

マイクロパルス差分吸収ライダーによる水蒸気の連続観測結果

内保 裕一¹, 松木 一人¹, 竹内 栄治¹, 長谷川 壽一¹, 阿保 真²

¹英弘精機(株) (〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8)

²東京都立大学 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6)

Continuous water vapor observation with micro-pulse DIAL

Yuichi UCHIHO¹, Kazuto MATSUKI¹, Eiji TAKEUCHI¹, Toshikazu HASEGAWA¹ and Makoto ABO²

¹EKO INSTRUMENTS CO., LTD, 1-21-8 Hatagaya, Shibuya-ku, Tokyo 151-0072, Japan

²Tokyo Metropolitan Univ., 6-6 Asahigaoka, Hino, Tokyo 191-0065

Abstract: To capture the predictive information of localized heavy rain or linear rainband is critical in reducing water disasters. Water vapor profiling by lidar is a useful tool for understanding the atmospheric conditions and a compact and mobile lidar is expected. A micro-pulse DIAL would be a promising technique since it can be compact and no calibration required in principle. The DIAL system with NIR diode laser has been developed and, in this study, we report the results of continuous water vapor profiling with the DIAL system during the rainy season in Tokyo.

Key Words: Water vapor, micro pulse DIAL, NIR

1. はじめに

近年、局地的大雨や線状降水帯による災害の頻度や被害が増大している。このような被害を軽減するためには、早期に大雨の発生を予測し避難等の対応を促すことが重要である。早期予測のために鉛直方向の水蒸気量を高い時空間分解能で計測可能な水蒸気ライダーが開発されており、なかでも小型で原理的に校正が不要な水蒸気ライダーであるマイクロパルス差分吸収ライダー(DIAL)が注目されている¹⁾。本発表では開発中のDIAL装置を東京都渋谷区に設置し、梅雨時期に得られた水蒸気量の連続観測結果を報告する。

2. DIALの装置構成

本研究で使用したDIAL装置の主な仕様をTable 1に、構成図をFig. 1に示す。本装置は、送信部、望遠鏡、光検出部、データ処理部で構成された。光源として波長829 nmの分布反射型(DBR)レーザーを用い、水蒸気の吸収量が異なる2波長のパルス光を交互に出射させた。レーザー光の波長は、波長計でモニタしながら駆動電流でフィードバック制御することで安定化させた。直径35cmの望遠鏡で受光された散乱光は干渉フィルタおよびエタロンを通過後、光電子増倍管(PMT)で検出された。水蒸気量は、2波長の散乱光比の高度方向の微分値と、HITRANデータベースで得られた水蒸気の吸収断面積を用いて算出された²⁻³⁾。

Table 1 Specifications of DIAL

Laser	DBR laser
Wavelength	829.180 nm (On line) 829.110 nm (Off line)
Pulse energy	3 μ J
Pulse duration	1 μ sec
Repetition rate	10 kHz
Telescope	Schmidt Cassegrain
Telescope diameter	35 cm
Telescope field of view	512 μ rad

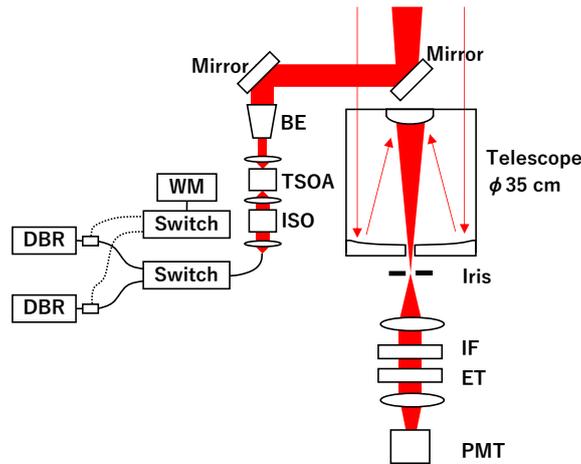


Fig. 1 Schematic setup of micro pulse DIAL. DBR: distributed Bragg reflector laser; WM: wavelength meter; ISO: Faraday isolator; TSOA: tapered semiconductor optical amplifier; BE: beam expander; IF: interference filter; ET: solid etalon; PMT: photomultiplier tube.

3. ラジオゾンデとの比較

測定は英弘精機(株)本社屋上 (35.7°N, 139.7°E, 標高 50 m) にて実施され、同じ場所からラジオゾンデを放球し、DIALの水蒸気プロファイルと比較した。日本時間 2021 年 6 月 8 日の 12:00 および 19:30 の比較結果を Fig. 2 に示す。エラーバーは水蒸気の統計誤差を示している。DIAL では時間で 20 分間、高度 150m の積算値を用いた。ラジオゾンデとはおおむね整合的な結果となっており、昼間は太陽光による背景光の影響のため測定可能高度が 1,000m 程度であった。一方、夜間では背景光の影響がないため高度 2,000m 程度まで観測できた。

4. 水蒸気量の連続測定

6 月 8 日から 6 月 24 日までの約 2 週間の水蒸気混合比プロファイルおよび OFF 波長の散乱光プロファイル(背景光除去および距離二乗補正)を Fig. 3 に示す。高度方向の移動平均を 150m とした以外は Fig. 2 と同様の処理方法とした。大気境界層内の水蒸気量の時空間変動を連続的に捉えることができた。また、雲が低い場合などを除き、昼間では 1,000m 程度まで、夜間では最大で 3,000m 程度まで水蒸気プロファイルを観測できた。

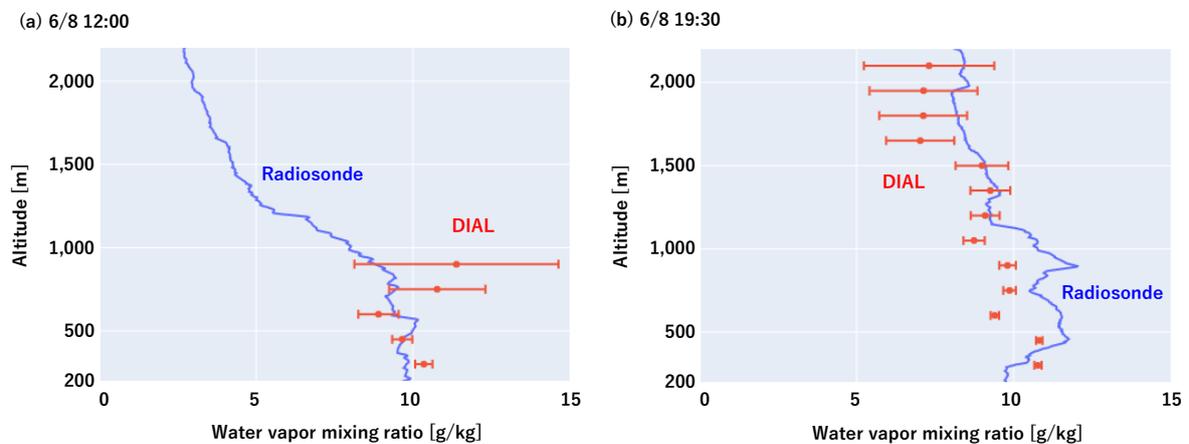


Fig. 2 Vertical water vapor mixing ratio profiles obtained by DIAL and radiosonde in (a) daytime (JST 6/8 12:00) and (b) nighttime (JST 6/8 19:30). Error bars represent statistical error of water vapor mixing ratio.

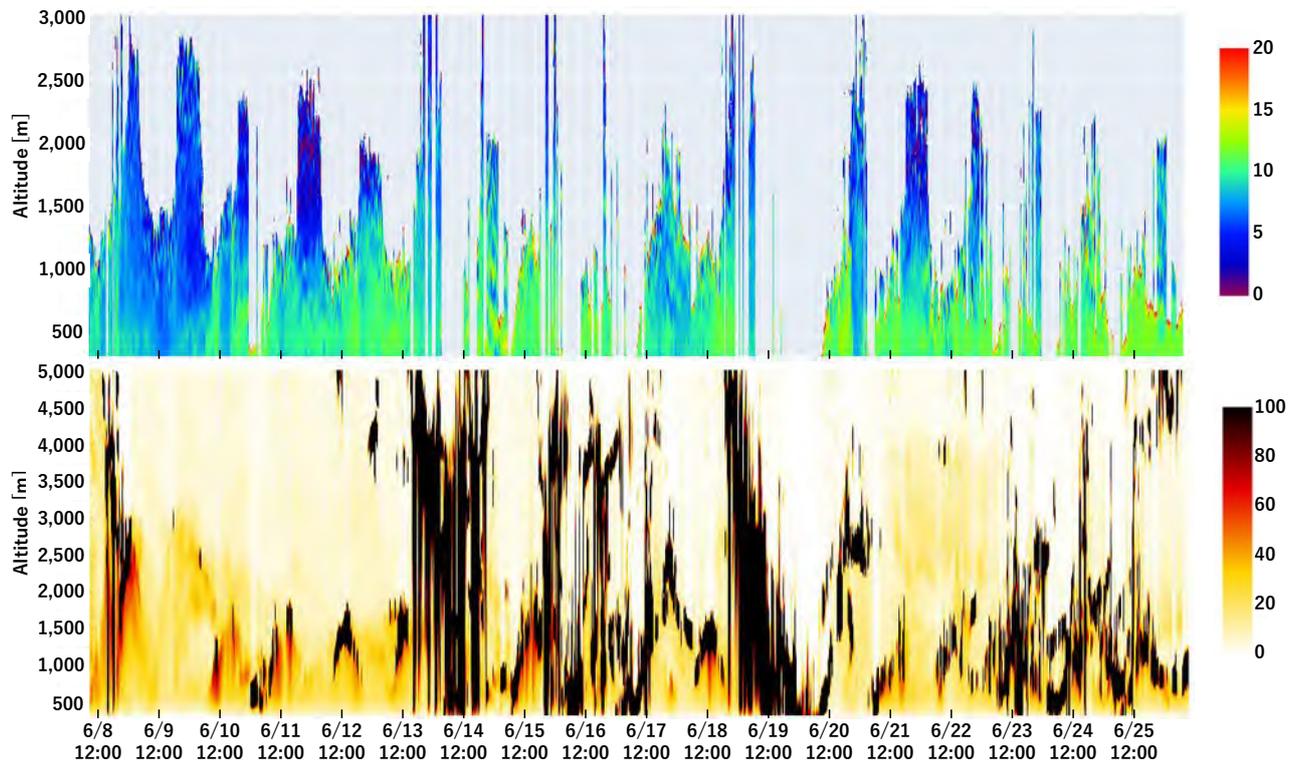


Fig. 3 Continuous data observed from 6/8 to 6/26. Top panel: water vapor mixing ratio in g/kg; bottom panel: relative backscatter signal after background subtraction for off-line wavelength.

5. まとめと今後の展望

DIAL 装置を用いて水蒸気量を計測し、高度 300~2,000m においてラジオゾンデとおおむね整合的な結果が得られた。また、約 2 週間の連続測定の結果から昼間では高度 1,000m 程度、夜間では最大 3,000m 程度まで観測できた。今後は、観測される信号量を増加させる装置改造で測定可能高度や水蒸気混合比の推定精度のさらなる改善を目指す。さらに、DIAL 装置による水蒸気量とドップラーライダーによる風向・風速を組み合わせたデータ活用を検討していく予定である。

謝 辞

波長計の校正にご協力いただきました国立極地研究所の江尻省氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) Abo, M. *et al.*, EPJ Web of Conferences, Vol. 176, 04015 (2018).
- 2) Spuler, S. M. *et al.*, Atmos. Meas. Tech., 8(3), 1073-1087 (2015).
- 3) Gordon, I.E. *et al.*, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf., 203, 3-69 (2017).