



球座標系2.5次元差分法による地球・火星・月の全球地震波伝播モデリング

1. 研究の目的

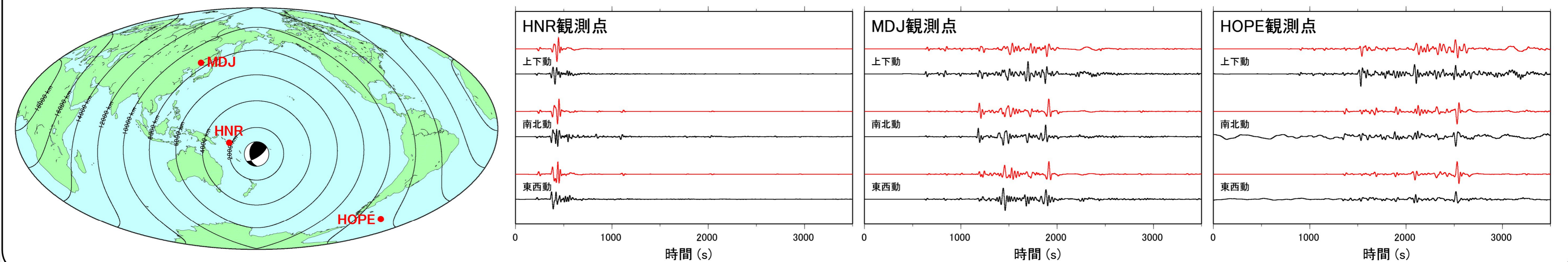
本課題では、既存の地球・火星・月の内部構造モデルと震源に関する情報を用いて、これらの天体の内部を伝播する地震波を、高周波数まで精度よく決定することを第一の目的とする。また3天体におけるシミュレーション結果を比較検討することで、それぞれの天体の地震波伝播の特徴を抽出することを第二の目的とする。

火星や月では1960~70年代に地震計による観測が行われたが、データの質や観測点分布の偏りのために地震波伝播には不明な点が多い。現在はこれらの天体で再度地震探査を行う計画が各国で進められている。本課題では現在までに得られている天体内部構造や震源の知識を活用し、現実的な全球波動場のシミュレーションで各天体の地震波動場の特徴を予測する。これにより、従来の観測の欠点を補完し、将来の地球外地震探査へ向けた機器開発、観測計画への指針を与えられると期待される。

2. モデリング手法 「球座標系2.5次元差分法」

本課題で利用する計算手法は、研究代表者らがこれまで開発を行ってきた、全球地震波伝播を精度と効率よく計算する手法「球座標系2.5次元差分法」である。2.5次元計算とは、媒質の2次元構造断面上で3次元の波動場を計算する方法であり、球座標系を用いたグローバルな地震波伝播計算の場合、通常の3次元計算の1万~10万分の1の計算資源で現実的な波動場を計算できる。図1は、2009年11月9日にフィジーで発生した地震(Mw7.3, 震源の深さ604 km)について、3つの観測点で記録された観測波形と、2.5次元計算による理論波形を比較した結果であり、両者がよく一致していることから本手法の計算精度が確認できる。

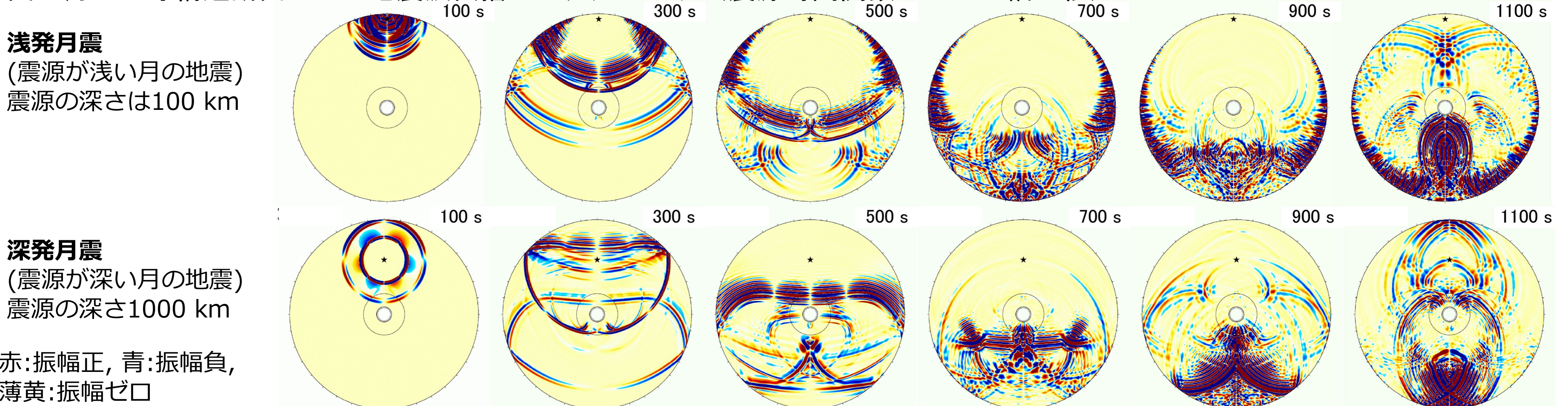
図1. 球座標系2.5次元差分法による3観測点での理論波形(赤線)と観測波形(黒線)の比較。観測点分布は左図に示した。



3. これまでの研究成果: 月の地震波伝播シミュレーション

図2は研究代表者らがこれまで東北大学サイバーサイエンスセンターのSX-9を利用して行った、周期15秒での月の地震波伝播シミュレーションの結果である。月の断面を伝わる地震波の様子を、地震発生後100秒から200秒おきに描いたものであり、色の濃い部分が地震の振幅が大きい場所を表す。震源の深さを変えて2通りのシミュレーションを試み、震源が浅い場合には月面での振動が非常に長く続くという、これまでの観測から得られた月の地震の特徴の再現に成功した。

図2. 月の全球構造断面上での地震波伝播のスナップショット(震源時間関数のパルス幅15秒)



4. これからの研究計画

現実的な地震波シミュレーションのためには、周期2秒程度の短周期まで計算を行う必要がある。周期2秒の場合、月の計算では上で示した計算例の約60倍のメモリと、400倍の計算時間が必要となる。本課題ではプログラムのチューニングとMPI化を進め、SX-9の4ノード64CPU(ジョブクラスp64)を利用した計算で、月では周期2秒、火星では周期4秒、地球では周期8秒までの現実的な地震波伝播計算を行う予定である。