

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

2021 年度 年次報告書

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)「観測の価値」を活用する新しいデータ同化・予測手法開拓、(3) 情報圧縮し同化する手法開発を進めた。第3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、国際強化支援も受けて研究を推進した。ハイブリッドデータ同化による数値天気予報精度の精度向上と、計算高速化を実現し、米国気象学会の Monthly Weather Review 誌に論文を発表した。

(2) では、「観測の価値」を高める手法として、流体解析分野で発展してきたセンサ位置最適化手法のスパースセンサ位置最適化の高度化に取り組んだ。センサ位置の選定や、復元方法にデータ同化や局所化を適用することで、既存手法を上回る状態場の推定を得ることができた。また大気モデル SPEEDY にもこのスパースセンサ位置最適化を適用し、動的な観測位置決定の問題に対して有望な結果を得られた。

(3) 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更に進めた。特徴量抽出に加えて AI 解釈の研究にも踏み込み、Grad CAM のより DCNN がどこを見て台風・非台風を判断しているかを可視化した。また、気象庁・気象研究所と共同研究契約を締結し、静止衛星ひまわりを対象にした抽出特徴量の同化手法開発を進めた。更に、抽出特徴量を同化するための手段として粒子フィルタの研究開発を進め、欧州地球科学会の国際誌に論文を投稿中である。

【代表的な原著論文情報】

Kotsuki, S., and Bishop, H. C. (2022): Implementing Hybrid Background Error Covariance into the LETKF with Attenuation-based Localization: Experiments with a Simplified AGCM. *Mon. Wea. Rev.*, 150, 283-302. doi: 10.1175/MWR-D-21-0174.1

Miyoshi, T., Terasaki K., Kotsuki S., Otsuka S., Chen Y.-W., Kanemaru K., Okamoto K., Kondo K., Lien G.-Y., Yashiro H., Tomita H., Sato M., and Kalnay E. (2022): Enhancing data assimilation of GPM observations. *Precipitation Science, Measurement Remote Sensing, Microphysics, and Modeling*. Elsevier, 787-804. doi: 10.1016/B978-0-12-822973-6.00020-2