

月惑星探査のための基盤技術の研究

研究代表者 天野 嘉春
(基幹理工学部 機械科学・航空宇宙工学科 教授)

1. 研究課題

多くの国々が、人類の活動領域を広く宇宙に広げようとしている。国際宇宙ステーション ISS を起点にして太陽系へと拡大し、最終的には有人の火星探査は着々と計画が進められている。有人宇宙探査は、国際宇宙探査協働グループ ISECG が定めた国際協働による ISS の次の長期目標である。有人宇宙探査には、多くの克服すべ技術的課題、膨大な費用が掛かるなどの問題があるために、多くの国々が国際協働の形で、持続的に共通目標を掲げて取り組む必要がある。この有人宇宙探査は、世界的に大きな流れが形成され始めている。日本はこれまで、多く地球観測衛星、科学衛星、ISS、月探査かぐや、小惑星探査はやぶさなどの成功を収めてきた宇宙探査先進国である。今後、日本が主導的な立場で無人・有人宇宙探査を、他の多くの国々と進めていくためにも基盤となる科学・技術の継続的な研究が必要である。本研究プロジェクトの第2期では、月惑星探査に関わる基盤となる技術開発を継続する。新たに、表面探査用移動体の絶対位置評定技術や、3次元環境取得、また SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) などの技術を月惑星探査用に洗練させる。また、引き続きレゴリスのハンドリング技術を利用した月惑星上でのサンプル収集、ハンドリング技術一般を開発することを目的とする。

2. 主な研究成果

- 川本広行が JAXA「宇宙探査イノベーションハブアドバイザーボード」の専門委員に委嘱された。
- 安達 眞聡の提案が JAXA「宇宙探査イノベーションハブ 第7回研究提案募集(RFP) チャレンジ型」に研究採択された(・2022.11)。

https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/topics/RFP_announcement7.html

- 川本広行が Qatar University, Post-Doc Initiative Program の Reviewer に委嘱された。
- H. Kawamoto, Electrostatic cleaning equipment for dust removal from soiled solar panels, *J. Electrostat*, 98 (2019) pp.11-16 が、Journal of Electrostatics の Most Cited Article と Most Downloaded Article に選定された。

<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-electrostatics/most-cited-articles>

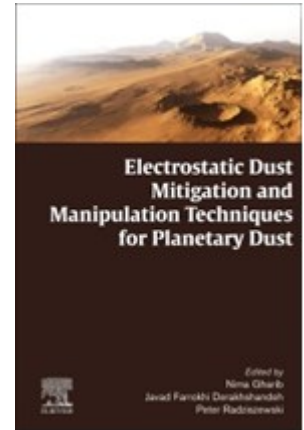
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-electrostatics/most-downloaded-articles>

- Lesile Connelly, "Electromagnetic experiment sweeps dust, purifies air in a lunar

lander," TECHNICAL NOTES in American Society of Civil Engineers (2022.7) に、H. Kawamoto, "Feasibility Study on Electrostatic Precipitator Combined with Ionic Fan for Air Purification in Lunar Module," *J. Aerospace Engineering*, Vol. 35, Issue 4 (2022) 04022053. が紹介された。

<https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/article/2022/07/18/electromagnetic-experiment-sweeps-dust-purifies-air-in-a-lunar-lander>

- 共同執筆の本 "Electrostatic Dust Mitigation and Manipulation Techniques for Planetary Dust," (川本執筆 Chapter 6 Particle handling with electrostatic force) が、Elsevier より発行された。



3. 共同研究者

川本 広行 (名誉教授・名誉研究員)
長谷部 信行 (名誉教授・名誉研究員)
安達 眞聡 (招聘研究員・京都大学 助教)
大内 茂人 (招聘研究員)
石川 貴一郎 (招聘研究員・日本工業大学 准教授)
町田 宏隆 (嘱託)

4. 研究業績

4.1 学術論文

- H. Kawamoto, "Feasibility Study on Electrostatic Precipitator Combined with Ionic Fan for Air Purification in Lunar Module," *J. Aerospace Engineering*, Vol. 35, Issue 4 (2022) 04022053.
- H. Kawamoto, K. Nogami and Y. Kadono, "Vibration Conveyance of Lunar Regolith in Lunar Environment," *Acta Astronautica*, Vol. 197 (2022) pp.139-144.
- H. Kawamoto, "Electrodynamic dust shield systems to clean soiled solar panel," *33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)*, Nagoya (2022.11).
- D. Budzyń, E. Tuohy, N. Garrivier, T. Schild, A. Cowley, R. Cruise, M. Adachi, H. Zare-Behtash, A. Cammarano, "Lunar Dust: Its Impact on Hardware and Mitigation Technologies," *46th Aerospace Mechanisms Symposium*, Virtual Conference (2022.5)

4.2 総説・著書

- H. Kawamoto, "Chapter 6 Particle handling with electrostatic force," in Nima Gharib, Javad Farrokhi De-rakhshandeh and Peter Radziszewski (edition) "Electrostatic Dust Mitigation and Manipulation Techniques for Planetary Dust," Elsevier, 2022.

4.3 招待講演

- 安達眞聡, 2023 年度 第一回静電気学会研究会, "静電気力を利用した月レゴリス粒子のハンドリング," 東京 (2023.3)

- 安達眞聡, 第 64 回 "超"を目指す軸受技術研究会, "宇宙開発の鍵となる月・火星レゴリス粒子のハンドリング技術," 京都 (2022.12)
- 安達眞聡, 2022 年度 第 2 回静電気基礎研究委員会, "宇宙探査・開発の鍵となる静電気力を利用したレゴリス粒子のハンドリング," オンライン (2022.11)
- M. Adachi, Seminar at Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), "Handling Technologies of Granular Materials Utilizing Electrostatic Force and Vibration," Köln (2022.9)

4.4 受賞・表彰

- 安達眞聡, 第 35 回 安藤博記念学術奨励賞, 安藤研究所 (2022.6)
- 安達眞聡, 2021 年度 船井研究奨励賞, 船井情報科学振興財団 (2022.5)

4.5 学会および社会的活動

- 川本, "イオン送風機と組み合わせた月モジュール内で用いる静電脱塵装置", 第 34 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (SEAD34), 仙台 (2022) 11A2-4.
- 川本, "月面上の低重力環境におけるレゴリスの振動搬送", 第 66 回宇宙科学技術連合大会, 熊本 (2022) 4I03.
- 城出, 安達, "月レゴリスを資源活用するための垂直振動粉体ポンプシステム" 2023 年 京都大学宇宙総合学ユニット 第 16 回シンポジウム, 京都 (2023) 28
- 榮木, 平山, 安達, "垂直振動粉体ポンプシステムにおける粉体の上昇挙動特性" 2022 年度日本機械学会年次大会, 富山 (2022) J191-09
- M. Adachi, T. Uemori, T. Hirayama, M. Shoyama, S. Matsusaka, "Electrodynamic Dust Shield with Vibration Assistance for Cleaning Lunar Regolith Particles," *9th World Congress on Particle Technology (WCPT)*, Madrid (2022) T2
- Y. Wang, F. Cipriani, M. Sperl, M. Adachi, "Response of a Lunar Dust Mitigation System under UV," *COSPER 2022 44th Scientific Assembly*, Athens (2022) C5.2-0008-22
- Y. Wang, F. Cipriani, M. Sperl, M. Adachi, "Investigation of Electrodynamic Dust Shield with Lunar Dust Simulants," *Space Resources Week 2022*, Luxembourg (2022) 26

5. 研究活動の課題と展望

今年度もコロナ禍の荒れ狂う一年となったが、やっと、いくつかの対面での学会に参加することができた。次年度は、これまでの研究で不足したデータを取得するとともに、研究の集大成を行う予定である。