

月の回転観測のための月面小型デジタル望遠鏡の開発 Development of a Small Digital Telescope for Observations of Lunar Rotation

花田 英夫^{1*}, 鶴田誠逸¹, 荒木 博志¹, 浅利一善¹, 田澤 誠一¹, 野田 寛大¹, 石原 吉明¹, 松本 晃治¹, 佐々木 晶¹, 船崎健一², 佐藤 淳², 谷口英夫², 加藤大雅², 菊池 護², 村田孝平², 伊藤陽介², 千葉皓太², 若松宏史², 郷田直輝³, 矢野太平³, 丹羽佳人³, 山田良透⁴, 國森 裕生⁵, PETROVA, Natalia⁶, GUSEV, Alexander⁶, PING, Jinsong⁷, 岩田隆浩⁸, 日置 幸介⁹
HANADA, Hideo^{1*}, TSURUTA Seiitsu¹, ARAKI, Hiroshi¹, ASARI Kazuyoshi¹, TAZAWA, Seiichi¹, NODA, Hiroto¹, ISHII-HARA, Yoshiaki¹, MATSUMOTO, Koji¹, SASAKI, Sho¹, FUNAZAKI Kenichi², SATOH Atsushi², TANIGUCHI Hideo², KATO Hiromasa², KIKUCHI Mamoru², MURATA Kohei², ITO Yosuke², CHIBA Kouta², WAKAMATSU Hiroshi², GOUDA Naoteru³, YANO Taihei³, NIWA Yoshito³, YAMADA Yoshiyuki⁴, KUNIMORI, Hiroo⁵, PETROVA, Natalia⁶, GUSEV, Alexander⁶, PING, Jinsong⁷, IWATA Takahiro⁸, HEKI, Kosuke⁹

¹ 国立天文台 RISE, ² 岩手大学工学部, ³ 国立天文台 JASMINE, ⁴ 京都大学理学部, ⁵ 情報通信研究機構, ⁶ カザン大学, ⁷ 上海天文台, ⁸ 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所, ⁹ 北海道大学理学研究院

¹RISE/NAOJ, ²Iwate Univ., ³JASMINE/NAOJ, ⁴kyoto Univ., ⁵NICT, ⁶Kazan Univ., ⁷Shanghai Astronomical Observatory, ⁸ISAS/JAXA, ⁹Hokkaido Univ.

月面天測望遠鏡 (ILOM: In-situ Lunar Orientation Measurements) 計画は、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、「かぐや」に続く次期月探査計画の中で実現するために技術開発を続けている。この望遠鏡は、PZT (写真天頂筒) 型の特別な小型のデジタル望遠鏡で、すでに BBM (ブレッドボードモデル) を開発し、月の環境下での光学性能や駆動性能を知るためにいくつかの実験をした。

月面で精密観測を行う場合に最も重大な問題の一つである、大きな温度変化の影響を避けるために 2 つの方法を提案する。一つは回折レンズを用いることで、もう一つは、温度変化による星像分布のずれをモデルで補正することです。回折レンズを導入することによって、1 ミリ秒角の観測を行うために許される温度条件が約 1 桁緩和され、5 度の温度変化まで許されることを、光線追跡法によって示した。もう一つの方法については、温度の一次関数のモデルによって、一様な温度変化に対して CCD 上で 0.03nm、または 10 マイクロ秒角以下の精度で近似することに成功した。

姿勢制御システムは、鏡筒を 0.006 度 (約 20 秒角) の誤差に保つことができ、この角度誤差の範囲では、PZT の補償機能によって 1 ミリ秒角の精度には影響しない。月面環境での駆動機構の性能を調べるために真空試験を段階的に真空度を上げながら何回か行っているが、これまでのところ深刻な問題は発生していない。

また、星像中心位置決定精度に影響を与える可能性がある光学的な要素、たとえば、焦点ずれ、ゴースト、迷光、散乱光、不要次数光、水銀面の振動の影響についても、光線追跡法による解析と実験によって調べているが、まだ実験中である水銀面の振動の影響を除いて、他の影響はすべて 1mas より十分小さいことを示した。

キーワード: 月回転, 望遠鏡, 写真天頂筒, 物理ひょう動, 内部構造

Keywords: Lunar rotation, telescope, PZT, physical libration, internal structure