

# 高層大気中に分布する Ca 原子・イオンの同時観測用ライダー光源の開発とそのベンチマークテスト

小林蒼汰,<sup>1</sup> 三好咲也子,<sup>1</sup> 橋本彩香,<sup>1</sup> 大饗千彰,<sup>1,2</sup> 桂川眞幸,<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> 電通大・基盤理工 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1)

<sup>2</sup> 電通大・量子センター (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1)

江尻省,<sup>3,4</sup> 中村卓司<sup>3,4</sup>

<sup>3</sup> 極地研 (〒190-8518 東京都立川市緑町 10-3)

<sup>4</sup> 総研大 (〒240-0193 神奈川県三浦郡葉山町湘南国際村)

## Development of LIDAR Light Source for Simultaneous Observation of Ca Atoms and Ions in the Upper Atmosphere and its benchmark test

Sota KOBAYASHI,<sup>1</sup> Sayako MIYOSHI,<sup>1</sup> Ayaka HASHIMOTO,<sup>1</sup> Chiaki OHAE,<sup>1,2</sup>  
Masayuki KATSURAGAWA,<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Univ. of Electro-Comms. Dep. of Eng. Sci, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585

<sup>2</sup> Univ. of Electro-Comms. IAS., 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585

Mitsumu K. EJIRI,<sup>3,4</sup> Takuji NAKAMURA<sup>3,4</sup>

<sup>3</sup> National Institute of Polar Research, 10-3 Midoricho Tachikawa Tokyo 190-8518

<sup>4</sup> The Graduate University for Advanced Studies, 10-3 Midoricho Tachikawa Tokyo 190-8518

**Abstract:** The upper atmosphere at an altitude of 80-150 km from the ground is called the boundary region between the mesosphere and lower thermosphere (MLT region), which is an important region for the transition from neutral to ionospheric atmosphere. This study aims to observe the behavior of the atmosphere in the MLT region with high accuracy using a resonant scattering lidar system with neutral Ca atoms and monovalent Ca ions distributed in the MLT region as tracers, which originate from meteoroids. In the poster presentation, we will report on the details of the dual-wavelength, injection-locked nanosecond pulsed Ti:sapphire laser developed as a light source for the lidar system, which is capable of simultaneously observing both neutral Ca atoms and monovalent Ca ions, and on the actual observations.

**Key Words:** Laser, LIDAR

### 1. はじめに

地球大気を理解するうえで中性大気と電離大気をつなぐ全地球大気として捉えることが重要視されている。中間圏と下部熱圏の境界領域 (MLT 領域) はこの中性大気から電離大気に遷移する領域に当たり、この領域の観測は特に重要な意味を持つ。しかしながら、中性大気と電離大気では主要な観測手段が大きく異なり (前者は光学観測、後者は電波観測を主としている)、それが遷移領域での大気現象を観測的に捉えることの障壁となっていた。流星を起源とし MLT 領域に分布する金属原子・イオンをトレーサーとする共鳴散乱ライダー計測は、この問題を克服する有用な観測手法の一つと期待される。この発表では共鳴散乱波長が中性原子とイオン (1 価) で比較的近い波長域に存在するカルシウム (Ca: 422.7918 nm, Ca<sup>+</sup>: 393.4770 nm) をターゲットとする共鳴散乱ライダーシステムについて報告する。開発した二波長発振・カルシウム共鳴散乱ライダーシステムは、MLT 領域の Ca 原子とイオンの密度鉛直分布を同時に捉えることができる。長期間に渡る観測を実施することで、MLT 領域で生じる化学変化や物質輸送を含む大気現象の理解に重要な知見を与えることができる。

### 2. 注入同期ナノ秒チタンサファイアレーザーシステム

開発している共鳴散乱ライダーシステムの光源には高い出力 (> 0.1 W)、周波数純度 (< 100 MHz) のほかに、可搬性や安定性なども求められる。ライダー観測で主に使用される色素レーザーでは可搬性や安定性を満たす事が難しいために、これらの条件を満たす光源として我々が開発しているのが、安定性が高い固体レーザーである注入同期ナノ秒チタンサファイアレーザーである (Fig. 1)。このレーザーシステムは注入同期

法を用いて、高出力と周波数純度を実現し発生した光を Lithium Triborate (LBO)結晶で二倍波に波長変換することで観測を可能にしている。

このレーザーシステム最大の特徴としてはチタンサファイア結晶のゲイン中心付近である 786.9540 nm と 50 nm ほど外れた波長域である 845.5836 nm を同時に発振することが可能であるという点である。このレーザーシステムによって Ca 原子と 1 価の Ca イオンの共鳴波長を 1 つの共振器から発生させることで完全に同一時刻、同一空間での観測が原理的に可能である。また実際の長期連続観測にむけて、二波長レーザー発振の安定動作、波長精度、高出力化や外乱による予期せぬシステムダウンに対する自動復帰機構など様々な観点から開発を進めてきた。ポスター発表ではレーザーシステムの詳細に加えてライダーシステム全体を稼働したベンチマークテストの結果について説明する。

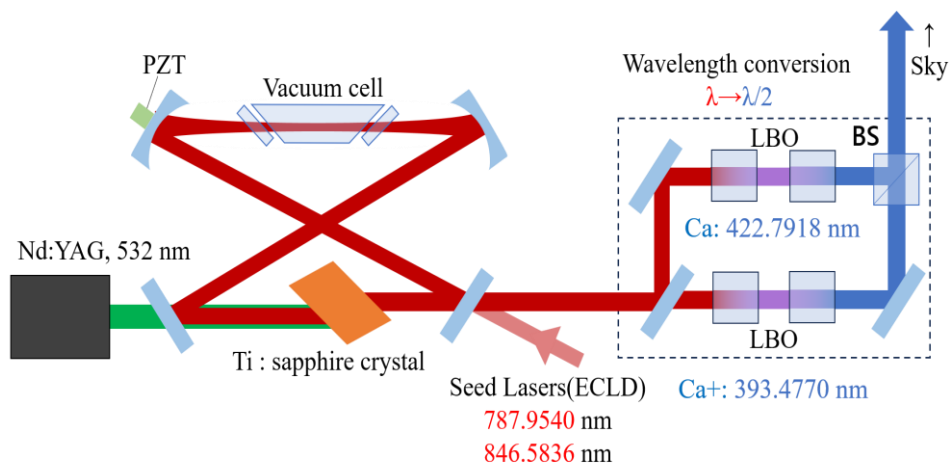


Fig. 1. Dual-wavelength Injection-locked nanosecond pulsed Ti:sappahire laser system for a resonance scattering Ca/Ca<sup>+</sup> Lidar.