

## MMXにおける宇宙機へのダスト付着量の評価

九州工業大学工学部宇宙システム工学科電気宇宙システム工学コース

221A3035 川村萌笑

指導教員：豊田和弘 教授

本研究は、JAXAの火星衛星探査計画(MMX)において懸念される、フォボス表面のレゴリス(ダスト)による探査機の熱制御材への付着リスクを評価することを目的とする。本実験では、熱制御材である多層断熱材(MLI)および銀蒸着テフロン(銀テフ)に対し、フォボス模擬ダストを用いた付着実験を行い、ダストの粒径およびバイアス電圧が与える影響を定量的に評価した。結果、銀テフはMLIに比べてダスト付着量および付着密度が高く、特に100 $\mu\text{m}$ 以下の粒子においては重力による除去が困難であることが確認された。また、バイアス電圧(50V, 100V)の印加は、静電気力により特に銀テフにおいて付着量を顕著に増大させた。考察として、材料間の差異は主に表面性状に起因すると結論付けた。MLIは表面の微細な凹凸構造がダストとの実効接触面積を減少させ、付着力を低減させ、銀テフは実験過程等で表面に生じた多数の傷がダストを物理的に捕捉し、付着を強く促進させたと考えられる。また、理論計算値との乖離については、実験時のダストが多層堆積構造をとるため、パネルと非接触の上層粒子が自重で脱落したことが主因であると考察した。

### Evaluation of Dust Adhesion on Spacecraft for the MMX Mission

KAWAMURA Moe, 221A3035, Electrical and Space System Engineering Course,

Department of Space System Engineering, Kyushu Institute of Technology

Supervisor: Prof TOYODA Kazuhito

This study evaluates the risk of Phobos regolith adhesion to thermal control materials for JAXA's MMX mission. We conducted experiments using Phobos simulant on Multi-Layer Insulation (MLI) and Silverized Teflon (Ag-FEP) to quantify the effects of particle size and bias voltage. Results showed that Ag-FEP had significantly higher adhesion than MLI. Particles under 100 $\mu\text{m}$  were particularly difficult to remove by gravity. Applying bias voltage (50V, 100V) further increased adhesion due to electrostatic forces, especially on Ag-FEP. We conclude that surface properties drive these differences: MLI's microscopic roughness reduces the effective contact area, whereas scratches on the Ag-FEP surface physically trap dust. Discrepancies with theoretical values were attributed to the dust's multilayer structure, where non-contacting upper layers fell off due to gravity.

## 目次

- 1 序論
  - 1.1 研究背景
  - 1.2 研究状況
  - 1.3 目的
- 2 研究手法
  - 2.1 原理
  - 2.2 ダスト供試体
  - 2.3 パネル供試体
  - 2.4 実験装置
  - 2.5 実験方法の概要
  - 2.6 実験パラメータ
  - 2.7 解析方法
- 3 実験結果
  - 3.1 ブランク実験結果
  - 3.2 ダスト付着測定結果
- 4 考察
  - 4.1 MLIにおける付着特性
  - 4.2 銀テフにおける付着特性
- 5 総括
  - 5.1 まとめ
  - 5.2 今後の課題
- 6 付録
  - 6.1 Arduino プログラム
  - 6.2 実験結果パネル表面画像一覧
- 7 謝辞