月回転変動の観測を目的とした小型望遠鏡の開発と実験結果のまとめ, および将来展望

Summary of development a telescope for ILOM (In-situ Lunar Orientation Measurements) and results of experiments, and future prospects

*花田 英夫^{1,2}、鶴田 誠逸¹、浅利 一善¹、荒木 博志^{1,2}、野田 寛大^{1,2}、鹿島 伸悟^{1,4}、船崎 健一³、佐藤 i^3 、谷口 英夫³、加藤 大雅³、菊池 護³、佐々木 宏和³、長谷川 知恭³、矢野 太平⁴、郷田 直輝⁴、小 林 行泰⁴、山田 良透⁵、岩田 隆浩⁶

*Hideo Hanada^{1,2}, Seiitsu Tsuruta¹, Kazuyoshi Asari¹, Hiroshi Araki^{1,2}, Hirotomo Noda^{1,2}, Shingo Kashima^{1,4}, Ken-ichi Funazaki³, Atsushi Sato³, Hideo Taniguchi³, Hiromasa Kato³, Mamoru Kikuchi³, Hirokazu Sasaki³, Tomoyasu Hasegawa³, Taihei Yano⁴, Naoteru Goda⁴, Yukiyasu Kobayashi⁴, Yoshiyuki Yamada⁵, Takahiro Iwata⁶

1. 国立天文台RISE月惑星探查検討室、2. 総研大天文科学専攻、3. 岩手大学工学研究科、4. 国立天文台JASMINE検討室、5. 京都大学理学系研究科、6. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所

1. RISE Project, National Astronomical Observatory, 2. Department of Astronomical Science, SOKENDAI, 3. Graduate School of Engineering, Iwate University, 4. JASMINE Project, National Astronomical Observatory, 5. Graduate School of Science, Kyoto University, 6. Institute of Space and Astronautical Science, JAXA

月の形成過程と内部構造を理解するためには、コアの大きさ、密度、化学組成、熱の流れは本質的なパラ メータである。月面上に小型望遠鏡を設置して、1ミリ秒角の精度の位置天文観測を1年以上行うと、コアの密 度等を制約できる月回転パラメータを、数10ミリ秒角から1ミリ秒角以下の精度で決定できるというシ ミュレーション結果を受けて、将来の月面着陸ミッションを念頭に、PZT(写真天頂筒)型小型望遠鏡を開発 してきた。2014年から実験観測用地上モデルを用いて、実験室、野外で測定実験を行ったので、その結果を まとめて報告する。

2014年8月に実験室で人工光源を用いて測定実験を行い、星像中心位置の変動をビデオカメラで撮影した。室内実験で得られた星像の連続記録には、地盤振動や水銀面振動の影響と思われる0.5Hz以下と約5.5Hzの 変動が見られたが、同じ視野内の4星にも同様な変動が見られたので、4星の平均変動をそれぞれの記録から差 し引いた結果、それらの変動をほとんど消すことができた。残りの細かい変動が星像中心位置決定誤差による ものと思われる。

同年9月に行った野外観測では実際の星を受光し、天体観測専用のCCDカメラを用いて約2秒間隔で星像を撮影した。CCDカメラの視野の中に7~8等級の星が最大6個観測された。室内実験の結果と同様に、同一視野内の星像中心位置の変動には共通の成分が見られるが、記録間隔が長いこともあり、室内実験ほど顕著ではない。同一視野内の星の平均変動をそれぞれの星の変動から差し引いた結果、ばらつきは少し小さくなったが、室内実験の結果ほど小さくはならなかった。

星像の光度分布を調べたところ,星像の最大光度と,星像以外の部分の光度のばらつき(背景ノイズ)の比 (ここでは星像のSN比と呼ぶ)が,室内実験の場合が野外観測に比べて約1桁大きかった.そこで,星像中心 位置の変動のばらつきと星像のSN比との関係を調べたところ、図に示すように、両者の間に負の相関が見られ た。焦点距離50cmの地上モデルでは,焦点面上での5μmの変位が約1秒角に相当するので、1ミリ秒角の精度 を達成するためには、CCD上で5nm以下の精度で星像中心位置を決定する必要があり、図3から、星像のSN比 は約1000以上が必要であると推定できる. 以上を要約すると、

1) 実験結果は、SNRが十分に大きければ(1000以上)、1ミリ秒角の精度の観測が可能であることを示す。 2) 野外観測において数秒角の観測精度は達成できた。

3) 観測精度は、おもに星像のSN比の違いによることがわかった。

4) 星像中心位置の変動は、おもに水銀面の振動からきて、それらの影響は同一視野内の星ではほぼ共通である。

また、本文の内容には含まれませんが、将来に向けて、

5) 月惑星探査機への搭載の機会を増やすためには望遠鏡の小型化は重要である。

6) 上記のために、鏡筒を鉛直に保持する新方式の開発を始めた。

キーワード:月回転、小型望遠鏡、写真天頂筒、星像中心位置

Keywords: Lunar rotation, Small telescope, PZT, centroid

