（別紙様式16-2）

White Sands Missile Rangeにおける太陽フレア観測ロケット実験 FOXSI-5 の最終調整作業

Final adjustments of the solar flare sounding rocket experiment FOXSI-5 at White Sands Missile Range

吉田有佑、名古屋大学大学院・理学研究科

本出張は、ISEE 若手国際派遣支援プログラムの支援を受け、Focusing Optics X-ray Solar Imager: FOXSI の 5 回目の打ち上げである FOXSI-5 ロケット全体の統合試験を米国 White Sands Missile Range にて実施した。

[背景]

FOXSI-5 は 2024 年 4 月に打ち上げられた前号機 FOXSI-4 のリフライトミッションであり、FOXSI-4, 5 ともに太陽フレアの軟/硬 X 線集光撮像分光観測を通してフレアに伴う粒子加速・プラズマ加熱機構等の解明を目的としている。太陽フレアは、磁気リコネクション、粒子加速、プラズマ加熱等、宇宙で普遍的に見られる物理現象を内包しており、その機構を解明することで、宇宙物理学、プラズマ物理学、地球物理学等の幅広い分野に応用することが可能である。太陽フレア機構の解明には詳細な空間構造の把握が必須であるため、我々は高角度分解能宇宙 X 線望遠鏡を開発してきた。昨年の 3 月から 6 月にかけて望遠鏡単体の振動耐性評価試験、地上較正試験を行い、7 月にペイロードへの取り付けを行った。本試験はロケット全体の統合試験であり、打ち上げの是非に関わる最終試験となる。本試験で得られた知見は、我々が現在進めている超小型衛星搭載用 X 線望遠鏡開発のみならず、超小型衛星開発全体を見通す上で重宝するものである。また、超小型衛星搭載用の X 線望遠鏡は提案中のオーロラ観測ロケット実験 LAMP2 への搭載も予定しており、将来的には太陽観測のみならず、太陽地球系物理分野への貢献も期待できる。

[試験内容]

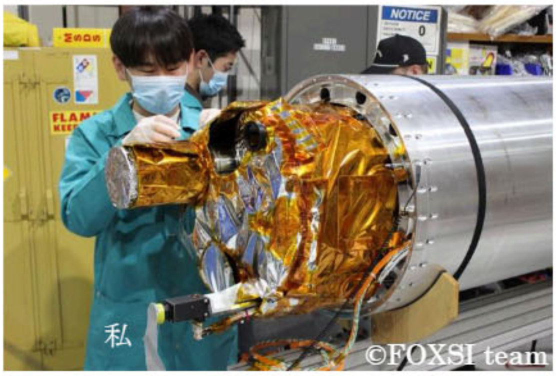
本出張では、ロケット全体の統合試験を行った。主な試験内容として、剛性試験、振動耐性評価試験、テレメトリー試験、シークエンス試験等、機械強度・姿勢制御・通信・オペレーションといった様々な観点で評価された。その中でも我々の望遠鏡との関わりが深いのは振動耐性評価試験と振動試験前後の X 線アライメント試験である。振動試験は前号機 FOXSI-4 での実績を踏まえ、エンジンの段階分離に伴う正弦波振動を除き、音響振動を模擬した 3 軸のランダム加振試験を行った。最も破壊の恐れがあった他望遠鏡 1 台にのみ加速度計が取り付けられたが、この加速度計の応答と過去振動試験の実測値から我々の望遠鏡に対する振動負荷を予想し、その負荷が非常に小さいことを確認した。X 線アライメント試験は、望遠鏡の 20 m 先から X 線を照射し、検出器で得られたイメージを解析することで望遠鏡のアライメント状態を推定するものである。しかし、振動試験前は使用した X 線発生器の強度が弱く、アライメント状態の推定に十分な統計数を得ることができなかった。そのため、検出器チームと協力し、アライメントの推定に十分な統計数を得るために必要な露光時間・X 線の強度を理論的に見積もり、露光時間の延長もしくはより強い X 線発生器の使用が必要であることを提示した。結果、振動試験後の X 線アライメント試験では強度が 1 桁大きい X 線発生器を使用することでチーム全体が合意し、振動試験前と同程度の露光時間でアライメント状態の推定に十分な統計数を得ることに成功した。得られたデータは現在解析中であり、最終的なアライメント状態はデータ解析時に必須となる応答関数のパラメータに組み込まれる。

[今後の展望]

本出張で、ロケット全体の統合試験の内容を知ることができた。私の滞在期間で行われたものは全体の 2/3 程度であるが、我々が進めている超小型衛星搭載用 X 線望遠鏡開発に

おいても今回の経験を踏まえ、打ち上げまでの見通しを持った開発を進めていきたい。
[最後に]
本主張は本来 11 月の渡航を予定していたが、米国事情の影響により、出張期間の大幅な遅れが生じてしまい、渡航時期が 3 月になってしまった。不測の事態にも関わらず、諸々の手続きを全て滞りなく進めていただいた高橋早苗氏に感謝申し上げたい。また、本出張で得られた経験は私のキャリアにとっても大きな刺激を与え、そのような機会を実現してくださった名古屋大学宇宙地球環境研究所国際連携研究センターの若手国際派遣支援プログラム関係者の皆様、受け入れていただいた三好由純教授に感謝申し上げる。

指導教員：三石郁之 先生



熱制御用フィルターを取り付ける様子

チームの集合写真