

V311b Si 高温塑性変形技術を用いた薄板型X線光学系のための光線追跡シミュレータの開発と Jaccard 係数による評価

世良直也 (都立大), 岸川涼 (東大/国立天文台), 沼澤正樹 (都立大), 石田學 (ISAS/JAXA), 江副祐一郎, 石川久美, 松村温斗, 内野翔, 宮本明日香 (都立大), 前田良知, 伊師大貴 (ISAS/JAXA), 武尾舞 (富山大), 森下浩平 (九州大), 中嶋一雄 (東北大学)

我々は将来の宇宙観測に向けて、Si 基板を自由に湾曲させる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 (Nakajima et al. 2005 Nat. Mater. , Nakaniwa et al. 2020 Appl. Opt.). ナノメートル rms のフラットな反射面と高い剛性を持つ Si 結晶を反射鏡の素材に用いることで、軽量かつ高分解能な光学系の実現を目指す。本光学系は 30 mm (母線方向) × 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/凸型治具で挟み、高温環境下でプレスすることによって、曲率半径 ~ 100 mm の円錐面に塑性変形させる。本研究では、モンテカルロ法を用いた本光学系固有の光線追跡シミュレータの開発を行った。レーザー変位計で取得した反射鏡実物の母線形状データを入力情報とし、生データへの平滑化処理条件を変えながら、X線照射結果 (沼澤ほか天文学会 2025 年春季年会) に対する再現性を Jaccard 係数を用いて定量的に評価した。ここで Jaccard 係数とは、2 つの集合における積集合の要素数を和集合の要素数で割った値であり、両者の類似度を表す指標である。結果として、反射面の大部分において実測の反射光を模擬できる処理条件を得た。本シミュレータを活用してX線照射による性能評価を代替することで、同試験にかかる時間を 90% 以上削減でき、すなわち本光学系の開発サイクルの迅速化に繋がると期待できる。本発表では上記の詳細と今後の展望について報告する。