

消散係数測定手法の導入による NIES ライダーネットワーク観測の発展
Improvement of NIES Lidar Network observations
by introducing independent extinction measurement techniques

○西澤智明、杉本伸夫、松井一郎、清水厚
T. Nishizawa, N. Sugimoto, I. Matsui, and A. Shimizu
国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies

Abstract

To realize more advanced aerosol classification and retrieval, we have improved the NIES lidar network by introducing independent extinction measurement techniques. We have improved the dual-wavelength polarization Mie lidars at seven sites of the NIES lidar network by adding a N_2 Raman scattering measurement channel (607nm). The Mie-Raman lidar system provides $1\alpha+2\beta+1\delta$ data: extinction coefficients (α) at 532nm, backscatter coefficients (β) at 532 and 1064 nm, and depolarization ratios (δ) at 532nm. We have conducted continuous measurements using the Mie-Raman lidar system since 2008 and provided the measured data and retrieved particle optical properties data on the website (<http://www-lidar.nies.go.jp/shingakujutsu/Raman/>). Further we have developed a multi-wavelength High-Spectral-Resolution Lidar (HSRL) system for the next-generation lidar network, providing 2α (355, 532nm) + 3β (355, 532, 1064nm) + 2δ (532, 1064nm). On the conference, we reported the Mie-Raman system and the HSRL system, their measurements and aerosol retrieval results, and the future plan using their systems.

1. はじめに

国立環境研究所 (NIES) では 2 波長偏光ミー散乱ライダー($2\beta+1\delta$ システム)によるライダーネットワーク(NIES ライダーネットワーク)を東アジア広域に展開し、エアロゾルや雲の動態把握を行ってきた。また、黄砂、大気汚染粒子、海塩といったエアロゾルの種類を判別しそれらの光学特性を抽出するデータ解析手法の開発も進めてきた[例えば Sugimoto et al., 2003; Nishizawa et al., 2010]。

より多種のエアロゾルを分離評価し、より詳細な微物理特性(サイズなど)を評価するには、より多くの測定チャンネル(測定波長数の増加や消散係数の分離測定など)を持ったライダー観測が必要となる。特に、光吸収性のエアロゾル(ブラックカーボン)の分離推定では、後方散乱係数とともに消散係数を独立して測定できる高スペクトル分解ライダーやラマンライダー測定が非常に有効である[Nishizawa et al. 2008]。そこで NIES では、黄砂と供にブラックカーボン等の大気汚染粒子の特性をより詳細に評価できる次世代のライダーネットワークの構築を目指して、ネットワークライダー(2 波長偏光ミー散乱ライダー)にラマン散乱光(532nm 励起の窒素振動ラマン(607nm))を測定するチャンネルを付加する改良を行ってきた($1\alpha+2\beta+1\delta$ システム)。また、新規ライダーとしてネットワーク観測対応型の多波長高スペクトル分解ライダー(HSRL)の開発も進めてきた($2\alpha+3\beta+2\delta$ システム) [Nishizawa et al., 2010]。ライダーの改良・開発とともに、これらのライダーデータを用いたエアロゾル種を分離推定するデータ解析手法の検討も進めている。

本発表では、このラマン散乱光測定チャンネルを付加した 2 波長偏光ライダーシステムと多波長 HSRL システムについて報告する。また、これらのライダーを用いた観測結果やデータ解析手法、今後の展開について述べる。

2. ラマン散乱光測定チャンネル付き 2 波長偏光 Mie 散乱ライダーシステム

改良した Mie-Raman ライダーシステムの構成を図1に示す。既存の 2 波長偏光ミー散乱ライダーシステムに窒素ラマン信号を分岐するビームスプリッター(607nm 反射 532nm 透過)を加え、PMT(浜松社:H7421-40)及びフotonカウンター(Sigma Space 社:AMCS-USB)により光子計測(フotonカウンティング)を行う。昼間は太陽光の影響が強い

ため、夜間のみ測定する。PMTの保護のためシャッターを取り付け夜間のみ自動で開放するようにした。信号は2波長偏光ミ-散乱ライダーシステムと同様に15分毎(5分測定10分休憩)に自動計測され、データは環境研へ自動転送される。

上記の改良を2008年より開始し、現在NIESライダーネットワークの観測サイトの7地点(つくば、松江、福江、辺戸、ソウル、北京、ピマイ(タイ))に対して行った。現在、連続測定を継続して行っている。また、測定データから粒子(エアロゾル及び雲)の消散係数、後方散乱係数、偏光解消度、およびマスクプロダクト(高度毎にエアロゾルの有無や雲の有無、エアロゾルのタイプ等を示したデータ)を生成する解析プログラムも作成した。本プログラムを用いて測定されたデータは準リアルタイムで自動処理されている。測定データと共に推定した粒子光学特性やマスクプロダクトはweb上で公開されている(<http://www-lidar.nies.go.jp/shingakujutsu/Raman/>)。

3. 多波長 HSRL システム

開発した多波長 HSRL システムの構成を図1に示す。レーザー送信部、望遠鏡、1064nmと532nmの受信部は第1層に構築し、355nmの受信部は第2層に構築した。レーザーは、市販のインジェクションシーダーNd:YAGレーザーを用いた。望遠鏡は光学定盤に水平に設置し、送受信は同軸システムとした。望遠鏡で集光した散乱光はビームスプリッターで3波長(1064, 532, 355nm)に分け、355nm受信光は光ファイバーによって第2層へ送る。1064nm受信部では、APDによって偏光測定を行う(水平成分および垂直成分)。532nm受信部ではPMTによって、偏光測定(PMT_{532,H}、PMT_{532,V})、及びヨウ素吸収フィルターを用いたHSRL技術によりRayleigh成分の測定を行う。355nm受信部では、全散乱光の測定とエタロンを用いたHSRL技術によりMie成分の測定を行う。自動連続測定の実現のために、レーザー波長、ヨウ素吸収フィルターの吸収波長、そしてエタロンの透過波長を自動調整する技術の開発も行った。

昨年の本シンポジウムにて、本システムの構成、及び532nmHSRLシステムと1064nm受信系を用いた観測結果について報告した、本シンポジウムでは、これまでの開発経過および進捗状況(355nmHSRLシステムを用いた観測結果等)について報告する。

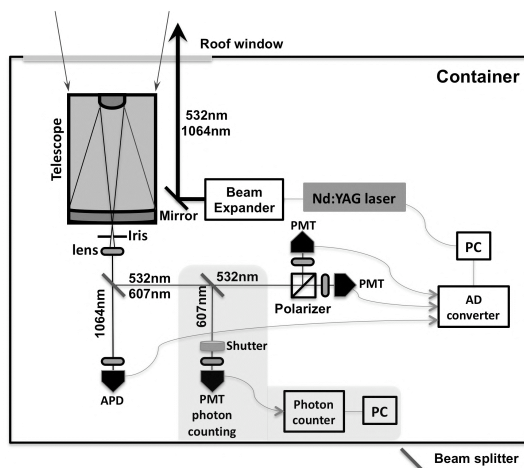


Fig.1. $1\alpha+2\beta+1\delta$ Mie-Raman lidar system.

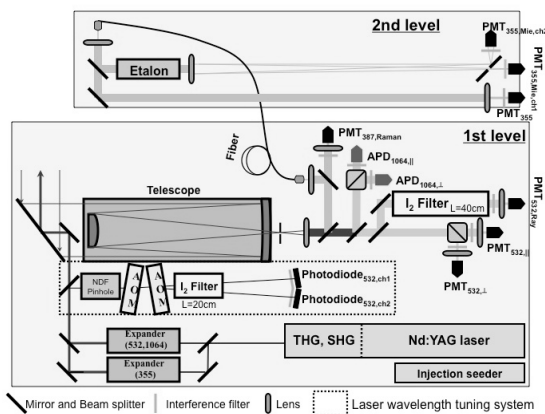


Fig.2. $2\alpha+3\beta+2\delta$ dual-wavelength HSRL system.

謝辞

本研究は科学研究費補助金新学術領域(課題番号 20120006)および環境省環境研究総合推進費(旧環境研究・技術開発推進費)(課題番号:B-0803)の助成のもと実施されている。

参考文献

- Sugimoto et al., 2003, *Geophys. Res. Lett.* **30**, 1640, doi:10.1029/2002GL016349.
- Nishizawa et al., 2008, *IEEE Trans. Geos. Rem. Sens.*, **46**, 4094-4103.
- Nishizawa et al., 2010, *Proc. 25th ILRC*, 903-906.
- Nishizawa et al. 2010, *J. Quant. Spectro. Radiat. Trans.*, **112**, 254-267, 2011.