

母子里における GOSAT 検証のためのエアロゾル・雲の観測

Observations of aerosols and clouds at Moshiri observatory for the validation of GOSAT

柴田隆¹⁾、池神優司²⁾、瀬良正幸²⁾、長濱智生²⁾、松見 豊²⁾、永井智広³⁾、森野 勇⁴⁾、内野 修⁴⁾
 Shibata¹⁾, T., Y. Ikegami²⁾, M. Sera²⁾, T. Nagahama²⁾, Y. Matsumi²⁾, T. Nagai³⁾, I. Morino⁴⁾ and O. Uchino⁴⁾

1) 名古屋大学大学院環境学研究科、2) 名古屋大学太陽地球環境研究所、3) 気象研究所、
 4) 国立環境研究所

1) Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2) Solar Terrestrial Environmental Laboratory, Nagoya University, 3) Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 4) National Institute for Environmental Studies

Abstract

Nd:YAG based Mie scattering lidar was installed at Moshiri observatory, Hokkaido, Japan. The lidar observes backscattering coefficient at two wavelength of Nd:YAG laser (1064 and 532 nm), and depolarization ratio at 532 nm. Two photomultiplier tubes (PMT) are used for the detection parallel polarization signal to the polarization plane of the laser pulse at 532 nm. One PMT detects 98% and the other 2% of the signal for better dynamic range of the detection. The lidar is semi-automatically operated by PC that controls laser, transient recorder and their operation time. The routine observation started in middle of April, 2009. The system shows quite good performances, and is taking data from local 11 AM to 3 PM, synchronizing with the satellite passage over the observatory for each three days at local 1 PM. The system is detecting tropospheric aerosols and clouds. It also detected lower stratospheric volcanic clouds in the beginning of July.

はじめに

GOSAT 衛星は赤外放射の分光により二酸化炭素を測定する。GOSAT 衛星が CO₂ を測定する際、衛星視野内のエアロゾル・雲の量・分布は測定精度に大きな影響を及ぼすと見積もられている。北海道、旭川の北方約 70km に位置する名古屋大学太陽地球環境研究所母子里観測所には赤外分光計 (FTS) が設置されており、成層圏オゾンなどの観測に利用されてきた。検証観測計画では：この FTS を用いて、衛星と同様の分光観測を地上から実施し、GOSAT 衛星観測との比較検証を実施する；また同時に、上記のように分光観測に大きな影響を与えるエアロゾル・雲の観測をミーライダーを用いて実施しそれらの影響を見積もるためのデータを提供する；そのほか、スカイラジオメータを用いたエアロゾルの光学特性の観測や気球搭載測器による CO₂ の鉛直分布の観測なども同時に実施する計画となっている。ここでは、母子里に設置しているライダーを紹介する。

ライダーシステム

Table 1 に母子里 GOSAT 検証用ライダーの諸元を示す。使用しているライダーは出力 100mJ/pulse、10pps の Nd:YAG レーザである。基本波と第二高調波を用い、両波長の後方散乱係数と第二高調波における偏光解消度を求める。第二高調波の平行偏光成分の検出には、二本の光電子増倍管を用い、信号を 98%と 2%に分割受信することにより、信号のダイナミックレンジ拡張をはかっている。昼間の観測のため、背景光を減ずるために半値巾 0.3nm の干渉フィルターを用いている。これらにより昼間でも、晴天時、高度 1km から 25km のデータを得ることができる。

ライダーシステムは PC により、半自動で動作し、レーザ、トランジェントレコーダ、および観測時間が制御される。観測は観測所建物側面の窓を通して仰角 60 度で斜め上方を観測する。このため、天窗は必要としない。ライダーと窓の間にはレーザ光・望遠鏡光軸に対して 30 度の入射角で無反射コーティングが施されたガラス板が挿入されており、これによって外界と室内は遮断されている。なお、現在は観測ごとにシステムをシャットダウンし、また建物の窓もマニュアルで閉じていることから、半自動運転を行っているが、窓の開閉以外は完全に自動化した測定も可能である。Fig. 1 に作成したライダーの外観を示す。

ライダーシステムは名古屋大学で組立、調整の後、本年 (平成 21 年) 4 月、母子里観測所に設置された。GOSAT 衛星は三

Table 1 Specifications of the Lidar system at Moshiri

Transmitter		
Laser	Nd:YAG	Brio (Quantel)
Energy	100 mJ/pulse (60mJ/pulse at SHG)	
Repetition	10 pps	
Wavelength	1064 nm, 532 nm	
Beam divergence	<0.1 mrad after collimation	
Receiver		
Telescope	φ20cm	Schmidt-Cassegrain (Meade)
detectors	PMT for 532 nm, APD for 1064 nm	
IF	0.3 nm	
transient recorder	12 bit (Licel)	

日に一回母子里上空を通過するが、これに同期してライダー観測を行っている。衛星の通過は日本標準時刻午後1時で、ライダー観測はそれを挟む前後2時間、合計4時間行っている。ライダーシステムの外観を Fig.1 に示す。

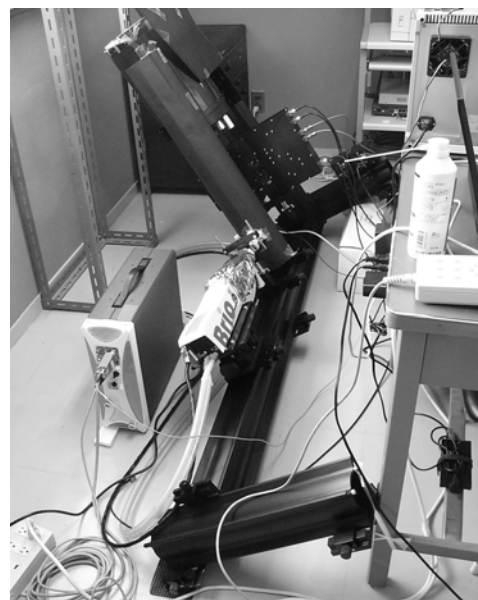


Fig. 1 Lidar system at Moshiri

観測

4月中旬より同期観測を開始し8月上旬現在までに三十数回の観測を行った。例年夏季の北海道は晴天率が高く良好なライダー観測データが得られると予想されたが、今年は天候不順のため、このうち二十数例は低い雲に覆われたため、残念ながら比較・検証データとしては利用不能と考えられる。

数少ない晴天日の観測例として Fig.2 および Fig. 3 に7月31日午前11時から午後3時までの観測例を示す。Fig. 2 は距離二乗補正した信号強度、Fig. 3 は 1064nm における後方散乱比を示す。Fig. 2、11時から13時にかけて高度500m付近に現れている強い信号は低高度にかかる雲による信号である。白黒の図では見にくいですが、低高度雲より上空からの信号はほぼゼロである。それ以外の領域も雨天直後の非常に清浄で信号が小さい状態となっている。Fig. 3、後方散乱比を見ると、高度16km付近には7月に噴火した火山雲と思われる信号が見えている。この高度の偏光解消度は高高度に現れる巻雲(氷雲)などに比べると一桁以上小さく、一方二波長(1064nm と 532nm)の後方散乱から求めたオングストローム指数は1から2程度の値を示し、これも巻雲からの値より大幅に大きい。これらの光学的特性、および時間的な変化が小さいという特徴から火山噴火雲と判断した。詳細は本シンポジウム、内野らによる発表を参照されたい。Fig. 3 高度2から3km付近では対流圏エアロゾルの微細な層構造が見える。

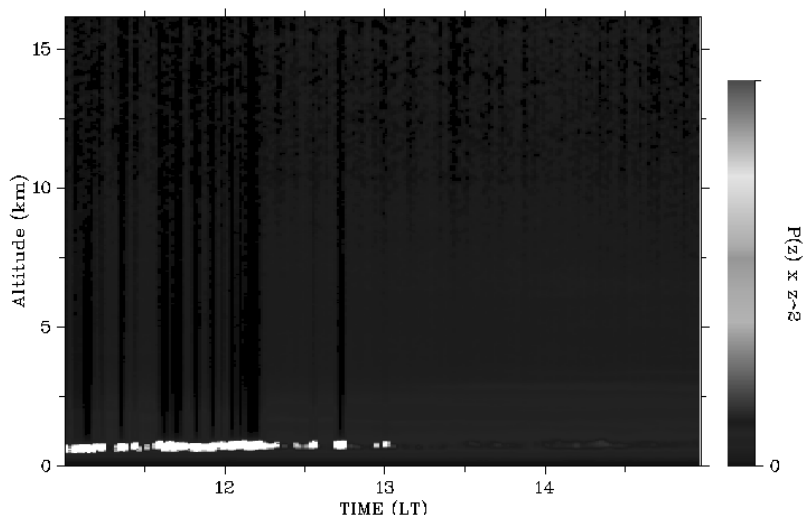


Fig. 2 Range corrected lidar signal on 31 Jul. 2009.

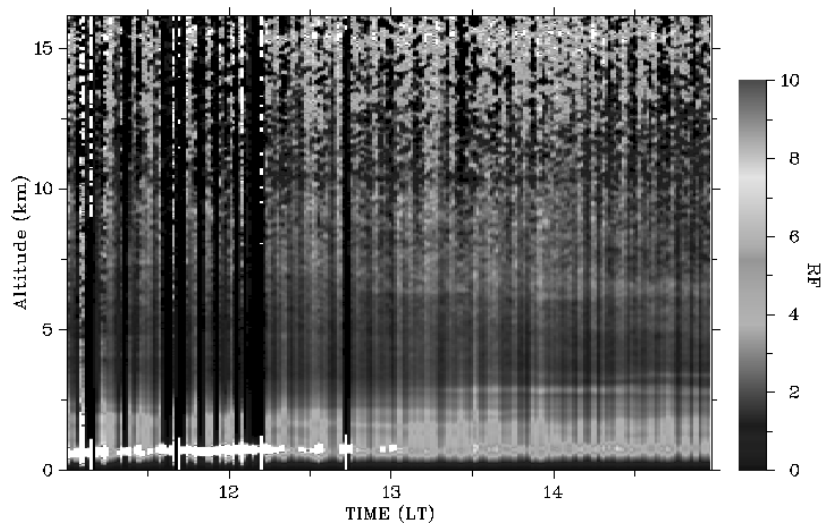


Fig. 3 Backscatter ratio at 1064 nm on 31 Jul. 2009.

結論

上記の例のように、本ライダーは背景光ノイズが大きい昼間の観測で、1km以下の高度から下部成層圏までの微細な変化を捉えており、今後GOSAT衛星検証データの提供に大いに活用されるものと期待される。