

南極昭和基地ライダーにおける共鳴散乱観測システム 1: 波長可変アレキサンドライトレーザーの増設

System of resonance scattering lidar at Syowa in Antarctica 1: additional installation of a tunable alexandrite laser

津田卓雄¹, 江尻省¹, 阿保真², 松田貴嗣³, 三浦夏美², 川原琢也⁴, 中村卓司¹
T. T. Tsuda¹, M. K. Ejiri¹, M. Abo², T. Matsuda³, N. Miura²,
T. D. Kawahara⁴, T. Nakamura¹

¹ 国立極地研究所, ² 首都大学東京 システムデザイン学部,

³ 総研大 複合科学研究科 極域科学専攻, ⁴ 信州大学 工学部

¹National Institute of Polar Research, ²Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan Univ. ,

³Department of Polar Science, School of Multidisciplinary Sciences, SOKENDAI ,

⁴Faculty of Engineering, Shinshu Univ.

Abstract

We are developing a new laser for a resonance scattering lidar system to be installed at Syowa Station (69S, 39E) in Antarctica. The new laser is a tunable alexandrite laser covering the resonance scattering wavelengths of two neutral species, which are atomic potassium (K, 769.90 nm) and atomic iron (Fe, 385.99 nm), and two ion species, which are calcium ion (Ca^+ , 391.08 nm) and aurorally excited nitrogen ion (N_2^+ , 390.30 nm, 393.36 nm). The new lidar system will provide information on the mesosphere and lower thermosphere as well as the ionosphere. Using the new resonance scattering lidar and other instruments, we will conduct a comprehensive ground-based observation of the low, middle, and upper atmosphere above Syowa Station. This unique observation is expected to make important contribution to studies on the atmospheric vertical coupling process and the neutral and charged particle interaction. In this presentation, we introduce the new resonance scattering lidar system and report current status of its development and test observations in Japan.

1. はじめに

国立極地研究所は、2010–2015 年の 6 年間の南極地域重点研究観測を実施している。サブプロジェクトのひとつ「南極域中層・超高層大気を通して探る地球環境変動」の一貫として、レイリー/ラマンライダーを南極昭和基地(69S, 39E)に設置し、2011 年 2 月から対流圏上部, 成層圏, 中間圏の大気観測を開始した。現在, 研究対象を超高層領域に拡張することを目指して, 昭和基地のレイリー/ラマンライダーに共鳴散乱ライダー機能を追加するべく, 新しいレーザーの開発・製作を進めている。共鳴散乱ライダー機能の追加によって, 本重点研究観測 (Figure 1 に概観を示す) のなかでも特に高高度 (熱圏・電離圏) の観測情報を充実させる。その他の観測装置 (PANSY レーダー, ミリ波分光計など) を含めた地上総合観測によって, 下層大気から超高層大気までの大気上下結合過程や中性-電離大気結合過程の研究を大きく前進させることを目指している。

2. 波長可変アレキサンドライトレーザー

共鳴散乱観測システム用の新レーザーとして, 高高度の大気温度と各種組成を計測するために波

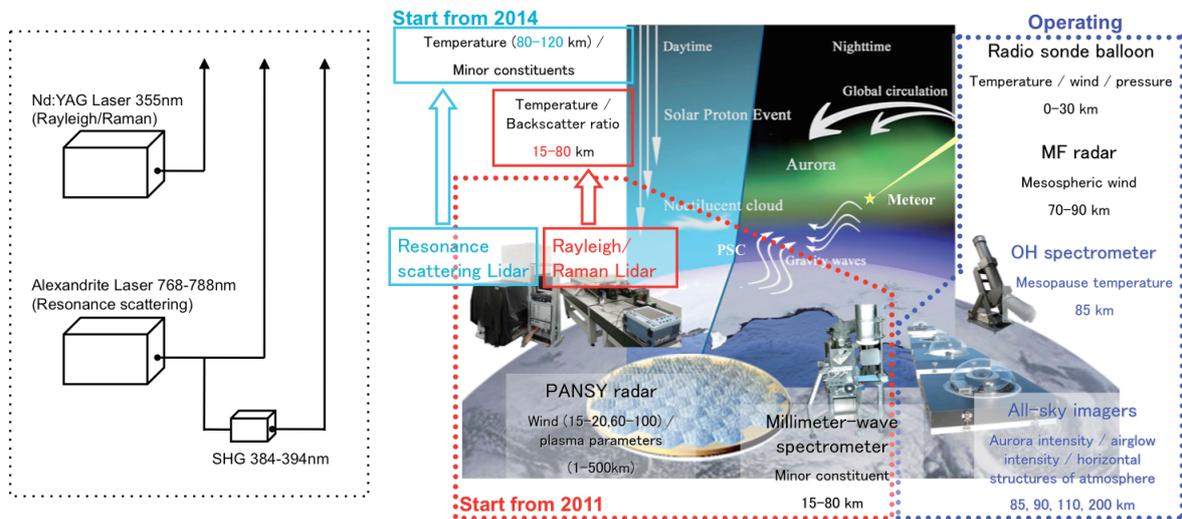


Figure1 Overview of the lidar system and other instruments (such as PANSY radar and millimeter-wave spectrometer) at Syowa Station in Antarctica. The Rayleigh/Raman lidar system is in operation. The new resonance lidar system will be additionally installed.

Table1 The Alexandrite-laser system parameters and resonance scattering wavelength of target species.

Light source	Flash lamp pumped Alexandrite	Species	Wavelength
Wavelength	768–788nm, 384–394nm (SHG)		
Power	4W, 2W (SHG)	K	769.90nm
Pulse energy	200mJ, 100mJ (SHG)	Fe	385.99nm
Repetition rate	20Hz	Ca ⁺	391.08nm
Pulse width	50–200ns	N ₂ ⁺	390.30nm/393.36nm
Line width	<100MHz		
Wavelength accuracy	<10MHz		

長可変アレキサンドライトレーザーを採用した。アレキサンドライトレーザーの基本波と第2高調波を利用して2種の中性粒子(カリウム原子 769.90nm と鉄原子 385.99nm)と2種のイオン(カルシウムイオン 391.08nm とオーロラ降下粒子が励起する窒素分子イオン 390.30nm/393.36nm)の共鳴散乱波長をカバーする。Table 1 にアレキサンドライトレーザーの目標仕様と観測対象の共鳴散乱波長をまとめる。複数波長の制御には、高精度波長計と外部共振器型 LD で構成したインジェクションシーディングシステム(江尻他, 本シンポジウム)を用いている。

3. 波長可変アレキサンドライトレーザーの準備状況

今年度(2012年度)になり、波長可変アレキサンドライトレーザーを構成するシステムの主要部が納品され、必要なユニットもほぼ整備された。第55次観測隊(2013年秋出発)での昭和基地への設置、2014年の観測開始を目指しており、現在は、システム全体の最適化調整と国内試験観測を並行して行っている。2012年7月30日には第1回目の試験観測を実施し、データの初期解析を進めている。また、観測隊員の負担を軽減する為、システムの電子制御化/自動運用化も進めている。本発表では、昭和基地に新規導入予定の共鳴散乱ライダー観測システムについて紹介すると共に、開発や試験観測の現状についても報告する予定である。