

超伝導検出器を用いたX線分析

志岐成友、藤井剛、浮辺雅宏

産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門

検出器は分析の限界を決める要素の一つである。検出器にはいろいろな種類があるが、それぞれ一長一短があり、場面に応じて使い分けられている。そのような検出器の一つが低温で動作する検出器であり、従来型の検出器と比べ高精度・高感度の分析を可能にする。電波・赤外線・X線天文学や素粒子実験において最高の感度を実現するために低温検出器は目覚ましく進歩し、実験室での利用も視野に入れることができるようになってきた。

特に軟X線の特性X線を用いた分析に注目すると、軟X線はあらゆる元素の特性X線がある重要な領域であり、特にK吸収端が軟X線にある微量軽元素の分析が注目されている。しかし各元素の特性線の分離のため、検出器には高いエネルギー分解能求められる。また軟X線では特性X線の発光効率が低いので高い感度が必要である。エネルギー分散型の半導体検出器は、高い有感面積を持つ半面、表面に不感層があり、また微量元素の分離にはエネルギー分解能が不足している。波長分散型の分光器は、エネルギー分解能は十分であるが、有感面積を稼ぐことが難しい。ここで超伝導トンネル接合検出器を用いると、微量元素の分離に必要なエネルギー分解能と、分析のために必要な面積を同時に実現できる。このような背景から、我々は超伝導トンネル接合検出器を軟X線分光器として用いる二つの分析機器、KEKの軟X線ビームラインと組み合わせた蛍光収量X線吸収分光装置(SC-XAFS)と、走査型電子顕微鏡と組み合わせたSC-SEMを開発した。SC-XAFSとSC-SEMは産総研微細構造解析プラットフォームの公開装置としてユーザーに供されている。これらの装置での超伝導検出器の性能は、有感面積が 1mm^2 、エネルギー分解能は 400eV の単色光に対して 4eV 、 1keV 以下の軽元素の特性X線に対しては 10eV 程度である。またSC-XAFS、SC-SEMの核となる超伝導検出器は産総研の超伝導デバイスのための公開施設CRAVITY(Clean Room for Analog and digital superconductiVITY)で製作したものであるが、CRAVITYの施設は大学と民間企業に公開されている。講演では利用例を交えて超伝導検出器の利用の現状について報告する。

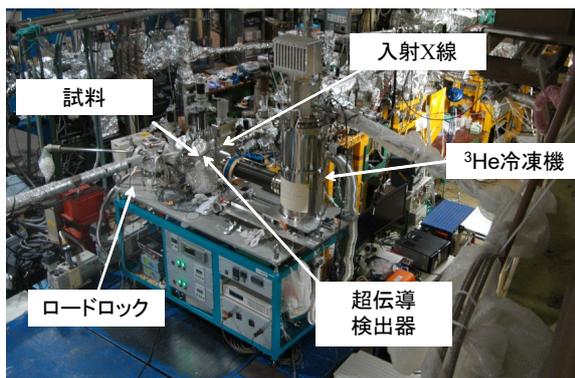


図1. SC-XAFSの外観。

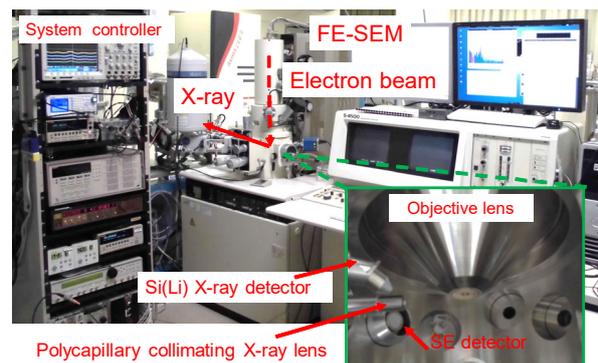


図2. SC-SEMの外観。