

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用  
2019年度採択研究者

2020年度 実績報告書
-----------------

小槻 峻司

千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
准教授

『観測の価値』を最大化するデータ同化・予測手法の開発

## § 1. 研究成果の概要

データ同化は、プロセス駆動型の数理モデルと観測データを最適に繋ぐ、統計数理や力学系理論に基づいた学際的科学である。数値天気予報において高度に発展してきたデータ同化であるが、現業の天気予報は限界問題に直面し、Data Rich な時代にも関わらず、観測ビッグデータの価値を最大限に利用できない状況に直面している。本研究の目標は、『観測の価値を最大化するデータ同化・予測手法開拓』を目標に定め、(1) 情報抽出限界の解明、(2) 情報圧縮し同化する手法開発、(3)「観測の価値」を活用する新しいデータ同化・予測手法開拓を進める。第二年次は、主に下記の進展を得た。

(1) 情報抽出限界の解明では、新しいアンサンブル同化手法・ハイブリッドデータ同化の論文化に向けて大気モデル SPEEDY 実験を進めた。課題推進の中でメルボルン大学の Craig Bishop 教授とハイブリッドデータ同化について共同研究を進めるアイデアが生まれ、国際強化支援を受けて更に研究を進める方針である。

(2) 情報圧縮して同化する手法開発では、深層畳み込み学習 (DCNN)を用いた台風特徴量抽出研究を進め良好な結果を得た。この DNCC は台風の特徴量を数値化するもので、データ同化における観測演算子に利用出来る。また、気象における数理構造・情報特徴量は、主流なデータ同化手法であるカルマンフィルタや変分法の仮定する誤差の正規分布性を満たさない可能性がある。そこで、より仮定の少ないデータ同化手法である、粒子フィルタの研究開発を進めた。

(3) 「観測の価値」の活用では、簡易力学モデルを用いて、観測インパクト推定手法 EFSO の診断する「予報を改善・改悪する割合」、「スモーカーとの比較」、「スモーカーと EFSO を併用する新しいデータ同化手法」について理論研究を行った。次年度は SPEEDY を用いた数値実験を行い論文化する予定である。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Carrio, D. S., Bishop, C. H. and Kotsuki, S. (2021): Empirical determination of the covariance of forecast errors: an empirical justification and reformulation of Hybrid covariance models. Q. J. R. Meteorol. Soc. (in press)
- 2) Kotsuki, S., Pensoneault, A., Okazaki, A. and Miyoshi, T. (2020): Weight Structure of the Local Ensemble Transform Kalman Filter: A Case with an Intermediate AGCM. Q. J. R. Meteorol. Soc., 146, 3399-3415. doi: 10.1002/qj.3852
- 3) 小槻峻司, 桃井裕広, 菊地亮太, 渡部哲史, 山田真史, 阿部紫織, 綿貫翔 (2020): 回帰学習器のアンサンブル学習による降雨洪水氾濫モデル・エミュレータ. 水工学論文集, 76, 367-372.
- 4) 関本大晟, 渡部哲史, 小槻峻司, 山田真史, 阿部紫織, 綿貫翔 (2020): 降雨流出氾濫モデル・エミュレータによる浸水範囲予測. 水工学論文集, 76, 547-552.