

三好予測科学研究室

主任研究員 三好 建正 (Ph.D.)



(0) 研究分野

分科会: 物理、工学

キーワード: 予測、最適制御、力学系、計算、データ同化

(1) 研究背景と研究目標

計算科学(第口の科学)とデータ科学(第口の科学)を融合した新しい第口の科学として、「予測科学」を打ち立てる。予測と制御は長きにわたって研究されてきたが、大規模で複雑な現象の予測は難しい問題である。当研究室は、このような大規模で複雑な現実問題における予測と制御の科学を探る。人類は、地球環境、資源、人口、医療、健康など、個人レベルからグローバルまで幅広く様々な困難に直面している。「予測科学」は、人類の広範な英知をつなぐハブとなり、人類社会の持続的発展に有効な予測・制御に基づく科学的・客観的アプローチを探る。

(2) 2020年度成果と今後の研究計画

(A) 新しい「予測科学」の確立

当研究室は2018年4月に発足した。2012年10月より計算科学研究センター(R-CCS)データ同化研究チームを主宰し、6年の時をかけてじつくりと、データ同化を幅広いシミュレーション分野に拡張することを目指し、新しい「予測科学」という考え方を醸成してきた。当研究室が発足してから、外部資金獲得に向けた研究提案をいくつか行ってきた。その審査過程で、共同研究者と多くのミーティングを行い、予測科学の確立に向けた研究についてさらに検討を重ねてきた。これらの研究提案には、数学、地球環境、惑星、宇宙、生命、医療、工学、社会経済など広範な分野を専門とする20名ほどのPIが参加した。これら各分野の第一線で活躍するPIとともに、幅広い分野の予測問題に取り組む具体的な研究計画を練ってきた。いくつか行った研究提案のうち、2019年度に行った理研新領域開拓課題への提案は、審査の結果、最終的に“Prediction for Science”という課題として採択された。2020年度から5年間の計画である。

2020年度は、“Prediction for Science”の活動として毎月一回の会合を開き、様々な分野における予測問題についての理解を深めた。また、“Prediction for Science”で新規採用した3名の研究員は、コロナ禍で制限を受けつつも、可能な限り当課題に参加する研究室を訪問、議論し、分野の枠を超えた予測科学問題に取り組み始めた。

今後の計画

まずは理研新領域開拓課題で具体的な成果を挙げていく。5年後には、他の研究課題をスタートし、複数の新たな応用分野で成果を得る。7年後には、この予測科学が広がり始め、新たな潮流を生み出したい。



PREDICTION

“Prediction for Science”ロゴ

(B) 気象予測とデータ同化

PI三好は気象学に強く、R-CCSデータ同化研究チームを2012年10月の発足以降7年にわたって主宰し、気象予測とデータ同化の研究に取り組んできた。2017年10月に行われたFuqing Zhang教授を座長とする外部評価では最高の評価が与えられ、この分野で世界をリードする研究を行っていることが高く評価された。気象予測は、科学に基づく予測の成功例である。ここで、コンピュータによるシミュレーションと現実世界のセンサデータを結ぶ「データ同化」が中心的役割を果たす。データ同化の考え方を拡張することで、より一般化した「予測科学」となる(上記A参照)。これまで築いて

きた世界をリードする気象予測とデータ同化の研究を強化していくことは、重要である。

2018年4月の発足以来、当研究室ではいくつかの研究提案を行ってきた。そのうちのひとつ、JSTのAIP加速研究課題「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」が採択され、2019年度より3年計画で始動した。この課題はR-CCSが代表機関となって、70名以上の研究参加者を擁し、理研AIPセンター、気象庁、情報通信研究機構、大阪大学、また産業界からMTIと東京電力が参画している。また、2019年度より理研エンジニアリングネットワークの研究課題「気象予測データを再現する人工気象器を利用した植物表現形質データ蓄積のための研究手法の開発」(研究代表者: 理研CSRS松井南グループディレクター)に共同研究者として参画している。

図には、データ同化手法に関する研究成果の例を紹介している。

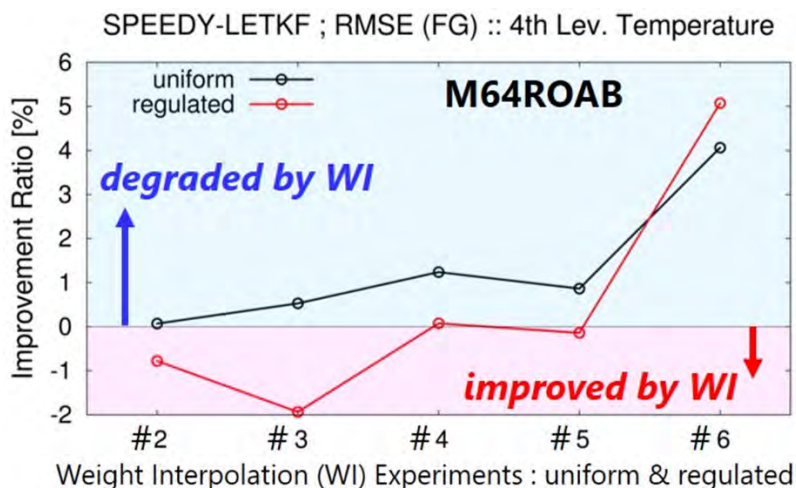


図 データ同化システムSPEEDY-LETKFを用いた観測格子点間引き実験。横軸は間引きのパラメータであり、値が大きい程LETKFを計算する格子点が減り計算コストが低減する。縦軸は全点でLETKFを計算するコントロール実験に対する変換行列・内挿手法の相対改善率(%)であり、負値は改善、正値は改悪を示す。SPEEDYの大気第4層の気温・第一推定値に対する二乗平均平方根誤差で評価した。黒線はYang et al. (2009)によるオリジナルな変換行列の内挿手法であり、赤線は本研究の提案する観測密度に応じて参照点分布を変化させる手法。Kotsuki et al. (2020)からの引用。

今後の計画

気象予測とデータ同化に関するリード研究を強化し、基礎科学研究と応用研究の両面で拡大して行く計画である。

(C) 研究集会

以下の研究集会を主催・共催した。

名称	日付	場所	主催・共催
66 th data assimilation seminar	2020年5月1日	オンライン	R-CCS, CPR
67 th data assimilation seminar	2020年6月10日	オンライン	R-CCS, CPR
68 th data assimilation seminar	2020年7月20日	オンライン	R-CCS, CPR
69 th data assimilation seminar	2020年9月11日	オンライン	R-CCS, CPR
70 th data assimilation seminar	2020年10月1日	オンライン	R-CCS, CPR
71 st data assimilation seminar	2020年11月20日	オンライン	R-CCS, CPR
理研データ同化オンラインスクール(基礎編)	2020年9月2日-30日	オンライン	R-CCS, CPR, iTHEMS, 神戸大
第12回 理研・京大データ同化研究会	2021年2月10日	オンライン	R-CCS, 京大, CPR, iTHEMS
IMT-Atlantique & RIKEN Online Joint Seminar Series (英語)	2021年2月17日-3月31日	オンライン	R-CCS, CPR, IMT Atlantique, iTHEMS
第1回 気象制御可能性検討セミ	2021年3月2日	オンライン	R-CCS, CPR, 東

ナー			大
第2回 気象制御可能性検討セミ ナー	2021年3月16日	オンライン	R-CCS, CPR, 東 大

今後の計画

引き続き、“Prediction for Science”月例会、データ同化セミナー、Prediction Science Seminarシリーズ、気象制御可能性検討セミナーシリーズ、理研・京大データ同化研究会、理研データ同化オンラインスクール等を開催する。

(3) 研究室メンバー

(2020年度)

(主任研究員)

三好建正

(研究員)

Mulia Iyan、大塚成徳、寺崎康児、Wu

Ting-Chi

(特別研究員)

古川 賢、Hou Tianfeng、前島康光、雨宮

新、高玉孝平、Taylor James、M dini Maha、

大石俊、Liang Jianyu

(テクニカルスタッフ)

坂本英之

(アシスタント)

今野佐衣子、小森幸江

(4) 発表論文等

1. Tandeo, P., P. Ailliot, M. Bocquet, A. Carrassi, T. Miyoshi, M. Pulido, and Y. Zhen, 2020: A review of innovation-based methods to jointly estimate model and observation error covariance matrices in ensemble data assimilation. *Mon. Wea. Rev.*, **148**, 3973–3994.
2. Kotsuki, S., A. Pensoneault, A. Okazaki, and T. Miyoshi, 2020: Weight structure of the local ensemble transform Kalman filter: a case with an intermediate AGCM. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **146**, 3399–3415.
3. Miyoshi, T., S. Kotsuki, K. Terasaki, S. Otsuka, G.-Y. Lien, H. Yashiro, H. Tomita, M. Satoh, and E. Kalnay, 2020: Precipitation ensemble data assimilation in NWP models. In: Levizzani V., Kidd C., Kirschbaum D., Kummerow C., Nakamura K., Turk F. (eds) *Satellite Precipitation Measurement. Advances in Global Change Research*, 69, Springer, 983–991, doi:10.1007/978-3-030-35798-6_25.
4. Yashiro, H., K. Terasaki, Y. Kawai, S. Kudo, T. Miyoshi, T. Imamura, K. Minami, H. Inoue, T. Nishiki, T. Saji, M. Satoh, and H. Tomita, 2020: A 1024-member ensemble data assimilation with 3.5-km mesh global weather simulations, in *SC20: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC)*, Atlanta, GA, US, pp. 1–10, doi: 10.1109/SC41405.2020.00005.
5. Taylor, J., T. Honda, A. Amemiya, Y. Maejima, and T. Miyoshi, 2021: Predictability of the July 2020 heavy rainfall with the SCALE-LETKF, *SOLA*, **17**, 48–56, doi:10.2151/sola.2021-008.

Laboratory Homepage

https://www.riken.jp/research/labs/chief/predict_sci/

<http://prediction.riken.jp/>