

## 衛星シミュレータ ISOSIM-L の進捗について

Recent progresses on integrated satellite observation simulator for a spaceborne coherent Doppler lidar

石井昌憲<sup>1</sup>, Philippe Baron<sup>1</sup>, 岡本幸三<sup>2</sup>, 水谷耕平<sup>1</sup>, 板部敏和<sup>1</sup>, 高橋千賀子<sup>3</sup>, 蒲生京佳<sup>3</sup>, 石橋俊之<sup>2</sup>, 田中泰宙<sup>2</sup>, 佐藤洋平<sup>4</sup>, 境澤太亮<sup>4</sup>, 沖理子<sup>4</sup>, 久保田拓志<sup>4</sup>, 安井元昭<sup>1</sup>, 落合啓<sup>1</sup>

S. Ishii<sup>1</sup>, P. Baron<sup>1</sup>, K. Okamoto<sup>2</sup>, K. Mizutani<sup>1</sup>, T. Itabe<sup>1</sup>, C. Takahasi<sup>3</sup>, K. Gamo<sup>3</sup>, T. Ishibashi<sup>2</sup>, T. Tanaka<sup>2</sup>, Y. Sato<sup>4</sup>, D. Sakaizawa<sup>4</sup>, R. Oki<sup>4</sup>, T. Kubota<sup>4</sup>, M. Yasui<sup>1</sup>, and S. Ochiai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>情報通信研究機構, <sup>2</sup>気象研究所, <sup>3</sup>富士通エフ・アイ・ピー, <sup>4</sup>宇宙航空研究開発機構

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>MRI, <sup>3</sup>Fujitsu FIP, <sup>4</sup>JAXA

### Abstract

The ISOSIM-L (Integrated Satellite Observation SIMulator for a spaceborne coherent Doppler lidar) is an end-to-end comprehensive simulator for wind measurement from space, which was developed at the Communication Research Laboratory (the precursor of the NICT) in FY 2000. It simulates each shot and each range gate backscattered power, background noise power, signal-to-noise ratio, wind speed and direction, and accuracy of wind measurement. It is based on 3-D representation of aerosols and clouds and takes into account the geographical position and the movement of the platform. The NICT has just started to study for the future spaceborne Doppler lidar with Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) and Meteorological Research Institute (MRI) of Japan Meteorological Agency (JMA). The ISOSIM-L must have been updated in order to combine the ISOSIM-L and the Observing System Simulation Experiment (OSSE) to investigate potential impacts of a hypothetical data on a system such as numerical weather prediction, climate models, and so on. The NICT made a decision to improve the ISOSIM-L in April 2013 and it started the software updating. In the paper, we present current status of the updates for the ISOSIM-L.

### 1. はじめに

情報通信研究機構(以下、NICT)は、ドップラーライダーによる宇宙からの風観測を検討するために検討会を立ち上げた。ISS 搭載ライダー(MOLI: Multi-footprint Observation by Lidar and Imager / Multi-footprint Lidar and Imager)[1]後の衛星搭載ライダーを検討するために、平成 11 年 3 月に作成された「宇宙ステーション搭載コヒーレントドップラーライダーの風観測に関する科学計画」[2]改訂することを決め、想定される衛星搭載ドップラーライダーやサイエンス課題について「衛星搭載ドップラーライダーによる風観測の実施計画書」[3]として報告をした。本実施計画書では、どのような衛星が用いられるべきなのか?、衛星軌道は?、測定方向数? 気象分野へのインパクトはどうか? 等についてはホワイトペーパーの状態のままにある。NICT は、宇宙航空研究開発機構(以下、JAXA)と気象研究所(以下、MRI)とともに将来の衛星搭載ドップラーライダーの実現性や数値予報へインパクトについて検討を開始した。検討を行うにあたり、衛星シミュレータ ISOSIM-L(Integrated Satellite Observation SIMulator for a spaceborne coherent Doppler Lidar)の改良が必要となった。本発表では、Baron 他[4]により報告された ISOSIM-L の現在の進捗状況について報告を行う。

### 2. 衛星シミュレータ ISOSIM-L の改良

ISOSIM-L は、平成 12 年に情報通信研究機構の前進である通信総合研究所において、衛星搭載 2 周波降雨ライダー、雲ライダー及びドップラーライダーのアルゴリズム検討、衛星搭載システムの設計パラメータの妥当性を検証するために、富士通エフ・アイ・ピー社によって開発が行われた。Figure 1 は、ISOSIM-L の概念図である。ISOSIM-L は、1 レーザショット毎に各レンジゲートに対して、受信電力、ノイズ、SNR、視線風速を計算する End-to-end シミュレータである。しかし、科学的要求により、設計パラメータが増加し、取り扱うデータや計算量も増加しており、平成 12 年に開発された ISOSIM-L では、将来の衛星搭載ドップラーライダーの実現性やインパクト調査を行う事が困難となっており、技術的課題を克服し、科学的要請に応えられるように、ISOSIM-L の改良を行うこととした。ISOSIM-L の改良内容は下の通りである:

- 空間(水平・鉛直)積算による風速及び差推定
- ランダム変数を用いて、実際のライダー信号に近づける計算モデル
- 風測定方向数の拡大(2 方向から 4 方向以上へ)
- 複数の衛星軌道やタンデム軌道などのように複数機の衛星による同時シミュレーションの実現
- MRI の全球データ同化システムや、MASINGAR[5, 6]によって作られる気象場・エアロゾルデータの実装とテーブル作成

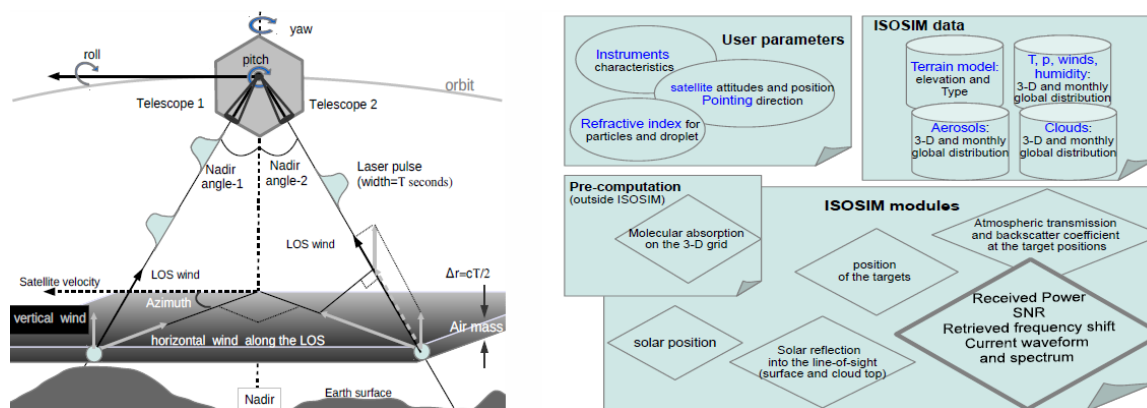


Figure 1. End-to-end comprehensive simulator ISOSIM-L [4].

### 3. まとめ

NICTは、JAXAとMRIの間で「衛星搭載風向・風速3次元風観測ドップラーライダー開発・利用に関する共同研究」として契約を結び、将来の衛星搭載ドップラーライダーの実現性や数値予報へのインパクトについて調査を開始した。NICTが、平成12年に開発したISOSIM-Lには幾つかの課題があった。その課題を解決し、MRIより提供される気象場・エアロゾルデータを用いてISOSIM-Lで衛星シミュレーションを行うために、ISOSIM-Lの改良と計算機の周辺環境の整備を進めている。今後、ISOSIM-Lの改良と周辺環境の整備後、衛星搭載ドップラーライダーのシミュレーションが行われる予定である。ISOSIM-Lで得られる結果は、MRIにおいてObserving system simulation experiment (OSSE)が行われ、数値予報へのインパクト調査に用いられる。さらに、得られた結果は「衛星搭載ドップラーライダーによる風観測の実施計画書」と反映していく予定である。

### 参考文献

1. K. Asai, H. Sawada, N. Sugimoto, K. Mizutani, S. Ishii, T. Nishizawa, H. Shimoda, Y. Honda, K. Kajiwara, G. Takao, Y. Hirata, N. Saigusa, M. Hayashi, Oguma H., H. Saito, Y. Awaya, K. Endo, T. Imai, J. Murooka, T. Kobayashi, K. Suzuki, and R. Sato, “iLOVE: iss-jem Lidar for Observation of Vegetation Environment,” Proc. SPIE, 8526, 85260K (2012).
2. (社)資源協会地球科学技術推進機構地球科学技術フォーラム/地球観測委員会コヒーレントドップラーライダーサブグループ, “宇宙ステーション搭載コヒーレントドップラーライダーの風観測に関する科学計画,” (1999)
3. ドップラーライダーによる宇宙からの風観測を考える検討会, “衛星搭載ドップラーライダーによる風観測の実施計画書,” <http://spacebornedopplerlidar.nict.go.jp/index.html>, (2013)
4. P. Baron, S. Ishii, K. Mizutani, and M. Yasui, “The Integrated Satellite Observation SIMulator (ISOSIM) for Coherent Doppler Lidar,” [http://www-lidar.nies.go.jp/LRSJ/30thLSS/30th\\_papers/15\\_PB-2\\_Baron.pdf](http://www-lidar.nies.go.jp/LRSJ/30thLSS/30th_papers/15_PB-2_Baron.pdf), (2012)
5. Tanaka, T. Y. and Chiba, M., “Global simulation of dust aerosol with a chemical transport model, MASINGAR,” J. Meteor. Soc. Japan, 83A, 255-278 (2005).
6. S. Yukimoto, Y. Adachi, M. Hosaka, T. Sakami, H. Yoshimura, M. Hirabara, T. Y. Tanaka, E. Shindo, H. Tsujino, M. Deushi, R. Mizuta, S. Yabu, A. Obata, H. Nakano, T. Koshiro, T. Ose, and A. Kitoh, “A New Global Climate Model of the Meteorological Research Institute: MRI-CGCM3 -Model Description and Basic Performance,” J. Meteorol. Soc. Japan, 90A, 23-64 (2012).