

「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用  
推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」

平成 25 年度採択研究代表者

H28 年度  
実績報告書

三好 建正

国立研究開発法人 理化学研究所 計算科学研究機構  
データ同化研究チーム チームリーダー

「ビッグデータ同化」の技術革新の創出によるゲリラ豪雨予測の実証

## § 1. 研究実施体制

### (1)「三好」グループ

- ① 研究代表者: 三好 建正 (国立研究開発法人理化学研究所 計算科学研究機構 データ同化研究チーム、チームリーダー)
- ② 研究項目  
ビッグデータ同化によるゲリラ豪雨予測の実証的研究

### (2)「富田」グループ

- ① 主たる共同研究者: 富田 浩文 (国立研究開発法人理化学研究所 計算科学研究機構 複合系気候科学研究チーム、チームリーダー)
- ② 研究項目  
超高解像度渦解像気象モデルによるゲリラ豪雨現象の再現可能性に関する研究

### (3)「佐藤」グループ

- ① 主たる共同研究者: 佐藤 晋介 (国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所、研究マネージャー)
- ② 研究項目  
フェーズドアレイ気象レーダーおよびドップラーライダー観測データのリアルタイム高速品質管理・データ処理技術の研究

### (4)「牛尾」グループ

- ① 主たる共同研究者: 牛尾 知雄 (首都大学東京 システムデザイン研究科 航空宇宙システ

ム工学域、教授)

② 研究項目

フェーズドアレイ気象レーダーを用いた観測手法の最適化に関する研究

(5)「石川」グループ

① 主たる共同研究者:石川裕 (国立研究開発法人理化学研究所 計算科学研究機構 フラッグシップ 2020 プロジェクト、プロジェクトリーダー)

② 研究項目

ジョブ間並列通信機構及び観測データ蓄積配布機構に関する研究

## § 2. 研究実施の概要

データ同化は、シミュレーションと実測データをつなぐ学際的科学であり、気象シミュレーションでは天気予報の精度を左右する重要な役割を果たす。シミュレーションは大規模化し、センサ技術は進化し続ける。本研究では、シミュレーション、センサ双方からの大容量かつ高速なビッグデータに対応した「ビッグデータ同化」の技術革新を創出し、ゲリラ豪雨予測に応用して、その有効性を実証する。具体的には、気象庁非静力学モデル NHM、及び、理化学研究所で開発している渦解像 LES (Large Eddy Simulation) 気象モデル SCALE に局所アンサンブル変換カルマンフィルタ LETKF (Local Ensemble Transform Kalman Filter) を適用して、フェーズドアレイ気象レーダー (PAWR)、新しい静止気象衛星ひまわり 8 号・9 号といった次世代型観測データをリアルタイムに同化する「ビッグデータ同化」システムを構築する。単独の積雲対流のライフサイクルは 30 分程度であること、PAWR は 30 秒毎に観測を行うことから、「30 秒毎に更新する 30 分予測」という画期的な数値天気予報システムを目指す。ここから得られる膨大な高頻度予測結果を自動的に素早く解析し、注意情報等意思決定につながるような高レベルな情報を自動抽出するビッグデータ解析技術の創出も目指す。これにより、観測、予測、結果解析までトータルに実証する。

前年度には、NHM-LETKF システムを用いて、2013 年 7 月 13 日に京都で災害をもたらした豪雨事例及び 2014 年 9 月 11 日に神戸市で急発生した孤立積乱雲の事例に取り組み、フェーズドアレイ気象レーダーのビッグデータ同化により良好な結果を得たほか、SCALE-LETKF システムが完成し、2013 年 7 月 13 日の事例について良好な結果を得た。当該年度には、これらの結果の解析を進め、3 次元可視化を高度化するとともに、本プロジェクトの 3 年間の成果としてアメリカ気象学会のフラッグシップ誌 BAMS 及び IEEE のフラッグシップ誌 Proceedings of the IEEE に論文発表した。この成果について 2016 年 8 月 9 日付けでプレスリリース ([http://www.riken.jp/pr/press/2016/20160809\\_1/](http://www.riken.jp/pr/press/2016/20160809_1/)) を行い、新聞やテレビなどのメディアで広く報道された。このほか、ひまわり 8 号によるビッグデータとして、輝度温度データを直接同化する手法に取り組み、2015 年台風 Soudelor や、2015 年 9 月に鬼怒川が氾濫した関東・東北豪雨などの事例で良好な結果を得た。さらに関東・東北豪雨事例に関して、密な地上観測のデータ同化により、降水の再現性を改善する結果を得た。このほか、データ同化の理論的研究として前年度までに取り組んでいた 10240 個のアンサンブルを用いた理想化実験について、局所化を取り除き 1 万 km 遠方まで及ぶ誤差相関を考慮することで、データ同化の精度が大幅に改善する結果を得て、論文発表した。また、社会実装に向けた課題に取り組むため、前年度までに開発した 3 次元ナウキャストについて、30 秒毎に更新する 10 分予測のリアルタイム計算の開発を進めるとともに、このシステムの効果的な実証のため、株式会社エムティーアイと共同研究を開始し、エムティーアイが保有するスマホアプリ「3D 雨雲ウォッチ」を通じて配信するための研究を開始した。当該年度の成果を代表する図として、2013 年 7 月 13 日の事例について、午後 3 時 10 分を初期時刻とした 30 分予測を図に示す。

各研究グループは、それぞれの専門領域である高解像度気象モデル、PAWR の品質管理・データ処理、観測手法、計算性能向上のための通信機構やワークフローの研究を進め、すべての研究成果がビッグデータ同化システムの高度化に統合されるよう、目標を統一して実施している。

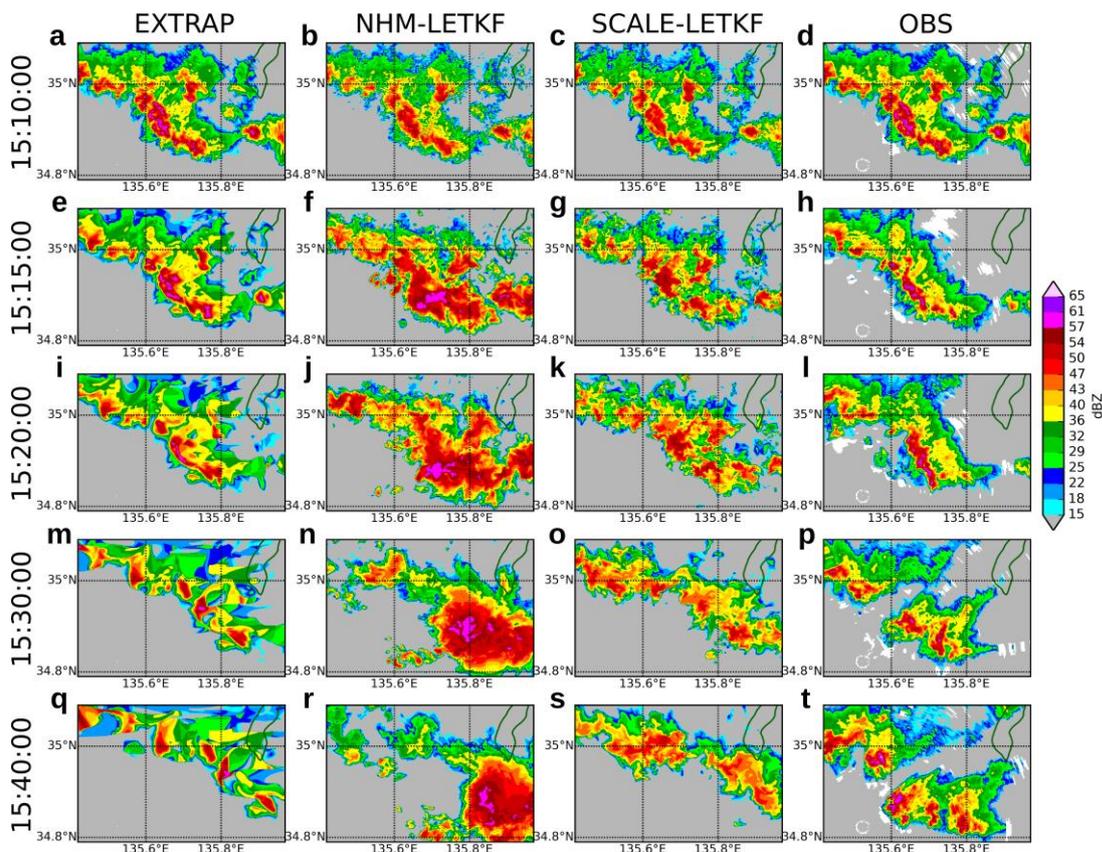


図 2013年7月13日におけるフェーズドアレイ気象レーダーの仰角8.152度の反射強度(dBZ)の水平マップ。a-d:初期時刻(15:10)、e-h:5分予報(15:15)、i-l:10分予報(15:20)、m-p:20分予報(15:30)、q-t:30分予報(15:40)。左列:3次元ナウキャスト、中央左列:NHM-LETKF、中央右列:SCALE-LETKF、右列:フェーズドアレイ気象レーダーによる実際の観測。論文 Miyoshi et al. (2016)の図17より転載。

Takemasa Miyoshi, Masaru Kunii, Juan Ruiz, Guo-Yuan Lien, Shinsuke Satoh, Tomoo Ushio, Kotaro Bessho, Hiromu Seko, Hirofumi Tomita, and Yutaka Ishikawa, ““Big Data Assimilation” Revolutionizing Severe Weather Prediction”, Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 97, no. 8, pp. 1347-1354, 2016  
(doi:10.1175/BAMS-D-15-00144.1)

Takemasa Miyoshi, Guo-Yuan Lien, Shinsuke Satoh, Tomoo Ushio, Kotaro Bessho, Hirofumi Tomita, Seiya Nishizawa, Ryuji Yoshida, Sachiko A. Adachi, Jianwei Liao, Balazs Gerofi, Yutaka Ishikawa, Masaru Kunii, Juan Ruiz, Yasumitsu Maejima, Shigenori Otsuka, Michiko Otsuka, Kozo Okamoto, and Hiromu Seko ““Big Data Assimilation” toward Post-peta-scale Severe Weather Prediction: An Overview and Progress”, Proceedings of the IEEE, vol. 104, no. 11, pp. 2155-2179, 2016  
(doi: 10.1109/JPROC.2016.2602560)

Kondo, K. and T. Miyoshi, 2016: Impact of Removing Covariance Localization in an Ensemble Kalman Filter: Experiments with 10 240 Members Using an Intermediate AGCM. *Monthly Weather Review*, 144, 4849–4865, 2016  
(10.1175/MWR-D-15-0388.1)