

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) 遠赤外超短パルスレーザー
- b) 紫外波長可変固体レーザー
- c) 非線形光学
- d) 青色半導体レーザー
- e) 超高速分光
- f) 新真空紫外域光学窓材

A-3) 研究活動の概要と主な成果

- a) 遠赤外超短パルスレーザー：今までレーザーが存在していなかった遠赤外領域において、世界で初めて、強磁場を印加した半導体から、平均出力がサブミリワットの遠赤外放射(テラヘルツ放射)を得ることに成功した。このテラヘルツ放射の偏光が、磁場によって大きく変化することも発見した。また、昨年度にテラヘルツ放射の実験に用いた半導体非線形ミラーに磁場を印加することにより、テラヘルツ放射の増強を実現した。この領域は分子物質のフォノンやエキシトンを直接励起できることができるため非常に重要であるだけでなく、工業的応用においてもイメージングやセンシングなどの新たな手法となるため、世界的にも大いに注目されている。
- b) 紫外波長可変固体レーザー：紫外、および深紫外波長領域において、世界で初めて全固体、かつコンパクトな10 mJクラスの出力を持つ波長可変紫外超短パルスレーザーを実現した。この紫外、深紫外波長領域は様々な分子物質の分子科学の研究、特にオゾン層問題の研究や青色半導体レーザーの研究において必要不可欠と考えられる波長領域である。
- c) 非線形光学：半導体において、レーザー照射による遠赤外複素屈折率の変化を測定した。
- d) 青色半導体レーザー：青色で発光する窒化ガリウム系の半導体素子において精密な分光を行い、未解明の分野である発光メカニズムについて様々な知見を得た。窒化ガリウム系の半導体素子は、近年、青色半導体レーザー材料として急速に注目されてきている物質である。青色半導体レーザーにおいては、室温連続発振青紫色レーザーダイオードの寿命が1万時間を超えて製品化が間近になっているにもかかわらずその発振機構の解明には至っておらず、原点に戻って、InGaN系発光ダイオードの発光機構について、研究を進める予定である。
- e) 超高速分光：a)で述べたような強力な遠赤外放射光を用いて、様々な分子物質の超高速過渡分光を行う。現在、化合物半導体であるInAsIにおいて、清浄表面からのテラヘルツ電磁波放射の研究を、総合研究大学院大学光先端学科松本教授と行っており、表面とテラヘルツ電磁波に関連する多くの情報を得ている。また、神戸大学富永助教授、千葉大学西川教授と溶液、及び期待に関する超高速遠赤外分光の実験を行っており、成果をあげている。
- f) 新真空紫外域光学窓材：紫外、および深紫外波長領域におけるレーザー結晶に関するノウハウを用いて、放射光に用いることが可能な新しい真空紫外領域の窓材の研究を課題研究として行っており、いくつかの新結晶の開発に成功している。

B-1) 学術論文

- H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, Z. LIU, T. TSUKAMOTO and N. SARUKURA**, “Saturation of THz-radiation power from femtosecond-laser-irradiated InAs in a high magnetic field,” *Appl. Phys. Lett.* **76**, 1398 (2000).
- Z. LIU, H. MURAKAMI, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA**, “High-gain reflection-double pass, Ti:sapphire continuous-wave amplifier delivering 5.77 W average power, 82 MHz repetitionrate, femtosecond pulses,” *Appl. Phys. Lett.* **76**, 3182 (2000).
- H. OHTA, K. KAWAMURA, M. ORITA, M. HIRANO, N. SARUKURA and H. HOSONO**, “Current injection emiddion from atransparent p-n junction composed of *p*-SrCu₂O₂/*n*-ZnO,” *Appl. Phys. Lett.* **77**, 475 (2000).
- S. ONO, T. TSUKAMOTO, M. SAKAI, Z. LIU, H. OHTAKE, N. SARUKURA, S. NISHIZAWA, A. NAKANISHI and M. YOSHIDA**, “Compact THz-radiation source consisting of a bulk semiconductor, a mode-locked fiber laser, and a 2 T permanent magnet,” *Rev. Sci. Instrum.* **71**, 554 (2000).
- K. SAITOH, K. NISHIKAWA, H. OHTAKE, N. SARUKURA, H. MIYAGI, Y. SHIMOKAWA, H. MATSUO and K. TOMINAGA**, “Supercritical-fluid cell with device of variable optical path length giving fringe-free terahertz spectra,” *Rev. Sci. Instrum.* **71**, 4061 (2000).
- Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, N. MUJILATU, T. FUKUDA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA**, “Direct Generation of 27-mJ, 309-nm Pulses from a Ce³⁺:LiLuF₄ Oscillator Using a Large-Size Ce³⁺:LiLuF₄ Crystal,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, L88 (2000).
- Z. LIU, S. ONO, H. OHTAKE, N. SARUKURA, T. A. LIU, K. F. HUANG, and C. L. PAN**, “Efficient Terahertz Radiation Generation from a Bulk InAs Mirror as an Intracavity Terahertz Radiation Emitter,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, L366 (2000).
- Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, T. FUKUDA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA**, “High-pulse-energy ultraviolet Ce:LiCAF laser oscillator with newly designed pumping schemes,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, L466 (2000).
- K. KAWAMURA, N. SARUKURA, M. HIRANO and H. HOSONO**, “Holographic Encoding of Permanent Gratings Embdded in Diamond by Two Beam Interference of a Single Femtosecond Near-Infrared Laser Pulse,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, L767 (2000).
- H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, Z. LIU, T. TSUKAMOTO and N. SARUKURA**, “Intense THz radiation from femtosecond laser pulses irradiated InAs in a strong magnetic field,” *J. Lumin.* **87-89**, 902 (2000).
- H. OHTAKE, S. ONO, E. KAWAHATA, T. KOZEKI, H. MURAKAMI, Z. LIU and N. SARUKURA**, “Development of Intense and Compact THz-radiation source using femtosecond-laser irradiated InAs emitter in a high magnetic field,” *J. Chin. Chem. Soc.* **47**, 609 (2000).
- K. SHIMAMURA, S. L. BALDOCHI, N. MUJILATU, K. NAKANO, T. FUJITA, Z. LIU, N. SARUKURA and T. FUKUDA**, “Growth of Ce-doped LiCaAlF₆ and LiSrAlF₆ single crystals by the Czochralski technique under CF₄ atmosphere,” *J. Cryst. Growth* **211**, 302 (2000).
- I. M. RANIERI, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, T. FUJITA, Z. LIU, N. SARUKURA and T. FUKUDA**, “Crystal growth of Ce:LiLuF₄ for optical applications,” *J. Cryst. Growth* **217**, 151 (2000).
- H. OHTA, K. KAWAMURA, M. ORITA, M. HIRANO, N. SARUKURA and H. HOSONO**, “UV-emitting diode composed of transparent oxide semiconductors: *p*-SrCu₂O₂/*n*-ZnO,” *Electron. Lett.* **36**, 1 (2000).

Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, T. FUKUDA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Novel Design of High-Pulse-Energy Ultraviolet Ce:LiCAF Laser Oscillator,” *OSA TOPS Vol. 34 Advanced Solid State Lasers* 396 (2000).

T. KOZEKI, H. OHTAKE, N. SARUKURA, Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO and T. FUKUDA, “Direct Generation of 27-mJ, 309-nm Pulses From a Ce:LLF Oscillator Using a Large-Size Ce:LLF Crystal,” *OSA TOPS Vol. 34 Advanced Solid State Lasers* 400 (2000).

Z. LIU, S. ONO, H. OHTAKE, N. SARUKURA, T. LIU, K. F. HUANG and C. L. PAN, “Bulk InAs Mirror as a THz-Radiation Intra-Cavity Emitter in a Femtosecond Mode-Locked Ti:sapphire Laser,” *OSA TOPS Vol. 34 Advanced Solid State Lasers* 612 (2000).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

E. KAWAHATA, S. ONO, T. YANO, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “High Power THz Radiation from an Optimized InAs Emitter in a Magnetic Field Irradiated with Femtosecond Laser Pulses,” The European Conference on Lasers and Electro-Optics, Nice, paper CMB5 (2000).

H. MURAKAMI, Z. LIU, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Novel Double-Pass, High-Gain, Ti:Sapphire CW-Amplifier Delivering 82-MHz Repetition-Rate, 5.77-W Average-Power, Femtosecond Pulses,” The European Conference on Lasers and Electro-Optics, Nice, paper CTuC7 (2000).

H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, Z. LIU and N. SARUKURA, “Saturation of Intense THz-Radiation Power from Femtosecond-Laser Irradiated InAs in a High Magnetic Field,” The European Conference on Lasers and Electro-Optics, Nice, paper CTuK112 (2000).

M. SAKAI, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Observation of New Excitation Channel of Cerium Ion Through LiCAF Host Crystal,” The European Conference on Lasers and Electro-Optics, Nice, paper CWF27 (2000).

H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, Z. LIU, H. MURAKAMI and N. SARUKURA, “Femtosecond-laser-irradiated, magnetic-field enhanced, InAs THz-radiation emitter and its saturation effect in high magnetic field,” Nonlinear Optics, Hawaii, paper TuB2 (2000).

Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, T. FUKUDA, Y. SEGAWA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Tunable ultraviolet solid-state lasers using large Ce:fluoride crystals and new pumping scheme,” Nonlinear Optics, Hawaii, paper WA4 (2000).

Z. LIU, H. MURAKAMI, T. KOZEKI, S. ONO, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “High-average-power, high-repetition-rate, femtosecond Ti:sapphire lasers with intra-cavity and extra-cavity cw-amplification schemes,” Nonlinear Optics, Hawaii, paper WD4 (2000).

Z. LIU, S. ONO, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Bulk InAs mirror as a THz-radiation intra-cavity emitter in a femtosecond mode-locked Ti:sapphire laser,” *Advanced Solid-State Lasers*, Davos, paper TuB11 (2000).

T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Novel design of high-pulse-energy ultraviolet Ce:LiCAF laser oscillator,” *Advanced Solid-State Lasers*, Davos, paper WB1 (2000).

Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, N. MUJILATU, T. FUKUDA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Direct generation of 27-mJ, 309-nm pulses from a Ce:LLF oscillator using a large-size Ce:LLF crystal,” *Advanced Solid-State Lasers*, Davos, paper WB2 (2000).

- Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, N. MUJILATU, T. FUKUDA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA**, “High-pulse-energy ultraviolet Ce:LLF and Ce:LiCAF lasers using CZ-grown large-size crystals and new cavity configuration,” Conference on Lasers and Electro-Optics, California, paper CMD7 (2000).
- Z. LIU, S. ONO, H. OHTAKE and N. SARUKURA**, “High-average-power femtosecond Ti:sapphire laser with an intracavity continuous-wave amplifier,” Conference on Lasers and Electro-Optics, California, paper CMQ6 (2000).
- S. ONO, T. TSUKAMOTO, H. OHTAKE, E. KAWAHATA, T. YANO and N. SARUKURA**, “Optimum geometry of the THz-radiation source using femtosecond pulse irradiated InAs (100) in a magnetic field,” Conference on Lasers and Electro-Optics, California, paper CThX3 (2000).
- H. OHTAKE, M. SAKAI, Z. LIU and N. SARUKURA**, “Saturation of THz-radiation from femtosecond-laser irradiated InAs in a high magnetic field,” Quantum Electronics and Laser Science Conference, California, paper QThI4 (2000).
- Z. LIU, Y. SUZUKI, S. ONO, H. OHTAKE, N. SARUKURA, T. A. LIU, K. F. HUANG and C. L. PAN**, “Efficient THz radiation generation from a bulk InAs mirror as an intracavity emitter,” International Photonics Conference, Taiwan, paper W-S2-A003 (2000).
- T. KOZEKI, Y. SUZUKI, M. SAKAI, H. OHTAKE, N. SARUKURA, Z. LIU, K. SHIMAMURA and T. FUKUDA**, “Observation of new excitation channel of Cerium ion through LiCAF host crystal,” International Photonics Conference, Taiwan, paper F-T3-D004 (2000).
- N. SARUKURA, H. OHTAKE, H. MURAKAMI, S. ONO and T. TSUKAMOTO**, “Intense THz radiation from InAs irradiated with femtosecond laser pulses in a magnetic field,” Infrared and Millimeter Waves Conference Digest, paper TU-D4 (2000).
- H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, H. MURAKAMI and N. SARUKURA**, “Geometrical sophisticated, magnetic-field enhanced, InAs THz-radiation emitter,” 2000 International Terahertz Workshop, Sandbjerg Castle, Denmark, p. 70 (2000).
- H. OHTAKE, Y. SUZUKI, N. SARUKURA, S. ONO, T. TSUKAMOTO, A. NAKANISHI, S. NISHIZAWA, M. L. STOCK, M. YOSHIDA and H. ENDERT**, “Thermal receiver detectable THz radiation from InAs irradiated with 1.04-mm femtosecond fiber laser in a 2-T permanent magnet,” 8th International Conference on Terahertz Electronics, Darmstadt, paper SII. 2 (2000).
- H. MURAKAMI, Z. LIU, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA**, “Novel double-pass, high-gain, Ti:sapphire cw-amplifier,” The 7th International Workshop on Femtosecond Technology, Tsukuba, paper TC-40 (2000).
- H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, Z. LIU and N. SARUKURA**, “Saturation of intense THz-radiation power from Ti:sapphire laser irradiated InAs in a high magnetic field,” The 7th International Workshop on Femtosecond Technology, Tsukuba, paper FC-5 (2000).
- E. KAWAHATA, T. YANO, H. OHTAKE, N. SARUKURA and T. TSUKAMOTO**, “High power THz radiation from an optimized InAs emitter irradiated with Ti:sapphire laser in a magnetic field,” The 7th International Workshop on Femtosecond Technology, Tsukuba, paper FC-6 (2000).
- H. OHTAKE, S. ONO, M. SAKAI, Z. LIU, H. MURAKAMI and N. SARUKURA**, “Optimum geometrical conditions for femtosecond-laser-irradiated, magnetic-field enhanced, THz-radiation InAs emitter and its saturation effect in high magnetic field,” The Twelfth International Conference on Ultrafast Phenomena, Charleston, paper MD5 (2000).

Z. LIU, H. MURAKAMI, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Reflection-double-pass, Ti:sapphire continuous-wave amplifier delivering 5.77-W average power, 82-MHz repetition rate, 100-fs pulses,” The Twelfth International Conference on Ultrafast Phenomena, Charleston, paper MF23 (2000).

Z. LIU, T. KOZEKI, Y. SUZUKI, N. SARUKURA, K. SHIMAMURA, T. FUKUDA, M. HIRANO and H. HOSONO, “Chirped pulse amplification for ultraviolet femtosecond pulses using Ce:LiCAF gain medium,” The Twelfth International Conference on Ultrafast Phenomena, Charleston, paper PDP2 (2000).

S. ONO, T. TSUKAMOTO, E. KAWAHATA, T. YANO, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “High Power THz Radiation from an Optimized InAs Emitter Irradiated with Ti:Salpphire Laser in a Magnetic Field,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper W-B-18 (2000).

H. OHTAKE, M. SAKAI, Z. LIU and N. SARUKURA, “Saturation of Intense THz-Radiation Power from Ti:Sapphire Laser Irradiated InAs in a High Magnetic Field,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper W-P-02 (2000).

H. MURAKAMI, Z. LIU, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Novel Double-Pass, High-Gain, Ti:Salpphire CW-Amplifier,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper T-P-64 (2000).

Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKAN, T. FUKUDA, T. KOZEKI, H. OHTAKE and N. SARUKURA, “Noncollinear, Brewster-Pumped Ce:LiCAF Laser,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper T-P-94 (2000).

T. KOZEKI, H. OHTAKE, N. SARUKURA, Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO and T. FUKUDA, “Direct Generation of 27-mJ, 309-nm Pulses from a Ce:LLF Oscillator,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper T-P-99 (2000).

K. SHIMAMURA, I. M. RANIERI, T. FUJITA, H. SATO, T. FUKUDA and N. SARUKURA, “Crystal Growth of Fluorides by the Czochralski Technique for Optical Application,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper F-C-07 (2000).

T. KOZEKI, M. SAKAI, H. OHTAKE, N. SARUKURA, Z. LIU, K. SHIMAMURA, K. NAKANO, N. MUJILATU and T. FUKUDA, “Observation of New Excitation Channel of Cerium Ion through Li:CAF Crystal,” The 1st Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Sendai, paper F-C-08 (2000).

B-3) 総説、著書

大竹秀幸、猿倉信彦,「テラヘルツ電磁波によるイメージング」, 電気学会 **120**, 27-30 (2000).

大竹秀幸、猿倉信彦,「フェムト秒レーザー励起による半導体からの高強度テラヘルツ光発生」, *O plus E* **22**, 62-68 (2000).

大竹秀幸、山本晃司、富永圭介,「テラヘルツ電磁波の分子科学への応用」, *分光研究* **49**, 149-151 (2000).

榎田孝司編、大竹秀幸、猿倉信彦他,「丸善 実験物理学講座9 レーザー測定」, 319-330 (2000).

B-4) 招待講演

N. SARUKURA, “Chirped pulse amplification for ultraviolet pulses using the broad-band Ce³⁺:LiCaAlF₆ laser medium,” International Photonics Conference, Taiwan, December 2000.

H. OHTAKE, Z. LIU, H. MURAKAMI, Y. SUZUKI, T. KOZEKI and N. SARUKURA, “High-average-power, high-repetition-rate, femtosecond Ti:sapphire lasers with intra-cavity of extra-cavity cw-amplification schemes and its potential output-power scalability over 10-W level by cascading,” International Photonics Conference, Taiwan, December 2000.

N. SARUKURA, “Intense THz light source,” The 1st Asian Symposium on Ultrafast Phenomena, Korea, March 2000.

N. SARUKURA, “High power Ce fluoride lasers,” The 2nd International Symposium on Laser, Scitillator and Nonlinear Optical Materials, Lyon, May 2000.

N. SARUKURA, “Chirped pulse amplification for ultraviolet femtosecond pulses using Ce:LiCAF gain medium,” FRONTIER-SCIENCE RESERCH CONFERENCE Science and Technology of PHOTONIC MATERIALS, California, November 2000.

B-5) 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).

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-6) 学会および社会的活動

学会の組織委員

FST '99 実行委員会(1998-99).

Ultrafast Phenomena プログラム委員(1997-).

GORDON CONFERENCE '99 INTERNATIONAL COMMITTEE (1998-99).

応用物理学会プログラム委員(1997-).

電気学会光量子デバイス技術委員(1998-).

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-).

Advanced Solid State Lasers プログラム委員(1999-).

学術雑誌編集委員

レーザー研究 編集委員(1997-).

応用物理 編集委員(1999-).

JJAP 編集委員(1999-).

IEEE JSTQE 編集委員(2000-01).

B-7) 他大学での講義、客員

東京大学物性研究所客員助教授 (1998.4-98.9).

東京大学物性研究所客員助教授 (2000.4-01.3).

東北大学金属材料研究所客員助教授 (2000.10-01.3).

宮崎大学工学部非常勤講師 (1998.10-99.3).

理化学研究所非常勤フロンティア研究員 (1996.4-).

工業技術院電子技術総合研究所非常勤研究員 (1994.4-95.3, 98.7-98.9).

財団法人神奈川科学技術アカデミー非常勤研究員 (1998.5-).

National Research Council of Canada (1999.12).

Wien Technical University (2000.6).

C) 研究活動の課題と展望

遠赤外超短パルスレーザーにおいては、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の開発が課題となる。現在、我々のグループでは、強磁場印加すのもとで、平均出力でサブミリワット級のテラヘルツ電磁波光源の開発に成功している。この光源を用いて、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っており、様々な興味深い現象を発見してきているため、光による物性制御などの実現が現実味を帯びてきている。また、新たなテラヘルツ光源として、有機物結晶や磁性半導体にも探索の範囲を広げる方針である。

深紫外波長可変全固体レーザーにおいては、大出力化と短波長化が当面の課題である。大出力化は励起配置や増幅光学系に特殊構造をもたせることによって大きな進歩が見込まれ、短波長化は新たなレーザー結晶を用いることにより具現化できる。現在、ロシア、東北大学との共同研究によるCe:LiCAF結晶を用いて、大出力紫外レーザーの開発を行っている。この共同研究により、200 nmより短波長での大出力深紫外波長可変全固体レーザーの実用化は、比較的早期に達成し得ると考えられている。