

## 全火星地震波伝播モデリング 予備的研究 Global seismic waveform modeling in the whole Mars - a preliminary study -

豊国 源知<sup>1\*</sup>, 竹中 博士<sup>2</sup>, 石原 吉明<sup>3</sup>  
Genti Toyokuni<sup>1\*</sup>, Hiroshi Takenaka<sup>2</sup>, Yoshiaki Ishihara<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 九州大学大学院理学研究院, <sup>3</sup> 国立天文台水沢  
<sup>1</sup>NIPR, <sup>2</sup>Kyushu Univ., <sup>3</sup>NAOJ

我々はこれまでに得られている火星内部構造モデルを用いて、火星の全球地震波動伝播のモデリングを行った。現在進行している日本の火星探査計画 MELOS では火星表面への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(小林他, 2009, 遊・星・人; Kurita et al., 2009, JPGU Meeting)、今回開発したスキームはその際のツールとしての役割が期待される。

火星は過去に地球とよく似た環境を持っていたと考えられ、その内部構造推定は地球や太陽系の形成史を明らかにする手がかりとして、地球惑星科学における長年の関心事となっている。これまでに提案されている火星内部構造モデルは、火星隕石の化学組成や、慣性モーメント等の物理学的パラメータの観測結果に基づいたものである。例えば Sohl & Spohn (1997, JGR) は極慣性モーメントの値と隕石から推定される Fe/Si 比をそれぞれ最もよく満たす 2 つの 1 次元火星内部構造モデル(モデル A とモデル B)を発表した。

地震学的手法を用いれば、さらに直接的かつ高解像度での全火星内部構造推定が可能となる。現時点で火星地震の記録と考えられる唯一のものは、1976 年に着陸したバイキング 2 号によるデータで特に精度が良い 640 時間分の記録のうちの 1 例だけであるが (Anderson et al., 1977, JGR)、マーズ・グローバル・サーベイヤーによる地形データの解析では火星表面に 8500 の断層が同定され、上限値として 1 年にマグニチュード 4 以上の地震が 572 個発生しているという予測がなされている (Knapmeyer et al., 2006, JGR)。MELOS 計画で高感度・広帯域な地震計が設置されれば十分に地震学的な内部構造推定が行える可能性がある。

地球での例を振り返ってみると、我々の地球内部構造についての理解は、良質なデータの蓄積とシミュレーション手法の発達が一歩一歩のように影響しあって発展してきたことがわかる。現在得られている火星内部構造モデルをもとに、火星の地震波伝播モデリングのためのスキームを準備することは、来るべき火星地震観測時代へ向けた理論面からのアプローチとして一定の意味を持つと思われる。

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。今回は本手法を火星の地震波モデリングに応用した。地震学的な惑星内部構造推定の際には理論波形の繰り返し計算が必要であるため、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 Sohl & Spohn (1997, JGR) の球対称構造モデル A・B の上に、現実的な火星地殻厚を乗せた非対称火星モデルによるシミュレーション結果等を紹介する。

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

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