

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、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線の利用が可能なビームラインである。

主な利用研究として、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である。コンプトン散乱実験では、Cauchois型の波長分散型スペクトロメータを用いた高分解能測定(分解能0.10 atomic unit)と多素子Ge半導体検出器のエネルギー分散型スペクトロメータを用いた高統計精度測定(分解能0.50 atomic unit)が利用できる。また、高速磁場反転型超伝導マグネットと多素子Ge半導体検出器を組み合わせた磁気コンプトン散乱測定も行える。また、高フラックス高エネルギーX線を利用したX線回折実験、蛍光X線実験、X線CT測定、高エネルギーX線用光学素子およびX線検出器の開発・評価実験にも利用されている。

2013年度に実施された課題数は、一般利用研究課題は計20件、成果占有時期指定課題2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」が実施されている。

全課題(含インハウス)における実験手法別内訳は、コンプトン散乱実験14件(内、波長分散型スペクトロメータ使用6件、エネルギー分散型スペクトロメータ使用6件)、磁気コンプトン散乱実験7件、蛍光X線分析5件、装置開発が1件と、多種の実験手法による課題が実施された。

2. 実験ハッチ遮蔽体の増強

最大出力の変更に伴い、実験ハッチ放射線遮蔽体の増強が行われた。遮蔽計算は光源・光学系部門において行われた。また、この増強により、測定試料付近の局所遮蔽が不要になった。実験ハッチA、Bともに後壁、光軸付近に2.5 cmの鉛遮蔽体の追加が行われた。図1に追加された遮蔽体の外観を示す。なお、これらの増強遮蔽体は実験ハッチ外側から設置されている。この増強によるユーザー実験への影響はない。

3. 115 keV用屈折レンズの開発

微小試料、微小視野の観察の要求に応えるため高エネルギーX線用複合屈折レンズの開発を行っている。今回、作成・評価した屈折レンズは、入射X線集光用に開発したものであり、JASRIにて設計、(株)長峰製作所にて製作された試作品である。図2にレンズの外観写真を示す。レン

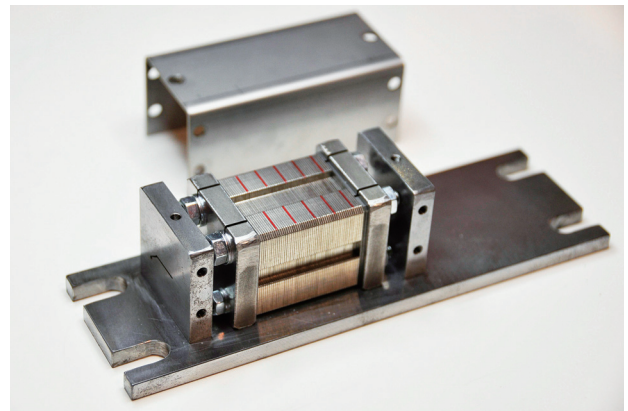


図2 複合屈折レンズ外観。

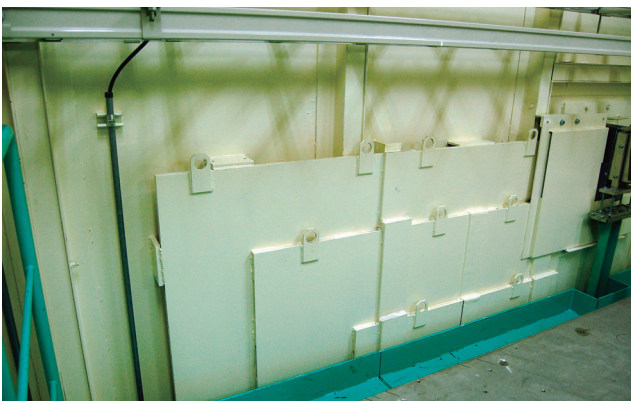


図1 BL08W実験ハッチ後壁の増設遮蔽体付近。左より実験ハッチA後方、実験ハッチB後方。実験ハッチA(B)において追加された遮蔽は光軸中心から約30 cm(25 cm)以内の範囲で鉛2.5 cm、70 cm(55 cm)以内で1.5 cm、100 cm(85 cm)以内で0.5 cmである。

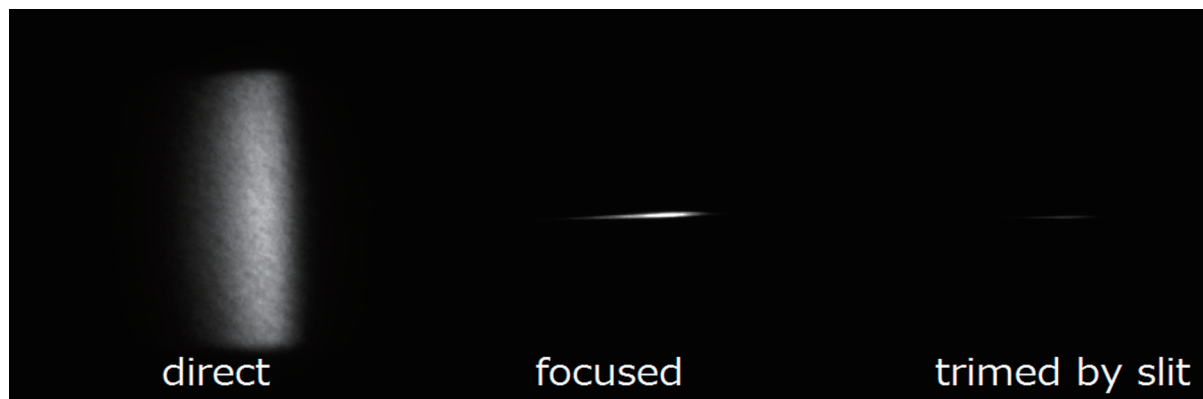


図3 入射X線イメージ。左から未集光、屈折レンズにて集光、スリットにて10 μm に整形。

ズはニッケル製であり、機械プレス加工にて作成された。レンズの曲率半径は20 μm 、積層枚数は54枚である。これらは、実効ゲインを稼ぐためにレンズ枚数を可能な限り少数にしたいという要求と、製作上の技術的制限から導かれた値である。本屈折レンズに要求される仕様は、115 keVにて、集光サイズ10 μm 以下（1次元）、ゲイン8程度である。シミュレーションによると、この複合屈折レンズの理論性能値は、集光サイズ2 μm 、ゲイン35である。評価実験は、BL08W実験ハッチAにて115 keV X線を使用し、ハッチ内上流部に屈折レンズを設置して行った。透過X線イメージの取得には浜松ホトニクス社製AA-40を、集光サイズ・ゲインの評価は、タングステン製ブレードによるナイフエッジ法を用いた。実験の結果、集光距離は2900 mm、集光サイズは9.0 μm 、ピークゲインは6.5であった。X線集光サイズが広がったことにより、ピークゲインが減少しているが、X線透過強度は理論値の90%程度を得ることができ、集光サイズの劣化はあるが、要求仕様をほぼ満たしていることを確認した。図3に集光点（実験値）におけるX線ビームイメージを示す。スリットによって整形した幅10 μm のX線に対し、レンズで集光したX線は明らかに強度が向上していることがわかる。

本屈折レンズは、常時ビームラインにインストールされているものではないが、ユーザーの希望があれば使用することができる。また、このレンズの評価を踏まえ、実用機的设计・製作を行う予定であり、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に使用する予定である。

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