

GOSAT プロダクト検証用可搬型ライダーによる観測

Observations by a mobile lidar for GOSAT product validation

内野修^{1,2)}, 酒井哲²⁾, 永井智広²⁾, 中前久美¹⁾, 森野勇¹⁾, 田久保祥一郎³⁾,
川崎健³⁾, 奥村浩³⁾, 新井康平³⁾, 中里真久⁴⁾, 真野裕三²⁾, 松永恒雄¹⁾, 横田達也¹⁾

Osamu Uchino^{1,2)}, Tetsu Sakai²⁾, Tomohiro Nagai²⁾, Kumi Nakamae¹⁾,
Isamu Morino¹⁾, Syoichiro Takubo³⁾, Takeru Kawasaki³⁾, Hiroshi Okumura³⁾,
Kohei Arai³⁾, Masahisa Nakazato⁴⁾, Yuzo Mano²⁾, Tsuneo Matsunaga¹⁾, Tatsuya Yokota¹⁾

¹⁾国立環境研究所 ²⁾気象研究所 ³⁾佐賀大 ⁴⁾気象庁

¹⁾National Institute for Environmental Studies, ²⁾Meteorological Research Institute

³⁾Saga University, ⁴⁾Japan Meteorological Agency

Abstract

We developed a mobile lidar for the Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT) product validation. It consisted of a small type of Mie lidar and a tropospheric ozone DIAL. By Mie lidar, influence of high-altitude aerosols and cirrus clouds on the GOSAT data was demonstrated, and stratospheric aerosols increased by the 2011 Nabro eruption were observed.

The DIAL could measure tropospheric ozone profiles, but the observational altitudes were limited up to about 6 km due to the signal induced noise. We solved this problem by separating the laser transmitter from the receiving telescope, and could obtain ozone profiles from 0.5 km up to 10 km. The observed Nabro aerosols and some tropospheric ozone profiles will be presented.

1. はじめに

大気中の CO₂ や CH₄ のカラム量などを観測する温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT、いぶき) が 2009 年 1 月 23 日に種子島から打ち上げられ観測を継続中である¹⁾。乾燥空気に対する CO₂ と CH₄ のカラム平均体積混合比 (XCO₂ と XCH₄) は GOSAT 搭載フーリエ変換分光器 (TANSO-FTS) の 3 バンド(758-775, 1560-1720, 1920-2080 nm)で観測される太陽短波長赤外光 (SWIR) の地上および海上反射スペクトルから導出される²⁾。TCCON (Total Carbon Column Observing Network) データを用いた初期検証の結果によると XCO₂ と XCH₄ (Ver.01.xx) はそれぞれ 2.3% と 1.2% の負のバイアスがあり、バラツキ (1σ) はどちらも約 1% であった³⁾。

そこで、前回の発表では、つくばで GOSAT と同期して観測した地上高分解能 FTS、ミーライダー、スカイラジオメーターのデータを用いて XCO₂ のバイアスとばらつきの主な原因について報告した⁴⁾。この結果などを基に XCO₂ と XCH₄ の導出アルゴリズムの改良がなされ、新しいプロダクト (Ver.02.xx) が作成されている。これらのバイアスとばらつきは TCCON データに比べて XCO₂ で -0.3% (-1.2 ppm) と 0.5% (2.0 ppm)、XCH₄ で -0.4% (-7 ppb) と 0.7% (12 ppb) とかなり小さくなった⁵⁾。

しかしながら現アルゴリズムでも大気の状態によってはエアロゾルや薄い巻雲による影響がまだ残っていると考えられることから、更なるアルゴリズムの改良のために、つくばの他に佐賀、ニュージーランドの Lauder などで FTS、ライダー、スカイラジオメーターを用いて GOSAT との同期観測を行っている。ここでは、佐賀大学に移設された GOSAT プロダクト検証用可搬型ライダーを用いた最近の観測結果などについて報告する。

2. GOSAT プロダクト検証用ライダーの構成

可搬型ライダーは、小型のミーライダーと対流圏オゾン観測用の DIAL から成り立っている。この二つのライダーがコンテナ (幅約 228 cm, 長さ約 683 cm, 高さ約 255 cm) の中に格納されている。

2-1 小型ミラーライダーによる成層圏エアロゾルの観測結果

2011年6月12日にエリトリアのNabro火山(13.37°N, 41.70°E)が噴火した。Fig.1に示すように、佐賀では6月23日に高度17.6 kmと18.2 kmに波長532 nmの後方散乱比Rがそれぞれ2.27と3.67の2層から成る新しいエアロゾル層が観測された。つくばでは6月20日にNabro起源のエアロゾル層が観測されている。これらのエアロゾルは空気塊の流跡線解析からチベット高気圧の北側を回って日本上空に到達したものと推察された。佐賀では第一圏界面高度から約33 kmまでの後方散乱係数の積分値(IBC)が $2 \times 10^{-4} \text{ sr}^{-1}$ より大きい値が2012年3月まで観測された。講演では、火山噴火に伴うエアロゾル増加によるGOSATプロダクトや気候などへの影響についても簡単に触れる。

2-2 対流圏オゾンDIALによる観測

高出力のNd:YAGレーザーの第4高調波で励起されたCO₂ラマンセル(11気圧で長さ2m)からの3波長(276, 287, 299 nm)のレーザーと口径50 cmの同軸型の望遠鏡を用いた対流圏オゾンDIALを開発し観測を行ってきた⁶⁾。ところが、使用している光電子増倍管(R3235-01)では電氣的なゲートをかけても境界層からの強い受信信号により、短い波長ほどSignal Induced Noise(SIN)が発生し、そのためにオゾン測定高度は約6 kmまでに制限されていた。

そこで、コンテナの天井に望遠鏡の中心から49.5 cmの所に、有効径8 cmの新しい穴(石英の窓付き)を開けて、そこからラマンレーザーの約90%の出力を打ち上げ高度約2 km以上のオゾンを観測する高モードと、残りの約10%は今までと同じく同軸で送・受信し高度2-3 kmのオゾンを観測する低モードの二つに改良した。その結果、高モード観測ではSINは小さくなりFig.2に示すように下層にオゾンが少ない場合は約10 kmまでの観測が可能となった。また、低モードは高度500 mから2~3 kmまでのオゾン分布を観測できるようになった。

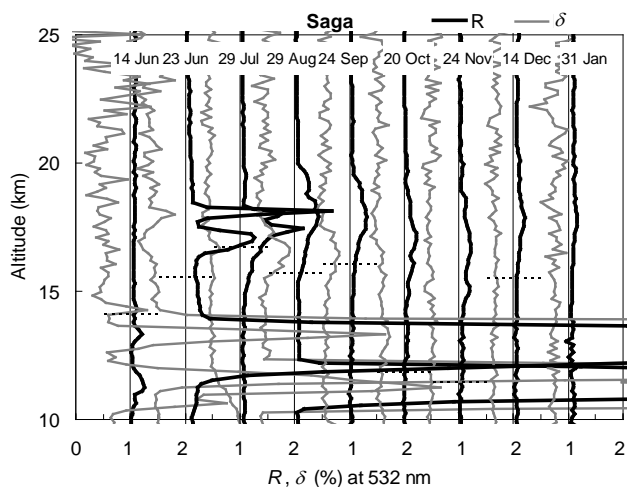


Fig.1 2011年のNabro火山噴火後の波長532 nmにおける佐賀大学上空で観測された後方散乱比R(濃い実線)と偏光解消度 δ (灰色線)。点線は第一圏界面高度を示し、その高度以下の大きなRとは δ は巻雲に因る。

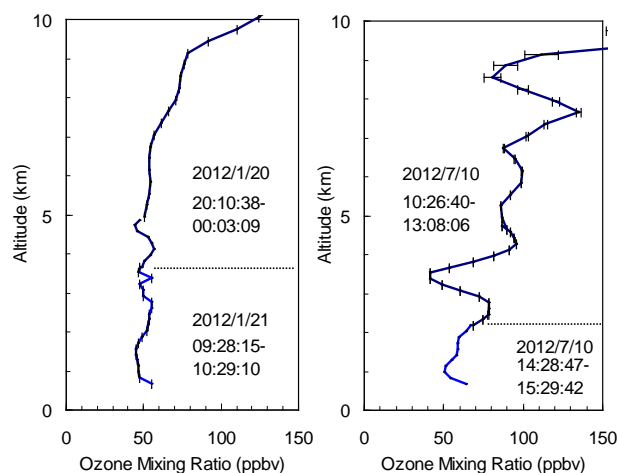


Fig.2 DIALで観測されたオゾン混合比。高・低モードの2回に分けて観測を行っている。2012年1月20日の福岡の21時のゾンデによる第一圏界面の高さは9.28 kmである。

謝辞 ライダーデータの解析には福岡のゾンデデータを使用した。

参考文献

- 1) Kuze et al., Appl. Opt., 48, 6716-6733, 2009.
- 2) Yoshida et al., Atmos. Meas. Tech., 4, 717-734, 2011.
- 3) Morino et al., Atmos. Meas. Tech., 4, 1061-1076, 2011.
- 4) Uchino et al., Atmos. Chem. Phys., 12, 3393-3404, 2012.
- 5) Yoshida et al., to be submitted to Atmos. Meas. Tech.
- 6) 内野他, 日本リモートセンシング学会誌, 31, 435-445, 2011.