

V341a Si 高温塑性変形技術を用いた薄板型 X 線光学系の開発

沼澤正樹 (都立大), 石田學 (JAXA 宇宙研), 江副祐一郎, 石川久美, 岸川涼, 世良直也 (都立大), 前田良知, 伊師大貴 (JAXA 宇宙研), 武尾舞 (埼玉大), 森下浩平 (九州大), 中嶋一雄 (東北大)

我々は、高角度分解能と大有効面積が求められる将来の宇宙観測に向けて、Si 高温塑性変形技術を用いた薄板型 X 線光学系の開発を行っている。本光学系は、従来用いられた Al と同等の密度でありながら、より剛性が高く優れた反射面形状を持つ Si 結晶を用いることで、軽量性を維持したまま高角度分解能を狙える。開発の鍵を握るのが Si の結晶面をずらして基板形状を自由に湾曲させることができる高温塑性変形技術である。

本光学系は ~ 30 mm (母線方向) $\times$ ~ 60 mm (位相角方向) の長方形にカットした厚さ 0.3 mm の Si 基板を凹型/凸型の治具で挟み、高温環境下でプレスすることで塑性変形させる。塑性変形後の Si 基板は、治具形状が再現された曲率半径 ~ 100 mm の円錐面を持つ。これまで、円錐面に湾曲させた反射鏡の試作と性能評価、及び原子層堆積法を用いた円錐面反射鏡への重金属膜付を行い、基礎技術を実証してきた (Nakaniwa et al. 2020 Appl. Opt., 武尾ほか天文学会 2021 年春季年会, Numazawa et al. 2023 Proc. SPIE)。今回我々は、高温塑性変形の加工条件と Si 結晶面に注目して最適化を行い、JAXA 宇宙研 30 m ビームラインにおいてチャンピオンサンプルの結像性能を評価した。サンプルの位相角を回転させながら、Al $K\alpha$ 1.49 keV ビームで 1 mm 毎に走査し、都度 CMOS カメラで反射像を取得した。結果として、基板一部照射の最良値で ~ 30 秒角、基板全体の平均値で ~ 1 分角と、いずれも条件だし以前に比べて ~ 1.5 倍の改善を達成した。並行して、より形状精度の良い変形治具の製作にも取り組んでおり、今後さらなる改善の見込みを得ている。本講演では、これまでの開発状況と最新の結果について、詳細を報告する。