

南極設置遠隔制御ライダーと多波長共鳴散乱ライダーの開発

Development of Remote Controlled Lidar System and Multi-Wavelength Resonance Scattering Lidar System at Syowa Station

¹阿保 真、²中村卓司、²堤 雅基、²富川喜弘、²江尻 省、
³佐藤 薫、⁴川原琢也、¹柴田泰邦、⁵北原 司、⁶坂野井和代

¹Makoto Abo, ²Takuji Nakamura, ²Masaki Tsutsumi, ²Yoshihiro Tomikawa, ²Mitsumu Ejiri,
³Kaoru Satō, ⁴Takuya D. Kawahara, ¹Yasukuni Shibata, ⁵Tsukasa Kitahara, ⁶Kazuyo Sakanoi
¹首都大学東京、²国立極地研究所、³東京大学、⁴信州大学、⁵鳥羽商船高専、⁶駒澤大学
¹Tokyo Metropolitan Univ., ²NIPR, ³Univ. of Tokyo, ⁴Shinshu Univ.,
⁵Toba National College of Maritime Tech., ⁶Komazawa Univ.

Abstract

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. For daytime measurement, we use a Fabry-Perot etalon filter to reduce background noises. The most parts of this lidar system will be remotely controlled via the Internet from Japan. The lidar system is basically self-controlled and the remote control functions are limited. We have developed automatic adjustment system of the overlap between the field of view of the receiver-optics and the area of laser illumination using a gated high-sensitivity ICCD camera and image processing technique. We are also preparing 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, to be installed at Syowa. The lidar consists of a Rayleigh lidar and two resonance scattering lidars, observing temperature profiles and variations of minor constituents such as Fe, K, Ca⁺, and aurorally excited N₂⁺.

1. はじめに

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、遠隔制御可能なシステムとなっている。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スタートしている。今回は開発計画と状況について報告する。

2. 遠隔制御ライダー

昭和基地における長期ライダー観測実現のためには、メンテナンスの簡便化が必須となる。観測隊員としてライダーの専門家を常に派遣できるとは限らないため、自動制御機構や衛星回線を利用した日本国内からの遠隔制御機構が計画成功の鍵となる。特にレーザービームと受信視野重なるの光軸調整は、昼間観測のために受信視野が狭いこともあり測定精度を維持する重要なポイントとなる。これについては、高速ゲート付きICCDカメラを用いた自動調整法を開発した。ゲートを掛けることにより任意の高度のビームを見ることができるよう、十分高い高度でのレーザービームの位置を視野の中心に調整することにより下層の雲などの影響を受けずに正確な光軸合わせが可能になる。また、ゲートにより露光時間も短くなるため、昼間でもビームの観察が可能になると期待される。

3. 多波長共鳴散乱ライダー

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。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。Table 1に主な観測ターゲットと共鳴波長を示す。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等が候補となるが、Ti:sapphireとOPO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のは不向きである。

そこで、我々はフラッシュランプ励起 Alexandrite レーザを第一候補と考えている。波長可変の Alexandrite レーザは米国の 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等のカスタマイズを考慮し、国産オリジナルレーザーの開発を行う。

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。Table 2に多波長共鳴散乱ライダーの送信系の目標仕様を、Fig. 1に送信系のシステム図を示す。気温の測定はFeボルツマンライダーかKによる2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。

4. おわりに

スケジュールとしては2009年度にレイラーライダーの国内での試験観測を行った後、2010年度冬以降に南極昭和基地での運用を予定している。また、多波長共鳴散乱ライダーは今年度からアレキサンドライトレーザー送信系の開発をはじめ、2012年度以降の南極での運用を計画している。

Table 1. Resonance wavelength

Species	Wavelength
Fe	371.99nm
Fe	373.71nm
N ₂ ⁺	390.30nm
N ₂ ⁺	391.08nm
Ca ⁺	393.36nm
K	769.90nm

Table 2. Specifications of the transmitter for multi-wavelength resonance scattering lidar system

Laser	Flash lamp pumped Alexandrite
Wavelength	743-800nm, 372-400nm(SHG)
Pulse width	~200ns
Pulse energy	100mJ (UV), 400mJ (NIR)
Repetition rate	20Hz
Linewidth	<15MHz
Wavelength accuracy	±10MHz

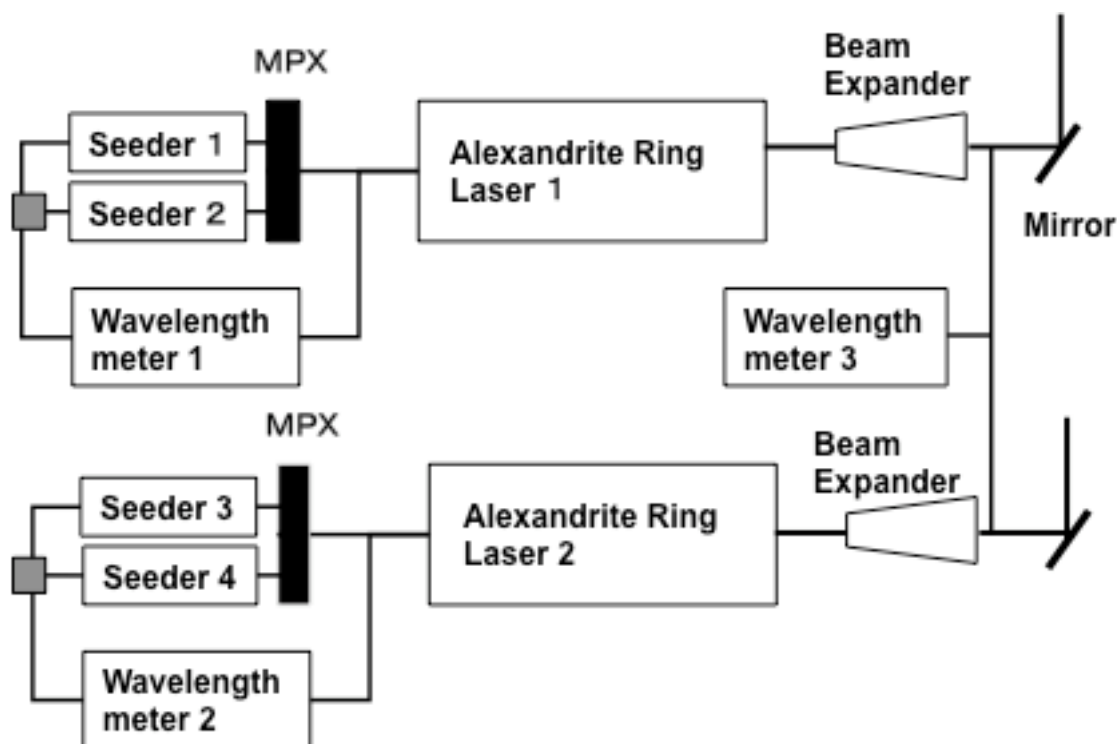


Fig.1 Block diagram of the transmitter for multi-wavelength resonance scattering lidar system.