

南米(アルゼンチン, チリ)対流圏エアロゾル観測 ライダーネットワークの構築

杉本 伸夫¹, 神 慶孝¹, 西澤 智明¹, 清水 厚¹, 水野 亮², Pablo Ristori³, Lidia Otero³,
Sebastian Papandrea³, Jacobo Salvador³, Eduardo Quel³, Boris Barja⁴, Albane Barbero⁵, Paula Etala⁵

¹ 国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

² 名古屋大学宇宙地球環境研究所 (〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町 F3-3)

³ レーザー応用研究所, UNIDEF (ブエノスアイレス, アルゼンチン)

⁴ マゼラン大学 (プンタアレナス, チリ)

⁵ アルゼンチン気象局 (ブエノスアイレス, アルゼンチン)

Construction of Tropospheric Aerosol Observation Lidar Network in Southern South America (Argentina and Chile)

Nobuo SUGIMOTO¹, Yoshitaka JIN¹, Tomoaki NISHIZAWA¹, Atsushi SHIMIZU¹, Akira MIZUNO²,
Pablo Ristori³, Lidia Otero³, Sebastian Papandrea³, Jacobo Salvador³, Eduardo Quel³, Boris Barja⁴,
Albane Barbero⁵, and Paula Etala⁵

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

² Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, F3-3 Furou-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8601

³ CEILAP, UNIDEF, Buenos Aires, Argentina

⁴ University of Magallanes, Punta Arenas, Chile

⁵ National Meteorological Service, Buenos Aires, Argentina

A lidar network for observations of tropospheric aerosols was constructed in Southern South America in the JST-JICA SATREPS project. The lidar network combined three new lidars (one multi-wavelength Raman lidar and two multi-wavelength high-spectral-resolution & Raman lidars) developed in this project and six (Mie, Raman) lidars developed by CEILAP for volcanic ash monitoring in an Argentina national project. All lidars were designed or modified for continuous operation and realtime data transmission to the data center. The objective of the SATREPS project is to construct a risk management system for atmospheric environment risks concerning stratospheric ozone and tropospheric aerosols. Targets of the tropospheric lidar network include volcanic ash, mineral dust, forest fire smoke, and anthropogenic air pollution. Currently, the construction of the lidar network is completed, and observations are continued. So far, studies using the observed data were performed on volcanic ash from Calbuco eruption and several Patagonian dust events.

Key Words: Aerosol, Volcanic ash, High-spectral-resolution lidar, Lidar network, Atmospheric environment risk management

1. はじめに

JST-JICA の SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development) の課題「南米における大気環境リスク管理システムの開発」において、南米南部における対流圏エアロゾルを対象とするライダー観測ネットワークを構築した。この SATREPS 課題は、紫外線の増加に関わる成層圏オゾン層および航空機の運航に影響する火山灰などの対流圏エアロゾルに関する大気環境リスクの監視ネットワークと警報システムの構築を目標とする。監視ネットワークは SAVER-Net (South American Environment Risk Network) と命名され、対流圏エアロゾルについては、9 地点から成るライダーネットワークを構築した。

SATREPS SAVER-Net の対流圏ライダーネットワークはアルゼンチン、レーザー応用研究所 (CEILAP) が火山灰監視を目的としてアルゼンチンの国家プロジェクトで構築した 6 台のライダーと本プロジェクト新たに開発した 3 台のライダー

を合わせた 9 台で構成される。開発した 3 台のうちの 2 台は高スペクトル分解ライダー、1 台は多波長ラマン散乱ライダーである。

2. ネットワークライダーの開発

2.1 高スペクトル分解ライダー

CEILAP では SATREPS プロジェクトに先立って多波長ラマン散乱ライダーの開発実績があったので¹⁻³⁾、これをベースに 532nm 受信チャンネルを、ヨウ素セルを用いた高スペクトル分解ライダー (HSRL) とし、355nm ではラマン散乱を用いる多波長ライダーを CEILAP において開発した⁴⁾。このライダーでは、1064nm の後方散乱、532nm と 355nm の消散係数、後方散乱係数、偏光解消度、355nm の水蒸気ラマン散乱を測定する。2 台の HSRL のうち、1 台はアルゼンチン北部の Cordoba 近郊の Pilar にあるアルゼンチン気象局の地磁気観測所に設置し、もう一台は CEILAP 構内で観測を継続している。

この他、本プロジェクトにおける HSRL の検討の中でマルチモードレーザーを用いた新しい手法を考案した。これについては、国立環境研において基礎実験を行いエアロゾル消散係数測定の実証試験に成功した⁵⁾。

2.2 多波長ラマン散乱ライダー

新たに開発したライダーの1台は、予算等の制約のために多波長ラマン散乱ライダーとした。測定するパラメータは HSRL 同様、1064nm の後方散乱、532nm と 355nm の消散係数、後方散乱係数、偏光解消度、355nm の水蒸気ラマン散乱であるがラマン散乱の測定は夜間に限られる。この多波長ラマン散乱ライダーはチリ南部のプンタアレナスにあるマゼラン大学に設置した⁶⁾。

HSRL およびラマン散乱ライダーのミー散乱および偏光チャンネルについては昼夜連続して観測を行っている。

3. ネットワークの構築

ライダーの設置場所を Table 1 に、地図を Fig. 1 に示す⁷⁾。

Table 1 SAVER-Net lidar locations⁷⁾

	Latitude	Longitude
Bariloche*	41°08'50.24"S	71° 9'50.42"W
Aeroparque	34°33'50.51"S	58°25'01.50"W
Cdo. Rivadavia	45°47'31.80"S	67°27'46.28"W
Neuquén	38°57'07.76"S	68°08'12.42"W
Río Gallegos	51°36'42.16"S	69°18'25.94"W
Tucumán	26°47'13.81"S	65°12'24.81"W
Pta. Arenas*	53°08'03.70"S	70°52'48.60"W
Pilar-Córdoba**	31°40'02.72"S	63°52'57.32"W
CEILAP**	34°33'20.95"S	58°30'22.37"W

*Raman lidar, **HSRL



Fig. 1 Lidar observation sites.

ライダーネットワークからのデータはインターネット経由でデータセンター（現時点では国立環

境研）に転送し、ミー散乱と偏光データについては AD-Net の解析アルゴリズム⁸⁾を用いて準リアルタイムで処理を行っている。ライダーネットワークの運用は、CEILAP からアルゼンチン気象局に移管され、データセンターもアルゼンチン気象局に構築する計画である。

4. 観測研究の進捗と今後の課題

2017年4月までに全ての地点のライダーの設置を終えたが、それまでも設置を終えたライダーから観測を順次開始しデータを取得した。

2015年のチリのカルブコ火山の噴火では、ブエノスアイレス(CEILAP)、コモドロリバダビア、ネウケンで噴煙を捉えた。アルゼンチン気象局による降灰予測モデル Fall3D を用いたシミュレーションとの比較解析を行っている。

また、コモドロリバダビアやプンタアレナスでは、パタゴニアダストのイベントが何例か観測され、これらについてもアルゼンチン気象局のシミュレーション結果などとの比較解析を進めている。

エアロゾル光学特性についても、プンタアレナスの多波長ラマン散乱ライダー、コルドバと CEILAP の HSRL による観測を進めている。

SAVER-Net の対流圏ライダーネットワークは GAW Aerosol Lidar Observation Network (GALION) の中南米コンポーネント LALINET (Latin America Lidar Network) に参加している。今後、エアロゾルの気候学やエアロゾル気候モデルの検証・同化などに貢献できることを期待している。

謝辞

本研究は JST-JICA SATREPS により実施された。

参考文献

- 1) P. Ristori et al.: ILRC26, 2012, Porto Heli, Greece.
- 2) E. Pawelko et al.: ILRC26, 2012, Porto Heli, Greece.
- 3) F. Chouza et al.: SPIE Newsroom, Remote Sensing (2013) June.
- 4) Y. Jin et al.: "Development of a high-spectral-resolution lidar for continuous observation of aerosols in South America," Proc. of SPIE **9879** (2016) 987912-1.
- 5) Y. Jin, N. Sugimoto, P. Ristori, T. Nishizawa, L. Otero, E. Quel: "Measurement method of high spectral resolution lidar with a multimode laser and a scanning Mach-Zehnder interferometer," Appl. Opt. **56** (2017) 5990.
- 6) B. Barja et al.: ILRC28, 2017, Bucharest, Romania.
- 7) P. Ristori et al.: ILRC28, 2017, Bucharest, Romania.
- 8) A. Shimizu, T. Nishizawa, Y. Jin, S.W. Kim, Z. Wang, D. Batdorj, N. Sugimoto: "Evolution of a lidar network for tropospheric aerosol detection in East Asia," Optical Engineering, **56**(3) (2017) 031219.