

# 衛星搭載ドップラー風ライダーの実現性検討

石井 昌憲<sup>1</sup>, 岡本 幸三<sup>2</sup>, 岡部 いづみ<sup>2</sup>, 久保田 拓志<sup>3</sup>,  
山中 沙羅<sup>1</sup>, 竹中 秀樹<sup>1</sup>, 宮本 佳明<sup>4</sup>, 松本紋子<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 東京都立大学 (〒195-0065 東京都日野市旭が丘 6-6)

<sup>2</sup> 気象庁気象研究所 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

<sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構 (〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1)

<sup>4</sup> 慶應大学 (〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322)

<sup>5</sup> ANA ホールディングス株式会社 (〒105-0021 東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター)

## Feasibility study of space-based coherent Doppler wind lidar in Japan

Shoken ISHII<sup>1</sup>, Kozo OKAMOTO<sup>2</sup>, Izumi OKABE, Takuji KUBOTA<sup>3</sup>,

Sara YAMANAKA<sup>1</sup>, Hideki TAKENAKA<sup>1</sup>, Yoshiaki MIYAMOTO<sup>4</sup>, Ayako MATSUMOTO<sup>5</sup>,

<sup>1</sup> Tokyo Metropolitan University, 6-6 Asahigaoka Hino, Tokyo 191-0065

<sup>2</sup> Meteorological Research Institute, 1-1 Nagamine Tsukuba, Ibaraki 305-0052

<sup>3</sup> Japan Aerospace Exploration Agency, 2-1-1 Sengen Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8505

<sup>4</sup> Keio University, 5322 Endo, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-0882

<sup>5</sup> ANA HOLDINGS INC., 1-5-2 Higashi-Shimbashi Minato-ku, Tokyo 105-7140

**Abstract:** Global wind observation is important to improve the initial conditions essential for numerical weather prediction (NWP), climate studies, and meteorological studies. Future infrared sounder installed on the next generation weather satellite are expected to provide us more fine vertical wind structure. Wind vector can be retrieved from cloud and water vapor motions derived from weather satellite images, which is called the atmospheric motion vector (AMV). AMV achieves a large coverage area and high temporal and horizontal resolutions but has both height assignment and relatively low spatial representative errors for the wind profiling. The validations of the height assignment and spatial representative accuracy of the AMV would be required for the future infrared sounder. A Doppler Wind Lidar (DWL) could be one of promising approaches for global wind profiling. ESA successfully launched the first space-based DWL Aeolus in August 2018. The Aeolus showed significant impacts on the NWP and importance of the global wind profiling for the NWP. In this presentation, we will report on the contents of the feasibility study conducted in FY2021.

**Key Words:** Lidar, Doppler Wind Lidar, Space-based, Global wind profiling, NWP

### 1. はじめに

風は、気圧、気温、湿度等のように大気の状態を表す基本的かつ重要な気象変数の1つであるため、全球での4次元観測が望まれている。風は重要な基本的な気象要素に関わらず、全球的に鉛直分布を観測する手段が、気温や水蒸気の観測手段と比べ不足しているという課題がある<sup>1</sup>。近年のデータ同化技術の進展や新しい衛星観測の登場により改善しつつあるものの、依然として全球的な風の高度分布観測の要請は強い。東京都立大学では、JAXA、気象研究所、ANAホールディングス、NIES、東大、東北大、京都大、東北工大他とともに数値予報 (Numerical Weather Prediction: NWP) の予測精度向上、風予測精度向上による航空機や船舶の運航計画の最適化、高精度な全球風プロダクトによる気候変動の予測への貢献、大気物質循環メカニズムの理解等を目的として、コヒーレントドップラー風ライダー (Coherent Doppler Wind Lidar: CDWL) による宇宙からの風観測の検討を行っている。本発表では、これまでに実施してきた検討結果について報告をする。

### 2. 衛星搭載ドップラー風ライダーのシミュレーション実験

東京都立大学は、CDWLによる宇宙からの風観測性能を調べるために、都立大学で開発された End-to-End の統合型ライダーシミュレータと気象庁・気象研究所で開発された観測システムシミュレータを用いて調査

を実施している。統合型ライダーシミュレータは、気象庁・気象研究所で開発されたデータ同化システムでシミュレートされた気象場（疑似真値場）とその気象場と整合するエアロゾル場、衛星軌道情報、CDWLのシステム仕様情報等を設定し、シミュレートする。本研究では、 $1.5\ \mu\text{m}$  および  $2\ \mu\text{m}$  の CDWL に対して、2018 年 1 月と同年 8 月それぞれ 1 ヶ月間のシミュレーションを実施し、シミュレーション結果（1 時間ごとに時刻、緯度・経度、高度、風速、受信電力、SNR）を観測システムシミュレーション実験システム<sup>2</sup>に入力し、データ同化実験を行い、NWP への潜在的な効果が調べられる。Figure 1 は、統合型ライダーシミュレータから観測システムシミュレーション実験システムによる NWP の評価の流れである。

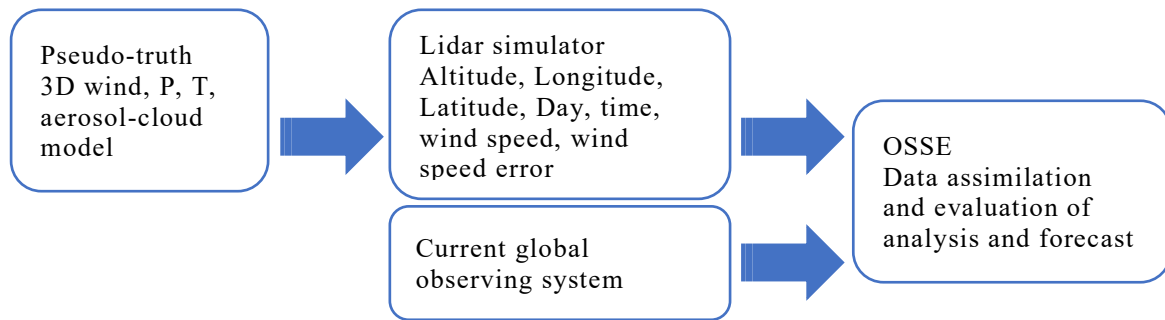


Figure 1. Numerical simulation flow of future space-based Doppler wind lidar simulator to OSSE.

Figure 2 は、観測システムシミュレーション実験システムによる  $2\text{-}\mu\text{m}$  CDWL の 120 時間先までの東西風、南北風、指定気圧面（500hPa）のジオポテンシャル高度の予測結果である。相対予測誤差は、疑似真値場との二乗平均平方根（RMS）の差として定義されている。データ同化実験の結果は、東西風、南北風、指定気圧面高度のいずれもプラスの効果があることが確認された。 $2\text{-}\mu\text{m}$  CDWL の相対的な予測誤差の減少は 2% 程度である事が分かった。

#### 4. まとめ

2018 年 8 月に打ち上げられた Aeolus の運用は後期運用期間に入っており、その運用は 2023 年 12 月末までとされており、2030 年頃の打上げを想定した Aeolus の後継機の検討を開始されている。日本独自の衛星搭載 DWL の実現を目指して、引き続き技術的および科学的観点から検討を行う。

#### 謝 辞

本研究では JSPS 科研費 19K04849, 19H01973 の助成を受けた。統合型ライダーシミュレータの開発では情報通信研究機構のご支援に感謝致します。また、統合型ライダーシミュレータによるシミュレーション実験では、富士通 Japan 関係者のご支援に感謝いたします。

#### 参考文献

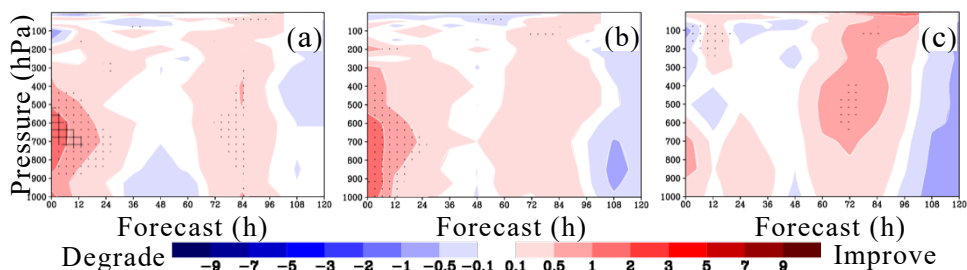


Figure 2. Relative forecast error reduction (%) of (a) zonal, (b) meridional, and (c) mean geopotential height (Z500) as a function of forecasts up to 120 h for  $2\text{-}\mu\text{m}$  CDWL. Warm and cold colors show positive and negative impacts for the NWP, respectively

- 1) Baker et al. : Bull. Am. Meteorol. Soc., **95** (2014), 543-564.
- 2) Okamoto et al.: J. Laser Radar Soc. Japan, **95** (2020), 67-71.