

局所アンサンブル変換カルマンフィルタが提案する次世代の再解析プロダクト

*三好建正（気象庁数値予報課）、山根省三（千葉科学大学／地球環境フロンティア）

三好・山根(2006)は、地球シミュレータで局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（Local Ensemble Transform Kalman Filter: LETKF, Hunt 2005）を開発し、T159L48のAFES（AGCM for the Earth Simulator, Ohfuchi et al. 2004）に適用して、完全モデルのOSSE（Observing Systems Simulation Experiment）で良好な結果を得た。このシステムに現実の観測データを同化するための観測演算子を実装し、2004年8月の実観測データ（気象庁の現業数値解析予報システムの全球サイクル解析で使われた観測データからATOVS衛星輝度温度データを除いたもの）を同化した。さらに、実観測データと同じ観測地点及び観測誤差で構成される観測システム（実観測網）によるOSSEを行い、完全モデルで実観測網によるデータ同化性能を調べた。本発表では、これらの実験結果を示した上で、次世代の再解析システムとしてLETKFの可能性を提案したい。

実験では、40メンバーのLETKFで実観測網のOSSEにより局所化パラメータをチューニングして得られた、21x21x13のLocal patchに水平6グリッド鉛直3グリッドという局所化パラメータを用いた。共分散膨張には動的推定を適用した。まず、完全モデルでの精度を確認するため、実観測網を用いたOSSEを行った。図は省略するが、南半球の高緯度帯は観測が少ない地域に対応し、解析誤差が大きい。全体として、解析誤差は観測誤差よりも小さい程度に抑えられ、LETKFは精度の高い解析場を実現する。

次に、2004年8月の実観測データを同化した。サイクルの始めは気候値からスタートし、5日後には概ねフィルターは落ち着く。図1に、サイクル10日後2004年8月10日00UTCの気象庁サイクル解析（JMA）及びLETKFによる500hPa高度の解析場を示す。これら二つの場はよく似ており、LETKFがよく働いていることがわかる。図2に、同時刻のLETKFによる解析アンサンブルスプレッドを示す。観測の少ない南半球中緯度以南で大きくなっているなど、主に観測分布に応じた形状を持つが、このほかにも流れに依存した構造が見られる。

このように、LETKFを使うことで、解析場だけでなく、解析誤差の空間分布のプロダクトができる。さらに、非定時の観測を正しく扱うため4次元化すると（4D-EnKF, Hunt et al. 2004）、未来の時刻の観測をスムーザのように同化することが可能となる。これを再解析に利用すれば、さらに高精度の解析場が得られるだろう。LETKFは、アンサンブル予報も含め、4次元変分法と同程度の計算コストで実現される。JRA-25は、日本初の長期再解析として成果を収めてきた。特に長期間にわたる観測データの利用を通じて培われたノウハウは大きい。これを生かし、さらに高度な次世代の再解析手法として、誤差の情報も提供するLETKFは、有望な選択肢となるだろう。

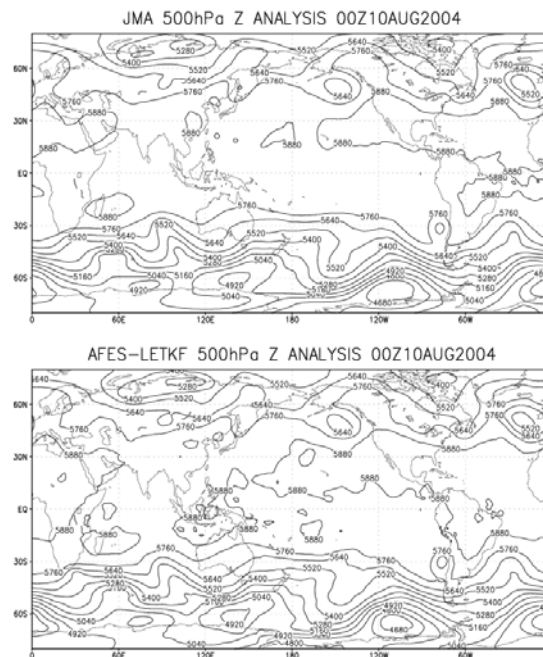


図1 2004年8月10日00Zの500hPa高度の解析場。上は気象庁サイクル解析場、下はLETKFによる解析場を示す。

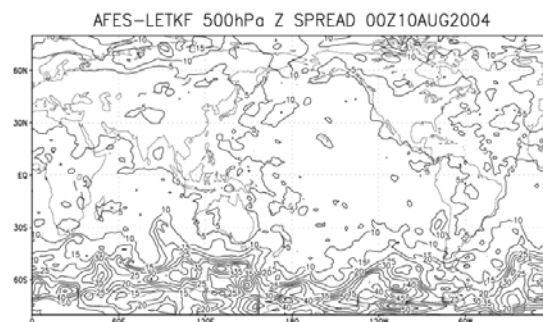


図2 LETKFによる2004年8月10日00Zの500hPa高度の解析アンサンブルスプレッド。

謝辞

大淵濟、榎本剛（ESC）、竹内義明、小泉耕（数値予報課）の各氏との有意義な議論や支援等に感謝する。本実験では、海洋研究開発機構の支援により、地球シミュレータを利用した。

参考文献

- Hunt, B. R., 2005: Efficient Data Assimilation for Spatiotemporal Chaos: a Local Ensemble Transform Kalman Filter. arXiv:physics/0511236v1, 25pp.
- Hunt, B. R., and others, 2004: Four-dimensional ensemble Kalman filtering. *Tellus*, **56A**, 273-277.
- 三好建正, 山根省三, 2006: 地球シミュレータを使った局所アンサンブル変換カルマンフィルタの完全モデル実験. 気象学会春季大会予稿集, submitted.
- Ohfuchi, W., and others, 2004: 10-km mesh meso-scale resolving simulations of the global atmosphere on the Earth Simulator: Preliminary outcomes of AFES (AGCM for the Earth Simulator). *J. Earth Simulator*, **1**, 8-34.