

ニュージーランド・ローダーにおける GOSAT 検証のためのエアロゾル・雲の観測

Observations of Aerosols and Clouds at Lauder, New Zealand, for the GOSAT Validation

永井 智広¹, 酒井 哲¹, Ben Liley², 柴田 隆³, 森野 勇⁴, 内野 修^{1,4}
Tomohiro NAGAI¹, Tetsu SAKAI¹, Ben LILEY², Takashi SHIBATA³,
Isamu MORINO⁴, Osamu UCHINO^{1,4}

¹ 気象研究所 気象衛星・観測システム研究部、² ニュージーランド国立大気水圏研究所
³ 名古屋大学大学院 環境学研究科、⁴ 国立環境研究所

¹ Meteorological Research Institute

² National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA), New Zealand

³ Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

⁴ National Institute for Environmental Studies

Abstract

A Nd:YAG laser based simple and single wavelength lidar was installed at Lauder, New Zealand, on November 1992 to measure the stratospheric aerosols originated the 1991 Mt. Pinatubo volcanic eruptions. The measurement had been carried out periodically more than 16 years by NIWA observers.

The lidar system was upgraded to dual wavelength system using the fundamental wavelength of 1,064nm and second harmonics of 532nm of the Nd:YAG laser on February 2009 to measure not only the stratospheric aerosols but also the tropospheric aerosols and clouds on day and night for the GOSAT validation. The system can make depolarization ratio at 532 nm. The routine measurement synchronized to the GOSAT overpass has started just after the upgrade of the system.

1. はじめに

GOSAT 衛星は、地表からの散乱光をフーリエ変換赤外分光計 (FTS) を用いて分光し、二酸化炭素 (CO₂) やメタン (CH₄) などの温暖化気体の測定を行う。この測定を行う際、分光計の視野に入る雲・エアロゾルが測定精度に大きな影響を及ぼすと考えられている。この影響の評価を行うため、CO₂ やメタンなどのカラム量観測のための地上設置型高分解能 FTS と、カラム量を測定する際の主要な誤差要因であるエアロゾルや薄い巻雲を測定するためのライダーやスカイラジオメーターを組み合わせた観測が行える検証サイトを設定し、検証観測を行うことが予定されている。ニュージーランド・ローダー (南緯 45.03 度、東経 169.68 度、標高 370 m) は、比較的天候が良いため FTS や放射計、ライダーなどの光学観測機器が設置されているだけでなく、周囲の地面が比較的一様なため検証サイトに適していると考えられた。気象研究所では、NIWA と協力し、1992 年 11 月に成層圏エアロゾルを観測するためのライダーをローダーに展開した。この装置は、もともとは 1991 年 6 月に大噴火を起こしたフィリピン、ピナトゥボ火山を起源とするエアロゾルを測定するために設置されたが、その後 16 年以上にわたり、観測を継続してきた (永井 他、2007)。今回、GOSAT

の検証に適した装置とするため、観測波長の 2 波長化、可視チャンネルでの偏光測定機能などを付加し、夜間の成層圏だけでなく、昼夜を問わず対流圏・成層圏の雲やエアロゾルの測定が可能な装置としたので報告する。

2. ライダーシステム

Fig.1 にシステム概念図を、Fig.2 に外観を、Table 1 に諸元を示す。Nd:YAG レーザーの基本波 (1,064nm) と第 2 高調波 (532nm) を使い、基本波は Si APD を、第 2 高調波は光電子増倍管 (PMT) を使って信号を検出している。第 2 高調波の受信では、偏光成分のデータを取得するとともに、並行成分は強弱の 2 チャンネルに分け、高度方向のダイナミックレンジを拡大している。また、帯域制限のための干渉フィルターに、透過波長幅 0.28nm の狭帯域フィルターを用いることで昼間の背景光雑音を低減し、日中でも成層圏下部の観測を可能とした。鉛直上方を観測する装置の真上には、無反射コーティングを施した観測窓を設置し、天候の心配をすることなく観測が可能である。さらに、信号検出には 12 ビットの A/D 変換と光電子計数法を併用し、広い高度範囲の観測を可能としている。

3. 観測例とまとめ

この装置を用いた観測は、GOSAT が 3 日に 1

度サイト上空を通過する際、これに同期して通過の前後2時間の観測を行うこととしている。また、これまでの成層圏の観測を継続するための夜間の観測も継続して行っている。

観測例を Fig. 3 に示す。上から、532nm の距離補正信号、532nm の全偏光解消度、1,064nm の距離補正信号、1,064nm と 532nm の信号強度比を示す。高度 7~10km の所に巻雲が、地上付近から 3km の高度までエロゾル層が観測されているのが分かる。

本ライダー装置を使った観測は、ローダーに設置してある高分解能 FTS などの他の地上測器と GOSAT との同期観測を行うことで、GOSAT による CO₂ やメタンの観測の検証に大いに役立つことが期待される

参考文献

永井 智広、内野 修、W. A. Matthews、Ben Liley (2007)、第 25 回レーザセンシングシンポジウム予稿集、pp 103-104。

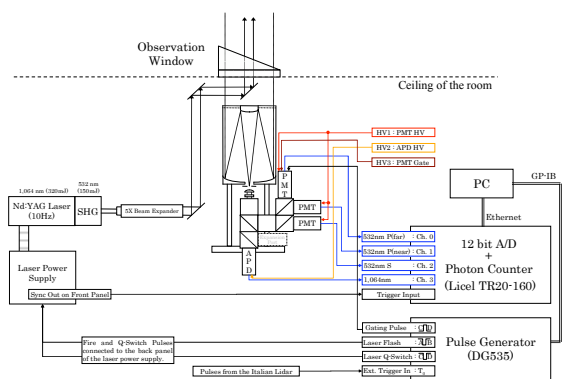


Fig. 1 Schematic diagram of the upgraded lidar system at Lauder, New Zealand..

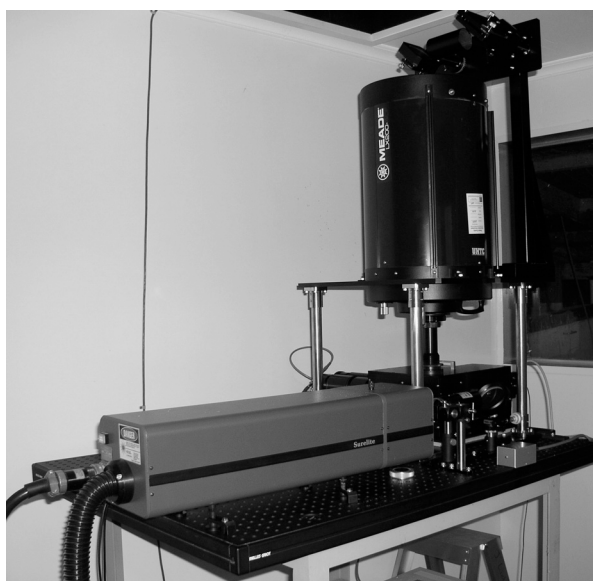


Fig. 2 Lidar system at Lauder, New Zealand.

Table 1 Specifications of the lidar system at Lauder, New Zealand.

Transmitter	
Laser	Nd:YAG
Wavelength	532 nm 1,064 nm
Pulse Energy	150 mJ 150 mJ
Pulse Repetition	10 Hz
Beam Divergence	0.2 mrad
Receiver	
Telescope Type	Ritchey-Chrétien (advanced)
Wavelength	532nm 1,064nm
Telescope Diameter	30.5 cm (12 inch)
FOV(full angle)	1.0mrad
BW (FWHM)	0.28 nm
Polarization	Yes No
Receiving Channel	3 1
Detector	PMT APD
Signal Processing	12bit A/D + Photon Counting 12bit A/D
Time Resolution	10 seconds (max), 5 minutes (nominal)
Altitude Resolution	7.5m

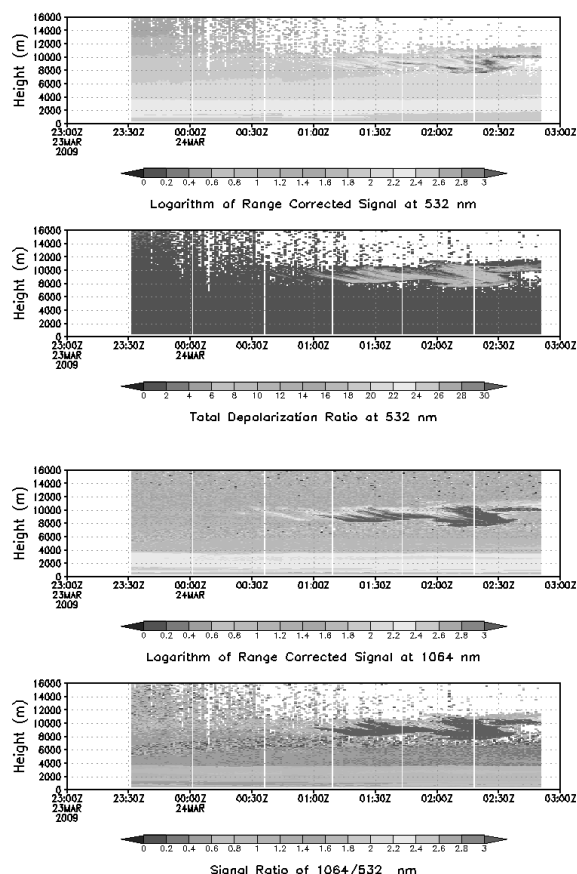


Fig. 3 Range corrected signal and total depolarization ratio of 532nm, range corrected signal of 1,064nm and signal ratio of 1064nm to 532nm observed at Lauder on March 24, 2009 are shown. Cirrus clouds around 7-10km and aerosols near ground are observed.