

ミー・ラマンライダーによる信楽上空のエアロゾル・雲の観測 Aerosol and Cloud measurements over Shigaraki by Mie-Raman Lidar system

矢吹正教¹⁾、宮脇力¹⁾、中村卓司²⁾、塩原匡貴²⁾、津田敏隆¹⁾
M. Yabuki¹⁾, C. Miyawaki¹⁾, T. Nakamura²⁾, M. Shiobara²⁾, and T. Tsuda¹⁾

1) 京大生存圏研究所、2) 国立極地研究所

1) Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University

2) National Institute of Polar Research

Abstract

A Rayleigh-Mie-Raman lidar has been operated at the middle and upper atmosphere (MU) radar site near Shigaraki since 2000 by RISH, Kyoto University. The lidar can take measurements of atmospheric temperature, humidity, and particle extinction and backscatter coefficient simultaneously. In this study, we have performed aerosol and cloud measurements in the lower troposphere using this lidar system, and aerosol optical properties were estimated from the combined Raman lidar data.

はじめに

京大生存圏研究所の中層・超高層の大型大気レーダーがある信楽MU観測所(34.9°N, 136.1°E)では、2000年よりレイリー・ミー・ラマンライダーによる観測が実施されている。観測所に設置されているライダー・レーダーにより、温度・水蒸気・風向風速などの気象パラメータの鉛直分布計測が可能であり、気象場によりその特性が左右される大気エアロゾル・雲の研究を行うサイトとして信楽観測所は適している。本研究では、下部対流圏のエアロゾル・雲特性の計測を目的として設置した受光系の試験観測結果について述べる。

ライダーシステム

信楽 MU 観測所における現在のライダーシステムの概要を Table 1 に示す。光源には、Q スイッチパルス Nd:YAG レーザによる波長 532 nm と 1064 nm を用いており、それぞれの出力は、600 mJ、200 mJ (周波数 50Hz) である。受光系は、2 台の望遠鏡で構成されている。ナスミスカセグレン方式の 82 cm の望遠鏡では、波長 532 nm の弾性散乱(2 ch)、回転ラマン散乱(2 ch)、水蒸気振動ラマン散乱(1ch)の計 5ch の検出システムを有しており、高度 1~90 km の温度分布、高度 1~10 km の水蒸気・エアロゾル・雲の分布が計測できる (Behrendt *et al.*, 2002)。下部対流圏の計測を目的として設置したシュミットカセグレン方式の 30 cm の望遠鏡では、波長 532 nm の偏光(2 ch)・窒素振動ラマン散乱(1 ch)、および波長 1064 nm の弾性散乱 (1 ch) を取得しており、高度 400 m 以上の対流圏エアロゾル・雲特性の計測が可能である。

観測結果

2010 年 8 月 3 日に信楽観測所で取得された下部対流圏の雲・エアロゾルの観測例について示す (Fig.1)。高度 2300-2500 m にかけて液相の雲があり、その雲低下では、複数のエアロゾル層が計測された。ラマン散乱信号から消散係数を求める手法(Ansman *et al.*, 1992)から導出した波長 532 nm の S_1 パラメータ (消散係数と後方散乱係数の比) は、高度 1000 m 付近のエアロゾル層で 49.8 ± 4.9 sr、雲がある高度 2400 m で 15.0 ± 3.5 sr であり、過去のライダー観測研究における報告例と近い値を示した。

まとめ

本報告では、信楽観測所のライダーシステムが、高出力のレーザと目的に応じた複数の受光系を活

かすことで、薄い雲が存在する場合でも、低層から定量的にエアロゾル特性を導出することが可能であることを示した。今後は、ライダー・レーダーを組み合わせた観測データを蓄積することで、エアロゾル・雲物理特性の定量化、および雲過程におけるエアロゾルの働きと気象場との関係について明らかにしていく予定である。

Table 1. Specifications of the Lidar system at Shigaraki

Laser	Q-switch pulsed Nd:YAG laser: Model Continuum Powerlite 9050 Pulse repetition rate: 50 Hz Wavelength: 532 nm (Pulse energy: 600 mJ, Beam divergence: 0.06 mrad (8x beam expander)) 1064 nm (Pulse energy: 200 mJ, Beam divergence: 0.5 mrad)
Telescope-1	82cm Cassegrain (Kiyohara Optics)
Receiving system	4-wavelength (5 ch) polychrometer with interference filters • 532.25nm (High, Low) • 531.1 nm (Rotational Raman 1) • 528.5 nm (Rotational Raman 2) • 660 nm (H ₂ O Raman) Transient recorder Licel TR-16-160 (Minimum height bin size: 9 m)
Telescope-2	30 cm Schmidt-Cassegrain (Meade)
Receiving system	3-wavelength (4 ch) polychrometer with interference filters • 532 nm (Polarization) • 607 nm (N ₂ Raman) • 1064 nm Transient recorder Licel TR-40-160 (Minimum height bin size: 3.75 m)

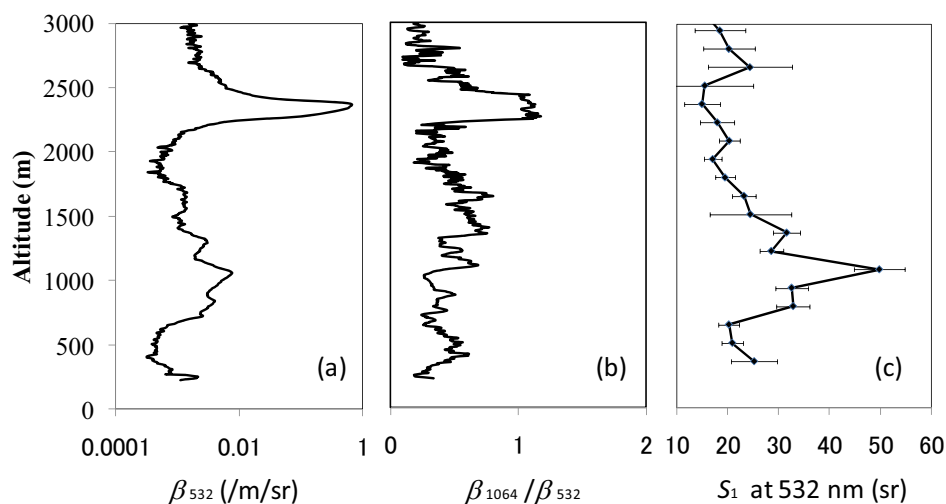


Figure 1. Vertical distribution of aerosol and cloud properties over Shigaraki at 02:00-0210 JST on Aug. 3, 2010: (a) backscatter coefficient at 532 nm, (b) backscatter color ratio between 1064 nm and 532 nm, and (c) S_1 parameter at 532 nm.

【参考文献】

Behrendt, A., Nakamura, T., Onishi, M., Baumgart, R., and Tsuda, T.: Combined Raman Lidar for the measurement of atmospheric temperature, water vapor, particle extinction coefficient and particle backscatter coefficient. *Appl. Opt.*, **41**(36), 7657-7666, 2002.

Ansmann, A., Riebesell, M., Wandinger, U., Weitkamp, C., Voss, E., Lahmann, W., and Michaelis, W.: Combined Raman elastic-backscatter LIDAR for vertical profiling of moisture, aerosol extinction, backscatter, and lidar ratio, *Appl. Phys.*, **B55**, 18-28, 1992.