

ライダー観測ネットワーク (AD-Net/GALION) の現状と展望

杉本 伸夫¹, 清水 厚¹, 西澤 智明¹, 神 慶孝¹

¹国立環境研究所 (〒350-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

Current Status and Prospect of the Asian Dust and Aerosol Lidar Observation Network (AD-Net/GALION)

Nobuo SUGIMOTO¹, Atsushi SHIMIZU¹, Tomoaki NISHIZAWA¹, and Yoshitaka JIN¹

¹National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506 Japan

Abstract: AD-Net is an aerosol observation network using continuously operated multi-parameter lidars consists of 20 stations in East Asia. It is a “contributing network” of the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) and an Asian component of the GAW Aerosol Lidar Observation Network (GALION). Lidars in AD-Net include two-wavelength (1064 and 532 nm) and polarization (532 nm) lidars (AD-Net standard lidars), multiwavelength Raman lidars, and multiwavelength high-spectral-resolution (HSR) and Raman lidars. The data from the standard AD-Net lidars and the backscattering lidar part of the multi-parameter lidars are processed in near realtime (every hour) and published on the AD-Net www page in NetCDF format and graphical indications. Studies are being conducted on new HSRL development, data analysis method for multi-parameter lidars, method for the use of the data from various types of lidars in validation/assimilation of chemical transport models, climatology using lidar data, etc.

Key Words: Aerosol, Lidar observation network, Air quality, Climate change, GAW

1. はじめに

現在のライダーネットワーク AD-Net は、1996年に地球温暖化に係るエアロゾルの研究の中で、小型ミー散乱ライダーによる自動連続観測をつくばで開始したことに始まる。2001年からは、黄砂研究に関連して、北京、長崎、つくばの3地点でミー散乱（偏光）ライダーネットワークを構成した。その後、いろいろな研究プロジェクトや国際協力プログラムの中で観測地点を拡充し、現在、東アジアの約 20 地点でライダーによる対流圏エアロゾルの連続観測を行なっている。このネットワークは、AD-Net (Asian Dust and Aerosol Lidar Observation Network) の名称で WMO (世界気象機関) GAW (全球大気監視計画) の contributing network として承認され、全球的な対流圏エアロゾルライダー観測ネットワーク GALION のアジアコンポーネントとなっている。AD-Net は黄砂や越境大気汚染の観測ネットワークとして、研究においても監視においても一定の役割を果たしてきたと考えている¹⁾。

GALION はライダー観測ネットワークのネットワークで、AD-Net の他、欧州の EARLINET、ラテンアメリカの LALINET、NASA が全球的に展開する MPLNET などによって構成される。しかしながら、世界的に見ると観測地点の数は十分ではなく、また、連続してデータを取得している地点は多くない。GAW の本来の目的である全球的な大気の長期的

な監視という観点からは、GALION としてはまだ十分な役割を果たしているとは言えない。このような中で、AD-Net が今後どのような役割を果たすべきであるかについて考察する。

2. AD-Net の現状

2.1 観測地点と観測データ

観測地点の詳細については AD-Net ホームページ (<http://www-lidar.nies.go.jp/AD-Net/>) を参照いただきたい。ほとんどの観測地点では 2 波長 (1064, 532nm) 偏光 (532nm) ミー散乱ライダー (AD-Net 標準ライダーと呼んでいる) を用いているが、エアロゾルの光学特性をより詳細に把握するために、福岡 (九大応力研)、沖縄辺戸岬、富山 (富山大) の 3 地点では多波長ラマン散乱ライダー、つくばでは高スペクトル分解ライダー (HSRL) による連続観測を行なっている。

各局のデータは (中国を除き) 国立環境研に転送して処理し、ミー散乱データについては、AD-Net ホームページでグラフ表示と NetCDF 形式の数値データを準リアルタイムで公開している。提供しているパラメータは、532nm と 1064nm の減衰後散乱係数、532nm の体積偏光解消度の他、解析データである非球形粒子 (黄砂など) と球形粒子 (大気汚染粒子など) の消散係数の推定値である。これらのデータは、黄砂および越境大気汚染の監視や研究に利用されている¹⁻⁴⁾。黄砂

については、環境省の黄砂飛来情報ページ (<http://www2.env.go.jp/dss/kosa/>) にデータがリアルタイムで提供されている。また、日中韓環境大臣会合の黄砂研究ワーキンググループ¹やWMOのSDS-WAS (Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System) でデータが活用されている。

2.2 AD-Net データを使った研究

AD-Net 標準データを使って、黄砂や越境大気汚染の発生輸送の事例研究や化学輸送モデルの検証・同化の研究、さらに黄砂などの健康影響の疫学研究などが行われてきた¹⁾。また、黄砂および大気汚染性エアロゾルの分布の気候学的な解析により、経年変化や高度に依存して経年変化が異なることなどが分かってきた²⁻⁴⁾。

多波長ラマン散乱ライダーについては、エアロゾルコンポーネント (光吸収性の小さい小粒子 (硫酸塩など)、光吸収性の小粒子 (ブラックカーボン)、海塩、鉍物ダストの4つのコンポーネント) の分布を導出する手法を開発した。地上サンプリング測定との比較によって手法を検証するとともに、コンポーネント毎の光学モデルを改良する研究を行ってきた⁵⁻⁶⁾。エアロゾルコンポーネント解析手法は、2021年打ち上げ予定のEarthCARE衛星搭載ATLID (355nmのHSRL) のデータ解析にも応用されており⁷⁾、AD-Netを使ったATLIDの検証が計画されている。

2.3 次世代 AD-Net のためのライダー開発

エアロゾルの光学特性の把握やコンポーネント解析では、後方散乱係数と消散係数の独立な測定が重要である。ラマン散乱ライダーとHSRLは分子散乱のプロファイルからエアロゾルの消散係数を後方散乱とは独立に測定する手法である。ラマン散乱ライダーは感度が低く、昼間の測定が難しいため、自動連続観測に使えるような簡易なHSRLが必要とされている。そのために、ヨウ素セルを用いたHSRLシステムや⁵⁾、マルチ縦モードレーザーと周期的に掃引する干渉計を用いたHSRLの開発を行ってきた⁸⁾。現在、単一縦モードレーザーと干渉計を用いたより高感度で多波長化が可能なシステムを開発中である⁹⁾。

2.4 南米との研究協力

JST-JICAのSATREPS課題において、アルゼンチン、チリとの協力により南米南部における対流圏エアロゾルライダー観測ネットワークを構築した¹⁰⁾。これはLALINETの一部でもある。

3. AD-Net/GALIONの展望

東アジアの大気環境観測ネットワークとしてのAD-Netの役割は変わることはなく、今後も日本

へ輸送される黄砂や越境大気汚染を逃さず監視することが必要である。黄砂については、発生源近傍と中国内陸部への輸送の情報が十分でなく、中国との連携が望まれる。また、森林火災などバイオマス燃焼については、現状では、極東ロシアと東南アジアの観測が十分ではない。今後、国際協力の可能性を探る必要がある。

GALIONでは、データセンターのwwwサイトを立ち上げ、AD-Netを含むサブネットワークのメタデータと観測データへのリンクを提供する計画である。GALIONの中では、現在のところ準リアルタイムでデータ提供が可能な地点は多くないが、エアロゾル予測モデルの検証や同化への応用を考えると準リアルタイムのデータ提供は極めて重要である。このような応用のためには、メタデータとリンクの提供だけではなく、準リアルタイムで得られる全データ (ミー散乱ライダーやラマン散乱ライダーのミー散乱データ、シーロメータデータなど) を収集して同一フォーマットで提供するデータセンターが望まれる。そのような役割をAD-Netが中心に担うことも検討すべきであろうと考えている。同時に、データ利用の手法 (観測側には不確定要素を含まないモデル検証・同化の手法) の研究を一層進める必要がある。

長期変動の監視の観点からは、大気境界層から上部対流圏までを含む、精度の高い観測が望まれるが、測定点は必ずしも多くは必要ないと考えられる。そこで、現在既に進めているように、AD-Netのいくつかの地点のライダーを高機能のマルチパラメーターライダー (ラマン散乱ライダー、HSRL) に置き換えることを考えている。特に、昼夜、エアロゾルの後方散乱係数と消散係数を独立に測定できるHSRLの役割は大きく、長期連続観測に耐える装置の開発とその継続的な運用が重要である。

参考文献

- 1) 杉本 伸夫: 天気 **65** (5) (2018) 3.
- 2) A. Shimizu et al.: Optical Engineering **56**(3) (2017) 031219.
- 3) A. Shimizu et al.: SOLA **13** (2017) 205.
- 4) 清水 厚: エアロゾル研究 **33**(2) (2018) 84.
- 5) T. Nishizawa et al.: J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer **188** (2017) 79-93.
- 6) Y. Hara et al.: Remote Sens. **10** (2018) 937.
- 7) 西澤 智明 他: 36回レーザーセンシングシンポジウム (2018).
- 8) Y. Jin et al.: Appl. Opt. **56** (21) (2017) 5990.
- 9) 神 慶孝: 35回レーザーセンシングシンポジウム (2017) D-7.
- 10) 杉本 伸夫 他: 35回レーザーセンシングシンポジウム (2017) F-7