

## 地球シミュレータ大規模並列計算による南海トラフ地震の波動伝播・強震動シミュレーション

### Large-scale parallel simulation of strong ground motions for Nankai trough earthquakes by using the Earth Simulator

# 古村 孝志[1], 馬場 俊孝[2], 金田 義行[3]

# Takashi Furumura[1], Toshitaka Baba[2], Yoshiyuki Kaneda[3]

[1] 東大地震研, [2] IFREE, JAMSTEC, [3] 海洋センター・フロンティア・アイフリー

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] IFREE, JAMSTEC, [3] JAMSTEC, Frontier, IFREE

#### 1. はじめに

南海・相模トラフでは、約 90~140 年の周期で M8 クラスの巨大地震が繰り返し起きており、今後 30 年以内には 40%以上の確率で次の大地震が発生する可能性が指摘されている。南海トラフ地震では南海動・東南海・東海の 3つの断層セグメントでの破壊が連動して起きることが多く、強震動の評価には数百 km 以上にわたる震源域を含む、西南日本から中部・関東にかけての広い領域を対象とした大規模な計算が必要である。2002 年 3 月に完成した「地球シミュレータ」は世界最速の超並列ベクトル計算機 (5120CPU, 40TFLPOS) であり、従来のスーパーコンピュータの 20 倍以上の演算性能を持つ。これによりの大規模な地震波動伝播・強震動シミュレーションが実現可能になった。

#### 2. 大規模並列シミュレーション

本計算では、上部マントルの深部構造から堆積平野の表層構造までを計算モデルに組み込むために、モデルの上部を細かな格子で、そして下部を粗い格子を用いて離散化する「マルチグリッド PSM/FDM 並列計算法」(古村、2002) を利用する。並列計算では、3次元モデルを水平に複数領域に分割し、これを多数の CPU に割り当てる。各 CPU では、独立に波動計算を進めるとともに、タイムステップ毎に MPI 通信を用いて上下の隣接領域との波動場の交換を行う。波動計算では、水平方向にはフーリエスペクトル法 (PSM) または高次 (16~32 次) FDM を、また領域分割された鉛直方向では、データ通信量を抑えるために 4 次精度の FDM を利用する。微分演算の精度を水平・鉛直方向で揃えるために、鉛直方向の格子間隔は水平方向の半分に設定する。

#### 3. 南海トラフ地震の強震動シミュレーション

九州から北関東にかけての 1228km\*614km\*206km の領域を、地表から 6km までは水平方向に 0.3km の細かな水平格子間隔で、そして深部は 0.6km の粗い間隔で離散化した。地殻、プレート、海洋性地殻、付加体の形状と物性値は、四国沖で 1997~1999 年に行われた屈折・反射法探査 (Kodaira et al., 2000, 2002; Nakanishi et al., 2002; Takahashi, 2002) の P 波速度構造断面をもとに、これを補間と外挿して用意した。S 波速度、密度、および Q 値については、岩石実験のデータ (たとえば、Christensen, 1996) や、他の陸海域で行われた P 波/S 波探査の結果を参考にして決めた。また、地震基盤 ( $V_s=3\text{km/s}$ ) 以浅の表層構造は、人工地震探査やブーグ異常のデータなどを用いて求められた、中央防災会議 (2002) の資料をもとに作成した。ここで作成した西南日本モデルは、堆積層の最小 S 波速度が 0.7km/s であり、計算では約 1Hz までの波動伝播を評価することができる。なお、地震発生から 360 秒間の波動伝播 (12,000 タイムステップ) 計算には、地球シミュレータの 256CPU を用いた並列計算で 1 時間を要した。

#### 4. 南海トラフ地震と強震動

まず、計算モデルの確認のために、1944 年東南海地震 (Kikuchi et al., 2002) と 1946 年南海地震 (山中・他、2000) の地震動シミュレーションを行い、強震波形記録 (高知、名古屋、御前崎観測点) と震度分布との対応を確認した。次に、二つの地震が連動して発生したシナリオ地震の強震動を評価した。潮岬を震源に二つの地震断層に破壊が進行する場合には、東西の 2 方向にそれぞれ強い地震波が放射される。二つの地震動は独立しており、相互の寄与は小さい。このため、求められた震度分布は 1944 年東南海地震と 1946 年南海地震の分布をちょうど合せたものになっている。また、南海地震の断層破壊が西端 (足摺岬) から東側 (潮岬) に向って進行する場合には、破壊進行方向の大阪平野や濃尾平野に震度 5 以上の強い地震動が現れる。これは 1944 年南海地震や 1854 年安政の南海地震の震度分布と明らかに異なる。このことから、過去 2 回の南海地震の破壊開始点は、断層東端 (潮岬) であったことが再確認できる。南海トラフ地震では、1) 周期 4~6 秒のやや長周期の地震動が強く生成され、これが大阪平野や濃尾平野などのような基盤深度が 2~3km 以上にもなる堆積盆地でより強く増幅されること、2) フィリピン海プレート上面やモホ面で全反射した S 波が、震源から数十~百数十 km 以上離れた地点の局所的な強震域を形成する可能性があることなど、M8 クラスの巨大プレート地震特有の波動現象が確認できる。