

1903 実観測データに基づく断層面の摩擦パラメータと地殻活動の状態推定のためのデータ同化手法の構築

担当者 宮崎真一(shinichi.miyazaki@kugi.kyoto-u.ac.jp)

・実施機関（代表機関）名

京都大学理学研究科

・研究目的

地殻活動を定量的に理解し予測につなげる上で、観測データを物理モデルに取り込むデータ同化が有効である。本研究では、地殻活動データと地殻活動シミュレーションの双方に適合した物理変数・パラメータを推定するデータ同化手法を開発する。

データ同化の理論やアルゴリズムは統計数理科学の分野において構築されてきたが、実際の問題への適用可能性は、データとモデルの特性に強く依存する。本研究では、データ同化自体を専門とする研究者と協力し、既存の同化手法を、非線形性が非常に強い事例を含む地殻活動シミュレーションに適用し、各手法の問題点を洗い出す。その結果をもとに、具体的な問題に適したアルゴリズムの開発・改良を行う。また、階層型行列（H-matrix）を用いた大規模なシミュレーションにも適用可能なデータ同化手法の検討を進める。具体的には以下のような研究を実施予定である。

- ・ 豊後水道や八重山地域のように繰り返し発生してきたスロースリップを対象に、速度・状態依存摩擦構成則に基づいて断層面上の摩擦パラメータおよびすべりの履歴を推定する手法を確立する。また、スロースリップ自体の研究の進展に伴い新たな物理モデルが提出された場合は、随時新しいモデルを用いるよう努める。基礎となる手法としてアジョイント法とアンサンブルカルマンフィルタ・粒子フィルタ（特殊な例として SIS を含む）という2つのやや性質の異なるアプローチをとり、それぞれの手法の長所・短所を調査する。それに基づき、実データに基づく解析を行う際に両者をうまく活用しながら、摩擦パラメータやすべりの履歴を推定する上で最適と考えられる手法を構築する。また、数値シミュレーションの分野で利用されている階層型行列（H-matrix）をデータ同化にも適用し、計算の高速化を図る。なお、八重山地域のスロースリップに関しては、京都大学理学研究科で GPS 連続観測を行っており、これらの観測データの取得・利用を図る。スロースリップの発生予測は地震発生予測には直接つながらないが、スロースリップの発生領域の状態を理解し、プレート境界面でのすべりの予測を行う事で、地震発生領域への影響を見積もる事ができると考える。
- ・ 速度・状態依存摩擦構成則に基づく余効すべり及び地震時・地震後のすべりによる上部マントルの粘弾性緩和の双方を取り入れたプレート境界地震の余効変動の物理モデルを構築する。このモデルに対する摩擦パラメータや粘性率の推定には、粒子フィルタ、アンサンブルカルマンフィルタ、マルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）等のベイズ統計を基礎とする既存のデータ同化アルゴリズムを適用する。それぞれのモデルに対する適用可能性と適用上の問題点を調査するとともに、その結果に基づいてアルゴリズムの改良を行う。改良されたアルゴリズムを用いてモデルに GPS データを同化し、余効すべり領域の摩擦パラメータと上部マントルの粘性率を推定する。これらの推定は地震発生予測には直接はつながらないが、プレート境界の力学的特性や物性の理解を通して地震発生領域への影響を見積もることができると考える。
- ・ これらと合わせ、地震活動からの摩擦パラメータ推定も試みることで、推定結果の精度・妥当性向上を図る。地震活動から地中の物理情報を抽出するにあたっては、マルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）を主に用いてきたが、計算コストが高く、いずれ限界を迎えることとなる。そこで、地震活動データから断層面の摩擦パラメータおよ

び応力変化等の地中の物理状態を推定するうえで比較的実行が容易な手法を確立する。ここでも速度・状態依存摩擦構成則に基づき、地震活動度と摩擦パラメータとを関連づけた Dietrich(1994)のモデルを用い、摩擦パラメータに非一様性を許し、その空間分布を推定するための手法を構築する。