

直接レプリカ多層膜スーパーミラーによる 硬 X 線望遠鏡の製作と性能評価

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

福田 真一

Abstract

これまでの X 線望遠鏡では、エネルギー領域が 10 keV 以下に限られている。次世代の X 線望遠鏡として、10 keV 以上の高エネルギー領域で観測性能を持つ硬 X 線望遠鏡の開発が大きな課題となっている。10 keV を越える硬 X 線領域の集光結像には、反射鏡に多層膜スーパーミラー、光学系に開口効率の高い多重薄板型を採用する。現在我々は、将来衛星計画の pilot mission となる、日米共同気球搭載硬 X 線望遠鏡観測実験 InFOC μ S を推進している。この計画の硬 X 線望遠鏡は、反射面に白金/炭素の多層膜スーパーミラー (周期長 2.90~13.0 nm、積層数 25~60) を用い、20~40 keV 領域での撮像観測を行う。第 1 回の気球実験は 2001 年夏に予定されている。気球搭載用硬 X 線望遠鏡の反射鏡は ASTRO-E タイプの白金単層膜薄板レプリカ鏡に多層膜スーパーミラーを成膜して製作した。

我々は将来の衛星搭載を目指しこの方法を発展させて、多層膜反射鏡の製作方法として画期的となる直接レプリカ法を開発した。直接レプリカ法とは超平滑な母型の上に反射鏡面となる多層膜スーパーミラーを成膜し、接着剤を用いてアルミ薄板 (厚さ 0.15mm) に離形・転写する技術である。直接レプリカ法では、多層膜スーパーミラーの反射率の向上、製作の効率化等の利点がある。

本研究では、直接レプリカ多層膜スーパーミラーによる硬 X 線望遠鏡の製作と性能評価を行った。

製作した反射鏡の性能評価は、主に研究室内の X 線光学特性評価装置で行った。Cu-K α (8.04 keV) X 線反射率の角度依存性、連続光 (5~50 keV) による反射率のエネルギー依存性を測定した結果、30 keV、入射角 0.17 度で全反射鏡に対して 3 倍の向上に相当する 63% の反射率を達成した。結像性能は、X 線反射像、反射鏡の場所による X 線反射方向の変化、及びレーザーによる表面形状の直接測定、可視光平行光源装置を用いた可視光像の評価の結果、1.4 分角 (Half Power Diameter) を達成した。

また、本研究での以上の成果を踏まえて、直接レプリカ法を用いて反射鏡を量産し、望遠鏡として組み上げた。望遠鏡の性能評価は X 線ペンシルビームを望遠鏡に照射し、焦点像を測定することで有効面積、結像性能、視野を導きだした。

これらの研究は、我々の研究室独自で開発したレプリカ法による多重薄板型 X 線望遠鏡製作システムで行われたものであり、初めて本格的な国産硬 X 線望遠鏡開発である。またこれらの結果は、将来の X 線望遠鏡開発に重要な指針を与える。