

V340a 光線追跡シミュレーションによる小型飛翔体搭載用高性能 X 線望遠鏡の検討

三石郁之, 作田皓基, 安福千貴, 藤井隆登, 吉田有佑, 吉原諒, 吉平圭徳, 田中良磨 (名古屋大学)

我々は世界で初めて太陽フレアの X 線撮像分光観測を実現した、観測ロケット実験 FOXSI-4 に二台の国産高角度分解能 X 線望遠鏡を搭載した。これにより当該分野初となる国産高角度分解能 X 線望遠鏡の海外ミッション搭載という偉業を成し遂げた (2024 年秋季年会 作田他、吉田他)。FOXSI-4 打ち上げ後は、飛翔機会が相対的に多いことが期待される、超小型衛星や観測ロケットを含む、小型飛翔体仕様の高性能 X 線望遠鏡開発も精力的に進めている (2024 年秋季年会 安福他、三石他)。小型飛翔体では、望遠鏡は小型化 (= 小口径・短焦点距離化) かつ軽量化する必要がある、これに伴う材質選定および設計パラメータの再検討などが求められる。特に後者については大きな斜入射角となるため、非光軸光に対する幾何収差・迷光等の振る舞いを理解しなければならない。

そこで我々は独自の光線追跡シミュレータを用いて、まずは単一反射鏡に対する、幾何収差・有効面積・視野等に対する口径 (直径 20–100 mm)、焦点距離 (250–2,000 mm)、非光軸角およびエネルギー依存性を調査した。ここで反射鏡のデザインパラメータとして、FOXSI-4 搭載品 (Wolter I 型形状の二段一体型の純ニッケル製反射鏡、全長 200 mm) を仮定した。結果として、例えば角度分解能 (HPD) は、形状誤差なしでの幾何収差のみであっても直径 60 mm, 焦点距離 200 mm の場合、非光軸角 0.15° でおよそ 25 秒角、さらには 0.33° では 100 秒角程度@1 keV にまで悪化した。一方で 0.3 keV 程度の非常に低いエネルギー帯では有効面積は 5 cm^2 , 視野は $\sim 3^\circ$ 程度と大きな値を示した。ただし、この視野内での角度分解能や迷光による S/N 比は、視野中心からの離角依存性が大きく、トレードオフを考慮する必要がある。本講演では、ミッション要求に応じたより実践的な設計パラメータの最適化を図るための網羅的な結果、さらには複数枚の反射鏡における検討結果も報告する。