

Winter T-PARC 2009 航空機観測が低気圧予測に及ぼす影響

吉田 聡 (JAMSTEC-APL)、榎本 剛 (京大防災研)、川村 隆一 (九大院理)

1. はじめに

Winter T-PARC 2009 は THORPEX の一環として、2009 年 1 月から 2 月にかけて北太平洋上で行われた航空機によるドロップゾンデ観測キャンペーンである。北米の 5 日予報に対して感度のある領域を観測ターゲットとしており、北太平洋上で発達する低気圧近傍での観測が実施された。しかしながら、この観測が予測に与えた影響についての研究はほとんど報告されていない。本研究では全球大気アンサンブル同化システムを用いた観測システム実験と全球大気モデルによるアンサンブル予測実験を用いて、この観測が北西太平洋域の低気圧予測に対する影響を解析した。

2. データと解析手法

本研究では海洋研究開発機構で開発・運用している全球大気アンサンブル再解析 ALERA2 (Enomoto et al. 2013) とその同化システム ALEDAS2、全球大気予報モデル AFES ver.3 (Kuwano-Yoshida et al. 2010) を用いた。ALEDAS2 は 63 メンバーの LETKF と解像度 T119L48 の AFES を用いた同化システムで、観測データとして NCEP PREPBUFR を同化している。但し、衛星観測放射輝度は同化していない。

Winter T-PARC 2009 の観測データは PREPBUFR に含まれているため、ALERA2 を標準実験、Winter T-PARC 2009 の観測データを除いた同化実験を観測システム実験 (OSE) とする。OSE は 2009 年 1 月 12 日から 2 月 24 日の間、Winter T-PARC 2009 の全てのドロップゾンデ観測データを除い

た観測データを連続して同化した。また、この期間の ALERA2 と OSE の各メンバー毎日 12UTC を初期値として、同解像度の AFES による 10 日間のアンサンブル予報実験を行った。

低気圧の発達指標には地表気圧の局所時間変化率を用いた Local Deepening Rate (Kuwano-Yoshida 2014) を利用した。ここでは 24 時間の時間変化率 LDR24 を使う。

$$\text{LDR24} = -\frac{P_{\text{sf}}(t+12h) - P_{\text{sf}}(t-12h)}{24} \left| \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} \right| \quad (1)$$

ここで、 P_{sf} は地表気圧 (hPa)、 θ は緯度、 t は時間である。本研究では $\text{LDR24} \geq 1$ を急発達として定義する。

本研究では、Winter T-PARC 2009 期間中唯一、爆弾低気圧となった 2009 年 2 月 1 日に日本付近で急発達した低気圧を解析対象とした。アンサンブル予報全メンバーのうち $\text{LDR24} \geq 1$ となったメンバーの割合で急発達の確率予測を行った。

3. 結果

解析対象の低気圧は 2009 年 2 月 1 日 00UTC に日本の東方沖で LDR24 が最大となった。図 1 に ALERA2 からのアンサンブル予報実験による急発達確率予測を示す。7 日予報でも 50%以上の確率で急発達が予測されており、5 日予報では実際の急発達領域のほとんどが 90%以上の確率となっている。10 日予報でも急発達の確率は高く、実際、TIGGE データベースの ECMWF、NCEP、JMA のアンサンブル予報結果でも同様に高い予測可能性を示した (図示せず)。一方、OSE を初期値とした予測では、実際より北

東側に急発達が高確率で予測された（図 2）。この違いをもたらした要因を調べるため、アンサンブル予報結果を用いた簡易感度解析（Enomoto et al. 2006）を行った。図 3 は東経 140 度から 180 度、北緯 30 度から 40 度の領域で ALERA2 予測と OSE 予測との全エネルギー差を擾乱とした 2009 年 1 月 22 日 12UTC 初期値の予報に対する感度解析結果である。初期時刻にヨーロッパ北西部に現れたシグナルがユーラシアを經由して北西太平洋の差を生み出している。しかし、Winter T-PARC 2009 の観測は北太平洋上のみなので、これより以前の観測がヨーロッパの偏差を生み出したと考えられる。そこで、このヨーロッパのシグナルについても感度解析を行った。対象領域は 2009 年 1 月 23 日 12UTC の西経 50 度から 0 度、北緯 30 度から 70 度の領域である。2009 年 1 月 13 日 12UTC 初期値の予報を用いた感度解析では北太平洋の下層低気圧の発達および対流圏上層ジェットを通じてシグナルが伝搬していた。

4. まとめ

Winter T-PARC 2009 のドロップゾンデ観測が低気圧予測に与える影響について、アンサンブル同化システムを用いた OSE と AGCM を用いたアンサンブル予測実験を行い解析した。Winter T-PARC 2009 の観測を同化した ALERA2 からの予測実験は現業機関の予報同様、7 日から 10 日の予測可能性を示した。一方、Winter T-PARC 2009 の観測を除いた OSE からの予報実験では、5 日以上予報全てで急発達位置が北東側にずれるバイアスを示した。簡易感度解析の結果、この予報結果の違いは北西太平洋での観測が北半球を伝搬して低気圧の発達をもたら

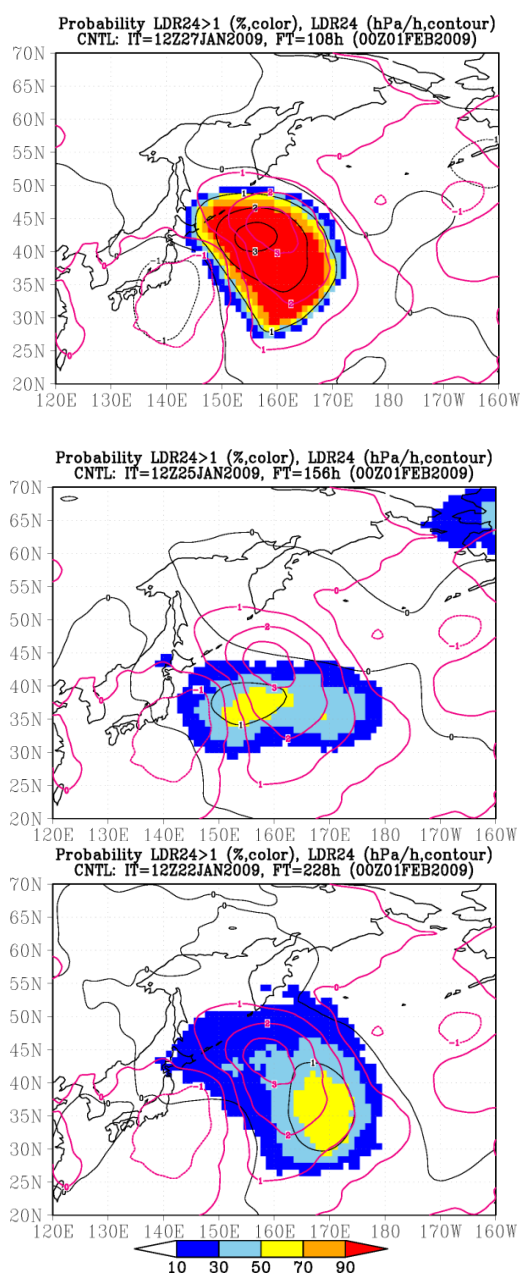


図 1. ALERA2 初期値の LDR24 $\geq$ 1 の予報時刻 2009 年 2 月 1 日 00UTC における確率予報（陰影）と LDR24 のアンサンブル平均（黒線）。紫線は予報時刻における ALERA2 の LDR24 解析値。（上）5、（中）7、（下）10 日予報

す上層擾乱に影響した結果であることが示唆された。

参考文献

Enomoto, T., T. Miyoshi, Q. Moteki, J. Inoue, M. Hattori, A. Kuwano-Yoshida, N. Komori, and S. Yamane, 2013: Observing-System Research and Ensemble Data Assimilation at JAMSTEC, in *Data Assimilation for Atmospheric, Oceanic and Hydrologic Applications (Vol. II)*, doi:10.1007/978-3-642-35088-7.

Enomoto, T., W. Ohfuchi, H. Nakamura, and M. a. Shapiro, 2006: Remote effects of tropical storm Cristobal upon a cut-off cyclone over Europe in August 2002. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **96**, 29–42, doi:10.1007/s00703-006-0219-2.

Kuwano-Yoshida, A., 2014: Using the Local Deepening Rate to Indicate Extratropical Cyclone Activity. *SOLA*, **10**, 199–203, doi:10.2151/sola.2014-042.

Kuwano-Yoshida, A., T. Enomoto, and W. Ohfuchi, 2010: An improved PDF cloud scheme for climate simulations. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **136**, 1583–1597, doi:10.1002/qj.660.

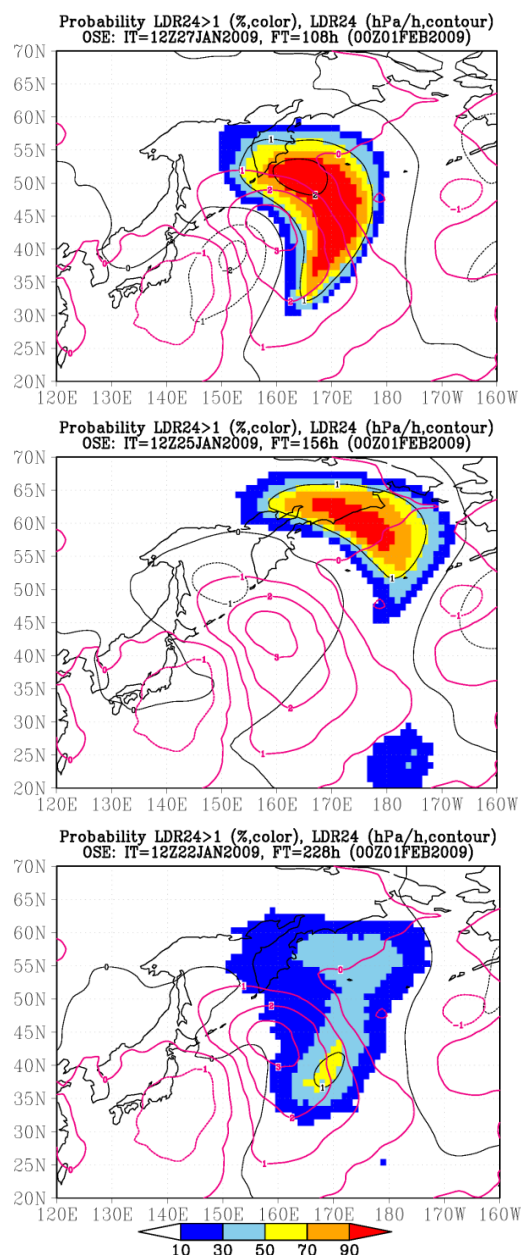
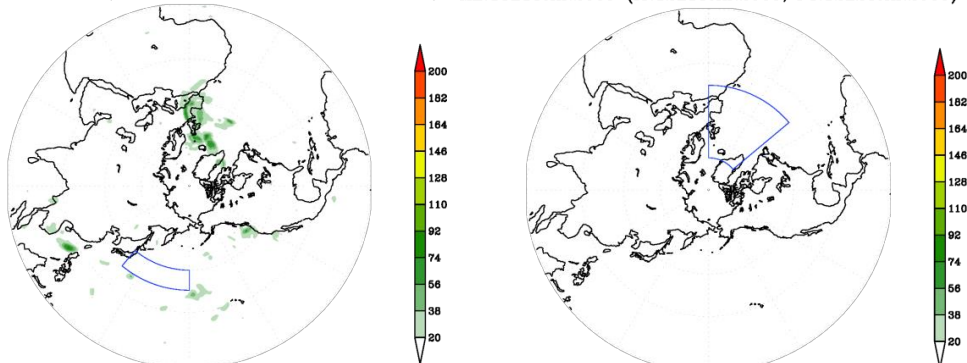
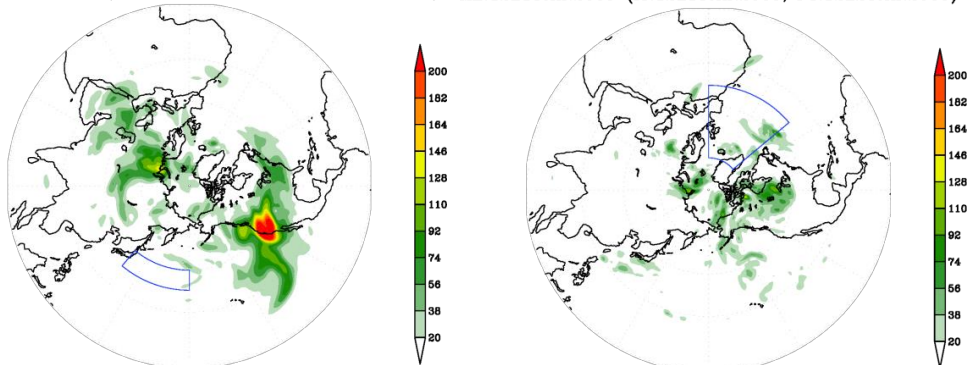


図 2. OSE からの確率予報. 図 1 と同様.

ME:18Z22JAN2009 (IT:12Z22JAN2009, FT:12Z01FEB2009) ME:18Z13JAN2009 (IT:12Z13JAN2009, FT:12Z23JAN2009)



ME:12Z27JAN2009 (IT:12Z22JAN2009, FT:12Z01FEB2009) ME:12Z18JAN2009 (IT:12Z13JAN2009, FT:12Z23JAN2009)



ME:06Z01FEB2009 (IT:12Z22JAN2009, FT:12Z01FEB2009) ME:06Z23JAN2009 (IT:12Z13JAN2009, FT:12Z23JAN2009)

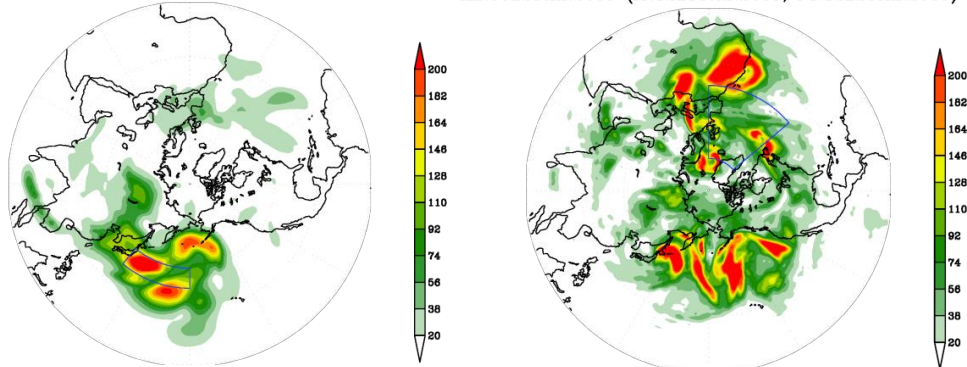


図 3. 2009 年 1 月 22 日 12UTC からのアンサンブル予報を用いた 2009 年 2 月 1 日 12UTC の北西太平洋域（青枠）に対する感度解析結果.（上）2009 年 1 月 22 日 18UTC,（中）27 日 12UTC,（下）2 月 1 日 06UTC.

図 4. 2009 年 1 月 13 日 12UTC からのアンサンブル予報を用いた 2009 年 1 月 23 日 12UTC の北東大西洋域（青枠）に対する感度解析結果.（上）2009 年 1 月 13 日 18UTC,（中）18 日 12UTC,（下）23 日 06UTC.