

三好 建正

理化学研究所計算科学研究センター
チームリーダー

ビッグデータ同化と AI によるリアルタイム気象予測の新展開

§ 1. 研究成果の概要

気象は、生活や社会経済活動に影響する。本研究は、H25-R1 年度に取り組んだ CREST 研究成果に基づき、サイバー世界と現実世界を双方向に結んだ「高度天気予報活用社会」に向けて加速する。これまで開発してきた「ビッグデータ同化」技術を実用化するための技術的課題に取り組むとともに、AI-シミュレーション連携により気象予測の新たな方向性を打ち出し、新しい AI 研究の方向性を探る。これにより革新的な天気予報を実現し、QoL 向上や社会経済活動の高度化に向けて加速する。

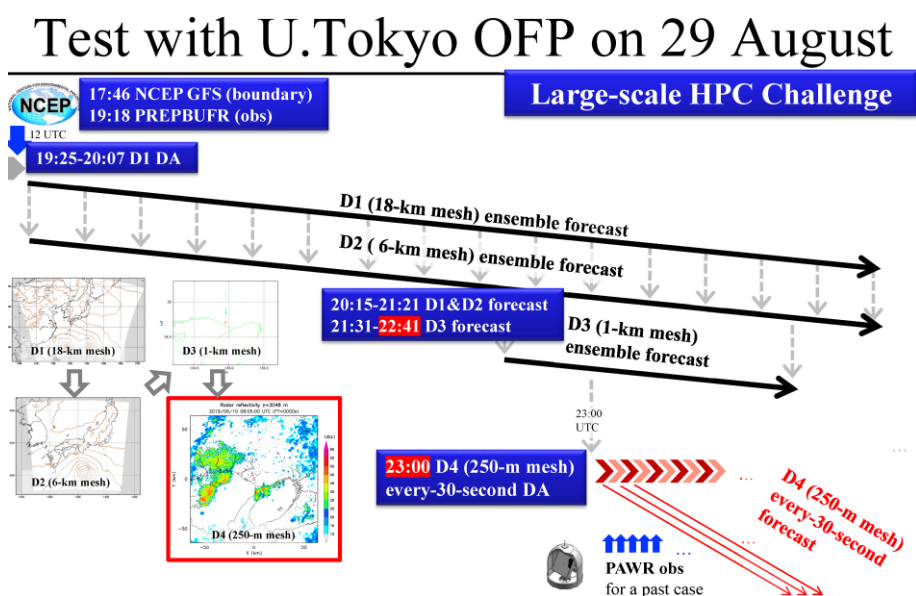
初年度に当たる当該年度は以下の課題に取り組んできた。これまで CREST 研究課題で開発してきた「ビッグデータ同化」システムに基づき、2020 年夏季の実証実験に向けて、リアルタイム実行のための課題解決に取り組んだ。システムをスーパーコンピュータ「京」から東京大学・筑波大学のスーパーコンピュータ Oakforest-PACS に移植し、6 時間毎に更新する 18 km メッシュの広い領域から、4 重にネストして、30 秒毎に更新する 250 m メッシュの 30 分予報を行うリアルタイムワークフローを構築した。Oakforest-PACS を大規模に利用するための「大規模 HPC チャレンジ」に 3 回応募しすべて採択され、2020 年夏季の実証実験に向けた予備実験を行った(下図)。その結果、過去データを用いたシミュレーション実験でリアルタイム計算を達成した。また、予測精度向上のための詳細な解析を複数事例について行い、それに基づいて最適な実験設定の探索を行った。その他、基礎研究として、データ同化を用いて予測モデルのモデル定数を推定する手法を開発した。さらに、データ同化で用いた個々の観測データが、予報の改善に貢献したかどうかを推定する手法を開発した。

「ビッグデータ同化」と AI の協奏に関しては、新たに本研究に加わった上田グループの知見を生かし、気象庁の天気予報に資する統合型ガイドランス、気象観測データの品質評価法、および台風の激化予測の研究開発に着手した。また、ナウキャストシステムに深層学習による AI 技術の一種である ConvLSTM を適用し、良好な結果を得た。その他、AI 技術を用いて非線形なモデルバイ

アスを補正する手法の研究や、低解像度モデルの出力を用いて機械学習により高解像度予測を出力するモデル加速の研究に着手した。

このほか、実際の社会的課題の解決に向けた検討に着手した。小池グループは、「ビッグデータ同化」システム並びにナウキャストシステムのスマートフォン向け配信について検討を行った。中田グループは「ビッグデータ同化システム」の知見を水力発電ダムの運用に活用するための検討を行った。

国際連携の加速に関しては、IMT Atlantique と理化学研究所が締結した MOU を生かして、2020年2月に The Second IMT-Atlantique & RIKEN Joint Workshop をフランス・ブレストの IMT-Atlantique において開催した。AI とデータ同化の融合研究をテーマに、AI 技術を活用したナウキャストシステムの高度化や、数値天気予報と AI の融合に向けて議論を深めた。



SCALE-LETKF によるフェーズドアレイ気象レーダ リアルタイム予測システムの実行結果。青枠内は 2019 年 8 月 29 日の実時刻 (UTC)。4 重ネスト (18km-6km-1km-250m メッシュ) の複雑なワークフローを構築し、リアルタイム計算を達成 (Oakforest-PACS 大規模 HPC チャレンジ利用)。

【代表的な原著論文】

1. Kotsuki S., K. Kurosawa, and T. Miyoshi, 2019: On the properties of ensemble forecast sensitivity to observations. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 145, pp. 1897-1914.
2. Kotsuki, S., Y. Sato, and T. Miyoshi, 2020: Data assimilation for climate research: model parameter estimation of large-scale condensation scheme. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Vol. 125, e2019JD031304.
3. Amemiya, A., T. Honda, and T. Miyoshi, 2020: Improving the observation operator for the phased array weather radar in the SCALE-LETKF system, SOLA, Vol. 16, pp. 6-11.

§ 2. 研究実施体制

(1) 三好グループ

- ① 研究代表者: 三好 建正 (理化学研究所計算科学研究センター チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・ビッグデータ同化リアルタイムシステムの開発
 - ・ビッグデータ同化リアルタイムシステムの実証実験、検証、高度化開発
 - ・AI・シミュレーション融合研究

(2) 上田グループ

- ① 研究代表者: 上田 修功 (理化学研究所革新知能統合研究センター 副センター長・チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・AI技術に基づく数値予報統合型ガイダンスの研究開発
 - ・AI技術に基づく気象観測データの品質管理手法の研究開発

(3) 富田グループ

- ① 研究代表者: 富田 浩文 (理化学研究所計算科学研究センター チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・パラメータ推定にデータ科学を取り入れた気象モデル改良

(4) 石川グループ

- ① 研究代表者: 石川 裕 (理化学研究所計算科学研究センター プロジェクトリーダー)
- ② 研究項目
 - ・ビッグデータ同化のためのリアルタイム実行環境の研究

(5) 佐藤グループ

- ① 研究代表者: 佐藤 晋介 (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の品質管理及びデータ解析の研究

(6) 牛尾グループ

- ① 研究代表者: 牛尾 知雄 (大阪大学大学院工学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・フェーズドアレイ気象レーダのデータ提供及び品質向上

(7) 小池グループ

- ① 研究代表者: 小池 佳奈 ((株)エムティーアイ ライフエンターテインメントスポーツ事業本

部ライフ事業部気象サービス部 部長)

② 研究項目

- ・スマートフォン等を活用した社会実装の検討

(8) 中田グループ

① 研究代表者: 中田 安彦 (東京電力ホールディングス(株)経営技術戦略研究所技術開発部次世代電力インフラエリア プロジェクトマネージャー)

② 研究項目

- ・水力発電所ダム運用高度化への適用検証