

先端レーザー開発研究部門（分子制御レーザー開発研究センター）

平 等 拓 範（准教授）（1998年2月1日着任）

A-1) 専門領域：量子エレクトロニクス、光エレクトロニクス、レーザー物理、非線形光学

A-2) 研究課題：マイクロ固体フォトンニクスの研究

- a) マイクロドメイン構造制御に関する研究
- b) マイクロドメイン光制御に関する研究
- c) マイクロ固体フォトンニクスの展開

A-3) 研究活動の概略と主な成果

先鞭をつけたマイクロチップ Nd:YVO₄ レーザー（1990年）、Yb:YAG レーザー（1993年）、セラミックレーザー（1997年）は、高機能非線形波長変換可能とするバルク擬似位相整合（QPM）素子である大口径周期分極反転 MgO:LiNbO₃（PPMgLN）の展開と相まって研究が大きく広がりつつある。

- a) マイクロドメイン構造、界面（粒界面、結晶界面、さらには自発分極界面）を微細に制御する固相反応制御法の研究としてレーザーセラミックス、レーザー素子、分極反転素子の作製プロセスの高度化を図っている。
- b) 光の発生、増幅、変換の高度制御を可能とする為の研究として、希土類イオンの発光・緩和機構の解明、固体中の光、エネルギー伝搬、さらにはマイクロドメイン構造と光子及び音子の相互作用機構解明、非線形光学過程の解明、モデル化を進めている。Yb レーザーの機構解明、Nd レーザーの直接励起可能性、希土類レーザーの励起光飽和特性、YVO₄ の高熱伝導率特性の発見、実証に繋がったばかりでなく、マイクロ共振器の高輝度効果、レーザー利得と非線形光学過程の量子相関などの興味深い展開も見せている。
- c) 開発した光素子を用いた新規レーザー、波長変換システムの開発と展開を図っている。エッジ励起セラミック Yb:YAG マイクロチップレーザーにおける連続波（CW）414W 発生（出力密度 200 kW/cm²）、手のひらサイズ高輝度温度マイクロチップ Q スイッチレーザー（エネルギー：～4 mJ、パルス幅：500 ps、光強度：～8 MW）、200mJ 級の高効率・高出力のナノ秒光パラメトリック発生、波長 5～12 μm に至る広帯域波長可変中赤外光発生、マイクロチップレーザーからの UV 光（波長：266 nm）からテラヘルツ波（波長：～200 μm）、さらにはコヒーレント軟 X 線（波長：～5 nm）・アト秒（200–300 as）発生などをマイクロ固体フォトンニクスで実証した。さらには、新素子は高品質スクイズド光の高効率発生も可能と期待されており、量子テレポーテーションなどの量子光学などの分野へも展開されつつある。

B-1) 学術論文

M. TSUNEKANE and T. TAIRA, “High-Power Operation of Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:Y₃Al₅O₁₂ Microchip Laser,” *Appl. Phys. Lett.* **90**, 121101 (3 pages) (2007).

I. SHOJI, T. TAIRA and A. IKESUE, “Thermally-Induced-Birefringence Effects of Highly Nd³⁺-Doped Y₃Al₅O₁₂ Ceramic Lasers,” *Opt. Mater.* **29**, 1271–1276 (2007).

Y. SATO, J. SAIKAWA, T. TAIRA and A. IKESUE, “Characteristics of Nd³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Laser,” *Opt. Mater.* **29**, 1277–1282 (2007).

- J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Femtosecond Yb³⁺-Doped Y₃(Sc_{0.5}Al_{0.5})₂O₁₂ Ceramic Laser,” *Opt. Mater.* **29**, 1283–1288 (2007).
- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “Design and Performance of Compact Heatsink for High-Power Diode Edge-Pumped, Microchip Lasers,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, 619–625 (2007).
- Y. SATO, A. IKESUE and T. TAIRA**, “Tailored Spectral Designing of Layer-by-Layer Type Composite Nd:Y₃ScAl₄O₁₂/Nd:Y₃Al₅O₁₂ Ceramics,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, 838–843 (2007).
- J. SAIKAWA, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy, Narrow-Bandwidth Periodically Poled Mg-Doped LiNbO₃ Optical Parametric Oscillator with a Volume Bragg Grating,” *Opt. Lett.* **32**, 2996–2998 (2007).
- Y. PEITIT, B. BOULANGER, P. SEGONDS and T. TAIRA**, “Angular Quasi-Phase-Matching,” *Phys. Rev. A* **76**, 063817 (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “>400W CW Operation of Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Laser,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MA2 (2007).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Comparative Study on the Coercive Field in Undoped and MgO-Doped Congruent LiNbO₃,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MB7 (2007).
- J. SAIKAWA, M. MIYAZAKI, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Difference Frequency Generation in a ZnGeP₂ Crystal Pumped by a Large Aperture Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric System,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MB8 (2007).
- T. SUZUDO, Y. SATOH, M. HIROI, H. MIFUNE, Y. SATO, H. ISHIZUKI, T. TAIRA, O. NAKAMURA, S. WATANABE and Y. FURUKAWA**, “Diode-Pumped Nd:GdVO₄ Microchip Laser with a Single-Pass Green Generation in PPMgLN,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, TuC3 (2007).
- S. HAYASHI, T. SHIBUYA, H. SAKAI, H. KAN, T. TAIRA, Y. OGAWA, C. OTANI and K. KAWASE**, “Terahertz-Wave Parametric Generation Pumped by Microchip Nd:YAG Laser,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, TuC7 (2007).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “Thermal Conductivities of Polycrystalline Nd³⁺- and Yb³⁺-Doped Y₃Al₅O₁₂ Ceramics,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WB16 (2007).
- M. MATSUKURA, O. NAKAMURA, S. WATANABE, A. MIYAMOTO, Y. FURUKAWA, Y. SATO, T. TAIRA, T. SUZUDO and H. MIFUNE**, “Core-Clad-Type Composites of Nd:GdVO₄ Single Crystal Grown by the Double Die EFG Method,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WC3 (2007).
- T. TAIRA**, “High Brightness-Temperature Micro-Lasers,” *Defense & Security Symposium 2007*, 6552-13 (2007).
- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “High-Power CW Operation and Beam Quality of a Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Laser,” *CLEO 2007*, CThDD3 (2007).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “Thermo-Optical and -Mechanical Parameters of Nd:GdVO₄ and Nd:YVO₄,” *CLEO 2007*, JWA87 (2007).
- J. SAIKAWA, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric System with a Bragg Grating,” *CLEO 2007*, CTuK5 (2007).

- Y. SATO, T. TAIRA, T. SUZUDO and H. MIFUNE**, “Laser Properties of Composite Nd:GdVO₄ Single Crystal Grown by the Double Die EFG Method,” *CLEO 2007*, CFA2 (2007).
- N. ISHII, X. GU, T. FUJII, M. SCHULTZE, V. PERVAK, R. HOLZWARTH, R. BUTKUS, H. ISHIZUKI, T. TAIRA, R. HARTMANN, S. ROITHER, M. KITZLER, A. BALTUSKA, A. PISKARSKAS and F. KRAUSZ**, “Development of a Few-Cycle Infrared OPCPA System and Its Use in High-Harmonic Generation,” *CLEO 2007*, CMK2 (2007).
- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “Highly Thermal-Shock-Resistant Operation of Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Lasers,” *CLEO/Europe 2007*, CA-6-MON (2007).
- T. DASCALU, Y. OISHI, M. TSUNEKANE, K. MIDORIKAWA and T. TAIRA**, “Thermally Induced Birefringence in Edge-Pumped Microchip Yb:YAG Ceramic,” *CLEO/Europe 2007*, CA-32-MON (2007).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “The Study of Thermo-Mechanical and -Optical Properties of GdVO₄ and YVO₄,” *CLEO/Europe 2007*, CA7-5-WED (2007).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Mg-Doped Congruent LiTaO₃ for High Power Quasi-Phase Matching Device,” *CLEO/Europe 2007*, CE7-3-THU (2007).
- T. TAIRA**, “Ceramic Lasers,” *Journées Nationales des Cristaux pour l’Optique (JNCO), OPTIQUE Grenoble 2007*, JNCO-JE1 (2007).
- Y. PETIT, B. BOULANGER, P. SEGONDS and T. TAIRA**, “Le Quasi-Accord de Phase Angulaire dans PPLN,” *Journées Nationales des Cristaux pour l’Optique (JNCO), OPTIQUE Grenoble 2007*, JNCO-JE6 (2007).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Study on the Field-Poling Dynamics in Mg-Doped LiNbO₃ and LiTaO₃,” *Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications (NLO)*, WE35 (2007).
- J. SAIKAWA, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy, Narrow-Bandwidth Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric Oscillator with a Volume Bragg Grating,” *Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications (NLO)*, FA3 (2007).

B-3) 総説、著書

- T. TAIRA**, “Ceramic YAG lasers,” *Comptes Rendus Physique* **8**, 138–152 (2007).
- 平等拓範, 「マイクロチップレーザー」 *O PLUS E* **29**, 374–380 (2007).
- T. TAIRA**, “RE³⁺-ion-doped YAG ceramic lasers,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, 798–809 (2007).
- 平等拓範, 「Advanced Solid-State Photonics 2007国際会議報告」 *レーザー研究* **35**, 402–406 (2007).
- 平等拓範, “Conference report on advanced solid-state photonics 2007,” *オプトニュース* **1**, 37–40 (2007).

B-4) 招待講演

- T. SUZUDO, Y. SATOH, M. HIROI, H. MIFUNE, Y. SATO, H. ISHIZUKI, T. TAIRA O. NAKAMURA, S. WATANABE and Y. FURUKAWA**, “High power green laser development for new type of printing system using full-color rewritable paper,” Technical Report of IEICE, EID2006-22, 35-38 (2006).
- 平等拓範, 「マイクロ固体フォトリソの新展開」 大型スペクトログラフ研究会「大型スペクトログラフ高度化装置を利用した研究成果に関わる討論会」 自然科学研究機構, 岡崎, 2007年 3月.
- 平等拓範, 「マイクロチップレーザー技術の進展」 日本光学会名古屋講演会「最近のレーザー応用技術」, 名古屋大学, 名古屋, 2007年 3月.

T. TAIRA, “High power, tunable microchip lasers,” CLEO/Europe 2007, Munich (Germany), June (2007).

T. TAIRA, “Ceramic lasers,” Journées Nationales des Cristaux pour l’Optique (JNCO), OPTIQUE Grenoble 2007, Campus universitaire de St-Martin d’Hères, Grenoble (France), July 2007.

B-5) 特許出願

特願 2007-220951, 「固体レーザーモジュール」 常包正樹、平等拓範(JST、自然科学研究機構) 2007年.

特願 2007-293255, 「レーザー点火装置、内燃機関、及びレーザー点火方式」 平等拓範、藤川武敏、秋濱一弘、蝦名正輝(自然科学研究機構、(株)豊田中央研究所) 2007年.

特願 2007-306233, 「周期分極反転用電極及び周期分極反転素子の製造方法」 平等拓範、石月秀貴(自然科学研究機構) 2007年.

特願 2007-340019, 「配向多結晶材料及びその製造方法」 平等拓範、秋山順、浅井滋生、原 邦彦(自然科学研究機構、名古屋大学、(株)コンポン研) 2007年.

B-6) 受賞、表彰

斎川次郎, 応用物理学会北陸支部発表奨励賞 (1998).

平等拓範, 第23回(社)レーザー学会業績賞(論文賞)(1999).

平等拓範, 第1回(財)みやぎ科学技術振興基金研究奨励賞 (1999).

池末明生、平等拓範、吉田國雄, 第51回(社)日本金属学会金属組織写真奨励賞 (2001).

庄司一郎, 第11回(2001年秋季)応用物理学会講演奨励賞 (2001).

池末明生、鈴木敏之、佐々木優吉、平等拓範,(社)日本ファインセラミックス協会技術振興賞 (2002).

平等拓範, 平成16年度文部科学省文部科学大臣賞(第30回研究功績者)(2004).

NICOLAIE PAVEL, The ROMANIAN ACADEMY Awards, The “Constantin Miculescu” Prize (2004).

斎川次郎、佐藤庸一、池末明生、平等拓範, 第29回(社)レーザー学会業績賞(進歩賞)(2005).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

(社)レーザー学会レーザー素子機能性向上に関する専門委員会幹事 (1997–1999).

(社)レーザー学会研究会委員 (1999–).

(社)電気学会高機能全固体レーザと産業応用調査専門委員会幹事 (1998–2002).

(社)レーザー学会レーザー用先端光学材料に関する専門委員会委員 (2000–2002).

(財)光産業技術振興協会光材料・応用技術研究会幹事 (2004–).

NEDO 評価委員 (2005).

(社)レーザー学会評議員 (2005–).

(社)レーザー学会「マイクロ固体フォトリクス」専門委員会主査 (2006–2009).

学会の組織委員

LASERS 2001, 国際会議プログラム委員 (2001).

(社)レーザー学会学術講演会プログラム委員 (2001, 2004).

CLEO/PacificRim 2005, 国際会議プログラム委員 (2005).

Advanced Solid-State Photonics, 国際会議プログラム委員 (2005-).

23rd International Laser Radar Conference, 国際会議実行委員 (2005-2006).

Int. Conf. “Micro- to Nano-Photonics—ROMOPT 2006,” プログラム委員 (2005-2006).

CLEO, Nonlinear Optics Application, 国際会議分科委員 (2007-).

NLO, 国際会議プログラム委員 (2007-).

3rd International Laser Ceramics Symposium, プログラム委員 (2006-2007).

ASSP 2008, 国際会議プログラム委員会委員長 (2007-2008).

APLS 2008, 国際会議プログラム委員 (2007-2008).

3rd EPS Europhoton Conference on Solid-State and Fiber Coherent Light Sources 国際会議分科委員 (2007-2008).

(社)レーザー学会学術講演会第28回年次大会実行委員会委員 (2007-2008).

レーザー・光波・マイクロ波国際会議 2008 (ILLMC2008)国際学会諮問委員 (2007-2008).

文部科学省、学術振興会等の役員等

文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター専門調査員 (2006-).

日本学術振興会第130委員会委員 (2007-).

その他

愛知県産業労働部愛知県若手奨励賞審査員 (2006-).

B-8) 大学での講義、客員

理化学研究所, 客員研究員, 1999年4月-2007年3月.

福井大学大学院工学研究科, 「電気・電子工学特別講義第三」2007年12月13日-14日.

豊橋技術科学大学先端フットニック情報メモリリサーチセンター, 客員教授, 2007年後期.

東京工業大学統合研究院, 統合研究院ソリューション研究教員, 2007年後期.

B-10)外部獲得資金

重点領域研究(2), 「有機材料による近赤外域多機能マイクロチップ光パラメトリック発振器の研究」平等拓範 (1995年-1997年).

奨励研究(A), 「波長多重高密度記録光メモリのための新型青緑域波長可変高コヒーレントレーザーの提案」平等拓範 (1998年-1999年).

基盤研究(B)(2) (展開) 「広帯域波長可変超短パルス光源のための高出力Yb:YAG モードロックレーザーの開発」平等拓範 (1998年-2000年).

特別研究員奨励費, 「非線形波長変換に適した高輝度レーザーシステムの開発研究」平等拓範 (1999年-2000年).

基盤研究(B)(2) (一般) 「大出力小型固体レーザーによる広帯域赤外光発生に関する研究」平等拓範 (1999年-2001年).

地域連携推進研究費(2), 「界面制御による高機能光計測用波長可変クロマチップレーザーの開発研究」平等拓範 (2000年-2002年).

基盤研究(A)(2) (一般) 「次世代セラミックレーザー」平等拓範 (2003年-2005年).

産学官共同研究の効果的な推進, 「輻射制御直接励起マイクロチップレーザー」平等拓範 (2002年-2004年).

地域新生コンソーシアム, 「ヒートシンカー体型Yb:YAG マイクロチップデバイスの開発」平等拓範 (2004年-2005年).

NEDO,「カラーリライタブルプリンタ用高効率小型可視光光源“Tri Color Laser”の研究開発」再委託(研究代表 リコー)
(2004年-2006年).

(独)科学技術振興機構研究成果活用プラザ東海, 実用化のための育成研究,「光波反応制御内燃機関をめざしたマイクロレーザーの研究開発」平等拓範(2006年-2008年).

先端計測分析技術・機器開発事業,「イオン化光源としてのマイクロチップレーザーの開発」再委託(研究代表 東京工業大学)(2007年).

B-11)産学等共同研究

澁谷工業(株)「高出力100W級Yb:YAGマイクロチップレーザーの開発」平等拓範(2007年).

(株)コンパン研究所,「マイクロ固体フォトニクスの基礎研究」平等拓範(2007年).

浜松ホトニクス(株)「マイクロチップレーザーの光増幅に関する研究」平等拓範(2007年).

(株)リコー,「側面励起型小型高出力緑/青色レーザー光源の研究」平等拓範(2007年).

(株)豊田中央研究所,「レーザー点火最小パルスエネルギー低減に関する研究」平等拓範(2007年).

(株)日本自動車部品総合研究所,「自動車エンジン用レーザーイグニッションの研究」平等拓範(2007年).

(株)日本自動車部品総合研究所,「中赤外4.3μmCWレーザの研究」平等拓範(2007年).

三菱電機(株)情報技術研究所,「Nd:YVO₄(GdVO₄)固体レーザー材料の研究」平等拓範(2007年).

C) 研究活動の課題と展望

先端的レーザー光源の中で,特にビーム高品質化(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,極めて重要な課題である。すでに,マイクロ固体フォトニクスは,医療,バイオ,エネルギー,環境,ディスプレイ,光メモリ分野での展開が図られつつある。一方で,コヒーレントX線からテラヘルツ波発生,超高速レーザーの極限であるアト秒発生,さらには量子テレポーテーション等の光科学の最先端分野も,このキーワードで深化しつつあり,その学術的拠り所としての基盤構築が必要な時期となっている