

BL08W 高エネルギー非弾性散乱

1. はじめに

ビームラインBL08Wは、SPring-8唯一のウイグラーを光源とする100～300 keVの高エネルギーX線を使用することができるビームラインである。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に主に利用されているほか、高エネルギー・高フラックスなX線を利用して、蛍光X線実験、透過イメージング測定、X線回折実験などの各種実験の他、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。

2015年度に実施された課題数は計36件、内、一般利用研究課題は18件、社会・文化利用課題4件、大学院生提案型課題1件、新分野創成利用課題1件、長期利用課題1件、成果公開優先課題3件、成果占有時期指定課題3件、インハウス課題5件であった。全課題における実験手法別内訳は、コンプトン散乱実験16件(内、波長分散型スペクトロメータ使用9件、エネルギー分散型検出器使用7件)、磁気コンプトン散乱実験8件、蛍光X線分析5件、イメージング5件、装置開発2件であった。2015期から社会・文化利用課題募集が開始されたことにより、蛍光分析、イメージング実験課題数が増加した。

2. 超電導マグネット液体ヘリウム再凝縮器用コンプレッサー

実験ステーションA用には、磁気コンプトン散乱実験で使用する高速磁場反転型超電導マグネットシステムが導入されている。本機は液体ヘリウムを再凝縮器システムにより循環させているが、この再凝縮器が2015年5月後半より性能劣化し1週間には運転不可能な状態になった。原因は、コンプレッサー内部シールの経年劣化により再凝縮器ヘリウム循環パスへ潤滑オイルが混入したためだと確認され、コンプレッサーのオーバーホールを行った。本故障のため、A期に予定されていた磁気コンプトン散乱実験が1件キャンセルされることとなった。B期は代替コンプレッサーをレンタルすることにより利用実験を運用した。修理は2015年度末に完了しており16年度は通常利用が行われている。今回の故障機器は、汎用品であるコンプレッサーであったため修理可能であったが、本高速磁場反転型超電導マグネットシステムの納入は1996年と既に18年を経過しており、冷凍機本体やマグネットコイル等は、すでに部品や線材等が入手不可能で修理対応除外物品となっている。また、磁気コンプ

トン散乱実験用として同時期に導入した10素子ゲルマニウム検出器も、2素子が納入時より約8割、4素子が2割以上の半値幅の増幅が確認され、エネルギー分解能の劣化が顕著となっている。これら機器の後継機への早急な更新が求められる。

3. 高アスペクトコリメータの開発

高エネルギーX線ビームを試料に照射し、試料内部からのコンプトン散乱X線を視野が制限された検出器で測定することにより、物質の内部の局所観察が可能である。BL08Wにおいて遂行されているJST先端計測分析技術・機器開発プログラム「蓄電池固体内反応局所領域の非破壊分析装置と手法の開発」は、この手法を応用したものである。本手法での空間分解能は、入射X線のサイズと検出器側のコリメータサイズによって決定される。BL08Wでは、これまでに測定領域の空間分解能を向上させるため高エネルギーX線用の高アスペクト比ピンホールを開発した。これは、タングステン製であり、内径20 μm 、厚さ3 mmであり、アスペクト比100以上である。一方、散乱X線の測定効率はその立体角に依存するため、水平方向の空間分解能が不要な場合は開口がある程度大きいコリメータが好ましい。このため、2015年度では、開口が50 μm から1000 μm までの5種のコリメータユニットを作成、整備した。

作成したコリメータユニットの外観写真、及び設計図を図1に示す。作成したコリメータ長は78 mmであり、開口50 μm ではアスペクト比は約1500となり、非常に高アスペクト比のコリメータユニットである。このユニ

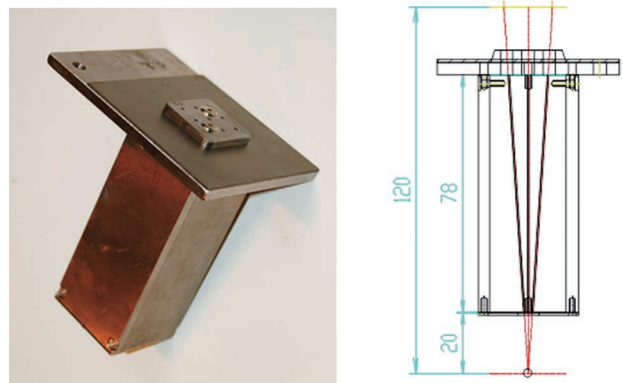


図1 コリメータユニットの外観写真(左)と、設計図(右)。コリメータ開口は最小50 μm 、長さは78 mmであり、アスペクト比では約1500である。



図2 コリメータ通過X線画像。左から1000 μm 、500 μm 、200 μm 、100 μm 、50 μm 。9素子ゲルマニウム検出器用にアセンブルしてあり、焦点は約20 μm 以下の精度で一致した。

表1 コリメータ開口比

開口	設計強度比	実測値 (□1000を100とする)
□ 1000 μm	100	100
□ 500 μm	25	26.49
□ 200 μm	5	4.55
□ 100 μm	1	1.04
□ 50 μm	0.25	0.27

ットは、JSTプログラムで使用する9素子ゲルマニウム検出器用にアセンブルしており、それぞれの検出器素子から120 mmの位置に焦点を持つようになっている。コリメータ本体は真鍮製であり、入射面、出射面にはタングステン製の遮蔽板を追加している。作成した5種のコリメータは、容易に検出器に設置、交換できるようになっている。図2にコリメータからの透過X線写真を示す。写真は115keVの放射光ビームを直接入射したもので、各写真はそれぞれ各コリメータが入射ビームと平行になるように位置、設置角を調整して撮影したものである。カメラには浜松ホトニクス社のBM2(空間分解能約10 μm)を使用した。500 μm のものは、その形状が正方形になるように特に留意して作成したものであり、その他のものは納期、工賃を優先して作成したものである。形状は開口1000 μm でエンドミルの形状が表れてしまっているが、これは500 μm でわかるようにより精密な製作も可能である。それぞれの通過X強度は表1の通りほぼ設計値通りであり、コリメータの湾曲などの影響のほぼないものが作成できた。

本コリメータユニットは、高エネルギーX線コンプトン散乱測定による試料内局所部分の観察実験装置などで使用可能である。また、安価に作成できるので、要望があれば他の検出器用も準備可能である。

利用研究促進部門
 構造物性IIグループ
 伊藤 真義、辻 成希