

## アンサンブルカルマンフィルタの誤差共分散膨張法の比較

\*三好建正、佐藤芳昭、門脇隆志（気象庁数値予報課）

アンサンブルカルマンフィルタ（EnKF）は、比較的簡単な実装で高度なデータ同化ができる手法として注目されている。本発表では、EnKFの同化性能に影響を与える誤差共分散膨張法について、加法的及び乗法的の2つの代表的手法を適用した実験を行い、その特徴を比較する。

EnKFには、その同化性能を左右するいくつかのパラメータがある。最も重要なパラメータはアンサンブルサイズであり、このほか、誤差共分散局所化や膨張がある。局所化に関しては、Anderson (Tellus A, 2007) や Bishop (QJRM, 2007) により動的な局所化が模索されているものの、現時点では静的な局所化法が実用的である。膨張に関しては、Whitakerら (MWR, submitted) が3つの手法を試している。一つは、乗法的膨張法 (multiplicative inflation) と呼ばれるもので、予報のアンサンブルスプレッドに1より大きな数をかけることでスプレッドを膨張するものである。もう一つは、加法的膨張法 (additive inflation) と呼ばれるもので、解析の各メンバーにランダムな摂動を加えるものである。これにより、古くなっていく摂動に新たな摂動成分を加える stochastic seeding (三好・Kalnay, 気象学会秋季大会予稿集, 2005) の効果が期待できる。ランダムな摂動の選び方が問題となるが、WhitakerらはNCEP/NCAR再解析 (Kalnayら, BAMS, 1996) の6時間の時間変化傾向を使った。最後の一つは、relaxation to prior と呼ばれる方法で、予報のアンサンブルスプレッドと解析のアンサンブルスプレッドを混合する方法である。WhitakerらのNCEP全球モデルを用いた実験では、加法的膨張法が最善の結果を与えたことが報告されている。

ここでは、気象庁全球モデルに局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF, Hunt et al., Physica D, 2007) を適用したシステム (Miyoshi and Sato, SOLA, 2007) を使用し、加法的及び乗法的膨張法を適用する実験を行った。実験は、2004年8月をターゲットとして、2004年7月20日から始めた。北半球で膨張率25%の乗法的膨張法を適用すると、サイクルが不安定化し、異常終了した。この時、8月20日頃以降から、モデル面第31層付近でスプレッドが拡大し始めていることがわかった (図1)。異常終了直前の2004年8月29日12UTCにおけるアンサンブルスプレッド (図2) を見ると、観測が少ない北太平洋上で、25Kにもなる大きなスプレッドがある。20%以下の膨張率では、異常終了しなかったが、観測がある場所とない場所のメリハリが拡大される傾向は、乗法的膨張法に一致した特徴である。一方、加法的膨張法では、そのような特徴

は見られない (図3)。

Whitakerらの報告により、加法的膨張法が優れていることが半ば定説となっているが、中高緯度の風の予報など乗法的膨張法が優れている点も認められた。乗法的膨張法は簡便であり、実用上のメリットは大きい。地点依存する膨張率を用いるなど、工夫の余地はまだあり、膨張法について研究を進める必要があるだろう。

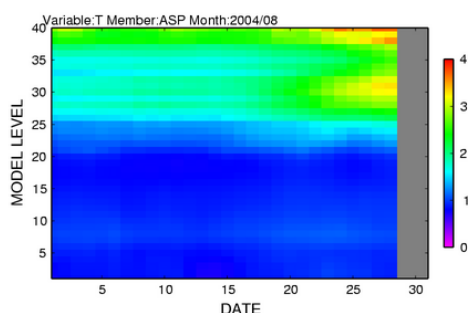


図1 気温の解析アンサンブルスプレッド (K) の鉛直分布の時系列。横軸は2004年8月の日付。

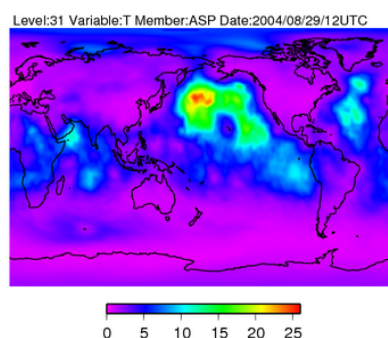


図2 モデル面第31層での2004年8月29日12UTCにおける気温の解析アンサンブルスプレッド (K)。

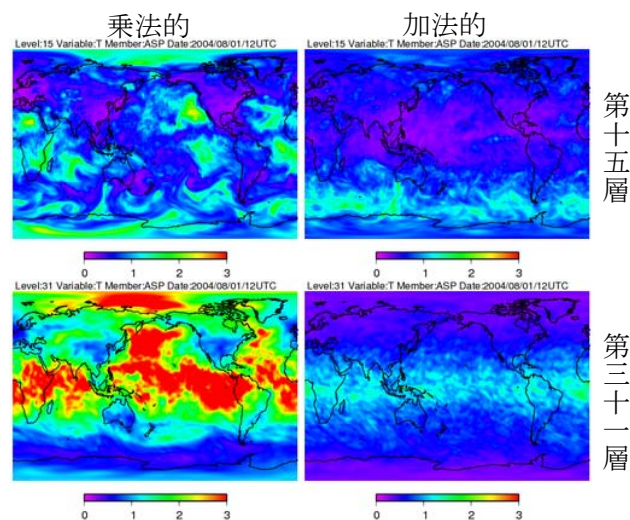


図3 モデル面第15層 (上段) 及び第31層 (下段) での2004年8月1日12UTCにおける乗法的 (左) 及び加法的 (右) 膨張法による気温の解析アンサンブルスプレッド (K)。