

マイクロ固体フォトニクスの研究



平等 拓範 (准教授)

1985年福井大学大学院修士課程修了 同年三菱電機(株)研究員
1989年福井大学工学部助手 1998年2月より現職 東北大学博士
(工学) 1993年~1994年文部省在外研究員(Stanford大学) 2005
年~2006年パリ第6大学客員教授 2004年平成16年度文部科学
大臣賞(第30回研究功績者) 2008年(財)光産業技術振興協会第
24回櫻井健二郎氏記念賞 他 ASSP(OSA, Topical Meeting), 2008 Program
Chair, 2009 General Chair, NLO(OSA, Topical Meeting) 2009 Program Chair
TEL: 0564-55-7346 FAX: 0564-53-5727
電子メール: taira@ims.ac.jp

情報革命における固体電子デバイスを例に挙げるまでもなく、装置の小型化・機能の集積化などの「マイクロ化」はパラダイムシフトの基点となる最重要課題の一つである。一方で、固体レーザーはジャイアントパルスやモードロックなどによる高輝度光発生が可能であるため、不安定かつ大型で大電力を要するものの先端科学技術の探求には不可欠な存在であった。

本研究グループは、光の波長と同程度のミクロンオーダーで光学材料の性質を制御する事により光波を発生・制御する「マイクロ固体フォトニクス」に関する研究を展開している。これにより固体レーザーのマイクロデバイス化と新たな機能による高性能化が図れる。マイクロチップ共振器(1990年Nd:YVO₄、1993年Yb:YAG、1997年セラミックYAGなど)¹⁻⁵⁾による高コヒーレント光発生、相関制御による高輝度温度のジャイアントパルス発生(ジャイアントマイクロフォトニクス)、コヒーレンス長に合せマイクロドメインの非線形分極を制御する擬似位相整合(Quasi phase matching, QPM)^{6,7)}による非線形光学波長変換(1998年バルクPPMgLNなど)などの分野で先駆的な研究を展開してきた。マイクロドメインの相関制御の原理に立ち返り、ビーム高品質化(空間特性制御)ならびに短パルス化(時間特性制御)などの高輝度化、そしてスペクトルの高純度化を広い波長領域(スペクトル特性制御)でコンパクト化と同時に実現することは、新たな学術分野創出とともに産業応用分野での新シーズ創出にもつながる重要課題と考える。図はマイクロチップレ

ーザーの第二高調波を金属板集光した際の写真で、パルス毎にプラズマが発生するのが分かる。共振器をマイクロ化する事による輝度の劇的な向上が望めた(ジャイアントマイクロフォトニクス)。すなわち、小型化による著しい性能向上を実証できた。さらに、高出力化、高輝度化とともに波長域の開拓を進めてきた結果、手のひらサイズの光源により紫外域からTHz波領域までの広帯域光の発生が可能になりつつある。

マイクロ固体フォトニクスを展開する事で、様々な分野の方と共に理化学分野から産業分野にパラダイムシフトをもたらすような分子科学のフロンティア開拓できるものと信ずる。

参考文献

- 1) T. Taira, A. Mukai, Y. Nozawa and T. Kobayashi, "Single-mode oscillation of laser-diode-pumped Nd:YVO₄ microchip lasers," *Opt. Lett.* **16**, 1955-1957 (1991).
- 2) 平等拓範, 「レーザーハンドブック」, レーザー学会編, オーム社, 1編「レーザーの基礎」, 15章「全固体レーザー」, 12.4章「マイクロチップ用レーザー材料」, pp. 206-214, 第15.1章「概要」, pp. 295-305, 第15.3章「マイクロチップレーザー」, pp. 311-319 (2005).
- 3) T. Taira, J. Saikawa, T. Kobayashi and R. L. Byer, "Diode-pumped tunable Yb:YAG laser at room temperature: Modeling and experiment," *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics* **3**, 100-104 (1997).
- 4) T. Taira, "RE³⁺-ion-doped YAG ceramic lasers," *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, pp. 798-809 (2007). *Invited*
- 5) T. M. Tsunekane, T. Inohara, A. Ando, K. Kanehara and T. Taira, "Compact and high-brightness passively q-switched Cr:YAG/Nd:YAG laser for ignition of engines," 3rd EPS-QEOD Europhoton Conference, Paris, France, August 31-September 5, 2008. D. G. Rowe, "OUT OF THE LAB: Lasers for engine ignition," *Nat. photonics* **2**, 515 (2008).
- 6) T. Taira, "Thick periodically poled MgO-doped LiNbO₃ deved and their applications," The 18th Annual Meeting of the IEEE Lasers & Electro-Optics Society (LEOS 2005), Hilton Sydney, Sydney, Australia, 23-27 October (2005). *Invited*
- 7) J. Saikawa, M. Miyazaki, M. Fujii, H. Ishizuki and T. Taira, "High-energy, broadly tunable, narrow-bandwidth mid-infrared optical parametric system pumped by quasi-phase-matched devices," *Opt. Lett.* **33**, pp. 1699-1701 (2008).

