

新規アウトレンズ式走査電子顕微鏡の紹介

安井雅範

北海道大学 大学院農学研究院 生物組織構造解析センター

概要

このたび、当センターにアウトレンズ式の電界放出型走査電子顕微鏡が新たに導入された。当機器は、試料の表面微細構造の観察に特化しており、昆虫、植物、微生物、土壌粒子など、農学分野で幅広く扱われる試料の形態観察に適した分析機器である。本発表では、当機器の特徴を紹介する。

1. はじめに

走査電子顕微鏡(SEM)は、高真空中で乾燥試料に電子線を照射し、試料表面から放出される二次電子(または反射電子)を検出することで、表面の微細形態を画像として取得する分析機器である。なかでも、電界放出型 SEM (FE-SEM)は、比較的高輝度で収束性の高い電子ビームを用いることで、ナノスケールの表面構造を高分解能で観察することが可能である。

当センターでは、従来から、対物レンズの外側に試料を配置するアウトレンズ式 FE-SEM を導入してきた。FE-SEM の構造にはこれ以外にも、試料をレンズの磁場内に配置するインレンズ式や、磁場の近傍に配置するセミインレンズ式がある。これらの方式は高分解能観察に優れている反面、観察可能な試料の大きさや形状に制約があるほか、磁場の影響を受けやすいという課題が生じる場合がある。アウトレンズ式は、深い被写界深度を活かすことができる構造であるため、凹凸の著しい生物試料においても、視野全体にわたり焦点の合った鮮明な画像を取得することができる。

2. 新規導入の背景

農学分野の研究では、昆虫や植物、微生物、土壌など、凹凸が著しく、また、複雑な形状を有する試料を扱う機会が多い。これらの試料の表面微細形態を高精細に解析することは、農学研究の発展にも大きく貢献する重要な分析手法となる。また、土壌など一部の試料は磁性を帯びる場合があり、磁場の影響を受けにくい観察手法が求められる。特に、深い被写界深度と高分解能観察を同時に実現することは、従来からの技術的課題となっている。

これまでは、平成 7 年に導入された旧型のアウトレンズ式 FE-SEM(日本電子製 JSM-6301F 型)を稼働し続けてきた。この旧機種は、長年、部局内外の多岐にわたる研究を支えてきた一方で、近年は、老朽化とそれに伴うメーカーのサポート終了により、不具合が多発し、保守費用の増大がセンター運営を圧迫するなどの課題が顕在化していた。

このような背景のもと、当センターではこのたび、アウトレンズ式 FE-SEM の 30 年ぶりの更新が、文部科学省の「地域中核・特色ある研究大学強化促進事業(J-PEAKS)」に本学が採択されたことを機に実現した。これにより、上記の課題解決を目指すべく、新規のアウトレンズ式 FE-SEM(日本電子製 JSM-IT710HR/LA 型)が新たに導入された。本学では、昆虫や植物を対象とした形態観察・分類学的研究に伝統的に注力してきた歴史があり、今回の機器更新は、その研究基盤をより整備し、今後の学術的発展に資するものと考えられる。

3. 当機器の主な特徴

日本電子製 JSM-IT710HR/LA 型 FE-SEM の主な特徴に関して、下記にまとめる。

○高分解能の安定性

新開発のショットキー電界放出電子銃は、大電流と高分解能を両立し、ナノスケールの高倍率観察と微小領域における多元素分析を同時に行うことが可能である。

○試料ハンドリングの効率化

アウトレンズ式の特長を最大限に活かすため、旧機種と比較して広い試料室(最大試料径:200 mm、最大試料高さ:75 mm)と、XY 軸方向に大きく移動する試料ステージ(125 mm×100 mm)を備えている。また、試料室ドアのワンタッチ開閉とドローアウト方式の試料交換により、旧機種では試料の形状や大きさによって装着が困難であった試料も簡便に装着することができるようになった。また、大気開放から試料の再挿入までの時間が大幅に短縮される。このことにより、複数の試料を効率的に観察することができる。

○光学像を利用した視野ナビゲーション

CCD カメラで撮影した光学像に SEM 像を連動させることで、目的の観察視野を素早く見つけることができる。

○ビーム自動調整機能

フォーカス調整や非点収差補正などのビーム調整操作が自動化されており、再現性の高い画像を得るとともに、測定効率化とユーザー負担の軽減を実現している。

○自動画像取得機能

広範囲の SEM 像を取得する場合、複数の視野を自動で移動しながら連続撮影を行い、最終的に 1 枚の画像に結像することで高画素数の高領域画像が得られる。また、複数の条件をまとめて設定し、複数の撮影視野をまとめて選択することで、自動画像取得が可能になり、ルーティンワークの作業性を向上させる。

○エネルギー分散型 X 線分析装置(EDS)

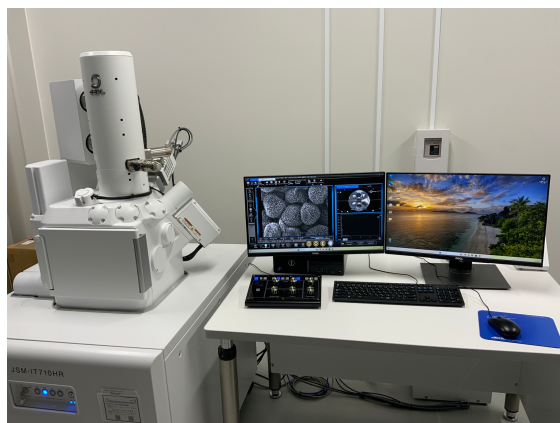
附属装置として、同社製の EDS が SEM に組み込まれている。EDS は、SEM 観察中に同一視野において元素の定性または定量分析、および元素マッピングを行うことができます。このことにより、試料表面の形態と組成を同時に解析することが可能となり、より多角的な研究に貢献する。また、SEM の観察画面と EDS の分析結果を一括で操作・管理することができるため、操作性とデータ管理が向上している。

○反射電子検出システム

新開発の多分割反射電子検出器では、4方向からの反射電子像を一度に取得し、簡易的な三次元構築像を作成し、ライブ像として表示することができる。このことにより、試料の表面形態だけでなく、微細構造の立体形状や組成を把握することができる。

○低真空モード

非導電性試料の観察や元素分析を行うことが可能になるため、標本保存のためにコーティングを行うことができない昆虫試料に有用な機能である。



日本電子製 JSM-IT710HR/LA 型 FE-SEM