

## 宇宙測地学的手法による火星回転変動計測 Measurements of Martian rotational variations by space geodetic techniques

岩田 隆浩<sup>1\*</sup>, 松本 晃治<sup>2</sup>, 石原 吉明<sup>3</sup>, 原田 雄司<sup>4</sup>, 菊池 冬彦<sup>2</sup>, 佐々木 晶<sup>2</sup>

Takahiro Iwata<sup>1\*</sup>, Koji Matsumoto<sup>2</sup>, Yoshiaki Ishihara<sup>3</sup>, Yuji Harada<sup>4</sup>, Fuyuhiko Kikuchi<sup>2</sup>, Sho Sasaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JAXA 宇宙研, <sup>2</sup>国立天文台, <sup>3</sup>産総研, <sup>4</sup>東大地震研

<sup>1</sup>ISAS/JAXA, <sup>2</sup>NAOJ, <sup>3</sup>AIST, <sup>4</sup>ERI, Univ. Tokyo

一般に固体天体の表層環境の変化や内部構造は、その天体の回転（自転）変動に影響を及ぼし、その変動の振幅や位相は電波航法や VLBI などの宇宙測地学的手法により観測可能である。特に火星は、地球と類似の構成要素を有しながらも、過去から現在に至る進化やダイナミクスの様相は大いに異なっており、その相違を表層環境・内部構造から解き明かすことは比較惑星学に重要である。

火星の回転変動は、従来は着陸機（ランダー）の追跡データ（2 ウェイ測距・距離変化率計測：RARR など）を利用して計測されており、例えば Viking 1 および 2, Mars Pathfinder によって、歳差や自転速度変動が得られてきた。これらの計測手法には、地球・火星間の経路上および地上局の位相安定度等に起因すると考えられる測定精度の限界がある。そこで欧州の研究グループは、周回探査機（オービター）とランダー間の RARR を利用した電波航法による精度向上を提案している。

一方我が国では、オービターとランダー等の複数探査機を用いた火星複合探査（MELOS: Mars Exploration with Lander-Orbiter Synergy）の検討が開始された。そこで我々は、4 ウェイドブラ計測（FWD）、逆 VLBI（iVLBI）等の新たな測地学的手法による、火星回転変動の高精度計測を提案する。4 ウェイドブラ計測（FWD）は、宇宙機の位置・軌道の中継機を経由した 4 経路から決定する測地手法であり、我々は月周回衛星「かぐや」での月裏側の重力場観測という実績を有している。MELOS 計画では、宇宙機の構成は未定であるが、オービターとランダーという構成が一案である。この時、追跡局 オービター ランダー オービター 追跡局の経路でドブラ計測（距離変化率計測）を実施する。同時に、オービターとランダーの 2 ウェイ RARR を実施する。本方式で期待される測定精度は従来の電波航法より向上し、オービター・ランダー間 RARR を利用した場合の精度に相当すると推定される。逆 VLBI（iVLBI）は、複数の宇宙機からの同期した信号の位相比較を行って、各々の相対位置を測定する手法であり、測定精度は周波数の逆数に比例し、地上と対象宇宙機の距離に依存しないで高精度で決定できるという特徴を持つ（Kawano et al., 1999）。MELOS 計画では、ランダーから地上への直接送信波と、オービターでコヒーレントに中継された信号を、追跡局で同時またはスイッチングにより計測する。ランダーの位置変化に対する原理的な感度は、想定される最も低い周波数である X 帯を用いた場合でも 0.3mm であり、FWD や RARR 等の従来手法と比べて著しく高精度である。一方、通信機経路内の高精度の位相補償を要することが、現状では技術課題である。

キーワード: 火星, 自転, 宇宙測地, 衛星間測距, VLBI

Keywords: Mars, rotation, space geodesy, satellite-to-satellite tracking, VLBI