

## 月面地上測量および土質・地盤調査向け測位のための LiDAR-SfM/MVS

○中川 雅史<sup>1</sup>, 野口 果鈴<sup>1</sup>, 重藤 李佳子<sup>1</sup>, 杉原 朋樹<sup>1</sup>, 滝川 正則<sup>2</sup>, 北村 啓太郎<sup>2</sup>,  
平松 孝晋<sup>2</sup>, 佐野 寿聰<sup>2</sup>, 小林 泰三<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>芝浦工業大学, <sup>2</sup>アジア航測, <sup>3</sup>立命館大学  
責任著者: 中川 雅史 mnaka@shibaura-it.ac.jp

キーワード: 月面地上測量システム, LiDAR-SfM/MVS, 点群, 測位, 自律移動ロボット

月面探査や火星探査における非 GNSS 環境かつ未知環境での局所座標空間での高密度点群取得や位置姿勢推定では, Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)を主とするアプローチが多く, LiDAR-SLAM や, Visual SLAM, Visual odometry のアプローチが提案されている. LiDAR-SLAM は, 複雑な起伏を多く含む地形や岩石が散在する環境に適用範囲が限定される. Visual SLAM と Visual odometry は, 単眼カメラを用いる処理が基本となるが, TOF カメラもしくはステレオカメラの利用や, カメラと IMU の組み合わせによって, 取得する点群の点密度やカメラ位置姿勢推定の再現性および効率性を向上できる. 障害物回避のための測域はリアルタイム処理で行うものとする一方で, 高精度マッピングを目的とした高密度点群の取得は後処理を許容できるため, 後処理 Visual SLAM として, Structure from Motion and Multi-view Stereo (SfM/MVS) も適用できる. 本研究では, 逐次 SLAM における誤差蓄積, 完全 SLAM におけるループ閉じこみへの依存性, および, SLAM 退化に着眼し, ランダム配置した未知点としての標識群を利用した SLAM によって, これらの課題を回避する. また, 無人探査フェーズにおける月面地上測量を想定し, 未知点としての標識配置, SfM/MVS での高密度点群取得, および, LiDAR で取得した標識間のスケール情報を組み合わせる微地形の点群取得手法 (LiDAR-SfM/MVS) を提案する. 提案手法は, 主として, 多方向カメラで撮影した画像を入力データとする SfM/MVS 処理, LiDAR で取得した点群からの標識抽出, および, LiDAR から抽出した標識を基準点として用いる SfM/MVS 点群のレジストレーションで構成される. 月面を模擬した宇宙探査フィールド (JAXA 相模原キャンパス宇宙探査実験棟内) において, 構築した 3D 計測システムを自律移動ロボット (Multi Crawler Robot, JAXA) に搭載し (図 1 左), 移動計測において, 特徴点に乏しい珪砂面の点群取得が可能であることを確認した (図 1 右). また, 土質・地盤調査の試験のために構築した模擬地盤 (立命館大学・びわこくさつキャンパス) において, 構築した 3D 計測システムを試作した自律移動ロボットに搭載し (図 2 左), ストップアンドゴー計測を適用し, 特徴点に乏しい転圧土面の点群取得が可能である (図 2 右) とともに, 土質・地盤調査におけるサンプリング位置を局所座標空間で測位が可能であることを確認した.

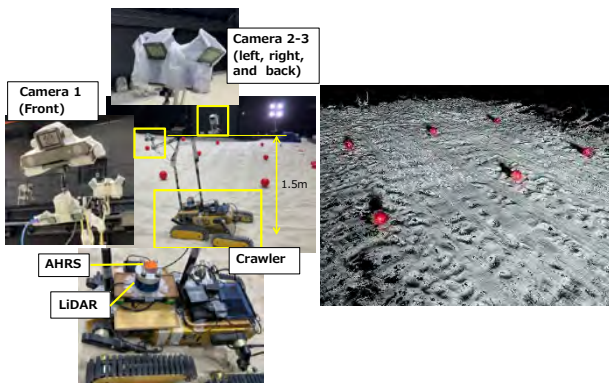


図 1. 月面模擬実験と点群取得結果

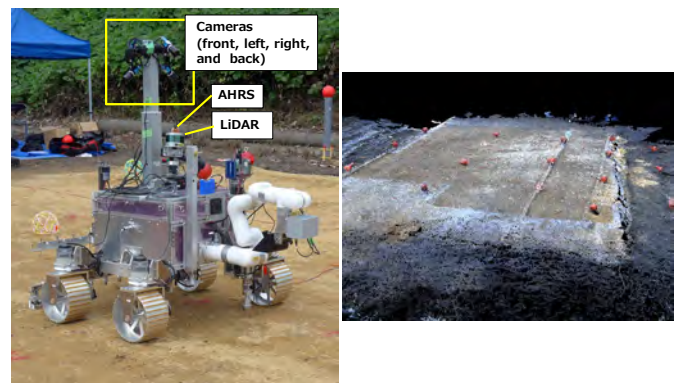


図 2. 模擬地盤実験と点群取得結果