

気象庁非静力学モデルを使った4次元アンサンブル・カルマンフィルタ

*三好建正、荒波恒平（気象庁数値予報課）

アンサンブルカルマンフィルタ (EnKF) を全球モデルに適用した例は多く知られているが、メソモデルに適用した例はZhang et al. (2004)の先駆的な仕事など、非常に限られている。そこで我々は、気象庁非静力学モデル (NHM) に局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) を適用した。適用したLETKFは、三好・山根(2006)により地球シミュレータで全球モデルAFES用に開発されたものに、境界や変数の違いによる修正を加えたものである。このLETKFのバージョンは、三好ら(2006)により4次元化された後のもので、非定時の観測をその時刻のものとして同化することができる。

NHMに適用したLETKFが動作することを確かめるため、完全モデルの仮定でデータ同化実験を行った。使ったNHMは2006年6月時点の最新の開発バージョンであり、格子間隔は5km、計算領域は東京を中心とする約300km四方の領域とした。領域の大きさを除いて、現業運用版とほぼ同じである。2005年8月15日06Zの気象庁現業メソ解析場を初期値とする15時間予報を行い、このうち最初の2時間をスピニングとみなし、08Z以降を真の状態と仮定した。観測網は、2x2x2格子点ごとに1点、風(1.0 m/s)、気温(1.0 K)、湿度(10%)、地表面気圧(1.0 hPa)を10分毎に観測するものとした(括弧内の値は観測誤差標準偏差)。このほか、降水レーダーを想定して、モデルで計算された10分降水積算量が全格子点で観測されるものとし、この観測誤差標準偏差は1.0 mm/hrとした。LETKFは1時間同化サイクルとし、10分毎の観測を適切に扱うため、10分スロットの4次元同化を行った。境界値はモデルの一部と見なし、すべてのアンサンブルメンバーの予報について、真の状態を作ったものと同一に固定した。本実験で用いたアンサンブルサイズは10である。

図1は、気温場の平方根平均2乗誤差とアンサンブルスプレッドを示す。境界の影響により、データ同化しない場合でも誤差が小さくなっていく。しかし、データ同化した場合はこれより常に小さな誤差を持ち、データ同化がよく動作していることが分かる。図2には、11Zの降水分布を示す。データ同化なしの場合と比べると、データ同化をした場合は、降水同化の有無に関わらず、風の方が明らかに改善している。2つの円で囲んだ領域は、データ同化なしでは降水の気配もないが、同化した場合は大なり小なり降水がある。降水の同化を行うことで、右上の円で囲んだ降水はよく再現される。一方、左下の楕円で囲んだ降水は弱くなっており、常に降水の同化が改善をもたらすとは限らない。この弱くなった場所を見ると発散場であり、降水を同化した場合は衰弱が早く、タイミングがずれている。一般に、降水を同化すると力学場は悪化する傾向が見られた。降水の誤差分布はガウス分布ではないなど、降水の同化については扱いが難しい点があるため、今

後の調査研究が必要である。本研究で、NHMに適用したLETKFが適切に動作することが確認できた。今後、様々な研究への応用が期待される。

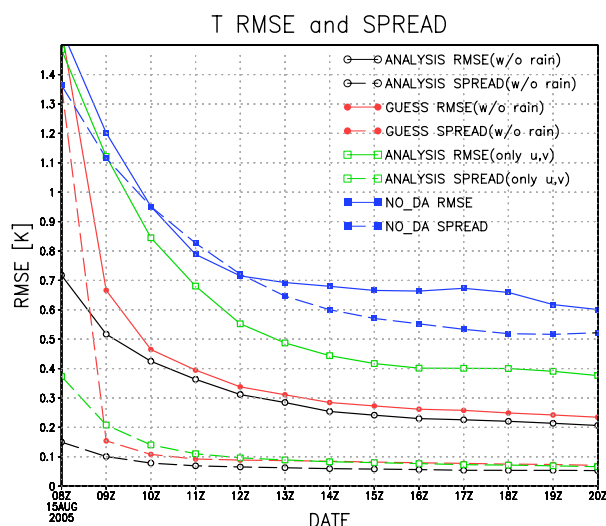


図1 気温場の平方根平均2乗誤差(実線)及びアンサンブルスプレッド(点線)の時系列。誤差が大きな2本の線(■)はデータ同化なしの場合、□で示した線は風のみを同化した場合を示す。○と●で示した線は、雨以外のすべての観測を同化した場合の解析値及び第一推定値を示す。

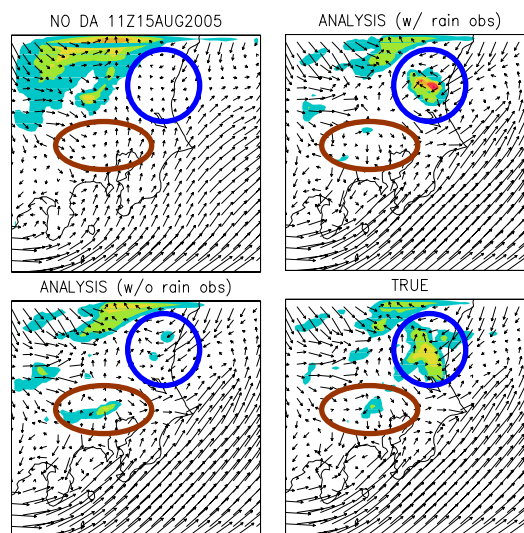


図2 11Zの降水分布。右下が真の状態を示す。左上、左下、右上は、データ同化なし、降水以外の同化あり、降水を含めすべて同化ありをそれぞれ示す。

参考文献 (一部ののみ)

三好建正, 山根省三, 榎本剛, 2006: AFES-LETKFによる2005年5月以降の実験的再解析. 気象学会秋季大会予稿集, submitted.
Zhang, F., C. Snyder, and J. Sun, 2004: Impacts of Initial Estimate and Observation Availability with an Ensemble Kalman Filter. *Mon. Wea. Rev.*, **132**, 1238-1253.