

1. EPMAとは？

EPMAは細く絞った電子線を試料の表面に照射・走査した際に発生するX線、二次電子、反射電子を検出することでサブミクロンオーダーの微小領域における元素分析や10万倍程度の高倍率での試料表面観察ができる装置です。本フォーラムでは、EPMAとその分析事例をご紹介します。

2. EPMAの特長（SEM-EDXとの違い）

固体材料表面に電子線を照射し、特性X線を計測する分析手法には、X線の検出方法の違いにより、波長分散型X線分光法であるEPMAとエネルギー分散型X線分光法のSEM-EDXがあり、それぞれ異なる特徴を有します。まず、SEM-EDXは検出効率が高く、短時間で多元素を同時に分析できる利点があります。これに対して、EPMAはエネルギー分解能と測定感度において優位性を示します。図1は両手法によるステンレス鋼の定性分析結果です。SEM-EDXでは、ステンレス鋼中のMnやCoといった微量元素は、そのK α 線が、主元素であるCrやFeのK β 線と重なるために検出が困難です。一方、EPMAは、エネルギー分解能が高いため、各元素のK α 線とK β 線を分離した観測が可能です。

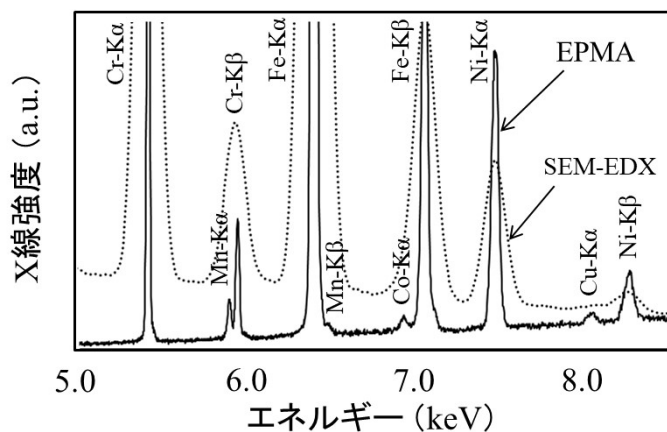


図1 ステンレス鋼の特性X線エネルギー分布

3. 事例（スイッチ接点不具合）

リレースイッチに導通不良が発生した事例です。スイッチの動作状況から、ノーマルクローズ側の接点において導通を阻害する異物または被膜が存在している可能性が想定されました。ノーマルクローズ側の接点を観察したところ、円形状に茶色く曇った変色が見られました（図2）。EPMAを用いて分析した結果、変色箇所に対応して炭素、シリコン、酸素が広く分布しており、炭化物（カーボン）や酸化シリコンの堆積物が導通を阻害していることが明らかになりました（図3）。

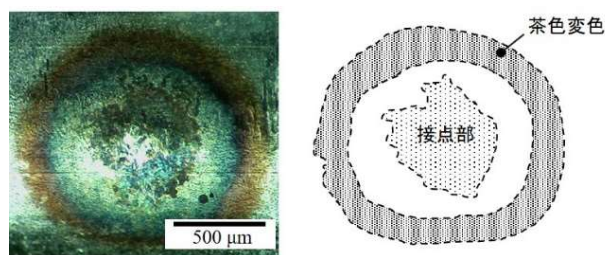


図2 スwitch接点不具合品の外観写真

酸化シリコンは有機系シリコン化合物からのアウトガスであるシロキサンガスが接点開閉時のアーク熱によって分解・酸化されることにより生成するとされています。また、炭化物は接点周囲の有機ガスや粉塵等が接点アークによって燃焼することにより生じます。これらが接触部およびその周囲に付着堆積することで接触不良が発生します。

不具合品における外観の特徴や分析結果から、本事例での接触不良の発生要因も、上記のコンタミによるものと推定されました。対策としては、接点周辺部に使用する部材をアウトガスが生じにくい材質に切り替えることや、アウトガスの発生源と接点部を遮断することが有効であると考えられます。

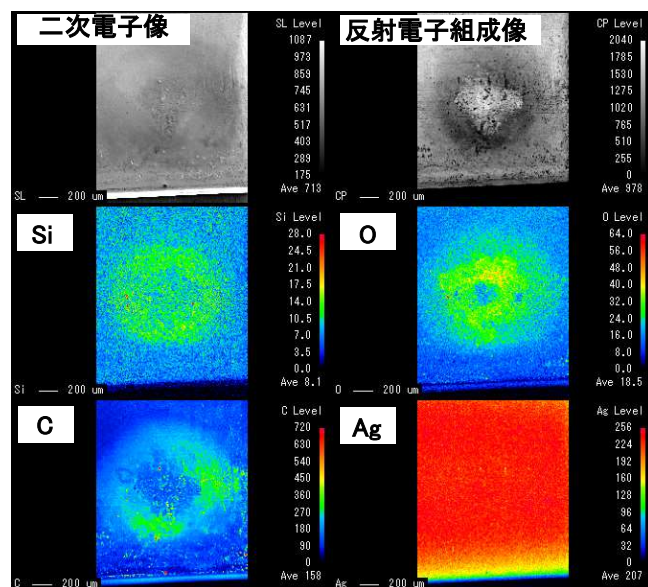


図3 接点変色部の面分析結果

4. おわりに

機械部品の腐食原因や電子部品の故障原因調査など、県内企業の技術向上、製品開発を支援いたします。また、新材料開発に関わる研究開発にも対応いたします。どうぞご利用ください。