

将来衛星搭載風ライダーのための観測システムシミュレーション実験

岡本 幸三^{1,2}, 石井 昌憲², Philippe Baron²,
石橋 俊之¹, 田中 泰宙¹, 蒲生 京佳³, 久保田 拓志⁴

¹ 気象研究所 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

² NICT (〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1)

³ 富士通 FIP (〒105-8668 東京都港区芝浦 1-2-1 シーバンス N 館)

⁴ JAXA/EORC (〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1)

Observing system simulation experiment (OSSE) for future spaceborne Doppler wind lidar

Kozo OKAMOTO^{1,2}, Shoken ISHII², Philippe BARON², Toshiyuki ISHIBASHI¹, Taichu TANAKA¹,
Kyoka GAMO³, and Takuji KUBOTA⁴

¹ JMA/MRI, 1-1 Nagamine, Tsukuba Ibaraki, 305-0052

² NICT, 4-2-1, Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo, 184-8795

³ Fujitsu FIP corporation, 1-2-1 Shibaura, Minato-ku, Tokyo, 105-8668

⁴ JAXA/EORC, 2-1-1, Sengen, Tsukuba, Ibaraki, 305-8505

Spaceborne Doppler Wind Lidar (DWL) can provide global wind profiles, which are significantly beneficial for numerical weather prediction. To assess the impact of the DWL, we have been developing the Integrated Satellite Observation SIMulator for a spaceborne coherent Doppler lidar (ISOSIM-L) and Observing System Simulation Experiment (OSSE) system.

We simulated hourly 3-dimensional winds of DWL using ISOSIM-L from pseudo-truth atmospheric and aerosol field. The simulated winds were ingested in the assimilation system as “observations.” Quality control procedures in assimilation system screened out “observations” with low quality and large departure from background given by short-range forecast. The quality index was estimated by ISOSIM-L using SNR and range gate number. We implemented one-month assimilation experiments including DWL on a polar-orbiting satellite (TestP) or low-inclination orbiting satellite (TestT). We found out that both experiments showed slight but statistically significant improvement in short-range forecast and that the impact was slightly greater in TestT.

Key Words: Doppler Wind Lidar, DWL, OSSE, assimilation

1. はじめに

3次元の全球風観測は、数値予報データ同化にとって最も基本的かつ重要なデータであるにも関わらず、今日の全球観測システムでは実現していない。衛星搭載ドップラー風ライダー(DWL)は、これを実現する有望な手法の一つである。数値予報のみならず、大気循環、エーロゾル、台風発生発達などの理解にも有効であるため、日欧米で開発・利用に向けた研究が進められている。2017年10月にはDWLを搭載した欧州のADM-Aeolus衛星が打ち上げられる予定であり、実データの有効性が示されれば他の開発にも弾みがつくことが期待される。日本では、NICT、気象研、JAXAなどで、実現に向けた調査が行われている。ここでは気象庁現業システムで用いられているデータ同化システムや、NICTで開発された本格的なライダーシミュレータ(ISOSIM-L)を用いて、現実的な疑似風データを作成し、データ同化実験に

よって数値予報精度への効果を評価している。このような仮想観測に対するインパクト評価を観測システムシミュレーション実験(OSSE)と呼び、その概要や初期結果については以前報告した1)。その後、ISOSIM-Lやデータ同化システムにおける品質評価処理に改良を加え、また同化結果の評価を充実させてきたので、これらの最新の結果について紹介する

2. 手法

想定しているDWLは、2 μ m帯のコヒーレント受信方式で、パルスエネルギーは125mJ、繰り返し周波数は30Hzである。天底角35度で、方位角45度と135度の2方向にレーザ光を射出し、水平100km、鉛直は0.5km(高度3km以下)、1km(3~9km)、2km(9~27km)の分解能を実現できるようにショット積算を行う。搭載衛星は、超低高度衛星技術試験機(SLATS)を用いることを検討中である。

ライダーシミュレーター(ISOSIM-L)は、3次元の風・エロゾル・雲・気圧・水蒸気分布に対して、ミー散乱を仮定して後方散乱強度、背景ノイズ、SNR、視線方向の風速、そして品質情報を計算する。前回報告¹⁾と比べ、雲氷の考慮、エロゾルの光学パラメータの見直し、風のランダムな変動を考慮した誤差推定手法の改良などを実施した。計算手法の詳細やシミュレーション結果から推定される風データの特性については、Ishii et al. (2016)や Baron et al.(2016)を参照されたい^{2,3)}。ISOSIM-Lの入力となる大気場は Sensitivity Observing System Experiment(SOSE)に基づく疑似真値場として作成する^{1,4)}。

データ同化システムは、気象庁現業の4次元変分法を用い、これにDWLデータ処理を追加する。品質管理処理は、ISOSIM-Lによって計算される風データの品質情報を用いる。具体的には $SNR \cdot N^{1/2}$ が小さなデータは除外する(Nはレンジゲート数)。またモデルから計算される第一推定値との差が大きいデータも除外する。これらの品質管理をパスしたデータだけを同化する。

3. 同化実験結果

2010年8月の一か月の期間において、6時間サイクルのデータ同化実験を行った。ここでは以下の3つの同化実験結果を比較する。

- 当時の現業システムで同化されていた観測データを同化 (CNTL実験)
- 極軌道衛星に搭載された DWL 視線方向風速データを、CNTL実験に追加して同化 (TestP実験)
- 低傾斜角軌道衛星に搭載された DWL 視線方向風速データを、CNTL実験に追加して同化 (TestT実験)

TestP, TestTとも、24~48時間先までの風(250hPaと850hPaの風速)が改善しており、その改善の程度はTestTのほうがやや大きい(図略)。また台風の見込み予報では、TestPはほぼ中立的な結果となったが、TestTでは若干の改善が確認できた(Fig.1)。このようなDWLの平均的な改善量が大きくないのは、今日のDWLの数値予報システムでは既に大量の観測データが同化されているため、(DWLに限らず)単独の観測データが大きな影響を持つことが難しいためである。またTestTの改善の効果がTestPよりも大きいのは、地衡風バランスが成り立ちにくい低緯度帯において風観測の重要性が増す(気温観測で補完できない)ためと考えられる。

今回は8月の一か月の同化実験結果を示したが、現在2010年1月の一か月の同化実験を準備しており、異なる季節でも同様な結果が得られるか検証していきたい。

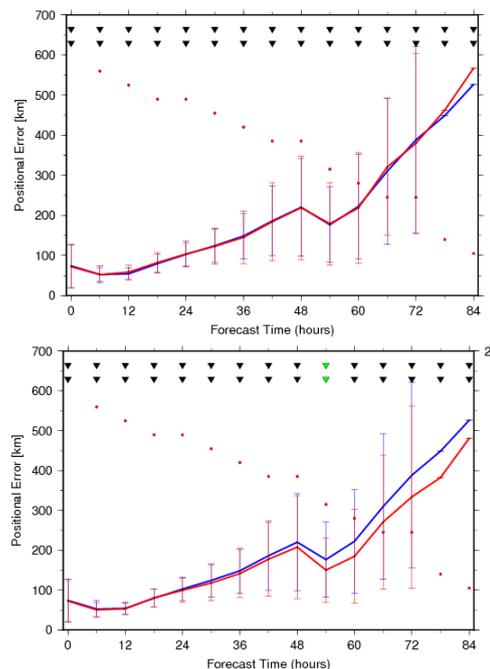


Fig.1. Position errors (km) of the center of Typhoon as a function of forecast hours for (red line in upper panel) TestP and (lower panel) TestT experiments. Blue lines are CNTL and dot is number of cases. Green triangles indicate statistical significance.

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 15K05293 および 15K06129 の助成を受けています。

参考文献

- 1) 岡本 幸三他: 衛星搭載風ライダーの同化に向けて: 観測システムシミュレーション実験(OSSE)を用いた数値予報インパクト調査, 第32回レーザーセンシングシンポジウム(2014)
- 2) Ishii, S. et al.: Measurement performance assessment of future space-borne Doppler wind lidar for numerical weather prediction., *SOLA*, **12**, 55-59, doi:10.2151/sola.2016-012 (2016)
- 3) Baron, P. et al.: Part 2: Measurement simulation algorithms and retrieval error characterization. Feasibility study for future space-borne coherent Doppler wind lidar, submitted to *J. Meteor. Soc. Japan*. (2016)
- 4) Marseille, G. J., A. Stoffelen, and J. Barkmeijer: Sensitivity observing system experiment (SOSE): A new effective NWP-based tool in designing the global observing system. *Tellus A*, **60**, 216-233. (2008)