

極域中層・超高層大気結合観測のための多波長共鳴散乱ライダーの開発

阿保 真¹、三浦夏美²、中村卓司²、堤 雅基²、江尻 省²、鈴木秀彦²、川原琢也³

¹ 首都大学東京システムデザイン研究科

² 国立極地研究所

³ 信州大学工学部

Development of multi-wavelength resonance scattering lidar for the observations of the middle- and the upper- atmosphere interactions

Makoto Abo¹, Natsumi Miura², Takuji Nakamura², Masaki Tsutsumi², Mitsumu K. Ejiri²,
Hidehiko Suzuki² and Takuya D. Kawahara³

¹ Tokyo Metropolitan University

² National Institute of Polar Research

³ Shinshu University

Atmosphere has a characteristics temperature structure, but is still not understood quantitatively due to the lack of observations, especially in Polar Regions. We are developing a new lidar system at Syowa station (69S), Antarctica. The new lidar system is designed and constructing for both nighttime and daytime temperature observations in the wide height range from stratosphere to the lower thermosphere. We had started a six year project of the study of interactions between the polar middle and the upper atmospheres using a state-of-art resonance lidar system which will be collaboratively operated with existing optical and radar instruments in and around Syowa, as well as a huge atmospheric radar, PANSY, installed at Syowa. The lidar consists of a Rayleigh lidar and two resonance scattering lidars. The Rayleigh lidar had already installed and started observations of temperature, PSCs and PMCs. The resonance scattering lidar for observing temperature profiles and variations of minor constituents such as Fe, K, Ca⁺, and aurorally excited N₂⁺ based on a tunable Alexandrite laser is under development.

南極昭和基地において、極域特有のPSC,PMC等の観測、レイリーライダーによる夏冬昼夜の中間圏・成層圏温度観測、中間圏界面領域の金属原子・イオン密度と温度の観測、オーロラ励起のN₂イオン観測を行い、成層圏から熱圏までの大気結合の解明を目的として、南極設置ライダーの開発を行っている。レイリーライダーは長期的なライダーの昼夜連続運用を目標としたシステムとなっており、既に昭和基地での運用を開始しており、中間圏の温度プロファイルやPSC、PMCのデータ取得に成功している。共鳴散乱ライダーは、中性大気と電離大気間の相互作用、背景温度の計測、熱圏のイオン観測にチャレンジするために多波長切り換え方式を目指して開発を進めている。

昭和基地では過去にライダーによるNa密度及び温度観測が行われているが、今回は特に複数の中性原子、イオン、温度観測を行うことを目標に2つのレーザーで多波長観測をめざす。主な観測ターゲットと共鳴波長は、K (770nm)、Fe (386nm)、オーロラ励起N₂イオン (391nm)、Caイオン (393nm)となっている。

共鳴散乱ライダーに用いる波長可変レーザーとしては大きく分けて色素レーザーと固体レーザーが考えられるが、メンテナンスの関係から、昭和基地で使用できるのは固体レーザーに限られる。固体レーザーでは、Ti:sapphire、Alexandrite、OPO/OPGが候補となるが、Ti:sapphireとOPO/OPGはレーザー励起となるため、高出力化した際に結晶のダメージトラブルの可能性が高く、メンテナンスの困難な昭和基地で用いるには不向きである。そこで、我々はフラッシュランプ励起Alexandriteレーザーを開発している。フラッシュランプ励起はランプ交換が必要であるが、シンプルな構造で高出力パルスが得られる。波長可変のAlexandriteレーザーは米国のLightAge社のものがライダーとしての実績もあるが、メンテナンスの対応、波長チューニングの自動化、電源の効率化等を考慮し、プロトタイプレーザーを開発し、この技術をベースにLightAge社製レーザーをカスタマイズする。

波長チューニングにはインジェクションシーディング方式を用いるが、インジェクションシーダには高精度波長計と外部共振器型LDを用いることにより、多波長への対応を可能としている。気温の測定はFeまたはKによる3波長観測を計画している。また、Ca⁺を用いたイオン観測、N₂⁺を用いた熱圏の観測は南極域では世界初の試みとなる。スケジュールとして現在アレキサンドライトレーザーの開発を行っており、2013年度以降の南極での運用を計画している。また南極での観測に先だち、移動型コンテナを利用した国内でのCaイオン観測を行っている。