

## 超伝導検出器を利用した軟X線領域蛍光収量吸収分光

志岐成友、浮辺雅宏、大久保雅隆

産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門

北島義典

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光科学研究施設

X線吸収分光(XAS)は各元素の電子状態を非破壊で測定する、重要なツールのひとつである。特に軟X線を用いた吸収分光は、軟X線領域に酸素・窒素など軽元素のK線やその他多くの元素のL線・M線があるため、化合物半導体や絶縁材料などの、種々の材料開発への応用が期待される。軟X線でのXASは、透過法のための薄膜サンプルを調整することが困難な場合が多く、電子収量法が適している。しかし、電子収量法は、試料の表面状態に非常に敏感でバルクの性質を測定することが難しく、加えて絶縁材料はチャージアップの影響により分析が難しい。このため、バルク材料や絶縁体の分析には蛍光法が最適である。

蛍光収量XASにおける蛍光X線の検出は、分光結晶を用いた波長分散分光、または半導体検出器を用いたエネルギー分散分光のいずれかで行われてきた。波長分散分光では、使用する回折格子の小さな立体角に起因する低い検出感度、またエネルギー分散分光では、半導体検出器の低いエネルギー分解能に起因する不十分な元素選別能力のため、いずれの手法でも有効な分析を実施することが困難である。これらの問題を解決する新しい技術として、エネルギー分散分光用の超伝導検出器が期待されている。

超伝導検出器は、半導体検出器を超える高いエネルギー分解能に加えて、表面不感層がないため高い固有検出効率を達成可能である。しかし、検出素子のサイズが数100 $\mu\text{m}$ と小さく、1素子のみでは立体角が不足し、実用化に際してのボトルネックとなっていた。さらに、検出器動作に必要な1K以下の極低温を実現するには、煩雑な冷凍機の操作が必要で、一般ユーザーが使用するには敷居が高いといった問題があった。

我々は、立体角向上のため、前例のない100素子を集積・アレイ化したアレイ検出器、簡便な動作環境の実現のための機械式3He冷凍機を用いたXAS用エネルギー分散分光システムの開発を行っている。目標性能は、エネルギー分解能20 eV、最大計数率1M cps、有感面積4 mm<sup>2</sup>である。アレイ素子は産業技術総合研究所において開発したもので、1チップ上に100個の超伝導トンネル接合(STJ)検出器が配置されている。機械式3He冷凍機は、100素子アレイ検出器、100ch信号読み出しのための配線を実装した状態で、到達温度320mK、保持時間70時間以上を達成している。現在、100chプリアンプ、100ch MCA、制御ソフトの開発を進めている。