

水蒸気量の時空間分布観測のための走査型ラマンライダーの開発

Development of a scanning Raman lidar for observing the spatio-temporal distribution of water vapor

松田 真¹, 矢吹 正教^{1*}, 津田 敏隆¹, 高橋 けんし¹, 吉川 賢一¹

Makoto Matsuda¹, Masanori Yabuki^{1*}, Toshitaka Tsuda¹, Kenshi Takahashi¹, Ken-ichi Yoshikawa¹

¹ 京都大学生存圏研究所

¹ Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

地球大気の水循環を担う水蒸気は、雲・降水過程や大気物質の変質過程を通じて気候変動や環境変動に寄与する重要な因子として知られている。水蒸気やエアロゾルなどの大気微量物質の多くは地表付近の発生源に由来しており、また土地被覆等の地表面状態の影響を受けた複雑な乱流場の中で拡散・輸送される。そのため地表付近では、大気微量物質の時間的・空間的な変動が激しく、その動態を詳細に把握する新たな観測手法の開発が求められていた。本研究では、一点における高度プロファイルを時間連続で計測してきた従来のライダーを基礎に、水蒸気とエアロゾルの鉛直断面分布を同時に計測する走査型ラマンライダーを開発した。走査機能を付加したライダーは、水蒸気の拡散・輸送過程や、粒子の吸湿に関連したエアロゾル変質状態の空間的な不均一性など、現在は十分に理解されていない局所的な大気現象の解明に役立つ観測を可能とする。

市街域でも安全に運用出来る汎用性の高いシステムを目指し、レーザー源には可視光に比べて眼障害に対する安全性が高い波長 355 nm の紫外域レーザーを使用した。走査機構は、ライダーのレーザー射出・望遠鏡視野面に設けた高反射ミラーと、ミラーの角度を自動で制御する回転モーターにより構成される。回転モーターを自動制御することにより、最大 1.8 度/秒の走査速度で任意の角度範囲を鉛直走査させる。1 方向のみを計測する可視ラマンライダーを基準としたときの、開発したライダーの水蒸気混合比の誤差は 2.5 % 以下であり、走査機能を付加したことによる計測精度への影響は限定的であった。

2012 年 8 月および 10 月に、地表面に近い大気の大気微量成分の動態把握を目的とした観測を実施した。観測範囲を仰角 0 - 48 度の鉛直断面とし、動作と停止を繰り返しながら 1.5 度刻みに走査させた。各観測方向あたりの積算時間は 30 秒に設定した。観測期間中は、水平距離 400 m、および高度 400 m 以内の水蒸気混合比が 13.5 - 16.5 g/kg の間で変化している様子が見られ、これは地表面高度や土地被覆の違いを反映した局所的な大気状態の変化を捉えたためであると示唆された。観測範囲を仰角 45 - 135 度の鉛直断面に広げた観測では、大気境界層の厚さが観測方向に応じて 200 m 程度変化していることが確認された。また、レーザーを一定速度で高速走査させた観測では、時空間的な不均一性の高い雲の微細構造を詳細に把握することが出来た。本研究で開発した柔軟に走査可能なシステムは、従来の観測では難しかった、水蒸気混合比およびエアロゾルの空間不均一性の把握に対して有効である。

キーワード: ライダー, 水蒸気, エアロゾル

Keywords: lidar, water vapor, aerosol