

沖縄亜熱帯域での水蒸気ラマンライダー観測

Water vapor observation in sub-tropical region in Okinawa by Raman lidars

佐藤 陽介[†] 中村 卓司[†] 津田 敏隆[†] 村山 泰啓^{††} 佐藤 晋介^{††} 佐竹 誠^{††}
 Y. Sato[†] T. Nakamura[†] T. Tsuda[†] Y. Murayama^{††} S. Sato^{††} M. Satake^{††}

京都大学 生存圏研究所[†]
 RISH, Kyoto Univ.[†]

情報通信研究機構^{††}
 NICT^{††}

Abstract

As a part of the GEOSS(Global Earth Observation System of Systems) project (Analysis of variability of water vapor and temperature by GPS occultation data), we have started water vapor profiling with a portable Raman lidar in the sub-tropical Asian-monsoon region in Okinawa. The observation system is developed by Kyoto University as a portable water vapor Raman lidar. Nd:YAG laser (SHG:532 nm, 30 mJ, 20 Hz) is used as a transmitter and scattered lights are collected with a 35.5 cm telescope, and then detected by photon counting system for elastic (532 nm), N₂ Raman (607 nm), H₂O Raman (660 nm) signals, respectively. So far, we have obtained seasonal variations, night-time variations as well as day to day variations of water vapor profiles with backscatter ratio information. The results are displayed at www.rish.kyoto-u.ac.jp/geoss/lidar/okinawa. The water vapor profiles observed by the lidar are being compared with the profiles obtained by GPS occultation technique. The details of spatial distribution of water vapor will be studied, as well as comparison between the water vapor variability and wind velocity fields observed with the wind profiler.

1 研究背景

大気中の水蒸気は、降雨などの気象現象に関わるだけでなく、潜熱輸送により大気の熱エネルギー収支に深く関わる重要な成分である。その大部分は対流圏内でも地表近くの境界層内にあるが時間空間変化が激しいため詳細な観測は限られてきた。

地球観測システム構築推進プラン (GEOSS) の「GPS 掩蔽による気温水蒸気変動解析 (代表:津田敏隆教授)」プロジェクトは、小型低軌道 (LEO: Low Earth Orbit) 衛星による GPS 掩蔽について、これまで開発した基本解析法を基に湿潤な対流圏下層を含む高度領域で屈折率プロファイル高精度よく求めるアルゴリズムを開発し、さらにそれを基に気温と水蒸気の高高度分布を分離して解析する計画である。その解析結果を地上観測 (気球・ライダー等) や他の衛星観測、客観解析データと比較検証すること、および作成した最新データベースを用いることにより熱帯域対流圏における気温・水蒸気の時空間変動特性の科学解明を目指すとともに、数値予報モデルの精度向上を図るものである。同プロジェクトの一環として「解析結果の地上観測による検証」のひとつとして小型の水蒸気ラマンライダーによる沖縄亜熱帯域での水蒸気プロファイルの定常観測を行なっているのでこれを報告する。

2 観測システム

観測装置は、京都大学で可搬型の水蒸気ラマンライダーとして開発した装置である [1]。観測システムを Figure1 に示す。波長 532nm, 30mJ, 20Hz 出力の Q スイッチパルス Nd:YAG レーザーを送信して、532nm (弾性散乱), 607nm (N₂ 振動ラマン散乱), および 660nm (H₂O 振動ラマン散乱) を 35.5cm 径のシュミットカセグレンを用いて受信する。沖縄での観測では、絞りを開いて夜間のプロファイルなるべく高高度まで取得している。同ライダーは、2006 年 4 月から独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) 沖縄亜熱帯計測技術センターで試験観測を開始し (仰角 60 度で射出), 2006 年 9 月に同センターの大宜味大気観測施設に移設し観測を行っている (仰角 45 度で射出)。観測拠点を Figure2 に示す。PC 制御で毎夜自動観測を行い、ネットワークを経由してデータを転送する。30 分の積分時間で高度 4km 程度まで水蒸気のプロファイルが取得できる他、後方散乱比も観測している。その観測結果を、www.rish.kyoto-u.ac.jp/geoss/lidar/okinawa に掲載している。

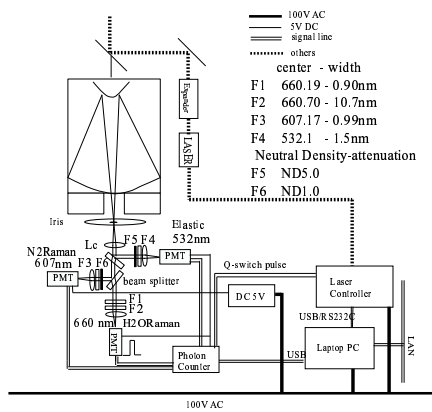


Figure 1: Block diagram of the system



Figure 2: Locations of the observation (figures taken from NiCT web site)

3 観測結果と今後の課題

これまでの観測で夏季に水蒸気が多く、冬季に少ない季節変化 (Figure3) や夜間の水蒸気変動、日々変化などが後方散乱比による雲・エアロゾルの消長とともに観測されている。GPS 衛星による掩蔽観測データとの比較は、高度 6km 以下で衛星観測のフットプリントとライダー観測点の距離が 100km 以下の例が、2006 年 9 月以降 2007 年 6 月まで 11 例観測されている。この例ごとに、那覇で行なわれている気象庁のラジオゾンデ観測とも比較してその差異を検証している。基本的にはライダー観測と GPS 掩蔽観測データはよい一致を示しているが、ライダー観測で時間変化が顕著に観測される時ほど掩蔽観測とライダー観測の差が見られるように思われる。そこで、ライダー観測と那覇のラジオゾンデ観測から水蒸気の時間変化と空間変化の相関をみることにした (Figure4)。Figure4 をみると、時間変化と空間変化には正の相関が見られることがわかる。掩蔽観測とライダー観測のデータを比較する場合、その日の水蒸気の変化の度合いを考慮する必要があることがわかる。

今後はさらに掩蔽観測とライダー観測の比較例を増やして検討する。また、水蒸気の変動とウィンドプロファイラーによる風速の比較やラジオゾンデとの比較や複数のライダー観測による水蒸気空間変動の解析も行なう予定である。

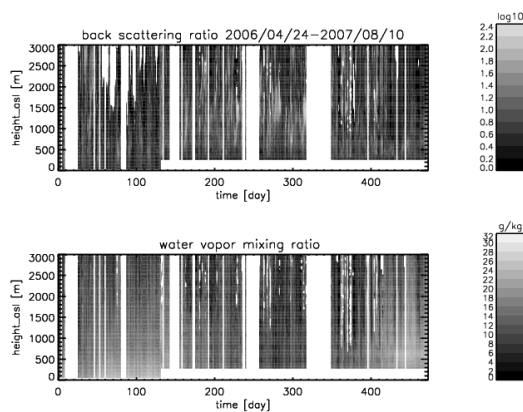


Figure 3: Nighttime average of backsatter ratio (top) and water vapor mixing ratio (bottom) observed between April 24, 2006 and August 10, 2007. The horizontal axis shows day number from April 24, 2006. Altitudes are above sea level.

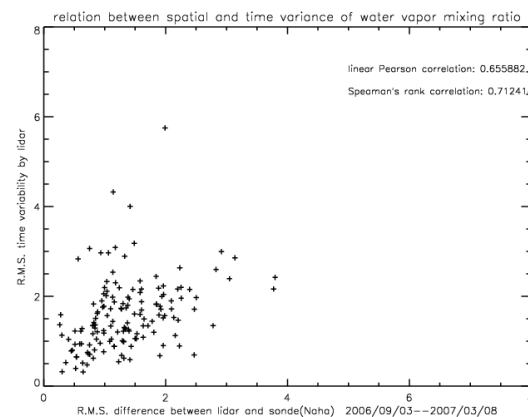


Figure 4: Scatter diagram of the r.m.s. difference of water vapor mixing ratio in space (horizontal) and time (vertical). Spatial difference is between radiosonde at Naha and the lidar (70 km difference). Time difference is the difference between the water vapor profiles within the night.

References

- [1] 杉本 尚悠, 境界層内水蒸気観測用可搬型ラマンライダーの開発, 京都大学修士論文, 2006