

W59a ASTRO-F 望遠鏡の現状報告と主鏡支持部の再検討

金田 英宏、中川 貴雄、村上 浩、小野田 淳次郎、佐藤 英一、八田 博志、片坐 宏一、塩谷 圭吾 (宇宙研)、尾中 敬 (東大理)、山城 亮治 (NIKON)、他 ASTRO-F チーム

2004 年度以降に打ち上げ予定である赤外線天文衛星 ASTRO-F には、SiC 素材を用いた軽量かつ高性能な、口径 710 mm (有効径 670 mm) F/6 Ritchey-Chretien 望遠鏡が搭載される。これまで過去 4 回の年会で、この SiC 望遠鏡の試作段階から開発状況を逐次、報告してきた。とくに昨年の春季年会では、フライトモデル望遠鏡の極低温光学試験で得られたデータの解析結果を示し、実際に軌道上で予想される光学性能についての最終報告を行った。ところが、その後に行なわれた極低温振動試験で、主鏡支持部が破壊するという予期せぬ不具合が生じた。

この破壊の主因として、支持部に用いられている金属材スーパーインバーの低温での相変態があげられる。スーパーインバーは 200 K 以下の低温で相変態を起こし、CTE が一桁近く大きくなるため、極低温で想定外の大きな熱応力がかかり、その上に振動応力が加わって破壊に至ったと推測される。ASTRO-F 望遠鏡開発チームは、設計段階でこのスーパーインバーの特異性を認識せず、単純に SiC とのより良い CTE マッチングを期待して、インバーではなく敢えてスーパーインバーを選定した。また、支持構造は、光学性能に重点がおかれた設計になっており、機械設計の観点からの最適化が完全ではなかった。

現在は、極低温での物性値/強度の実測と FEM モデルによる応力解析という両面から、支持部金属材の変更と支持構造の見直しを急ピッチで進めている。一般に、衛星搭載用の大型冷却鏡は、その支持方法に対し、機械設計と光学設計の両観点から、ときには相反する条件を極低温で満足させなければいけないところに難しさがある。本講演では、ASTRO-F 望遠鏡改修の現状報告を行ない、今回の不具合で得られた教訓を、将来に向けた大型冷却鏡の支持部設計にいかにかすかという点についても言及する。