

BL08W 高エネルギー非弾性散乱

1. はじめに

高エネルギー非弾性散乱ビームライン (BL08W) は、100 keV 以上の放射光を常時使用できる世界的にも稀なビームラインである。SPring-8 唯一のウイグラーを光源とし、直線偏光または楕円偏光した 100～300 keV の高エネルギー X 線を使用することができる。本ビームラインでは、高エネルギー非弾性散乱 (コンプトン散乱) 測定による物性研究を主目的として運用されている。コンプトン散乱実験では、Cauchois 型波長分散型スペクトロメータによる高分解能測定 (分解能 0.10 atomic unit) と、ゲルマニウム半導体検出器による高統計精度測定 (分解能 0.50 atomic unit) が利用でき、高速磁場反転型超伝導マグネットと組み合わせた磁気コンプトン散乱測定も実行できる。また、他に例を見ない高フラックス高エネルギー X 線を利用し、X 線回折実験、蛍光 X 線実験、X 線 CT 測定、高エネルギー X 線用光学素子や検出器の開発・評価実験にも利用されている。

2012 年度に実施された課題数は、一般利用研究課題は計 33 件、成果占有時期指定課題 1 件であった。また、2012B 期からは、Dr. J. Duffy らによる長期課題「Development of spin-resolved Compton scattering in high magnetic fields: probing the orbitals in complex oxides」が開始された。一般課題における実験手法別内訳は、コンプトン散乱実験 13 件 (内、波長分散型スペクトロメータ使用 7 件、エネルギー分散型検出器使用 6 件)、磁気コンプトン散乱実験 6 件、蛍光 X 線分析 7 件、X 線回折、イメージング、X 線照射実験が各 1 件であり、多種の実験手法による課題が実施された。

2. 高エネルギー X 線用 4 象限スリットの改良

高エネルギー X 線の大きな特徴として、非常に強い物質透過能をもつことがあげられる。その透過力により、重元素物質でさえも透過し物質内部の観察を行えるのは非常に有用であるが、一方で、X 線の遮蔽などは困難となる。

BL08W では、X 線ビームの整形を神津精機社製の 4 象限スリット GHM-7 で行っている。このスリットのブレードは厚さ 5 mm のタンタルで作られているが、開口部はテーパカットしてあるために、開口部近くの最薄部は 1 mm である。BL08W でよく使用する 115 keV / 182 keV のエネルギーでは、この部分の透過率は 0.6% / 20.5% となり、115 keV の 2 倍高調波においては 40% の透過率となる。ほとんどの実験ではスリット開口サイズは 0.5～3 mm で

あるので、透過光の影響は問題とはならないが、スリットを使い 10 ミクロン程度に絞った微小サイズのビームを使用する場合に影響が出てくる。

この問題を解決するために、4 象限スリットの改良を行った。図 1 に、改良した 4 象限スリットの外観写真を示す。ブレードは厚さ 8 mm のタングステンとし、開口部はフラットな形状とした。これにより、X 線透過率は 10^{-18} / 10^{-6} となり、2 倍高調波でも 10^{-4} まで低減できる。スリットは、自動ゴニオメーター上に設置してある。これは、X 線開口部が 10 ミクロンにおいてアスペクト比が 100 近くになり、スリット設置調整が難しくなるためである。

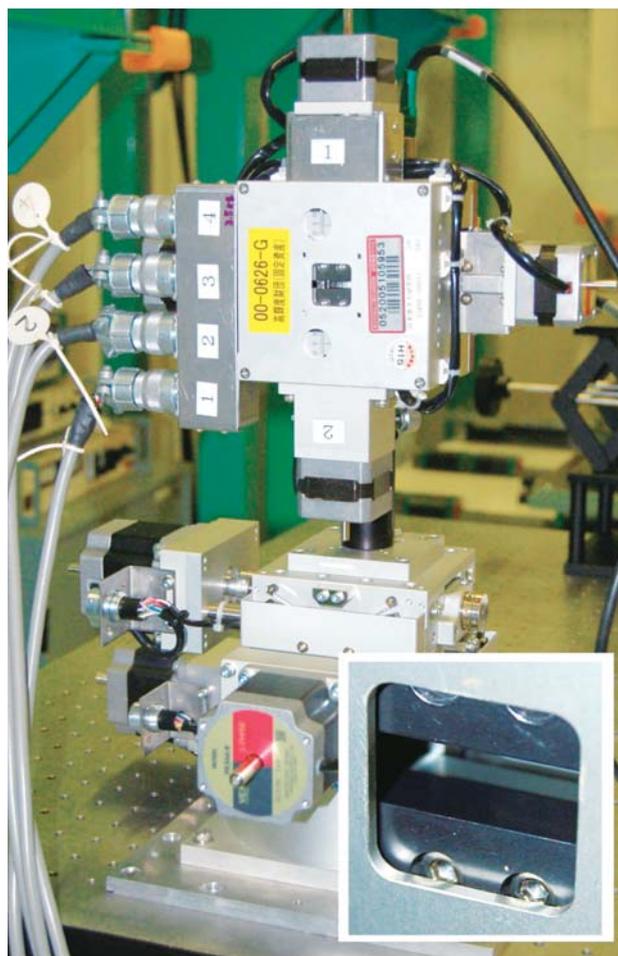


図 1 改造された 4 象限スリット。ブレードは厚さ 8 mm のタングステンであり、テーパはない。

3. 90° 散乱測定用の測定装置

2011年度に引き続き、90° 散乱測定用の測定装置の構築を行った。一般にコンプトン散乱では、高い運動量分解能を得るために180°に近い後方散乱を測定するのが一般的であるが、試料以外の容器、基板などからの散乱を除去することが困難であり、容器内に封入された試料の測定は難しかった。

一方、90° 散乱測定では、検出器を測定試料上方に配置し、散乱X線をコリメートし観測位置を制限することによって、容器内の試料のみのコンプトン散乱が可能となる。BL08Wにおけるコンプトン散乱測定では100 keVを超えるX線を使用するため高い透過力があり、SUS等の試料セルの影響をほぼ受けない測定が可能となる。2011年度に整備した本装置を利用した課題実験は、2012年度は6件にのぼり、主要な実験手段の一つになっている。

2012年度は、主に検出器のX線遮蔽、コリメーターを改良した。図2に測定装置の外観写真を示す。コリメーターはタングステン合金で作られ、開口サイズは0.5 mm × 5.0 mmであり長さ90 mmである。検出器素子周辺は、厚さ10 mmの鉛で遮蔽している。上に述べた改良4象限スリットと組み合わせ使用することにより、試料内の縦

20ミクロン、横500ミクロン×500ミクロンの局所領域を観察することが可能である。また、バックグラウンドX線は従来に比べ約1/10に減少している。

利用研究促進部門

構造物性IIグループ

伊藤 真義、櫻井 吉晴

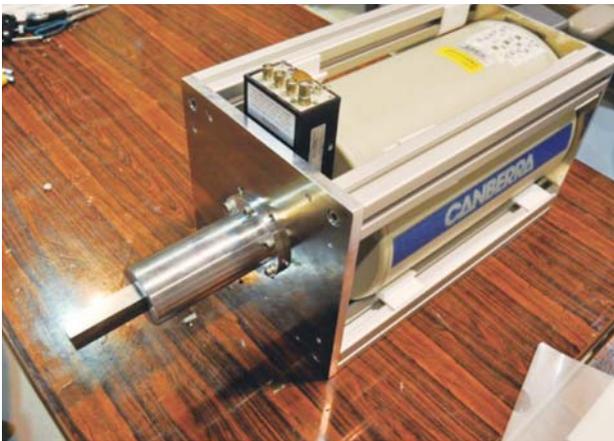


図2 90° 散乱測定用の(上)検出器、及び(下)測定装置外観。