

# 微量軽元素の XAFS 測定を可能にする超伝導検出器

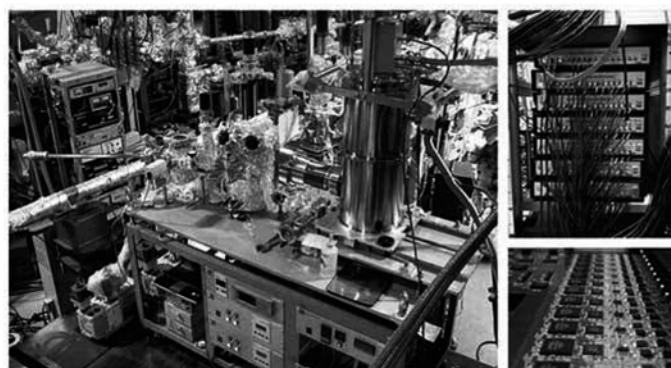
大久保 雅隆、浮辺 雅宏、志岐 成友

産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門

X 線吸収微細構造(X-ray absorption fine structure: XAFS)は、元素の吸収端近傍に現れる構造で、この微細な構造は、電子準位間の遷移確率や、X 線を吸収した原子の回りの原子配置を反映する。逆に、実験で得られた微細構造スペクトルと第一原理計算の比較から、電子状態や原子配置といったナノ微細構造を知ることができる。XAFS スペクトルを測定する手法は幾つかあるが、蛍光収量を使うと試料中に微量に存在する特定の元素の情報が得られる。ナノ素材や電子デバイスの機能は、このような微量元素の存在により発現しており、微量元素の格子位置や電子状態の解析は、ナノテクノロジー分野の重要な課題である。

蛍光収量 XAFS 分光を行うためには、蛍光 X 線を励起する放射光と、特定の元素からの蛍光 X 線の収量を測定する波長分散分光、あるいはエネルギー分散分光が必要である。通常、検出効率に優れるエネルギー分散分光が用いられる。ところが、半導体検出器のエネルギー分解能は、通常 100 eV 程度であり、軽元素の K 線がある 2 keV 以下の軟 X 線領域において、微量軽元素の XAFS 測定を行うのは難しかった。最新のシリコンドリフト検出器でも O-K 線に対して最高 48 eV が限界であり、微量軽元素の測定は困難な場合が多い。

我々は、半導体 X 線検出器の理論限界を超えることができる超伝導 X 線検出器の開発を推進してきた。産総研の超伝導デバイス開発のための CRAVITY<sup>1</sup> と呼ぶクリーンルーム施設にて、超伝導トンネル接合(STJ) X 線検出素子を 100 個アレイにした検出器を開発し、平均で最高 10 eV@522eV と 500 kcps の計数率を達成している。超伝導検出器の動作に必要な全自动の 0.3 K 冷凍器、エネルギー分散分光のための FPGA ベースのデジタル信号処理装置から構成される超伝導 XAFS 装置(SC-XAFS)を昨年完成させ、KEK PF の複数のビームライン<sup>2</sup>で運用を開始した。SC-XAFS 装置は、ナノテクノロジプラットフォーム事業微細構造解析<sup>3</sup>にて、ユーザーに公開されている。解析例として、今まで測定されたことがなかった化合物半導体 SiC 中の窒素ドーパントがある。<sup>4,5</sup>



微量軽元素の局所構造解析を可能にする超伝導 XAFS 装置

1. Clean room for analog-digital superconductivity; <http://unit.aist.go.jp/riif/open/cravity/ja/index.html>
2. <http://pfwww.kek.jp/indexj.html>
3. <https://nanonet.go.jp/>
4. [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2012/pr20121115/pr20121115.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2012/pr20121115/pr20121115.html)
5. M. Ohkubo, et al., Sci. Rep. 2, 831 (2012); <http://dx.doi.org/10.1038/srep00831>

**微量軽元素のXAFS測定を可能にする超伝導検出器**

第7回九州シンクロトロン光研究センター報告会、鳥栖

**大久保 雅隆、浮辺 雅宏、志岐 成友**  
計算フロントニア研究所RIIF  
独立行政法人 総合技術総合研究所(AIST)

**GRAVITY** **YNU** **NICT** **CNR, Italy**

**Superconducting Tunnel Junction Detector (STJ)** **Superconducting Strip Detector (SSD)**

**市販計測分析機器では対応できない課題の解決にチャレンジ！**  
—計測技術を分析技術に仕上げて普及させます—

RIIF

より多くの問題を抱える企業

より多くの問題を抱える研究機関

より多くの問題を抱える政府・機関

新規開拓課題1 ライフイノベーションのための計測技術開発

新規開拓課題2 グリーンイノベーションのための計測技術開発

新規開拓課題3 安全安心のための計測技術開発

規格化課題 ISO, IEC, JIS

世界へ貢献

本邦の対象を範囲可視にする計測分析技術創出



**震災後のAIST電子加速器再構築**

自由電子レーザー(2011停止)、蓄積リングTERAS(2012停止)、直線加速器TELL(2013停止)

陽電子顕微鏡と小型加速器(社会インフラ診断)に集約

グリーン  
垂直入射場電子ビームライン(軽元素検出  
大気中測定)

ライフ  
安全安心  
レーザーコンプトン散乱X線  
テラヘルツ光源

