

「みらい」新ライダー観測システム・続編

○谷口 京子 (海洋研究開発機構), 松井 一郎 (国立環境研究所), 勝俣 昌己 (海洋研究開発機構),
清水 厚・西澤 智明 (国立環境研究所)

1. はじめに

MR14-06 航海で導入された「みらい」新ライダー観測システムは、MR15-04 回航中に新機能を追加する改造を経て、大気中の雲、エアロゾル、水蒸気の変動をより詳細に観測することが可能となった。MR15-04 定点観測においては、約 1 ヶ月にわたる連続観測を行った。今回は性能が向上した本システムの概要と観測データを紹介する。

2. ライダー観測システムの概要

「みらい」新ライダー観測システムの概要図を図 1 に示す。本システムは、Nd:YAG レーザーによる従来の 1064nm と 532nm の 2 波長に 355nm を加えた 3 波長を 10Hz で上空へ発振する。大気中で散乱された光は直径 20cm の望遠鏡で集光され、以下に紹介する 6 波長 8 チャンネルへ分光され計測されることで、雲、エアロゾル、大気分子の変動を高分解能で捕らえている。

雲・エアロゾルの鉛直分布観測は光源と同じ波長で観測されるミー散乱を使用する。本システムでは、1064nm、532nm、355nm にてこのミー散乱光観測を行う。同じ大気を多波長で観測することで散乱特性の波長依存性から、粒子サイズ、エアロゾルの種類を大まかに推定することが出来る。さらに 532nm と 355nm は水平・垂直偏波成分へ分解され計測される。この水平・鉛直成分から算出される偏光解消度は散乱粒子の非球型性を表す指数である。一般的に土壌由来エアロゾルや氷雲粒子は非球形であることから、偏光解消度を用いて表層近くの土壌粒子と人為汚染粒子の判別のほか、融解層付近の水雲と氷雲の判別にも利用される。また、送受信非同軸構造により発生する近距離の欠測軽減用に小型望遠鏡 (直径 5cm) での 532nm 近距離散乱光も引き続き観測している。これにより、本システムは高度約 200m から 24km まで最大鉛直分解能 6m、時間分解能 10 秒でミー散乱光観測が可能である。

大気分子の鉛直分布観測には、光源とは異なる特定の波長で散乱されるラマン散乱を用いる。分子構造由来である波長シフトを利用して、窒素、水蒸気はそれぞれ特有の波長で観測出来ることが知られている。本システムでは、光源 532nm に対して 607nm 窒素ラマンと 660nm 水蒸気ラマン、光源 355nm に対して 387nm 窒素ラマンを計測している。このラマン散乱光はミー散乱光に対してごく僅かな量の為、晴天時でも高度約 3km 以下の境界層内で最大鉛直分解能 7.5m、時間分解能 1 分の観測が可能である。また、可視光域である 532nm 光源のラマン散乱光観測は夜間に限られる。

なお、23:56-00:00UTC は観測を休止し、ハウスキーピングデータの取得等を行う事によってデータ品質の保持を行っている。

3. 観測データ

比較的雨の多い観測期間ではあったが、一般的に雨に弱いとされているライダー観測システムにおいて、355nm、532nm、1064nm は共にエアロゾルと雲の推移や降雨の様子を約 1 ヶ月に渡りよく捉えている。高濃度エアロゾルが観測された高度 500m 付近までが、観測地周辺の混合層境界高度と考えら

れる。この層の上部と 2km 付近に発達する雲が頻繁に観測された。また、高度 4.5~5km 付近にダークバンド（散乱強度の弱い層）が期間中、幾度も観測されている。このダークバンドは融解層を示唆していると考えられる。一方、同時刻の偏光解消度プロファイルはこの高度で強くなっていることから、雲の粒子形状が異なることが分かる。

また、ラマン散乱で捉えられた水蒸気分布は、水蒸気混合比（水蒸気と大気の質量比）へ変換している。旧システムでは、対流圏内の大気構成が一定であることに着目し同航海のラジオゾンデ観測から求められた大気の情報と 660nm ラマン水蒸気データを基に水蒸気混合比を算出していた。しかし、660nm ラマン水蒸気観測だけでは水蒸気の減少と降雨などによるシグナル減衰の切り分けが難しかった。そこで今回から追加された 607nm ラマン窒素データを組み合わせることで、安定している窒素データから降雨などの環境によるシグナルの減衰を算定し、水蒸気混合比へより正確に変換することが出来るようになった。さらに今回は 3 時間毎に実施されたラジオゾンデ観測データとの比較も実施する事で、精度の検証も行う事が可能である。

このように、これらのデータを組み合わせることによって観測精度を向上するだけではなく、大気中の粒子サイズ、状態（水、氷など）、非球形性などの物理的特性と関連付けることができ、融解層など大気境界層の構造も克明に観測している。

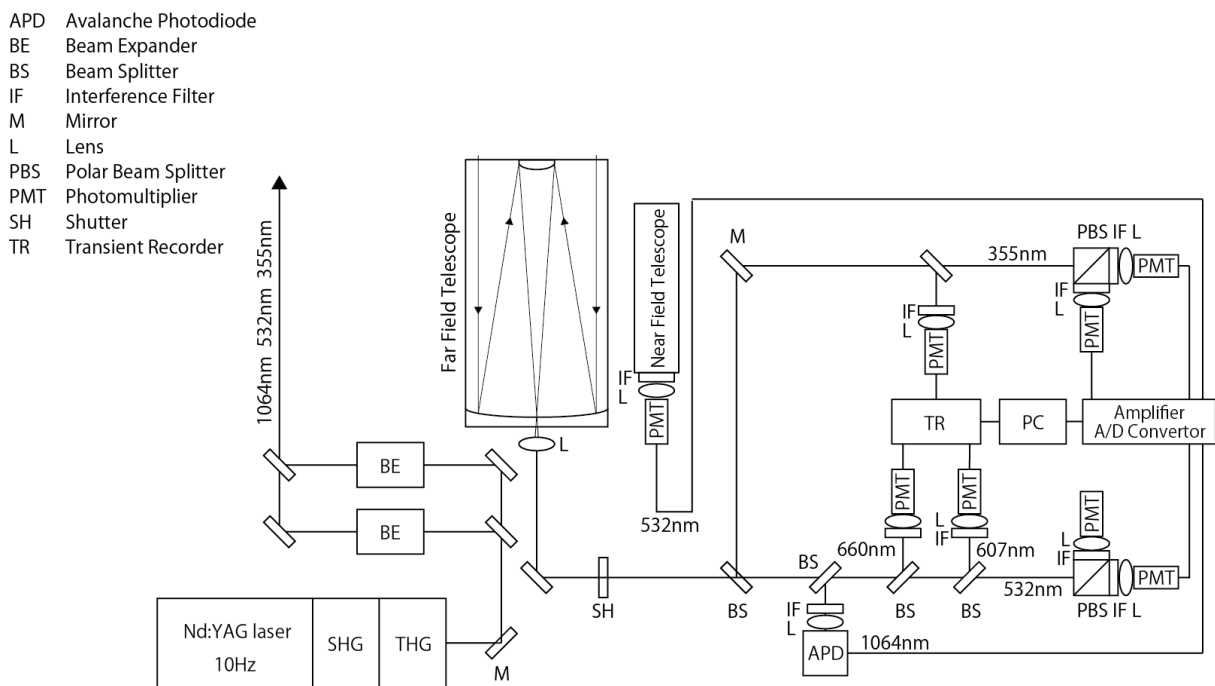


図 1: 「みらい」ライダーシステムの概要図