

# コヒーレント差分吸収ライダーによる 水蒸気鉛直分布と局地解析の比較

田中 久理<sup>†</sup>、今城 勝治<sup>†</sup>、中野 貴敬<sup>†</sup>、柳澤 隆行<sup>†</sup>、佐藤 正樹<sup>††</sup>、伊藤 純至<sup>††</sup>

<sup>†</sup>三菱電機株式会社 情報技術総合研究所, 〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船 5-1-1

<sup>††</sup>東京大学 大気海洋研究所 海洋物理学部門 海洋大気力学分野, 〒266-8564 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

## Vertical water vapor distribution comparison between coherent DIAL observations with JMA local objective analysis.

Hisamichi TANAKA<sup>†</sup>, Masaharu IMAKI<sup>†</sup>, Takayuki NAKANO<sup>†</sup>, Takayuki YANAGISAWA<sup>†</sup>, Masaki SATOH<sup>††</sup>, and Junshi ITO<sup>††</sup>

<sup>†</sup>Mitsubishi Electric Corporation Information Technology R&D Center, 5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247-8501

<sup>††</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo 5-1-5, Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-8564

Abstract: Measuring water vapor vertical profiles in the atmosphere for application to numerical weather simulations is expected. We are developing a water vapor lidar to measure vertical water vapor profiles in the atmosphere using differential absorption method, and compare the results of the water vapor lidar observations with JMA local objective analysis (LA).

Key Words: Laser, LIDAR, DIAL, Water vapor, Numerical forecasting, Local Analysis

### 1. はじめに

近年の水害甚大化を受け、気象予測の精度向上が期待されている。気象予測のための数値シミュレーションを実行するためには、風や気温の分布とともに、大気下層の水蒸気の分布も初期条件として正確に与える必要がある。我々は大気中の水蒸気と風速の高度プロファイルを同時に計測するコヒーレント方式差分吸収ライダーを開発している[1,2]。今回、気象庁より提供されている局地数値予報システムの客観解析値（局地解析：LA）を用い、2019年8月から11月にかけて取得したデータの有用性を評価した。

### 2. コヒーレント方式差分吸収ライダーの構成

コヒーレント方式差分吸収ライダー装置の構成をfig. 1に示す[2]。吸収波長 ( $\lambda_{on}$ ) は 1531.383 nm、

透過波長 ( $\lambda_{off}$ ) には 1531.555nm となるよう制御しており、それぞれの波長を切り替えながらレーザー光を照射する。レーザー光のピーク出力は 29W、繰り返し周波数は 8kHz、パルス幅は 470ns、受信口径は 70mm である。

それぞれの波長に対する各距離ビンにおける受信スペクトルから受信強度を算出し、各距離に対する受信強度比から減衰比を求め、大気中の水蒸気量を算出する。今回の実験では、距離ビンを 100m で設定し、平均化時間は各波長に対して 6 分程度であり、12 分で水蒸気量を算出している。また、受信スペクトルが得られる 2 秒毎に視線方向の風速を算出している。

装置は鎌倉市大船にある当社情報技術総合研究所（北緯 35.35 度、東経 139.54 度）に設置し、実験室からレーザー透過用のウィンドウを介して天頂角 35.4 度で大気中にレーザー光を照射した。

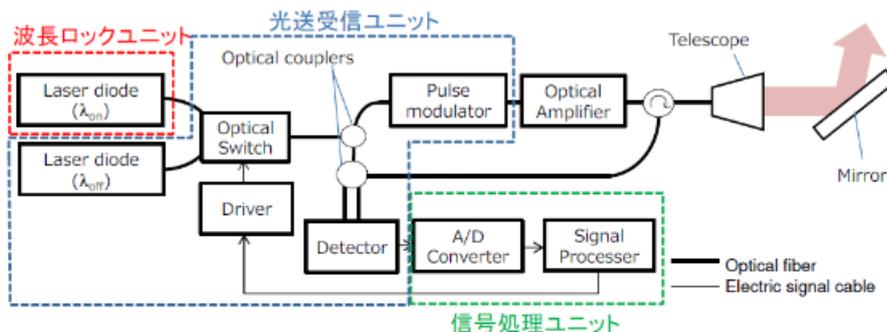


Fig.1 コヒーレント方式差分吸収ライダーのブロック図

### 3. 取得データと局地解析の比較

水蒸気ライダーの取得データの評価ため、気象庁の客観解析値である局地解析との比較を行った。客観解析値とは、気象観測データが時間、空間的に不均一なため数値予報モデルによる予測値を基にデータを修正した最も確からしい解析値であり、数値モデルの初期値として用いられる。また、この修正プロセスをデータ同化という。局地解析は、気象庁のメソモデルと呼ばれる水平格子間隔 5 km、鉛直層数 50 層の数値モデルの 1 時間毎の出力にデータ同化を行った結果である。

まず、局地解析データについて説明する。Fig.2 に 2019 年 11 月 1 日 16 時の最下層の比湿 (kg/kg) の分布を示す。このデータから、ライダーの設置場所である北緯 35.35 度、東経 139.54 度の座標で補間した値を指定し、16 時から 70 時間分のデータを抽出した。さらに局地解析データの層間隔は均一ではないため、高度 2km までのデータをライダー取得データの分解能に合わせて内挿した。この値を同様の手順で抽出した大気密度で除算し水蒸気密度を得た。

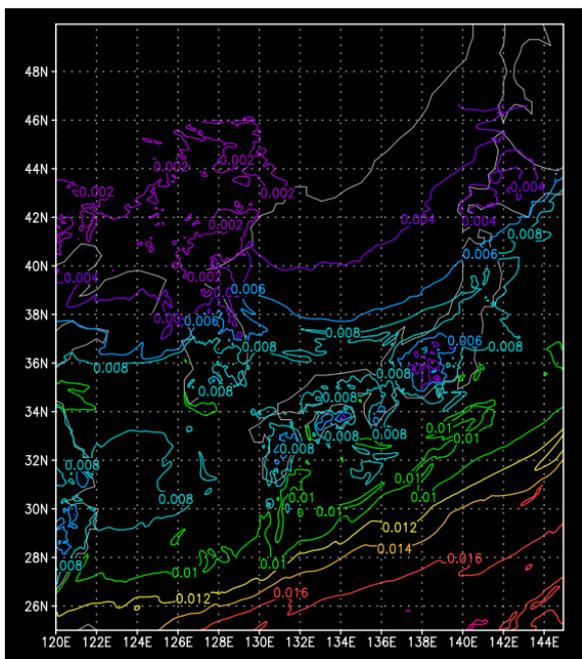


Fig. 2 客観解析データ (2019 年 11 月 1 日 16 時の最下層の比湿 (kg/kg))

Fig.3 に水蒸気ライダー取得データとその時間帯に対応する局地解析の水蒸気密度の時間高度分布を

示す。若干のオフセットは見られるが、同傾向の値を示していることが分かる。水蒸気ライダー取得データと局地解析は、大きな傾向として一致していることが分かる。細かい水蒸気分布や時間変動に関しては違いが見られるため、両者の相似性と差異を評価するには、さらにデータを蓄積して詳細に比較を行う必要がある。

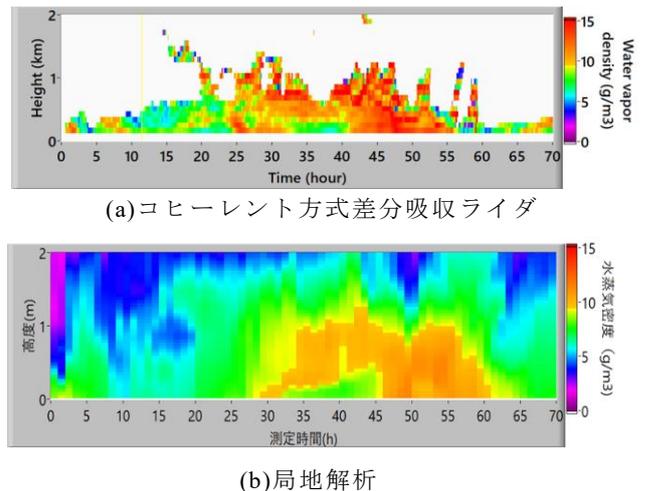


Fig. 3. 2019.11.1 16:00 からの水蒸気高度分布の時間変化

### 4. まとめ

気象数値シミュレーションへの水蒸気データ提供を目的とした差分吸収ライダー取得データに対して、気象庁局地解析データとの比較を行った。一致している傾向はあるが細かい水蒸気分布や時間変動に関しては違いが見られた。今後両者の相似性と差異を評価するには、さらにデータを蓄積して詳細に比較を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) M. Imaki, *et al.*, “Wavelength selection and measurement error theoretical analysis on ground-based coherent differential absorption lidar using 1.53- $\mu\text{m}$  wavelength for simultaneous vertical profiling of water vapor density and wind speed,” *Appl. Opt.* 59(8), 2238-2247 (2020).
- 2) M. Imaki *et al.*, “Demonstration of 1.53- $\mu\text{m}$  coherent DIAL for simultaneous profiling of water vapor density and wind speed,” *Optics Express* (2020) (submitting)