

データ同化研究チーム研究概要

データ同化研究チームでは、様々な応用研究における利用に供することを目的とした、シミュレーションと観測データとの相乗効果を生み出すための共通基盤として、大規模計算に適した効率的かつ高精度なデータ同化アルゴリズムを研究開発している。また、データ同化によるシミュレーションモデル及び観測データの誤差評価ツールや、モデルパラメータの最適化ツールといった、シミュレーションにおいて有効な各種ツールを研究開発する。この際、計算機科学の諸分野と連携することで、計算機の構造に適した高速なアルゴリズム開発を行うとともに、統計数理の理論的な側面からも、階層構造に適した手法の探究や、非線形・非ガウスへの挑戦といった、データ同化の精度を高め、応用範囲をますます広げるための研究を進める。

主に共通基盤としての汎用性、応用可能性の観点から、アンサンブルデータ同化手法に集中して研究を進める。具体的には、メリーランド大学で考案された局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）をベースとして、高精度かつ高速なアルゴリズムの開発を行う LETKF は元来並列計算性能を重視して開発されたアンサンブルデータ同化手法であり、並列計算機との融和性が高い。この LETKF を、広範な応用を想定した上で、大型計算機に最適化して実装することで、共通基盤的なソフトウェアとする。

以上の LETKF をベースとして、1) 統計数理に基づいたデータ同化理論研究によるデータ同化手法の精緻化、2) データ同化による様々なツールの研究開発を行う。理論的な研究として、LETKF で採用されているカルマンフィルタによる線形・ガウスの仮定を打破し、粒子フィルタといった非線形・非ガウスフィルタの考え方を取り込むことや、大規模計算で問題となる系の多重階層構造を適切に考慮したデータ同化手法の探究、また、LETKF 自体を改良するための誤差分散膨張法や誤差共分散局所化法の高度化などに取り組む。ツールとしては、観測及びシミュレーションの誤差評価ツール、モデルパラメータの客観推定ツール、観測インパクト推定ツールといった、新規かつ有効性の高いツールの研究開発を行う。これらのデータ同化ソフトウェア及びツールは、多様なシミュレーション分野で応用を行う。このための調査研究を進める。

HPC によるデータ駆動科学は近年盛んになってきており、これまで培ってきたプロセス駆動科学、データ同化手法との融合は、富岳を中心とする HPC における新しいアプリケーション創成に繋がる。特に、富岳によるビッグシミュレーションデータを用いて深層学習を行うには富岳上で実行するほかはなく、富岳ならではのオンリーワンの取り組みとなる。将来的に共通基盤的アプリケーションの開発に繋げ、ユーザの拡大を目指す。

本研究チームでは、気象衛星ひまわり 8 号やフェーズドアレイ気象レーダ（PAWR）など新型センサによるビッグデータを活用する「ビッグデータ同化」の技術革新を創出し、世界的にも突出した気象予測技術を切り拓いてきた。2030 年代の未来社会に向け、この突出した「ビッグデータ同化」技術を AI 技術と組み合わせさらに革新し、防災や自然エネルギー、生活の質（QoL）向上に関わる社会課題解決に貢献する。