

電子顕微鏡 - 試料の高倍率観察のために -

いろいろな試料の形態を光学顕微鏡より更に高い倍率で拡大して観察するためには、光より極めて波長の短い電子を用いて観察する電子顕微鏡を用います。最近の電子顕微鏡は操作が簡単になり、いろいろな分野で手軽に用いられるようになってきました。しかしながら電子線を発生する必要から真空中で観察しなければならず、そのため試料の種類や大きさに制限があるのも事実です。また観察する方法(SEM や TEM、表1)、観察する倍率、元素分析(EDX)を行うものなど、装置の種類によっていろいろな特徴があり、その使用目的によって使い分けることが必要になってきます。

ここではそれぞれの装置の特徴や使用目的についてまとめ、開放機器として設置されている電子顕微鏡を利用しやすくなるように解説しました。

表1 観察対象による使い分け

試料の表面形状や凹凸の観察のために
走査型電子顕微鏡(SEM)
元素分析機能付 SEM
高分子用 SEM
低真空型 SEM
試料の内部観察や結晶構造観察のために
透過型電子顕微鏡(TEM)

1. 分析機能付走査型電子顕微鏡 - 金属や電子材料などの表面観察、元素分析のために -

一般的な SEM に EDX が付属しており、金属や電子材料をはじめ、様々な試料の表面観察および観察部表面層の元素分析ができます。分析機能としては元素の定性、定量分析、ライン上や領域内の元素の分布状態を知る線分析やマッピングを手軽に行うことができます。例えば、溶接金属内部の酸素の大まかな含有量や分布状態などを知ることができます。



2. 高分子用分析機能付走査型電子顕微鏡 - 高分子等の分解しやすい材料の観察のために -

本装置は有機・高分子材料の表面観察用に導入された電子顕微鏡で、30倍から最大50万倍の高倍率まで観察することができ、EDXも装備しています。有機・高分子材料などを観察する場合は、試料表面に導電性を持たせるために金などの金属をコーティングする必要があります。また、電子ビームによる表面層の分解(ビーム焼け)をさけるため観察をすばやく行う必要があります。



3. 走査型電子顕微鏡(低真空型) - 水を含んだ自然な状態の観察のために -

観察したい試料には乾燥させると変形してしまうものがありますし、文化財のようにいっさい手を加えずそのまま観察することを要求されるものもあります。この装置はコーティングなしでの観察が可能な上、含水試料でも試料室の圧力を10~2700Paに保つことで水分の蒸発を最小限に抑えて観察することができます。繊維に付着した水滴や氷の微結晶なども観察することができます。



4 . 分析機能付透過型電子顕微鏡 - 高倍率観察のために -

試料内部の析出物などのマイクロ組織、薄膜・接合物などの界面組織、数ナノメートル程度までの微小粒子などを、電子線を透過させて内部組織の観察が行えたとともに、微小領域の元素分析ができます。また電子線回折で微小部の結晶構造解析ができるだけでなく、格子像により原子配列の様子を視覚的に捉えることができます。電子線を透過させる必要があるために、試料は極微粒子であるか、極薄膜にする必要がありますので試料作製に時間がかかることがあります。



表2 電子顕微鏡

番号	機器名	仕様	主な対象物と目的	観察事例	備考
A1022	分析機能付走査型電子顕微鏡 (電子顕微鏡: PHILIPS Electron Optics 社製 XL-30 分析装置: EDAX 社製 Falcon システム)	倍率: 20 ~ 10,000 倍 試料サイズ: 50 × 50 × 35 ^μ m 以下 試料傾斜: -7 ~ 27 ° 画像保存: ポラロイドまたはフロッピー、MO EDX 機能付(B ~ U)	金属材料 電子材料 表面観察 元素分析 定量分析 線・面分析	金属細線上の汚れの観察及び分析 砥粒表面の観察及びコーティング層の分析	反射電子検出器を装備
D1002	高分子用分析機能付き走査型電子顕微鏡 (日立製作所製 S-4700)	倍率: 30 ~ 500,000 倍 試料サイズ: 150mm 6mm ^t 試料傾斜: -5 ~ 60 ° 画像保存: ポラロイドまたはMO EDX 機能付(B ~ U)	有機・高分子材料 表面観察 元素分析	高分子微粒子の形態観察 フォトレジスト、塗膜、プラスチックフィルム等の表面観察・元素分析	YAG 反射電子検出器を装備
B1030	走査型電子顕微鏡 (低真空型) (ニコン製 ESEM-2700)	倍率: 10 ~ 300,000 倍 実用倍率: 30 ~ 30,000 程度 試料室圧力: 10 ~ 2,700Pa 画像保存: インスタントフィルムまたはMO	繊維材料 含水試料 表面観察	繊維表面に結露した水 花粉、昆虫など 氷の結晶生成過程	試料の加熱装置 冷却装置 が使用可能
A3020	分析機能付透過型電子顕微鏡 (日立製作所製 HF-2000)	倍率: 2,000 ~ 150万倍 最小ビームスポット径: 1nm 分解能: 格子像0.10nm、 粒子像0.26nm 試料サイズ: 直径3mmの円盤状 最大試料傾斜角度: ± 40 ° EDX 機能付(B ~ U)	金属材料 電子材料 内部観察 元素分析 結晶構造	金属、セラミックスのナノ粒子観察・分析 結晶粒界の析出物観察・分析 有機膜中の金属微粒子	TV システム イオンリング ウルトラマイクローム他、試料調整装置

【用語の解説】

走査型電子顕微鏡 (SEM)

真空中で試料に電子ビームを照射し、試料表面から発生する2次電子の量を明るさに変換して表面の凹凸を画像に表示します。試料の作製が比較的容易で表面形状を観察するのによく用いられています。10 ~ 10万倍程度の倍率で観察できます。

透過型電子顕微鏡 (TEM)

真空中で試料に電子ビームを照射するのはSEMと同じですが、照射した電子線を試料に透過させて内部組織観察を行う電子顕微鏡です。TVモニターなどを用いて2000万倍程度の観察が可能のほか、1ナノメートル程度の極微小領域の分析も可能です。一方では観察可能な試料形状に制約があるなどの短所もあります。

エネルギー分散型X線分析器 (EDX)

試料に電子ビームを照射すると試料を構成する元素から元素毎に異なる特性X線が放出されます。このエネルギーを分析することにより試料に含まれている元素の定性、定量分析を行う装置です。電子顕微鏡に付属しています。