

「シミュレーション技術の革新と実用化基盤の構築」

平成16年度採択研究代表者

樋口 知之

(情報・システム研究機構統計数理研究所 教授 (副所長))

「先端的データ同化手法と適応型シミュレーションの研究」

1. 研究実施の概要

シミュレーションなどの物理モデルベースでの物理量状態の時間発展更新と、さまざまな観測装置からの実際の物理量の観測に基づく状態補正の二つを適切に組み合わせる作業はデータ同化と呼ばれ、地球環境問題にからむあらゆるモデル作成上もっとも重要な数理的課題である。データ同化の本質は、まず問題を線形ガウスモデルの枠組みに簡素化し、次に状態ベクトルの次元が巨大なために、状態推定に普通利用されるカルマンフィルタを近似的に達成することである。

本研究所現有の超並列高速計算機において、どれだけの規模の状態空間モデルが粒子フィルタ (Particle Filter, PF) で取り扱えるのか、具体的数値評価や計算速度の面から検討を進めながら調査した。具体的には、テスト実験であるので、トレンドモデルおよび標準的季節調整モデルについて、カルマンフィルタ (Kalman Filter, KF) による解析、ならびにPFによる解析を行った。また、PFについてはMPIを用いた並列化を行い、統数研の並列計算機 (altix) によって計算を行った。特に、粒子数を可能な限り増やして両モデルについて計算を行い、粒子数をどの程度増やせるかについて調査した。また非線形性の強い状態空間モデルに対して、データ同化への応用を念頭に、小数の粒子数を持つアンサンブルカルマンフィルタ (Ensemble Kalman Filter, EnKF) とPFの性能評価を行った。非線形性が強い問題に対しては、EnKFにうまく推定できない点がめだつ一方、PFは小数の粒子でもっとも比較的良好な状態数推定が可能であることがわかった。その傾向は特に固定区間平滑化において顕著である。

2. 研究実施体制

統計数理研究所 樋口研究室 (樋口知之)

樋口知之	教授 (副所長)
佐藤整尚	助教授
川崎能典	助手
上野玄太	助手

中村和幸 総合研究大学院大学博士課程1年

全体総括（樋口）

研究実施項目：

- ・PFの高次元化（樋口、佐藤、川崎）
- ・EnKFとPF, EnKSとPSとの比較（樋口、中村）
- ・EnKFのZCモデルへの応用（樋口、上野）

3. 主な研究成果の発表

(1) 論文発表

- J. Fukuda, T. Higuchi, S. Miyazaki, T. Kato, A new approach to time-dependent inversion of geodetic data using Monte Carlo mixture Kalman filter, *Geophysical Journal International*, 159, 17-39, #DOI 10.1111/j.1365-246X.2004.02383.x, 2004.