

## Abstract

10keV以下のX線領域では集光結像光学系により精密観測が可能となっているが、最近まで10keV以上の硬X線領域では集光結像系による撮像観測が困難で実現されてなかった。2001年7月、名古屋大学の我々の研究室とNASA GSFCと共同で硬X線集光観測気球実験(InFOC $\mu$ S)を行ない、開発したスーパーミラーの技術を用いた硬X線望遠鏡による天体観測を行なった。この気球観測実験により世界で初めて硬X線領域(20-40keV)の集光撮像観測が実現した。

今後の目標として、InFOC $\mu$ Sに搭載された硬X線望遠鏡の観測帯域の限界であった40keVを越えて観測波長帯域をさらに広げ、80keVまで観測することを目標にしている。このため、さらに高いエネルギーに感度がある反射鏡の開発が必要で、多層膜スーパーミラーの設計を再改良する必要がある。本研究では40keV~80keVの硬X線にも感度のある多層膜スーパーミラー反射鏡を次世代X線観測衛星に搭載することを考え、スーパーミラーの広帯域化と高効率化を目指し、設計方法を再構築した。

これまでの設計方法では低エネルギー側の多層膜を積み過ぎているため、硬X線側に感度を広げることが困難であった。そこで設計方法を再考し、各反射鏡について入射角と観測波長帯域を決めると最適なスーパーミラーの設計パラメータを算出できる設計方法を確立した。設計方針は積分反射率が最大かつ観測帯域で反射率プロファイルがフラットになるようにし、入射角は $0.1^\circ$ ~ $0.4^\circ$ 、周期長 $d$ は $130$ ~ $24\text{\AA}$ 、観測帯域は $0.1$ ~ $80\text{keV}$ を条件に設計した。その際の制限として粗さの積層効果を考慮し総積層数は最大200層にしている。さらに将来の衛星への搭載を考え、大きな入射角で全反射とブラッグピークを滑らかにつないだ。この結果、入射角 $0.2^\circ$ 用の反射鏡では最小周期長 $d=24\text{\AA}$ で80keVまで十分な反射率を持ち、フラットで平均37%を越える反射率プロファイルが得られた。さらにこれらの計算を基に反射鏡を組み上げた望遠鏡の有効面積について考察し、衛星搭載用か気球搭載用か、また観測対象のスペクトルを考慮し最もフォトン数を稼ぐにはどのように設計すべきか考察する。

このように設計したものは実際に製作し、反射率を測定することで性能評価を行なった。これまで製作したものを性能評価した結果、界面粗さにして平均 $4\text{\AA}$ を達成した。しかし多層膜スーパーミラーを広帯域化する際の問題点として多層膜の総積層数がある。入射角が大きくなるほどX線は膜の中まで侵入してくるため、層数を増やす必要がある。だがこれまでの研究から層数が増えると界面粗さが悪くなる傾向があることが分かっている。そのため粗さの積層効果について調べ、界面粗さの改善について考察する。