

月面の地盤調査とデータ活用

○小林 泰三¹, 伊藤 真一¹, 加古川 篤¹, 中川雅史², 辻 健³, 池永 太一⁴, 谷口 龍⁴,
 滝川 正則⁵, 北村 啓太郎⁵, 佐野 寿聰⁵, 松村 聡⁶, 近藤 明彦⁶,
 米岡 威⁷, 尾高 潤一郎⁷, 島田 徹也⁷, 尾崎 伸吾⁷

¹立命館大学, ²芝浦工業大学, ³東京大学, ⁴ソイルアンドロックエンジニアリング(株),
⁵アジア航測(株), ⁶港湾空港技術研究所, ⁷基礎地盤コンサルタンツ(株), ⁸横浜国立大学

責任著者：小林 泰三 kobat@fc.ritsumei.ac.jp

キーワード：測位・測量，地盤調査，レゴリス，地盤工学，3次元地質地盤図

人類の活動圏の拡大に向けて，再び月を目指し，月面で長期滞在するための有人拠点を建設する計画が具体化してきている。そこでは，輸送機の離発着場や道路，居住施設などをはじめとする土木・建設工事が行われることになる。月の表面は「レゴリス」と呼ばれるパウダー状の非常に細かい土で覆われていることが知られているが，地質学・土質力学的に未解明な点が多く残っている。レゴリスの特殊性に加え，低重力，高真空といった地上とは異なる環境下において，建設機械や構造物の設計法は確立されておらず，月面での探査・建設リスクは極めて高い状況にある。そこで，著者らは，月面における地質・地盤リスクマネジメントの導入に向けて，月面地盤のリスクアセスメント（地形測量と地盤調査）を実施して3次元地質地盤図を描き，地盤解析や探査機・建設機械のシミュレーション，月面土工のBIM/CIMを実現する技術スキーム（図1）の構築を目指した研究を行っている。

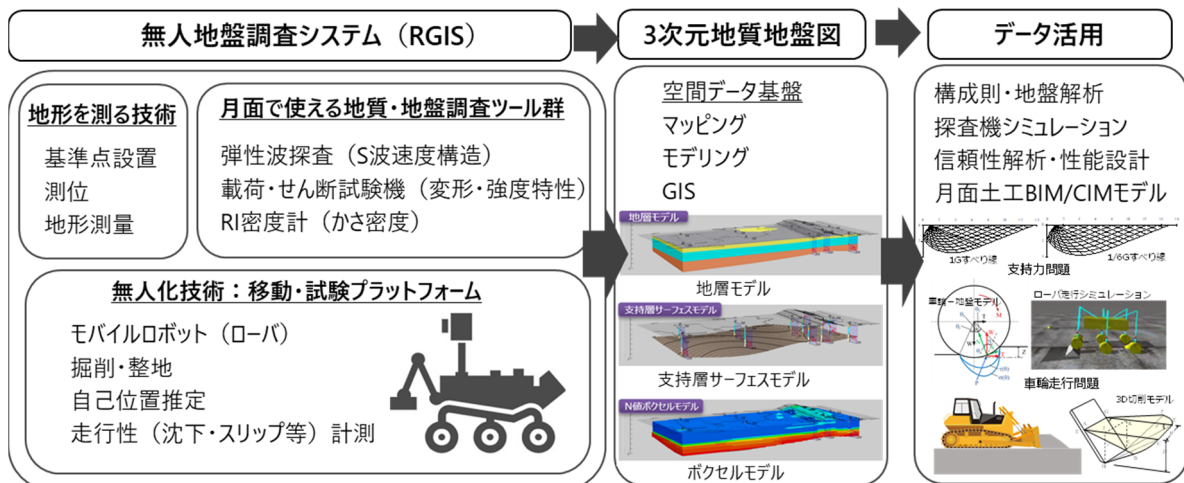


図1 地質・地盤データの取得から可視化，データ利用まで

拠点建設においてリスクを回避・低減するためには，施工領域の地図（微地形図）を描いた上で，表層レゴリスの機械的特性や地層構造の空間的分布を把握することが重要となる。本研究では，これらの地盤情報を取得するために，(a)測位・測量ツール，(b)弾性波探査ツール，(c)載荷・せん断試験ツール，(d)RI密度計の4種類の計測ツールとロボットアームを搭載した移動型無人調査ロボットシステム（Robotic Geotechnical Investigation System：RGIS，図2）の開発を行っている（ただし，ローバとロボットアームは，調査ツールの性能検証と自動計測技術を獲得するための台車（モデル）として位置付けるものであり，宇宙仕様化の開発対象としていない）。本シンポジウムでは，現在開発中の地盤

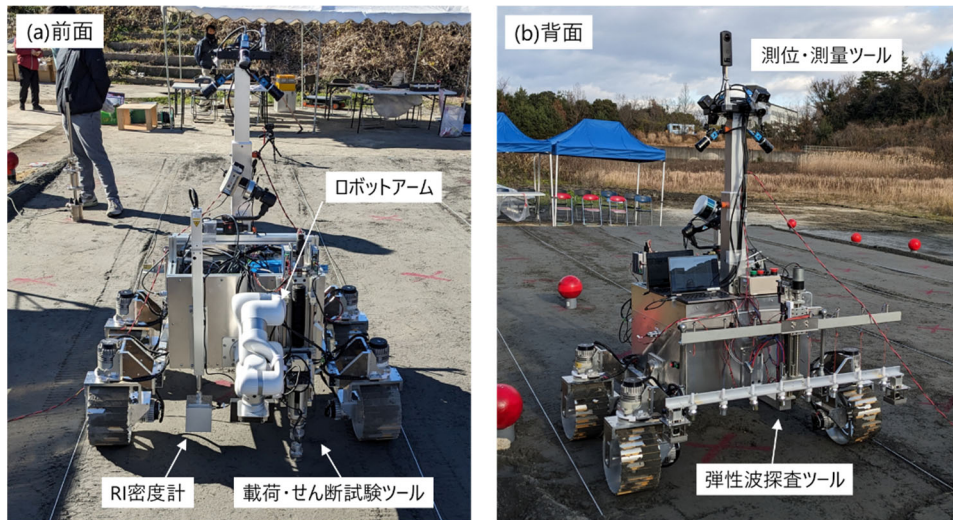


図2 開発中の移動型地盤調査ロボット (RGIS)

調査ロボットを紹介するとともに、これを用いた地上フィールド模擬実験の結果を報告する。

なお、月面構造物の要求性能はそれぞれの目的に依存することになるが、その性能や安全性・信頼性を確保するための宇宙機設計法や構造物設計法が確立されているわけではない。レゴリスの特異性、低重力、高真空など地上とは異なる環境下において、レゴリスの挙動を予測するモデルやシミュレーション技術が確立されているわけでもない。月面探査、月面拠点建設を着実に進めていくためには、原位置の地盤調査技術の獲得に加え、そこで得られたデータの活用法を事前に構築しておくことが重要である。本プロジェクトでは、無人の地盤調査ロボット (RGIS) を開発するとともに、未踏地における地盤調査の進め方の検討や、探査機・建設機械の動力学シミュレータや切土・盛土・整地などの月面土工の設計法の構築に向けた検討も進めている。本シンポジウムでは、着陸機フットパッドの衝撃沈下、車輪型ローバの走行、平刃によるレゴリスの排土 (ブルドーzing) といったレゴリスー機械系の相互作用問題を例題とした解析・シミュレーション技術についても紹介する。