

V319b バイナリブラックホール探査衛星 ORBIS に向けた MEMS X 線光学系の設計検討

武内数馬, 江副祐一郎, 小川智弘, 佐藤真柚, 中村果澄, 沼澤正樹, 寺田優, 大橋隆也, 佐原宏典, 堤大樹 (首都大学東京), 石川久美 (理研), 磯部直樹 (ISAS/JAXA)

我々は、Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) 技術を用いた超軽量 X 線望遠鏡、MEMS X 線光学系を開発している (Ezoe et al. 2010 Microsys. Tech.)。これまでに Wolter I 型望遠鏡による Al $K\alpha$ 1.49 keV の結像実証、Ir 膜付けた 1 回反射光学系による Ti $K\alpha$ 4.51 keV の反射実証に成功している (Ogawa et al. 2013 Appl. Opt.)。今回、バイナリブラックホール探査衛星 ORBIS に向け、光線追跡計算を用いた光学設計を行った。

ORBIS では活動銀河核 (AGN) からの X 線放射の時間変動を捉えるため 2–10 keV において、約 50 cm^2 程度の有効面積が必要となる。我々は独自に構築した MEMS X 線光学系用の光線追跡プログラムを用いて、Wolter I 型 (2 回反射) と 4 回反射光学系、さらには結像を行わない 1 回反射光学系の 3 種類のデザインにおけるシミュレーションを行って、最適な設計を調べた。この際には比較対象として、結像を行わない XOS 社製の集光型キャピラリ光学系 (直径 0.5 mm、1 本当たり面積 23 cm^2) との比較を行った。結果、2–10 keV の X 線に対して典型的な AGN のスペクトル形状を仮定し、受光できる光子フラックスをキャピラリ 2 本と比較した場合、Wolter I 段、4 回反射、1 段光学系ではそれぞれ 0.8 倍、2.3 倍、0.4 倍となることが分かった。ここで焦点距離は 300 mm、検出器面積は 17.5 mm^2 を仮定した。すなわち、反射回数を増やすと、1 回反射当たりの反射率の低減を押し返さえることができるため、段数は多い方が良い。一方で、反射回数が多いと、位置合わせの手間によるロスが考えられるため、この結果は Wolter I 型が最もよいことを示唆している。