

数値天気予報における予測可能性変動メカニズムの解明

榎本 剛（京都大学防災研究所）

1. はじめに

我々の課題では、地球シミュレータ上で 2 つの大気大循環モデル、AFES と NICAM を用いて、初期値を交換したアンサンブル予報実験を行った。予報実験の対象として、集中豪雨、台風、爆弾低気圧、ブロッキング高気圧を選んだ。これらは、いずれも極端気象や異常気象であり、災害を引き起こす可能性がある社会的影響の大きな現象である。これらの現象は、メカニズムや予測可能性といった科学的な知見に関しても未解明な部分が多い。本課題での予報実験からは、防災・減災に貢献する成果だけでなく、科学的な成果も期待される。

本課題で用いる基本的な手法は、複数の初期値（大気解析場）と複数の大気モデルを使って予報実験を行い、ある現象の予測誤差に対して初期値と大気モデル（予報部分）の不確実性の相対的な寄与を定量化することである。今年度の公募課題では、1 つの初期値から、AFES と NICAM を使って、下記の 3 つの現象について実験を行った。

1. 台風 Yagi (201303)
2. 2014 年 8 月の広島豪雨
3. 2010/11 年冬季の大循環場

以下の節でそれぞれ実験の詳細と結果について示す。初期値には全て ALERA2 を用いた。ALERA2 は全球アンサンブル大気再解析データで、地球シミュレータを用いて作成されたものである（平成 27 年度所内課題「アンサンブル同化手法を用いた観測システムの最適化に関する研究」と関連）。ALERA2 (Enomoto et al. 2013) は、妥当な解析精度を持っており、かつ 63 個のアンサンブルメンバーを持つ。ここでは、63 メンバーの解析値とそのアンサンブル平均値の合わせて 64 メンバーのアンサンブル予報を行った。

2. 台風 Yagi の進路予測

現業機関でも予報が難しかった台風 Yagi の進路を、AFES を使ってアンサンブル予測

実験を行った。AFES の水平解像度だけを変えて、進路予測への影響を調査した。初期値は共通の ALERA2 (水平解像度 T119, 約 100 km 格子) を用いて、アンサンブル AFES 予報を鉛直層数 48, 水平解像度 T119 と T239 (約 50 km 格子) の 2 つで 5 日の予報実験を行った。

図 1 はそれぞれの予報実験での台風進路の結果を示している。予報開始 2~3 日までは T239 の方が北東寄りのベストトラックをよく再現している。また、メンバー間の進路のばらつきも T119 より広がっており、ベストトラックに近いメンバーも見られる。ただし、どちらの実験でも、それ以降の時刻の予報は北西進し、いくつかのメンバーはトラックを現実的に追跡できなくなっている（ここでは SLP の極小点を追跡している）。

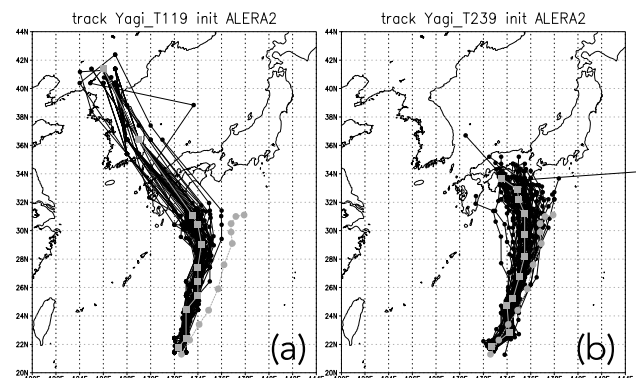


図 1: (a) T119 と (b) T239 アンサンブル予報実験での 3 日間の台風トラック。2013 年 6 月 9 日 12UTC を初期値としている。黒線（丸印）が各 64 メンバーのトラック、灰色線（四角印）がアンサンブル平均場でのトラック、灰色点線（丸印）が気象庁のベストトラックである。

3. 2014 年 8 月広島豪雨のアンサンブル予報実験

2014 年 8 月 20 日の未明から明け方にかけて、広島市で集中豪雨が発生した。この集中豪雨事例について、水平解像度 14km 鉛直層数 38 の NICAM を使ってアンサンブル予測実験を行った。19 日 0900JST の ALERA2 を初期値とするアンサンブル実験を行ったところ、

すべてのメンバーで広島付近の 24 時間積算降水量が 10 mm 以下であった。そこで、同時刻の気象庁全球解析に ALERA2 の各メンバーから求めた摂動を加えたアンサンブル実験を行った。その結果、いくつかのメンバーが広島付近に 100 mm 以上の大雨を予測した。ALERA2 と気象庁全球解析の可降水量に大きな差は見られなかったが、下層(1000～850 hPa)の鉛直積算水蒸気量は、九州・四国の南海上で気象庁全球解析の方が多かった。

4. 2010/11 年冬季のアンサンブル予測実験

爆弾低気圧やブロッキングの予測可能性を調査するために、1 冬季について日替わり予報実験を行った。日替わり予報実験は、2010/11 年 12 月～2 月の毎日 12UTC での ALERA2 を初期値として、それぞれで 20 日間のアンサンブル予報実験を行っている。日替わりのアンサンブル予報実験を行うことにより、1 冬季中での予測可能性の変動を詳細に調査できる。予報期間は 20 日である。予報モデルは 2 節と同様に T119 と T239 の 2 つの水平解像度の AFES を用いた。

2011 年 1 月の日毎の予報 5 日、10 日、20 日目での、大気再解析 ERA Interim (Dee et al. 2011)に対する北半球全域 RMSE は、どちらの解像度でも予報精度は同じではなく日々変動していた(図 2)。解像度が異なる予報でも同じ初期時刻に対して同期的に変動している時刻があり(例えば、1 月 7 日初期値の 5 日、10 日予報値や、1 月 24 日初期値の 10 日と 20 日予報値)、初期値の誤差・スプレッドや大気擾乱などによって予測可能性が変動していると予想される。今後、変動のメカニズムを調査していく。

5. まとめと今後の方針

今年度特筆すべき点として、昨年の更新により計算性能が向上した地球シミュレータ上で高解像度での大気大循環モデルのアンサンブル予報ができるようになった点である。今後、この予報結果を分析して注目する大気現象の予測可能性やその変動メカニズムについて調査を行っていく。また、複数のモデルを用いながら、さらに初期値も複数個交換した「たすき掛け実験」を進めていく。

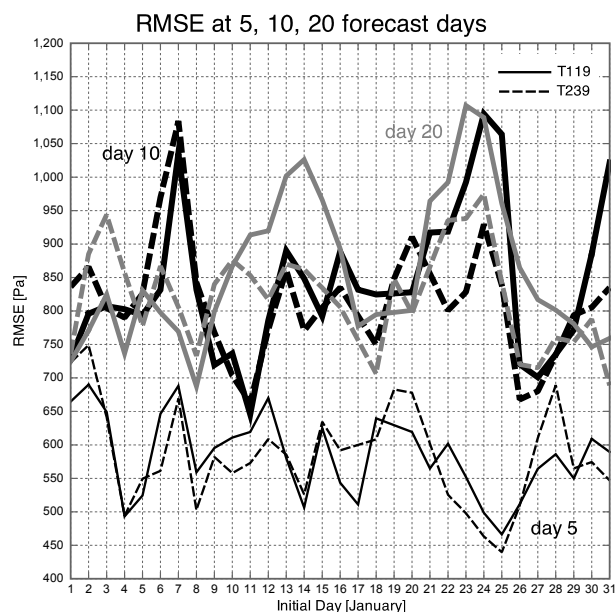


図 2: 2011 年 1 月の 5 日(細線), 10 日(太線), 20 日(灰色線)予報値の北半球 SLP の RMSE [Pa]の日々変動。T119(実線)と T239(点線)のアンサンブル平均での誤差を示す。横軸は予報開始日を示している。

6. 引用文献及び略語一覧

6.1. 引用文献

- Enomoto, T., et al., 2013: Observing-system research and ensemble data assimilation at JAMSTEC, *Data Assimilation for Atmospheric, Oceanic and Hydrologic Applications (Vol. II)*, chap. 21, 509–526.
- Dee, D. P., et al., 2011: The ERA-interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system, *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, **137**, 553–597.

6.2. 略語一覧

- AFES: Atmospheric general circulation model for the Earth Simulator
- ALERA2: AFES–LETKF experimental ensemble reanalysis version 2
- LETKF: Local Ensemble Transform Kalman Filter
- NICAM: Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model
- RMSE: Root-mean square error
- SLP: Sea level pressure