

# 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。主に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利用されているほか、高フラックス高エネルギーX線を利用したX線回折実験や、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。

2014年度に実施された課題数は、一般利用研究課題は計23件、成果占有時期指定課題2件であった。全課題（含インハウス課題）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9件、エネルギー分散型検出器使用5件）、磁気コンプトン散乱実験8件、蛍光X線分析1件、イメージング1件、装置開発4件と、多種の実験手法による課題が実施された。

## 2. 115 keV用屈折レンズの開発

実験ステーションA用の非対称Johann型分光器は、垂直方向についてX線集光機能を持たない。試料へのX線の垂直方向も集光し、微小試料・微小視野の観察の要求に応えるために、垂直方向の一次元集光を行う複合屈折レンズの開発を継続して行っている。

すでに2013年度に、集光距離2900 mm、集光サイズ9 micron、ピークゲイン6.5のレンズを作成した。このレンズの設計理論値は、集光サイズ2.11 micron、ピークゲイン35であり、向上の余地が大きい（表1）。本レンズは、(株)長峰製作所により機械プレス法で作成した

表1 屈折レンズ仕様

	(目標値)	設計理論値	実測値
集光距離(mm)	2800~3000	2818	2900
集光サイズ(micron)	<10	2.11	9.0
ピークゲイン	8	35.72	6.5

が、この時のパンチの表面粗、また、各レンズのアライメント精度がレンズ性能の劣化を起こしていると考え、パンチ材の変更、パンチ表面の研磨加工、アライメント治具の変更などの作成方法の改良を行い、レンズを再作成した。図1に、改良前後のパンチ表面写真を示す。この改良によりレンズ面粗はRa=0.4 micronから0.07 micronへ向上した。

新規に作成したレンズの曲率半径は、設計値20 micronであったが、実測値16 micronであり、そのため積層枚数は36枚と減少させた。評価実験は、BL08W実験ハッチAにて115 keV X線を使用し、ハッチ内上流部にレンズを設置して行った。透過光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。評価実験の結果、このレンズ特性は、集光距離2950 mm、集光サイズ10 micron、ピークゲイン6であった。残念ながらレンズそのものの性能向上はならなかったが、開発目標値に近いビームが得られた。

## 3. 高アスペクト比ピンホールの開発

高エネルギーX線ビームを試料に照射し、試料内部か

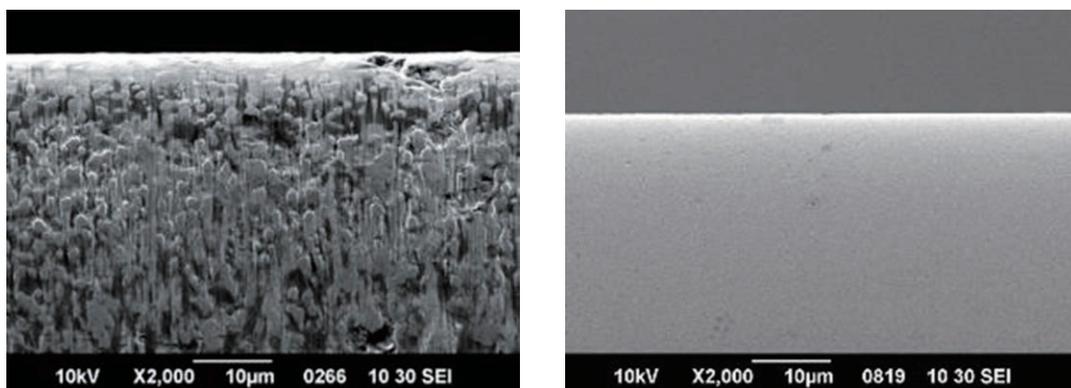


図1 屈折レンズ作成用パンチ表面写真。左が改良前、右が改良後。改良によりレンズ面粗がRa=0.4 micronから0.07 micronへ向上した。

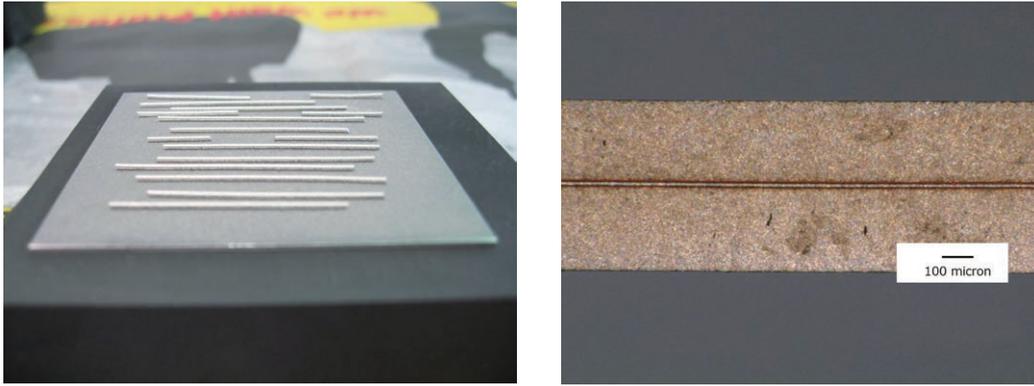


図2 ピンホール外観と断面写真

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。この手法では、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て制限される。これらを向上させるため、高エネルギーX線用の高アスペクト比ピンホールを作成した。

ピンホールは、タングステン製とし、内径20 micron、アスペクト比1000以上を目標とした。作成はレンズと同じく（株）長峰製作所が行い、タングステン粉末を焼結させることで作成した。作成したピンホールの外観および断面写真を図2に示す。左図の外観写真は焼結後のものであり、長さ約3 cmである。また、右図は焼結後のピンホールを切断したものであり、光学顕微鏡にて内径が20 micronであることが確認できた。また、X線透過像でも内径20 micronを確認している。

実際のコンプトン散乱による内部局所観察では、その

散乱断面積の小ささからシグナルが小さくなるため、多数の検出器を配置し同時測定を行うことになる。このため、ピンホールを多数個配置したピンホールユニットを作成した。図3は、9個のピンホールで構成されるユニットのX線透過像である。画像は中心のピンホールを光軸と平行になるように調整し撮像したものであり、この時、ピンホールを透過したビームとその周囲（円形）の強度比は約1000である。各検出器素子が対応する各ピンホールを通してある1点を観察するような設計となっているが、ユニットとして使用するには焦点の調整などの改良が必要である。

複合屈折レンズは、常時ビームラインに設置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。実験ステーションAであれば、ほぼ全ての実験に利用できる。また、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。

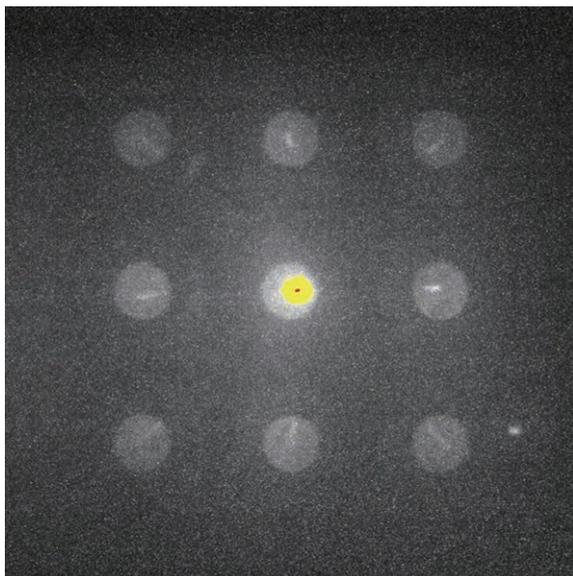


図3 ピンホールユニットX線透過像。中心のピンホールに光軸を調整してある。ピンホールを透過したビームと、その周囲（円形）の強度比は約1000。

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