

宇宙X線干渉計用ビームスプリッターの特性評価  
 Measurement of the X-ray Transmission and Reflectivity of a Beam Splitter  
 for an Astronomical X-ray Interferometer

北本俊二<sup>1,2,\*</sup>, 星野晶夫<sup>1,2</sup>, 瀬田裕美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>立教大学理学部, 〒171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1

<sup>2</sup>立教大学大学院理学研究科先端科学計測研究センター  
 〒171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1

1. はじめに

ブラックホールの研究、特にX線による観測的研究は、日本が世界をリードしている分野のひとつである。多種のブラックホール天体の存在とその関連、ブラックホール近傍で繰り広げられる超高エネルギー現象、宇宙ジェットとの関連等、詳しい研究結果の論文が数多く出版されている。これらの進歩の先に行うべき事は、確定的なブラックホールの証拠を「像として」捉えることであると考えている。X線によるブラックホールの撮像は、NASAの「Beyond Einstein」ロードマップの最終ミッションである「Black Hole Imager」として挙げられている[1]。そこでは、X線干渉計が用いられる予定である。X線干渉計は、実験室では実現されている。しかし、天体観測のためには巨大なシステムが必要である。前述の「Black Hole Imager」では500kmにもわたる距離を稼ぐために人工衛星の編隊飛行が提案されている[1]。実現するには50年以上はかかると思える。

我々は、ビームスプリッターを使うことで、長い距離をとること無く適度な干渉縞を撮像することができる、新しいX線干渉計のアイデアを考案した[2]。このアイデアを実験的に確認し、近い未来に天体からのX線の干渉像を取得して、天体のサイズ決定等が可能であることを示したい。本研究課題では、宇宙観測用のX線干渉計の開発のための要素技術であるX線ビームスプリッターの性能を評価する事を目的とする。

2. X線ビームスプリッター

自立多層膜で、X線ビームスプリッターを構成する。X線は宇宙に多く存在する酸素のKX線または炭素のKX線を、斜入射角10度または20度で入射させて使用するよう設計した。多層膜はMo/Siで周期長9nm、レイヤーペアを4層積

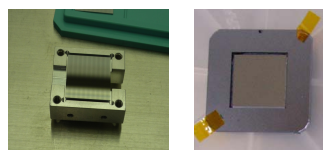


図1：(左)測定用ホルダーにのせた多層膜鏡。(右)ビームスプリッター

層したものである。また、同時に、Si基盤状に、同じ周期長である

が、レイヤーペアは20層とした多層膜鏡を作成した。図1に、ビームスプリッターおよび多層膜鏡の写真を示す。

2. 実験

今回は、第1回目の測定であり、まずは、多層膜鏡の反射率を測定した。多層膜は回転、平行移動ステージに搭載し、直接光と反射光はX線CCDで測定した。持ち込んだ実験真空槽の概略を図2に示す。CCDは平行移動ステージに取り付け、回転に従い移動させた。また、積分モードで使用する事で、それぞれの検出X線の量を測定し、反射率を見積もった。実験は反射角度のスキャンおよび、波長スキャンを行った。

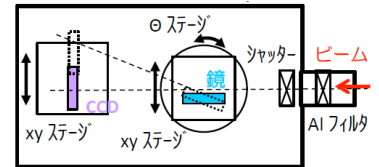


図2：持ち込んだ真空槽。サンプルは回転、平行移動ステージに取り付けた。ビームはX線CCDで検出する。

3. 結果および考察

図3に求めた反射率と、デザインパラメータでのシミュレーションの線を示した。ブラッグピークは測定できている。角度の小さい領域での反射率の落ちは、ビームが全て鏡に当たっていない事が原因である。一方、測定値が反射率を超えているのは、高次項の除去等ができていない等、まだ十分に較正できない無いためである。

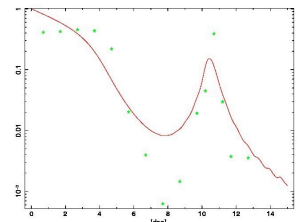


図3：反射鏡の反射率。データ点は測定した反射率で、線はデザインパラメータでのシミュレーション値である。

4. まとめ

今回の実験で、測定装置が全系動作する事を確認できた。次回のビームスプリッターの反射率および透過率測定の見込ができた。なお、較正は十分ではないため、反射率の値は、さらに検討が必要である。

参考文献

[1] K. Gendreau *et al.*, Proc of SPIE, 5168, 420G (2004)  
 [2] S. Kitamoto *et al.* Proc of SPIE, 8443E, 0XK (2012)  
 \*kitamoto @ rikkyo.ac.jp