

2 波長ライダーエアロゾル観測システム

Two-wavelength lidar aerosols monitoring system

左成信之*、小山博巳*、杉本伸夫**、松井一郎**

Nobuyuki Sanari*, Hiromi Koyama*, Nobuo Sugimoto** and Ichiro Matsui**

*柴田科学株式会社、**国立環境研究所

*Sibata Scientific Technology, LTD., **National Institute for Environmental Studies

Abstract

The Lidar is an apparatus designed to monitor vertical distribution of particulate matter suspended in the atmosphere, by shooting a laser up into the atmosphere and reading the light scattered off the particulate matter. At a measuring range up to 18 km, the Lidar utilizes two-wavelength lasers (532 nm, 1064 nm) measuring 24 hours straight with no help of a human being. It has been designed and produced for such applications as monitoring Yellow Sand.

1. はじめに

近年、西日本のみでなく、北陸、北日本まで飛来する黄砂が増えていると指摘されている。また、人工起源の大気汚染エアロゾルの飛来による環境影響も懸念されている。黄砂や大気汚染エアロゾルの多くは、地上から数キロメートル上空に渡る気流によって運ばれてくるため、地上数キロメートルまでのエアロゾルの高度分布観測が重要となる。今回、黄砂などの上空に浮遊するエアロゾルの鉛直分布がリアルタイムに連続観測できるミー散乱ライダーによるエアロゾル観測システムを開発し、製品化を行った。このライダーはレーザー光による2波長(532 nm, 1064 nm)の散乱強度と偏光解消度(532 nm)が測定可能で、黄砂対策に向けた環境省による北東アジア地域におけるモニタリングネットワーク構築の一環として富山県(富山県環境科学センター)に設置され、2004年2月から連続観測を行っている。以下に、ライダーシステムの概要と富山での観測例について報告する。

2. ライダーシステム概要

ライダーは地上からレーザー光を上空に照射し、黄砂、大気汚染エアロゾル、雲などの散乱体によって散乱されて返ってくる光を望遠鏡で集光し、高感度の光センサーで検出する装置である。富山県に設置したライダーシステムの概略図を Fig. 1 に示す。光源として Nd:YAG パルスレーザーを用い、2波長(532 nm, 1064 nm)のレーザー光を出力エネルギー 20 mJ、パルス繰り返し 10 Hz で照射する。上空の散乱体によって散乱された光は、地上の直径 20 cm のシュミットカセグレン型望遠鏡で集光し、レンズを通して平行光にした後、2波長に分離して波長別の光センサーで検出する。レーザーを発射してから散乱光が地上の光センサーで検出されるまでの時間を計測することで、散乱体までの距離がわかる。その距離における散乱強度から散乱体の濃度が求まり、上空に存在する散乱体の鉛直分布が測定できる。鉛直方向の距離分解能は 6 m で、地上から上空 18 km までの高度分布を測定する。また、532 nm については偏光解消度を測定することで散乱体の非球形性がわかり、データ解析によりエアロゾルの種類が判別できる。さらに、2波長の散乱強度の比から粒子の大きさが推定できる。レーザー照射などの機器制御は無人で自動運転され、観測データは 15 分間隔でリアルタイムに 24 時間連続収集される。また、電話回線やインターネットなどを用いて、観測地と離れた場所での遠隔操作、監視、データ収集が可能である。富山県に設置したライダーでは観測局舎と国立環境研究所(NIES)の間を ISDN 回線で接続し

ており、観測データは自動転送され、必要に応じて遠隔制御を行うことができる。

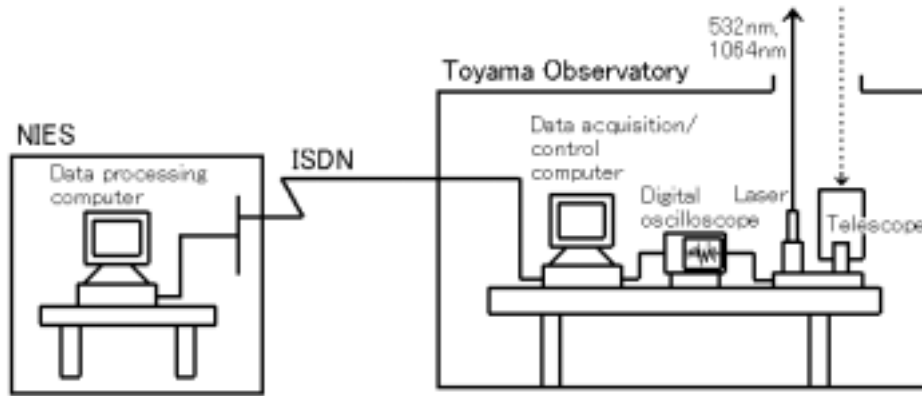


Fig. 1 Schematic diagram of the lidar system.

3. 富山での観測例

富山県 (富山県環境科学センター: 137.1E, 36.7N) でのライダー観測結果の例として、2004年3月10日~14日のエアロゾルの高度分布を Fig. 2 に示す。上図は 532 nm による後方散乱強度、中図は 532 nm による偏光解消度、下図は 1064 nm と 532 nm の散乱強度の比を示す。図の横軸は時間で UTC (世界標準時)、縦軸は高度(0~3 km) を示す。上図では黄砂、大気汚染エアロゾル、雲などの散乱体の存在が観測される。中図の偏光解消度は黄砂のような非球形エアロゾルでは 0.1 以上の大きい値、大気汚染エアロゾルのような球形エアロゾルでは小さい値を示す。また、雲については、水雲は小さい値を示すが、氷雲は 0.2 以上の大きな値を示す。散乱強度と偏光解消度の値から散乱体が黄砂か大気汚染エアロゾルか、水雲か氷雲かの判別ができる。下図の 1064 nm と 532 nm の散乱強度の比は、通常、粒径が大きいエアロゾルほど大きな値を示し、黄砂はやや大きな値を、雲はさらに大きな値を示す。2004年3月10日~14日の観測では、3月11日~14日にかけて地上から高度3 km以上に渡り黄砂と判別できる観測結果が得られた。また、3月13日には大気汚染エアロゾルと判別できるエアロゾルが観測され、3月14日においては黄砂と大気汚染エアロゾルが混合状態で存在すると考えられる観測結果が得られた。化学天気予報システム CFORS によると、3月9日~11日頃、中国とモンゴルの国境地帯で発生した土壌性ダスト(黄砂)が、3月11日~14日頃に富山県に届いていたことが予報されていた。また、大気汚染エアロゾルについても3月13日~14日頃に高濃度の硫酸エアロゾルの存在が予報されていた。

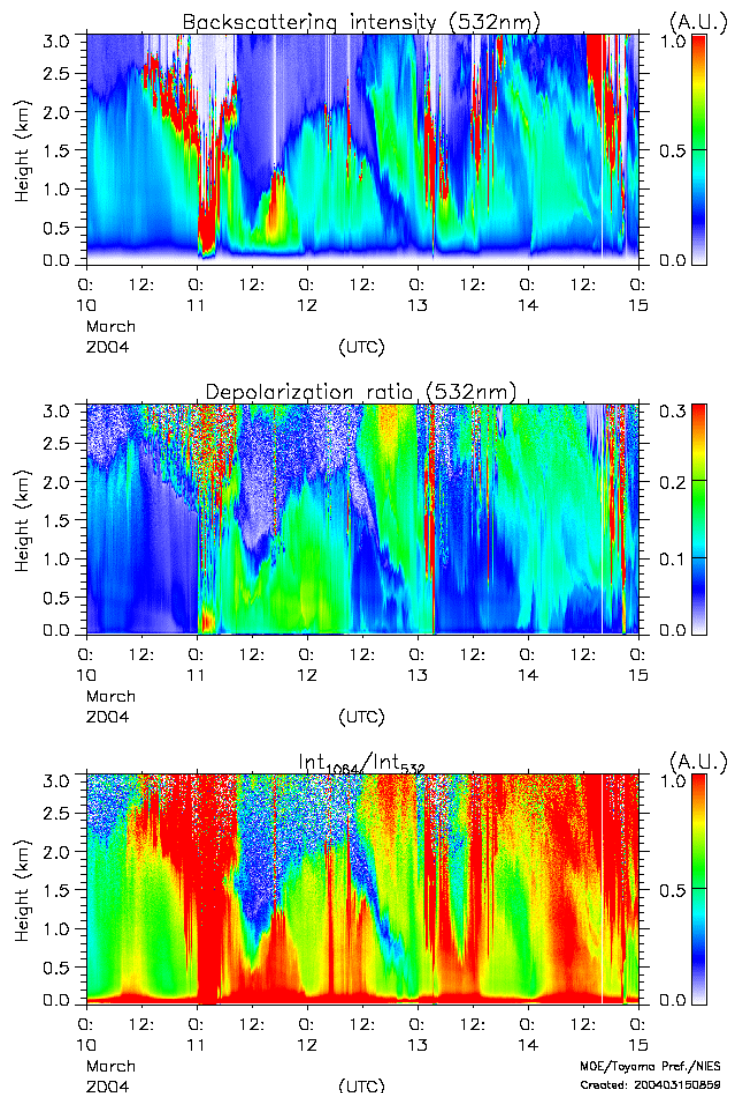


Fig. 2 Result of the lidar observation in Toyama on March 10 to 14, 2004.