

## 海域における高精度地震波動伝播シミュレーション

### Seismic wave propagation in oceanic crustal structure using staggered-grid finite differences

# 中村 武史 [1]; 竹中 博士 [2]; 金田 義行 [3]

# Takeshi Nakamura[1]; Hiroshi Takenaka[2]; Yoshiyuki Kaneda[3]

[1] 海洋研究開発機構; [2] 九大・理・地惑; [3] 海洋機構

[1] JAMSTEC DONET; [2] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.; [3] JAMSTEC,IFREE,DONET

近年の計算機環境の飛躍的な発展により、差分法や有限要素法等の数値計算手法による地震波動場の大規模シミュレーション計算が身近なものとなり、これらの手法が地震波動伝播の解析の他、地震の破壊過程や強震動分布予測、地下構造の解析等に活用されている。しかしながら、現在適用されているシミュレーション計算では、陸域で観測された地震波形記録の再現に主眼が置かれ、海水層を取り除いた構造モデルを計算に適用、あるいは海水中の構造を陸域の構造に置き換えた構造モデルを適用するケースが多かった。また、構造モデルの中で重要なパラメータである非弾性減衰(Q値)についても、P波、S波に対するQ値を算術平均した値を振幅にかけて近似処理されることが多かった。本研究では、海域での高精度な地震波動伝播シミュレーションを行うために、海域構造及び非弾性減衰を考慮した3次元地震波動場シミュレーションコードを構築し、海域地下構造モデルに対して計算の適用を行った。

本研究で基本となる差分計算スキームは、時間2次・空間4次精度の速度-応力型スタガードグリッド (Virieux, 1986; 林田・他, 1999) である。差分計算を実際にシミュレーションで適用するにあたっては、3次元地下構造モデルを用いるため、計算時間及びメモリ使用量が膨大となる。ここでは、大規模計算への適用実現と計算の効率性を高めるために、計算領域をx, y, zの3方向にそれぞれ分割し、MPI通信ライブラリを用いて並列計算処理を行った。また、計算では非弾性減衰を考慮し、かつ時間領域での畳み込み積分による計算時間の増大を回避するために、支配方程式にGZBモデル (Generalized Zener Body rheological model) に基づくメモリ変数 (Carcione et al., 1988) を導入した。600 × 600 × 300の空間グリッド数、3000の時間グリッド数、各格子点で $Q_p$ ,  $Q_s$ それぞれについて10個のGZBモデルに対し、SGI Altix 4700 (Itanium 2 1.6 GHz) で64コアを用いて計算した場合、計算時間は2.3時間、総使用メモリは52GBとなった。さらに、海域地下構造モデルに対して、高精度かつ安定的にシミュレーション計算を行うために、岡元・竹中 (2005) で提案された固体・流体境界での差分計算処理方法を導入した。これは、固体・流体境界における各変数 (速度及び応力) の境界条件を満たすために、境界面をせん断応力成分の差分グリッド上に設定し、さらに境界面付近で差分式の精度をあえて落とす処理方法である。この処理方法の導入により、固体・液体境界周辺における数値計算上の誤差要因をなくすことができ、特に後続波について精度よく計算できることを確認した。

本研究で構築したコードを用いて、既往の地下構造探査結果 (例えば、Nakanishi et al., 2002) をコンパイルして作成した南海トラフ周辺の3次元海域地下構造モデルに対する波動場の計算を行った。講演ではスナップショットを用いてシミュレーション結果を紹介し、海域構造及び非弾性減衰が波動場に与える影響について報告する。