



## Kobayashi Taizo

小林 泰三

理工学部 教授

1998年立命館大学理工学部土木工学科卒業、2000年立命館大学大学院理工学研究科環境社会工学専攻修士課程修了、2003年同大学院理工学研究科 総合理工学専攻 博士課程修了。博士(工学)。2004年九州大学工学部 助手・助教、2009年Colorado School of Mines/Center for Space Resource 客員研究員、2011年福井大学工学部准教授を経て、2017年より現職。専門は土木工学・地盤工学。国土交通省道路防災ドクター／技術スペシャリスト会議アドバイザー、土木研究所 外部評価委員、日本道路協会道路土工委員会委員、内閣府第3期SIPスマートインフラプロジェクトマネージャ、JAXA国際宇宙探査専門委員会／先導研究アドバイザー／共通技術文書ワーキンググループ(月環境標準WG)委員等を務める。

- 1) T. Kobayashi, et. al., Bearing capacity of shallow footing in low gravity environment, Soils and Foundations, Vol. 49, No.1, pp.115- 134, 2009.
- 2) T. Kobayashi, et. al., Mobility performance of a rigid-wheel in low gravity environment, Journal of Terramechanics, Vol. 47, pp.261- 274, 2010.
- 3) S. Ozaki, et. al., Granular flow experiment using artificial gravity generator at International Space Station, npj Microgravity, 9, Article number: 61, 2023., <https://doi.org/10.1038/s41526-023-00308-w>
- 4) T. Tsuji, et. al., Lunar active seismic profiler for investigating shallow substrates of the Moon and other extraterrestrial environments, Icarus 404, 115666, 2023., <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2023.115666>
- 5) 小林泰三、他15名:月面における測量・地盤調査ロボットの開発、第67回宇宙科学技術連合講演会、富山、2023.

## 月面地盤工学・宇宙建設工学の創成 人類の活動圏拡大への貢献に向けて

人類の新たな活動圏・生存圏を求めて、漫画やSFで語られてきた月面基地の建設がいよいよ現実味を帯びてきています。そこでは、人が滞在するための居住棟や実験棟をはじめ、輸送船の離発着ポートやアクセス道路などが建設されることになるでしょう。月の表層は、「レゴリス」と呼ばれる細かい砂で覆われていることが知られていますが、どれくらい厚く堆積しているのか?どれくらい硬いのか?といった基地建设に必要なデータはまだ十分に得られていません。私たちは、地盤工学を専門とするレゴリスの工学研究グループとして、強度や圧縮性などの土質力学特性に関する基礎的研究をはじめ、月・惑星探査機の設計・運用支援、月面地盤調査装置の開発、月面施設の設計に関する研究を行っています。

### 月・惑星土質力学、月・惑星テラメカニクス

月レゴリスは、アポロサンプルによって土粒子の形状や粒径といった物理特性に関するデータは得られていますが、集合体(マス)としての力学特性、すなわち、レゴリスの圧縮性や変形・強度特性、地盤構造物／探査機系の相互挙動については未解明な点が多く残っています。

私たちは、化学組成や粒度を人工的に再現した模擬土(シミュラントと呼ばれています)(図1)を用いて

月レゴリスの力学的な特異性を明らかにするとともに、低重力場を再現した航空機内で支持力実験や車輪の走行実験を行うなど独創的な研究を行ってきました。近年では、国際宇宙ステーションで実施された惑星表層の柔軟地盤の重力依存性調査(Hourglass)や、「はやぶさ2」が地球に持ち帰った試料の分析、NASA提供のアポロサンプル(実際の月レゴリス)を用いる研究プロジェクトにも参画しています。

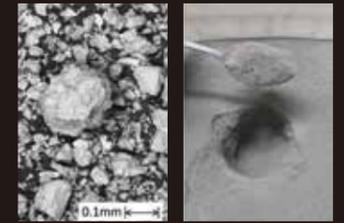


図1:化学組成や粒度を人工的に再現した模擬土(シミュラント)

### 月面地盤調査装置／ロボットの開発

地上では、建物などを建てる前に、その地盤がどれくらいの重さに耐え、沈下に抵抗する力をもっているのかを調べる地盤調査が行われ、その結果に基づいて設計が行われます。未踏・未観測の地である月面で基地を建設するには、地上と同様に、事前の地

形測量と地盤調査が不可欠であると考えています。当研究室ではこれまで、JAXAの月探査計画(SELENE-2、SLIM、LUPEX)への搭載に向けて、「レゴリスの削孔技術」、「孔内水平載荷・せん断試験ツール」、「放射線を用いた非破壊密度・水分計」な

どの各種地盤調査装置の開発を行ってきました。現在は、ロボティクス、物理探査、測量空間情報工学の専門家と連携して、月面の地形図作成と地質・地盤調査を同時に行い、3次元地質地盤図を作成する無人調査ロボット(図2)の開発に取り組んでいます。

### 宇宙建設工学の創成

月面基地建設を実現するためには、地上で培われてきた土木・建築技術を応用しつつも、厳しい宇宙環境(熱、宇宙放射線、高真空、低重力など)に耐える材料や構造の開発、建設資材を現地で製造する技術、無人で施工を行うロボット技術の獲得など、新たな課題を克服する必要があります。ESECでは、地盤工学に軸足を置きつつ、幅広い分

野の研究者とも連携して宇宙建設工学の創成に向けた基礎・応用研究に取り組んでいます。宇宙を目指すことによって生まれる技術革新は、地上の課題解決にも活かすことができるはずです。私たちは、宇宙と地球の両面で使えるデュアルユースをコンセプトとした技術開発を進めていきたいと考えています。



図2:3次元地質地盤図を作成する無人調査ロボット