

多機能ライダー観測ネットワークによるエアロゾルの特性評価

Characterization of Aerosols with Multi-Parameter Lidar Observation Networks

杉本伸夫¹, 西澤智明¹, 清水厚¹, 松井一郎¹, 神慶孝¹, 鶴野伊津志², 原由香里²,
弓本桂也³, Pablo Ristori⁴, Eduardo Quel⁴

Nobuo Sugimoto¹, Tomoaki Nishizawa¹, Atsushi Shimizu¹, Ichiro Matsui¹, Yoshitaka Jin¹,
Itsushi Uno², Yukari Hara², Keiya Yumimoto³, Pablo Ristori⁴, Eduardo Quel⁴

1 国立環境研究所, 2 九州大学, 3 気象研究所, 4 レーザー応用研究センター (アルゼンチン)

1 National Institute for Environmental Studies, 2 Kyushu University, 3 Meteorological Research
Institute, 4 Laser Research and Applications Center (CEILAP), Argentina

Abstract

Multi-wavelength Raman lidars and high-spectral-resolution lidars (HSRLs) using three wavelength Nd:YAG lasers (1064 nm, 532 nm, 355 nm) were developed, and continuous observations were started in the Asian Dust and aerosol lidar observation Network (AD-Net). Multi-wavelength Raman-HSRLs are also being developed in the lidar network in South America. At the same time, data analysis methods for the multi-parameter lidars were developed based on the aerosol component analysis method to derive distributions of four aerosol components (dust, sulfate, black carbon, sea salt). Studies on validation method for space lidar ATLID on EarthCARE and data assimilation of multi-parameter lidars are underway.

東アジアのライダー観測ネットワーク AD-Net では東アジアの約 20 地点で対流圏エアロゾルの継続的なライダー観測を行っている。AD-Net の標準的なライダーは 2 波長(1064nm, 532nm) 偏光(355nm)であるが、現在、主要な観測地点では 532nm の N₂ ラマン散乱を測定しエアロゾルの消散係数の測定を行っている。また、つくばにおいて多波長高スペクトル分解ライダー (HSRL)による連続観測を行うとともに、福岡、沖縄辺戸岬、富山で多波長ラマン散乱ライダーによる連続観測を行っている^{1,2)}。一方、JICA-JST SATREPS プログラム「南米における大気環境リスクシステムの開発」(研究代表者：名古屋大学 水野 亮) の中でアルゼンチン CEILAP との協力により対流圏エアロゾルのライダー観測ネットワークの構築を進めている。このネットワークは、CEILAP が構築した火山噴煙モニタリングライダーネットワーク(6 地点の多波長ラマン散乱ライダー)をベースに、新たに多波長ラマン散乱ライダー 1 地点と 2 地点の多波長 HSRL を加えた合計 9 地点で構成する計画である³⁾。

AD-Net の標準的なデータ処理では、2 波長の減衰後方散乱係数と 532nm の体積偏光解消度および、ライダー比を仮定した消散係数と粒子偏光解消度から非球形粒子(ダスト)と球形粒子(主に大気汚染エアロゾル)の消散係数を導出し、準リアルタイムで公開している。

(<http://www-lidar.nies.go.jp/AD-Net/>) また、多波長ラマン散乱ライダー、多波長 HSRL の開発に伴ってライダーから得られる複数のパラメータを用いたエアロゾルの解析手法の開発を行

ってきた。開発した手法は、エアロゾルコンポーネント解析手法と呼ぶもので、光学的に分離可能なコンポーネント（非光吸収性の小粒子（硫酸塩、硝酸塩、非光吸収性の有機炭素など）、非光吸収性の大粒子（海塩）、光吸収性粒子（ブラックカーボン）、非球形粒子（ダスト））を考え、観測されるエアロゾルはこれらの外部混合であると考え。各エアロゾルコンポーネントの光学モデルを仮定し、ライダーで測定されたパラメータ再現されるように混合比を決定する。基本的には独立な4つの測定パラメータ（例えば、1波長の消散係数、2波長の後方散乱係数、1波長の偏光解消度）があれば、4つのコンポーネントの分布が導出可能である。さらに独立な測定が得られれば、コンポーネントの粒径パラメータを決定することも可能である^{4,5)}。現在、この手法を応用して EarthCARE 搭載ライダーATLID (+マルチスペクトルイメージャーMSI) のデータ解析と検証実験に関する研究を進めている⁶⁾。

一方、科研費基盤S課題（研究代表：鶴野伊津志）では、多波長ライダーデータと化学輸送モデルを同化することによって、エアロゾルの輸送と化学組成を同時により正確に推定するとともに発生源情報を改善する研究を進めている。この研究では、前述のエアロゾルコンポーネント解析手法によるエアロゾル成分の導出結果を用いるのではなく、同一のエアロゾル光学モデルに基づいて化学輸送モデルからライダーで観測されるパラメータを算出し、観測結果と比較して、モデルと観測が整合するようにモデルを調整する。データ同化においてもエアロゾルコンポーネント解析においてもエアロゾル種毎の光学モデルの妥当性が極めて重要である。現在科研費課題の中で、九州大学において多波長ラマン散乱ライダー、MAX-DOAS、地上のエアロゾル成分分析装置（Kimoto ACSA-12）、偏光OPC等による継続的な同時観測を行い、事例解析で化学輸送モデルによる地上のエアロゾル成分濃度と光学パラメータの両方の再現性を評価することによって、各種エアロゾル成分に対する光学モデルの妥当性を検証している。

参考文献

- 1) N. Sugimoto, T. Nishizawa, A. Shimizu, I. Matsui, Y. Jin, Characterization of aerosols in East Asia with the Asian Dust and aerosol lidar observation network (AD-Net), Proc. of SPIE 9262, 92620K (2014) doi: 10.1117/12.2069892.
- 2) T. Nishizawa, N. Sugimoto, I. Matsui, A. Shimizu, A. Higurashi, Y. Jin, The Asian Dust and Aerosol Lidar Observation Network (AD-Net): Strategy and Progress, 27th Int. Laser Radar Conf. 2015 New York.
- 3) E. Quel, N. Sugimoto, L. Otero, Y. Jin, P. Ristori, T. Nishizawa, F. González, S. Papandrea, A. Shimizu, A. Mizuno, Aerosols Monitoring Network to Create a Volcanic Ash Risk Management System in Argentina and Chile, 27th Int. Laser Radar Conf. 2015 New York.
- 4) 西澤智明, 杉本伸夫, 能動型測器「ライダー」を用いたエアロゾルの観測研究, エアロゾル研究 24(4), 242-249 (2009).
- 5) 杉本伸夫, 西澤智明, 清水厚, 松井一郎, エアロゾルライダー: データ品質保証と観測の整合性の確保, エアロゾル研究 29(3), 166-173 (2014).
- 6) 杉本伸夫, 西澤智明, 松井一郎, 清水厚, 日暮明子, 地上ライダーおよび放射計ネットワークによる EarthCARE 搭載 ATLID の検証手法の開発, 日本リモートセンシング学会誌 34(4), 286-292 (2014).