

次期月探査計画における月面天測望遠鏡 (ILOM) の開発 - 光学系と駆動系の評価 Development of a Telescope for In-situ Lunar Orientation Measurements (ILOM) in the next Lunar Exploration - Evaluation

花田 英夫^{1*}, 田澤 誠一¹, 荒木 博志¹, 鶴田 誠逸¹, 野田 寛大¹, 浅利 一善¹, 佐々木 晶¹, 松本 晃治¹, 船崎 健一², 佐藤 淳², 谷口 英夫², 加藤 大雅², 菊池 護², 高橋 友恵², 山崎 厚武², 村田 孝平², 岩田 隆浩³, 日置 幸介⁴

Hideo Hanada^{1*}, Seiichi Tazawa¹, Hiroshi Araki¹, Seiitsu Tsuruta¹, Hirotomo Noda¹, Kazuyoshi Asari¹, Sho Sasaki¹, Koji Matsumoto¹, Ken'ichi Funazaki², Atsushi Satoh², Hideo Taniguchi², Hiromasa Kato², Kikuchi Mamoru², Tomoe Takahashi², Atsumu Yamazaki², kohei Murata², Takahiro Iwata³, Kosuke Heki⁴

¹ 国立天文台・RISE 月探査プロジェクト, ² 岩手大学工学部, ³ 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所, ⁴ 北海道大学理学
研究院

¹NAOJ, ²Iwate Univ., ³ISAS/JAXA, ⁴Hokkaido Univ.

月の回転を 1 ミリ秒角以下の精度で観測して、月の中心核の状態を調べることを目標とした月面天測望遠鏡 (ILOM: In-situ Lunar Orientation Measurements) 計画を「かぐや」に続く次期月探査計画に搭載されることを提案している。ILOM 計画では、月面に設置される位置天文観測用の写真天頂筒 (PZT) で多数の星の位置を 1 年以上にわたって観測し、望遠鏡の視野内の星の位置の予測値とのずれから月の回転変動を 1 ミリ秒角 (mas) 以下の精度で求める [1]。月のコアの物性 (流体核かどうか等) と関連する回転パラメータの振幅は、最大数 mas の振幅を持っているので [2]、少なくとも 1mas 以下の精度が必要である。

私達は、すでに望遠鏡の試作機を開発し、高真空、大きな温度変化、およびレゴリスダストのある月の環境と同様な条件の下で光学系と駆動装置の性能を知るためにいくつかの実験を行った。

望遠鏡が温度変化を受けた場合の星像位置への影響を調べるために、光線追跡プログラムによってシミュレーションを行った。一様な温度変化を受けた時の星像中心の変位は、原点からの距離に比例する系統的なパターンを示すので、熱膨張を表す 1 次式で近似した結果、残差は 1 ミリ秒角以下の精度で補正できた。水平、垂直方向の温度勾配がある場合には、一様な場合の変位に加えて、一方向の変位を生じるので、より複雑なモデルで補正することが必要である。

鏡筒の駆動機構の月面環境での駆動性能を調べるために、モーターとギアを真空対応にして、真空環境で駆動性能を調べた。到達真空度は 3Pa で、8 時間と 29 時間の連続駆動を行った。真空試験後のモーターの性能を調べた結果、モーター付近の温度が上昇していた。実際の ILOM の観測ではこのような長時間の連続駆動は想定していないので、大きな温度上昇の可能性は低いですが、他の機器への応用等を考慮して、温度上昇と運用条件の関係を求める必要がある。

[1] Hanada, H., Heki, H., Araki, H. et al., Application of PZT telescope to In-situ Lunar Orientation Measurement (ILOM), International Association of Geodesy Symposia, 2004, 128, 163-168.

[2] Williams, J. G., Boggs, D. H., Yoder, C. F. et al., Lunar rotational dissipation in solid body and molten core. 2001, J. Geophys. Res., 106, 27933-27968.

Keywords: lunar rotation, telescope, PZT, physical libration, lunar exploration