

長大距離地震波動伝播シミュレーションのための地球の曲率を考慮した計算スキーム Scheme for computing seismic wave propagation in a 3D round sub-global earth model

竹中 博士^{1*}; 豊国 源知²; 中村 武史³; 小松 正直¹; 岡元 太郎⁴

TAKENAKA, Hiroshi^{1*}; TOYOKUNI, Genti²; NAKAMURA, Takeshi³; KOMATSU, Masanao¹; OKAMOTO, Taro⁴

¹ 岡山大学大学院自然科学研究科, ² 東北大学大学院理学研究科, ³ 独立行政法人海洋研究開発機構, ⁴ 東京工業大学大学院理工学研究科

¹Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, ²Graduate School of Science, Tohoku University,

³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

例えば日本列島全体域を地震波動伝播シミュレーションのターゲットにする場合、水平距離で約3千キロメートル、深さ方向にも数百キロメートルの大規模領域を扱う必要がある。このような広大で深い領域（ここでは「超広域スケール」と呼ぶ）をモデル化する場合、ローカルな領域の地震動シミュレーションで多用されている「平たい地球」モデルではなく、地球の曲率を考慮した「丸い地球」のモデルを採用するのが自然である。ただ、この規模の領域は、全球ではなく、球殻の一部にすぎない。従来は球殻の一部であっても球座標系 (r, θ, ϕ) を用いて解かれることがほとんどで、デカルト座標系が使われるローカルな「平たい地球」モデルの計算との間に大きなギャップがあった。これまでは計算機能力の問題もあって「丸い地球」モデルの地震波動シミュレーションと「平たい地球」モデルのシミュレーションでは異なる周波数帯をターゲットに独立に行われてきたため、そのギャップはほとんど問題にならなかった。しかし、最近の超並列スパコンに代表されるハードの進展のお蔭で、両モデルともに同じ周波数帯をターゲットにしたシミュレーションが計算機能力的には可能になりつつある。ただ、現時点では、上述のギャップによって「丸い地球」モデル（「超広域スケール」）の計算と局所的な「平たい地球」モデル（ローカルなスケールのモデル）の計算との連携は容易ではない。「超広域スケール」の計算における球座標系の利用は、小スケールの詳細な構造モデルとの階層化やマルチスケール計算には適していないためである。そこで、今回我々は、球座標系の支配方程式をローカルな疑似デカルト座標系 (x, y, z) で表現して、それを差分法で解くスキームを新たに開発した。「丸い地球」モデル用の疑似デカルト座標系の方程式は、形式的にデカルト座標系の「平たい地球」モデル用の方程式にたいへんよく似ており、「平たい地球」モデル用の計算コードの一部を書き換え・付加するだけで実装可能である。我々は、現在ローカルスケールの地震動シミュレーション等で多用されているデカルト座標系の3次元スタガード格子差分法のコードを一部書き換えるだけで、「丸い地球」モデル用の疑似デカルト座標系スキームを実装した。スキーム自身の検証には、実際の地球よりも曲率の効果が大きい、地球より半径の小さな天体における地震波動シミュレーションも予定している。

キーワード: 地震波動, シミュレーション, 差分法

Keywords: seismic wave, simulation, finite-difference method