

超小型衛星 GEO-X に搭載する X 線撮像分光装置の打ち上げ環境耐性の検証

○竹内 優人¹ 石牟礼 碧衣¹ 沼澤 正樹¹ 江副 祐一郎¹ 石川 久美¹ 森本 大輝¹ 佐原 宏典¹ 白井 健太郎¹ 中嶋 大² 清水 太翔² (1. 東京都立大学 2. 関東学院大学)

我々は地球磁気圏 X 線撮像衛星 GEO-X (GEOspace X-ray imager; Ezoe et al. 2023, JATIS) に搭載する X 線撮像分光装置 (PL) を開発している (Numazawa et al. 2024, Proc. SPIE; Nakajima et al. 2023, JATIS; Mitsuishi et al. 2024, Proc. SPIE など)。X 線を集光結像する超軽量 X 線望遠鏡、可視光遮光フィルター、高い時間分解能で撮像分光が可能な CMOS カメラ、およびこれらを保持するハウジングから構成されており、月付近から広視野での磁気圏 X 線撮像を目指す。衛星搭載品となるため、ロケットによる打ち上げ時の振動に対する耐性の検証が必要である。これまでの開発で PL の構造解析を行い設計上の振動耐性は確認してきたが、実機での検証はまだであった。そこで本研究では、GEO-X PL 実機の振動耐性を実証することを目的として、熱構造モデルを用いた振動試験を実施した。

試験を実施するにあたって、我々はまず加振機と PL を締結する加振治具を特注製作した。できる限り設定に近い加振プロファイルを PL に与えるため、治具は高い剛性を持つ必要がある。そこで構造解析ソフト Ansys を用いて固有振動数が 500 Hz を超える高い剛性を持つ治具を設計し、アルミニウム合金を素材として製作した。試験は神奈川県立産業技術総合研究所が所有する加振機 (i250/SA5M) を使用して行った。構造解析に基づいて最も振動による影響が懸念される 1 軸を選択し、PL 熱構造モデルに対するランダム振動加振を実施した。加振プロファイルは NASA が提供する General Environmental Verification Standard (GSFC-STD-7000) の受入試験レベル (10 Grms) に設定し、治具に設置した加速度センサで制御した。PL にもモニター用の加速度センサを取り付け、振動の前後でサイン波によるモーダルサーベ이의応答を比較した。さらに非接触三次元形状測定器 NH-3 を用いて振動試験前後の望遠鏡単体の形状測定を実施し、定量的な評価を行った。結果として、PL には目視で確認できる破損はなく、振動応答にも有意な変化は認められなかった。望遠鏡形状の変化は曲率半径にして 1 段目 -0.57%、2 段目 -0.02% と、いずれも許容値 (それぞれ $\pm 1.8\%$ 、 $\pm 0.6\%$) 以内であり、光軸のずれも無視できるほど小さかった。以上より PL が打ち上げ時の振動環境に耐えうる設計であることが実証できた。本講演ではこれらの試験と評価結果の詳細、および今後の展望について述べる。