



社会にひろがる新技術

～JSTの研究開発成果から～

VOL.3

裸眼で3D観察ができる「電子顕微鏡」が誕生

微小な試料もリアルタイムで観察可能に

立体画像をリアルタイムに観察できる走査電子顕微鏡（SEM）と裸眼対応の高解像度3Dモニターの開発に成功したのは、株式会社日立ハイテクノロジーズらのチームだ。この画期的なSEMにはどのような可能性があるのだろうか？ 開発チームのリーダーで日立ハイテクノロジーズの伊東祐博部長に話を聞いた。

映像表示系システム設計を担当した技師の星野吉延さん

光学系ユニットの開発・設計を担当した小竹航さん

日立ハイテクノロジーズ
先端解析システム設計部の皆さん

チームリーダーを務めた
部長の伊東祐博さん

コントロールユニットの
基板開発・設計を担当した
平戸達也さん

「リアルタイム」で「奥行き」まで見たい

「普段、研究にSEM（走査電子顕微鏡：Scanning Electron Microscope）を使う新潟大学大学院の牛木辰男教授から、ある時『試料の立体画像を見ながら微細な操作ができる、そんなSEMがないか』と提案があったのです」と語るのは、日立ハイテクノロジーズ先端解析システム設計部部長の伊東祐博さんだ。

牛木さんは顕微解剖学を専門とする医学・生物学の研究者で、細胞内の微細構造物などの観察にSEMを使用している。微細な生体試料の奥行きまで見ながら解剖作業を行い観察したいと、牛木さんは長年感じていたという。

SEMは細く絞った電子線で試料表面を2次元的に走査（スキャン）し、数十～数百ナノメートル（ナノは10億分の1）の微細な物

体を観察できる。そのため、広い分野で物体の表面を観察する装置として活用されている。

そうした優れた機能の一方で、従来のSEMの画像は一方向から見た平面的な像で「奥行きがない」という欠点があった。3次元（3D）のSEMができれば対象物の奥行きがわかり、細胞や組織などの形状・構造を正確に把握することができる。更にリアルタイムに観察できれば、解剖やさまざまな実験・作業なども容易に行えるようになる。牛木さんを始め微細な世界と向き合う研究者にとって、「リアルタイムステレオSEM」はまさに「夢の電子顕微鏡」なのだ。

長年の研究成果をもとに技術的課題を解決

理科の実験でおなじみの光学式の双眼式体顕微鏡は、両目で見るので物を立体として

観察できる。しかし、従来の電子顕微鏡では電子線を一方向から照射するため、平面としてしか見るができない。立体的な画像を得るためには、試料を置いた台を傾斜させて角度の異なる2枚の画像（視差画像）を撮影し、この2枚の写真を並べて立体視したり、左画像を赤、右画像を青に着色をして合成し、赤青メガネで見たりしなければならなかった。パソコンが普及するようになってからは、視差画像から静止画を合成してモニターに表示し、特殊なメガネなどを用いることで立体視できるようになったが、画像の撮影や、2枚の画像の位置合わせに時間がかかるため、リアルタイムに3D観察をすることはできなかった。

「リアルタイムステレオSEM」を実現するために、伊東さんは、従来とは全く異なるアプローチから開発に取り組んだ。

「リアルタイムに3D観察を行うためには、瞬時に左右の視差画像を取得する必要があ

顕微鏡の鏡体部

コントロールユニット

光学系ユニット

真空排気系ユニット

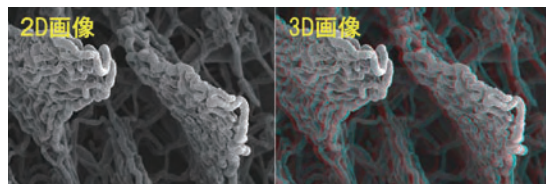


裸眼対応高解像度3Dモニター 開発担当：(株) ナナオ

奥行きまで高精細に表示可能な3D液晶モニター。23型の大画面で鮮明に映し出すことができ、しかも裸眼で立体画像を見ることができる。

リアルタイムステレオ機能を搭載したSEM 開発担当：(株) 日立ハイテクノロジーズ

3D観察専用ソフトにより観察物対象を立体的に見ることができる。



2D画像と3D画像の比較

同一視野の通常SEM画像 (2D画像) と3D画像 (赤青メガネを使用すれば立体視できる)。奥行きが全く異なる画像が得られる。写真はラット小腸の血管鋳型標本。(提供:新潟大学大学院 牛木辰男教授)

テレオSEMを開発することができたのは、本当にうれしい偶然でしたね」

従来の電子顕微鏡を超えた画期的なSEMが誕生

数々の技術的な課題を乗り越え、日立ハイテクノロジーズは2012年度内に製品販売を予定している。リアルタイム3D観察は、ライフサイエンス分野だけでなく工学分野でも必要とされている。今回開発したリアルタイムステレオSEMを利用すれば、観察しながら凹凸を確認することができるため、各分野での研究効率が格段に向上するだろう。

「SEM利用者の要望に応えられるよう、今後も更なる高精細化のための研究開発を続けています」(伊東さん)

株式会社日立ハイテクノロジーズ
(本社：東京・港区)

【設立】1947年4月12日

【事業内容】半導体製造装置、チップマウンタ、FPD・ハードディスク関連製造装置、汎用分析機器、解析装置、医用分析装置の製造・販売・サービス、および産業・ITシステム、工業材料、電子デバイス・材料などの販売

ります。私たちは、従来のように試料を動かすのではなく、電子線の角度を変えることで視差画像を得る方法をとりました。実は、電子線を制御する技術は別の目的で研究を進めていました。それを応用して、これまで一定方向からしか照射できなかった電子線の角度を変えて照射する新技術を取り入れることで、試料を動かさずに3D観察が可能なSEMを開発できると考えました」

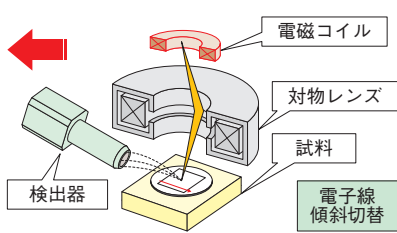
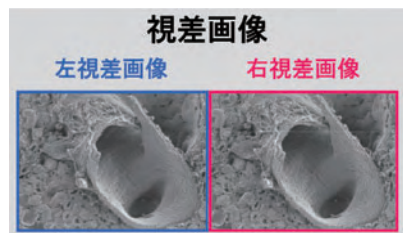
強力な共同研究先との出会いも開発を後押し

「ステレオSEMは、傾斜した電子線で試料上を走査します。しかし電子線を傾斜すると、それに伴って画像の解像度に悪影響を及ぼす収差が発生します。これを抑え、高い

解像度の画像を得るために、新たに収差低減レンズを追加しました」と、電子光学系の設計を担当した小竹航さんは鍵となった技術について語った。

SEM本体の開発と共に大きな課題となったのが、3Dモニターの開発だ。従来から存在する3Dモニターは解像度が通常のモニターよりも低く、精密画像を得ることが困難だった。モニター開発の共同研究先を探していた星野吉延さんは、国内を代表するモニターメーカーである株式会社ナナオ(石川県)が、裸眼対応の高精細3Dモニターの開発を進めていることを知った。

「ナナオの方とは別の業務の話をしていました。その時にたまたまナナオで3D裸眼観察ができそうなモニターを開発していることが分かったのです。こうして一緒に裸眼ス



Copyright(c)2012 Hitachi High-Technologies Corporation All Rights Reserved.

「リアルタイムステレオSEM」の電子線走査方法

対物レンズの収束作用を利用し、電子線を傾斜させることにより視差画像を得る。電子線の傾斜方向を電磁コイルによって1ライン/1フレーム単位で切り替えながら試料上を走査させる。