

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

課題責任者

山崎 哲 海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 アプリケーションラボ

著者

山崎 哲*1, 服部 美紀*2

*1 海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 アプリケーションラボ

*2 海洋研究開発機構 地球環境部門 海洋観測研究センター

キーワード：アンサンブルデータ同化システム, 全球アンサンブル大気再解析, 観測システム実験, エアロクリッパー

1. はじめに

海洋研究開発機構は、極域から熱帯まで世界各地で様々な観測を実施している。本課題は、アンサンブル手法に基づく先駆的なデータ同化システムを応用した観測システム実験を行うことにより、観測のインパクトを定量的に評価し、最適な観測システムの設計に役立てることを目的とする。我々は、独自で開発を進めている全球大気アンサンブルデータ同化システム ALEDAS (AFES-LETKF data assimilation system) を有する。独自の同化システムを利用すれば、特定の観測データを同化する/しないという実験（観測システム実験、詳しくは [2 節](#) を参照）が可能になり、解析値やその予測値の変化からその観測データの影響を定量的に評価することが可能になる。つまり、現象の発生メカニズムや予測可能性に関する知見に加えて、最適な観測システムを設計するための指針を得ることが可能となる。

本課題では ALEDAS の version2 (ALEDAS2) と version3 (ALEDAS3) を使ってアンサンブル実験的再解析を行っている（[ALERA](#): AFES-LETKF experimental ensemble reanalysis）。現在、アンサンブルメンバー数 63、成層圏解像度の鉛直層数（トップ約 0.1 hPa）を有する ALEDAS3 を用いて、長期の全球大気アンサンブル再解析データ ALERA3 を作成している。アンサンブル再解析データは現業・研究レベルともに稀であり、長期プロダクトデータとしての価値が期待される。また、ALEDAS は EFSO (Ensemble Forecast Sensitivity to Observations) と呼ばれる個々の観測インパクトを診断する手法を実装しており、観測インパクト評価に有利な同化システムとなっている。

今年度、ALERA3 を 2005 年 5 月-2022 年 2 月の長期にわたる実験的再解析として作成することに成功した。我々は現在、このデータを用いて観測インパクトの長期統計を調査している。その成果を、世界気象機関の観測インパクトワークショップで報告を行っている[\[1\]](#)。

今回のアニュアルレポートでは、本所内課題で行った観測システム実験の結果を紹介する。第一著者は、「エアロクリッパー」という自動無人観測器の開発に携わっており、この観測機は熱帯低気圧を直接観測することが可能である。今回はエアロクリッパーの模倣した観測データを ALEDAS2 のシステムに同化して、台風の再現性に大きなインパクトを持つことを明らかにした。

これらの研究開発を通じ、観測とシミュレーションとが融合した世界最先端の研究基盤を確立し、観測システム研究に関する世界的な「中核機関」となることを目指す。

2. 西太平洋の熱帯低気圧を対象としたエアロクリッパー観測の影響評価：Hattori et al. (2024, [\[2\]](#))

エアロクリッパーは、風に流されることにより海上を移動する気球タイプの気象観測装置で、現在試験段階であるが、20-30 日間、大気と海洋の境界付近で連続的に現場観測を行えるように開発された。熱帯低気圧が近くに存在すると、その風に引き寄せられて取り込まれ、追従して移動するため、熱帯低気圧の周囲から中心付近に入り込んで継続的に観測を行うことが可能である。

本研究では、エアロクリッパー観測が熱帯低気圧の解析に与える潜在的な影響を推定するため、仮想観測データを作成し、全球大気アンサンブルデータ同化システム ALEDAS2 を使用して、仮想観測データの同化実験を行った。対象としたのは、2016 年 10 月にグアム付近で発生し、西進しながら発達してフィリピンのルソン島に上陸した、熱帯低気圧 Haima である。仮想観測データの作成にあたり、エアロクリッパーの経路は、グアムから 3 つのエアロクリッパーを時間差で放出したと仮定して、過去の実観測に基づいた移動速度と風速の経験式を ERA-I の風速に適用して求めた。気圧に関しては、Haima のベストトラックデータと、理想化された熱帯低気圧の気圧分布を用いて、エアロクリッパーの観測地点における気圧を求めた。本研究では仮想観測値として気圧データのみを使用した。

同化実験に使用した ALEDAS2 は、水平約 100 km、鉛直 48 層（上端約 3 hPa）の解像度を持ち、63 のアンサンブルメンバーからなる同化システムである。ALEDAS2 を使ったアンサンブル長期再解析 ALERA2 は、2008 年以降、準リアルタイムで作成されており、併せて使用している。NCEP の現業全球予報システムで使われている観測データである PREPBUFR のみを同化した ALERA2 (CTL) に対して、エアロクリッパーの仮想観測を追加で同化した実験(AEC)を行い、これらの比較を行った。

仮想観測を同化した結果、解析値において、フィリピン付近で発達した Haima の気圧、風、気温の水平および鉛直分布がより正確に表現されることが示された（図 1, a-f）。また、これにより、フィリピン周辺の降水量も改善さ

れることが明らかになった (図 1, g-i).

更に, 解析アンサンブルスプレッドの変動から, エアロクリッパーによる観測値の同化が, 熱帯低気圧の発達初期段階から, 広範囲にわたって熱帯域の解析値に影響を

与えていることが示された(図 2). その変動は, 偏東風波動とともに西へ伝播しながら, より大規模な対流活動に対応して東へ伝播する様子が見られた.

以上のように, グアムを基点としたエアロクリッパー

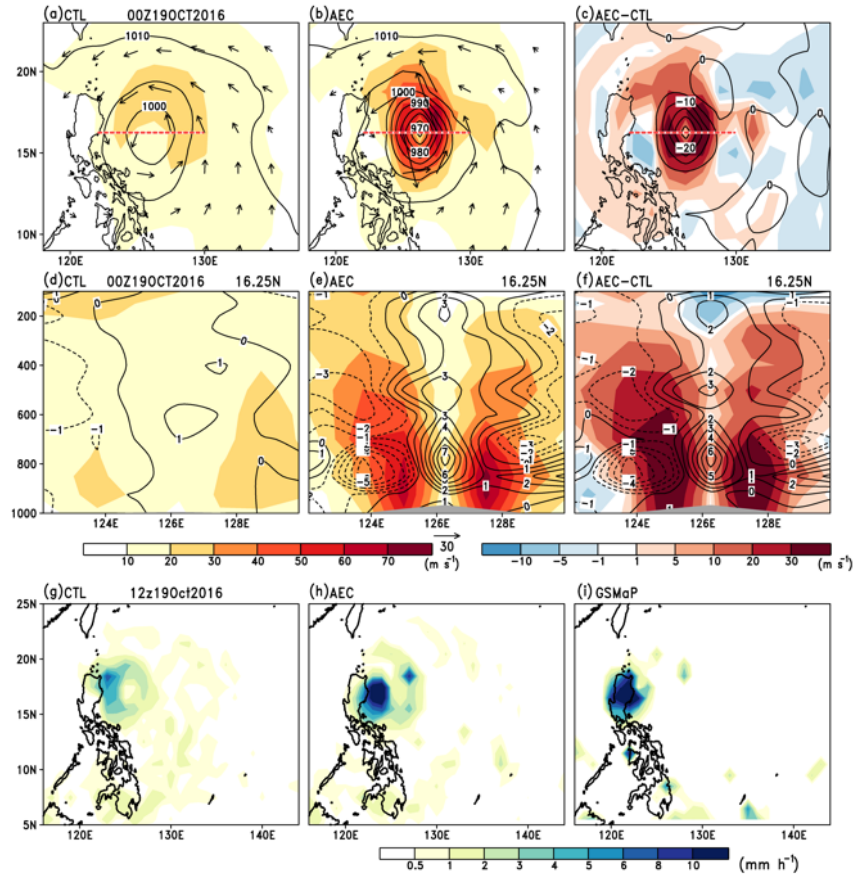


図 1 : 2016 年 10 月 19 日 00 UTC における, (a-c) 925 hPa の風向(矢印), 風速(カラスケール)および海面気圧(コンター), (d-f) 北緯 16.25 度における風速(カラスケール)と北緯 5-25 度平均からの気温偏差(コンター)の鉛直断面. (a,d) CTL, (b,e) AEC, (c,f) AEC-CTL の値を示す. (g-i) 10 月 19 日 12 UTC における降水量. (g) CTL, および(h) AEC の 6 時間予報値, (i) GSMaP の観測値を示す.

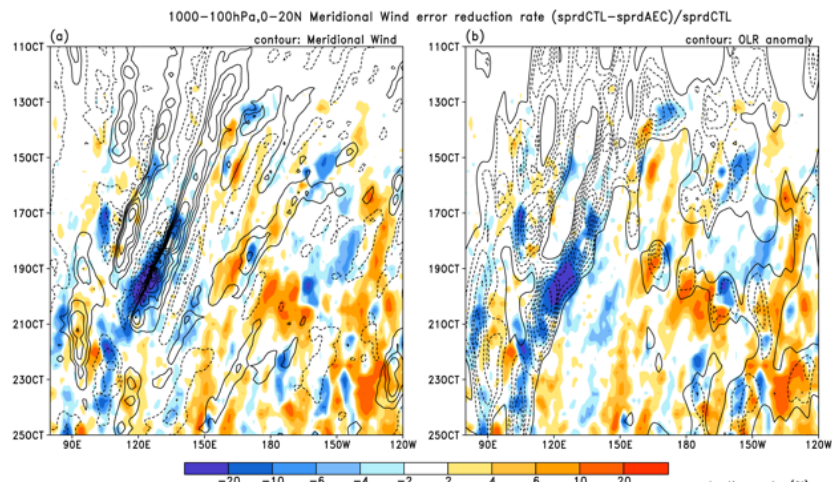


図 2 : (a) 1000 hPa から 100 hPa で平均した南北風の解析アンサンブルスプレッド減少率(SRR, カラスケール)と, 850 hPa における南北風(コンター)について, 赤道から北緯 20 度で平均した時間経度断面. (b) (a)に同じ. 但し, コンターは OLR の 9-11 月平均からの偏差を示す.

による熱帯低気圧の観測は、全球モデルにおける熱帯低気圧の解析値や降水量を改善させるとともに、熱帯太平洋の広範囲にわたって解析精度の向上に寄与することが示唆された。

更なる詳細は、出版された論文[2]をご参照ください。

文献

- [1] 山崎 哲, 藤井 陽介, 太田 行哉, 岡本 幸三, 芳村 圭, 田上 雅浩, 三好 建正, 「第8回 WMO 観測インパクトワークショップ参加報告」, 天気, 72(1), 5–13, 2025 年 1 月.
- [2] Hattori, M., H. Bellenger, J.-P. Duvel, and T. Enomoto: “Potential impact of Aeroclipper observations targeting tropical cyclone in the Western Pacific”, Atmospheric Science Letters, 25(8), e1234, (2024). <https://doi.org/10.1002/asl.1234>.