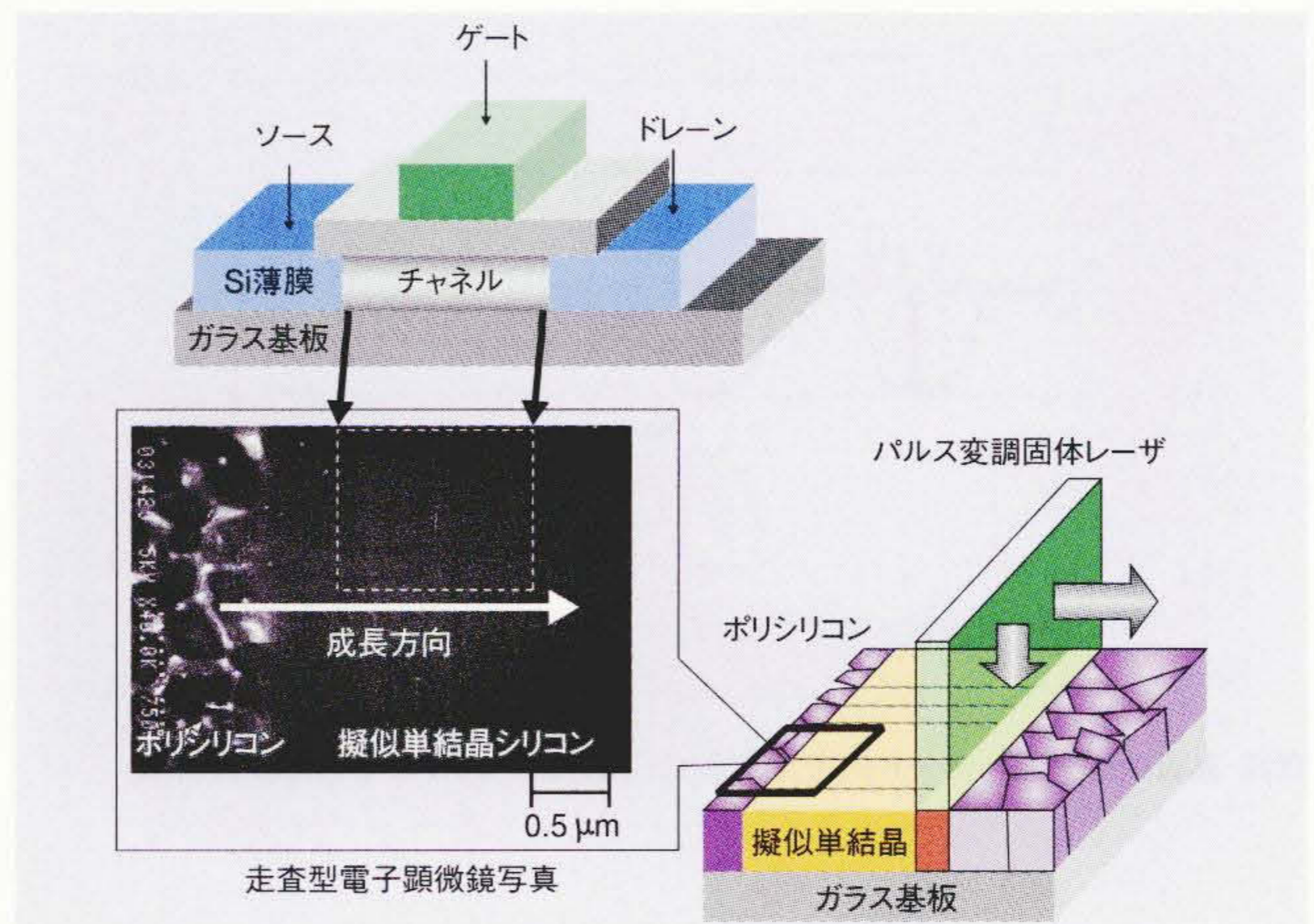
「システム イン ディスプレイ」の実現に向けて、低温ポリシリコン TFT (薄膜トランジスタ) を形成する「パルス変調固体レーザーアニール法」というポリシリコン膜の結晶化法を新たに開発し、TFT 特性のばらつきを従来の $\frac{1}{4}$ に抑制するとともに、従来比で3倍以上の電子移動度を達成した。

この技術では、種結晶となる小粒径ポリシリコン膜をエキシマレーザーで形成し、パルス幅を制御した固体レーザーを高性能 TFT 回路を構成する領域だけに照射することで、ポリシリコン薄膜を最適条件で熔融、凝固させて、「擬似単結晶シリコン」を形成する。ポイントは、熔融から凝固への相転移中の冷却速度を二けた以上低減し、結晶化時間を延長することで、大粒径で平坦な表面を持つポリシリコン膜を形成した点と、液相・固相シリコンの界面状態と結晶成長速度を解析し、結晶粒の面方位と成長方向を制御することにより、TFT の電流方向に沿って結晶粒を配置した点である。

これまで表示駆動回路の一部に限られていた回路集積に代わり、開発した高性能 TFT では、高速インタフェースや低消

費電力メモリなどの高性能回路が液晶ディスプレイや有機 EL (電界発光) ディスプレイに一体で集積できるようになり、「システム イン ディスプレイ」の実現が可能となる。

(発表時期: 2002年5月)



「システム イン ディスプレイ」を実現する高性能 TFT 形成技術
「パルス変調固体レーザーアニール法」の概要

電子顕微鏡による分解能 1 nm, 感度 0.1% の組成マッピング技術

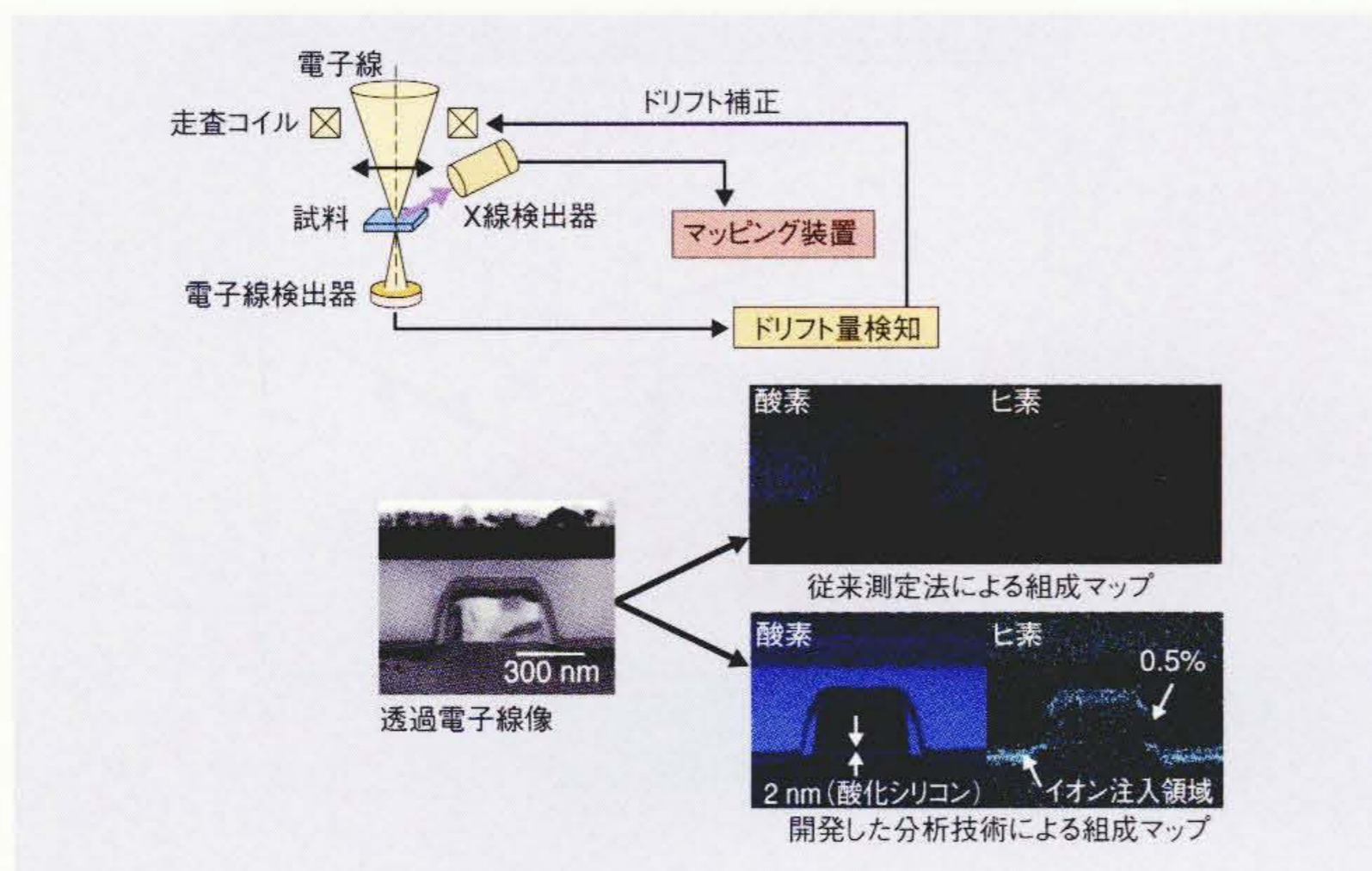
固体中に含まれる微量元素の二次元分布を、感度 0.1%、空間分解能 1 nm で可視化する分析技術を開発した。この技術では、0.5 nm 以下に収束した電子線を試料上で走査し、励起

された X 線数と波長を二次元分布として検出する。X 線数から濃度、波長から組成をそれぞれ同定することができる。試料ドリフトを補正しながら X 線を長時間積算 (1 分程度から最大 30 時間) することで、空間分解能を維持したまま高感度化でき、0.1% 濃度の分布を測定することができた。

この技術により、これまでは評価が困難であった半導体デバイス中のイオン注入領域や汚染領域の可視化に成功した。これにより、これまで主にシミュレーションやモデル構造から推論していた微量元素領域の設計効率を向上させることができる。また、汚染や偏析などの不良原因が直接可視化できるようになることから、デバイス開発期間の大幅な短縮が期待できる。

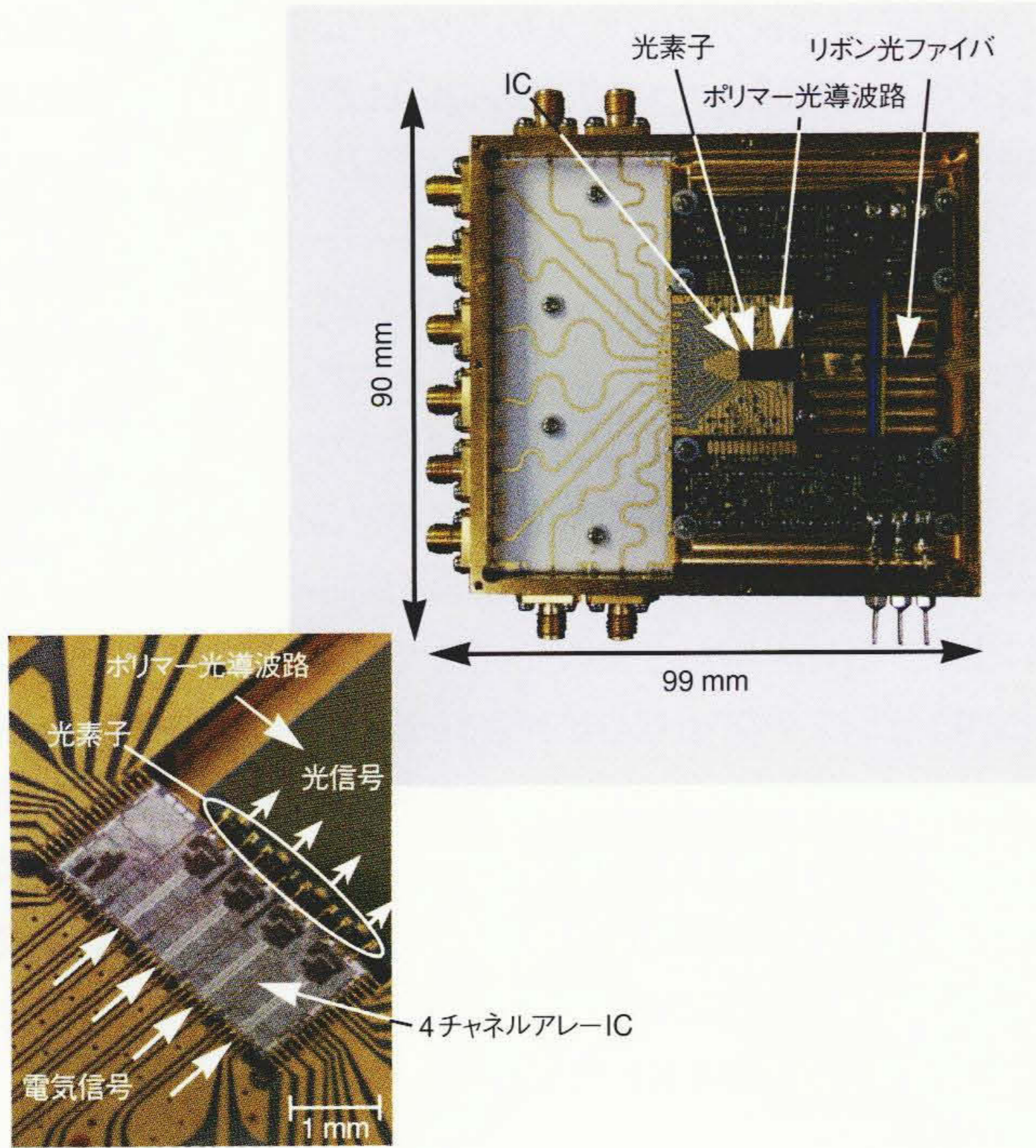
この技術は、株式会社日立ハイテクノロジーの超薄膜観察装置“HD-2000”に搭載されている。

(発表時期: 2001年9月, 発売時期: 2002年4月)



装置の概略構成(上)とトランジスタのゲート部組成マッピング結果(下)

次世代大容量ルータに向けたチャンネル速度 10 Gビット/sの並列光伝送モジュール技術



並列光送信・受信モジュールの構造(右上)と実装部(拡大図)

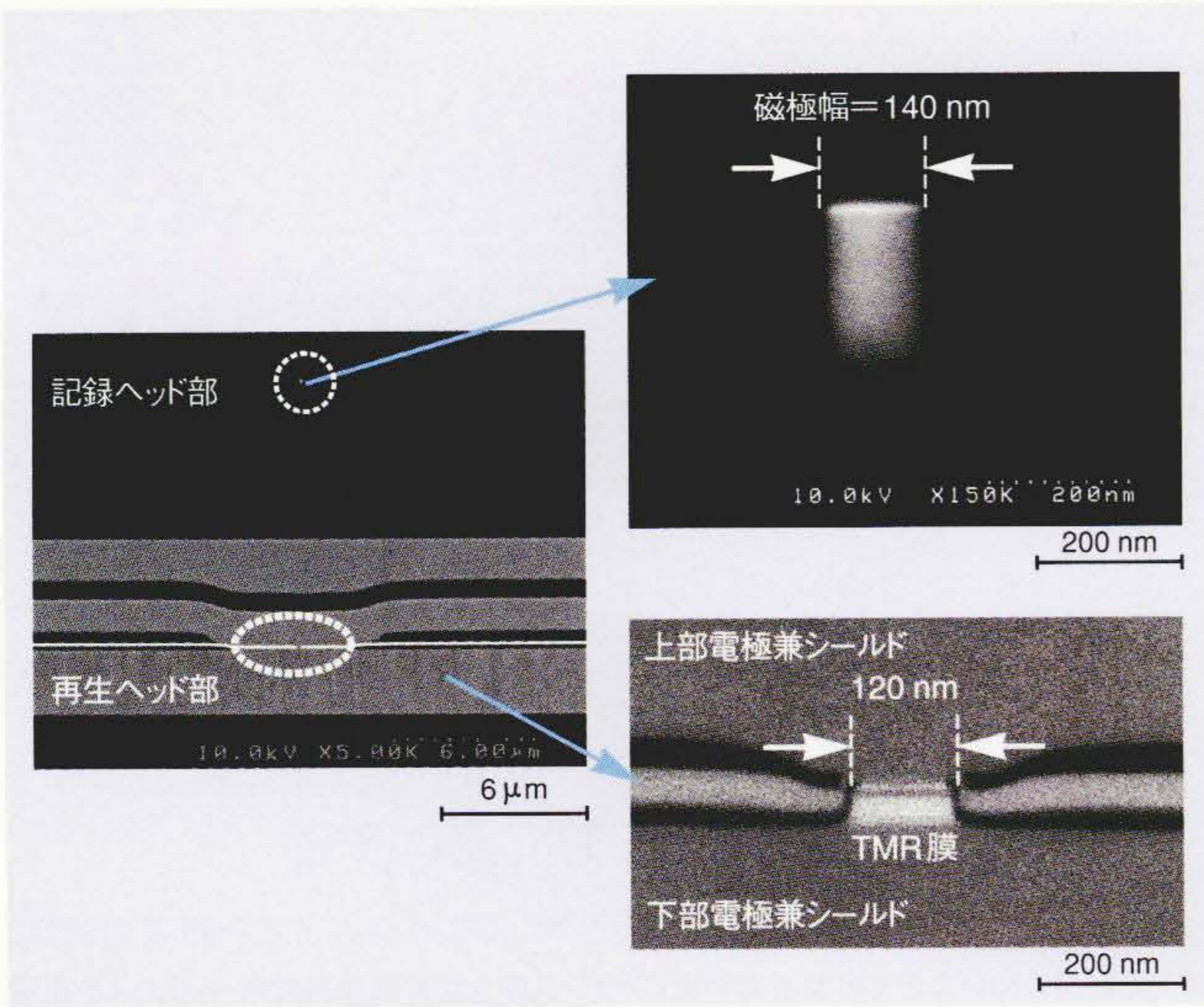
次世代ルータ間の大容量光接続に向けて、チャンネル速度を10 Gビット/sまで高速化した4チャンネルの並列光送信・受信モジュールの試作に成功した。総容量は40 Gビット/sまで達し、チャンネル数の拡大により、100 Gビット/s以上の大容量化が可能となる。

特徴は、コストパフォーマンスの優れた10 Gビット/sのチャンネル速度を採用し、光素子やICを集積化することで、小型・低コストで大容量なモジュールを実現できることにある。集積化の最大の課題は、高速電気信号間のクロストーク(漏話)の増大である。これを解決するために、ポリマー光導波路を用いて、チャンネル間隔を0.25 mm(リボンファイバ間隔)から1 mm(光素子搭載間隔)まで拡大する独自の構造を開発した。この構造により、高速電気信号間のクロストークが抑制され、チャンネル速度10 Gビット/sの高速動作が可能となった。一方、光の入出力用としては標準のリボンファイバが使用でき、同一構成で最大120 Gビット/sまでの大容量化が可能である。

(発表時期: 2002年3月)

1平方インチ当たり100 Gビット級の 垂直磁気記録用ヘッド

ハードディスク装置(HDD)の大容量化、小型化に向けて、1平方インチ(6.5 cm²)の領域に100 Gビットの情報記録できる垂直磁気記録用ヘッドを開発した。



試作した磁気ヘッドの電子顕微鏡写真(磁気ディスク側からの観察像)

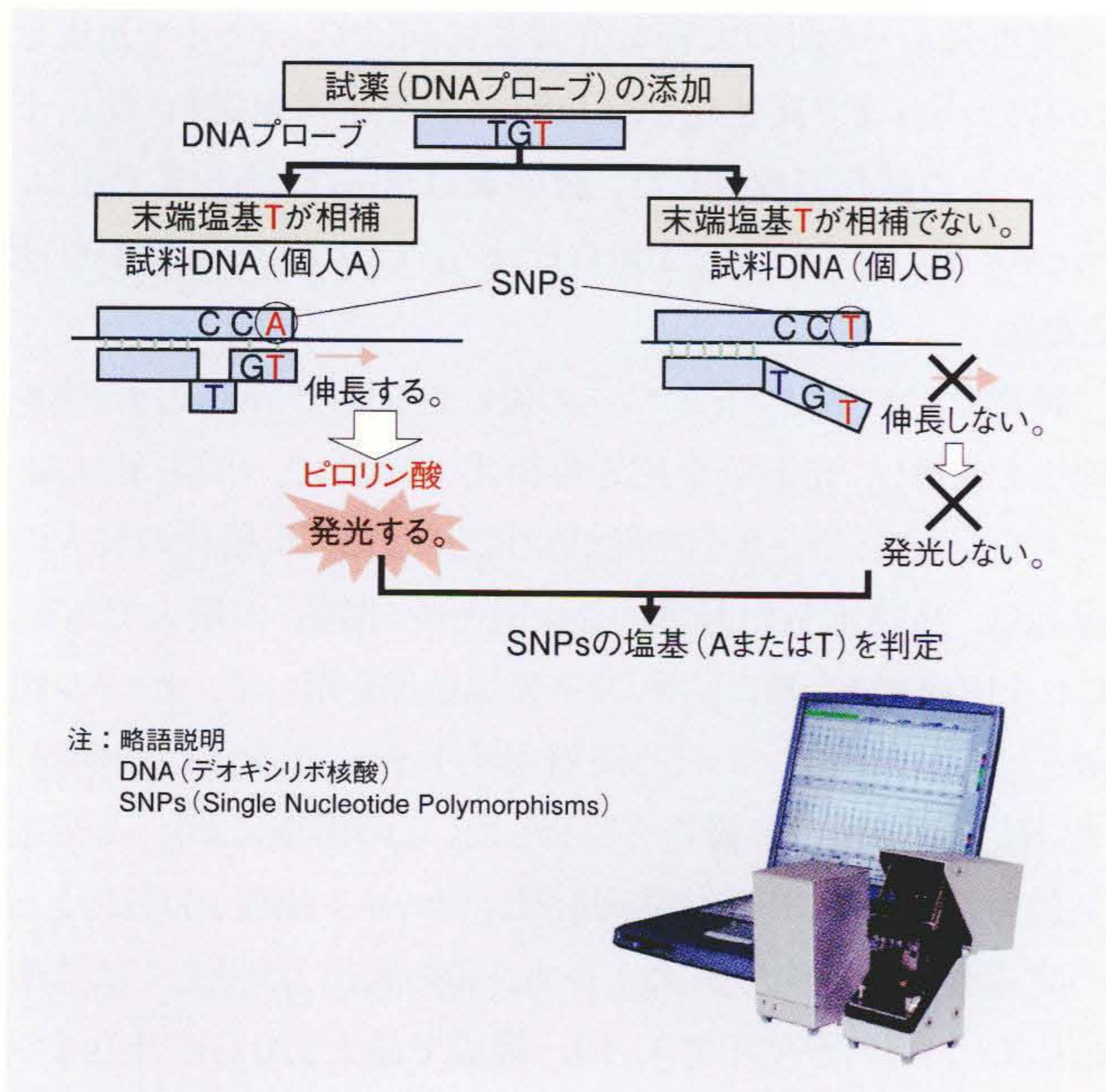
この垂直記録方式は、現行の面内記録方式の限界を打破する技術として注目されている。この垂直記録方式で、同一面積に記録できる情報量を多くするため、磁極幅を140 nmと微細化した記録ヘッドを作製した。微細な記録ヘッドでは記録動作が不安定となるが、磁極の磁区構造を安定化させる技術の開発により、この問題を解決した。また、次世代高感度素子として期待されているTMR(Tunneling Magnetoresistive)センサを開発し、電子線描画法によって幅120 nmの再生ヘッドを作製した。これらにより、世界トップクラスの出力感度を達成した。

開発したヘッド技術は、100 Gビット級のHDDを実現する基本技術であり、これにより、5百円硬貨大の領域に、映画3本分の動画、またはMP3で記録された170時間分の音楽が記録できる。

この研究の一部は、経済産業省のプロジェクト「超先端電子技術開発促進事業」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの委託で実施したものである。

(発表時期: 2002年4月)

遺伝子塩基配列の違いを高感度で検出できる小型遺伝子解析装置



生物発光法を用いたSNPs解析法の原理(上)と小型遺伝子解析装置の外観(右下)

遺伝子塩基配列の一塩基の違い(一塩基多型, SNPs)が個人の体質形成を左右し、この違いにより、医薬品の効果や副作用の現れ方などが異なる。このため、個人のSNPsに基づく、体質に合わせた最適な治療(テーラーメイド医療)の実現が期待されている。今回、このSNPsを高感度で簡単に検出することができる小型遺伝子解析装置を開発した。

この装置では、試料に試薬を添加するだけの簡単な操作で、SNPsの塩基を数十秒で調べることができる。これは、試薬に含まれるDNAプローブの末端塩基が目的の塩基と相補なときに生成するピロリン酸を生物発光法で高精度に検出する方法と、0.1 μL以下の微量試薬を簡単な操作で扱えるマイクロ流体技術の開発により、実現したものである。今後、この装置の特徴を生かした、医療現場で使いやすいシステムの実用化が期待できる。なお、この研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託によるものである。

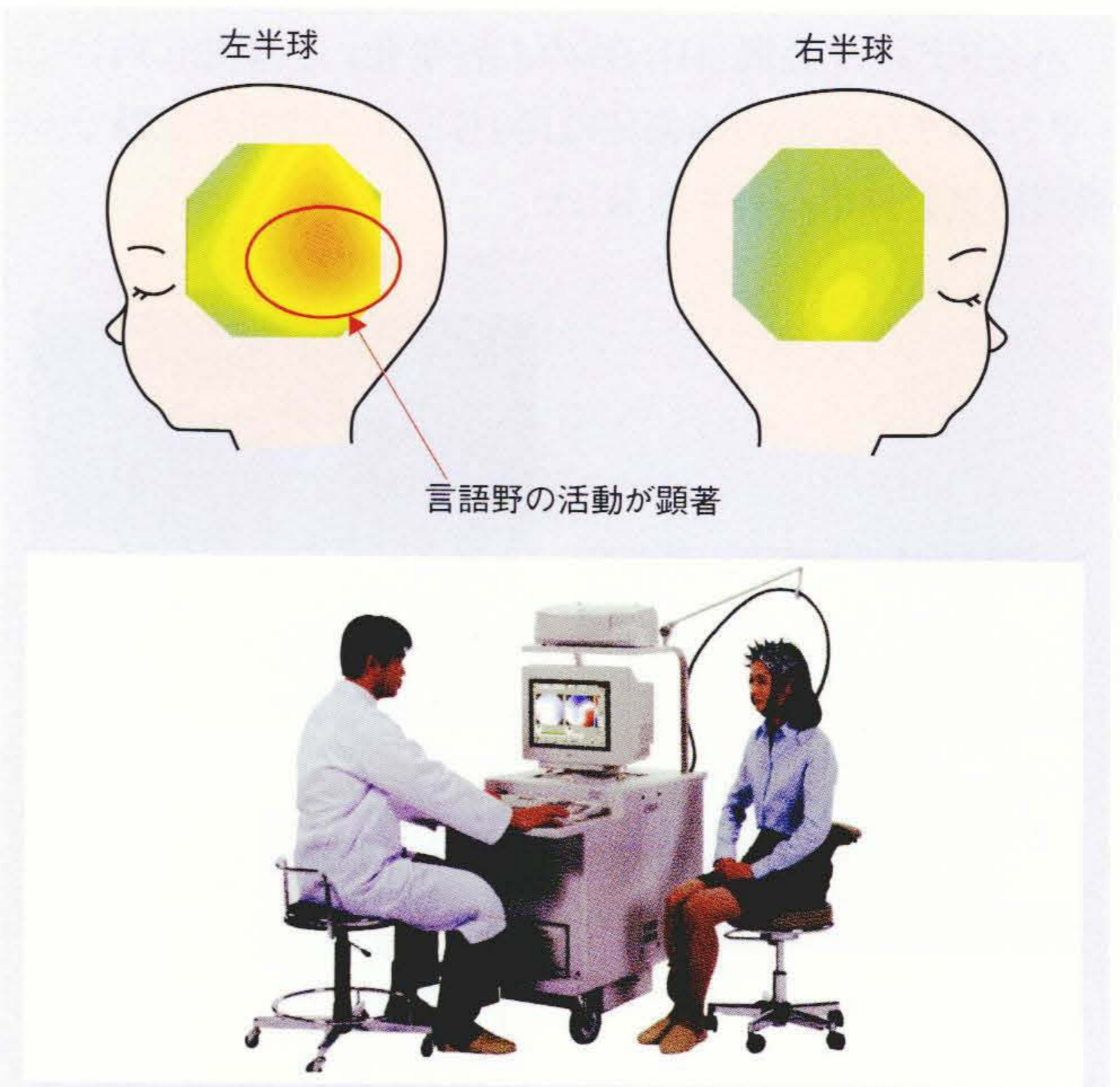
(発表時期:2002年7月)

光トポグラフィによる乳幼児の脳機能の画像計測

日立グループがこれまでに開発を進めてきた、光を使った新しい小型の脳機能画像計測装置は、従来の計測装置と異なり、頭部に柔軟な光ファイバを置くだけで脳の活動を画像として計測できるので、だれにでも適用が可能である。この特長を生かし、これまで困難であった乳幼児の脳機能計測を、先端の病院・研究機関とともに推進している。これらの基礎的知見は、脳機能障害の早期診断や、適切な療育方針の決定に寄与するものである。

最初の試みとして、聴覚検査に応用できる、新生児の言語機能の計測を行った。その結果、生後1週間以内の新生児が、すでに話しことばを区別して聞き分けていることがわかった。この計測では、新生児が「何も聞かない」、「逆回しの話聞く」、「普通の話聞く」とき、脳の言語野と呼ばれる部位での活動の違いを観察した。

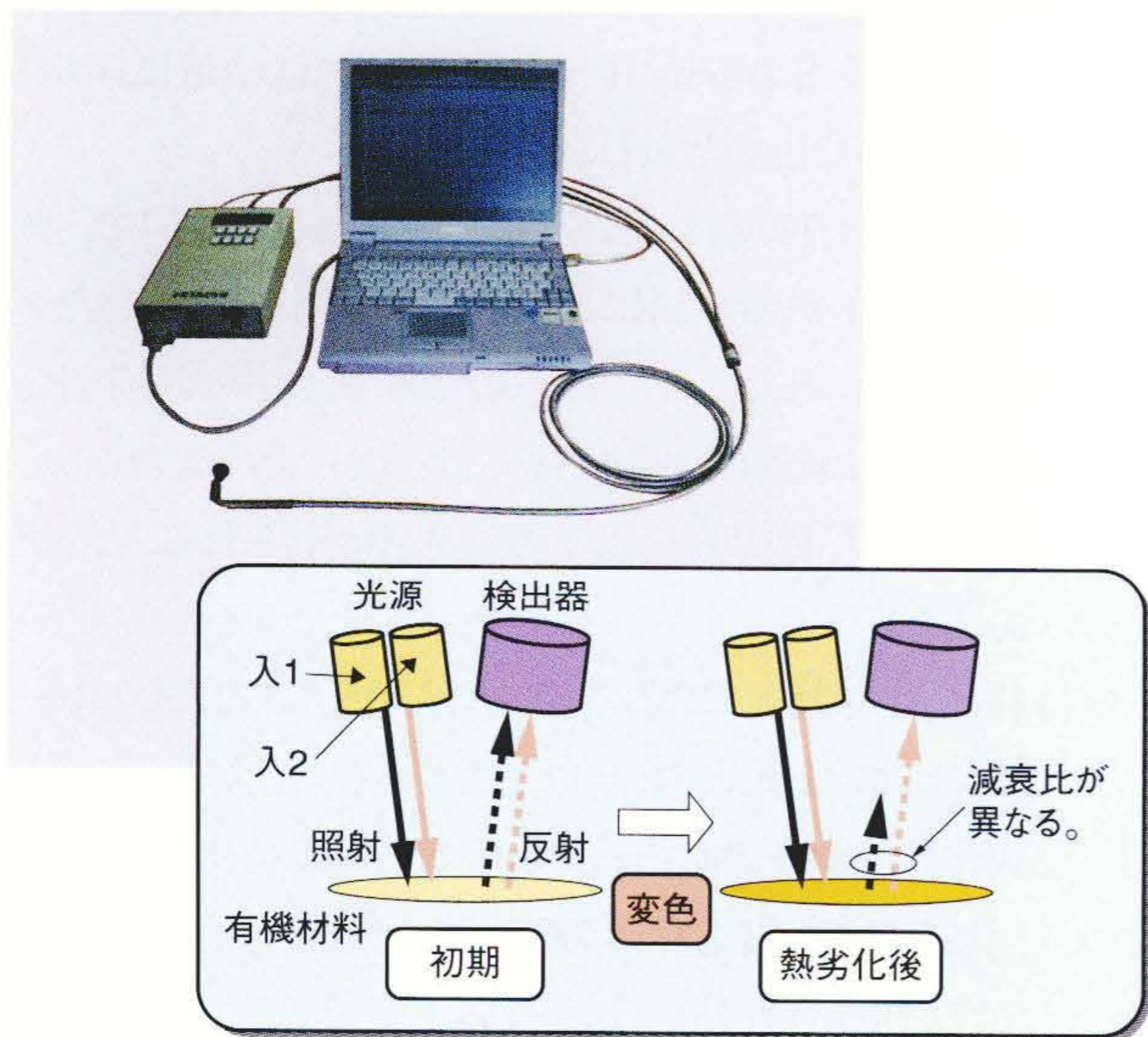
今後、この光トポグラフィ法を乳幼児の脳機能診断や成人の精神疾患診断に応用し、「人の育み」・「生活の質」の向上に役立つ研究開発を進めていく。



新生児が話を聞いたときの脳活動画像(フランス国立認知科学研究所・トリエステ国際大学のMehler教授グループとの共同研究)(上)と、光トポグラフィ装置“ETG-100”による脳機能の計測の様子(下)

光を用いた有機材料の非破壊劣化診断技術

産業分野に広く活用されている有機材料の劣化の進行度を光を用いて非破壊で診断する、簡便な光診断技術を開発し、



光診断装置の外観(上)と光診断の原理

この技術を取り入れた光診断装置を株式会社日立協和エンジニアリングから発売した。

〔主な特徴〕

- (1) 劣化に伴って変化する2波長間の光強度比に着目した非破壊評価技術であり、2波長法を用いることから、表面形状の影響を受けにくい。
- (2) 材料の性状(固体、液体、着色の有無)を問わない。
- (3) 材料ごとに作成する光診断用マスターカーブを用いることにより、余寿命の推定が可能
- (4) 機器停止後に、稼動時の平均使用温度の推定が可能
- (5) 取り扱いやすい光ファイバプローブと受発光ユニットから成るコンパクトな携帯型診断装置として提供

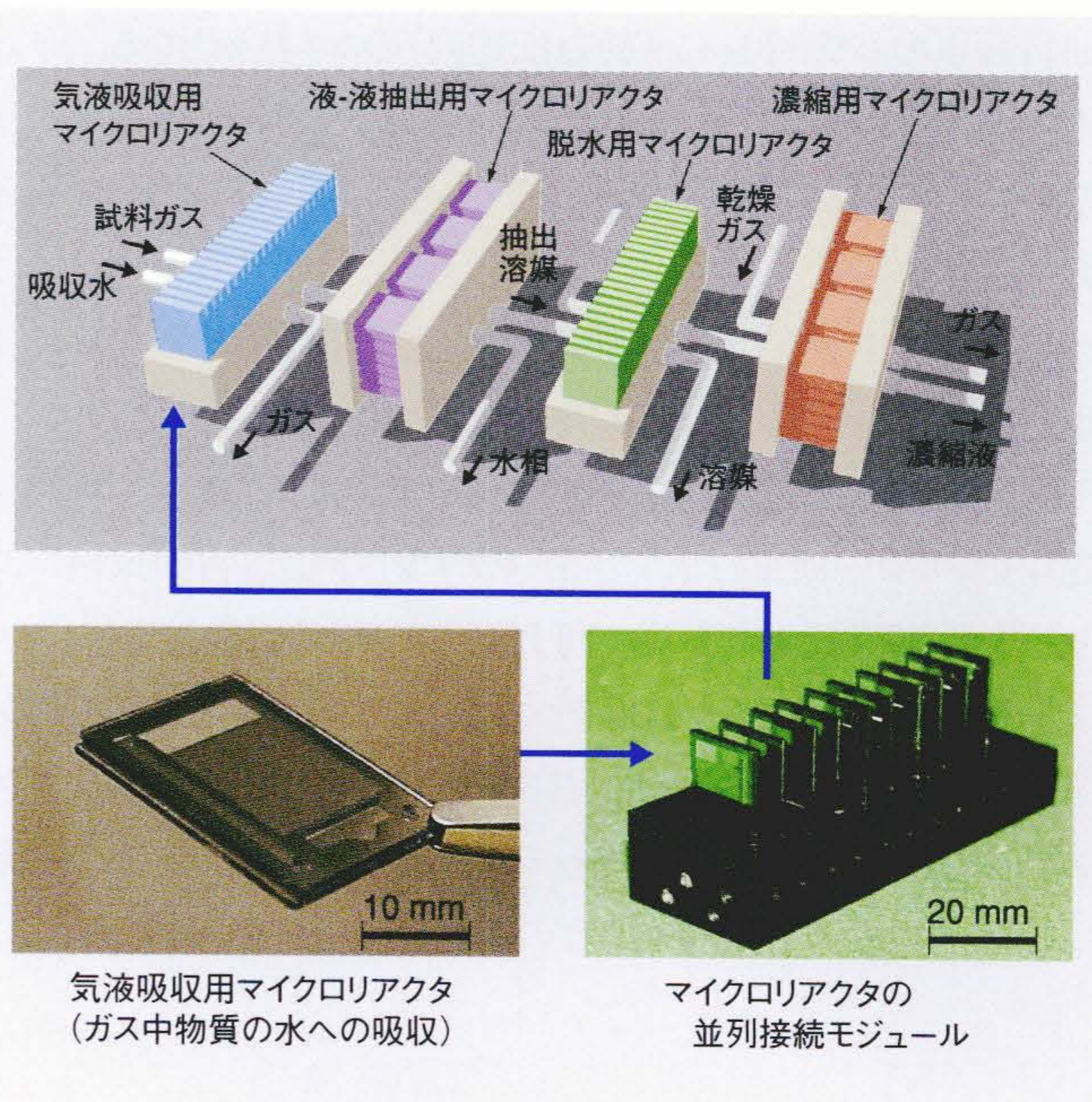
適用先としては、モータ等の設備機器の保守管理、エンジンオイル等消耗品の交換時期の判定、回収素材のリサイクルから再利用までのレベル判別などが考えられ、環境保全、安全性の確保、運用コスト低減などが図れる。

高効率化学プロセス用マイクロリアクタ

マイクロリアクタは、100 μm以下の反応流路を備えた、化学反応用の微小な流体装置である。この装置により、寸法効果による反応速度のけたレベルでの向上や、今までにない新しい化学プロセスの実現が期待されており、携帯用環境分析装置や、高付加価値材料の製造プロセスなどへの適用を目指して研究を進めている。

今回、ガス・溶媒中の化学物質を抽出するマイクロリアクタと、高速濃縮が可能なマイクロリアクタを開発した。これらは、煩雑な前処理を必要とする化学分析の自動化・効率化を図るもので、リアクタを並列に接続することにより、処理量を増やすことができる。

なお、この研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から財団法人マイクロマシンセンターが委託を受けた、経済産業省の2000年度補正予算事業「マイクロ流体システムを応用したダイオキシン類の高速測定技術の研究開発」の一部として実施したものである。



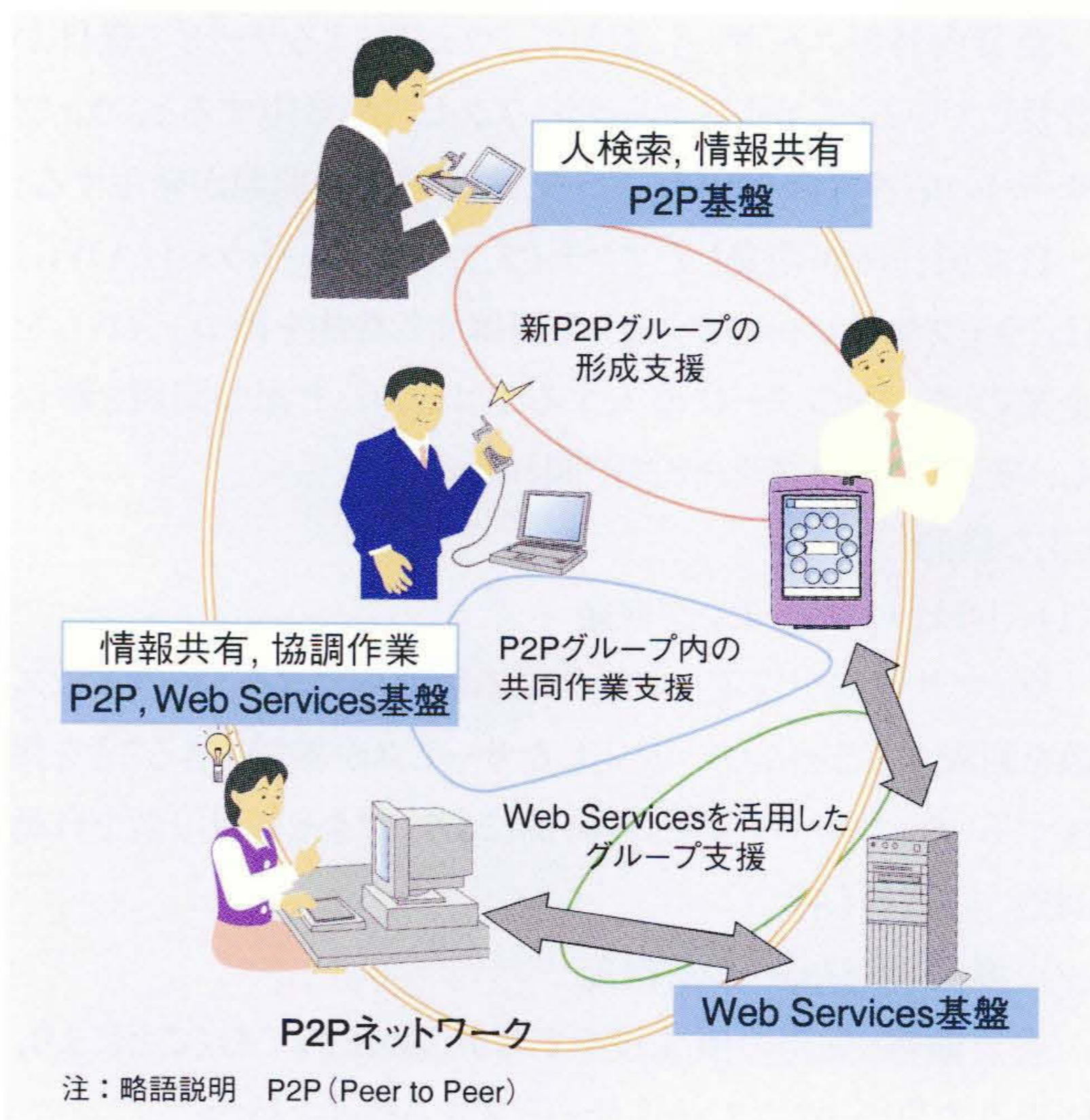
マイクロリアクタによる化学プロセスシステム

P2Pによる コミュニティ活動支援

ネットワークにある計算機が提供するサービスを簡単に効率よく利用するため、さまざまな技術が開発されている。中でも、ネットワークにあるサービス呼び出す規格の“Web Services”と、端末間の直接通信によって処理を実施するP2Pが注目されている。

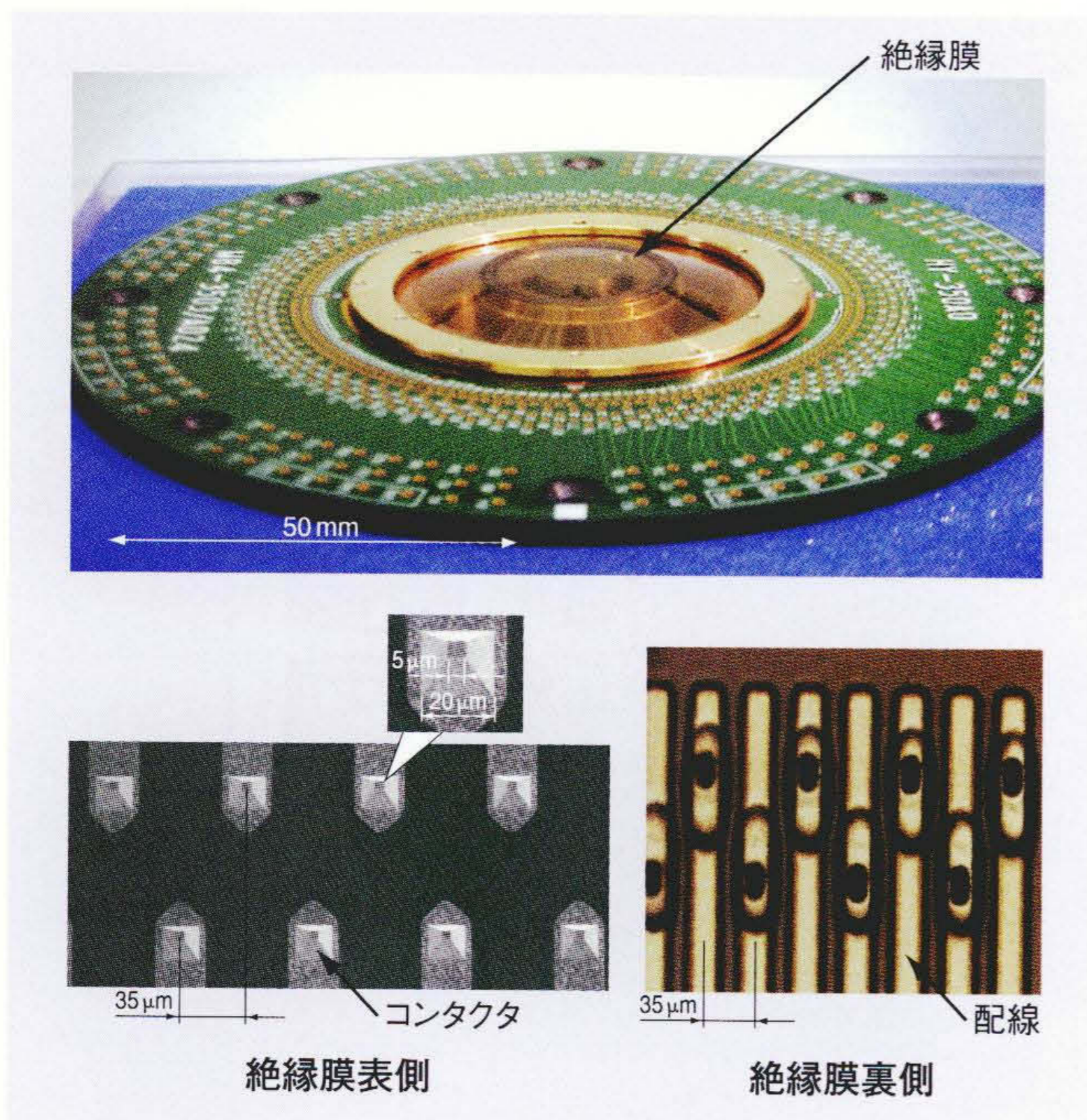
一方、屋外でのインターネットアクセスを提供する公衆無線LANサービスの実用化も目前にあり、無線LAN装置を搭載するPDA(Personal Digital Assistant)も製品化されている。

これらのモバイル端末がWeb Servicesに対応し、また、P2Pの端末になれば、ユビキタス情報社会における新しいサービスやソリューションが提供できるという視点から、これらの基盤となるモバイル端末対応のP2P基盤の研究開発を進めている。また、P2Pの「端末対端末」の関係を「人対人」にまで広げ、人のグループであるコミュニティ活動を支援するP2P型アプリケーションの研究開発も進めている。



P2Pによるコミュニティコンピューティングのイメージ

狭ピッチ電極の LSI検査用プローブカード



プローブカードの外観(上)とコンタクタ部分(左下)および配線部分(右下)

モバイル機器用をはじめとするLSIでは、高集積化に伴ってチップの小型化と多端子化が進んでいることから、外部接続用電極の配列ピッチも非常に狭くなりつつある。このようなLSIでは、電気的な品質検査のために電極にコンタクタ(接触子)で確実に接触することが難しくなっている。

このため、マイクロマシニングと薄膜技術を用いて絶縁膜上に形成した微細なコンタクタと配線により、狭ピッチ電極のLSIを確実に検査することができるプローブカードを開発した。

〔主な特徴〕

- (1) 35 μmまでの狭いピッチで形成された、数百の電極を持つLSIの検査が可能である。
- (2) コンタクタは鋭い稜(りょう)を持ち、また、形状・寸法のばらつきも小さいことから、小さな押しつけ力で確実に接触でき、電極の損傷も少ない。
- (3) 接触部分は磨耗が少ない硬質金属で形成しているため、耐久性が高く、メンテナンスの手間が少ない。