

W59a 硬 X 線望遠鏡用多層膜スーパーミラーの設計

宮田裕介、國枝秀世、古澤彰浩、森英之、加納康史、松田賢治、酒井理人（名古屋大学）、田村啓輔（ISAS/JAXA）

10keV 以上の硬 X 線領域において全反射光学系に代わり実用的であるのが、多層膜によるブラッグ反射を利用した光学系である。多層膜の周期長を深さ方向に変化させた多層膜スーパーミラーを開発することで、硬 X 線領域において広いエネルギーバンドで高い反射率を持つ反射鏡が実現できる。次期 X 線天文衛星 ASTRO-H 用の硬 X 線望遠鏡 (HXT) には Pt/C 多層膜スーパーミラーが搭載される。今まで硬 X 線望遠鏡用スーパーミラーは焦点距離 8m、最小半径 6-20cm を仮定し、最小入射角 0.11° で設計されていた物を転用してきた。しかし、HXT は焦点距離 12m、半径は 6-22.5cm であるため最小入射角が 0.07° になった。より小さな角度を利用できるようになったが、この低入射角側の反射鏡 54 枚が十分最適化されていなかった。そのため、内側の多層膜は過剰に積層している。そこで、低入射角用に、より少ない積層数で、より高い反射率のスーパーミラーを設計した。

具体的な設計自体は、外側の設計と同じ手順である。まず全反射の利用を考え、最上層の Pt の厚さを決めた。次に、最上層を 40% 透過できるエネルギーの X 線をブラッグ反射するように二層目の周期長を決め、三層目以降はブラッグピークのエネルギー間隔が等間隔になるよう並べた。そして、ブラッグピークが 80keV を超えたところを周期長の下限とした。この設計の結果、70keV 以上で 1% 程度有効面積が低下したが 40-70keV で 3-5% 向上し、反射鏡一枚あたりの積層数は 28 層から 10-21 層へ減少した。実際に反射鏡を作成し、高輝度放射光施設 SPring-8 で測定した結果、ほぼ設計通りのものができた。結果として、有効面積を減らさずに、積層数を減らすことができたと言える。本講演では設計の結果と、SPring-8 で確認された新設計の多層膜の性能を紹介する。