

# ラマンライダーによる東京上空の対流圏エアロゾルの光学的性質と

## 水蒸気の長期観測

村山 利幸

<sup>1</sup>東京海洋大学 海洋工学部 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)

### A long-term Observation of the Optical Properties of the Tropospheric Aerosols and Water Vapor by a Raman Lidar in Tokyo

Toshiyuki MURAYAMA

<sup>1</sup>Tokyo Univ. of Marine Science and Technology, 2-1-6 Etchujima, Koto, Tokyo 135-8553

We have observed the aerosol optical properties and the water-vapor mixing ratio in the troposphere using a complex multi-wavelength Mie-Raman lidar system at Koto, Tokyo since Aug. 2002. However, recently we have operated only the UV-Raman lidar (based on 355 nm laser) because which is almost earthquake free. Here we briefly present an example of the observation and the future prospect.

**Key Words:** Raman lidar, aerosol, water vapor, lidar ratio, EarthCARE

#### 1. はじめに

東京海洋大学海洋工学部では 2002 年から 3 波長 (355, 532, 1064 nm) を用いた多波長ラマン・ミーライダーシステムにより対流圏エアロゾル及び水蒸気混合比の観測を行ってきた<sup>1)</sup>。エアロゾルの光学特性からは、典型的な黄砂や森林火災エアロゾルの特徴の抽出、インバージョンによる微物理量 (有効半径, 単散乱アルベド等) の導出も行った<sup>2)</sup>。

独立した UV ラマンライダーは、一台の光学除振台 (1 m×2 m) に組み立てられており、ほとんど地震の影響を受けない (送信系及び受信系の光軸がずれない) ことがわかった。そこで、2015 年秋からは 355 nm のレーザー光を用いた UV ラマンライダーのみを稼働し、エアロゾル、水蒸気の観測を始めた。

紫外及び可視レーザーを用いたラマンライダーによるエアロゾル・水蒸気の長期間観測研究には多くの先行研究がある<sup>3-5)</sup>。

最近の動向として、2018 年に打ち上げが予定されている ESA と JAXA の共同による雲・エアロゾル放射観測衛星 EarthCARE に搭載される ATLID は、355 nm のレーザー光を用いた高スペクトル分解能ライダーで、エアロゾルの後方散乱係数、消散係数、偏光解消度を同時に測ることができる<sup>6)</sup>。その地上検証として UV ラマンライダーは有用である。

本稿では、昨年 の観測例を示し、観測・解析方法や今後の方針について述べる。

#### 2. 紫外ラマンライダー

UV ラマンライダーの諸元は文献 1) に与られている。受信チャンネルは弾性散乱の 355 nm, N<sub>2</sub> 分子・H<sub>2</sub>O 分子からのラマン散乱の 387 nm, 408 nm の 3 波長である。検出器は PMT で浜松ホトニクス の R7400P-03 又は 06 を用いている。信号の記録は Licel のトランジェントレコーダー TR40-160 を用いて、アナログ計測と単一光子計測を併用している。日中では 355 nm のみ記録している。観測時のレーザー光強度は 100 mJ/pulse で行っており、レーザーの繰り返し周波数は 10 Hz である。

#### 3. 観測手法と事例

ライダー観測は、日中のサンフォトメーターによる観測との比較も考慮して、晴天時の午後から 355 nm チャンネルのみ記録し、日没後、十分に暗くなってから 3 チャンネルを同時に記録している。Fig. 1 に、2015 年 11 月 4 日の日没後、夜間 3 時間積算したデータから導いたエアロゾルの光学特性 (後方散乱係数, 消散係数, ライダー比) 及び水蒸気混合比の鉛直分布を示す。解析にあたっては、館野のラジオゾンデデータから算出した大気密度分布を用いている。ライダーに隣設したシーロメーター (CT25K, Vaisala) による減衰後方散乱係数 (905nm) を Fig. 2 に示す<sup>7)</sup>。

Fig. 2 に示されるように、この日は比較的清浄で夕方以降 1 km 以下でエアロゾルによる後方散乱が上昇している。

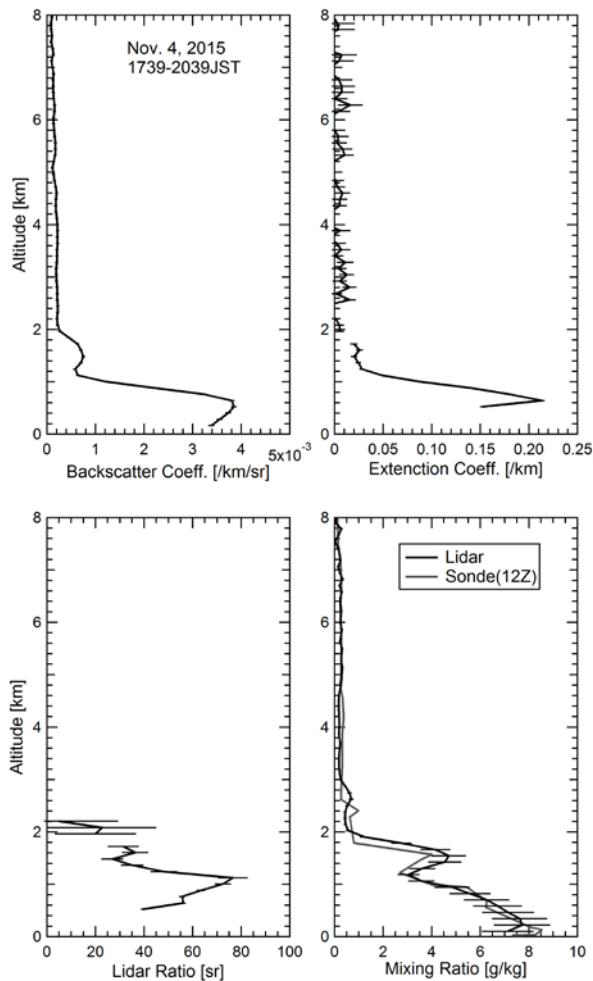


Fig. 1 Mean profiles of the aerosol optical properties (backscatter and extinction coefficients and lidar ratio) and water-vapor mixing ratio from 17:39 to 20:39 JST on Nov. 4, 2015. The mixing ratio obtained from the radiosonde observation at Tateno (21 JST) is also indicated.

夜間のラマンライダー観測からは、さらにその上 1.5 km 付近のピーク、さらに 8-9 km まで薄く広がるエアロゾル、水蒸気が確認できる (Fig. 1). 0.5~1.7 km におけるライダー比の平均は  $49 \pm 17$  sr であった (このときの光学的厚さは 0.16). 一方、日中、15:43 頃のポータブルサンフォトメーター (EKO, MS-120) とライダーの観測から、ライダー比は約 56 sr と求めた (推定された 355 nm での光学的厚さは 0.11).

一般に今回の測定例のようなスロープがきついプロファイルではライダー比の評価が難しい. 今後も観測及び解析手法で昼夜の平均的なライダー比の比較、湿度のエアロゾルへの影響を探る予定である.

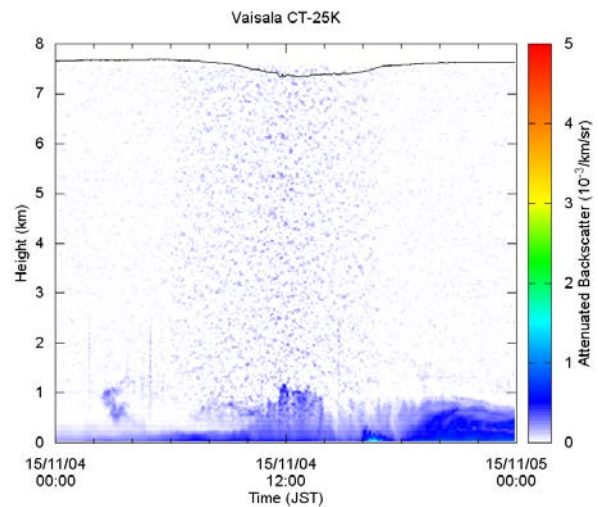


Fig. 2 Time-height indication of the attenuated backscatter coefficient observed by the ceilometer collocated with the lidar on Nov. 4, 2015.

#### 4. まとめ

紫外ミー・ラマンライダーを再立ち上げし、エアロゾルの光学的特性、水蒸気の混合比の鉛直分布を求めることができた. 今後も継続して、晴天日に昼夜連続したライダー観測を行い、エアロゾルの光学特性や湿度との関係を長期間の観測から明らかにしたい.

#### 謝辞

本研究は、部分的に千葉大学環境リモートセンシング研究共同利用研究により実施された (2016).

#### 参考文献

- 1) 村山 利幸：第 22 回レーザセンシングシンポジウム予稿集 (2003) 91.
- 2) T. Murayama et al.: *Geophys. Res. Lett.* **31** (2004) L23103, doi:10.1029/2004GL021105.
- 3) R. A. Ferrare et al.: *J. Geophys. Res.* **103**, D16 (1998) 19663.
- 4) R.A. Ferrare et al.: *J. Geophys. Res.* **103**, D16 (1998) 19673.
- 5) T. Sakai, T. Nagai, and M. Nakazato: *J. Atmospheric and Oceanic Technology* **24** (2007) 1407.
- 6) A. J. Illingworth et al.: *BAMS* (August 2015) 1311.
- 7) <http://fuji.u.e.kaiyodai.ac.jp/ceilo.html> を参照.