

従来型観測のみを用いた日本域領域再解析システムの開発

*福井真^{1,2}・岩崎俊樹¹・瀬古弘²・斉藤和雄²・国井勝²

(1. 東北大学大学院理学研究科、2. 気象研究所)

1. はじめに

NCEP/NCAR による試み (Kalnay et al., 1996) を皮切りに、世界の主要な現業センターによって、長期間の均質な大気場のデータセット作成を目的とした全球再解析が実施されてきた。しかし、これらの全球再解析では、最新のものでも水平解像度が数十キロ程度であり、局地循環や現実的な降水強度を再現するには粗すぎる。この水平解像度の問題を解決するために、特定領域のみを領域モデルを用いて高解像度化する力学的ダウンスケールが一般的に行われている。力学的ダウンスケールは、物理的整合性のある高解像度な均質データを作成可能である。しかし、側面境界による束縛のみでは領域内部の場を拘束しきれず、総観場の再現性が、側面境界として与える低解像度データと比べて劣ることがある。そこで、側面境界による束縛に加え、領域内部の観測を同化することで、高解像度でありながらも、同化をしない力学的ダウンスケールより再現性の高い領域再解析の実施可能性を考える。また、できるだけ長期的均質性を担保するためには、JRA-55C (Kobayashi et al., 2014) のように長期間入手可能な従来型観測のみを同化することが望ましい。本発表では、従来型観測のみを同化することで、どの程度の精度の領域再解析データセットを与えうるかについて調べた結果について報告する。

2. 実験設定

水平解像度 25km の NHM-LETKF を用いた同化実験を行った。これは、Kunii (2014) で用いられた NHM-LETKF を基にしたものである。対象領域は、図 1 の通りで、鉛直に 50 層 (モデルトップ: 22801m) とした。アンサンブルメンバー数は 10 とした。各メンバーの初期値としては、JRA-55 (Kobayashi et al., 2015) からランダム抽出した年の 8 月 1 日 12UTC の場を与えた。側面境界値には JRA-55 を用い、摂動は与えない。同化する観測データは、気象庁の品質管理済みである CDA の中から、JRA-55C に採用されている従来型観測 (SYNOP、SHIP、BUOY、TEMP、PILOT、Wind Profiler、TC Bogus) のみを用いた。同化ウィンドウは 6 時間とし、共分散膨張率は一律 1.5 を与え、水平局所化スケールは 200km、鉛直局所化スケールは $0.2 \ln p$ とした。また、同化を行わない力学的ダウンスケール実験として、NHM-LETKF の予報部分で用いたものと同じ設定の NHM を用いた実験 (DS) と、長期力学的ダウンスケールを

行う際によく用いられているスペクトル境界結合 (SBC: Yasunaga et al., 2005) を DS の設定に加えた実験 (DS-SBC) を行った。

実験期間は、2014 年 8 月 1 日 12UTC から 9 月 1 日 00UTC とする。尚、最初の 5 日分はスピンアップ期間として、平均値を求める期間には含まない。検証データには、衛星やレーダ、航空機などによる観測も含めて同化されている気象庁の現業メソ解析 (MA) を用いる。検証領域は、図 1 の太線で囲われた領域とした。

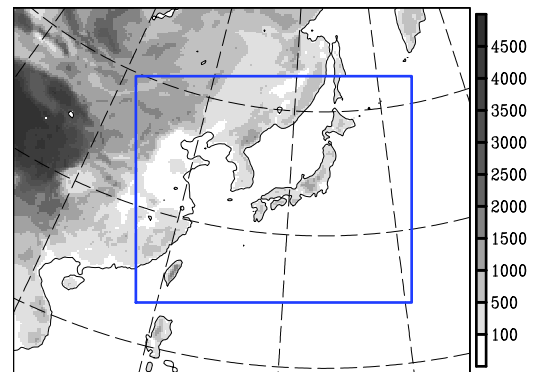


図 1: 計算領域。陰影がモデル地形の標高。青実線で囲われた領域が検証領域。

3. 結果

図 2 は、海面更正気圧の、MA に対する、NHM-LETKF による予報-解析サイクル及び同化を行わない力学的ダウンスケールの根二乗平均誤差 (RMSE) を示したものである。DS では、気圧パターンが MA とずれてしまい、RMSE が期間平均で 3.2hPa と大きくなっている。とりわけ、8 月 6 日から 12 日にかけて RMSE が大きくなっているが、これは検証領域を台風 11 号が通過した時期にあたり、DS においてこの台風の位置の再現に失敗しているためである。DS-SBC では、DS のように RMSE が極端に大きくなる期間はなく、RMSE は、DS よりも小さくなっているが、期間平均は 1.8hPa であり、側面境界の JRA-55 よりも大きくなっている。一方、従来型観測のみの同化を行った場合、解析、6 時間予報のアンサンブル平均共に、初期数日のスピンアップ期間を除けば、期間を通じて RMSE は DS-SBC よりも小さくなくなり、側面境界に用いた JRA-55 と同程度となっている。NHM-LETKF の RMSE は、解析で 0.8hPa、6 時間予報でも 1.1hPa である。6 時間予報のスプレッ

ドは0.8hPaであり、側面境界摂動を与えなかったが、検証領域内部において摂動を成長させ、予報の不確実性をある程度は表せることができているものと考えられる。特に、スプレッドは観測の少ない熱帯域で非常に大きくなっているが、このような地域では、観測による束縛が弱く不確実性の大きな領域であることが、スプレッドの大きさに表れているものと考えられる。ただし、観測による修正が十分効かない中で、解析の際に共分散膨張を過剰に働かせすぎ、不自然に摂動を大きくさせていることも考えられ、共分散膨張の方法も含めて検討が必要な可能性がある。図3は、500hPa面のジオポテンシャル高度のRMSEである。従来型観測は地上に比べ高層観測は時空間的に疎らになってしまうため、上空ほど観測による修正が弱くなる。そのため、JRA-55よりも精度悪化するものの、依然として、DS-SBCに対しては同程度から改善され、DSに対しては大きく改善となった。

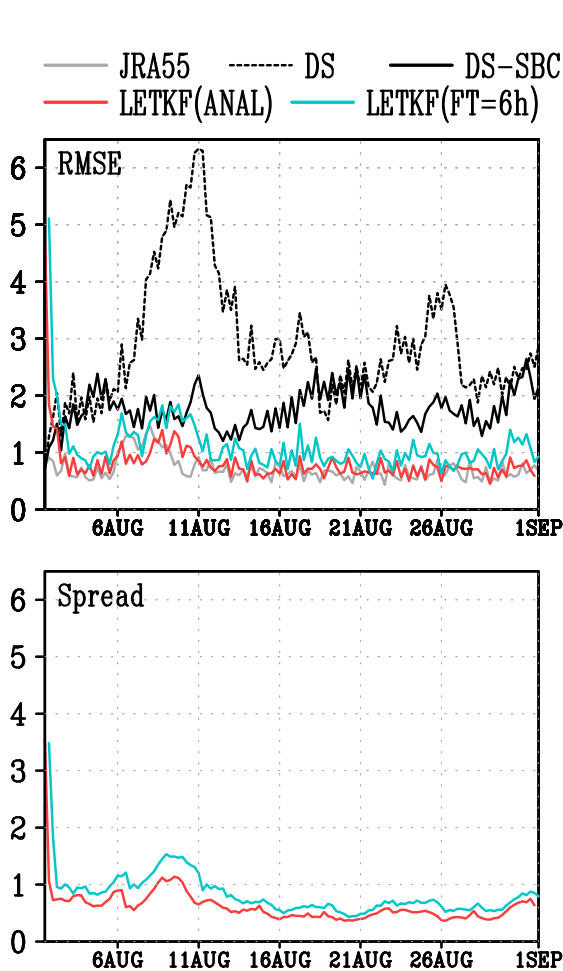


図2: MAに対する海面更正気圧のRMSE（上図）とスプレッド（下図）[hPa]。灰色線がJRA-55、破線がDS、黒線がDS-SBC、赤線がNHM-LETKFの解析、青線が6時間予報のアンサンブル平均。

4. まとめ

2014年8月を対象として、従来型観測のみを水平解像度25kmのNHM-LETKFを用いて同化し、その有効性について調べた。長期の力学的ダウンスケールでは、総観場自体が崩れて誤差が大きくなってしまっていたが、従来型観測のみを同化することで、場の再現を大きく改善し、地上付近を中心にRMSEで側面境界として用いたJRA-55と同程度の精度を持っていることがわかった。今回は、水平解像度25kmと局地循環や現実的な降水強度を再現するには依然として粗い。今後は、水平解像度5km程度での同化実験を行い、環境場に加え、局地循環や降水強度の再現性について調べる予定である。

謝辞

本研究は、文部科学省のHPCI戦略プログラムの助成を受けたものである。

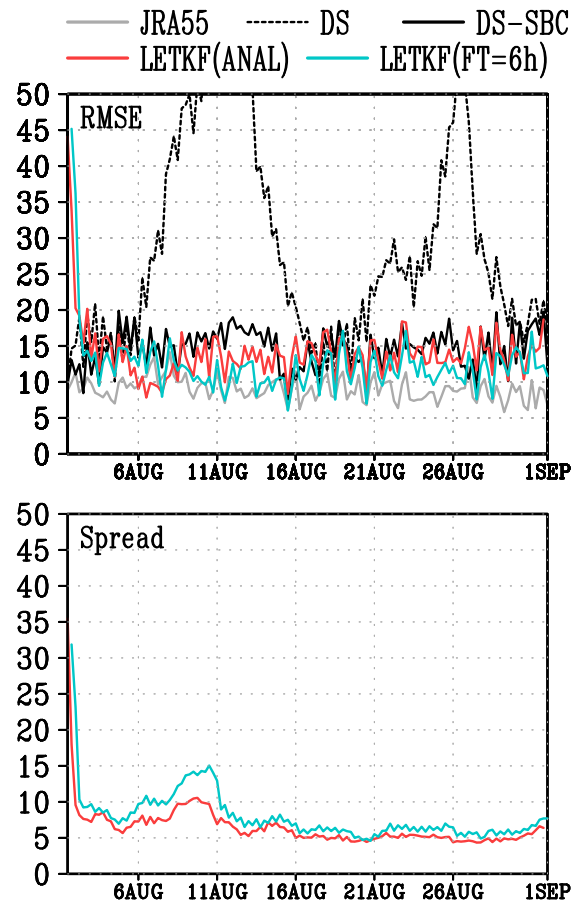


図3: MAに対する500hPa面ジオポテンシャル高度のRMSE（上図）とスプレッド（下図）[gpm]。灰色線がJRA-55、破線がDS、黒線がDS-SBC、赤線がNHM-LETKFの解析、青線が6時間予報のアンサンブル平均。