

# サンフォトメータとライダー観測のエアロゾル光学特性の比較

及川 栄治<sup>1</sup>, 西澤 智明<sup>1</sup>, 中島 映至<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

<sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構 (〒305-8505 住所茨城県つくば市千現 2-1-1)

## Comparison of the aerosol optical properties between sun-photometer and lidar measurements

Eiji OIKAWA<sup>1</sup>, Tomoaki NISHIZAWA<sup>1</sup>, and Teruyuki NAKAJIMA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506.

<sup>2</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505.

**Abstract:** In this study, the lidar ratio and particle depolarization ratio of each aerosol type were estimated by using the data of AERONET measurements in Japan observation sites and the clustering method. We compared the results of this study with the Raman lidar observations of Fukuoka site. Two aerosol types, “air pollution” and “dusty mixtures”, are commonly classified in this study and Raman lidar observations. The lidar ratio at 532 nm of dusty mixtures is about 55 sr in this study and the Raman lidar observations, but lidar ratios at 355 nm of air pollution and dusty mixture types were overestimated in this study.

**Key Words:** Lidar, AERONET, Aerosol optical properties, Lidar ratio, Depolarization ratio

### 1. 背景

2018年に日欧共同で打ち上げ予定であるEarthCARE衛星は、雲レーダー・大気ライダー・多波長イメージャ・放射収支計の4つのセンサを搭載し、この4つのセンサで同一地点の同時観測を行う予定である。EarthCAREに搭載される衛星ライダーATLIDは、355nmの高スペクトル分解ライダーであり、全球で雲・エアロゾルの光学特性の詳細な鉛直分布を得ることが期待されている。

ATLIDの観測により、粒子の後方散乱係数の他に、粒子のライダー比や偏光解消度が観測可能である。ライダー比は主に粒子の光吸収特性に依存し、偏光解消度は粒子の非球形性を表すパラメータであるので、これらの情報から観測されるエアロゾルの種類を推定することが可能である。

ATLIDの観測からエアロゾルタイプを推定するためには、事前にエアロゾル種のライダー比と偏光解消度の情報が必要であるが、地上のライダー観測はヨーロッパ、アメリカ、アジアなどに観測地点が限定されているため、全球規模でのエアロゾルタイプのライダー比と偏光解消度のデータを得ることは難しい。そこで、全球の広い領域をカバーしているAERONETのサンスカイフォトメータの観測によるエアロゾルの光学特性のデータを利用し、ライダー観測で用いられる粒子のライダー比と偏光解消度の推定を試みた。

### 2. 方法

領域ごとのAERONETの観測データをエアロゾルの光学特性や粒子の大きさが異なるエアロゾルタイプに分類するために、クラスタリングという手法を用いた。

まず、AERONETの観測によって得られるエアロゾルの光学特性や粒径分布、非球形粒子の割合を表すパラメータ Sphericity を用いて、それぞれの観測データのエアロゾルのライダー比と偏光解消度を計算する。

その後、クラスタリング手法の Fuzzy c 平均法を用いて、日本の観測データのエアロゾルタイプの分類を行った。クラスタリングでエアロゾルタイプを分類するために用いたパラメータは、ライダー観測で用いられる 355, 532, 1064 nm の 3 波長におけるライダー比と偏光解消度およびサンフォトメータのリトリーバルで用いられる 440, 675, 870 nm の 3 波長における微小粒子の光学的厚さの割合 (Fine mode fraction) と複素屈折率の虚部  $m_i$  の計 12 パラメータある。

### 3. 結果

Fig. 1 は、日本におけるエアロゾルタイプごとの 355nm と 532nm におけるライダー比と偏光解消度の関係性を表しており、本研究の結果と ADNET の福岡におけるラマンライダーの観測結果<sup>1)</sup>を比較したものである。ラマンライダーの観

測では、Dust、Dusty Mixtures、Pollution、Marineの4種類に分類されている。このエアロゾル種を本研究の分類結果と比較すると、偏光解消度が0.2程度のDusty Mixturesと偏光解消度0.05程度で光吸収の強いPollutionが本研究の結果と一致した特徴を示している。本研究の結果では、DustとPollutionの混合物質でPollutionの割合が多いエアロゾル種をDusty Mixtures 2と分類した。

Dusty Mixturesの532nmのライダー比と偏光解消度は本研究とラマンライダーで一致しているが、本研究の355nmのライダー比は80sr程度と過大評価となっている。また、本研究では、Pollutionの355nmと532nmのライダー比を20sr程度過大評価している。

本研究の結果ではDustやMarineを分類できていないが、日本の陸上の観測地点では、ダストや海洋性エアロゾルは大気汚染物質との混合状態で観測されることが多いため、クラスタリングに

よって、これらのエアロゾル種を分類することは難しいと考えられる。

本研究のエアロゾル種の355nmのライダー比は、532nmのライダー比と比較して大きくなる傾向にあるが、ラマンライダーの観測によると355nmと532nmのライダー比はほぼ一致している。今後、この原因を調べるため、ヨーロッパでAERONETとラマンライダーの両方の観測装置が設置されている観測サイトのデータを用いて事例解析を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) Y. Hara et al: Optical properties of mixed aerosol layers over Japan derived with multi-wavelength Mie-Raman lidar system, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2016.06.038i>.

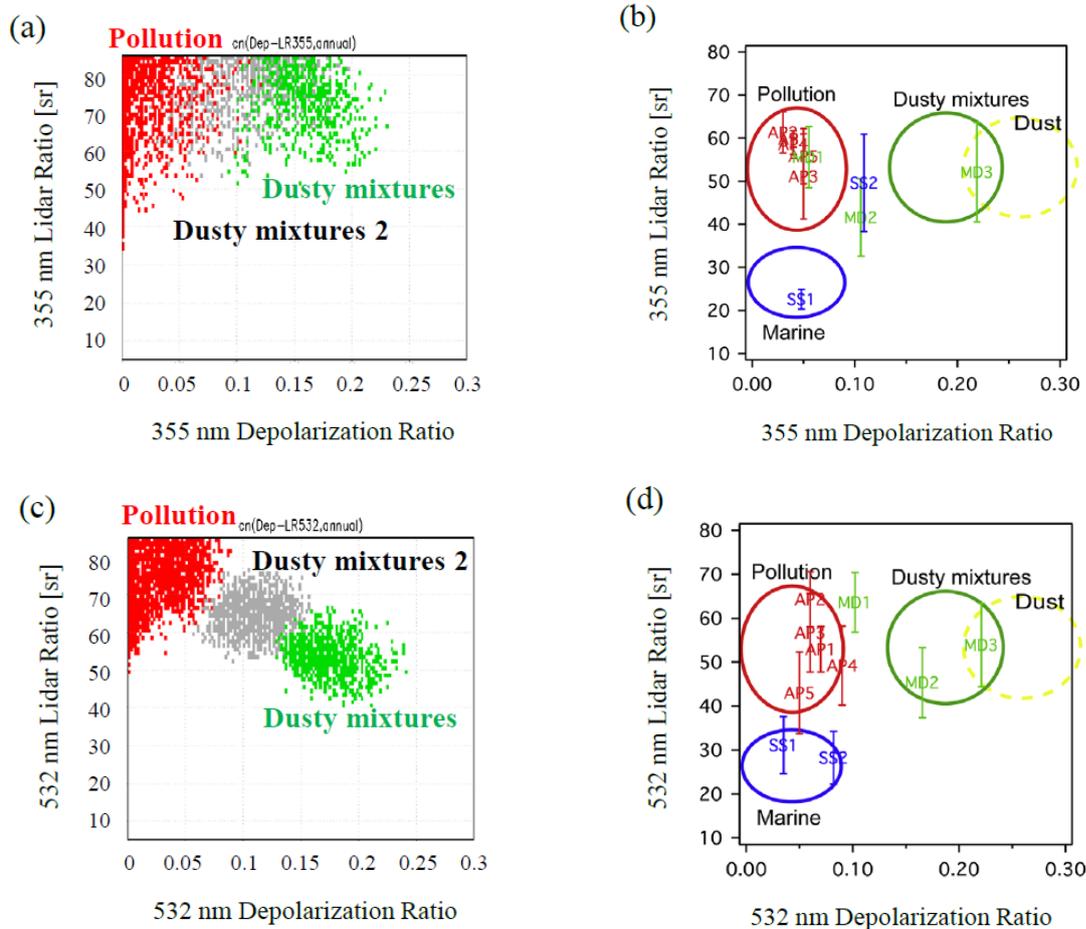


Fig 1. Lidar Ratio and particle depolarization ratio of each aerosol type at 355 nm of this study (a) and of Raman lidar observations<sup>1)</sup> (b) and at 532 nm of this study (c) and of Raman lidar observations<sup>1)</sup> (d).