

## SEM 観察における反射電子像

### 1. はじめに

走査型電子顕微鏡(SEM)は電子線を照射された試料から放出される信号を検出して、表面観察を行う装置です。光学顕微鏡と比較して焦点深度が深く、試料表面の微細な凹凸形状の情報を得られるのが特徴です。

SEM による微細構造の観察では、主に二次電子と呼ばれる入射電子により試料から弾き出された電子が利用されていますが、**図 1** のように試料からは特性 X 線や反射電子なども同時に放出されています。反射電子は二次電子と比べてエネルギーが大きく、試料の成分構成や結晶方位、形状によるコントラストの大きな像が得られます。

今回は成分構成を反映した反射電子像について紹介します。

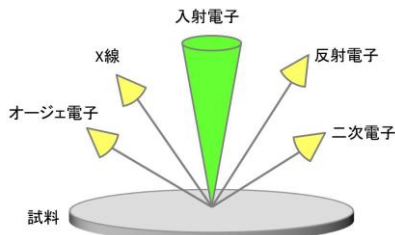


図 1 試料から放出される信号

### 2. 反射電子像について

反射電子とは試料に照射された電子の一部が、試料中の原子によって弾き返され、再び試料表面から飛び出した電子です。放出される反射電子の量は、試料を構成する元素の原子番号に大きく依存します。原子番号が大きい(重い元素)ほど、反射電子の放出量が大きくなるので、形成される像は明るく映ります。そのため、反射電子像では試料表面の成分構成の分布が明暗のコントラストとして現れます。この特性は二次電子像では分かりにくい異物や、複合材料における成分の偏りを識別するのに適しています。

### 3. 金属表面上の異物観察事例

金属表面上の付着物を二つの信号モードで観察した例を**図 2**、**図 3**に示します。図 2 は二次電子像であり、付着物は細かな粒子が凝集している様子がわかります。一方で同じ場所を反射

電子像で観察すると、**図 3**に示すように金属部分に比べて中央の付着物は黒く(暗く)写っており、金属よりも原子番号が小さい、有機物や錆のような軽元素主体の物質であると推定できます。また、構成成分による明暗のコントラスト差が大きいため、細かな付着物(矢印部)の分布状況が明瞭になりました。

このように、反射電子像では信号電子を選択することで成分構成の違う領域を強調できます。この領域を局所的にエネルギー分散型 X 線分光分析で構成元素を調べることで、効率的な異物分析が可能となります。

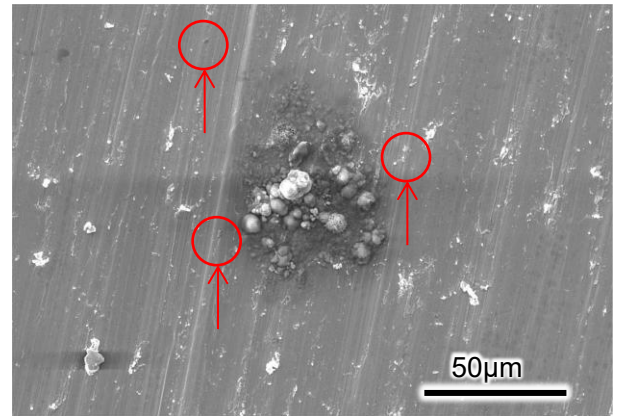


図 2 金属表面上の付着物(二次電子像)

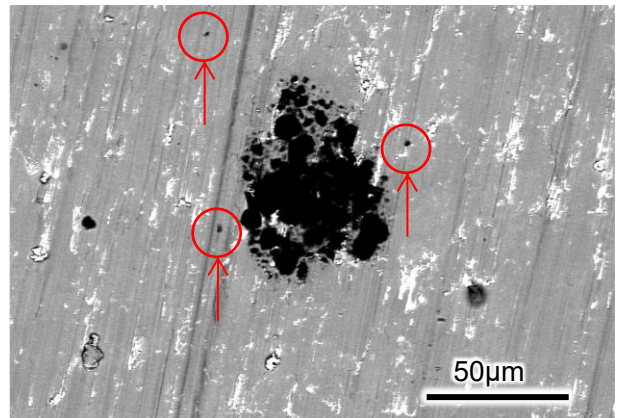


図 3 金属表面上の付着物(反射電子像)

### 4. おわりに

産業技術センターでは、(公財)JKA の 2024 年度補助事業により走査電子顕微鏡 JSM-IT710HR を新たに導入しました。大型試料も高倍率で観察、分析が可能になりました。是非ご活用ください。

産業技術センター 金属材料室 森田晃一 (0565-45-5645)

研究テーマ：陽極酸化処理

担当分野：金属表面処理