

BL08W 高エネルギー非弾性散乱

1. はじめに

BL08Wは、100-300keVという高エネルギーX線の利用を目的としたビームラインである。2つの実験ハッチを有し、第1ハッチ(170-300keV)では、磁気コンプトン散乱実験が、第2ハッチ(100-115keV)では、高分解能コンプトン散乱実験、及び、高エネルギー蛍光X線分析実験が主に行われている。本年度、BL08Wでは各機器とも大きなトラブルはなく順調に共同利用実験が行われた。共同利用実験課題は、コンプトン散乱実験(特定利用課題1件を含む)が約8割、他に、高エネルギー蛍光X線分析、実験技術・開発などの実験課題であった。

2. ビームライン評価

BL08Wの供用開始は、1997年10月でありSPring-8の供用開始と同時である。今年度で供用開始から5年が過ぎたことを受け、11月に外部評価委員会による共用ビームライン評価を受けた。以下に「SPring-8 BL08W 評価報告 \$5まとめ」からの抜粋を転載する。

BL08Wは存続・発展させるべきものと判断する。コンプトン散乱は物質の電子構造と磁気構造に関する、基礎的な情報を提供する研究手段である。この5年間のBL08Wのactivityは世界的に見ても高い評価を与えることができる。一方、蛍光X線分析についてもSPring-8の存在価値を高めるのに大いに貢献していると判断する。

3. 新規導入装置

3-1 DSPマルチチャンネルアナライザ

Canberra社のDSA1000を導入した。これは高度なデジタル信号処理技術(DSP)に基づいたマルチチャンネルアナライザである。主に磁気コンプトン散乱測定実験に用いている10素子ゲルマニウム半導体検出器の信号処理系として使用している。従来のアナログ信号処理システムと違い、検出器プリアンプ出力を直接AD変換したのちにデジタル処理を行うことにより、高カウントレート時の信号処理の正確性を実現している。アナログシステムとの比較として測定したFeのMCPスペクトルを図1に示す。測定時間(LiveTime)はそれぞれ32分とし、信号処理系の不感時間が約8%になるようにX線強度を調整してある。アナログ処理系に比べ7倍のカウントレートでの測定が実現できたことがわかる。一方で、エネルギー分解能はアナログ処理系の最高到達分解能に比べ2割ほど劣化している。試料の大きさの制限などにより十分な散乱X線強度を得られない場合などには、従来のアナログシステムを利用することも可能である。

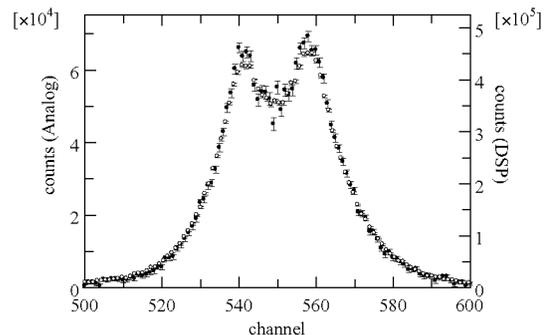


図1 鉄の磁気コンプトンプロファイル 黒丸がアナログ信号処理システム(Amp. Canberra2026; ADC Labo: 4805A; MCA Labo: NT2400)、白丸がデジタル信号処理システム(Canberra DSA1000)による測定。

3-2 2次元X線画像検出器

X線イメージンテンシファイアー(HAMAMATSU V7227P /ION500)とデジタルCCDカメラからなる2次元X線画像検出器である。高分解能コンプトン散乱実験で使用する。高分解能コンプトン散乱スペクトロメーターは、散乱X線をラウエ配置のシリコン単結晶湾曲アナライザーで分光しX線エネルギーを位置情報に直して計測するため、測定には1次元の位置検出器が必要である。本BLでの実験条件では検出すべきX線のエネルギーが約80keVと高いために一般によく使われているPSPCなどのガス検出器やイメージングプレートなどでは検出効率が低く実用的ではない。そのために、これまでは単素子のGe半導体検出器を走査することにより位置検出する手法をとってきた。今回導入した2次元X線検出器の検出効率は、80keV X線に対して約50%を達成しており、また、受光面積が4inchであるため、本スペクトロメーターで必要な測定範囲を高効率で静的に検出することが可能となった。また、取得したX線画像を解析し1光子ごとのピークをカウントすることにより(フォトンカウンティング)、空間分解能の劣化や暗電流によるバックグラウンドを除去することが可能である。本検出器の導入により導入前と比較して、測定時間は1/10に短縮できるようになった。

3-3 試料回転機構付き冷凍機

第1ハッチにおける磁気コンプトン散乱実験用に、試料回転機構付き冷凍機を導入した。これは常設されている2.5T超伝導マグネットに接続し使用する。試料の最低到達温度は5Kである。試料回転面は水平方向の一軸のみ、可動範囲は約100度である。これにより、試料を室温に戻さずに低温冷却下にて試料方位を変えることができるように

なり、再構成による2次元もしくは3次元運動量分布の測定に必要な多方位のプロファイルの測定においてビームタイムの有効活用が可能となった。

また、第2ハッチ内には、7T超伝導マグネット、及び、試料回転機構付き試料冷凍機が導入、常設された。試料の最低到達温度は8Kであり、試料回転面は第1ハッチに導入されたものと同様に水平方向の一軸のみである。マグネットは姫路工業大学理学部小泉氏管理のユーザー持ち込み機器である。このマグネットの磁場反転(-7T 7T)にかかる時間は約40分である。マグネット磁場駆動のリング内電子軌道への影響に関するスタディーを行い、蓄積リングへの影響がないことを確認した。また、ウィグラーのGap最小値でのID phase駆動(駆動時間 円偏光反転時 約4分)が可能となったため、ID位相反転での磁気コンプトン散乱測定実験の準備が整っている。

利用研究促進部門

構造物性 グループ・非弾性散乱チーム

櫻井 吉晴

伊藤 真義