

W04a 気球搭載用 多層膜スーパーミラーの設計と製作

芳賀一壽、山下広順、国枝秀世、田原譲、秋山一也、中條徳雄（名大理）

我々は、20keV以上のエネルギー帯域における撮像観測のための多層膜スーパーミラー硬X線望遠鏡の開発を行なっている。

これまでの、10keV以下を目標帯域としたX線望遠鏡では、金などの金属単層膜をFoilなどに蒸着することで、X線の全反射によって反射率を稼ぎ集光することができた。

それに対し、20keV以上では、実用的な角度で、X線の入射角が臨界角を越えてしまうために、十分な反射率が得られない。そこで、重元素と軽元素を交互に積層することにより、人工的な周期構造をつくり出すことのできる多層膜を用いると、ブラッグ条件 $2d\sin\theta = m\lambda$ を満たす角度で、特定の波長に関して非常に高い反射率を得ることができる。

さらに、広い波長域で、広い視野で、高い反射率を達成しようとするためには、このブラッグ条件を広範囲に渡って達成させる必要がある。そこで、われわれはある周期長 d_1 の多層膜の上に、ことなる周期長 d_2 の多層膜を積層するといった複数の多層膜ブロックをいくつか積層するという方法を新しく考案することにより、これを実現した。

その設計方法とは、目標とするエネルギー帯域で、多層膜をまず適当に4ブロック積み、その積分反射率を計算する。そして、ある一ブロックだけ周期長 d 、積層数 N 、(重元素厚み/周期長 d) = Γ を自由パラメータとして、残りのブロックのパラメータを固定し、積分反射率が最大となるよう iteration を行い、最適化を行うものである。

この設計に基づき、Pt/Cの元素で、 $d = 44.6, 32.7, 37.9, 31.1\text{\AA}$ といった4ブロックの多層膜を実際に積層し、評価したところ入射角0.3度、27~40keVで、20~30%というほぼ期待通りの広エネルギー域において、高反射率を達成した。

今回の発表では、目標とするエネルギー帯域(25~40keV)での多層膜スーパーミラーのこのような最適化の方法と、実際にそれを製作し、Mo-KのX線(17.5keV)などで評価した結果を述べる。