

気球搭載用硬 X 線望遠鏡の開発

名古屋大学大学院 理学研究科
素粒子宇宙物理学専攻 博士課程 (前期課程)
宇宙物理学 (Ux) 研究室

竹内 敏

Abstract

現在我々は、10keV 以上の硬 X 線領域の天体観測を目的とした、硬 X 線望遠鏡の開発を行なっている。一昨年7月、本研究室と NASA/GSFC と共同で行なった気球実験 (InFOC μ S) では、世界で初めて 20~40keV の硬 X 線領域での集光撮像観測に成功し、硬 X 線望遠鏡の有用性を示した。

本研究で開発中の気球搭載用硬 X 線望遠鏡は、InFOC μ S 搭載型と同じ Wolter I 型光学系で口径 40cm、焦点距離 8m、斜入射角 $0.11^\circ \sim 0.36^\circ$ である。反射面にはブラッグ反射の原理を利用した白金/炭素の多層膜スーパーミラーレプリカ反射鏡を使用する。

X 線望遠鏡に必要な反射鏡の総数は 2040 枚と大量に必要である。本研究では性能の良い反射鏡を効率良く製作出来るシステムを確立させた。これにより我々の研究室独自で望遠鏡の開発が可能となった。

また、InFOC μ S と比べ幾つかの点で改良を加えた。一つは、反射率を向上させるために、直接レプリカ法を用いた点である。InFOC μ S では白金単層膜のレプリカ反射鏡に多層膜スーパーミラーを成膜していたのに対し、直接レプリカ法では多層膜スーパーミラーを表面の滑らかな円筒形状のガラス母型に直接成膜し、厚さ 0.15mm のアルミ薄板に離形・転写する。この方法により、反射率の向上と製作の効率化が可能となる。

もう一つは、スーパーミラーのエネルギーの広帯域化 (20~60keV) である。最小の積層数で最大反射率が得られる設計法を確立し、X 線反射率測定によって十分な性能が得られることを確認した。

現工程で製作した反射鏡の性能評価は、可視光平行光源装置、3次元表面形状測定器、X 線光学特性評価装置を用いた。その結果、1 ラインの母線方向を測定して得られた結像性能は最高で 1.02 分角 (HPD) を達成し、300 枚で 2.42 ± 0.75 分角 (HPD) となり、昨年までに製作した反射鏡と比べて約 10% 向上した。また、200 枚の界面粗さは $3.29 \pm 0.51 \text{ \AA}$ で新しいデザインも考慮にいれた有効面積を導き出すと 30keV で 100 cm^2 、40keV で 67 cm^2 、50keV で 34 cm^2 、60keV で 14 cm^2 となり、InFOC μ S と比べて、30keV で 20%、40keV で 26.1%、50keV で 38.6%、60keV で 57.8% の向上が見込まれる。以上の事を踏まえ、製作した反射鏡を組み上げ、望遠鏡の性能評価を行なった。

これらの硬 X 線望遠鏡の開発は我々の研究室単独で行なわれたもので、初の国産硬 X 線望遠鏡であり、将来の望遠鏡開発の大きな指針となるものである。