

大規模データ同化のための計算技術開発

東京大学地震研究所 長尾 大道 加納 将行 伊藤 伸一
東京大学大学院情報理工学系研究科 石川 大智

1. はじめに

数値シミュレーションモデルと観測データを、ベイズ統計学を土台として統合するための計算基盤技術であるデータ同化（例えば、樋口 他 [2011]）は、これまでの主たる応用分野であった気象学・海洋物理学の枠を越え、現在では様々な研究分野へとその応用範囲を広げている。我々は、地震学分野および構造材料分野をターゲットとしたデータ同化の応用研究を実施しているが、これらの分野では計算コストが大きな数値モデルを取り扱うことが多く、また状態推定よりも物理的解釈に直結するモデルパラメータ推定に重きが置かれることが多い。そのため、アンサンブルベースによるデータ同化では、所期の目的を達成することが難しい。

本研究では、(1)地震発生後に観測される余効すべり現象、および (2)構造材料における異相界面移動現象に焦点を当て、それぞれの数値モデルに含まれるパラメータを推定するためのベイズ推定器として、目的関数をパラメータの2階微分まで評価できるように拡張した高速自動微分法（例えば、伊理・久保田 [1991]）を提案する。

2. 高速自動微分法の実装ならびにモデルパラメータ推定に向けた双子実験

テーマ(1)においては、準動的運動方程式ならびに速度・状態依存摩擦構成則を数値モデル、GNSS データを観測データとし、地震後に数か月～数年間にわたって海洋プレート境界域で観測される「余効すべり」と呼ばれる現象を再現するとともに、プレート境界面における摩擦パラメータの推定を行う（例えば、Kano et al. [2013]、鈴木 [2015]）。テーマ(2)においては、フェーズフィールド法を数値モデル、相界面の空間分布を実験データとし、界面の時空間発展を再現するとともに、界面移動のダイナミクスを特徴づけるパラメータの推定を行う。

本講演では、真のパラメータを用いたシミュレーションによって得られた状態を擬似観測データとする双子実験により、高速自動微分法で得られる目的関数のパラメータによる2階微分値を用いたパラメータの推定精度の検証について議論を行う。

謝辞: 本研究は、科学技術振興機構 戦略的イノベーション創造プログラム 革新的構造材料「マテリアルズインテグレーションシステムの開発」、ならびに科研費基盤研究(B)「固体地球科学に資する次世代型データ同化法の創出」（課題番号: 26280006）のご支援を賜っております。

参考文献

樋口知之, 上野玄太, 中野慎也, 中村和幸, 吉田亮, データ同化入門 一次世代のシミュレーション技術一, 朝倉書店, 2011.

伊理正夫, 久保田光一, 高速自動微分法(1), 応用数理, 1, 17-35, 1991.

Kano, M., S. Miyazaki, K. Ito and K. Hirahara, An adjoint data assimilation method for optimizing frictional parameters on the afterslip area, *Earth Planets Space*, 65, 1575-1580, 2013.

鈴木皓博, データ同化による地震発生域の摩擦特性解明に資するプレート境界面の領域分割法, 東京大学大学院情報理工学系研究科数理情報学専攻, 修士論文, 2015.