

## 仮想地球で巨大地震を起こし、将来の大地震と、強い揺れ・地殻変動・津波発生を予測する

本研究では、「京」の中に仮想地球を創り、高精度シミュレーションにもとづいて、プレート境界での大地震の発生予測に取り組んできました。地震発生サイクルシミュレーションでは、「京」の中に複雑な地殻・マントル構造、プレート構造を細かい分解能でモデル化し、プレート運動によって大地震が繰り返し発生する様子を再現します (図1)。

「京」の多数のCPUを用いた並列計算を行うことで、多数の地震発生シナリオを評価します。過去に起こった南海トラフ地震の履歴を検証し、地震の発生パターンの特徴をつかむことで、将来の大地震を予測するのです。

現在、日本列島の陸域と周辺海域には高い密度で地震計や津波計などの設置が進んでいます。リアルタイムで集積される観測データは、シミュレーション結果の検証に用いられ、また地下構造モデルやシミュレーションパラメータの修正に活用されます。刻々と集まる観測データの高度な解析手法と高精度シミュレーション技術がそろうことで、大地震の発生予測に向けた大きな進展が期待されます。

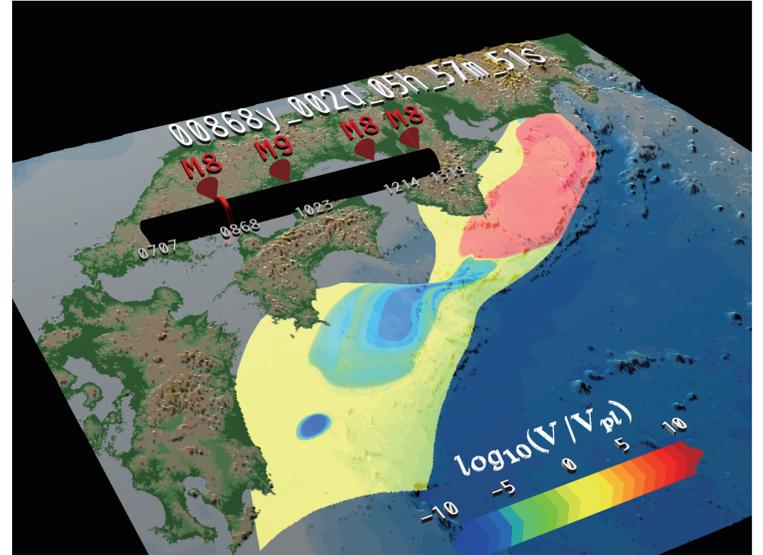


図1. 地震発生サイクルシミュレーションにより再現・予測された、南海トラフ巨大地震の発生パターン。赤色と青色の領域は、それぞれ過去に起こった安政東海地震と安政南海地震・日向灘地震の震源域に相当する。

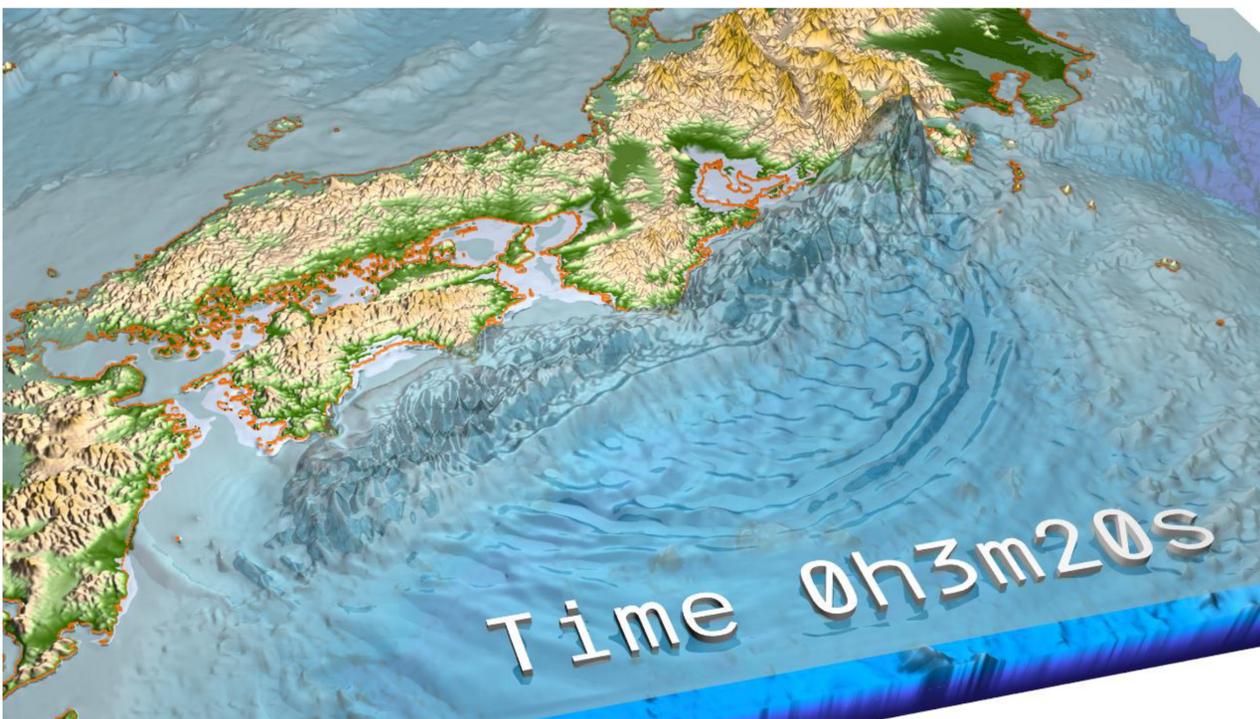


図2. 連成シミュレーションにより求められた、南海トラフ巨大地震の強い揺れ、地殻変動、津波。地震発生から3分20秒後の地面・海面の振動と、海底地殻変動により発生した津波が海面を広がる様子を示す。

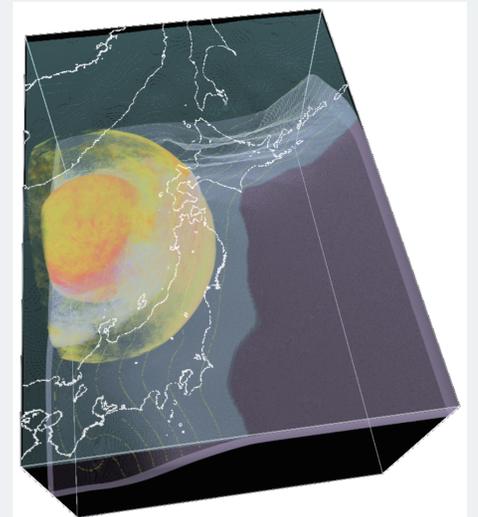
震源から放射された地震波が複雑な地下構造の中を伝わり、地表付近の軟らかい地盤で増幅されることで、強い揺れが生まれます。このとき、震源域の直上の海底には地震地殻変動が発生し、これが海水を押し上げ・下げて津波を起こします。こうした、複雑な地震随伴現象を詳細に評価するために、「京」は力を発揮します。

本研究では、地震発生シミュレーションから得られた南海トラフ地震シナリオを入力として、地震の強い揺れ・地殻変動・津波発生をシミュレーションする「連成シミュレーション」を実現しました (図2)。これまでのシミュレーションでは、強い揺れ、地殻変動、津波を別々に計算してきましたが、「京」の高い性能を活かした新しい計算手法の開発により、ひとまとめに計算できるようになりました。

### 「京」で50倍のシミュレーションが実現、さらに求められる1万倍の性能

本研究に「京」が導入されたことで、地震シミュレーションの精度が格段に高まりました。8万個のCPUを用いた大規模並列計算では、以前のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」の50倍規模の計算が可能になりました。2日間を要した計算がわずか1時間で完了するスピードです。これまで不可能であった規模のシミュレーションが初めて可能になるなど、地震の研究環境は大いに前進しました。

地震予測と災害軽減に資するシミュレーションの実用化に向け、さらに高い性能が必要です。地震の揺れの計算は、空間 (3次元) × 時間 (1次元) の4次元問題なので、50倍の性能でも、計算分解能が $\sqrt[4]{50} = 2.7$ 倍に高まったにすぎないのです。実用的計算には現行の10倍の分解能、すなわち1万倍の性能が求められるのです。まずは100倍の目標を掲げ、その次も100倍を目指した継続的な研究開発が必要です。



日本海下で発生した深発地震の大規模並列シミュレーション