

極域宇宙圏総合観測のための先端レーザー技術開発

桂川 眞幸^{1,2}、古川 裕介¹、谷 遼¹、大饗 千彰²、米田 仁紀³
江尻 省⁴、西山 尚典⁴、中村 卓司⁴

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学研究科

² 電気通信大学 量子科学研究センター

³ 電気通信大学 レーザー新世代研究センター

⁴ 国立極地研究所 宙空圏グループ

Development of advanced laser technology for space and upper atmospheric sciences

Masayuki Katsuragawa^{1,2}, Yusuke Furukawa¹, Ryo Tani¹, Chiaki Ohae², Hitoki Yoneda³

Mitsumu K. Ejiri⁴, Takanori Nishiyama⁴, and Takuji Nakamura⁴

¹ Graduate School of Informatics and Engineering, University of Electro-Communications

² Institute for Advanced Science, University of Electro-Communications

³ Institute for Laser Science, University of Electro-Communications

⁴ Space and Upper Atmospheric Sciences Group, National Institute of Polar Research

We report a new laser system for the polar research, which was developed under cooperation of the laser group of University of Electro-Communications and the Space and Upper Atmospheric Sciences Group of National Institute of Polar Research. The developed laser system is a single-frequency nanosecond pulsed laser having broad tenability which potentially cover the entire near-infrared region of 700 ~ 900 nm. This laser system can be also extended to a multi-frequency oscillation with arbitrary frequency-combinations. The basis of such laser technology has been already established in laboratory environment. In this cooperative research project, we aimed to extend this laser technology to field-environment laser, including a power scaling to tens of watt averaged output-power. The photo in Figure 1 is a prototype laser system developed here, which was preliminarily tested at National Institute of Polar Research, for calcium ion measurement in the space and upper atmospheric region. In the symposium we will present the current status of this laser system and also future plan of our cooperative research project.

約 50 年前、1960 年にレーザーが発明されてから、レーザーおよびその関連技術は右肩上がり発展してきた。現代では、その極限域における技術は、当初の想像をはるかに超えたところに達している。つい最近注目を浴びた重力波の直接検出の成功はその典型例だろう。15 桁を優に超える周波数精度をもった極限レーザー技術がこの世紀の観測を成功に導いた。

電気通信大学は、国内外を見渡しても大変ユニークといえる光に関する多数の優れた研究者の集団を擁している。上記の重力波検出用レーザーの土台も電通大レーザーグループによって確立されたものである。国立極地研究所とは、昨年度より電気通信大学大学院基盤理工学専攻で開始された新しい修士博士一貫教育プログラム“オープンイノベーションコース”を通して交流が始まった。この研究はこの教育プログラムを通して芽生えた電通大レーザーグループと極地研究所宙空圏グループとの共同研究の成果である。

本シンポジウムでは、今年度、共同で開発を進めた南極域における宙空圏観測用の新型レーザーシステムについて報告する。実験室レベルでは、近赤外域を中心に様々な多波長（典型的には二波長）の組合せで発振が可能な単一周波数波長可変レーザーが開発されている¹⁻⁷。本共同研究では、この技術を、極域における観測を念頭に可搬型の設計にすること、また、観測感度および精度を格段に向上させるために、高出力へのエネルギースケールリングをおこなうことを目指している。これまでのところで、0 号機とも呼ぶべき雛形レーザー (Figure 1) が製作され、実際に極地研において予備的なテストも実施された。当日は、このレーザーの詳細と今後の開発計画について紹介したい。

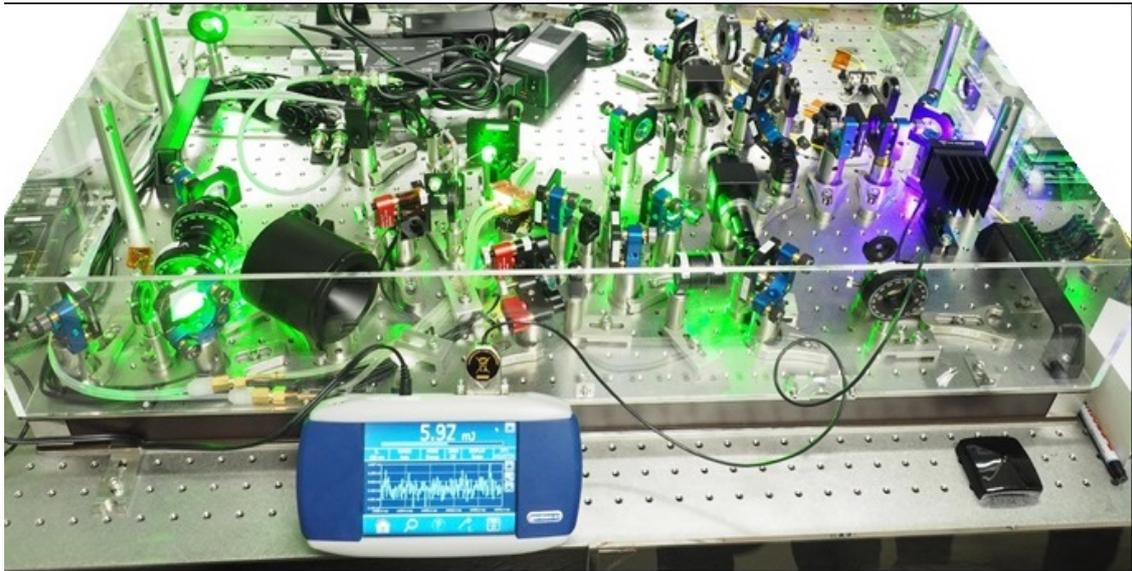


Figure 1. Photo of the developed single-frequency tunable nanosecond pulsed laser for the polar research.

References

- 1) M. Katsuragawa and T. Onose, Dual-Wavelength Injection-Locked, Pulsed Laser, *Optics Letters*. Vol. 30, No.18, 2421 - 2423 (2005).
- 2) T. Onose and M. Katsuragawa, Dual-wavelength injection-locked, pulsed laser with precisely predictable performance, *Optics Express*. Vol. 15, No. 4, 1600-1605 (2007).
- 3) Y. Fujii and M. Katsuragawa, Dual frequency pulsed laser with an accurate gigahertz-beat-note, *Optics Letters*, Vol. 15, No. 21, 3065-3067 (2007).
- 4) T. Nakano, K. Koizumi, T. Onose, K. Abe, and M. Katsuragawa, Dual-frequency injection-locked nanosecond pulsed laser with arbitrary combination of two oscillation frequencies, *Optics Express*. Vol. 18, No. 25, 26409 – 26416 (2010).
- 5) T. Gavara, T. Ohashi, Y. Sasaki, T. Kawashima, H. Hamano, R. Yoshizaki, Y. Fujimura, K. Yoshii, C. Ohae, and M. Katsuragawa, Dual-frequency injection-locked continuous-wave near-infrared laser, *Optics Letters*. Vol. 41, No. 13, 2994 – 2997 (2016).
- 6) 桂川眞幸、白田耕藏、梁佳旗：共振器長可変レーザー共振器とパルスレーザー光源装置，特許第 3540741 号。
- 7) 桂川眞幸、小野瀬貴士：レーザー光発生装置，特許第 4521538 号。