

XAFS における分析深さの制御について

1. はじめに

シンクロトロン光を用いた化学状態分析の方法として最も代表的なものが XAFS 測定（X 線吸収分光）です。一言に XAFS と言っても信号の取り込み方により、得られる情報が異なり、工夫次第で様々な測定を実現することが可能です。今回は分析深さの制御について焦点を当てて紹介します。

2. XAFS 測定と分析深さ

XAFSの測定では、X線のエネルギーを連続的に変えながら試料に照射し、試料を通過したX線や、発生する蛍光X線、電子を検出して吸収スペクトルを得ます。原子の価数、隣接する原子の位置や数、種類などの情報が分析できます。信号の検出対象とその特徴をまとめると表1のようになります。

表1 XAFS測定の検出方法と特徴

手法	検出信号	分析深さ
透過法	入射・透過 X 線	数十 μm 以上
蛍光収量法	蛍光 X 線	～数十 μm 程度
電子収量法	オージェ電子、光電子、二次電子	～100nm 程度

このように検出する信号を選ぶことによって、大雑把にバルク（～数十 μm ）と表面近傍（～100nm）に分析深さを制御することが可能です。複数の手法で同時に測定することも可能ですので、短時間で様々な化学状態の情報を得ることができます。

電子収量法では通常は試料から発生する電流を測定し表1に示す全ての電子を検出しますが、検出する電子の種類や二次電子の運動エネルギーを選別することにより、分析深さを更に浅く制御することも可能です。これは部分電子収量法と呼ばれ、X線光電子分光（XPS）で用いられる電子分光アナライザーを用いて測定します。例として、酸化シリコン上に15 nmのシリコンを成膜した試料の測定を“あいちシンクロトロン光センター” BL6N1で行いました。電子分

光アナライザーで検出した特定の運動エネルギー E_k （eV）の二次電子の強度で、シリコンの XAFSを測定すると図1のようになります。 E_k を高エネルギー値（1500 eV）で測定することで、表面側に存在するシリコンを感度良く検出できるようになっており、非常に表面敏感な測定が実現できました。

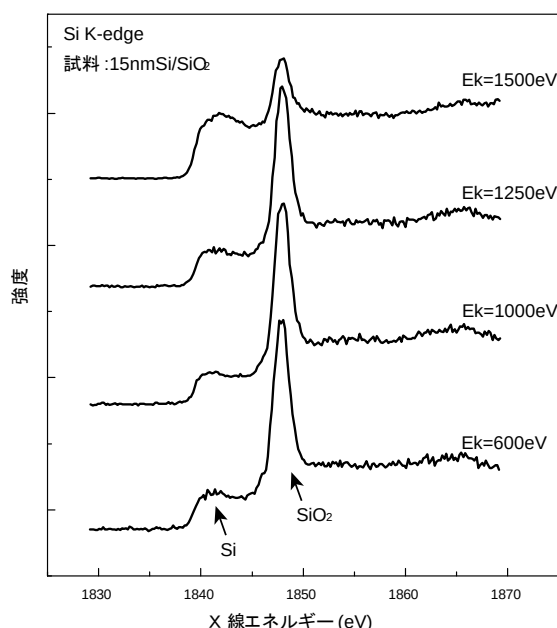


図1 特定の運動エネルギーの電子で測定したSi K吸収端XAFSスペクトル

3. おわりに

XAFSによる分析は、検出方法により測定可能な試料形態や分析深さを幅広く選ぶことができます。また、最近では試料側の工夫により「その場環境測定」と呼ばれる製品動作中の解析も盛んに行われています。「知の拠点あいち」に整備された“あいちシンクロトロン光センター”においても、これらの開発が順次進められますので、ご興味のある方は測定可能かどうかなどお問い合わせ下さい。

参考文献

Noritake Isomura et al., Applied Surface Science 355 (2015) 268-271.



共同研究支援部 計測分析室 野本豊和 (0561-76-8315)
研究テーマ：計測分析
担当分野：表面分析