

南極地域観測第 VII 期重点研究観測で開発されたレイリーライダーの現況 ～極域中層・超高層大気観測に向けて～

江尻省¹、中村卓司¹、鈴木秀彦¹、阿保真²、堤雅基¹、富川喜弘¹、坂野井和代³、川原琢也⁴、佐藤薫⁵

¹ 国立極地研究所、² 首都大学東京、³ 駒澤大学、⁴ 信州大学、⁵ 東京大学

Current status of Rayleigh lidar developed in the Antarctic research project in the VIIth term ~ for the polar middle and upper atmosphere measurements ~

Mitsumu K. Ejiri¹, Takuji Nakamura¹, Hidehiko Suzuki¹, Makoto Abo²,
Masaki Tsutsumi¹, Yoshihiro Tomikawa¹, Kazuyo Sakanoi³, Takuya D. Kawahara⁴, and Kaoru Sato⁵

¹National Institute of Polar Research, ²Tokyo Metropolitan University,

³Komazawa University, ⁴Shinshu University, ⁵University of Tokyo

Energy and momentum flux from lower atmosphere (troposphere, stratosphere, and mesosphere) to upper atmosphere in the polar region affect not only energy and momentum balance in the polar atmosphere but also global circulation. However, the detail mechanisms of such interactions between the lower and upper atmospheres are not clear because of limited observational data. Especially, ground-based measurement technique between 30 and 60 km altitude is extremely limited. As a part of the prioritized Antarctic research project in the VIIth term, we developed a Rayleigh lidar to observe atmospheric density and temperature profiles at 30 – 80 km since 2007. The Rayleigh lidar has a Nd:YAG laser (355 nm, ~6W) as a transmitter and a telescope with a diameter of 83 cm as a receiver. Considering a limited man power in the Syowa station, we had automated operation of the lidar including laser start-up procedures. We will report the progress and current status of the Rayleigh lidar developments and measurements.

南極地域観測第VII期重点プロジェクト研究観測「極域における宙空－大気－海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」のサブテーマ「極域の宙空圏－大気圏結合研究」の中で、上空 15-80km までの大気密度と温度の鉛直分布を定常的に観測することが可能なレイリーライダーを開発・設計し、期間中に製作した。

極域での下層の大気(対流圏・成層圏・中間圏)から超高層大気へのエネルギーや運動量の流入は、極域超高層大気のエネギーバランスや運動量収支に影響するだけでなく、全地球規模の大気大循環にも大きな影響を及ぼしていると考えられている。このようなエネルギーや運動量の流れを議論するためには、下層大気から超高層大気までを連続した一つながりのものとして、大気の温度や密度の鉛直分布、時間変動、擾乱等を捉えることが非常に重要である。ところが、上部成層圏から中間圏の高度 30-60km は、ラジオゾンデによる直接観測も、MST/IS レーダーや流星レーダー・MFレーダーによるリモートセンシングも難しく、この領域を含めて上下の大気を観測できるレイリーライダー観測が重要となる。

レイリーライダー観測は、レーザー光を大気に射出し、大気分子からのレイリー散乱光を受信することで、大気の密度と温度の情報を得る。30km より下のエアロゾルからのミー散乱が混じる高度では窒素の振動ラマン散乱の波長を受信することで温度の誤差を防ぐ。本レイリーライダーでは、薄明時や昼間の観測も考慮して太陽光による背景光が少なく、かつ大気分子の散乱断面積の大きい YAG レーザーの 3 倍高調波の紫外域のレーザー光 (355 nm) を送信に用いている。また、より上空からの散乱光(微弱な信号)まで受信出来るよう、主鏡直径 83cm の大型望遠鏡、及びスーパーバイアルカリ光電面を用いた高感度の光電子増倍管を駆使して受信系を構築した。2007 年(計画初年度)は、ゲート付き高感度カメラを導入して任意の高度のレーザー光スポットを可視化し、観測前に行うレーザー光と望遠鏡の視野合わせを容易にした。計画 2 年目には望遠鏡を含む受信システムを、3 年目にはレーザーを含む送信系を作成し、2009 年末に試験観測を行った。その後 VIII 期の初年度である 52 次隊で南極昭和基地に設置するべく、装置に改良を加えた。たとえば、極域夏季中間圏の極低温域に現れる雲(中間圏雲)の観測のため、薄明時観測用のフィルターとして、偏光フィルターとエタロンフィルターの検討と導入試験を行った。さらに、近距離の大気からの散乱光も受信するために小型望遠鏡を用いた受信系を増設し、低高度についても最低高度 500m 程度まで雲(対流圏雲、成層圏雲)やエアロゾルの観測を可能にした。また、マンパワーの限られた昭和基地で、効率良く観測を立ち上げ、スムーズに定常観測に推移出来るよう、光学系のアセンブリ化による設置調整の簡易化と観測の自動化も進めた。一方昭和基地では、レイリーライダーの受入れ準備として第 51 次南極地域観測隊の夏季作業期間に光学観測棟の全面的な改修工事を行った。これにより、装置の搬入口や、観測用の天窓が拡張され、さらに長年問題であった、壁や天井を構成するパネル材の隙間からの浸水問題も既に解決している。

本レイリーライダーは、第 52 次南極地域観測隊の夏季作業期間中に昭和基地・光学観測棟に設置、送信レーザー及び受信光学系の調整を完了させ、薄明が始まる 1 月下旬～2 月上旬に観測を開始する予定である。