

全月球地震波伝播モデリング Global seismic waveform modeling in the whole Moon

豊国 源知^{1*}, 竹中 博士², 石原 吉明³, 趙 大鵬¹

TOYOKUNI, Genti^{1*}, TAKENAKA, Hiroshi², ISHIHARA, Yoshiaki³, ZHAO, Dapeng¹

¹ 東北大学 地震・噴火予知研究観測センター, ² 九州大学, ³ 国立天文台水沢

¹RCPEVE, Tohoku University, ²Kyushu University, ³NAOJ

我々はこれまでに得られている月内部構造モデルを用いて、月の全球地震波伝播モデリングを行った。現在進行している日本の月探査計画 SELENE-2 では、ロボットによる月面への広帯域地震計設置やそのデータによる内部構造探査を検討しており、月の地震波形の特徴を把握する上で、地震波伝播モデリングは有効な手段である。

月の内部構造は、アポロ計画による 1969 年から 1977 年までの 8 年間の月震観測によって、地球以外での天体では唯一、地震学的に求められている。月震観測システム稼働直後には、Nakamura (1983, *JGR*) の 1 次元構造モデルが提案され、現在の標準構造モデルとして広く使用されている。一方、2000 年以降には計算機能力や波形処理方法の向上に伴って、新たな 1 次元構造モデルが提案されている (例えば、Garcia et al., 2011, *PEPI*) ほか、3 次元不均質構造の研究も進められている。Zhao et al. (2008, *Chinese Sci. Bull.*) は、地震波走時トモグラフィーによって深さ 1000km までの速度構造を求め、月の内部は横方向に高度に不均質であることや、速度異常と深発月震の震源分布には相関があることを明らかにした。SELENE-2 計画で高感度・広帯域な地震計が設置されれば、得られた観測波形によってさらに高精度な月内部構造推定が可能となる。

このような構造モデルの進歩が続く中、現在までの知見に基づいた全球月震伝播シミュレーションは、理論面からのアプローチとして一定の意味を持つ。我々はこれまでモーメントテンソル点震源から励起され、現実的な全地球内部構造モデル中を伝播する地震波を精度と効率よくモデリングする手法の開発を行ってきた (例えば、Toyokuni et al., 2005, *GRL*; Toyokuni & Takenaka, 2006, *EPS*)。この手法は球座標系での 3 次元の地震波の支配方程式を、震源と観測点を含む地球の 2 次元断面について差分法で計算するものであり (「球座標系 2.5 次元差分法」)、断面のみに着目するため計算効率が良く、標準地球モデルを使った他手法との比較から精度も保証されている。今回は本手法を月の地震波モデリングに応用した。将来、波形情報を用いて月内部構造を推定する際には、インバージョンで理論波形の繰り返し計算が必要となるため、計算効率の良さは本手法の大きなメリットである。発表では Nakamura (1983, *JGR*) や Garcia et al., (2011, *PEPI*) の球対称構造モデル等によるシミュレーション結果を紹介する。

キーワード: 月, 地震学, 地震波伝播, 理論地震波形, グローバルモデリング, 差分法

Keywords: Moon, seismology, seismic wave propagation, synthetic seismogram, global modeling, finite-difference method (FDM)