

局地的大雨予測のための可搬性に優れた次世代型水蒸気ライダーの開発

*酒井哲¹, 阿保真², Phong Pham Le Hoai², 永井智広¹, 内野修¹, 泉敏治¹, 柴田泰邦², 長澤親生², 瀬古弘¹, 川畑拓矢¹

1: 気象研究所、2: 首都大学東京

1. はじめに

近年、日本各地で局地的大雨が発生しており、その被害は甚大である。その被害を軽減するため、気象レーダー等を用いた観測や数値予報モデルを用いた予測が行われている。しかしながら、予測のリードタイムと精度は不十分な現状にある。その理由の一つに、大雨をもたらす風上側の水蒸気分布の観測データの不足があると考えられている。本研究の目的は、数値予報の改善に有効と考えられる高度 5 km 程度までの水蒸気鉛直分布が観測可能な、小型で可搬性に優れた水蒸気ライダーを開発し、その性能を検証することである。

2. 差分吸収式小型水蒸気ライダー

本研究で開発している水蒸気ライダーは、差分吸収式であり、その特徴を以下に示す。

- 1) 送信部に半導体レーザを使用することにより、装置が小型・軽量で安価であること。
- 2) 校正が不要なこと。
- 3) 昼夜問わず観測可能であること。
- 4) アイセーフであること。

ただし、測定範囲は高度 5 km 以下に限定される。

ライダーの模式図を図 1 に示す。送信部は、分布反射型半導体レーザと光スイッチ、テーパ型半導体光増幅器、ビームエキスパンダ等から成る。レーザ光の波長制御はレーザダイオードの温度と電流を調節して行う。受信部は、望遠鏡と干渉フィルタ、光電子増倍管モジュール、トランジェントレコーダ等から成る。受信信号処理はフォトンカウンティング・アナログ計測を行う。現時点では受信望遠鏡に有効径 50 cm のものを使用している。

測定の流れは以下の通りである。水蒸気の吸収波長 (829.022 or 829.054 nm) と非吸収波長 (829.124 nm) のレーザパルス光 (パルス幅 1 μ sec, 出力約 1 μ J) を 10 kHz で交互に大気鉛直上方に射出する。大気からの後方散乱光を受信し、その強度の高度分布を測定する。二波長における後方散乱信号強度比の高度差分をとることにより、

水蒸気数密度の鉛直分布が得られる。

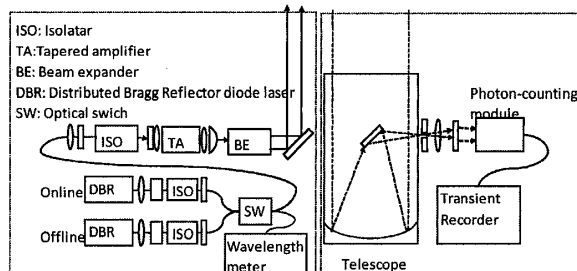


図 1: 水蒸気ライダーの模式図。左側が送信部、右側が受信部。

3. 試験観測結果

図 2 に 2015 年 6 月 22 日首都大学東京日野キャンパスで行った水蒸気ライダーの観測結果を示す。

21~23 時の高度 2.3~2.6 km に湿った (水蒸気数密度 $\sim 1 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$) 領域がある (図 2 左)。この付近では、エアロゾル濃度が急激に減少している (図 2 右)、境界層上端に対応していると考えられる。またその上端は、振幅 100~200 m、約 10 分周期で変動しており、サーマルをとらえていた可能性がある。また、境界層内には水蒸気とエアロゾル濃度の高い領域が層状に分布していて (高度 2.0~2.2 km と 1.8~1.9 km、0.5~1.3 km)、その濃度と厚さが時間変化する様子がとらえられている。

4. まとめと今後の課題

局地的大雨予測のための可搬性に優れた水蒸気ライダーの開発を現在進めている。試験観測では、夜間高度 3 km 以下の水蒸気分布の変動がとらえられた。今後の課題は以下の通りである。

- 1) 送信部を安定化するための波長制御機構の追加。
- 2) 測定下限高度を拡張し、S/N 比を改善するためのパルス圧縮変調方式の採用。
- 3) 昼間観測に対応するための狭帯域干渉フィルタと狭視野望遠鏡を使用した受信部の作成。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 26282115 の助成を受けたものです。

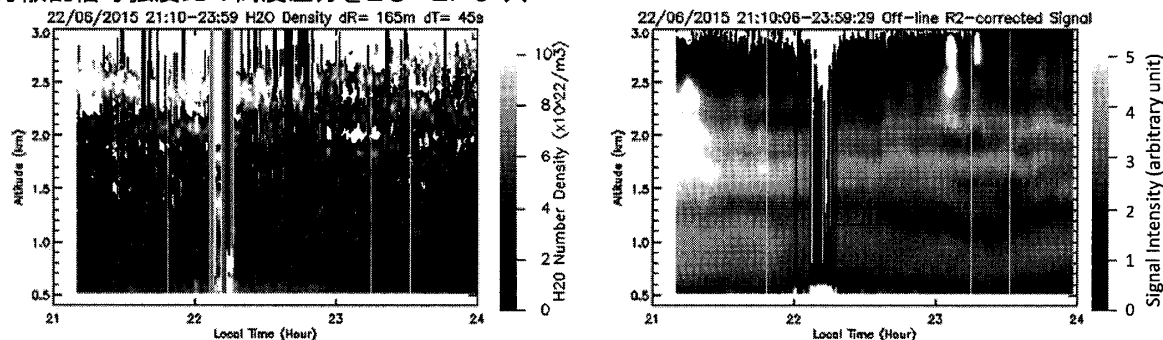


図 2: 2015 年 6 月 22 日首都大学東京においてライダーで観測した水蒸気数密度 (左) とエアロゾル濃度に対応する非吸収波長の距離二乗補正信号強度 (右) の高度-時間断面図。データの時間分解能は約 45 秒、高度分解能は 165 m。