

観測システムシミュレーション実験 (OSSE) を用いた、 衛星搭載風ライダー (DWL) のインパクト評価

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, 山下浩史⁴, 久保田 拓志⁵

¹気象研究所 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

²NICT (〒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気象衛星センター (〒204-0012 東京都清瀬市中清戸 3-235)

⁵JAXA/EORC (〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1)

Impact assessment of spaceborne Doppler wind lidar (DWL) using observing system simulation experiment (OSSE)

Kozo OKAMOTO^{1,2}, Shoken ISHII², Philippe BARON², Toshiyuki ISHIBASHI¹, Taichu TANAKA¹, Kyoka GAMO³,
Koji YAMASHITA⁴ and Takuji KUBOTA⁵

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

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

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

⁴Meteorological Satellite Center of JMA, 3-235 Kiyose, Tokyo, 204-0012

⁵JAXA/EORC, 2-1-1, Sengen, Tsukuba, Ibaraki, 305-8505

Impact of Spaceborne Doppler wind lidar (DWL) on numerical weather prediction was assessed using observing system simulation experiment (OSSE). DWL wind observations were simulated using a sophisticated lidar simulator that inputted atmospheric field from Sensitivity Observing System Experiment (SOSE) approach and aerosol field from a global aerosol model. DWL wind observations in the line-of-site direction were assimilated in the operational global assimilation system as of 2010. We recently revised quality control and observation error assignment procedures to more effectively assimilate DWL observations. This revision successfully brought improvement in zonal wind and temperature forecast verified against their own analyses and pseudo-truth field created by SOSE. This improvement was obvious in both the hemisphere and tropics at almost all levels at wide forecast range in data assimilation experiment in January. However, some degradation was found for an August experiment, suggesting the need to further improve QC and observation error assignment procedures.

Key Words: data assimilation, OSSE, Doppler Wind Lidar (DWL), satellite

1. はじめに

3次元の全球風観測データは、数値予報データ同化にとって極めて重要であるにも関わらず、今日の全球観測システムでは一部しか実現していない。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。本研究では、衛星搭載 DWL による観測データをシミュレートし、気象庁現業全球データ同化システムを用いて同化し、予測精度への影響を調査している。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) と呼ぶ。

昨年のシンポジウムでも、DWL の OSSE の初期結果を報告したが、その後様々な検証を通じてデータ同化の前処理に問題があることが分かった。そのため、品質管理 (QC) 処理と観測誤差設定処理を見直し、予測精度の向上を確認できた。本シンポジウムでは、これらの処理の概要や精度評価結果について報告する。

2. 実験設定

想定している DWL は、 $2\mu\text{m}$ 帯のコヒーレント受信方式で、天底角 35 度、方位角 45 度と 135 度の 2 方向にレーザ光を射出する。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。

DWL 観測データのシミュレートは、Sensitivity Observing System Experiment (SOSE) 手法に基づき気象場を、全球エアロゾルモデルを用いてエアロゾル場を作成し、これらをライダーシミュレータ ISOSIM-L に入力し後方散乱・リトリーブ計算を行う。ライダーや疑似観測データの詳細については、参考文献を参照されたい^{1,2)}。先行研究と比べ、本研究では全球エアロゾルモデルから作成した現実的な 1 時間ごとの全球 3 次元のエアロゾル分布を利用していることが大きな特徴の一つである。これにより、エアロゾルや雲場に応じた現実的な風分布や信号雑音強度 (SNR) を算出できるため、従来研究より現実的な (例えば季節や

場所依存性を反映した) 誤差設定やインパクト調査が可能となっている。

同化処理では、精度が高く、且つ同化システムで適切に扱える観測データだけを抽出し、そのデータの品質に応じた観測誤差を設定して同化する。ただし実際の処理では、他の観測データや予報モデルの誤差とのバランスも重要になるため、QC の閾値や誤差設定値の調整を行う必要がある。前述した QC や観測誤差処理の見直しでは、QC をより厳しく設定し (例えば第一推定値との差が大きなデータを除く QC や、SNR が小さなデータを除く閾値を小さくする)、さらに観測誤差も増大させることとした。その結果第一推定値や他の観測とバランスが取れた解析場が作成されるようになった。これらの調整の前は、初期値に対する予報場の精度検証では改善が確認できていたが、疑似真値場に対しては改悪となっていた。一方、これらの調整により、疑似真値場に対する検証結果に対しても改善を得ることができた。

3. OSSE の結果

DWL を追加して同化することによるインパクトを調査するため、2010 年の 1 月と 8 月に対して一ヶ月のデータ同化実験を行った。図 1、2 は、DWL 同化による東西風の誤差の減少割合を、暖色系で示している。図 1 の 1 月実験においては、ほぼ全ての予報時間、領域、高度で改善が確認できる。気温場の予測に関しても、同様の結果が得られている。一方図 2 の 8 月実験でも概ね改善傾向ではあるが、南半球の 24 時間予報までで有意に改悪しているところも見られる。これはシミュレートした DWL 観測の品質が 8 月実験の方が悪く、QC を厳しくしても十分に除去できていないためである。シンポジウムでは、以上の結果やそ

の他の処理・評価結果について報告する予定である。詳細については参考文献を参照されたい³⁾。

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) Ishii, S., P. Baron, M. Aoki, K. Mizutani, M. Yasui, S. Ochiai, A. Sato, Y. Satoh, T. Kubota, D. Sakaizawa, R. Oki, K. Okamoto, T. Ishibashi, T. Y. Tanaka, T. T. Sekiyama, T. Maki, K. Yamashita, T. Nishizawa, M. Satoh, and T. Iwasaki, 2017: Feasibility study for future space-borne coherent Doppler wind lidar. Part 1: Instrumental overview for global wind profile observation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **95**, <http://doi.org/10.2151/jmsj.2017-017>.
- 2) Baron, P., S. Ishii, K. Okamoto, K. Gamo, K. Mizutani, C. Takahashi, T. Itabe, T. Iwasaki, T. Kubota, T. Maki, R. Oki, S. Ochiai, D. Sakaizawa, M. Satoh, Y. Satoh, T. Y. Tanaka, and M. Yasui, 2017: Feasibility study for future spaceborne coherent Doppler Wind Lidar. Part 2: Measurement simulation algorithms and retrieval error characterization. *J. Meteor. Soc. Japan*, **95**, <http://doi.org/10.2151/jmsj.2017-018>.
- 3) Feasibility study for future Space-borne Coherent Doppler Wind Lidar, Part 3: Assessment of potential impact using observing system simulation experiments. K. Okamoto, T. Ishibashi, S. Ishii, P. Baron, K. Gamo, T. Tanaka, K. Yamashita, and T. Kubota, *J. Meteor. Soc. Japan*, under revision

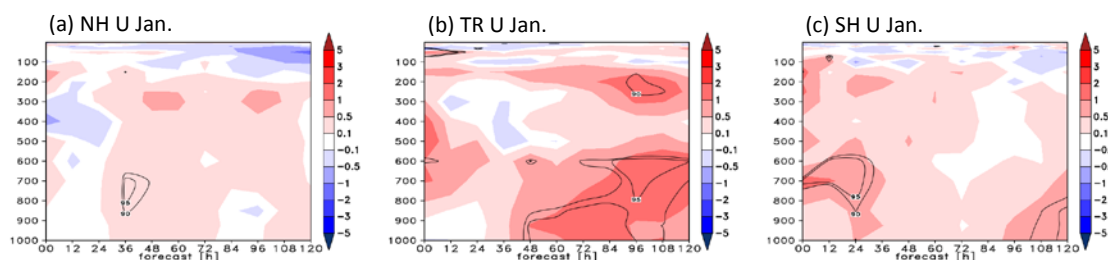


Fig. 1 Relative forecast error reduction (%) of zonal wind as a function of forecast up to 120-h for January experiment in (a) NH, (b) Tropics and (c) SH. Positive values correspond to forecast improvements by assimilating DWL and contour lines indicate the statistical significance at the 90% and 95% confidence levels.

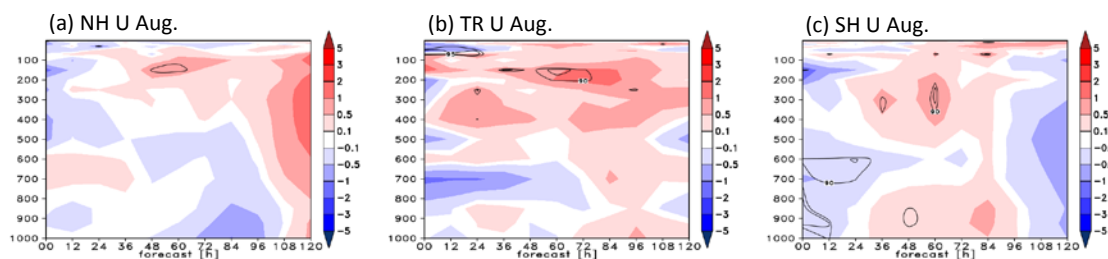


Fig. 2 The same as Fig.1 except for August experiment.