

高精度の地球変動予測のための並列ソフトウェア開発に関する研究 —地殻活動データの解析・同化並列ソフトウェア開発に関する研究—

実施期間 平成 10 年度～平成 14 年度

地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室

鷲谷 威

1. はじめに

地震・火山等の地殻活動が発生するメカニズムを理解し、将来の活動予測を行うことは、防災の観点から重要な課題であるが、全国的なGPSや地震の観測網によって観測データが飛躍的に増加しつつある現在でも、依然として困難なままである。こうした困難の一因は、地球内部の観測が物理的に困難であることに由来し、またそれゆえに、地殻活動を支配する物理法則も未だ未確定な部分が多い。こうした困難を打破する可能性の一つとして、計算機を用いた数値シミュレーションが注目を浴びている。これは、地球内部で生起する地殻活動や観測事実を計算機で再現する過程を通して、地殻活動現象の本質的な理解に迫ろうという試みである。

地球科学分野におけるシミュレーション研究での利用を主目的とする、世界最高性能を持つ超並列計算機（地球シミュレータ）が開発され、平成14年から利用が開始された。科学技術振興調整費による本研究は、その計算機上で動作するシミュレーションプログラム開発の一環である。

2. 研究概要

数値シミュレーションによって地殻活動予測を行うためには、連続的に取得される地殻活動観測データを適切かつ効率的にシミュレーション計算に取り込むことが必要である。こうした処理を行うために、データ解析・同化手法の開発が必要であり、そうした手法の開発を行うとともに、超並列スーパーコンピュータでの利用を想定して並列最適化を行う。本研究では、地殻変動データからプレート境界面の相対変位を推定してシミュレーションモデルへ取り込むことを目指す。具体的には、地殻・マンツルの粘弾性応答を考慮した、GPS、SAR、水準測量等地殻変動データのインバージョン解析および同化手法の並列化、並列計算機環境における最適化に関する研究を行う。

3. 平成14年度実施内容

平成14年度は、日本列島の地殻活動予測モデリング計画の一環として構築された日本列島規模のプレート形状モデルを利用して、GPS観測データの逆解析を実施した。また、GPSの連続観測データの逆解析により、房総半島で発生した非地震性すべりの時空間分布を推定した。

4．得られた成果

GPS連続観測により推定された日本列島の地殻変動速度をデータとして、プレート境界面の固着分布を推定する解析を実施した。現在の瞬間的な地殻変動速度には、粘性を持つアセノスフェアにプレートが沈み込むことによって生じる長期的な地殻変動成分と、プレート境界面上の固着による成分が含まれる。ここでは後者を推定するのが目標であるが、前者はプレート境界形状と地球のレオロジー構造を仮定すれば計算可能なので、まずその分を観測データから差し引いた。次に、地殻変動速度の残差成分を解析するのだが、日本列島では、本解析で仮定した沈み込みプレート境界の他に、内陸部の歪み集中帯が存在し、有意な歪みがそこで解消されているため、この寄与を無視すると現実的な解を得ることができない。そこで、東日本と西日本とで固定する観測点を変えて、近似的にプレート境界の影響のみが現れるようなデータセットを作った。逆解析の結果、四国沖、東北沖、北海道沖などにすべり欠損の大きい、すなわち固着の強い地域が推定され、一方、日向灘周辺などでは、プレート相対運動よりも早く断層がすべる「すべり過剰」が推定された。こうして日本列島周辺のプレート境界における不均質な固着の様子が明らかとなったが、全国を一度に対象とする解析を行ったのはこれが初めてである。

また、1996年房総半島沖で発生した非地震性すべりに伴う地殻変動データに対して断層すべりの時空間分布を求める解析手法を適用したところ、断層すべりが震源域の北側から始まり、次第に南へ移動して最終的に停止した様子が推測された。こうした非地震性すべり分布を定常時の固着分布や大地震時の断層すべり分布と比較すると、非地震性すべりは固着域の周辺部で発生していることがわかり、プレート境界面上の摩擦法則や法線応力の分布などを考える際に非常に重要な情報を得ることができる。

5．結論（問題点）

プログラム本体の開発はほぼ順調に行われたが、地球シミュレータへの最適化を行う十分な時間をとることができなかった。プロジェクト自体は平成14年度で終了したが、今後、ソフトウェアの地球シミュレータへの最適化と、地球シミュレータを利用した実際の計算を行う予定である。