

蛍光 X 線分析法による主成分推定について

1. はじめに

蛍光 X 線分析法は、X 線と物質との相互作用により発生した蛍光 X 線を利用し、元素分析を行い、物質の定性や定量分析を行う方法です。測定試料の前処理が原則不要であり、迅速に測定が可能な非破壊の手法です。ここでは、蛍光 X 線分析法による材料の主成分推定と異物分析への応用について紹介します。

2. X 線と物質の相互作用について

X 線が物質に照射されると、X 線の一部が物質に吸収され、残りが物質を透過します。物質に吸収された一部の X 線は、光電効果により蛍光 X 線を発生させ、元素分析に利用されます。一方、光電効果に利用されなかった X 線は、物質中の電子により散乱されます。X 線の散乱は、2 種類あり、入射 X 線が物質内の電子により方向のみ変化して起こる散乱をトムソン散乱、電子にエネルギーを与えてエネルギーを失い波長が長くなる散乱をコンプトン散乱と呼びます。これらの散乱による散乱線は、定量分析時の規格化や薄膜測定に利用されており、エネルギー分散型の蛍光 X 線分析装置(X 線源 Rh)の測定においては、20keV 前後に現れます。図 1 に工業的に使用される種々の材料の散乱線付近の蛍光 X 線スペクトルを示します。

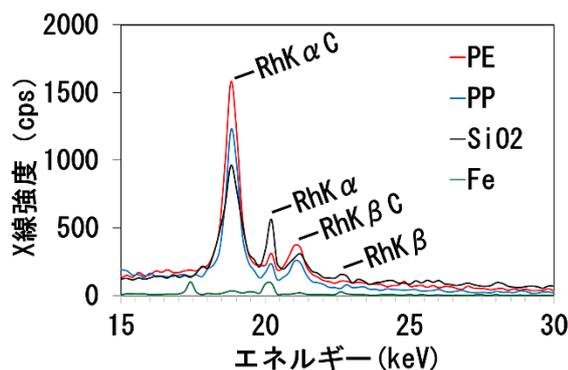


図 1 種々の材料の蛍光 X 線スペクトル

PE や PP など主成分が原子番号の小さい元素で構成される場合、図 1 のとおり、コンプトン散乱線(図中に RhK α C、RhK β C と表記)が、トムソン散乱線(図中に RhK α 、RhK β と表記)よりそれぞれ相対的に強くなります。逆に鉄など原子

番号の大きい元素から構成される物質の場合、トムソン散乱線がコンプトン散乱線より相対的に強くなります。つまり、この部分に注目すれば、材料の主成分がだまかに推定できます。

3. 金属調に加飾された材料の分析事例

金属光沢を有する異物の場合、まずは金属を疑い、蛍光 X 線分析法を用いることが多くあります。今回は、金属調の材料を模擬異物としてエネルギー分散型の蛍光 X 線分析装置で分析しました。結果を図 2 に示します。

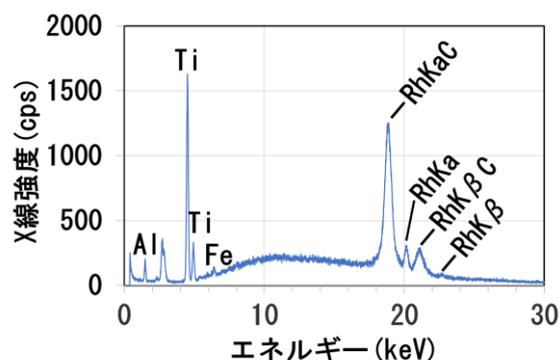


図 2 金属調模擬異物の蛍光 X 線スペクトル

図 2 から、Al および Fe、Ti の特性 X 線ピークが確認できます。一見すると測定結果から模擬異物は、Al、Ti、Fe、あるいはこれら金属の合金などと考えられますが、ここで散乱線付近のピークに注目します。図 2 中のコンプトン散乱線がトムソン散乱線に比べて相対的に強くなっており、図 1 中の材料と比較すると PE や PP の測定結果と類似していることがわかります。このことから模擬異物の主成分が金属ではなく、プラスチックなどの軽元素を構成成分としていることが推定できます。なお、模擬異物は赤外分光法で ABS 樹脂と確認されました。

4. おわりに

産業技術センターでは、本装置の他、波長分散型蛍光 X 線分析装置や、ICP 分析装置などにより定量・定性分析、また異物分析など実施しております。お気軽にご相談ください。

参考文献

- 1) 蛍光 X 線分析の実際(第 2 版),(2016)朝倉書店