

超高層大気中の金属原子・イオンの観測を目指した ライダーシステムの開発

小林 蒼汰,¹ 橋本 彩香,² 音瀬 めぐみ,² 大饗 千彰,^{2,3} 桂川 眞幸,^{2,3,4}
江尻 省,⁴ 中村 卓司,⁴ 西山 尚典⁴

¹電通大・情報理工 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1)

²電通大・基盤理工 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1)

³電通大・量子センター (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1)

⁴極地研 (〒190-8518 東京都立川市緑町 10-3)

Lidar System Development for Observation of Metal Atom and Ion in the Upper Atmosphere

Sota KOBAYASHI,¹ Ayaka HASHIMOTO,² Megumi OTOSE,² Chiaki OHAE,^{2,3} Masayuki
KATSURAGAWA,^{2,3,4} Mitsumu K. EJIRI,⁴ Takuji NAKAMURA,⁴ and Takanori NISHIYAMA⁴

¹ Univ. of Electro-Comms. School of Info. & Eng., 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585

² Univ. of Electro-Comms. Dep. of Eng. Sci., 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585

³ Univ. of Electro-Comms. IAS., 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585

⁴ National Institute of Polar Research, 10-3 Midoricho Tachikawa Tokyo 190-8518

Abstract: In the upper atmosphere around 100 km altitude, there are metallic atomic layers which form as a result of the ablation of incoming meteors. A resonance scattering lidar can observe their density profiles by tuning laser frequency to the resonance wavelength for each metal. The transmitter laser requires high-frequency purity, high power, and stability. In this study, the injection synchronization method is adapted to meet these requirements. The power oscillator repetition was raised as a way to increase output. As a result, output was increased, but stability was reduced, making continuous observation over long time difficult.

Key Words: lidar, upper atmosphere, Ti:sapphire laser, injection locked

1. はじめに

上空 100km 付近の高層大気には流星を起源とした金属原子層が存在している。これらの金属原子の内 1 価カルシウムイオン(Ca)と中性カルシウム原子(Ca)の共鳴波長 (Ca⁺:393.4770nm、Ca: 422.7918nm) にレーザー波長を同調させ、これを光源とした共鳴散乱ライダー観測を行うことで Ca⁺、Ca の密度の高度分布を測定することができる。ここでは光源となるレーザー開発の現状と共鳴散乱ライダーによる観測結果について報告する。

2. 共鳴散乱ライダー用にデザインされた注入同期ナノ秒チタンサファイアレーザーシステム

共鳴散乱ライダーシステムの光源となるレーザーには高周波数純度と高出力が必要となる。本研究では注入同期法を用いてこの条件を満たしている。また利得帯域が広いチタンサファイアを用いることで利得帯域の中心付近である 787.9540 nm と中心から離れた 845.5836 nm の両波長域で発振が出来るような設計となっている。Fig.1 に示したように bow-tie 型の共振器にチタンサファイア結晶を配置し注入同期によって発生させた光を非線形結晶で波長変換し Ca⁺と Ca の共鳴波長を発生させる。先行研究では両波長それぞれでの単独発振に成功し、共鳴散乱ライダー観測では上空の Ca⁺、Ca からの散乱信号を得ることが出来た。しかし、出力の低さから信号雑音比が低く、有効なデータを得るためには積算時間を増やさなければならなかった。今回、YAG レーザーの繰り返しを 10 Hz から 100 Hz に上げることで高出力化を図った。出力は Ca⁺: 0.46 W、Ca: 0.39 W へと向上した。一方で繰り返しを上げたことで安定性が下がり、長時間の連続観測が難しくなった。今後は 2 波長同時発振を目指して繰り返しを上げた状態での安定性の向上を図る予定である。

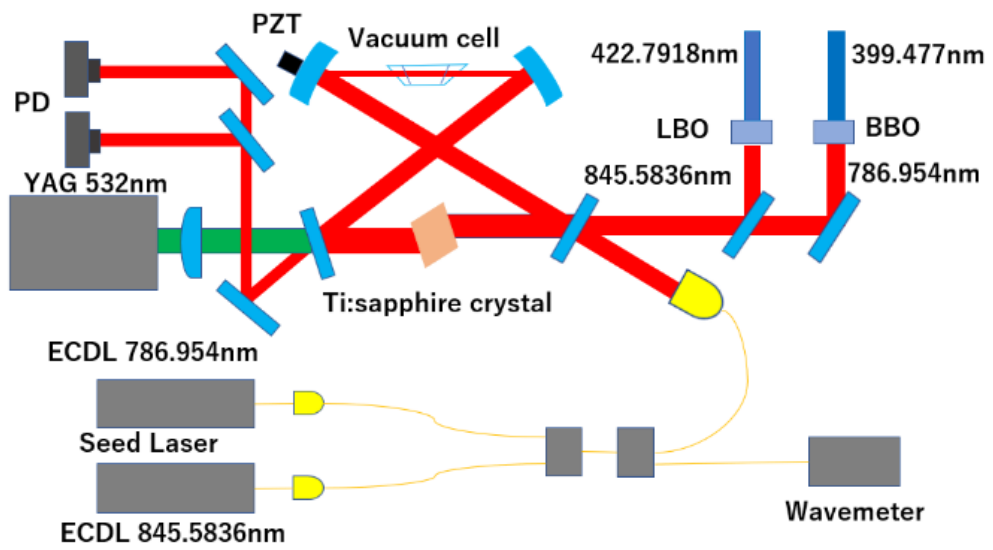


Fig. 1. Schematic illustration of the injection-locked nanosecond pulsed Ti:sapphire laser system designed for a resonance scattering lidar.