

3-10 研究施設

分子制御レーザー開発研究センター

猿 倉 信 彦（助教授）

A-1) 専門領域：量子エレクトロニクス、非線形光学

A-2) 研究課題：

- a) テラヘルツ電磁波の発生とその応用
- b) 紫外新光学材料とその光源開発への応用

A-3) 研究活動の概要と主な成果

- a) テラヘルツ電磁波の発生とその応用：近年の研究に置ける重点課題の一つは、テラヘルツ電磁波に関する研究である。テラヘルツ電磁波とは電波と光の境界の振動数1 THz（波長300 μm ）付近の電磁波で、これまで適当な光源や検出器がないため研究が進んでいなかった。我々は、磁場中の半導体にチタンサファイアレーザーにより汎用化された超短パルスレーザー光を照射することで、高平均出力のテラヘルツ電磁波発生に成功した。我々が発見した、磁場印加によるInAs基板からの電磁波の増強に関しては、理論研究者による新増強メカニズムの提唱もされつつある。また東北大金研・渡辺教授の協力の下、超高磁場下でのテラヘルツ電磁波発生について実験を行い、発生したテラヘルツ電磁波強度の、特異な磁場強度依存現象を発見し、その発生機構の解明に取り組んでいる。さらに光源の高性能化や小型化、分光学への応用を目指して研究を継続中である。我々が開発した新光源を用いた研究としては、神戸大の富永教授とのタンパクの溶液の分光研究、千葉大の西川教授との超臨界流体などの分光研究、日本分光やアイシン精機との計測器開発などがある。

それに加え現在は、従来のバルク素材を活用したテラヘルツ光工学の限界を超えるべく、様々なナノ構造を持つ新素材の探索も始めている。台湾国立交通大学のPan教授や産総研の板谷らとは、MQWやDBR構造を持つ半導体非線形デバイスの研究が進行中であり、東工大の山瀬教授との研究ではナノクラスターを用いた設計可能な新非線形材料を発見した。これらの新素材の活用や外場での物性制御による遠赤外・中赤外での新非線形光学の開拓とその物性研究に取り組んでいる。

- b) 紫外新光学材料とその光源開発への応用：近年のもう一つの重点課題は、素材研究者と共同で行っている、新光学素子や新レーザー結晶・非線形結晶による光デバイス開発である。三菱マテリアルとの研究では、新非線形結晶LB4によりYAGレーザーの第5高調波が発生可能であることを発見した。またロシアのDubinskii教授や東北大の福田教授と、セリウム添加フッ化物による紫外固体レーザー開発を行った。これまで紫外の波長可変レーザーは、赤外・可視レーザーの波長変換しか方法がなかったが、新結晶を用いた発振器によって、波長可変紫外レーザー光の直接・高効率発生に成功した。この新素材が赤外領域におけるチタンサファイアと同様に重要であることを、科技団・東工大の細野教授とともに、全固体紫外超短パルスレーザーを構築することにより示した。この「紫外のチタンサファイア」あるいは「固体のエキシマ」としてセリウム添加フッ化物レーザーを使用し、新材料の真空紫外領域におけるバンド端発光特性の評価や、新レーザー媒質・非線形材料の探索を行っている。

B-1) 学術論文

- H. TAKAHASHI, M. P. HASSELBECK, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO and N. SARUKURA**, “Broadband Terahertz Radiation Emitter Using Femtosecond-Laser-Irradiated n-Type InAs under Magnetic Field,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, L221–L223 (2004).
- M. GOTO, A. QUEMA, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Teflon Photonic Crystal Fiber as Terahertz Waveguide,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, L317–L319 (2004).
- J. B. SHIM, A. YOSHIKAWA, T. FUKUDA, J. PEJCHAL, M. NIKI, N. SARUKURA and D. H. YOON**, “Growth and Charge Transfer Luminescence of Yb³⁺-Doped YAlO₃ Single Crystals,” *J. Appl. Phys.* **95**, 3063–3068 (2004).
- H. TAKAHASHI, M. SAKAI, A. QUEMA, S. ONO, N. SARUKURA, G. NISHIJIMA and K. WATANABE**, “Terahertz Radiation from InAs with Various Surface Orientations under Magnetic Field Irradiated with Femtosecond Optical Pulses at Different Wavelengths,” *J. Appl. Phys.* **95**, 4545–4550 (2004).
- M. YAMAGA, S. YABASHI, Y. MASUI, M. HONDA, H. TAKAHASHI, M. SAKAI, N. SARUKURA, J. -P. R. WELLS and G. D. JONES**, “Optical, Infrared and EPR Spectroscopy of CaF₂:Ce³⁺ Crystals Co-Doped with Li⁺ or Na⁺,” *J. Lumin.* **108**, 307–311 (2004).
- H. TAKAHASHI, M. P. HASSELBECK, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO and N. SARUKURA**, “Effect of Ultrafast Optical Pulses with Different Pulse Duration on the Terahertz Radiation Spectrum of n-Type InAs,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, L746–L748 (2004).
- H. TAKAHASHI, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO, N. SARUKURA, G. NISHIJIMA and K. WATANABE**, “Physical Origin of Magnetically Induced Periodic Structure Observed in Terahertz Radiation Spectrum Emitted from InAs,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, L1017–L1019 (2004).
- R. E. OUENZERFI, S. ONO, A. QUEMA, M. GOTO, N. SARUKURA, T. NISHIMATSU, N. TERAOKUBO, H. MIZUSEKI, Y. KAWAZOE, A. YOSHIKAWA and T. FUKUDA**, “Design Proposal of Light Emitting Diode in Vacuum Ultraviolet Based on Perovskite-Like Fluoride Crystals,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, L1140–L1143 (2004).
- A. YOSHIKAWA, H. OGINO, J. B. SHIM, V. V. KOCHURIKIN, M. NIKL, N. SOLOVIEVA, S. ONO, N. SARUKURA, M. KIKUCHI and T. FUKUDA**, “Growth and Scintillation Properties of Yb Doped Aluminate, Vanadate and Silicate Single Crystals,” *Opt. Mater.* **26**, 529–534 (2004).
- R. E. OUENZERFI, S. ONO, A. QUEMA, M. GOTO, M. SAKAI, N. SARUKURA, T. NISHIMATSU, N. TERAOKUBO, H. MIZUSEKI, Y. KAWAZOE, H. SATO, A. YOSHIKAWA and T. FUKUDA**, “Design Principle of Wide-Gap Fluoride Hetero-Structures for Deep Ultraviolet Optical Devices,” *J. Appl. Phys.* **96**, 7655–7659 (2004).
- A. QUEMA, M. GOTO, M. SAKAI, G. JANAIRO, R. E. OUENZERFI, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Onset Detection of Solid-State Phase Transition in Estrogen-Like Chemical via Terahertz Transmission Spectroscopy,” *Appl. Phys. Lett.* **85**, 3914–3916 (2004).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- H. TAKAHASHI, M. HASSELBECK, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO and N. SARUKURA**, “Broadband THz-radiation emitter using femtosecond laser-irradiated n-type InAs under magnetic field,” Conference on Laser and Electro-Optics (CLEO 2004), May 16–21, 2004, San Francisco, California U.S.A., paper CTuB6 (2004).

- A. QUEMA, M. GOTO, M. SAKAI, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Temperature-dependent vibrational modes of potential estrogenic Environmental pollutants measured by terahertz spectroscopy,” Conference on Laser and Electro-Optics (CLEO 2004), May 16–21, 2004, San Francisco, California U.S.A., paper CTuP47 (2004).
- M. GOTO, A. QUEMA, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Plastic Photonic crystal fiber as terahertz waveguide,” Conference on Laser and Electro-Optics (CLEO2004), May 16–21, 2004, San Francisco, California U.S.A., paper CTuP49 (2004).
- A. QUEMA, M. GOTO, M. SAKAI, G. JANAIRO, R. EL OUEZNERFI, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Solid-state phase transition onset detection in estrogen-like chemical via terahertz transmission spectroscopy,” 14th International Conference on Ultrafast Phenomena, July 25–30, 2004, Niigata, Japan, paper ME3 (2004).
- M. GOTO, A. QUEMA, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Teflon photonic crystal fiber as polarization-preserving waveguide in THz region,” 14th International Conference on Ultrafast Phenomena, July 25–30, 2004, Niigata, Japan, paper ME33 (2004).
- H. TAKAHASHI, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO, N. SARUKURA, G. NISHIJIMA and K. WATANABE**, “Magnetically induced evolution of terahertz radiation spectrum emitted from InAs up to 27 T,” 14th International Conference on Ultrafast Phenomena, July 25–30, 2004, Niigata, Japan, paper ME44 (2004).
- H. TAKAHASHI, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO, N. SARUKURA, G. NISHIJIMA and K. WATANABE**, “Terahertz radiation spectrum emitted from InAs under the existence of Magnetic field up to 27 T,” Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications, August 2–6, 2004, Waikoloa, Hawaii, U.S. A., paper MC1 (2004).
- H. TAKAHASHI, M. HASSELBECK, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO and N. SARUKURA**, “Strong enhancement of higher frequency terahertz radiation from n-type InAs by the reduction of excitation pulse duration,” Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications, August 2–6, 2004, Waikoloa, Hawaii, U.S. A., paper MC4 (2004).
- A. QUEMA, M. GOTO, M. SAKAI, G. JANAIRO, R. EL OUEZNERFI, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Onset detection of solid-state phase transition in a quasi-mimic natural Hormone chemical using transmission spectroscopy in the terahertz frequency region,” Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications, August 2–6, 2004, Waikoloa, Hawaii, U.S. A., paper TuB5 (2004).
- M. GOTO, A. QUEMA, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Photonic crystal fiber waveguide for terahertz radiation,” Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications, August 2–6, 2004, Waikoloa, Hawaii, U.S. A., paper WB5 (2004).
- M. GOTO, A. QUEMA, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Polarization-preserving teflon photonic crystal fiber waveguide for THz radiation,” The Joint 29th International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 12th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW 2004 / THz 2004), September 27–October 1, 2004, Karlsruhe, Germany, paper M7.2 (2004).
- A. QUEMA, M. GOTO, M. SAKAI, G. JANAIRO, R. EL OUEZNERFI, H. TAKAHASHI, S. ONO and N. SARUKURA**, “Terahertz transmission spectroscopic detection of solid-state phase transition onset in endocrine-disrupting estrogen-like chemical,” The Joint 29th International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 12th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW 2004 / THz 2004), September 27–October 1, 2004, Karlsruhe, Germany, paper Tu6.4 (2004).

S. ONO, H. TAKAHASHI, A. QUEMA, M. GOTO, N. SARUKURA, G. NISHIJIMA and K. WATANABE, “Evolution of terahertz radiation spectrum induced by a magnetic field applied on an InAs emitter in the Voigt configuration,” The Joint 29th International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 12th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW 2004 / THz 2004), September 27–October 1, 2004, Karlsruhe, Germany, paper P1.39 (2004).

H. TAKAHASHI, M. HASSELBECK, A. QUEMA, M. GOTO, S. ONO and N. SARUKURA, “Higher frequency enhancement of terahertz-radiation spectrum from n-type InAs by using shorter excitation pulse,” The Joint 29th International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 12th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW 2004 / THz 2004), September 27–October 1, 2004, Karlsruhe, Germany, paper Th9.2 (2004).

B-4) 招待講演

猿倉信彦, 「セリウム添加フッ化物レーザー結晶」, 科研費特定領域全体会議, 東京, 2004年1月.

猿倉信彦, 「テラヘルツ分光の将来展望」, 原研テラヘルツ研究会, 奈良, 2004年1月.

猿倉信彦, 「フッ化物ホストを用いたレーザー材料」, 学振161委員会, 東京, 2004年4月.

猿倉信彦, 「真空紫外光学材料としてのフッ化物の可能性」, 新プロ全体会議, 静岡, 2004年7月.

N. SARUKURA, “Development of Future All-Solid-State, Ultraviolet, Terawatt Laser System using Ce:LiCAF as a Gain Medium,” IWPA, Vietnam, April 2004.

S. ONO and N. SARUKURA, “All-solid-state, ultraviolet, high power laser system using Ce:LiCAF as a gain medium,” The 22nd SPP Physics Congress, Tagbilaran City, Bohol, October 2004.

B-5) 特許出願

特願平10-018498, 「高出力遠赤外光発生方法及びその装置」, 猿倉信彦、大竹秀幸(JST), 1998年.

特願平10-048318, 「THz電磁波発生制御方法」, 腰原伸也、猿倉信彦、嶽山正二郎、宗片比呂夫、南不二雄(財) 神奈川科学技術アカデミー), 1998年.

特願2000-109977, 「分光素子と遠赤分光装置」, 猿倉信彦、鈴井光一、矢野隆行、大竹秀幸(JST), 2000年.

特願2000-331796, 「発光材及びそれを用いた光源装置」, 川辺豊、山中明生、花村榮一、堀内大嗣、猿倉信彦、大竹秀幸(JST), 2000年.

特願2001-135236, 「光学材料」, 猿倉信彦、村上英利、大竹秀幸、山瀬利博、西 信之、井上克也(岡崎国立共同研究機構長), 2001年.

B-6) 受賞、表彰

猿倉信彦, 電気学会論文発表賞 (1994).

猿倉信彦, レーザー研究論文賞 (1998).

猿倉信彦, JJAP論文賞(ERATO 河村他)(2001).

和泉田真司, 大幸財団学芸奨励生 (1998).

劉振林, レーザー学会優秀論文発表賞 (1998).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員

Ultrafast Phenomena, program committee (1997-2002).
Ultrafast Phenomena, local committee (2003-2004).
Advanced Solid- State lasers, program committee (1999-2002).
応用物理学会プログラム委員 (1997-2002).
レーザー学会年次大会実行委員 (1998-).
レーザー学会中部支部組織委員 (1998-)
電気学会光量子デバイス技術委員 (1998-).
電気学会アドバンスドコヒーレントライトソース調査専門委員会委員長 (2001-2002).
Femtosecond Technologyプログラム委員 (1998-1999).
Ultrafast Optics, program committee (2002-).
THz 2003, program committee (2002-2003).
Laser and Nonlinear Optical Materials, program committee (2002-2003).
Conference on Laser and Electro-Optics/ Pacific Rimプログラム委員 (2002-).
第28回赤外とミリ波に関する国際会議プログラム委員 (2002-2003).

学会誌編集委員

レーザー研究, 編集委員 (1997-).
JJAP編集委員 (1999-).
JJAP Head Editor (2001-).
IEEE JSTQE編集委員 (2000-2001).

B-8) 他大学での講義、客員

名古屋工業大学, 「機能工学特別講義III」, 2004年4月-2005年3月.

B-9) 学位授与

高橋啓司, 「Development of intense and ultrashort terahertz radiation sources using semiconductor surfaces under magnetic field」, 2004年3月, 博士(工学)

B-10) 外部獲得資金

奨励研究(A), 「新紫外波長可変レーザーを用いた全固体高出力超短パルスレーザーシステム」, 猿倉信彦 (1996年-1998年).
奨励研究(A), 「紫外波長可変レーザー結晶を用いた高エネルギー出力抽出への試み」, 猿倉信彦 (1999年-2000年).
特定領域研究(B)(2), 「高強度テラヘルツ電磁波による画像新知覚化システムの構築」, 猿倉信彦 (1999年-2001年).
奨励研究(A), 「連続波レーザー光励起増幅器によるフェムト秒モード同期固体レーザーの高平均出力化」, 猿倉信彦 (2001年-2002年).
基盤研究(B)(2)(展開), 「高強度テラヘルツ電磁波を利用した環境ホルモン物質高感度小型検出システムの開発」, 猿倉信彦 (2001年-2004年).

特定領域研究(2),「テラワット紫外全固体超短パルスレーザーの開発」, 猿倉信彦 (2003年).

特定領域研究(2),「非同軸配置のパラメトリック増幅法による真空紫外超短パルスレーザー開発」, 猿倉信彦 (2004年-2005年).

学振特別研究員奨励費,「光結晶ファイバーを用いたテラヘルツ波ピグテイルによる生体分子の実時間計測近接場顕微分析装置の開発」, Alex Quema (2004年-2005年).

若手研究(B),「紫外全固体レーザーのテラワット化にむけた高効率、高出力な新增幅器の開発」, 小野晋吾 (2004年-2006年).

科学技術振興事業団,「高出力遠赤外発生装置」, 猿倉信彦 (1999年).

科学技術振興事業団,「紫外レーザー材料の開発」, 猿倉信彦 (1999年-2000年).

中小企業総合事業団(NEDO再受託),「強磁場増強THz放射による時系列変換時間分解分光システムの研究開発」, 猿倉信彦 (1999年-2000年).

C) 研究活動の課題と展望

遠赤外超短パルスレーザーには、その実用という点において、ミリワット級のアベレージパワーを持つテラヘルツ放射光源が必要となる。我々のグループでは、半導体基板に強磁場を印加したテラヘルツエミッタを用いることで、平均出力でサブミリワット級のテラヘルツ電磁波光源を実現し、今まで非常に難しいとされていたテラヘルツ領域の時間分解分光も容易に行うことが可能となった。現在我々は、これを分光測定に実際に使用し、タンパク質の分光測定やナフトール異性体の同定、ナフトール単結晶の構造相転移現象の観測など、すでにいくつかの成果を上げつつある。また、レンズダクトを使用した、テラヘルツ光を扱う新たな光学デバイスや、テラヘルツ領域だけでなく、可視・近・中赤外領域でも透明な新たな光学材料の開発など、テラヘルツ光を物性測定のツールとして用いるのに必要な周辺技術についても研究を行っている。これらを通し、テラヘルツ分光を新たな物性物理分野として確立しようと努力している。

また新紫外光学材料については、これまでの研究で、セリウム添加フッ化物結晶による紫外波長可変全固体レーザーの開発に成功した。今後はこれを用い、新たな紫外非線形材料の探索や新紫外レーザー結晶の特性評価などの物性研究を行う予定である。

平等拓範(助教授)

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：広帯域波長可変クロマチップレーザーの研究

a) 高性能マイクロチップ固体レーザーの研究

a1) 固体レーザー材料の研究

a2) 高輝度Ndレーザーの研究

a3) 高性能Ybレーザーの研究

b) 高性能非線形光学波長変換チップの研究

b1) 高効率中赤外光発生法の研究

b2) 高性能QPMチップ作成法の研究

b3) 多機能非線形波長変換法の研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

中赤外域から紫外域にわたる多機能な応用光計測を可能とする高機能・広帯域波長可変クロマチップレーザー(Chromatic Microchip Laser System; Chroma-Chip Laser)をめざして以下のような研究を進めている。

a1) 驚くべき事に代表的な固体レーザー材料であるNd:YAGにおいてすら、その誘導放出断面積や蛍光寿命など設計に必要な基礎パラメータは文献により数倍以上の違いがあり、種々の場面で混乱を引き起こしている。我々は、希土類添加固体材料における発光過程の解析を行い、従来手法の矛盾を解消できるハイブリッド法を確立した。これにより新材料に対する正当な評価が可能となるだけでなく、従来レーザー材料に対する新機能の発見も可能となる。半導体レーザー(LD)励起固体レーザー(DPSSL)の中でも代表的なNd:YAGレーザーは、これまでGaAlAs-LDに適した808 nm($^4I_{9/2} \rightarrow ^4F_{5/2}$)に強い吸収があったことも幸いし、1980年代半ばより飛躍的な発展を遂げた。しかし、1064 nm発振に対する原子量子効率を76%と制限する要因ともなっていた。我々は、最近になりNd³⁺高濃度添加YAGにおいて上準位直接励起($^4I_{9/2} \rightarrow ^4F_{3/2}$)を行うことでレーザー性能が著しく向上することを見出した。一方で、YAGの結晶構造に対する詳細な研究により、励起に付随し誘起される熱複屈折特性を大幅に改善できる新構成を発見した。YAGに関する研究の殆どは30年近く前に成された解析に帰着するが、これに致命的な誤りがあった。基礎に立ち返った検討の結果、従来広く用いられている熱複屈折解消法を必要としない簡便な手法を提案することができた。また、新材料探索としてNd高濃度添加の可能なセラミックYAG、スペクトル幅を制御できるセラミックYSAG、高い吸収係数を有するNd:GdVO₄などLD励起マイクロチップ固体レーザーの観点より材料開発に強い他機関と連携しながら研究、開発を進めている。

a2) 小型固体レーザーの究極であるマイクロチップレーザーの高輝度化を、代表的なNd系固体レーザーを中心に進めている。これまでにモード品質を示す量として導入されつつあるM²因子を用いた設計法を提案、レーザー上準位直接励起法と併せNd:YVO₄、Nd:GdVO₄マイクロチップレーザーにおいて、入射光に対しスローブ効率80%を達成している。次に、高輝度化を図るためNd:YAG結晶にCr:YAGを併用した受動Qスイッチレーザーを試作、高平均出力化だけでなく高尖頭値化を図った。すでに、パルスエネルギー960 μJ、パルス幅400 psを得ている。尖頭値は1.7 MWにも達し、M²値が1.05であることより輝度にして0.14 PW/sr-cm²と従来は特殊な大型装置でしか実現できなかった

高輝度出力特性を、親指サイズでバッテリー駆動可能な低消費電力において実現した。さらに、単一縦モード発振である事より、非線形光学波長変換も容易となる。結果をb3)において言及する。

a3) 90年代に入り、レーザーには不向きとされていたYb系材料が、LD励起により高性能なレーザーとなり得ることが報告された。以来、我々はこの分野でも先導的な研究を行ってきた。高出力化が期待されているYb:YAGは、高効率発振が可能と言われながらも準四準位レーザーであるため、励起状態に敏感であり、条件によっては、発振効率が大きく損なわれる欠点を有する。DPSSLの励起光源であるLDは、ビーム品質が劣悪であるため、その高密度励起光学系の設計が困難であったが、 M^2 因子設計法を改良することでDPSSLの最適化を容易にした。これまでに、厚み400 μm のYb:YAGマイクロチップ結晶から、1 μm 領域において85 nmと蛍光幅の9倍にも及ぶ広帯域波長可変動作を実現した。さらに、Yb:YSAGセラミックスにおいてSESAMを用いることで280 fsまでの超短パルス発生を実証した。一方、マイクロチップレーザーの高出力化を図るため、励起パワーのスケーリングが容易なエッジ励起法を考案し、準CW励起により最大出力400 W、スロープ効率50%を、またCW出力130 Wを直径5 mm、厚み300 μm のコアから取り出すことに成功した(最近CW 300 Wを達成)。現在、これらを融合した高平均出力の超短パルスレーザーについて検討を進めている。

b1) レーザーは高輝度の優れた光源であるが、発振波長が限定されていることがその応用を制限していた。非線形光学に基づく波長変換法ではレーザー光のコヒーレンス特性を損なわずに高効率に異なった波長に変換できる特長を持っている。しかしながら、分子科学に限らず種々の応用分野から、より高度な非線形光学波長変換法が求められている。最近提案された擬位相整合(Quasi Phase Matching: QPM)波長変換法では、位相整合条件を光リソグラフィによるデジタルパターンで設計できるため変換効率や位相整合波長が設計できるだけでなく空間領域、周波数領域、時間領域で位相整合特性を設計できる。

本研究では、OPO、DFGを組み合わせることで波長6 μm 領域の広帯域赤外光を高効率に発生することを検討している。ここでは、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3)にQPM構造を導入したQPM- LiNbO_3 を検討している。この場合、最適な周期や領域長が決定されれば、光リソグラフィにより1つの結晶上にOPOとDFGの2つの機能を持たせることも可能になる。これまでにOPOによる3 μm 域までの中赤外光発生を確認した。

b2) QPMデバイスには材料として LiNbO_3 が広く用いられているが、従来のプロセスでは分極を反転させるための印加高電界を深さ方向に制御することが不可能であり、原理的な検証は可能でも実用的な出力を得ることは困難であった。現在、初期的なQPM- LiNbO_3 を用いた赤外光発生実験と高出力化のための大断面積QPM- LiNbO_3 作成プロセス開発を並行して進めている。これまでに厚さ5 mmの $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶に周期30 μm のQPM構造作成に成功しており、中赤外域で77 mJ(12 ns)にも及ぶ高エネルギーQPM-OPOを実証した。結晶はノンコートながらスロープ効率は70%にも及ぶ高効率特性が得られた。

b3) 一方、QPM法では波長変換特性を設計できるものの許容幅が狭くなることが問題であった。非線形材料の分散特性を詳細に調べ、 $\text{MgO}:\text{LN}$ の d_{31} を用いることで通信に有用な1.56 μm で $\partial\Lambda/\partial\lambda = 0$ となることを見出し、実験により52 nmの広帯域位相整合特性を実証した。このことは通信領域での超短パルスの取り扱いを可能とするものであり、今後の展開が期待されている。また、試作したLD励起Nd:GdVO₄マイクロレーザー励起により、CW出力1.4 Wの緑色光(532 nm)であるSH光を単行で発生する事に成功した。続いて紫外光(354 nm)であるSF光、ディスプレイなどに有用な深青色光(456 nm)である912 nmのSH光を得た。さらには受動Qスイッチマイクロチップレーザーを用いて、波長355 nmの紫外光から数100 μm までのテラヘルツ光発生を手のひらサイズの光学系で実証した。

以上、広帯域波長可変光源をめざして高輝度マイクロチップレーザー、高性能非線形波長変換チップ、さらに新規光源を用いた新しい応用までを含めた研究開発を進めている。

B-1) 学術論文

- W. K. JANG, T. TAIRA, Y. SATO and Y. M. YU**, “Laser Emission under $^4F_{5/2}$ and $^4F_{3/2}$ Pumping in Nd:LSB Micro-Laser,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, 70–72 (2004).
- S. ASHIHARA, T. SHIMURA, K. KURODA, N. E. YU, S. KURIMURA, K. KITAMURA, M. CHA and T. TAIRA**, “Optical Pulse Compression Using Cascaded Quadratic Nonlinearities in Periodically Poled Lithium Niobate,” *Appl. Phys. Lett.* **84**, 1055–1057 (2004).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “Saturation Factors of Pump Absorption in Solid-State Lasers,” *IEEE J. Quantum Electron.* **40**, 270–280 (2004).
- N. PAVEL, I. SHOJI, T. TAIRA, K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA and K. YAMAMOTO**, “Room-Temperature, Continuous-Wave 1-W Green Power by Single-Pass Frequency Doubling in a Bulk Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Crystal,” *Opt. Lett.* **29**, 830–832 (2004).
- R. KAWAI, Y. MIYASAKA, K. OTSUKA, J.Y. KO, I. SHOJI and T. TAIRA**, “Oscillation Spectra and Dynamic Effects in a Highly-Doped Microchip Nd:YAG Ceramic Laser,” *Opt. Express* **12**, 2293–2301 (2004).
- Y. SATO, J. SAIKAWAI, SHOJI, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Spectroscopic Properties and Laser Operation of Nd:Y₃ScAl₄O₁₂ Polycrystalline Gain Media, Solid-Solution of Nd:Y₃Al₅O₁₂ and Nd:Y₃Sc₂Al₃O₁₂ Ceramics,” *J. Ceram. Soc. Jpn. Supple.* **112**, 313–316 (2004).
- I. SHOJI, T. TAIRA, A. IKESUE and K. YOSHIDA**, “Reduction of the Thermal Load by Laser Oscillation in Highly Nd³⁺-Doped Ceramic YAG,” *OSA TOPS* **94**, 415–420 (2004).
- N. PAVEL, I. SHOJI, T. TAIRA, K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA and K. YAMAMOTO**, “High-Power Green Generation at Room Temperature in a Periodically Poled MgO:LiNbO₃ by Frequency Doubling of a Diode End-Pumped Nd:GdVO₄ Laser,” *OSA TOPS* **94**, 196–202 (2004).
- J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Optical Properties of Yb³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Lasers,” *OSA TOPS* **94**, 222–226 (2004).
- T. DASCALU, N. PAVEL, M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “High Power Microchip Composite Yb:YAG Laser,” *OSA TOPS* **94**, 245–250 (2004).
- Y. SATO, T. TAIRA, O. NAKAMURA and Y. FURUKAWA**, “Spectroscopic Properties of Disordered Single Crystals: Solid-Solution of Gd₃Ga₅O₁₂ and Nd₃Ga₅O₁₂,” *OSA TOPS* **94**, 288–292 (2004).
- J. SAIKAWA, Y. SATO, I. SHOJI, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Passively Mode-Locked Nd³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Laser with a Cascaded Quadratic Nonlinear Mirror,” *OSA TOPS* **94**, 319–322 (2004).
- Y. SATO, N. PAVEL and T. TAIRA**, “Spectroscopic Properties and Near Quantum-Limit Laser-Oscillation in Nd:GdVO₄ Single Crystal,” *OSA TOPS* **94**, 405–409 (2004).
- I. SHOJI, T. TAIRA, A. IKESUE and K. YOSHIDA**, “Reduction of the Thermal Load by Laser Oscillation in Highly Nd³⁺-Doped Ceramic YAG,” *OSA TOPS* **94**, 415–420 (2004).
- K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA, K. YAMAMOTO, N. PAVEL and T. TAIRA**, “Continuous-Wave Deep Blue Generation in a Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Crystal by Single-Pass Frequency Doubling of a 912-nm Nd:GdVO₄ Laser,” *Jpn. J. Appl. Phys. Express.* **43**, L1293–L1295 (2004).
- N. PAVEL, I. SHOJI and T. TAIRA**, “Continuous-Wave High-Power Nd:YAG-KNbO₃ Laser at 473 nm,” *Opt. Laser Tech.* **36**, 581–585 (2004).

M. HARADA, K. MURAMATSU, Y. IWASAKI, S. KURIMURA and T. TAIRA, “Periodic Twinning in Crystal Quartz for Optical Quasi-Phase Matched Secondary Harmonic Conversion,” *J. Mater. Res.* **19**, 969–972 (2004).

J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE, “Absorption, Emission Spectrum Properties, and Efficient Laser Performances of Yb:Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramics,” *Appl. Phys. Lett.* **85**, 1898–1900 (2004).

H. ISHIZUKI, I. SHOJI and T. TAIRA, “High-Energy Quasi-Phase-Matched Optical Parametric Oscillation in a 3-mm-Thick Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Device,” *Opt. Lett.* **29**, 2527–2529 (2004).

K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA, K. YAMAMOTO, N. PAVEL and T. TAIRA, “Continuous-Wave Ultraviolet Generation at 354 nm in a Periodically Poled MgO:LiNbO₃ by Frequency Tripling of a Diode End-Pumped Nd:GdVO₄ Microlaser,” *Appl. Phys. Lett.* **85**, 3959–3961 (2004).

J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE, “Passive Mode Locking of a Mixed Garnet Yb:Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Laser,” *Appl. Phys. Lett.* **85**, 5845–5847 (2004).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

Y. AOYAGI, T. TAIRA and I. SHOJI, “Thermal Analysis Simulation Using Depolarization Loss in Solid-State Microchip Laser,” *SICE Annual Conference*, Fukui University, August 4–6, 2410–2415 (2003).

J. YI, H. ISHIZUKI, I. SHOJI and T. TAIRA, “Grating Period and Temperature Dependence of OPO Wavelength in 5 mol.% MgO:PPLN Cavity,” *Proceedings of the 11th International Symposium on Laser Spectroscopy*, vol. 11, no. 3, Daejeon, Korea, November 7–8, 116–119 (2003).

I. SHOJI, T. TAIRA, A. IKESUE and K. YOSHIDA, “Reduction of the Thermal Load in Highly Nd³⁺-Doped Ceramic YAG by Laser Oscillation,” OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, MB1 (2004).

J. SAIKAWA, Y. SATO, I. SHOJI, T. TAIRA and A. IKESUE, “Passively Mode-Locked Nd³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Laser,” OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, TuB17 (2004).

T. DASCALU, N. PAVEL, M. TSUNEKANE and T. TAIRA, “Continuous-Wave 90-W Output Power Diode Edge-Pumped Microchip Composite Yb:YAG Laser,” OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, WA2 (2004).

J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE, “Spectroscopic Properties and Efficient Laser Performances of Yb³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramics,” OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, WB1 (2004).

Y. SATO, N. PAVEL and T. TAIRA, “Near Quantum Limit Laser Oscillation and Spectroscopic Properties of Nd:GdVO₄ Single Crystal,” OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, WB5 (2004).

Y. SATO, T. TAIRA, O. NAKAMURA and Y. FURUKAWA, “Spectroscopic Properties of Heavily Nd³⁺-Doped GGG and NdGG Single Crystals,” OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, WB6 (2004).

- N. PAVEL, I. SHOJI, T. TAIRA, K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA and K. YAMAMOTO**, “High-Power Green Generation at Room Temperature in a Periodically Poled MgO:LiNbO₃ by Frequency Doubling of a Diode End-Pumped Nd:GdVO₄ Laser,” *OSA Topical meeting on Advanced Solid-State Photonics*, Santa Fe, New Mexico, USA, 1–4 February 2004, WD3 (2004).
- H. ISHIZUKI, I. SHOJI and T. TAIRA**, “High Energy Optical Parametric Oscillation Using 3-mm-thick Periodically Poled MgO:LiNbO₃,” *Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004*, San Francisco, California, USA, May 16–21, CTuA3 (2004).
- J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Passively Mode-Locked Yb³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Laser,” *Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004*, San Francisco, California, USA, May 16–21, CTuT6 (2004).
- T. DASCALU, M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “Investigation of Temperature Distribution and Phase Distortion in High-Power Diode Edge-Pumped Microchip Composite Yb:YAG Laser,” *Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004*, San Francisco, California, USA, May 16–21, CThT56 (2004).
- N. PAVEL, I. SHOJI and T. TAIRA**, “Continuous-Wave High-Power Nd:YAG-KNbO₃ Blue Laser at Room Temperature,” *Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004*, San Francisco, California, USA, May 16–21, CThT65 (2004).
- Y. SATO, N. PAVEL and T. TAIRA**, “Comparative Study of Nd:GdVO₄ and Nd:YVO₄:Laser Oscillation under 808-nm and 879-nm Pumping,” *Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004*, San Francisco, California, USA, May 16–21, CThJJ7 (2004).
- N. PAVEL, I. SHOJI, T. TAIRA, K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA and K. YAMAMOTO**, “1-W Green Generation by Frequency-Doubling of a Diode End-Pumped Nd:GdVO₄ Laser in a Bulk Periodically Poled MgO:LiNbO₃ at Room Temperature,” *Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004*, San Francisco, California, USA, May 16–21, CFE4 (2004).
- N. PAVEL, T. TAIRA, K. MIZUUCHI, A. MORIKAWA, T. SUGITA and K. YAMAMOTO**, “Continuous-Wave Ultraviolet Generation at 354 nm in a Periodically Poled MgO:LiNbO₃,” *Nonlinear Optics:Materials, Fundamentals and Applications*, Waikoloa, Hawaii, Aug. 2–6, TuA2 (2004).
- N. PAVEL, T. TAIRA, Y. TAMAOKI and H. KAN**, “Continuous-Wave High-Power Intracavity Frequency-Doubled Nd:GdVO₄-LBO Green Laser,” *Nonlinear Optics:Materials, Fundamentals and Applications*, Waikoloa, Hawaii, Aug. 2–6, WD6 (2004).
- J. WISDOM, R. GAUME, S. WONG, T. PLETTNER, R. ROUTE, R. FEIGELSON, M. DIGONNET, R.L. BYER, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Transparent Ceramic Fabrication, Performance and Characterization at Stanford University,” *Stanford Photonics Research Center(SPRC), 2004 Annual Report*, Stanford University, September 13-15A (2004).
- K. KASAZUMI, A. MORIKAWA, T. SUGITA, K. MIZUUCHI, K. YAMAMOTO, N. PAVEL and T. TAIRA**, “A Laser Light Source Generating Ultra-Violet and Green Light for Holographic Memory System,” *International Symposium on Optical Memory ISOM'04*, Jeju Island, Korea, October 11–15, Th-I-05 (2004).

B-4) 招待講演

平等拓範,「Advanced Solid-State Photonics 2004(1-4 Feb.)報告」,第4回光材料・応用技術研究会,東京,2004年3月。

平等拓範,「擬似位相整合(QPM)MgO:LiNbO₃素子の可能性:作製プロセスと高効率 波長変換特性」,東京工業大学,東京,2004年4月.

T. TAIRA, “Promise of QPM-MgO:LiNbO₃ Devices: Fabrication Process and Highly Efficient Wavelength Conversion at Room Temperature,” Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2004, CMA4, San Francisco (U. S. A.) May 2004.

平等拓範,「最先端技術 高出力固体レーザーとその応用」,日本自動車部品総合研究所,2004年6月.

平等拓範,「小型マイクロチップレーザーの動向」,第1回小型高効率固体レーザー光源実用化に関する研究会,名古屋,2004年6月.

平等拓範,「小型マイクロチップレーザーの動向」,物質材料研究機構,つくば 2004年8月.

平等拓範,「波長可変マイクロチップ固体レーザーの最前線」,基礎生物学研究所研究会,2004年11月.

平等拓範,「高輝度マイクロチップレーザーの現状と展望」,第62回レーザー加工学会大会,大阪,2004年12月.

T. TAIRA, “Mixed Garnet Yb:Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Lasers,” Stanford Univ., CA (U. S. A.), December 2004.

T. TAIRA, “Next Generation of Laser Ceramics,” University of California, Los Angeles (U. S. A.), December 2004.

B-5) 特許出願

特公平7-69804,「データ処理装置」,平等拓範、松尾雅仁(三菱電機 株)),1988年.

第2618723,「テスト回路」,平等拓範、是松次郎(三菱電機 株)),1989年.(符号理論を適用したマイクロプロセッサのテスト回路)US Patent, No. 5,247,525.

特開平6-88979,「Qスイッチ・第2高調波発生複合素子」,平等拓範、小林喬郎(住友セメント 株)(株)応用光電研究室、平等拓範、小林喬郎),1992年.

特開平10-84155,「固体レーザー装置」,平等拓範、鈴木剛(株)リコー),1996年. US Patent, No. 6,026,101.

特開平11-46026,「レーザー励起固体レーザーの設計法」,平等拓範(平等拓範、ホーヤ 株)),1997年.

特開2000-216468,「レーザー発振器」,佐々木基、小関良治、平等拓範(澁谷工業 株)),1999年.

特開2001-220223,「レーザー媒質およびその製造方法、ならびにそのレーザー媒質を用いたレーザー発振器」,池末明生、吉田國雄、平等拓範(レッドゴールド 株)),2000年.

特開2002-136506,「血糖値検出装置」,佐々木基、小関良治、平等拓範(澁谷工業 株)),2000年.

特開2002-141585,「固体レーザー発振装置」,佐々木基、小関良治、平等拓範(澁谷工業 株)),2000年.

特開2002-223021,「レーザー発振素子、レーザー発振装置、レーザー発振素子用共振器、及びレーザー発振素子共振器用ホスト結晶」,石井満、平等拓範、今枝美能留(日本碍子 株)),2001年.

特開2002-372731,「波長変換、光演算素子」,栗村直、平等拓範、谷口浩一(三菱電線工業 株) 栗村直、平等拓範),2001年.

特開2003-15175,「固体光源装置」,山本修平、平野嘉仁、庄司一郎、平等拓範、栗村 直(三菱電機 株)),2001年.

特開2003-75876,「角膜手術装置」,山田 毅、笠松充男、栗村直、平等拓範(株)ニデック),2001年.

特開2003-86873,「受動Qスイッチレーザー」,酒井 博、曽根明弘、菅 博文、平等拓範(浜松ホトニクス 株)),2001年.

特開2003-198019,「レーザー光源」,菅 博文、曽根明弘、酒井 博、平等拓範、ニコライ・パベル、ボイク・ルベイ(浜松ホトニクス 株)),2001年.

特開2003-158325,「受動Qスイッチレーザー」,酒井 博、曽根明弘、菅 博文、平等拓範(浜松ホトニクス 株)),2002年.

特開2003-229619,「光学素子」,平等拓範、庄司一郎(JST),2002年.

特開2003-332657,「レーザーシステム」, 和田智之、小川貴代、平等拓範、庄司一郎、佐藤庸一、ボイク・ルペイ、ニコライ・パベル(株)メガオプト) 2002年.

特開2004-119487,「レーザ装置」, 平等拓範、ニコライ・パベル、ボイク・ルペイ、庄司一郎(JST) 2002年.

特開2004-152817,「レーザ装置」, 平等拓範、トライアン・ダスカル、ニコライ・パベル(JST) 2002年.

特開2004-356479,「レーザー装置」, 平等拓範、トライアン・ダスカル(JST) 2003年.

特願2003-275522,「レーザ装置」, 菅 博文、曽根明弘、平等拓範、古川保典(岡崎国立共同研究機構長、(株)オキサイド、浜松ホトニクス(株)) 2003年.

特願2003-375057,「固体レーザー装置」, 平等拓範、常包正樹(JST) 2003年.

特願2004-87361,「レーザー装置」, 平等拓範、常包正樹(JST) 2004年.

特願2004-87362,「固体レーザー装置の光ガイドの光入射窓」, 平等拓範、常包正樹、トライアン・ダスカル(JST) 2004年.

特願2004-87363,「固体レーザー装置」, 平等拓範、常包正樹(JST) 2004年.

特願2004-282428,「レーザ装置」, 平等拓範、佐藤庸一、玉置善紀(自然科学研究機構、(株)オキサイド、浜松ホトニクス(株)) 2004年.

特願2004-280425,「レーザ装置」, 平等拓範、ニコライ・パベル、玉置善紀(自然科学研究機構、(株)オキサイド、浜松ホトニクス(株)) 2004年.

特願2004-258947,「受動Qスイッチレーザ装置」, 平等拓範、酒井 博、菅 博文(自然科学研究機構、浜松ホトニクス(株)) 2004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).

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

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

平等拓範, 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).

平等拓範, レーザー学会, 研究会委員 (1999-).

平等拓範, 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).

平等拓範, 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).

平等拓範(財)光産業技術振興協会, 光材料・応用技術研究会幹事 (2004-).

平等拓範(社)レーザー学会, 学術講演会プログラム委員 (2001, 2004).

平等拓範, LASERS 2001, 国際会議プログラム委員 (2001).

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

平等拓範, 理化学研究所, 非常勤研究員 (1999-).

平等拓範, 物質・材料研究機構, 客員研究員 (2001-).

平等拓範, NEDO評価委員 (2004-).

科学研究費の研究代表者、班長等

平等拓範, 奨励研究(A) (No. 08750054) (1995).

平等拓範, 重点領域(2) (No. 07246220)(1995), (No. 08236216)(1996), (No. 09222207)(1997).

平等拓範, 奨励研究(A) (No. 10750245) (1998-1999).

平等拓範, 基盤(B)(2) 展開研究(No. 10555016) 研究代表者 (1998-2000).

平等拓範, 特別研究奨励費(No. 10-98381) 研究代表者 (1999-2000).

平等拓範, 基盤(B)(2) 一般研究(No. 11694186) 研究代表者 (1999-2001).

平等拓範, 地域連携推進研究(No. 12792003) 研究代表者 (2000-2002).

平等拓範, 科学技術振興調整費 <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) 研究代表者 (2002-2005).

平等拓範, 基盤(A)(2) 一般研究(No. 15206073) 研究代表者 (2003-).

B-8) 他大学での講義、客員

福井大学, 「電気・電子工学特別講義第三」, 2004年12月13日.

福井県中小企業産業大学校, 「超短パルスレーザーの基礎技術」, 2004年11月4日.

福井大学, 非常勤講師, 1999年- .

B-9) 外部獲得資金

奨励研究(A), 「半導体レーザー励起高効率単一縦モード発振Yb:YAGリングレーザーの研究」, 平等拓範 (1995年).

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, 「ヒートシンク一体型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-2007年).

応用光電研究室,「Yb:YAGレーザー研究助成」, 平等拓範 (1996年).

HOYA(株),「Ybレーザー研究助成」, 平等拓範 (1996年).

(株)ユニタック,「半導体レーザー励起固体レーザーに関する研究補助」, 平等拓範 (1997年).

HOYA(株)R&Dセンター,「高安定化Yb固体レーザーの研究助成」, 平等拓範 (1997年).

HOYA(株),「LD励起Yb:YAG及びYb:ガラスレーザーの研究開発」, 平等拓範 (1998年).

三菱電機(株),「擬似位相整合波長変換デバイスに関する研究助成」, 平等拓範 (1999年).

(株)澁谷工業,「高性能レーザー開発研究の支援」, 平等拓範 (1999年).

カンタム(株),「マイクロチップレーザーの研究助成」, 平等拓範 (1999年).

(財)光科学技術研究振興財団,「高機能レーザー応用のための新型青緑光域波長可変高コヒーレントYb:YAGマイクロチップレーザーの開発研究」, 平等拓範 (1999年-2000年).

(株)澁谷工業,「LD励起固体レーザー研究補助」, 平等拓範 (2002年).

三菱電機(株),「高出力Yb:YAGレーザーの研究」, 平等拓範 (1996年).

リコー応用電子研究所,「固体レーザーに関する研究」, 平等拓範 (1996年).

科学技術振興事業団,「高精度応用計測をめざした多機能な中・遠赤外光発生デバイスの開発研究」, 平等拓範 (2000年).

浜松ホトニクス(株),「高輝度波長可変クロマチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2000年).

澁谷工業(株),「LD励起固体Yb:YAGレーザーモジュールの研究開発」, 平等拓範 (2000年).

(財)福井県産業支援センター,「超短パルスマイクロチップレーザー及び超短パルス増幅器の開発」, 平等拓範 (2000年).

(財)福井県産業支援センター,「中赤外領域波長可変高出力OPOの開発」, 平等拓範 (2000年).

浜松ホトニクス(株),「高輝度波長可変クロマチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2001年).

(財)福井県産業支援センター,「超短パルスマイクロチップレーザー及び超短パルス増幅器の開発」, 平等拓範 (2001年).

(財)福井県産業支援センター,「中赤外領域波長可変高出力OPOの開発」, 平等拓範 (2001年).

(株)リコー,「擬似位相整合波長変換デバイスの高出力化の研究」, 平等拓範 (2001年).

(株)ニコン,「水晶を用いた擬似位相整合非線形光学素子の開発」, 平等拓範 (2001年).

浜松ホトニクス(株),「高輝度波長可変クロマチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2002年).

浜松ホトニクス(株),「ホットバンド励起Nd:YAGレーザー」, 平等拓範 (2002年).

(財)福井県産業支援センター,「超短パルスマイクロチップレーザー及び超短パルス増幅器の開発」, 平等拓範 (2002年).

(財)福井県産業支援センター,「中赤外領域波長可変高出力OPOの開発」, 平等拓範 (2002年).

(株)リコー,「高出力擬似位相整合非線形波長変換デバイス用高アスペクト分極反転法の開発」, 平等拓範 (2002年).

浜松ホトニクス(株),「高輝度波長可変マイクロチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2003年).

(財)福井県産業支援センター,「超短パルスYb:YAGレーザーの開発」, 平等拓範 (2003年).

(株)リコー,「小型・高出力波長変換レーザー光源の研究」, 平等拓範 (2003年).

サンクス(株),「Yb:YAGパルスレーザー」, 平等拓範 (2003年).

松下電器産業(株),「レーザーディスプレイ用マイクロチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2003年).

浜松ホトニクス(株),「高輝度マイクロチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2004年).

(財)福井県産業支援センター,「超短パルスYb:YAGレーザーの開発」, 平等拓範 (2004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 (2004年).

サンクス(株),「Yb:YAGパルスレーザー」, 平等拓範 (2004年).

松下電器産業(株)「レーザーディスプレイ用マイクロチップレーザーの研究」, 平等拓範 (2004年).

日本自動車部品総合研究所・デンソー,「マイクロチップレーザを用いたパルスレーザの高輝度化研究」, 平等拓範 (2004年).

C) 研究活動の課題と展望

結晶長が1 mm以下のマイクロチップ固体レーザーの高出力化、高輝度化、多機能化と高性能な非線形波長変換方式の開発により従来のレーザーでは困難であった、いわゆる特殊な波長領域を開拓する。このため新レーザー材料の開発、新レーザー共振器の開発を行う。さらに、マイクロチップ構造に適した発振周波数の単一化、波長可変化、短パルス化についても検討したい。この様な高輝度レーザーは多様な非線形波長変換を可能にする。そこで、従来の波長変換法の限界を検討するとともに、これまでの複屈折性を用いた位相整合法では不可能であった高機能な非線形波長変換を可能とする新技術である擬位相整合法のためのプロセス及び設計法の研究開発を行う。

近い将来、高性能の新型マイクロチップ固体レーザーや新しい非線形波長変換チップの研究開発により、中赤外域から紫外域にわたる多機能な応用光計測を可能とする高機能・広帯域波長可変クロマチップレーザー(Chromatic Microchip Laser System; Chroma-Chip Laser)が実現できると信じている。